

Grzegorz Kowalewski

FOTOINTERPRETACJA CYFROWA W BADANIACH ODDZIAŁYWANIA ZBIORNIKÓW ZAPOROWYCH NA ŚRODOWISKO PRZYRODNICZE (NA PRZYKŁADZIE ZALEWU KORONOWSKIEGO)

Abstrakt

W pracy zreferowano metodę oceny spiętrzenia wód gruntowych wywołanego powstaniem Zbiornika Koronowskiego na podstawie multitemporalnych zdjęć lotniczych i materiałów kartograficznych oraz dodatkowych dokumentacji. Pracę wykonano w technice cyfrowej, korzystając z oprogramowania TNT_MIPS ver. 5.6. Zdjęcia lotnicze oraz materiały kartograficzne zrastrowano (z rozdzielczością 600 dpi) i nadano im układ współrzędnych, umożliwiającą ich rektyfikację do wspólnego układu odniesienia, którym stał się Państwowy Układ Współrzędnych Topograficznych 1965. Następnie dokonano digitalizacji ekranowej poszczególnych stanowisk i wykreślono mapy zaistniałych przeobrażeń. Dane przedstawione na mapie zestawiono również w tabelach.

1. Wstęp

Ocena spiętrzenia wód gruntowych wywołana powstaniem zbiornika zaporowego dokonywana jest zwykle na podstawie pomiarów hydrogeologicznych prowadzonych przed i po powstaniu zbiornika. Wobec braku takich pomiarów i przy stosunkowo słabym rozpoznaniu hydrogeologicznym retrospekcyjny i bieżący stan sieci wodnej wokół Zalewu Koronowskiego można określić tylko na podstawie materiałów fotointerpretacyjnych i kartograficznych. Zdjęcia lotnicze zawierają o wiele bogatszą treść informacyjną, a także są wykonywane częściej aniżeli mapy. Określa to fotointerpretację jako przewodnią metodę badawczą w takich sytuacjach. O ile metoda fotointerpretacyjna była wykorzystywana dość często w badaniach przeobrażeń środowiska, to nie była ona dotychczas stosowana w badaniach przeobrażeń wokół zbiorników wodnych. Fragmentarycznie tylko wykorzystano ją podczas badań wpływu zbiornika Włocławskiego na gleby w jego sąsiedztwie lecz do całościowej analizy tego zagadnienia zastosowano ją jako metodę przewodnią po raz pierwszy.

2. Materiały źródłowe i metody badawcze

W pracy wykorzystano następujące materiały fotointerpretacyjne i kartograficzne:

I) Zdjęcia lotnicze:

- Nalot 1a i 1b - 1951 i 1953 rok, skala 1:21.000, zdjęcia czarno-białe, całość jednolita, jakość słaba, zdjęcia ciemne i mało kontrastowe, obejmują prawie cały obszar badań;
- Nalot 2 - 07.09.1964 rok, skala 1:13.000, zdjęcia czarno-białe, jakość bardzo dobra, zdjęcia ostre i kontrastowe, obejmują wybrane fragmenty obszaru badań;
- Nalot 3 - 8.05.1979, skala 1:30.000, zdjęcia czarno-białe, jakość dobra, obejmuje nieliczne fragmenty obszaru badań (materiał uzupełniający);
- Nalot 4 - 26.05.1985 rok, skala 1:25.000, zdjęcia czarno-białe, jakość średnia, obejmują prawie cały obszar badań;
- Nalot 5 - 1986, skala 1: 25.000, zdjęcia czarno-białe;
- Nalot 6 - godz. 15.00, 3.05.1994 rok, skala 1:60.000, zdjęcia czarno-białe, obejmują południową część obszaru badań, mimo dobrej jakości skala zbyt mała dla precyzyjnych analiz, odbiegająca od pozostałych zdjęć (materiał uzupełniający);
- Nalot 7 - godz. 8.35-9.25, 27.06.1995 rok, skala 1:40.000, zdjęcia czarno-białe, jakość bardzo dobra, skala zbyt mała dla precyzyjnych analiz (materiał uzupełniający);
- Nalot 8 - 7.06.1996, skala 1:26000, zdjęcia kolorowe, jakość bardzo dobra, zawierają największą ilość i najlepszą jakość informacji o środowisku.

Ocena materiału fotointerpretacyjnego:

Zdjęcia prezentują bardzo różny poziom jakościowy i wykonane są w różnych skalach (od 1:13.000 do 1:60.000). Większość zdjęć wykonano w tradycyjnej technice panchromatycznej, jedynie najnowszy nalot prezentuje zdjęcia kolorowe w barwach rzeczywistych. Brak niestety na badanym obszarze zdjęć spektrostrefowych i wykonanych w podczerwieni – najlepszych z punktu widzenia interpretacji szaty roślinnej i wód powierzchniowych (Ciołkosz, Miszański, Olędzki 1978). Zdjęcia wykonano pomiędzy rokiem 1951 a 1996. Stan pokrycia terenu zdjęciami stereoskopowymi zarówno przed jak i po powstaniu zbiornika jest zadowalający.

Zdjęcia wykonywano pomiędzy 3 dniem maja a 7 dniem września. Nie udało się ustalić dat nalołów dla zdjęć z lat 1951 i 1953, z całą pewnością jednak zostały one wykonane w pełni sezonu wegetacyjnego. Brak jakichkolwiek danych o stanach wód gruntowych, panujących na sandrze w momencie nalołów powoduje konieczność określania sytuacji hydrograficznej panującej w momencie wykonywania zdjęć drogą pośrednią. W tym celu sporządzono diagramy opadowo-termiczne Waltera.

II) Materiały kartograficzne:

A) Mapy topograficzne:

- Topografische Karte 1:25.000, czarno biała; Blätter: Klonowo (topografische Aufnahme - rok nieznan), Lubiewo (t. A. - 1877), Crone an der Brahe (t. A. - rok nieznan), Schirotzken (t. A. - 1911), Wtelno (t. A. - 1910-11), Zolondowo (t. A. - 1909-1911);
- Mapa topograficzna 1:10.000, czarno-biała, w układzie 1965; treść topograficzna z lat 1985-86 i 1988, arkusze: 344.231, 232, 233, 234, 241, 243, 411, 412, 414, 421, 423, 432, 434, 441, 443;

- Mapa topograficzna 1:25000, kolorowa, w układzie 1965; treść topograficzna z lat 1973-77, arkusze 344.23, 24, 41, 42, 43, 44;

B) Mapy leśne:

- Wirtschafts-Karte von der Königlichen Oberförsterei Stronnau in Regierungsbezirk Bromberg, z 1882 roku, w skali 1:25.000;
- Mapy Przeglądowe nadleśnictw Różanna (Obręby Stronno i Różanna) i Zamrzenica (Obręby Zamrzenica i Świekatówko) w skali 1:20.000;

C) Mapy geologiczne:

- Geologische Karte 1:25.000, kolorowa;
- Blätter: Klonowo (1898), Lubiewo (1899/1901), Schirotzken (1899, 1902-1904), topografische Aufnahme 1873;
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50.000, kolorowa, arkusze 279 i 280.

Ocena materiału kartograficznego

Wyjściowa mapa w skali 1:10.000 w układzie 1965 cechuje się czterema podstawowymi wadami (Kistowski, Iwańska 1997):

- układ współrzędnych topograficznych trudno przeliczalny na układ współrzędnych kartograficznych;
- podział obszaru Polski na 6 wzajemnie nieprzystawalnych stref;
- nieaktualność treści;
- celowe zafalszowanie treści, motywowane względami obronności.

Tylko jedna z wymienionych powyżej wad – celowe fałszowanie treści – może wpływać na precyzję wykonanego opracowania. Jest to jednak nieweryfikowalne ze względu na nieznamość skali i obecności dokonanych zafalszowań na wykorzystanych arkuszach. Pozostałe nie mają wpływu ponieważ (1) przyjęto układ współrzędnych topograficznych jako jedyny układ opracowania i do niego rektyfikowano pozostałe materiały, (2) opracowanie obejmuje jedną strefę, (3) treść z danego roku wykorzystano jako jeden z elementów pracy.

Pruskie mapy topograficzne w skali 1:25.000 są bardzo dobrej jakości, z cięciem poziomowym 1,25 m, która umożliwia precyzyjne odczytanie rzędnych wysokościowych przed powstaniem Zalewu. Zgodność danych hipsometrycznych mapy topograficznej 1:10 000 i mapy pruskiej 1:25 000 jest zadowalająca, choć szczegółowa analiza porównawcza wykazuje czasami błędy mapy pruskiej.

Pruskie mapy geologiczne w skali 1:25.000, założone na wcześniejszym aniżeli mapy topograficzne i pierwszym wykonanym w tej skali, podkładzie topograficznym są bardzo ważnym źródłem informacji geologicznej, obejmującym większość analizowanego obszaru, choć wymagana jest ich krytyczna ocena przy wykorzystaniu. Posiada zastosowanie głównie w analizie utworów powierzchniowych do gł. 2 m.

Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski (z objaśnieniami) w układzie 1942 wykonana została dla 95% obszaru kraju (Kistowski, Iwańska 1997), jednakże dla badanego obszaru wykonano tylko dwa z sześciu arkuszy. Treść merytoryczna w zakresie interesującego nas obszaru jest niestety w znacznym stopniu nieprawdziwa (np. wokół jednego ze zbiorników wodnych zlokalizowano szereg torfowisk, gdy w rzeczywistości rośnie tam suchy bór sosnowy na stromym stoku).

Mapy leśne w skalach 1:5.000 i 1:20.000 wykonane zostały w układzie innym niż 1942 i 1965. Nie wykorzystywano ich jednak jako rektyfikowanej warstwy informacyjnej, a jedynie jako źródło uzupełniające.

W pracy wykorzystano ponadto kilka innych źródeł, wśród których należy wymienić:

1. Studium hydrogeologiczne wpływu Zbiornika Koronowo na wody podziemne przylegających obszarów leśnych autorstwa dr Tadeusza Macioszczyka z 1972 roku wraz z załącznikami tekstowymi;
2. Materiały i opracowania wykonane przez Zakład Elektroenergetyczny Bydgoszcz dotyczące zapory w Pieczyskach, elektrowni w Samociążku i Zbiornika Koronowskiego;
3. Dokumentacje techniczne i projektowe zapory (1957), elektrowni i zbiornika oraz archiwum korespondencji z wybranych lat;
4. Dane zebrane w nadleśnictwach na temat wystąpienia podtopień i czasu usuwania obumarłych drzewostanów.

3. Metody badań

Ocena spiętrzenia wód gruntowych wywołana powstaniem zbiornika zaporowego dokonywana jest zwykle na podstawie pomiarów hydrogeologicznych prowadzonych przed i po powstaniu zbiornika, jak zalecają to instrukcje [Podniesieński 1962, Ihnatowicz 1975] i stosuje się w praktyce. Metoda ta uzupełniana jest pracami terenowymi, np. jak podają Śniadowski i Grzyb [1967] „Dwukrotnie w ciągu roku dokonywano ogólnego marszrutowego przeglądu obiektu, w celu zlokalizowania i uchwycenia na bieżąco wyraźniejszych zmian w użytkowaniu, pokrywie roślinnej oraz stosunkach wodnych”.

Zdjęcie lotnicze wykonane w tej samej skali, co mapa, niesie w sobie o wiele bogatszą treść informacyjną, możliwą do wykorzystania. Pogląd ten jest tym słuszniejszy, im większą różnorodnością cechują się dane obiekty na zdjęciu. Obszary podmokłe należą do obiektów najtrudniejszych do przedstawienia na mapie, przynajmniej w zakresie ich wewnętrznej struktury. Nawet bardzo dokładne mapy topograficzne stosują wydzielenia najwyżej (i to bardzo nieprecyzyjnie) pojedynczych drzew i krzewów lub ich grup oraz roślinności szuwarowej wśród wód stojących. Do tego ostatniego celu służą w dodatku symbole punktowe, które nie mogą odzwierciedlić zjawiska powierzchniowego, ew. liniowego (wąski pas przy brzegu). Ponadto mokradła tworzą bardzo złożoną mozaikę form powierzchniowych, odzwierciedlających się dobrze na zdjęciu lotniczym, co stanowi o ich przydatności w badaniach obszarów podmokłych.

Tylko dwukrotnie wykorzystano wcześniej w Polsce w badaniach wpływu zbiorników zaporowych na otaczające obszary metody fotointerpretacyjne. Pierwszą pracę wykonano na obszarze oddziaływania Zbiornika Włocławskiego [Cierniewski J., Kędziora A., Spychalski M., 1972]. Była ona poświęcona zastosowaniu zdjęć lotniczych do wydzielenia gruntów podatnych na podtopienia i traktowała zagadnienie z punktu widzenia gleboznawstwa. Niektóre wyniki tych badań zamieszczono w pracy Marcinka, Cierniewskiego, Spychalskiego [1974]. Druga praca to badania rynny Strzyżyńskiej w rejonie zbiornika Koronowskiego [Kowalewski 1997]. Metoda fotointerpretacyjna, traktowana w pracy jako podstawowa metoda badań, przy braku jakichkolwiek obserwacji hydrogeologicznych z obszaru sąsiadującego ze zbiornikiem zarówno z okresu poprzedzającego piętrzenie jak i po piętrzeniu, jawi się jako jedyne możliwe źródło informacji o zachodzących przeobrażeniach, tym bardziej, że analizy prowadzone są 35-39 lat po spiętrzeniu wód w zbiorniku, co powoduje konieczność sięgnięcia do materiałów archiwalnych. Stosując dodatkowo mapy topograficzne jako cenne źródło informacji o zmianach sieci hydrograficznej i stanach chwilowych wód gruntowych badanego obszaru oraz wybrane obserwacje terenowe, wywiady i uzupełniające metody pośrednie, np. analizę

stosunków opadowych w najbliższej położonych stacjach meteorologicznych a także dostępną literaturę przedmiotu oraz dokumentację można otrzymać stosunkowo precyzyjny obraz dokonanych zmian.

Metody fotointerpretacyjne stosowano natomiast wielokrotnie i z powodzeniem w badaniach stosunków wodnych czy też sukcesji roślinnej. Przytoczymy tu jedynie kilka przykładów z szerokiej gamy opracowań tego typu, zarówno o charakterze metodycznym jak i analizującym konkretne obiekty. Zarastanie jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego badała *Kleczewska-Witt [1983]*, konstruując dla potrzeb analizy „klucz fotointerpretacyjny skupień roślinnych”. Zdjęcia zostały uprzednio powiększone, tak że wydzielenia dokonywano na zdjęciach w skali 1:5000 i 1:12000. Jest to jedna z nielicznych prac, w toku której nie stosowano paralelnie analizy źródeł kartograficznych, choć podjęto próbę porównania wydzieleni zbiorowisk roślinnych dokonanych na kalce fotointerpretacyjnej z uprzednio wykonanym kartowaniem terenowym roślinności.

Interesujące badania przeprowadził *Kijowski [1978]*, porównując możliwości interpretacyjne mapy topograficznej 1:25 000, planów batymetrycznych IRS i zdjęć lotniczych oraz dokonując analizy zmian linii brzegowej kilku jezior. Analizując zmienność zarastania małych zbiorników wodnych koło wsi Winnagóra na podstawie zdjęć wykonanych w różnych porach sezonu wegetacyjnego autor stwierdza zależność zarastania zbiornika roślinnością pływającą od pory roku i poziomu wód gruntowych. Wykorzystywał w tym celu zdjęcia w skali 1:3000 i 1:10000 jako materiał porównawczy.

Jankowski [1977] przeprowadza podział mokradeł w oparciu o zdjęcia lotnicze w rejonie jeziora Gopło w skali 1:10000, wydzielając na podstawie różnic fototonu mokradła stałe i okresowe oraz, jako odrębny rodzaj podmokłości, wymięklicka (wymoki). Kompleksową analizę zmian poziomu wody (na podstawie badań fotointerpretacyjnych, geologicznych, archeologicznych i materiałów archiwalnych) w jeziorze Wulpińskim przeprowadzają *Glińska i Miałdun [1994]*. Zbiorniki wodne pochodzenia antropogenicznego, opisane w pracach *Kozackiego [1980]* lub *Kozackiego, Kowalewskiego, Matuszyńskiej, Rosika [1994]*, badane były również przy użyciu zdjęć lotniczych oraz pomiarów terenowych. Przykładem łączenia badań fotointerpretacyjnych i geologicznych tego samego obiektu w analizach zmian obszarów podmokłych są prace *Kowalewskiego, Tobolskiego [1997]* i *Kowalewskiego, Landowskiej, Landowskiego [1997]*, prowadzone na obszarze rezerwatu „Bagno Stawek” w Borach Tucholskich. Materiał kartograficzny i teledetekcyjny oraz badania geologiczne i fitosocjologiczne wykorzystano w opracowaniach walorów przyrodniczych doliny Ilanki [*Stańko, Wolejko, Osadowski 1996*]. Przykładem połączenia analiz fotointerpretacyjnych i kartograficznych jest również praca *Trafasa [1975]*. *Herbich J., Herbichowa, Herbich P. [1996]* wykorzystują panchromatyczne zdjęcia lotnicze w rekonstrukcji dawnej roślinności rzeczywistej, weryfikując później wyniki podczas prac terenowych. Stwierdzają oni wysoką przydatność tej metody, szczególnie dla rekonstrukcji nieleśnych zbiorowisk roślinnych.

Próbę fotointerpretacyjnej korekty mapy fitosocjologicznej obszarów bagiennych (Bagien Biebrzańskich) na podstawie zdjęć panchromatycznych podjęli *Tomaszewska i Pałczyński [1984]*. Cytując *Ciotkosza, Miszałskiego i Olędzkiego [1978]* autorzy podają zastrzeżenie, że „aczkolwiek szata roślinna jest zwykle dobrze widoczna na zdjęciu panchromatycznym, to jednak nie jest obiektem łatwym do odczytania lub interpretacji”. Z kolei cytują *Gospodinowa [1964]*, który „podając wiele cech rozpoznawczych dla bagien, zaznaczył, że «cały szereg danych z obszarów bagiennych można uzyskać tylko bezpośrednio w terenie». Wśród takich elementów wymienia m.in. skład szaty roślinnej bagna”. Autorzy, potwierdzając we wnioskach przydatność zdjęć do korygowania mapy fitosocjologicznej,

podkreślają jednocześnie utrudnienia w fotointerpretacji płynące z działalności gospodarczej, np. wykaszania czy wypalania. W takich wypadkach zawodzi nawet klucz fotointerpretacyjny.

Bardzo interesujące opracowanie, pokrewne w metodzie i przedmiocie badań przedstawianemu tutaj, znajdujemy w pracy *Ołaczka, Kucharskiego, Pisarka [1990]*. Autorzy przeprowadzili szczegółową inwentaryzację mokradeł województwa piotrkowskiego w oparciu o mapy topograficzne, zdjęcia lotnicze i obserwacje terenowe dla dwóch przekrojów czasowych: I, obejmującego lata 1930-1950 i II, obejmującego lata 1972-1986. Była to więc interpretacja dynamiczna, mająca na celu określenie „[...] rozmiaru procesu osuszania mokradeł w ramach jednego województwa, bynajmniej nie słynącego nigdy w przeszłości z zabagnienia, a także zastawienie listy obszarów podmokłych jeszcze istniejących, wskazanie tych spośród nich, które zasługują na szczegółowe zbadanie lub na ochronę oraz zarysowanie projektu zasad polityki gospodarczej w stosunku do obszarów podmokłych” [*Ołaczek, Kucharski, Pisarek 1990*]. Inwentaryzacja objęto jedynie mokradła o pow. większej niż 5 ha, mniejsze tylko wyjątkowo. Drobne zbiorniki pominięto zupełnie. Opracowanie to różni się więc od niniejszej pracy przede wszystkim skalą i zasięgiem badanych obszarów podmokłych oraz techniką pomiarów, które wykonywano planimetrem, przy założeniu błędu pomiarowego 10%.

Dokonany przegląd literatury pozwala wyciągnąć wnioski, że optymalne rezultaty w zakresie badań mokradeł i małych zbiorników wodnych osiąga się stosując jednocześnie badania terenowe oraz fotointerpretacyjne i kartograficzne. W badaniach takich wskazana jest również analiza wahań poziomu wód gruntowych, znacznie modyfikujących zarastanie małych zbiorników wodnych i funkcjonowanie mokradeł.

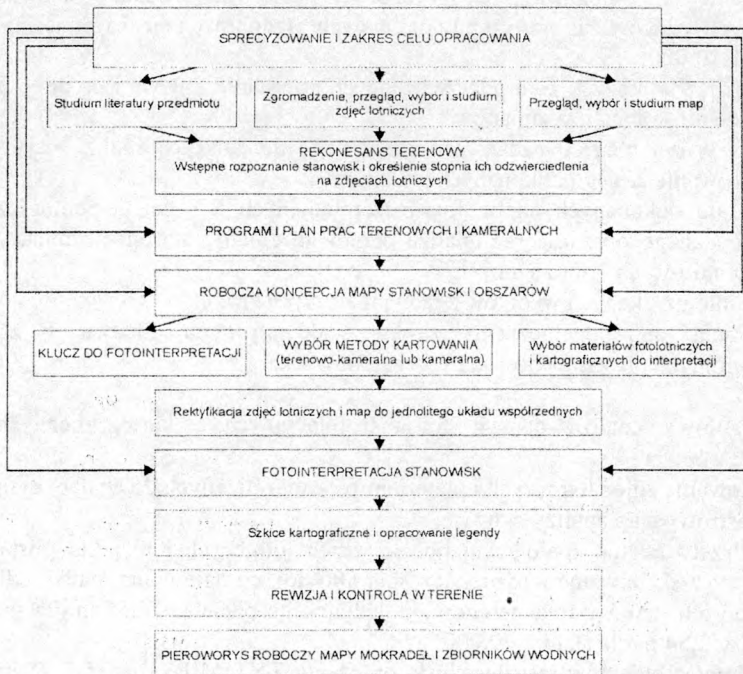
Metodykę badań zmian antropogenicznych znajdujemy m.in. w pracach *Jankowskiego [1986]*. Naczelne zasady badawcze postulowane w niniejszej pracy to analiza zmian antropogenicznych koniecznie na tle zmian naturalnych oraz określanie zmian w sposób systemowy poprzez stosowanie danych sprzed okresu zmian i po okresie zmian, np. model obiegu wody przed i po urbanizacyjny, ocena biogeoróżnorodności przed i po, ocena retencji przed i po, fazy obiegu wody, jakość wody.

Procedury badawcze dotyczące przeobrażenia środowiska prezentują również prace *Kozackiego [1980]*. Postuluje on badanie przeobrażeń poprzez tworzenie modelu środowiska nieprzeobrażonego i przeobrażonego oraz analizę powiązań poszczególnych elementów środowiska, zmieniających się w podczas trwania procesu przeobrażania.

Metodyka łączenia badań fotointerpretacyjnych i terenowych przy kartowaniu roślinności została wyczerpująco omówiona w pracy *Falińskiego [1990]* w rozdziałach IV.3 i IV.4. W schemacie oceny przydatności technik i metod teledetekcji do kartowania roślinności i zjawisk ekologicznych zdjęcia lotnicze standartowe, które używano w cytowanej pracy, ocenione są jako bardzo użyteczne dla celów: identyfikacji przedmiotu lub zjawiska, ich położenia, ich zasięgu oraz oceny przejściowych i trwałych zmian antropogenicznych. Przydatność zdjęć standartowych dla realizacji pozostałych wymienionych w tabeli celów oceniono jako użyteczną w 7 przypadkach i niekiedy użyteczną w 1 przypadku. Lepsze dla celów niniejszej pracy byłyby użycie zdjęć lotniczych technik specjalnych, lecz nie były one dostępne. Inną metodą służącą kartowaniu roślinności i zjawisk ekologicznych, opisywaną w powyższej tabeli i zastosowaną w pracy są naziemne zdjęcia horyzontalne i częściowo wertykalne. Sa one ocenione jako bardzo użyteczne i użyteczne dla celów określania zmian kierunkowych i cyklicznych.

Procedury badawcze, przedstawione szczegółowo poniżej, prowadzono w zgodzie z psychologicznym modelem postępowania fotointerpretacyjnego (por. *Ciolkosz, Miszański,*

Olędzki [1978]). Szczególny naciska położono na łączenie obserwacji terenowej i teledetekcyjnej. Kolejne fazy powstawania mapy stanowisk na poszczególnych obszarach przedstawiono na ryc. 1. Stanowi ona modyfikację diagramu *Falińskiego* [1990; ryc. IV.43], ukazującego kolejne fazy powstawania mapy roślinności.



Ryc. 1.: Kolejne fazy powstawania mapy stanowisk opartej na kartowaniu teledetekcyjnym połączonym z eksploracją terenową (za [Faliński 1990], zmodyfikowane)

Jednoczesne stosowanie powyższych metod przy różnorodności analizowanych materiałów źródłowych wymaga zastosowania narzędzia umożliwiającego ich ujednoczenie i rektyfikację do jednego układu odniesienia. Najnowsze trendy badawcze wykorzystują w coraz większym stopniu technikę komputerowego przetwarzania informacji. Zostały one wykorzystane w niniejszej pracy, jednak traktowane były wyłącznie jako narzędzie umożliwiające sprawną procedurę analityczną i wykonanie map tematycznych. Zastosowanie tej techniki umożliwiło zerwanie z dotychczasową konwencją fotointerpretacyjną polegającą na użyciu różnych urządzeń optycznych (przetwornik optyczny LUZ, Interpretoskop, Kartoflex, etc.) do przenoszenia treści zdjęcia na mapę lub kalkę fotointerpretacyjną i zastąpienie jej obróbką komputerową. Plusy tej metody to możliwość rysowania map tematycznych na podkładzie w dowolnym powiększeniu, ograniczonym tylko skalą zdjęcia, operowanie linią dowolnej grubości do obrysu granic, możliwość natychmiastowej korekcji wyników po porównaniu z innym materiałem źródłowym, idealne wpasowanie materiałów i nadanie mu precyzyjnej kartometryczności (badano obiekty o kartometryczności nawet poniżej 100 m²) z natychmiastowymi wynikami pomiarów oraz otrzymywanie czystorysów map w edycji komputerowej a także możliwość wykorzystania szeregu dostępnych narzędzi obliczeniowych, np. wykreślenia stref buforowych. Szczegółowe procedury badawcze omówiono poniżej:

4. Procedury badawcze.

Procedury badań kameralnych

Wstępne procedury weryfikacyjne:

1. Porównanie map topograficznych wykonanych przed i po powstaniu Zalewu, wykonanie pierwszych szkiców zasięgu i typu dokonanych przeobrażeń sieci wodnej na podkładzie w skali 1:10 000;
2. Wybór zdjęć lotniczych z lat poprzedzających powstanie Zalewu i po powstaniu Zalewu oraz szczegółowa analiza zmian jw.;
3. Pierwszy wybór obszaru badań, przeznaczonego do dalszych analiz, mających na celu zweryfikowanie zasięgu dokonanych zmian;
4. Porównanie dokonanych analiz fotointerpretacyjnych z sytuacją geologiczną i siecią wodną badanego obszaru oraz analiza przebiegu zmian naturogenicznnych w sieci wód powierzchniowych i podziemnych;
5. Porównanie uzyskanych wyników z danymi z innych źródeł;
6. Weryfikacja antropogenicznego zasięgu oddziaływania Zalewu i zatwierdzenie poszczególnych obszarów do badań szczegółowych.

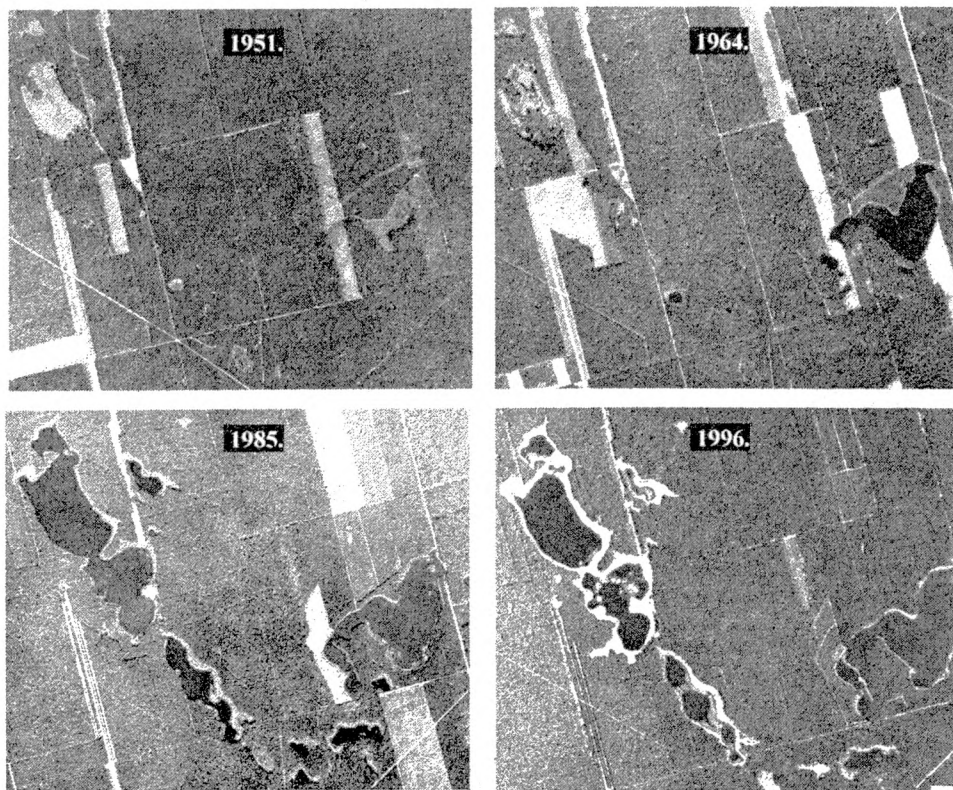
Szczegółowa analiza danych fotointerpretacyjnych i kartograficznych oraz ich weryfikacja terenowa:

1. Przygotowanie zdjęć lotniczych i materiałów kartograficznych do analizy cyfrowej.
 - 1a). Rastrowy etap analizy cyfrowej
 - Przetworzenie analogowej postaci zdjęć lotniczych i map do postaci cyfrowej przez skanowanie z rozdzielczością 600 dpi, co daje w przypadku zdjęć, zależnie od ich skali, wymiar terenowy pojedynczego piksela = 0,55 m dla skali 1:13.000 i = 2,54 m dla skali 1:60.000;
 - Import obiektów rastrowych do programu TNT MIPS, ver. 5.5. (Serial Number: 7312);
 - Nadanie układu współrzędnych (georeferencji; rektyfikacji) mapie topograficznej 1:10.000 w układzie 1965 w postaci siatki kilometrowej stanowiącej układ odniesienia do pozostałych materiałów;
 - Nadanie układu współrzędnych z układu odniesienia pozostałym materiałom kartograficznym oraz zdjęciom lotniczym oraz zastosowanie procedur wpasowania (resamplingu) tych materiałów w zadany układ odniesienia;
 - 1b). Wektorowy etap analizy cyfrowej;
 - Digitalizacja (wektoryzacja) na ekranie monitora granic badanych obiektów na podkładzie zdjęć i map z różnych lat oraz obliczenie podstawowych parametrów, przede wszystkim powierzchni;
 - Eksport wykreślonych map z różnych lat do programów graficznych;
2. Weryfikacja terenowa analizowanych obiektów, rejestracja na niektórych stanowiskach roślinności bagiennej i wodnej oraz wykonanie dokumentacji fotograficznej naziemnej;
3. Wykonanie syntetycznej dokumentacji dla każdego stanowiska;
4. Interpretacja zebranych materiałów i opracowanie wyników pracy oraz wskazanie dalszych problemów badawczych.

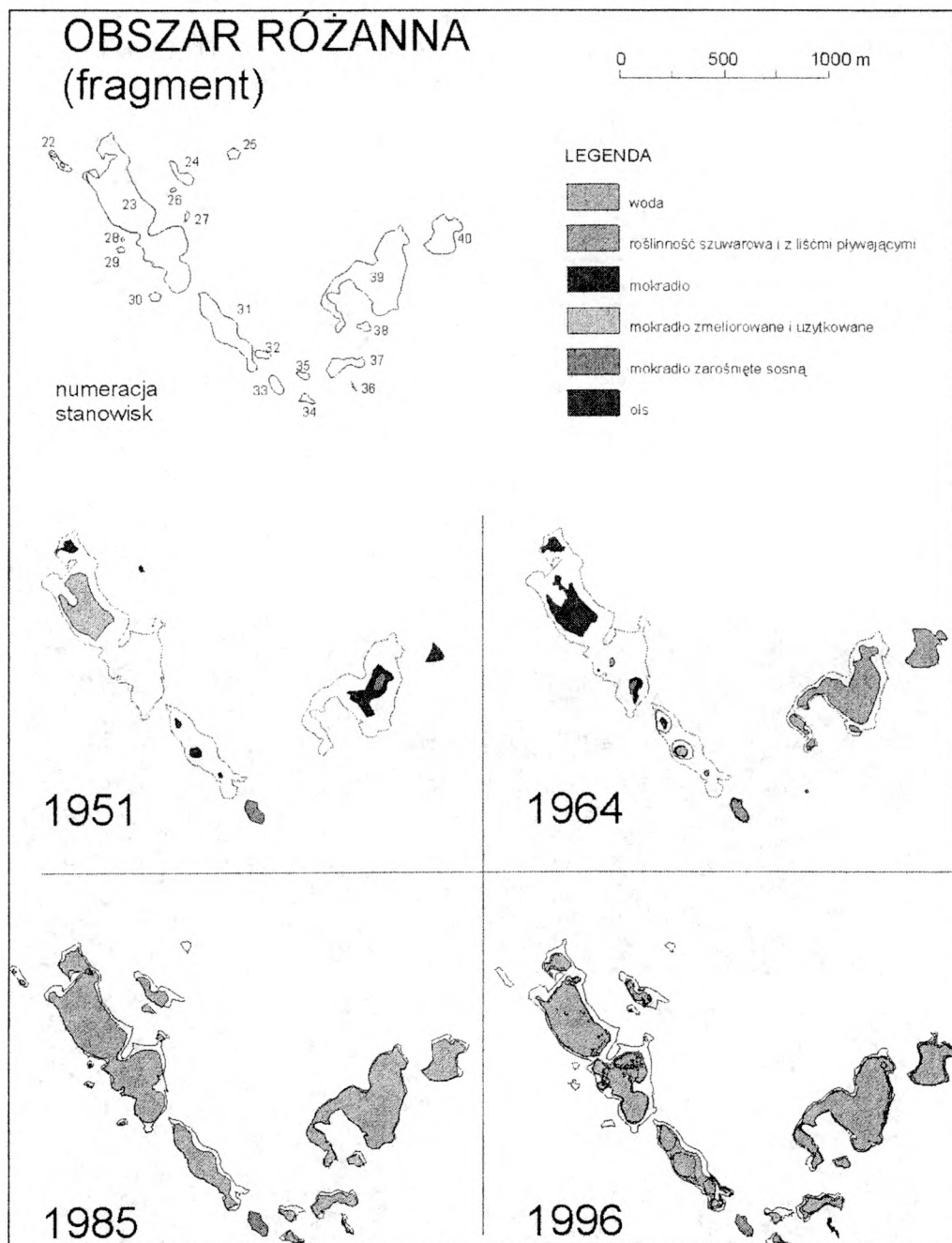
Poniżej przedstawiono przykładowe rezultaty badań, których całość zostanie opublikowana w odrębnej pozycji.

Tabela 1. Zestawienie powierzchni mokradel i wód w latach 1951, 1964, 1985, 1996 i na mapie topograficznej 1:10.000 na części obszaru RÓŻANNA (w m²).

Rok Nr stan.	zdjęcie 1951		zdjęcie 1964		zdjęcie 1985		zdjęcie 1996		max	topo 1:10.000	
	mokradło	w tym woda	mokradło	w tym woda	mokradło	w tym woda	mokradło	w tym woda		mokradło	w tym woda
22					3508	682	2728		3508	4647	693
23	45579		48031	32462	152140	152140	129932	129932	196060	150700	150700
24	454				8004	8004	5759	5759	15847	14776	6487
25					1629		1320		1629	1096	
26					450	450	117	117	1540	448	448
27					752	752	277	277	0*	846	846
28					766		735		766	214	214
29					961		1274		1274	0	
30					1047	270	1606		1606	0	
31	3868		4056	2137	35904	35904	35311	35311	54979	38959	38959
32					144	144	144	144	0*	2641	
33	6399		6588		6614		5317		6614	5038	
34					2135	2135	1274	1274	3657	2450	2450
35					2540	2540	2266	2266	5805	1867	1867
36					2194	781	1574		2194	344	344
37			143		11238	11238	11734	11734	16533	10784	10784
38			1318	1318	2805	2805	2230	2230	4356	2477	2477
39	21239		66505	66505	107120	107120	99411	99411	118070	99654	99654
40	4448		23129	23129	24871	24871	24160	24160	32874	26686	26686



Ryc. 2. Fragment obszaru Różanna na zdjęciach lotniczych z 4 podstawowych naltów interpretacyjnych.



Ryc. 3.: Mapy dokonanych przeobrażeń na podstawie 4 podstawowych nalotów. Czarne linie na mapach z lat 1985 i 1996 (czerwone linie na mapach z lat 1951 i 1964) oznaczają zasięg maksymalny trwałych podtopień z lat 1980/81.

Literatura

1. Cierniewski J., Kędziora A., Spychalski M., 1972, *Badanie wpływu piętrzenia na tereny przyziornikowe stopnia wodnego we Włocławku na podstawie interpretacji i stereoskopowej analizy zdjęć lotniczych*, Inst. Melior. Roln. i Leśn. AR w Poznaniu, mskr.;
2. Ciołkosz A., Miszański J., Olędzki J. R., 1978, *Interpretacja zdjęć lotniczych*, PWN, Warszawa;
3. Faliński J., 1990, *Kartografia geobotaniczna, cz. 2: Kartografia fitosocjologiczna*, PPWiK, Warszawa;
4. Glińska K., Miałdun J., 1994, *Współczesne zmiany morfometrii Jeziora Wulpińskiego w świetle analizy zdjęć lotniczych i archiwalnych materiałów kartograficznych*, Fotointerpretacja w geografii 24;
5. Herbich J., Herbichowa M., Herbich P., 1996, *Kartograficzna rekonstrukcja dawnej roślinności rzeczywistej na podstawie zdjęć lotniczych i modelowania warunków wodnych*, [w:] *Badania Ekologiczno-Krajobrazowe na obszarach chronionych*, Konf. naukowa Gdańsk-Starbienino, 16-18 maja 1996;
6. Ihnatowicz S., 1975, *Oddziaływanie obiektów podstawowego budownictwa wodnego na przyrodnicze środowisko człowieka*, Materiały Badawcze IGW, seria: Inżynieria Wodna, 3;
7. Jankowski A. T., 1977, *Niektóre zagadnienia hydrograficzne Nadgoplańskiego Parku Tysiąclecia w świetle analizy zdjęć lotniczych i kartowania terenowego*, Fotointerpretacja w geografii, t. II (12), Katowice;
8. Jankowski A. T., 1986, *Antropogeniczne zmiany stosunków wodnych na obszarze uprzemysłowionym i urbanizowanym (na przykładzie Rybnickiego Okręgu Węglowego)*, Uniw. Śląski, Katowice;
9. Kijowski A., 1978, *Analiza zbiorników wodnych na podstawie zdjęć lotniczych*, Bad. Fizj. n. Pol. Zach., t. XXXI, ser. A;
10. Kistowski M., Iwańska M., 1997, *Systemy informacji geograficznej*, Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań;
11. Kleczewska-Witt E., 1983, *Analiza porównawcza zarastania jezior poligonu fotointerpretacyjnego „Mosina”*, Fotointerpretacja w geografii 5;
12. Kowalewski G., 1997, *Teledetekcyjna analiza wpływu podpiętrzenia Zbiornika Koronowskiego na jeziora i mokradła Rynny Strzyżyńskiej*, [w:] *Wpływ antropopresji na jeziora*, Konf. nauk., Poznań, 2 grudnia 1997, Wyd. Homini, Bydgoszcz-Poznań 1997;
13. Kowalewski G., Landowska J., Landowski J., 1997, *Budowa geologiczna rezerwatu „Bagno Stawek”*, Konf. nauk. z okazji 170 rocznicy ochrony cisa pospolitego w Wierchlesie, Tuchola, 11-13 września 1997;

14. Kowalewski G., Tobolski K., 1997, *Teledetekcyjna analiza zmian w obrębie rezerwatu „Bagno Stawek”*, [w:] Ochrona gatunkowa na obszarach chronionych, Konf. nauk. z okazji 170 rocznicy ochrony cisa pospolitego w Wierchlesie, Tuchola, 11-13 września 1997;
15. Kozacki L., 1980, *Przeobrażenia środowiska geograficznego spowodowane wglębnym górnictwem węgla brunatnego na obszarze środkowego Pododrza*, UAM Poznań, seria: Geografia, nr 21;
16. Kozacki L., Kowalewski G., Matuszyńska I., Rosik W., 1994, *Teledetekcyjna analiza transformacji i labilności stref zagrożenia ekologicznego Wielkopolskiego Parku Narodowego*, Bogucki Wyd. Nauk. Poznań;
17. Macioszczyk T., 1972, *Studium hydrogeologiczne wpływu zbiornika Koronowo na stany wód podziemnych przyległych obszarów leśnych (maszyn.)*, Archiwum Zakł. Prac Geol. Wydz. Geol. UW, Warszawa;
18. Marcinek J., Cierniewski J., Spsychalski M., 1974, *The Interpretation of Aerial Photographs in Soil Survey*, *Roczniki Gleboznawcze*, t. XXV, Dodatek, Warszawa;
19. Olaczek R., Kucharski L., Pisarek W., 1990, *Zanikanie obszarów podmokłych i jego skutki środowiskowe na przykładzie województwa piotrkowskiego (zlewnie Pilicy i Warty)*, *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej*, t. XVIII, PAN - Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Kraków;
20. Podniesieński A., 1962, *Przewidywanie ujemnych wpływów zbiorników wodnych na przyległe tereny i potrzeba ich koncentracji*, *Gosp. Wodna* 1;
21. Stańko R., Wołejko L., Osadowski Z., 1996: *Analiza układów ekologiczno-krajobrazowych w projektowanym rezerwacie „Dolina rzeki Ilanki” jako podstawa optymalnego kształtowania ekotopów torfowiskowych*, *Przegląd Przyrodniczy* VII, 3-4/1996;
22. Śniadowski Z., Grzyb S., 1967, *Wpływ stopnia wodnego w Dębem na warunki wodno-siedliskowe w dolinie*, *Gosp. Wodna* 3 i 4/1967;
23. Tomaszewska K., Pałczyński A., 1984, *Próba fotointerpretacyjnej korekty mapy fitosocjologicznej Bagna Podlaskiego*, *Fotointerpretacja w geografii* 5;
24. Trafas K., 1975: *Zmiany biegu koryta Wisły na wschód od Krakowa w świetle map archiwalnych i fotointerpretacji*, *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, z. 40, Kraków.

Recenzował: dr inż. Stanisław Mularz