

Analiza porównawcza zarastania jezior poligonu fotointerpretacyjnego „Mosina”

WSTĘP

W dotychczasowych badaniach nad zarastaniem jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego główny akcent spoczywał na statycznych rejestracjach fitosocjologicznych, często w nawiązaniu do warunków hydrobiologicznych. Obserwacje te dostarczały jednak ograniczonych danych na temat dynamiki i tendencji ewolucji procesu zarastania jezior. Proces ten w swojej istocie wykracza daleko poza sferę zainteresowań wyłącznie bótanicznych. Podejście ekologiczne w tym zakresie powinno wykorzystywać informacje, dotyczące licznych uwarunkowań środowiskowych (warunki geomorfologiczno-batymetryczne, charakterystyka osadów dennych, właściwości fizyczno-chemiczne wody jeziornej).

Dążenie do wyjaśnienia tendencji zarastania jezior w aspekcie zmian przestrzennych i czasowych może uzyskać istotny impuls badawczy z chwilą szerszego zastosowania zdjęć lotniczych. Możliwość wykonania powtarzanych zdjęć o zbliżonych parametrach i jednocześnie analizowanie materiałów lotniczych uzyskanych różną techniką (zróżnicowanie filmów) dostarcza nieporównywalnie większej w stosunku do metod tradycyjnego kartowania sumy informacji wyjściowych.

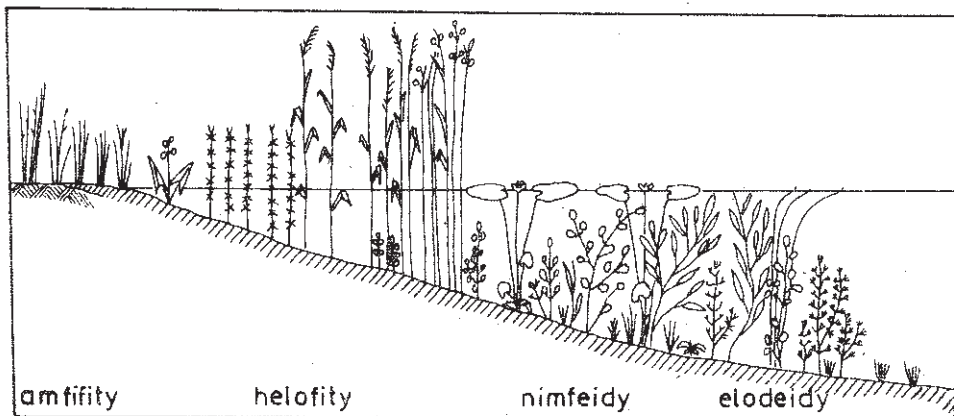
METODA BADAŃ

W niniejszym opracowaniu zastosowano różnoskalowe zdjęcia lotnicze, wykonane odmienną techniką i w różnym czasie. Wykorzystano dwie grupy zdjęć lotniczych:

- 1) czarno-białe panchromatyczne zdjęcia lotnicze w skali 1 : 12 265, wykonane na przełomie lipca i sierpnia 1960 roku,
- 2) czarno-białe zdjęcia podczerwone wykonane 28 lipca 1977 roku w ramach programu Interkosmos, w skali 1 : 60 000 i 1 : 25 000.

W celu uszczegółowienia informacji zawartej na tych materiałach fotograficznych przetworzono zdjęcia w skali 1 : 25 000 do skali 1 : 5 000, natomiast zdjęcia w skali 1 : 60 000 do skali 1 : 12 000. Dzięki tej procedurze uzyskano większą czytelność zdjęć, istotną w identyfikacji zbiorowości roślinnych.

Podstawową skalą opracowania jest skala 1 : 5 000, w której wykonano kalki interpretacyjne wszystkich rozpatrywanych jezior. Przetworzenia treści zdjęć panchromatycznych w skali 1 : 12 265 i podczerwonych w skali 1 : 12 000 dokonano za pomocą przetwornika optycznego „LUZ” firmy Carl-Zeiss Jena.



Ryc. 1. Schemat układu strefowego roślin na brzegu jeziora (według K. Star-macha, 1976)

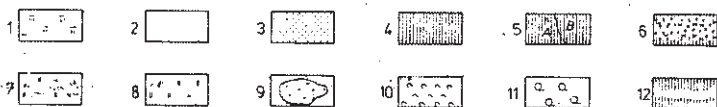
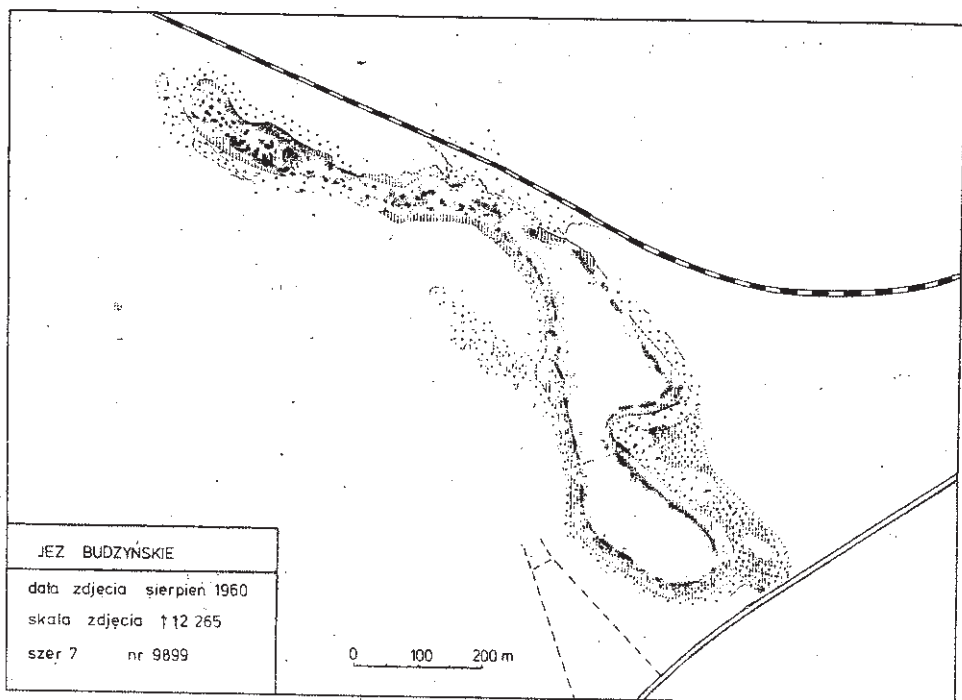
Fig. 1. A schema of vegetation zones on the lake shore (according to K. Star-mach, 1976)

W opracowaniu przyjęto następujący tok postępowania:

1. W pierwszej kolejności porównano fotograficzny obraz skupień roślinnych Jeziora Budzińskiego na zdjęciach panchromatycznych (1960 r.) z mapą rozmieszczeń tych skupień, sporządzoną przez I. Dąmbską (1967) na podstawie kartowania terenowego. W wyniku tego zabiegu powstała pierwotna kalka interpretacyjna w skali 1 : 5 000 (ryc. 2).

2. Treść kalki unaczęsniono w trakcie rekonesansu terenowego, przeprowadzonego w porze optymalnego rozwoju szaty roślinnej na przestrzeni roku fenologicznego.

3. Na podstawie wykrytych na materiałach fotograficznych prawidłowości w rozmieszczeniu skupisk roślinnych w Jeziorze Budzińskim przeprowadzono identyfikację skupisk w innych rozpatrywanych jeziorach Wielkopolskiego Parku Narodowego. W wyniku tych czynności powstał tzw. klucz fotointerpretacyjny, przez który rozumie się wzór cech strukturalnych i fototonalnych określających grupy roślinne zarastające



Ryc. 2. Szkic fotointerpretacyjny skupień roślinnych Jeziora Budzyńskiego: 1 — rośliny zanurzone w wodzie, 2 — rośliny o liściach pływających, 3 — trzcina pospolita, 4 — trzciny i oczerety, 5 — zróżnicowanie fototonalne trzciny i oczeretów, 6 — turzycy, 7 — łąki podmokłe, 8 — łąki, 9 — drzewiaste rośliny torfowisk niskich, 10 — pojedyncze drzewa lub kępy drzew, 11 — las, 12 — kanały wodne w skupieniu trzciny i oczeretów

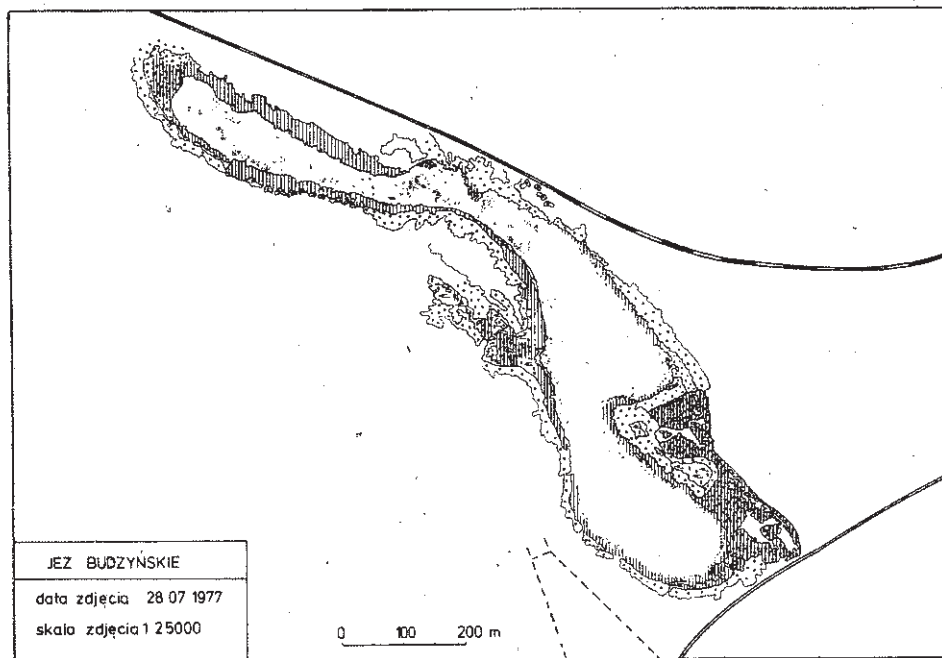
Fig. 2. A photointerpretative schema of plant communities in the Budzyńskie Lake:

1 — submerged water plants, 2 — floating-leaf water plants, 3 — *Phragmites communis*, 4 — communities of reeds and bulrushes, 5 — differentiation's phototones of communities of reeds and bulrushes, 6 — sedge patches, 7 — wet meadows, 8 — meadows, 9 — shrub communities of low peatbogs, 10 — single trees and clumps, 11 — forest, 12 — canals in patches of reeds and bulrushes

pojedyncze jezioro. Kameralnie sporządzony, pierwotny klucz fotointerpretacyjny został uzupełniony przez uzyskane w terenie informacje o cechach indywidualnych, słabo zarysowanych na zdjęciu lotniczym.

4. Prawidłowości, cechujące Jezioro Budzyńskie w odniesieniu do zdjęć podczerwonych (ryc. 3), posłużyły jako wskaźniki odczytywania i porównywania skupień roślinnych w obrębie pozostałych badanych jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego.

5. Końcowy etap prac kameralnych polegał na okonturowaniu na zdjęciach lotniczych areалу zajętego przez poszczególne skupienia roślinne, które wyróżniają się charakterystycznym dla siebie fototonem i strukturą obrazu fotograficznego.



Ryc. 3. Szkic fotointerpretacyjny skupień roślinnych Jeziora Budzyńskiego

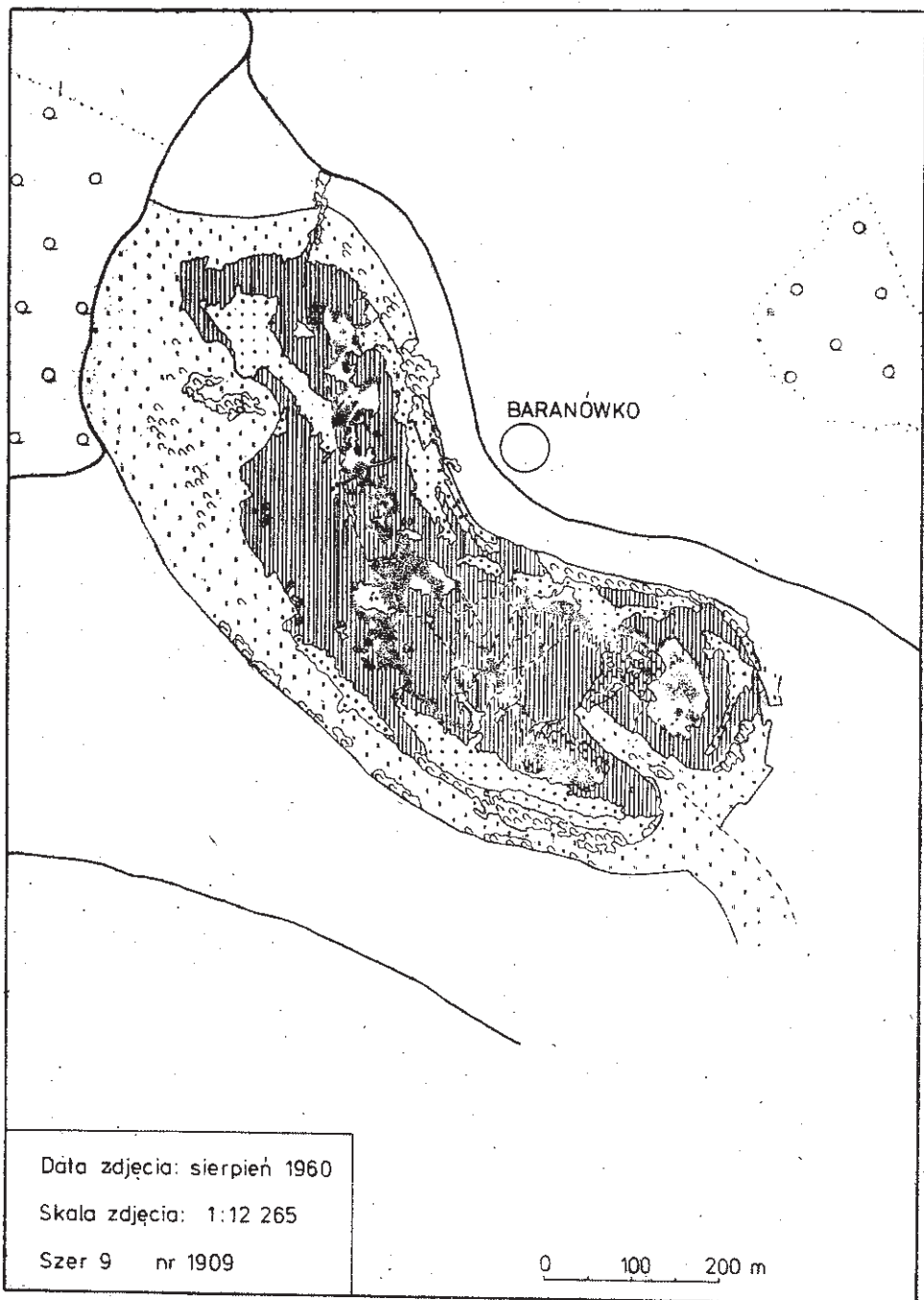
Fig. 3. A photointerpretative schema of plant communities in the Budzyńskie Lake

CHARAKTERYSTYKA FIZJOGRAFICZNA OBSZARU BADAŃ

Przedmiot badań stanowią wybrane jeziora, leżące w obrębie Międzynarodowego Poligonu Fotointerpretacyjnego „Mosina”. Są to jeziora: Budzyńskie, Jarosławskie, Rosnowskie Małe, Rosnowskie Duże, Góreckie, Skrzynka, Kociołek oraz Baranówko.

W uzasadnieniu wyboru obiektu badawczego należy podkreślić z jednej strony fakt lokalizacji jezior na terenie poligonu, z drugiej — istnienie dużej różnorodności hydrobiologicznej tych akwenów. Zbiorniki te były od dawna przedmiotem obserwacji naukowych (Błaszyk, 1950; Brzęk, 1948; Dąmbaska, 1967). Prawie wszystkie jeziora, z wyjątkiem jeziora Baranówko, leżą na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego.

Pod względem geomorfologicznym rozpatrywany obszar reprezentuje typ rzeźby polodowcowej, ukształtowany w ostatecznym zarysie w wy-



Ryc. 4. Szkic fotointerpretacyjny skupień roślinnych jeziora Baranówko

Fig. 4. A photointerpretative schema of plant communities in the Baranówko Lake

niku działalności lodolodu bałtyckiego pomiędzy stadiami leszczyńskim i poznańskim.

Omawiane jeziora, z wyjątkiem jeziora Baranówko o nieokreślonej do dziś jednoznacznie genezie, są pozostałościami po wielkich, plejstocen-skich, subglacialnych rzekach płynących z kierunku NW na SE, uchodzących do Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej. Wspólnymi cechami tych rynien są:

- 1) wąskość przy równocześnie stromych zboczach,
- 2) nierówna konfiguracja dna,
- 3) prostolinijski przebieg (Brzęk, 1948).

Poziom wody w tych jeziorach w zamierzchłej przeszłości był wyższy od dzisiejszego. Obecnie, wskutek obniżania się poziomu wody każde z badanych jezior stanowi zupełnie samodzielną pod względem ekologicznym i limnologicznym jednostkę.

KONSTRUKCJA KLUCZA FOTOINTERPRETACYJNEGO SKUPIEŃ ROŚLINNYCH

Nawiązując do poprzednich rozważań na temat wybranej metody badawczej, autor pragnie zwrócić uwagę na szczególną fitosocjologiczną rolę Jeziora Budzyńskiego, którego skupienia roślinne i stosunki troficzne stały się podstawą do zaprezentowanego opracowania tzw. klucza fotointerpretacyjnego.

Jezioro Budzyńskie, podobnie jak większość jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego, zajmuje dno rynny przebiegającej z północnego zachodu na południowy wschód. Północno-zachodnia partia jeziora — dzięki otoczeniu wąskimi, wysokimi brzegami — ma kształt rynny nie przekraczającej 120 m szerokości, południowo-wschodnia natomiast, o płaskich brzegach, leży w Pradolinie Warciańsko-Odrzańskiej. Jest ono zbiornikiem bardzo silnie zarośniętym, wypłyconym (maksymalna głębokość nie przekracza 2 m) o misie jeziornej zasypanej osadami typu organogenicznymi (Dąmbska, 1967).

Na podstawie opracowania dotyczącego rozpieszczenia ważniejszych skupień roślinnych w Jeziorze Budzyńskim (Dąmbska, 1967), uzupełniającego rekonesansu terenowego oraz szczegółowej kameralnej interpretacji zdjęć lotniczych wyróżniono następujące podstawowe skupienia roślinności (Starmach, Wróbel, Pasternak, 1976) (od strony otwartej wody ku strefie brzegowej) — ryc. 1:

- I. Elodeidy — rośliny całkowicie zanurzone w wodzie.
- II. Nimfeidy — rośliny o liściach pływających na powierzchni wody, zakorzeniające się w dnie do głębokości 3 m. Charakterystyczne gatunki:
 - grzybień biały (*Nymphaea alba*),
 - grązel żółty (*Nuphar luteum*).

- III. Helofity — trzciny i oczerety, rośliny o wysokich pędach nawodnych, wkraczające zwartą ścianą w głąb zbiornika, nie zakorzeniające się w wodzie głębiej niż 1—2 m.
- IV. Amfifity — rośliny ziemnowodne, tworzące na przejściu z łądu skupienie roślinności błotnej lub bagiennej. Są to najczęściej turzyce, rdestnice, jaskry.

Ponadto wydzielono:

- las olchowy i inne drzewiaste rośliny torfowiska niskiego: kozy, wierzby, brzozy,
- łąki okresowo podmokłe,
- łąki nie ulegające podmoknięciu.

Przechodząc do charakterystyki rozpoznawczych cech fotointerpretacyjnych, uwzględniono ich różnice w zależności od rodzaju zastosowanego filmu fotograficznego. Każde ze skupień zidentyfikowano na podstawie dwóch zasadniczych cech: jego fototonu i struktury obrazu na zdjęciu lotniczym. Należy zwrócić uwagę, że zastosowane rodzaje materiału fotograficznego oddają jednakową w czasie maksymalną fazę rozwoju fenologicznego roślin, tzn. pełnię lata (lipiec/sierpień — 1960 r., lipiec — 1976 r). Wspomniany fototon skupienia roślinnego jako konwencjonalna cecha interpretacyjna jest uwarunkowany w omawianych badaniach przede wszystkim właściwościami morfologicznymi rośliny (strukturą i powierzchnią liścia) oraz wielkością kąta padania promienia światła na badany obiekt. Struktura natomiast oddaje charakter powierzchni zbiorowiska.

I. Rośliny całkowicie zanurzone w wodzie — elodeidy.

II. Nimfeidy. Ogromne sercowate liście nimfeidów tworzą na powierzchni wody zwartą pokrywę roślinną. Są one często od strony powietrznej dobrze naświetlone, gładkie, szkliste i lśniące. Z powierzchniami o takiej strukturze wiąże się zazwyczaj odbicie lustrzane; promienie słoneczne odbijają się pod kątem równym kątowi padania strumienia świetlnego. W rezultacie powstają na zdjęciach ich białe odwzorowania, które jednak w zależności od rodzaju błony fotograficznej zmieniają ton od białoszarego na zdjęciu podczerwonym (fot. 1) do wyraźnie białego na błonie panchromatycznej. Wysoki współczynnik jasności spektralnej liści nimfeidów, dający zbliżony do białego fototon obrazu w podczerwonym zakresie spektrum, został spotęgowany dużą ilością powietrza znajdującego się w przestrzeniach międzykomórkowych miększu gąbczastego. Ta wewnętrzna tkanka roślin w znikomym stopniu przewodzi promieniowanie długofalowe, powodując natomiast jego silne odbicie (Ciołkosz, Miszałski, Ołędzki, 1978).

Na zdjęciach panchromatycznych zaobserwować można wyraźnie przetrzępioną linię kontaktu strefy liści z wolną powierzchnią wodną. Struktura obrazu drobnoziarnista, zmierzająca ku jednorodnej; intensywność

ność białego fototonu proporcjonalna do stopnia zwartości zdrowych liści o określonych parametrach odbicia. Na zdjęciach podczerwonych zauważalny jest silny kontrast między otwartą powierzchnią wody a skupieniami roślin pływających. Charakter intensywności fototonu jednorodny, nie podkreśla gęstości liści (fot. 1).

III. Helofity — trzciny i oczerety. Nawodne części roślin stanowiących pas trzcin i oczeretów tworzą wysokie pędy, zazwyczaj bezlistne lub ze zredukowanymi liśćmi. Ze względu na pionowe rozwinięcie pędów charakteryzuje je mała powierzchnia odbicia i selektywny skład spektralny odbicia promieni świetlnych. Dużą trudność w przeprowadzeniu dokładnej granicy konturów zidentyfikowanego skupienia roślinnego stanowił cień rzucany przez pas drzewiastych roślin torfowiska niskiego. Właściwy temu skupieniu roślin jest ciemnoszary ton zarówno dla zdjęć panchromatycznych jak, i podczerwonych (fot. 1) — nie tworzy pokrywy zwartej i przedstawia się na zdjęciu w postaci ciemnych plam i punktów. Wyróżniające się od szarociemnego tła ciemne plamy wyrażają dodatkową obecność krzaczastych łoz; olch lub turzyc.

Jako system powierzchniowy wyróżnia się on mniejszym współczynnikiem jasności ze względu na większe uwilgotnienie. Wartość tego współczynnika pomniejsza dodatkowo porowata struktura oraz mniejsza w porównaniu z nimfeidami zawartość chlorofilu w zielonych częściach pędów, która zasadniczo redukuje w ten sposób ilość wysłanych przez zieleni promieni świetlnych (zielonych i podczerwonych). Rysunek obrazu jednorodny; fototon nie jest tak jednolity jak w przypadku omówionych roślin pływających, ze względu na większe zróżnicowanie fakalne skupienia. Obok roślin przewodnich: trzciny pospolitej i oczeretu jeziernego, nadających z grubsza ciemnoszary ton, rozrasta się tu wiele innych gatunków, które wprowadzają dodatkowy ciemniejszy, „niepokój fotonalny”. Na kalkach interpretacyjnych sytuację tę ilustrują wprowadzone oznaczenia A i B w zakresie jednolitego skupienia roślinnego (ryc. 5).

IV. Rośliny ziemnowodne — amfifity, turzyce. Zwarte kępy, którym towarzyszą zwykle inne rośliny bagienne i błotne, tworzą podmokłe zgrupowania łąkowe, tzw. torfowiska niskie lub nizinne. Są to przeważnie rośliny o wąskich, sztywnych, zwiniętych w rynienkę liściach od żółtozielonych, ciemnozielonych do niekiedy czerwonych i brunatnych.

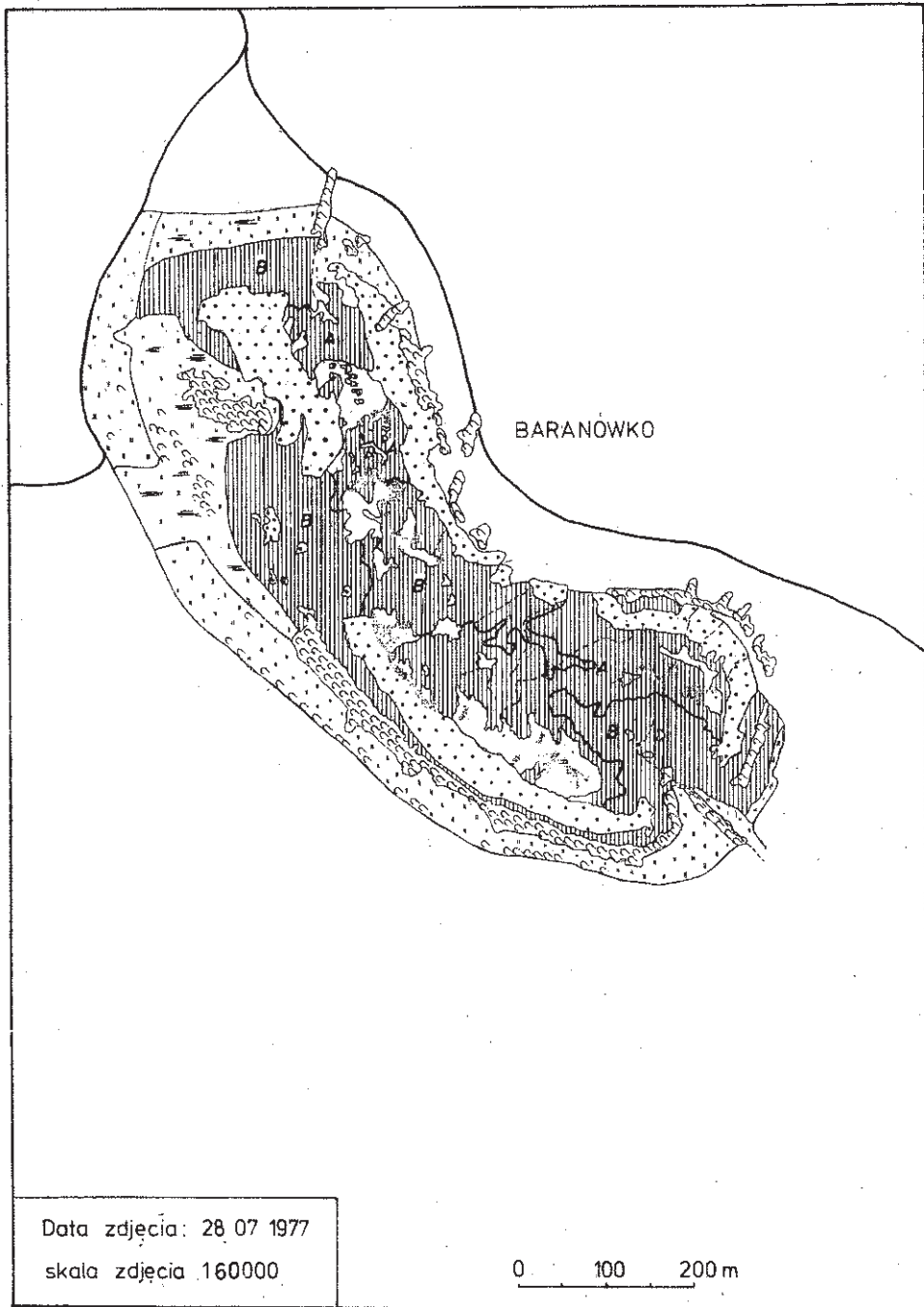
Na zdjęciach panchromatycznych — ze względu na obecność wody w podłożu — zapisane są ciemnym fototonem i bezstrukturalnym ry-sunkiem.

Zdjęcia w podczerwonym zakresie spektrum, z uwagi na większą kontrastowość obrazu, pozwalają zidentyfikować powierzchnie o zróżnicowanym uwilgotnieniu (fot. 1). W porównaniu z tradycyjnymi zdjęciami



Fot. 1. Zdjęcie Jeziora Budzyńskiego wykonane na filmie podczerwonym (oryginalna skala zdjęcia 1 : 25 000)

Phot. 1. IR Airphotograph of the Budzyńskie Lake (original scale 1 : 25 000)



Ryc. 5. Szkic fotointerpretacyjny skupień roślinnych jeziora Baranówko

Fig. 5. A photointerpretative schema of plant communities in the Baranówko Lake

mi fotonu turzyc ulega rozjaśnieniu do szarobiałego (upodobniając się w ten sposób do fotonu nimfeidów).

Drzewiaste rośliny torfowiska niskiego (brzozy, olchy, wierzby, łązy) — bardzo zwarta, plamista struktura wywołana nakładaniem się obrazów okrągłych koron drzew. Kolor liści kształtuje się w tonacji od jasnozielonego do sinoczielonego, niekiedy z niebieskawym lub szarym odcieniem (wierzby).

Na zdjęciach panchromatycznych charakteryzują się one ciemnoszarym fotonem, wskazując plamistym rysunkiem obrazu oświetlone i zacienione części koron.

Na zdjęciach podczerwonych zarejestrowane są jasnym, prawie białym fotonem. Struktura zbliżona do drobnoziarnistej, bardziej zwarta bez wyraźnego podziału na poszczególne korony. Cechą szczególną są zauważalne różnice w tonie, a zwłaszcza w strukturze obrazu w zależności od wieku grupy drzew. Młode, niższe krzewy mają jaśniejszy ton i bardziej zwartą strukturę, starszym, wyższym natomiast odpowiada foton ciemniejszy, a ich struktura staje się bardziej plamista (fot. 1).

Łąki — przedstawiają obraz bezstrukturalny o szarym (na błonie panchromatycznej) i białym (na błonie infrared) fotonie (fot. 1). Ton obrazu może się zmieniać w zależności od warunków wilgotnościowych. Stąd możliwość wydzielenia rodzajów łąk: łąki okresowo podmokłe i niepodlegające okresowemu zatopieniu.

Przedstawiona analiza obrazu tonalno-strukturalnego ma charakter oceny wizualnej, opisowej, obarczonej wskutek tego jednak pewną dozą subiektywizmu. Umożliwia ona identyfikację większych jednostek taksonomicznych, jakimi są wyróżnione skupienia roślinne; nie pozwala natomiast na szczegółowe rozpoznanie struktury gatunkowej tych skupień.

DYNAMIKA PROCESU ZARASTANIA JEZIOR W ŚWIELE ZRÓZNICOWANYCH MATERIAŁÓW FOTOGRAFICZNYCH

W obrębie badanych zbiorników jeziornych można wydzielić dwie grupy:

1) jeziora charakteryzujące się dostrzegalną dynamiką zasięgu przestrzennego, przejawiającą się w redukcji arealu wolnej powierzchni wodnej,

2) jeziora wykazujące stabilność strefy roślinności przybrzeżnej.

Do pierwszej z grup zaliczamy jeziora: Budzyńskie, Rosnowskie Małe, Skrzynka, Baranówko; do drugiej natomiast jeziora: Góreckie, Rosnowskie Duże, Jarosławskie, Kociołek.

Wykładnikiem dynamiki procesu zarastania jest ekspansja terytorialna dwóch skupień roślinnych: nimfeidów i helofitów. Przyczyną ich

migracji w kierunku przestrzeni wodnej są predyspozycje batymetryczne misy jeziornej, czyli:

- taki układ spadków w strefie przybrzeżnej, który umożliwia stosunkowo szybkie wkraczanie roślinności;
- duża ich podatność na wszelkie zmiany w troficzności wód;
- dostrzegalna korelacja między kierunkiem migrowania a przeważającym kierunkiem lokalnych wiatrów;
- niezbyt silne „zakotwiczenie” korzeni tychże grup roślinnych w dnie jeziora.

Z pierwszej grupy jezior, charakteryzujących się redukcją wolnej powierzchni wodnej, największym dynamizmem procesu zarastania cechuje się Jezioro Budzyńskie (powierzchnia 17,36 ha, średnia głębokość 1,9 m — Błaszyk, 1950). Proces łądowienia, wyrażający się bardzo bujnym rozwojem roślinności o liściach pływających oraz konsekwentnie szybkim wkraczaniem skupienia trzciniowo-oczeretowego, jest skutkiem nadzwyczaj szybko posuniętej eutrofizacji, wywołanej obfitym deszczowym wpływem rozpuszczonych części organicznych i mineralnych z otaczających jezioro pól uprawnych i lasów. Eutrofizację wody jeziornej dopełniają ścieki spływające z pobliskiego sanatorium w Ludwikowie. Intensywność rozwoju roślinności przybrzeżnej przyspiesza, oprócz eutrofizacji, zjawisko zasypywania i zarazem naturalnego wypływania misy jeziornej (Dąmbska, 1967).

Z obserwacji poczynionych na zdjęciach lotniczych z lat 1960 i 1977 wynika, że proces zarastania postępuje przede wszystkim od strony północno-zachodniej, obejmując płytszy (głębokość nie przekracza 2 m) i bardziej osłonięty lasami akwen północny. Zidentyfikowana i zarejestrowana na zdjęciach roślinność o liściach pływających właśnie na przełomie lipca i sierpnia osiąga maksymalne stadium swojego rozwoju i prawie całkowicie wypełnia tafelę wody w tej części jeziora. Ciekawą sytuację obrazuje zdjęcie z ostatniego nalotu, akcentując tendencje rozwojowe roślinności na przewężeniu (odmiennym nieco w swym charakterze basenów jeziora), gdzie można prześledzić bardzo silną ekspansję nimfeidów i helofitów ku środkowi tak, iż do wzajemnego spotkania trzciny, sitowia i grążeli z dwóch przeciwległych brzegów pozostaje miejscami 2—3 m. Szacunkowo można ocenić, że udział wolnej powierzchni wodnej zwierciadła w 1977 roku w porównaniu z sytuacją z 1960 roku zmniejszył się o około 10% (przyjmując jako 100% wolną powierzchnię jeziora w 1960 r.). Należy zwrócić uwagę, że w czasie, który upłynął między dwoma kolejnymi nalotami fotograficznymi, nie zaobserwowano wyraźniejszych powierzchniowych zmian w migracji pozostałych, bardziej stabilnych skupień roślinnych (rys. 2 i 3). Tak więc Jezioro Budzyńskie możemy zaliczyć do zbiorników „przejrzejawających” pod względem biologicznym, do typu intensywnie troficznego.

Skrajnym przykładem procesu eutrofizacji i różnicowania się procesu

ekologicznego jest jezioro Skrzynka. Jest to niewielkie jeziorko śródlądne w kształcie owalnym, o powierzchni około 2 ha i średniej głębokości 2 m (Błaszyk, 1950). Całe jezioro otoczone jest zwartym pierścieniem torfowiskowym, wykazującym ku środkowi tendencje migracyjne. Proces łądowienia i zarastania najszybciej postępuje w północno-zachodniej i południowo-wschodniej części jeziora. Najwyższy stopień rozwoju i największą powierzchnię osiąga pas roślin torfowiskowych i błotnych rozpoznany na obydwu rodzajach zdjęć. Porównanie stanu areału wolnej powierzchni wody w latach 1960 i 1977 wykazuje zwiększający się stopniowo udział roślin kwiatowych o liściach pływających, enigmatyczną, śladową obecność strefy oczerętów i trzciny. Zastanawia całkowity niemal brak nimfeidów na zdjęciach przedstawiających stan fitosocjologiczny jeziora w czasie pierwszego nalotu (1960 r.). Na podstawie konfiguracji terenu (kotlina) i torfowiskowego charakteru brzegów można sądzić, że jezioro to zajmowało znacznie większą aniżeli obecnie przestrzeń, a w przyszłości może całkowicie zniknąć.

Interesujących badań nad zróżnicowaniem i zmiennością fitosocjologiczną zarastających skupień roślinnych dostarcza jezioro Baranówko, zbiornik o nie wyjaśnionej dotychczas genezie i złożonych stosunkach troficznych. Porównanie sytuacji na obydwu zestawach zdjęć daje informacje na temat przyrostu powierzchniowej strefy i ekspansji skupiska trzcinowo-oczeretowego oraz redukcji wolnego zwierciadła wody pod wpływem obecności kwiatowych roślin o liściach pływających. Przegląd zdjęć w zakresie podczerwonego widma spektrum dostarcza nowych danych na temat interpretacji charakteru skupiska helofitów w tym zbiorniku jeziornym. Ciemnoszara i szara mozaika obokległych plam fototonalnych zasugerowała zróżnicowanie gatunkowe w składzie badanego skupiska, zaakcentowane na kalce interpretacyjnej przez wprowadzenie oznaczeń literowych, charakterystycznych dla jednolitej powierzchni fototonalnej (ryc. 4 i 5).

Podobnie nalot fotograficzny, przeprowadzony w celu skartowania botanicznego Jeziora Rosnowskiego Małego, umożliwił doskonalszą identyfikację gatunkową w śródlądnej, południowo-wschodniej części jeziora. Na zdjęciach panchromatycznych z 1960 roku zwraca uwagę bardzo rozległa, rozbudowana strefa roślin pływających — wodnych. Część południowa zbiornika (płytsza) prawie całkowicie pokryta jest roślinnością wodną, która wykorzystując uwarunkowanie batymetryczne — rozwija się w kierunku dośrodkowym jeziora.

Na zdjęciach podczerwonych, rejestrujących stan z lipca 1977 roku, widać, że areał i charakter powierzchni roślinności wodnej uległ gwałtownemu zmniejszeniu. Można przypuszczać, iż w wyniku obfitych opadów atmosferycznych poprzedzających fotografowanie nastąpił zbyt gwałtowny i nieproporcjonalny wznost wysokości zwierciadła lustra wody tak, iż zatopieniu uległa znaczna część „kobierca” liści nawodnych.

Jezioro Rosnowskie Małe stanowi przykład zbiornika małego intensywnie zamulonego, zarastającego. Przyspiesza ten proces silna eutrofizacja, której źródłem jest rekreacyjna urbanizacja okolic przyjeziernych.

Do drugiej grupy jezior, wykazującej pewną stabilność w przemieszczeniu się stref roślin przybrzeżnych, zaliczono jeziora: Góreckie, Jarosławskie, Rosnowskie Duże, Kociołek. Jeziora Góreckie i Jarosławskie reprezentują genetycznie, typ jezior rynnowych. Baseny ich otoczone są wysokimi i gęsto zalesionymi brzegami. Nierównomierne urzeźbienie dna pozwala wydzielić w przypadku obydwu jezior baseny: północny i południowy. Konfiguracja mis jeziernych nie sprzyja rozwojowi roślinności przybrzeżnej, której skupienia pojawiają się:

- w przypadku Jeziora Góreckiego wzdłuż wschodniego brzegu, wyspowo wąskim i przerywanym pasem,
- w obrębie Jeziora Jarosławskiego na przewężeniu basenów oraz u północno-zachodnich skłonów brzegu i gdzieś tam po południowo-wschodniej stronie jeziora.

Przedstawione rozmieszczenie roślinności przybrzeżnej znajduje potwierdzenie na zdjęciach wykonanych w latach 1960 i 1977. Jezioro Rosnowskie Duże cechuje względnie stabilny poziom wolnej powierzchni wodnej. Przyglądając się sytuacji zarejestrowanej na zdjęciach oraz planowi batymetrycznemu, można wydzielić szereg basenów oddzielonych przewężeniami lub progami podwodnymi. Progi te są bardzo płytkie, nie przekraczają głębokości 2 m. Części jeziora zajęte przez te wyniesienia są porośnięte trzcinami, oczeretami i różnego rodzaju roślinnością wodną, charakteryzującą się względnie stałym tempem przyrostu ich powierzchni.

WNIOSKI

Przedstawione wyniki i obserwacje pozwalają sformułować następujące wnioski:

1. Istota zaprezentowanego klucza polega na szczegółowym opracowaniu obszaru wzorcowego i ustaleniu zespołu cech rozpoznawczych dla pozostałych wybranych jezior. Według tak opracowanego klucza przeprowadzono kameralną interpretację pozostałych obiektów limnologicznych.

2. Zastosowana koncepcja klucza potwierdziła pewne niebezpieczeństwo schematyzmu w przypadku interpretacji i porównywania tych samych skupień roślinności na zdjęciach wykonanych na odmiennych błonach fotograficznych:

a) dzięki większemu kontrastowi jasności w podczerwonej strefie widma zdjęcia te prezentują więcej szczegółów przypisywanych różnicowaniu morfologicznemu pokrywy roślinnej, umożliwiając tym samym

dokładniejszy rysunek granic i bardziej jednoznaczny opis wydzielonych jednostek taksonomicznych (ryc. 2—4),

b) odmienna barwoczułość zastosowanych filmów daje nieporównywalną niekiedy rejestrację fototonalną tych analizowanych skupisk roślinności.

3. Wnioskowanie oparte na porównaniu dostępnych materiałów panchromatycznych (1960 r.) i podczerwonych (1977 r.) napotyka pewną trudność, która wynika z odmiennych warunków wilgotnościowych panujących w momencie wykonywania zdjęć (lipiec 1960 — rok suchy; lipiec 1977 — rok mokry).

4. Zaprezentowana analiza zdjęć w aspekcie czasowym pozwoliła na wyprowadzenie ogólnych wniosków dotyczących prognozowania i tendencji zarastania jezior.

LITERATURA

- Błaszyk T., 1950: *Morfometria jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego* (manuskrypt), Poznań.
- Brzęk G., 1948: *Studia limnologiczne nad zbiornikami wodnymi Wielkopolskiego Parku Narodowego pod Poznaniem*, Prace Monograficzne nad Przyrodą Wielkopolskiego Parku Narodowego pod Poznaniem, t. 2, z. 2, Poznań.
- Ciołkosz A., Miszański J., Olędzki J.R., 1978: *Interpretacja zdjęć lotniczych*, PWN, Warszawa.
- Dąmbska I., 1967: *Zarastanie jezior eutroficznych Wielkopolski na przykładzie jeziora Budzyńskiego w Wielkopolskim Parku Narodowym* (manuskrypt), Poznań.
- Starmach K., Wróbel S., Pasternak K., 1976: *Hydrobiologia (limnologia)*, PWN, Warszawa.

EWA KLECZEWSKA-WITT

A COMPARATIVE ANALYSIS OF LAKES' COVERING WITH THEIR GROWTH AT THE „MOSINA” EXPERIMENTAL GROUND

Summary

This paper attempts to identify the basic vegetation formations overgrowing the lakes of the Poligon Fotointerpretacyjny „Mosina” („Mosina” Experimental Ground). It also presents the lakes' evolution tendencies in space and time on the basis of air photographs of various scales. The photographs were taken at various periods of time and various techniques were used.

The following two groups of photographs were used;

1) black and white, panchromatic air photographs in the scale of 1:12 265, taken at the end of July and beginning of August 1960.

2) black and white infrared photographs, taken on July 28, 1977, within the framework of Interkosmos, in the scale of 1:60 000 and 1:25 000.

A concept of a photointerpretative key was used based on a detailed elaboration of a comparative area. The Budzyńskie Lake with its plant communities and trophic relations was singled out for this purpose. On the basis of the discovered (in the photographs) regularities of plant communities' distribution in the Budzyńskie Lake a system of distinctive features has been worked out, and an interpretation of other limnological formations in the scale of 1:5 000 was carried out.

Next, on the basis of the chief plant communities' elaboration in the Budzyńskie Lake, supplemented by investigation in situ and a detailed interpretation of air photographs the following plant communities were distinguished:

I. Plants totally submerged in water.

II. Floating leaves plants.

III. Reeds and bulrushes.

IV. Amphibious plants.

The photointerpretative features i.e. phototone and the structure of the picture, taking into account their differences due to the kind of photographic film used, of the above mentioned plant communities were characterized. Two groups of lakes were distinguished:

1) lakes characteristic of decreasing free water surfaces,

2) lakes characteristic of inshore vegetation zone's stability.

The dynamism of lakes' overgrowing is manifested by a territorial expansion of two types of plant communities: II and III. The migration of these plants towards free water surface is caused by the bathometric predispositions of the lake's basin, susceptibility to trophic changes of water and weak „anchoring" of the plants' roots in the lake bottom.

The concept of the key encountered some difficulty in case of interpretation and comparison of the communities on photographs which were taken by different photographic films. The difficulty was caused by different colour sensitivity of the films and different humidity during taking of photographs (July 1960 — a dry year, July 1977 — a wet year).

*Translated by
Stanisław D. Wojdała*

EWA KLECZEWSKA-WITT

L'ANALYSE COMPARATIVE DE LA VÉGÉTATION EMBROUSSAILLANT LES LACS DU POLYGONE DE PHOTOINTERPRÉTATION „MOSINA"

R é s u m é

L'objectif de cette étude est identifier les formations végétales embroussaillant les lacs du Polygone de Photointerprétation et saisir les tendances spatiales et temporelles de leur évolution à partir de photographies aériennes à différentes échelles. Dans cette étude deux groupes de photographies aériennes ont été mis à profit:

1) photographies noir et blanc panchromatiques à l'échelle 1:12 265 prises en fin de juillet début d'août 1960,

2) photographies noir et blanc infrarouges prises le 28 juillet 1977 dans le cadre du programme „Intercosmos” à l'échelle 1:60 000 et 1:25 000.

On a employé la conception de la clé de photointerprétation qui consistait en l'élaboration détaillée d'une région modèle pour laquelle a été reconnu le Lac Budzyński. Sur la base des régularités découvertes sur les matériaux photographiques concernant la repartition de la végétation de ce lac a été déterminé l'ensemble de traits indicatifs. L'interprétation d'autres objets limnologiques a été faite en laboratoire à l'échelle 1:5000.

Le traitement des ensembles de végétation la reconnaissance complémentaire du terrain et l'interprétation détaillée des photographies faites en laboratoire ont permis de distinguer des ensembles suivants de végétation:

— végétation immergée totalement dans l'eau,

— végétation aux feuilles flottant,

— roseaux et scirpes,

— végétation des eaux froides.

L'étape suivante était la caractéristique des traits de photointerprétation de ces ensembles de végétation, c'est-à-dire la repartition des nuances de ton et la structure de l'image mettant en évidence leurs différences en fonction du film utilisé. A l'intérieur des lacs étudiés ont été discernés deux groupes:

1) lacs à une dynamique apparente de l'étendue spaciale ce qui se manifeste par la réduction de la superficie d'eau,

2) lacs à une stabilité de la zone de végétation littorale.

Cette étude a démontré que l'expansion territoriale de la végétation aux feuilles flottant et des roseaux embroussaillant les lacs en question est un indice de la dynamique de ce processus. La migration de ces formations vers l'espace libre est causée par les prédispositions bathymétriques de la cuvette du lac, l'aptitude des eaux aux changements trophiques et un assez faible „ancrage” des racines de ces ensembles de végétation.

La conception de la clé utilisée dans ces recherches a confronté une difficulté dans l'interprétation et la comparaison de ces ensembles de végétation à partir de photographies aériennes prises sur différentes pellicules. Cette difficulté résultait d'une différente sensibilité chromatique des films et de l'humidité différenciée aux moments des prises de photographies (juillet 1960 — l'année sèche, juillet 1977 — l'année humide).

*Traduit par
Teresa Korba-Fiedorowicz*