

MAREK KLOSS, IZABELA WILPISZEWSKA

Zakład Ekologii Roślin

Instytut Ekologii PAN

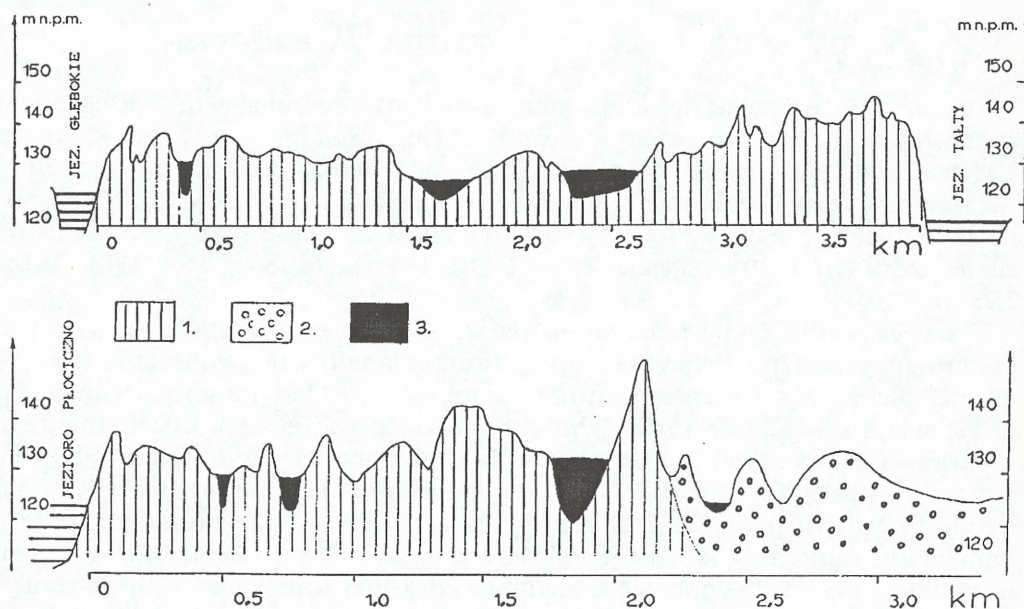
Dziekanów Leśny, 05-092 Łomianki

UWAGI O ROZWOJU I FUNKCJONOWANIU EKOSYSTEMÓW TORFOWISKOWYCH W ZAGŁĘBIENIACH BEZODPŁYWOWYCH NA POJEZIERZU MAZURSKIM

WSTĘP

Region Pojezierza Mazurskiego charakteryzuje się urozmaiconym krajobrazem młodogłacjalnym. Wśród licznych pagórków równie licznie występują jeziora oraz bezodpływowe zagłębienia w większości pochodzenia wytopiskowego. Wiele z nich jest wypełniona przez torfowiska (rys. 1).

Stwierdza się duże zróżnicowanie morfometryczne zagłębień bezodpływowych. Największe osiągają kilkadziesiąt hektarów powierzchni (do około 70 ha),



Rys. 1. Przekroje topograficzne: 1— glina morenowa, 2— piasek i żwir sandrowy, 3 — torfowiska.

najmniejsze nie przekraczają 0,5 ha. Podobnie jest zróżnicowana powierzchnia torfowisk, gdyż waha się od kilku arów do kilkudziesięciu hektarów. Blisko 90% spenetrowanych mokradeł to obiekty małe, o powierzchni poniżej 1 ha (KLOSS i współaut. 1987).

Silnie urozmaicona rzeźba badanego terenu determinuje bardzo zróżnicowany charakter zarastania omawianych zagłębień roślinnością. Na terenie o powierzchni 3147 ha, położonym w środkowej części Pojezierza Mazurskiego zinwentaryzowano 238 mokradeł (KLOSS i współaut. 1987). W zależności od stosunków wodnych, żyzności siedliska i stopnia ingerencji człowieka w zagłębieniach wykształciły się różne zbiorowiska roślinne. Na podstawie zdjęć fitosocjologicznych, wykonanych w naturalnych (bądź mało zniekształconych) fitocenozach zidentyfikowano 16 zespołów i jedno zbiorowisko roślinne (KLOSS i WILPISZEWSKA 1983, 1985, KLOSS 1992). Są tu reprezentowane: szuwały wodne i błotne (klasa *Phragmitetea*), torfowiska przejściowe (klasa *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*), torfowiska wysokie (klasa *Oxycocco-Sphagnetum*) oraz lasy i zarośla na torfach (klasy: *Vaccinio-Piceetea* i *Alnetum glutinosae*).

Najczęściej spotykanym w zagłębieniach zbiorowiskiem roślinnym jest łożowisko *Salicetum pentandro-cinereae*. Wykształca się w około 60% zbadanych zagłębień, a przy tym ma najmniejszą średnią powierzchnię, to jest około 0,4 ha (KLOSS i współaut. 1987).

Trzeba zaznaczyć, że aktualny stan roślinności mokradeł jest wypadkową jej rozwoju od momentu powstania zagłębień bezodpływowych. Duża różnorodność florystyczna odzwierciedla różne fazy zarastania mokradeł. Są one w większości także różnymi stadiami ładowacenia zbiorników wodnych i jezior (KLOSS i współaut. 1987).

TYPY HYDROLOGICZNE I STRATYGRAFIA TORFOWISK

O rozwoju torfowisk decydują lokalne warunki hydrologiczne. Na ogromne znaczenie czynnika hydrochemicznego w ekologii mokradeł, a w szczególności torfowisk zwracano uwagę od dawna. Czynnikiem odpowiedzialnym za rozmieszczenie zbiorowisk roślinnych, ich strukturę i skład gatunkowy, jak też zasobność siedliska (KULCZYŃSKI 1939–1940, GORHAM 1956a, 1956b, INGRAM 1967, HEINSELMAN 1970, SUMMERFIELD 1974, BOTCH i MASING 1983, GORE 1983, SJÖRS 1983).

Proces torfotwórczy realizuje się w warunkach nadmiernego uwodnienia podłoża przy istnieniu deficytu tlenowego oraz osłabionej aktywności mikrobiologicznej gleby. Wymienione czynniki, hamujące rozkład materii organicznej, umożliwiają odkładanie torfów. Narastanie złoża wiąże się z uruchomieniem procesów magazynowania i podpiętrzania wód wnikających do mokradła (KULCZYŃSKI 1939–1940, OŚWIT 1977). Założenie torfowiska może nastąpić jedynie na ustabilizowanym podłożu. Jest nim gytia powstała w toku zarastania jeziora bądź grunt mineralny (MAREK 1965, MITSCH i GOSSELINK 1986). Podstawowym warunkiem przekształcenia się zbiornika wodnego w torfowisko jest jego wypływanie (MAREK 1982). W przypadku badanych obiektów proces ten był powodowany przede wszystkim przez: zasypywanie erozyjnym materiałem mineralnym

pochodzącym z najbliższego otoczenia, odkładanie obumarłego materiału roślinnego i zwierzęcego w postaci gytii organicznej, wytrącanie i osadzanie soli słabo rozpuszczalnych w wodzie.

Na 11 wybranych torfowiskach przeprowadzono szczegółowe badania hydrogeologiczne (KLOSS 1992). Obejmowały one określenie warunków wodnych, stratygrafii złóż, budowy geologicznej zlewni. Różnice te pozwoliły na identyfikację 2 zasadniczych typów hydrologicznych torfowisk występujących w zagłębieniach bezodpływowych: ombrotroficznych i minerotroficznych.

Torfowiska ombrotroficzne występują w rejonach wododziałowych i na obszarach bezodpływowych. Są zasilane opadami atmosferycznymi. Rozwijają się na wodach nieruchomych (stagnujących), pozbawionych dopływu podziemnego. Ich bardzo mała zlewnia własna determinuje znikome zasilanie dopływem powierzchniowym. Powyższe warunki wodne przyczyniają się do silnej oligotrofizacji tych siedlisk.

Na torfowiskach ombrotroficznych rozwijają się mszary wysokie, rzadziej przejściowe (*Oxycocco-Sphagneteta*, *Scheuchzerietalia palustris*). Spotykamy tu także bory bagienne *Vaccinio uliginosi-Pinetum*. W budowie złóż omawianego typu torfowisk dominują torfy mszarne wysokie, na ogół kwaśne i niskopopielne (rys. 2). Leżą one często na jeziornych osadach gytii. Są to przeważnie gytie organiczne — detrytusowe.

Narastanie torfowisk ombrotroficznych następuje dzięki magazynowaniu i piętrzeniu wód opadowych. Odprowadzenie wody następuje przede wszystkim przez ewapotranspirację.

Wśród torfowisk ombrotroficznych wyróżniono dwa rodzaje:

a. Izolowane (zamknięte), rozwijające się w izolacji od wód gruntowych terenów przyległych. Torfowiska te leżą wśród gruntów trudno przepuszczalnych, a ich misy często są uszczelnione utworami ilastymi.

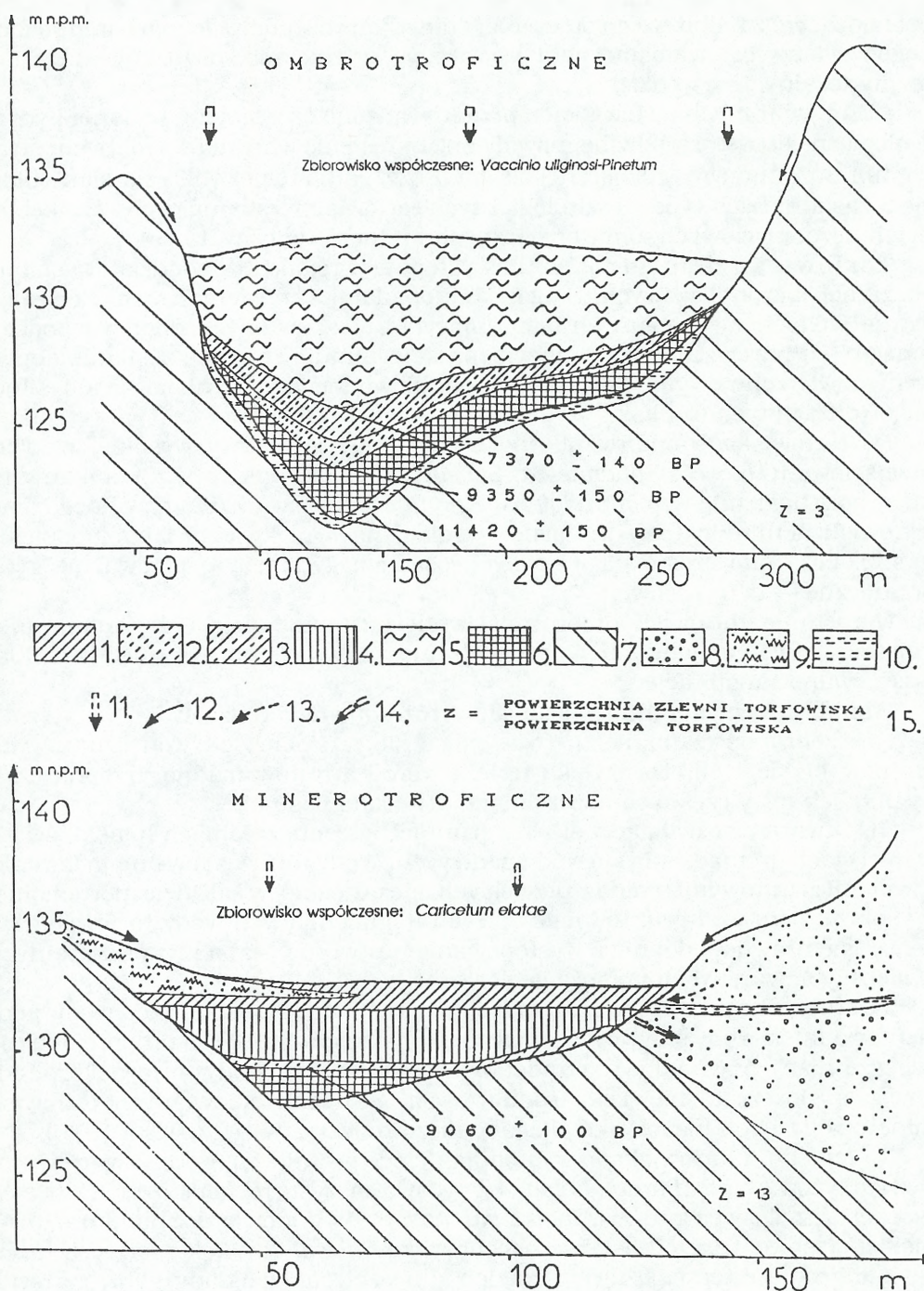
b. Otwarte, rozwijające się na gruntach przepuszczalnych (piaski, żwiry) w miejscach gromadzenia się wód opadowych. Wody torfowiskowe mają kontakt z wodami gruntowymi terenów przyległych, ale pozostają w zasadzie nieruchome. Wysoki poziom wód gruntowych w zlewni, podpierających wody torfowiskowe, wiąże się prawdopodobnie z występowaniem utworów słabo przepuszczalnych w głębszych warstwach podłoża geologicznego.

Torfowiska minerotroficzne są zasilane głównie przez wody podziemne a także wody spływów powierzchniowych. Ich zlewnie są proporcjonalnie większe niż w przypadku mokradeł ombrotroficznych. Wody torfowiskowe odznaczają się często niewielką ruchliwością. Siedliska omawianych torfowisk minerotroficznych można określić jako mezotroficzne (WILPISZEWSKA 1990).

Na tego typu torfowiskach występują przede wszystkim fitocenozы szuwarowe i turzycowiskowe (*Phragmiteteta*), turzycowo-mszyste (*Scheuchzerio-Cariceteta fuscae*) oraz olsowe i łożowe (*Alnetea glutinosae*). W budowie złóż dominują torfy niskie: olesowe, turzycowiskowe, mechowiskowe (rys. 2). Większość tych torfowisk ma charakter pojeziorny. Na ich dnie zalegają pokłady gytii, zarówno organicznej (detrytusowej), jak i mineralnej (wapiennej).

Wśród torfowisk minerotroficznych wyodrębniono (KLOSS 1992) torfowiska:

a. Spływowo-zalewne, występujące na podłożu trudno przepuszczalnym i odznaczające się proporcjonalnie bardzo dużą zlewnią własną. Warunkuje ona



Rys. 2. Profile stratygraficzne torfowiska ombrotroficznego i minerotroficznego: 1—torf turzycowy; 2—torf mszysty; 3—torf turzycowo-mszysty; 4—torf olesowy; 5—torf mszarny wysoki; 6—gytia; 7—głina morenowa; 8—piasek, żwir; 9—utwór deluwialny; 10—ił; 11—opad atmosferyczny; 12—wody dopływu powierzchniowego; 13—wody dopływu podziemnego; 14—odpływy wód podziemnych.

okresowo intensywne zasilanie wodami spływu powierzchniowego i śródpokrywowego. Wody te wnoszą na obszar mokradła duży zapas składników mineralnych. Złoże torfowe, przeważnie w strefie brzeżnej, jest przykryte warstwą namulów deluwialnych różnej miąższości.

b. Podsiąkowe otwarte, rozwijające się wśród utworów łatwo przepuszczalnych przy istnieniu wspólnego poziomu wód gruntowych w torfowisku i terenie otaczającym. Torfowiska te również odznaczają się proporcjonalnie dużą zlewnią. Wilgotność wierzchnich warstw złoża zależy od podsiąku kapilarnego z „podziemnego” zbiornika zasilanego głównie wodami gruntowymi.

c. Podsiąkowe izolowane (zamknięte), rozwijające się w izolacji od wód gruntowych terenów przyległych na trudno przepuszczalnych obszarach morenowych. Torfowiska te odznaczają się dużą głębokością i proporcjonalnie niewielką zlewnią (ale większą niż w przypadku zatorfień ombrotroficznych). Wilgotność warstwy stropowej jest zależna przede wszystkim od podsiąku kapilarnego, ale w jej zasilaniu zaznacza się wyraźnie „oligotrofizujący” wpływ wód opadowych. Rodzaj ten stanowi formę łącznikową między torfowiskami ombro- i minerotroficznymi.

MECHANIZM WZROSTU TORFOWISK W ZAGŁĘBIENIACH BEZODPŁYWOWYCH

Do torfowisk położonych w bezodpływowych nieckach dopływają wody różnego rodzaju. Mogą to być wody: opadowe, spływów powierzchniowych oraz śródpokrywowych, wierzchówkowe a także pierwszego poziomu wodonośnego. W zależności od dominującego źródła zasilania rozwijają się torfowiska ombrotroficzne bądź minerotroficzne, ale mechanizm ich wzrostu jest podobny.

Dopływające do zagłębień wody, wobec braku naturalnych form odpływu, przyczyniają się do zabagnienia siedliska (w fazie inicjalnej gytii lub podłoża mineralnego) i zapewniają warunki trwałego uwodnienia sprzyjające akumulacji torfów. Przyrost masy torfowej, magazynującej coraz to większe ilości wód zasilających, wywołuje stałe, stopniowe podnoszenie poziomu wód torfowiskowych. Z kolei równoległe do postępującego ich spiętrzenia przebiega proces narastania torfowiska na grubość.

Kształtowanie się poziomu wód na torfowiskach, zależne od intensywności piętrzenia wód dopływających, ulegało w trakcie wzrostu złóż modyfikacjom wywołanym przez różne czynniki. Z przyczyn ogólnych należy wymienić zmiany klimatyczne, jakie miały miejsce w holocenie. Natomiast przyczynami lokalnymi były między innymi: usytuowanie w rzeźbie terenu, różnice w wielkości zlewni i w jej spadkach, możliwość odpływu podziemnego, zmiany w retencji torfowisk.

W skrajnych przypadkach spadku lustra wód i zmniejszenia zabagnienia następowało ograniczenie a nawet zahamowanie procesu torfotwórczego i przyrostu złoża. Współcześnie do czynników destabilizujących wzrost torfowisk i radykalnie zmieniających stosunki hydrologiczne doszły osuszające melioracje (zarówno samych mokradeł, jak i terenów przyległych) oraz w mniejszym stopniu eksploatacja torfu i inne formy antropopresji (KLOSS i współaut. 1987).

W nawiązaniu do literatury, mechanizm wzrostu torfowisk w zagłębieniach bezodpływowych można nazwać pokładowym (TOŁPA 1947, 1960, MAREK i PAŁ-

czyński 1962, Pacowski 1967, Wójcikiewicz 1979). Złoza torfowe są tu bowiem zbudowane z nałożonych na siebie pokładów, które w miarę rozwoju zatorfień były kolejnymi warstwami kreacyjnymi tak zwanego kompleksu wzrostowego.

Należy podkreślić duże znaczenie wód spływowych (powierzchniowych oraz śródpokrywowych) zarówno w rozwoju zatorfień w zagłębieniach bezodpływowych, jak i w kształtowaniu na ich powierzchni warunków ekologicznych (porównaj Oświtt 1977). Wody te, docierając okresowo do złóż, wnoszą na ich obszar pewną ilość składników mineralnych i tym samym wpływają na trofie siedlisk. Ilość wody a wraz z nią pula pierwiastków, która tą drogą dostaje się do torfowiska, jest skorelowana z wielkością zlewni. W przypadku torfowisk minerotroficznych spływowo-zalewnych, odznaczających się proporcjonalnie dużą zlewnią, dopływy powierzchniowe i śródpokrywowe warunkują wysoką żyzność siedlisk. Eliminacja wpływu wód spływowych pogłębia oligotrofizację podłoża i sprzyja rozwojowi zbiorowisk mszarów wysokich, wskutek czego tworzą się torfowiska ombrotroficzne.

PRZEMIANY ROŚLINNOŚCI NA TORFOWISKACH

Sukcesje roślinności na torfowiskach w zagłębieniach bezodpływowych zrekonstruowano w oparciu o analizy składu botanicznego torfów (Kloss 1992).

Na 11 badanych stratygraficznie torfowiskach wykonano około 300 analiz makroszczatków, które pozwoliły na zidentyfikowanie subfosylnych zbiorowisk roślinnych biorących udział w rozwoju zatorfień. Wiek torfów określono metodą radiowęgla C^{14} .

W badanych zagłębieniach początki procesów torfotwórczych sięgają późnego glacjału. Z Allerödu pochodzą utwory organiczne zawierające szczątki subfosylnych zbiorowisk roślinnych: *Filicinae-Bryales*, *Filicinae-Betula* (rys.3). Ich wiek określono na 11420 ± 150 lat BP. Po ustąpieniu lodowca i stopieniu się zagrzebanych w podłożu brył martwego lodu, torfy te zapadły się na dno wytopiska i zostały zalane wodą.

Do początku holocenu te drobne zbiorniki wodne wypełniły się osadami gytii. W procesie tym ważną rolę odegrała roślinność z klasy *Potamogetonetea*. Początki zatorfienia wypłyconych zbiorników wodnych przypadają głównie na okres preborealny (9350 ± 180 , 9060 ± 100 lat BP).

Fitocenozy mszyste, reprezentujące subfosylny zespół *Caricetum lasiocarpae* (rys.3), były zbiorowiskami, które zainicjowały w holocenie rozwój torfowisk ombrotroficznych.

W warunkach ombrogennej gospodarki wodnej fitocenozy *Caricetum lasiocarpae* ustąpiły miejsca fitocenzom *Caricetum limosae*, bądź bezpośrednio *Sphagnetum magellanicum*. Mszary wysokie stopniowo opanowały cały obszar torfowisk. Rozwój ich rozpoczął się od połowy okresu atlantyckiego (7378 ± 140 lat BP) i trwa po czasy współczesne. W zależności od uwilgotnienia wierzchniej warstwy złoza asocjacja ta była reprezentowana przez różne podzespoły, jak: *Sphagnetum magellanicum sphagnetosum fallacis*, *Sphagnetum magellanicum typicum*, *Sphagnetum magellanicum sphagnetosum fuscae*, *Sphagnetum magellanicum eriophoretosum*, *Sphagnetum magellanicum pinetosum*. Aktualnie torfowiska, na

których nastąpiło podsuszenie, zostały opanowane przez bory *Vaccinio uliginosi-Pinetum*.

Rozwój torfowisk minerotroficznych zainicjowały fitocenozy *Thelypteridi-Phragmitetum* — w przypadku akwenów głębszych oraz fitocenozy *Caricetum lasiocarpae* w przypadku zbiorników płytszych. Zmniejszenie zabagnienia siedliska, przy dużym wpływie wód spływu powierzchniowego, stworzyło dogodne warunki dla rozwoju fitocenoz *Salicetum pentandro-cinereae* lub *Carici elongatae-Alnetum*. Zbiorowiska te zakumulowały w złożu grubą warstwę torfów olesowych. Zwiększenie wilgotności klimatu (wzrost ilości opadów i spływu powierzchniowego) spowodowało — przy braku możliwości odprowadzenia wód — podtopienie złóż.

Fitocenozy z klasy *Alnetea glutinosae* ustąpiły turzycowiskom ze związku *Magnocaricion* (*Caricetum elatae*, *Caricetum vesicariae*).

W przeszłości na wzrost zabagnienia i intensywność spływów duży wpływ miał wyrąb lasów w zlewni torfowisk, jak i na obszarach przyległych. Współczesne osuszenie niektórych złóż minerotroficznych spowodowało ponowne wkroczenie olszy i przekształcenie szuwarów turzycowych w lasy olszowe (*Carici elongatae-Alnetum*).

FUNKCJONOWANIE ZBIOROWISK ROŚLINNYCH NA RÓŻNYCH TYPACH TORFOWISK

Do badań szczegółowych (WILPISZEWSKA 1990) wytypowano 4 zbiorowiska roślinne z torfowisk ombrotroficznych: *Caricetum lasiocarpae*, *Caricetum limosae*, *Sphagnetum magellanici pinetosum*, *Vaccinio uliginosi-Pinetum* oraz 4 zbiorowiska roślinne porastające torfowiska minerotroficzne: *Caricetum elatae*, *Typhetum latifoliae*, *Salicetum pentandro-cinereae*, *Carici elongatae-Alnetum*. Stanowiły one kolejne ogniwa szeregów sukcesyjnych według ogólnych schematów przebiegu tego procesu dla torfowisk wysokich i niskich (KOBENDZA 1930, PODBIELKOWSKI 1960, SOBOTKA 1967, PAWŁOWSKI i ZARZYCKI 1977).

Zgodnie z cytowanymi autorami na torfowiskach wysokich sukcesja zaczyna się od torfowisk przejściowych, a następnie przechodzi poprzez mszary wysokie i kończy się na borze bagiennym.

W drugim przypadku proces ten zapoczątkowany od szuwarów błotnych lub wodnych poprzez zarośla łozowe dochodzi do olesu.

Dla reprezentatywnego doboru odpowiednich fitocenoz celem porównywania ich funkcjonowania na torfowiskach wysokich i niskich wybrano więc po jednym zbiorowisku z każdego etapu „modelowej” sukcesji. Takie podejście metodyczne gwarantowało uwzględnienie znacznej różnorodności florystycznej i umożliwiało porównywalność wyników mimo dużych różnic w biomasach, gdyż z każdego szeregu sukcesyjnego wytypowano po dwa zbiorowiska składające się niemal wyłącznie z roślin zielnych i po dwa z drzewostanami — w tym ostatnim wypadku z zastrzeżeniem iż *Salix cinerea* głównie budująca zbiorowisko *Salicetum pentandro-cinereae* jest krzewem drzewiastym.

Następnie w każdej z wymienionych powyżej 8 fitocenoz określono ich biomasę, produkcję pierwotną, skład chemiczny oraz akumulację przez nie

pierwiastków (N, P, K, Ca, Mg, Na, S) w fitomasie, wydajność ich produkcji, retencję przez nie materii.

Na podstawie uzyskanych wyników wykonano ogólny schemat (rys.4) funkcjonowania zbiorowisk roślinnych na torfowiskach ombro- i minerotroficznych (WILPISZEWSKA 1990).

Zarówno biomasy, jak i produkcja pierwotna zbiorowisk roślinnych na torfowiskach minerotroficznych są przeciętnie wyższe od analogicznych wartości dla torfowisk ombrotroficznych. Przeciętna zawartość składników mineralnych związanych w biomasach zbiorowisk roślinnych torfowisk minerotroficznych (zarówno w standing crop jak i w produkcji pierwotnej) jest wyższa w porównaniu do analogicznych wartości dla zbiorowisk roślinnych torfowisk ombrotroficznych.

Wykazano, że przeciętna wydajność produkcji (rozumiana tu jako ilość wytworzonej fitomasy na 1 kg pobranych nutrientów) zbiorowisk roślinnych torfowisk ombrotroficznych jest wyższa, a w ich drzewostanach retencja materii jest silniejsza w porównaniu z analogicznymi wartościami dla torfowisk minerotroficznych.

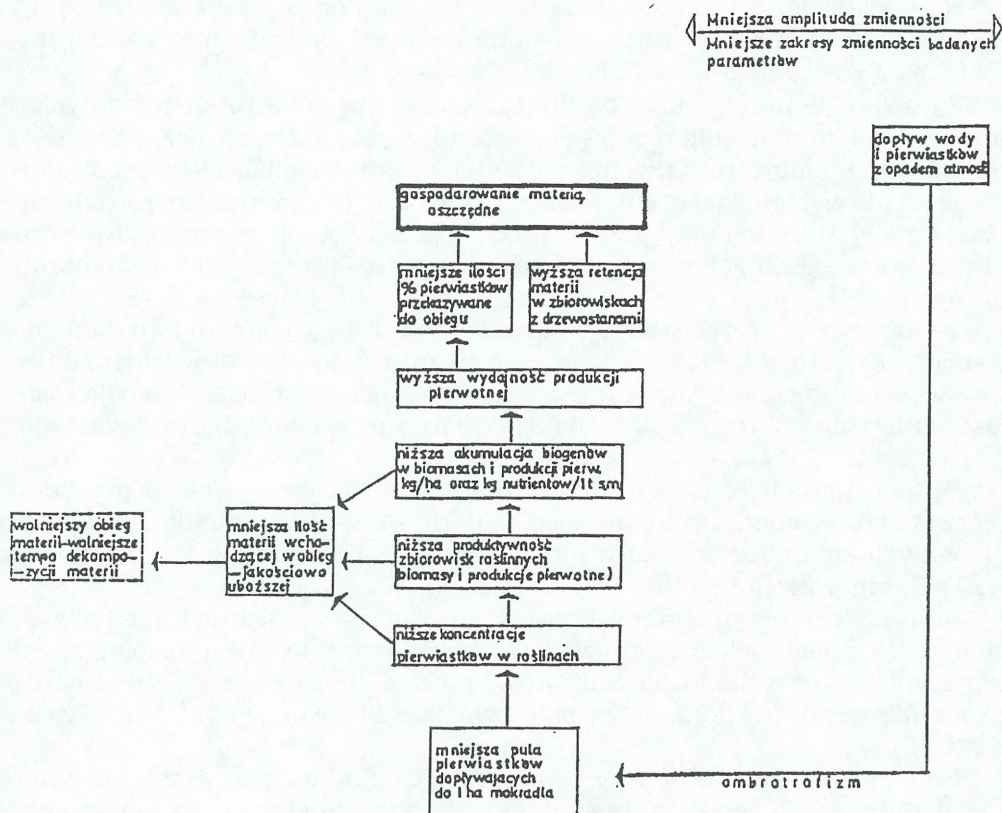
W fitocenozach torfowisk minerotroficznych przeciętny udział procentowy pierwiastków wchodzących w obieg materii — w stosunku do ich zasobów globalnych zakumulowanych w biomasach — jest zawsze wyższy niż na torfowiskach ombrotroficznych.

Konsekwencją wymienianych prawidłowości jest odmienne funkcjonowanie zbiorowisk roślinnych na torfowiskach: na minerotroficznych gospodarowanie materiałą jest rozrzutne, a na ombrotroficznych — bardziej oszczędne i bardziej ekonomiczne, nastawione na jej przytrzymanie i jej wolniejszy obieg (WILPISZEWSKA 1990).

Na torfowiskach ombrotroficznych stwierdzono mniejszą amplitudę zmienności, to znaczy mniejsze zakresy zmienności wszystkich badanych parametrów (WILPISZEWSKA 1990). Powodem tego są bardzo specyficzne i radykalnie drastyczne warunki siedliska (zwłaszcza bardzo niskie pH, jak również ombrotrofizm), limitujące w znacznym stopniu zmienność określonych cech. Wykluczają one rośliny niewytrzymujące takiej presji siedliskowej, stąd też mniejsza różnorodność gatunkowa tych fitocenz.

Generalnie, rośliny z siedlisk ubogich tolerują nutrientowy stres dzięki szczególnego rodzaju strategiom i mechanizmom kompensacyjnym (CHAPIN III 1980). Rośliny te wykazują powolne tempo wzrostu, słabe tempo fotosyntezy i absorpcji pierwiastków. Dostosowują się one do niekorzystnych warunków siedliska zwiększając stosunek biomasy korzeni do części nadziemnych, łącząc się w związki mikoryzowe oraz działając efektywnie w celu udostępnienia nutrientów (wydzieliny korzeniowe oraz aktywność fosfatyzacji korzeniowych). Ich korzenie oraz liście są zwykle długowieczne, co być może jest powodem niskiej zdolności absorpcyjnej oraz spowolnienia tempa obiegu pierwiastków w obrębie ich tkanek. Roczne wymagania odżywcze tych roślin są niskie, co jest spowodowane przede wszystkim wolnym tempem produkcji biomasy oraz relatywnie niskimi stratami pierwiastków — zarówno w wyniku starzenia się liści (bardzo intensywne wycofywanie jesienne lub też liście wiecznie zielone), jak i wypłukiwania (liście zdrewniałe bądź z dobrze rozwiniętą kutikulą, itp.). Wszystkie te

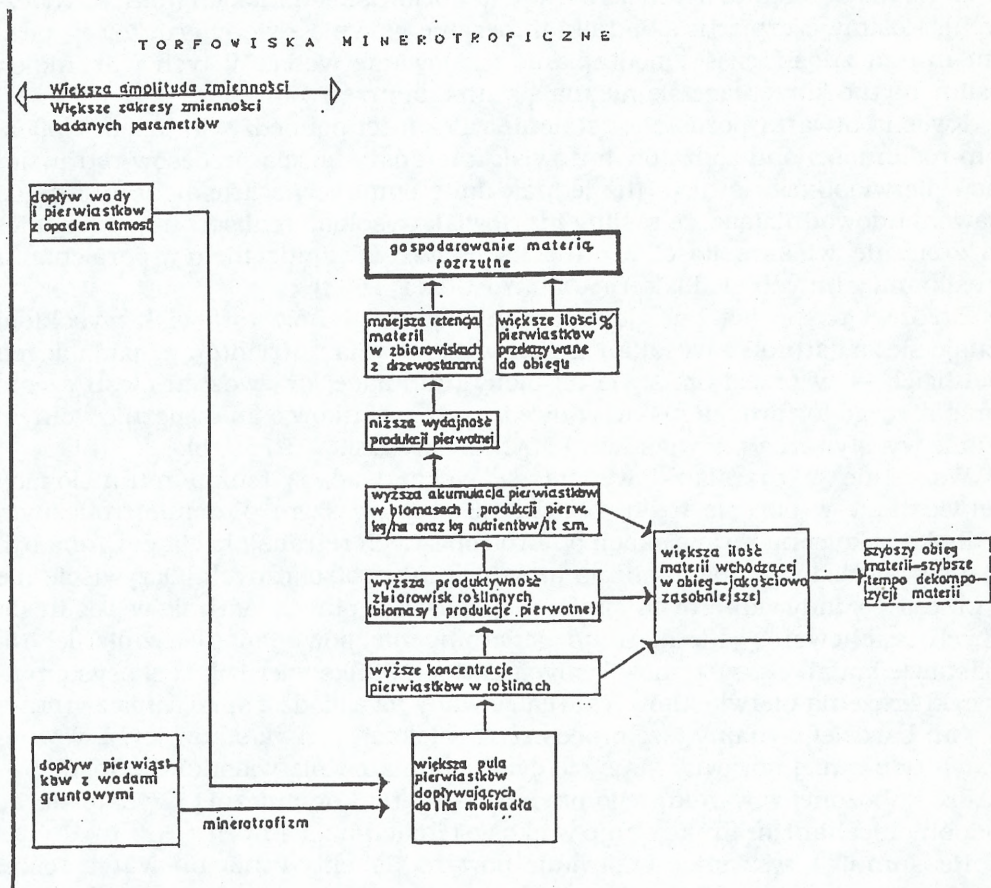
TORFOWISKA OMBROTROFICZNE



Rys. 4 (rozieszczony na stronach 268 i 269). Funkcjonowanie zbiorowisk roślinnych w 2 typach torfowisk.

mechanizmy według CHAPINA III (1980) wyjaśniają sukces wolnorosnących gatunków na ubogich siedliskach oraz gwarantują im normalną efektywność metaboliczną.

Inny badacz, DICKINSON (1983), analizował problem mikoryzowych związków. Wykazał, że rośliny bytujące na torfowiskach są pod regularnym oddziaływaniem różnego rodzaju grzybów mikoryzujących (m.in. takie jak: *Pinus* spp., *Betula pubescens*, *Empetrum nigrum*, *Andromeda polifolia*, *Calluna vulgaris*, *Erica* spp., *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium oxycoccos*, *Vaccinium vitis-idaea*). Należy stwierdzić, że wymieniane przez niego rośliny to gatunki budujące fitocenozy torfowisk ombrotroficznych i w tym fakcie trzeba chyba upatrywać główną przyczynę wyższej wydajności produkcji tych zbiorowisk roślinnych w porównaniu z sytuacją na torfowiskach minerotroficznych. Z kolei u licznych reprezentantów rodzin *Cyperaceae* i *Juncaceae* mikoryz nie zaobserwowano (DICKINSON 1983), a przecież to one właśnie budują fitocenozy torfowisk minerotroficznych.



Rys. 4 (ciąg dalszy rysunku ze strony 268). Funkcjonowanie zbiorowisk roślinnych w 2 typach torfowisk.

Inną cechą różnicującą roślinność torfowisk ombrotroficznych i minerotroficznych jest ich system korzeniowy. Rośliny torfowisk wysokich (ombrotroficznych) albo nie mają wcale korzeni (torfowce), albo ich system korzeniowy wykształca się bardzo płytko w powierzchniowych warstwach gleby (KARNEY i PAWŁOWICZ 1952, HOLMEN 1964, VAKUROV 1973, GOBAT 1984). Wyjątkiem jest *Eriophorum vaginatum*, której korzenie mogą sięgać do 1 m (DICKINSON 1983).

Rośliny torfowisk minerotroficznych korzenia się znacznie głębiej (HOLMEN 1964, GOBAT 1984). Jest to kolejna konsekwencja różnych typów zasilania wodnego oraz trofizmu zbiorowisk roślinnych.

Rośliny torfowisk ombrotroficznych pobierają pierwiastki pokarmowe i wodę głównie z opadu atmosferycznego. Powierzchnia tych torfowisk nie ulega zalewom powierzchniowym. W tym kontekście system korzeniowy jest roślinom w zasadzie niepotrzebny, bądź wykształcany jest tylko w powierzchniowych warstwach, gdzie zawarte w deszczu i pyłe pierwiastki są najintensywniej przechwytywane.

Zupełnie odmienna sytuacja panuje na torfowiskach niskich (minerotroficznych). Rośliny czerpią tu składniki mineralne głównie z wody gruntowej, poza tym muszą znosić częste podtapianie i zalewanie wodą. W tych warunkach rośliny płytko korzeniące się nie mają szans na przetrwanie.

Kwestią otwartą pozostaje ustalenie zależności pomiędzy statusem troficznym roślinności obu rodzajów torfowisk a intensywnością procesów retranslokacji pierwiastków. Istnieją już jednak dane empiryczne (fragmentaryczne co prawda) udowadniające, że rośliny z torfowisk wysokich reabsorbują przykładowo znacznie większe ilości azotu z liści przed ich zrzuceniem w porównaniu z roślinami z innych siedlisk (BRADBURY i GRACE 1983).

Brzozę i sosnę (są one dominantami drzewostanów torfowisk wysokich) uznaje się za gatunki o wysokim tempie wycofywania nutrientów z opadających liści (igieł) — w przeciwieństwie do olchy (budującej drzewostan olesu często porastającego torfowiska niskie) zaliczanej do gatunków o analogicznie wolnym tempie wycofywania pierwiastków (STACHURSKI i ZIMKA 1975a, b).

Wszystkie te przesłanki wydają się wskazywać, iż tempo retranslokacji pierwiastków w obrębie roślin obniża się przy wyższym poziomie troficznym siedliska, z kolei na torfowiskach ombrotroficznych retranslokacja powinna być intensywniejsza w porównaniu do torfowisk minerotroficznych. Oczywiście nie wyklucza to indywidualnych preferencji poszczególnych gatunków roślin do innych „zachowań”, jednak trend generalny nie powinien ulec zmianie. Na podstawie badań ekosystemów leśnych ZIMKA (1989) stwierdził, iż ekosystemalny cykl krążenia pierwiastków jest realizowany na zasadzie sprzężenia zwrotnego: im bardziej wydajny jest proces retranslokacji pierwiastków (cykl wewnętrzny), tym mniej sprawny staje się cykl uwalniania pierwiastków z opadłej — bardzo zubożonej w wyniku tego procesu — materii organicznej. Wydaje się, że podobny mechanizm funkcjonuje w ekosystemach bagiennych.

Reasumując, wszystkie omawiane powyżej aspekty funkcjonowania roślin oraz fitocenoz w warunkach ombrotrofii i minerotrofii potwierdzają przedstawiony ogólny schemat funkcjonowania zbiorowisk roślinnych (rys. 4) — przeciwny dla torfowisk wysokich (ombrotroficznych) i niskich (minerotroficznych).

SOME REMARKS ON DEVELOPMENT AND FUNCTIONING OF MIRE ECOSYSTEMS IN HOLLOW WITHOUT RUN-OFF IN THE MASURIAN LAKE LAND

Summary

The studies were carried out on 238 peatlands located at the bottom of hollows without surface run-off in young glacial landscape in northeastern Poland. On the basis of phytosociological examinations phytocoenoses of 16 plant associations were identified. There were represented: reedbed and tall sedge communities, sedge and sphagnum moss communities; raised bog communities; forest and shrub communities of the class *Alnetea glutinosae*, bog coniferous forest communities of the class *Vaccinio-Piceetea*.

Two types of peatlands were found (ombrotrophic, minerotrophic) characterized by different water supply. The stratigraphic structure of chosen peat deposits is presented (Fig. 2). Reconstruction of subfossil plant communities participating in formation of peat deposits was made on the basis of detailed analyses of plant macro-remains (Fig. 3).

In actual plant communities overgrowing ombrotrophic and minerotrophic peatlands there were observed different manners of matter management (accumulation of nutrients, efficiency of primary production, matter retention, transmitting elements to matter cycling). An outcome of the observed regularities was a different functioning of plant communities in the two mire types: in the minerotrophic mire — matter management was less economic while in ombrotrophic one — more sparing and frugal (Fig. 4).

LITERATURA

- BOTCH M. S., MASING V. V., 1983. *Mire ecosystems in the USSR*. [W:] *Ecosystems of the world 4B. Mires: swamp, bog, fen and moor. Regional Studies*. GORE A. J. P. (red.). Amsterdam-Oxford-New York, 95-152.
- BRADBURY J. K., GRACE J., 1983. *Primary production in wetlands*. [W:] *Ecosystems in the world 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor. General Studies*. GORE A. J. P. (red.) Amsterdam-Oxford-New York, 285-310.
- CHAPIN III F. S., 1980. *The mineral nutrition of wild plants*. An. Rev. Ecol. System. 11, 233-260.
- DICKINSON C. H., 1983. *Micro-organisms in peatlands*. [W:] *Ecosystems of the world. 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor. General Studies*. GORE A. J. P. (red.). Amsterdam-Oxford-New York, 225-245.
- GOBAT J. M., 1984. *Écologie des contacts entre tourbières acides et marais alcalins dans le Haut-Jura Suisse*, Université de Neuchâtel, Institut de Botanique, Suisse. Ph. D. THESIS, manuscript, 255.
- GORE A. J. P., 1983. *Introduction*. [W:] *Ecosystems of the world 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor. General Studies*, GORE A. J. P. (red.). Amsterdam-Oxford-New York, 1-34.
- GORHAM E., 1956a. *The ionic composition of some bog and fen waters in English Lake District*. J. Ecol. 44, 142-152.
- GORHAM E., 1956b. *On the chemical composition of some waters from the Moor House Nature Reserve*. J. Ecol. 44, 375-382.
- HEINSELMAN M. L., 1970. *Landscape, evolution, peatlands types and the environment in the Lake Agassiz Peatlands Natural Area*. Minnesota. Ecol. Monogr. 40, 235-261.
- HOLMEN H., 1964. *Forest ecological studies on drained peatland in the province of Uppland, Sweden, parts I-III*. Stud. For. succ. 16, 303.
- INGRAM H. A. P., 1967. *Problems of hydrology and plant distribution in mires*. J. Ecol. 55, 711-724.
- KARNEY J., PAWŁOWICZ A., 1952. *Brzoza*, PWRiL, Warszawa, 86.
- KLOSS M., 1992. *Differentiation and development of peatlands in hollows without run-off on young glacial terrains*. Pol. ecol. Stud. 19, 115-219.
- KLOSS M., KRUK M., WILPISZEWSKA I., 1987. *Geneza, charakterystyka przyrodnicza i przekształcenia antropogeniczne zagłębień bezodpływowych we współczesnym krajobrazie Poj. Mazurskiego*. Kosmos 36, 621-641.
- KLOSS M., WILPISZEWSKA I., 1983. *O roślinności niewielkich zagłębień bezodpływowych okolic Mikotajek i potrzebie ich ochrony*. Chrońmy Przyrodę Ojczyzną 4, 25-29.
- KLOSS M., WILPISZEWSKA I., 1985. *Vegetation of hollows without run-off in the Jorka River watershed*. Pol. ecol. Stud. 11, 209-214.
- KOBENDZA R., 1930. *Stosunki fitosocjologiczne Puszczy Kampinoskiej*. Warszawa, Nakładem Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, 200.
- KULCZYŃSKI S., 1939-1940. *Torfowiska Polesia*. t. I i II, Kraków, 777.
- MAREK S., 1965. *Biologia i stratygrafia torfowisk olszynowych w Polsce*. Zesz. Probl. Post. Nauk roln. 57, 5-303.
- MAREK S., 1982. *Przekształcanie jezior w torfowiska*. Spraw. Wroc. Tow. Nauk. 37B, 27-30.
- MAREK S., PALCZYŃSKI A., 1962. *Torfowiska wysokie w Bieszczadach Zachodnich*. Zesz. Probl. Post. Nauk roln. 34, 255-299.
- MITSC W. J., GOSSELINK J. G., 1986. *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold, New York, 537.
- OŚWIT J., 1977. *Naturalne siedliska torfowicze jako podstawa wyróżniania jednostek przyrodniczych*. Rocz. Nauk roln., F.79, 29-50.
- PACOWSKI R., 1967. *Biologia i stratygrafia torfowiska wysokiego Wieliszewo na Pomorzu Zachodnim*. Zesz. Post. Nauk roln. 76, 100-196.
- PAWŁOWSKI B., ZARZYCKI K., 1977. *Dynamika zbiorowisk roślinnych*. [W:] *Szata roślinna Polski*. SZAFER W. i ZARZYCKI K., (red.). PWN, Warszawa. t. I, 481-502.

- PODBIELKOWSKI Z., 1960. Zarastanie dołów potorfowych. Monogr. Bot. 10, 1-46.
- Sjörs H., 1983. *Mires of Sweden*. [W:] *Ecosystems of the world*. 4B. *Mires: swamp, bog, fen and moor. Regional Studies*. CORE A. J. P. (red.). Amsterdam-Oxford-New York, 69-94.
- SOBOTKA D., 1967. Roślinność strefy zarastania bezodpływowych jezior Suwalszczyzny. Monogr. Bot. 23, 175-258.
- STACHURSKI A., ZIMKA J., 1975a. Leaf fall and the rate of litter decay in some forest habitats. Ekol. pol. 23, 103-108.
- STACHURSKI A., ZIMKA J., 1975b. Methods of studying forest ecosystems: leaf area, leaf production and withdrawal of nutrients from leaves of trees. Ekol. pol. 23, 637-648.
- SUMMERFIELD R. J., 1974. The reliability of mire water chemical analysts data as an index of plant nutrient availability. Plant Soil. 40, 97-106.
- TOLPA S., 1947. *Biologia torfowiska wysokiego Mchy Jelnieńskie koło Działoszy na Wilenszczyźnie*. Roczn. Łąk. i Torf. 3, 1-62.
- TOLPA S., 1960. Przyczyny i mechanizm rozwoju torfowisk przejściowych i wysokich w północno-wschodniej części Polski. Zesz. Probl. Post. Nauk roln. 25, 79-98.
- VAKUROV A. D., 1973. Osobennosti rosta sosny v nekotorych sfagnovykh bolotach Bassejna r. Onega. Lesovedenie, 6, 31-37.
- WILPISZEWSKA I., 1990. Productivity and chemical valorization of mire vegetation in postglacial agricultural landscape. Ekol. pol. 38, 3-72.
- WÓJCIKIEWICZ M., 1979. Stratygrafia torfowiska Bór na Czerwonym z uwzględnieniem zespołów subfosalnych oraz rozmieszczenia i zróżnicowania współczesnych zbiorowisk roślinnych. I. Budowa stratygraficzna torfowiska. II. Charakterystyka szaty roślinnej torfowiska. Zesz. Nauk. AR Krak. 153, 133-193.
- ZIMKA J., R., 1989. Analysis of processes of element transfer in forest ecosystems, Pol. ecol. Stud. 15, 135-212.