

Zastosowanie zdjęć lotniczych w badaniach stanu brzegów i obwałowań rzek nizinnych

Abstract

The application of aerial photographs in the examination of the states of banks and embankments of lowland rivers. The article presents the results of experiments concerning the estimation of the state of natural banks and embankments of lowland rivers with the use of photointerpretation method. It contains the conclusion obtained thanks to the examination of chosen parts of The Narew and The Bug rivers. They concern the technical parameters of aerial photographs (optimum scale, the term of taking photographs, the kind of photographic material), as well as the connection of photointerpretation method with direct terrain examinations. There has been obtained notable reliability of the estimation.

Wstęp

Obserwacja i rejestracja zmian zachodzących w korytach rzek i ich obwałowaniach dostarcza niezbędnych informacji dla utrzymania tych obiektów, eliminowania zagrożeń dla terenów przyległych oraz informacji dla koncepcji studialno-projektowych. Zmiany te charakteryzują się dużą dynamiką przestrzenno-czasową, stąd też informacje o stanie rzek i

obwałowań powinny być pozyskiwane metodami zapewniającymi kompleksowość, wiarygodność i powtarzalność rozpoznania. Istotnym czynnikiem jest również szybkość zbierania informacji. Wymaganiom tym w dużej mierze mogą sprostać metody fotogrametryczne i fotointerpretacyjne. Zastosowanie zdjęć lotniczych jako nośnika informacji zapewnia rejestrację w sposób kompleksowy dużych obszarów praktycznie w jednakowym czasie. Wyniki fotointerpretacji, umiejętnie powiązane z ograniczonymi do niezbędnego minimum badaniami terenowymi oraz zweryfikowane, zapewniają uzyskanie informacji o dużej wiarygodności. Przykłady zastosowań tych metod wskazują na ich konkurencyjność w stosunku do metod tradycyjnych bazujących na informacjach zawartych na mapach topograficznych (często zdezaktualizowanych) i na pracochłonnych badaniach terenowych.

W artykule prezentujemy wyniki badań stanu brzegów odcinka rzeki Narwi oraz zapór bocznych zbiornika "Dębe".

*Katedra Geodezji i Fotogrametrii SGGW, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa.

Zdjęcia lotnicze

Rejestracja na zdjęciach lotniczych zjawisk występujących w dolinach rzecznych jest możliwa pod warunkiem wykonania zdjęć o ściśle określonych parametrach. Najważniejszymi parametrami są: skala zdjęć, rodzaj materiału fotograficznego oraz termin wykonania zdjęć.

Dla potrzeb oceny stanu brzegów rzek i obwałowań przeciwpowodziowych optymalną skalą zdjęć lotniczych jest skala 1:5000. Skala taka zapewnia poprawną interpretację istotnych dla oceny szczegółów. Powiększenie skali podnosi koszt wykonania zdjęć. Zwiększa się także zakres prac fotointerpretacyjnych, przy niewielkim wzroście dokładności tych prac. Z kolei pomniejszenie proponowanej skali wyraźnie obniża jakość szczegółowego opracowania fotointerpretacyjnego.

Najczęściej wykonywanymi w Polsce zdjęciami lotniczymi są zdjęcia na materiale panchromatycznym. Zdjęcia te, uczulone w widzialnym przedziale widma, mają ograniczoną przydatność fotointerpretacyjną. Są one jednak cennym materiałem archiwalnym.

Fotografia w podczerwieni pozwala m.in. na lepsze zobrazowanie zjawisk wodnych. Zdjęcia czarno-białe uczulone na podczerwień umożliwiają dokładną lokalizację obszarów o dużej wilgotności, wód, zbiorowisk roślinnych i miejsc objętych erozją.

Innym rodzajem filmu uczulonego na podczerwień jest film spektrostrefowy, rejestrujący obraz w barwach zafałszowanych. Umowne barwy tego filmu ułatwiają fotointerpretację zdjęć poprzez wyeksponowanie badanych zjawisk. Powyższy materiał może być szeroko wyko-

rzystywany m.in. w badaniach związanych z oceną stanu technicznego obwałowań.

W fotografii wielospektralnej zdjęcia lotnicze wykonywane są kamerami wieloobiektywowymi, rejestrującymi obraz tego samego obiektu jednocześnie w kilku przedziałach widma. Obrazy te są następnie analizowane w przeglądarce addytywnej, gdzie po przejściu przez odpowiednie filtry rzutowane są na wspólny ekran. Powstaje obraz w barwach umownych, ustalanych przez fotointerpretatora. Fotografia wielospektralna jest techniką użyteczną przy ocenie stanu zapór bocznych. Z uwagi na koszty może być stosowana jedynie na wybranych odcinkach zapór.

Określenie terminu wykonania zdjęć lotniczych ma decydujące znaczenie dla ich przydatności fotointerpretacyjnej. Na przykład do badań uwilgotnienia terenu często wykonuje się zdjęcia wczesną wiosną. Na zdjęciach widoczne są wtedy obszary silnie uwilgotnione. Zdjęcia lotnicze wykonuje się również w trakcie powodzi m.in. dla celów inwentaryzacji zasięgu wód powierzchniowych i powstałych szkód.

Badane brzegi i obwałowania rzek powinny być fotografowane przy średnich lub nawet niskich stanach wód. Niektóre zbiorowiska roślinne, wymagające bardzo wilgotnego środowiska, wskazują w momencie rozpoczęcia wegetacji w sposób pośredni (poprzez swoją obecność i intensywną wegetację) miejsca filtracji wody przez korpus i podłoże obwałowania. Optymalny termin fotografowania obwałowań wypada w Polsce na przełomie kwietnia i maja w zależności od warunków pogodowych panujących w danym roku.

Badanie stanu brzegów naturalnych fragmentu Narwi

Ocenę stanu brzegów koryta Narwi na 4-kilometrowym odcinku od ujścia Jaskranki w górę rzeki przeprowadzono na podstawie analizy archiwalnych zdjęć lotniczych z czerwca 1979 r. Zdjęcia zostały wykonane na materiale panchromatycznym w skali 1:5000. Nalot nastąpił jeden rok po zakończeniu regulacji Narwi na tym odcinku. Roboty regulacyjne obejmowały korektę istniejącego układu trasy rzeki (wykonanie krótkiego przekopu, złagodzenie krzywizny niektórych łuków), poszerzenie koryta w miejscach przewężeń oraz umocnienie erodowanych i zagrożonych erozją brzegów. Na odcinkach szczególnie zniszczonych zastosowano opaski faszynowe.

Interpretacja zdjęć lotniczych obejmowała:

- ewidencję stanu koryta i brzegów,
- inwentaryzację roślinności niskiej występującej w korycie, na brzegach i skarpach,
- inwentaryzację zakrzewień i zadrzewień brzegów.

Wprowadzono następujące kategorie uszkodzeń brzegów:

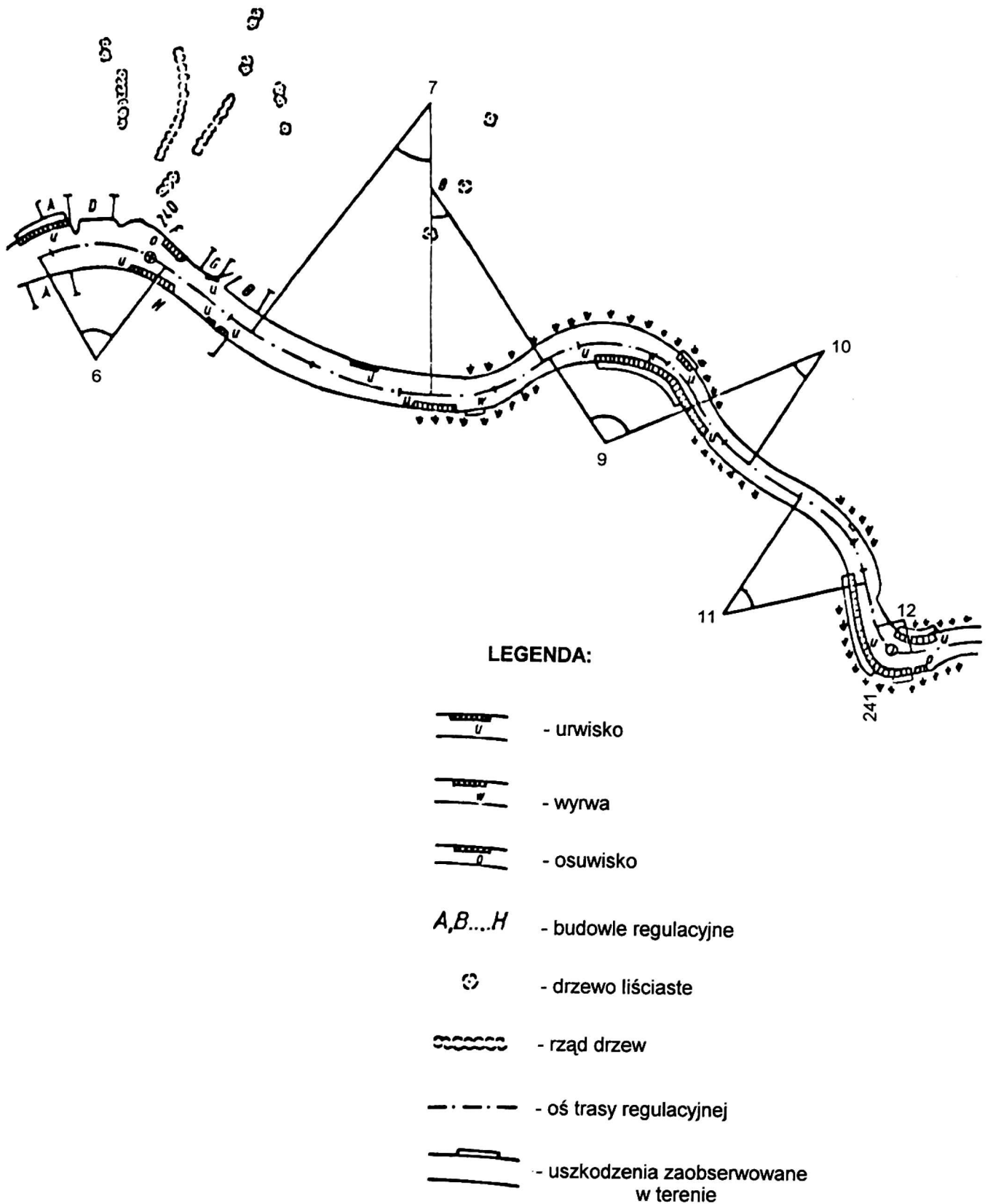
- urwiska charakteryzujące się pionową lub prawie pionową skarpią,
- osuwiska z wyraźnym uskokiem i szczeliną na powierzchni terenu w pobliżu górnej krawędzi skarpy,
- wyrwy w brzegu powstałe przez wynoszenie materiału skarp na skutek erozji bocznej.

Szczegółowe wyniki badań przedstawiono w pracy Hałkowskiego (1986).

Natomiast w formie graficznej pokazano je na mapie sytuacyjnej w skali 1:5000 (rys. 1), wykonanej metodą fotogrametryczną na autografie Topocart B. Na powstałą mapę uszkodzeń brzegów wniesiono oś rzeki i ustalono hektometraż trasy. Wyniki fotointerpretacji porównano z przeprowadzonymi we wrześniu 1978 r. badaniami terenowymi. Badania te polegały na obserwacji i inwentaryzacji wyraźnych uszkodzeń brzegów rzeki. Podczas studiów terenowych zarejestrowane zostały jedynie uszkodzenia brzegów większe niż 5 m. W analizie porównawczej metod: tradycyjnej (na podstawie bezpośredniej obserwacji) i fotointerpretacyjnej, porównano jedynie kategorie wydzielonych uszkodzeń. Uzyskano pełną zgodność wydzieleni dużych (długości powyżej 30 m). Uszkodzenia lokalne oraz uszkodzenia małe zostały zarejestrowane tylko metodą fotointerpretacyjną. Wydaje się, że główną przyczyną tego była generalizacja badań terenowych, podczas których zostały pominięte najmniejsze uszkodzenia. Na wyniki analizy porównawczej pewien wpływ mógł mieć również czas, jaki upłynął od momentu wykonania badań terenowych do dnia wykonania zdjęć lotniczych. Głównym kryterium interpretacyjnym były zakłócenia w geometrii brzegu. Fototon był kryterium wtórnym.

Badanie stanu technicznego zapór bocznych zbiornika "Dębe"

Metodę fotointerpretacyjną wykorzystano w pierwszym etapie systemowej oceny stanu technicznego zapór bocznych zbiornika "Dębe" [Szymański, Wol-



Rys. 1. Mapa fotointerpretacyjna uszkodzeń brzegów Narwi – fragment (oryginalna skala opracowania 1:5000)

ski 1985], łączącej obserwacje z badaniami bezpośrednimi. Zdjęcia lotnicze zostały wykonane w maju 1993 r. w skali 1:5000 na filmie spektrostrefowym KODAK 2443, w okresie rozpoczęcia wegetacji roślinności. Interpretacją objęto za-

pory i obwałowania łącznej długości 54 km [Geoteko 1992].

Na zdjęciach analizowano następujące elementy środowiska geograficznego, potrzebne do oceny stanu zapór:

– zbiorniki wodne,

- ciekł wodne,
- rowy melioracyjne,
- linie brzegowe,
- budowle regulacyjne,
- przejścia zapory przez starorzecza,
- zmiany geometrii korpusu zapory,
- uszkodzenia korpusu i skarp zapory,
- przejścia i przejazdy przez zapórę,
- wjazdy na koronę zapory,
- tereny silnie uwilgotnione,
- miejsca wskazujące na prawdopodobną filtrację przez zapórę,
- tereny objęte erozją,
- zakrzewienia i zadrzewienia,
- tereny zabudowane, lasy, użytki zielone, grunty orne.

Obserwowano korpus każdej zapory i tereny przyległe. Zastosowany w badaniach film spektrostrefowy przedstawia teren w barwach zafałszowanych. Ułatwiło to znacznie wydzielenie wód (barwa czarna), drzew liściastych (barwa różowoczerwona), drzew iglastych (barwa ciemnozielona), przejść i przejazdów przez zapory (barwa jasnoszara), łąk (barwa czerwonoszara) i terenów o wzmożonej wegetacji roślin hydrofilnych (barwa czerwonopurpurowa). Film spektrostrefowy pozwala wnioskować o wilgotności terenu, rodzaju i stanie roślinności. Barwa wskazuje pośrednio miejsca potencjalnie zagrożone filtracją przez korpus lub podłoże zapory oraz miejsca zagrożone erozją. Duże znaczenie ma również położenie identyfikowanego elementu i jego powiązanie z elementami sąsiadującymi. Fragmenty rowów opaskowych i podstaw zapór znajdujące się w pobliżu zadrzewień są słabo widoczne lub niewidoczne na zdjęciach i wymagają obserwacji terenowych.

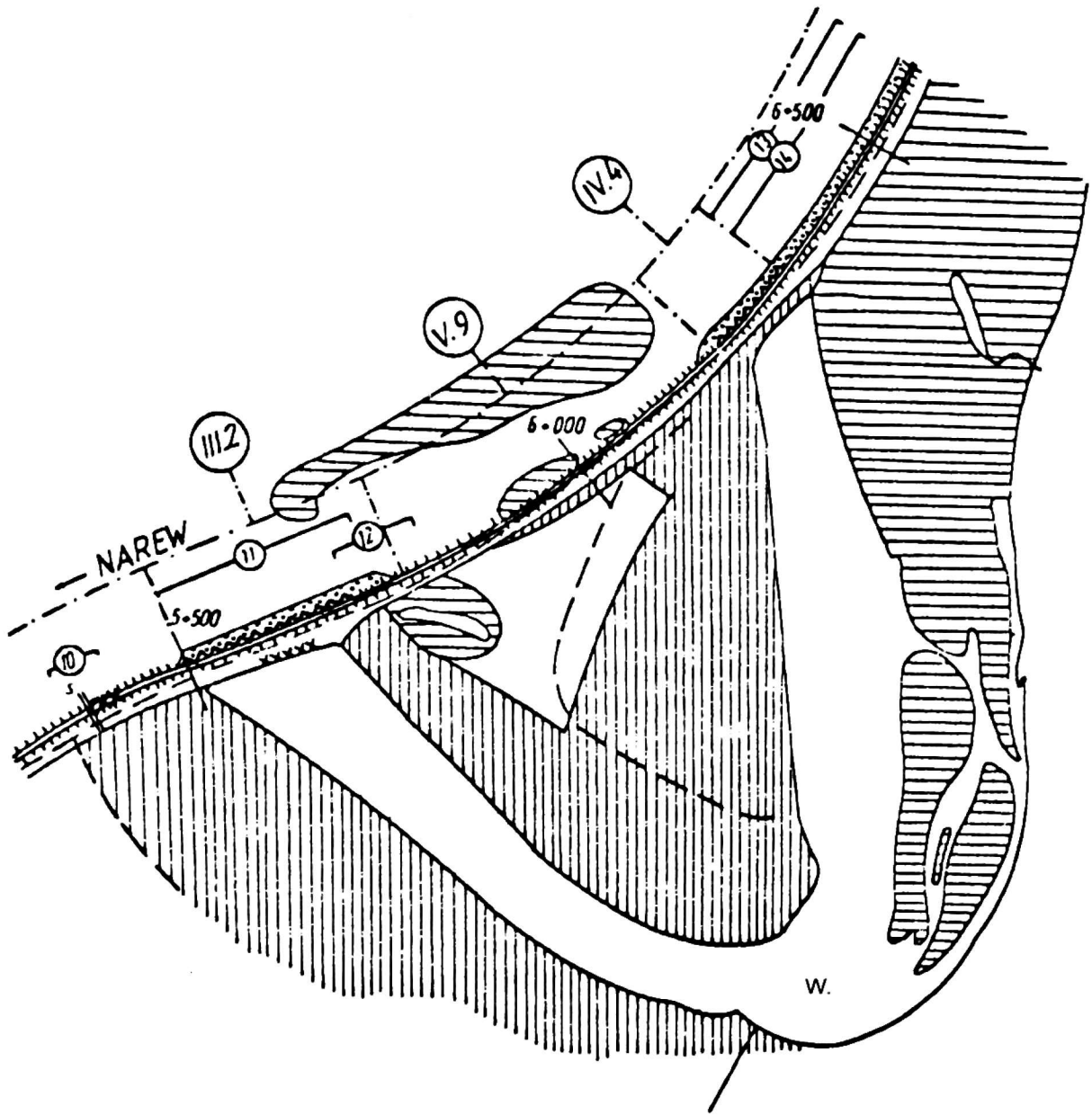
Obserwacja stereoskopowa zdjęć umożliwiła również analizę kształtu zapory, wskazanie miejsc zakłóceń geometrii korpusu oraz wgląd w morfologię terenu przyległego do zapory [Orłowski 1986].

Zinterpretowane elementy zaznaczono za pomocą przyjętych graficznych znaków na powiększeniach map topograficznych, w skali 1:5000 (rys. 2). W tabelach zawarto szczegółowy opis zlokalizowanych elementów wraz z ich hektometrażem. Zastosowano podział na teren od strony odwodnej, korpus zapory i teren od strony odpowietrznej. Uzyskane informacje zweryfikowano i uzupełniono badaniami rejestracyjno-bioindykacyjnymi [Pawłat, Nazaruk 1987]. Metoda fotointerpretacyjna pozwoliła na opracowanie wstępnej oceny stanu technicznego zapór. Wytypowano miejsca wymagające szczegółowych badań geotechnicznych, mających na celu określenie przyczyn i stopnia zagrożenia awarią [Koda, Mirecki, Szymański, Wolski, Pawłat 1995].









Wnioski

1. Materiały fotogrametryczne (zdjęcia lotnicze, powiększenia zdjęć, fotoskice, fotomapy, ortofotomapy) są cennym źródłem informacji o elementach środowiska geograficznego dolin rzek nizinnych. W licznych przypadkach mogą to być jedyne źródła informacji, szczególnie archiwalnych.

2. Badania stanu brzegów Narwi metodą fotointerpretacyjną wskazują, że metoda ta pozwala na uzyskanie wielu informacji dotyczących stanu koryta i zabudowy brzegów. Porównanie wyników foto-



LEGENDA:

- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | - teren silnie uwilgotniony, zabagnienia |  | - uszkodzony odcinek zapory |
|  | - teren zadrzewiony, las |  | - przejście przez zaporę |
|  | - brzeg rzeki przysypany urobkiem z refulacji |  | - odcinek ze śladami uszkodzeń opisany w tabeli pod i-tym numerem |
|  | - przejście zapory przez starorzecze |  | - stopień zagrożenia stanu technicznego zapory |

Rys. 2. Mapa fotointerpretacyjna zapory Gąsiorowo – fragment (oryginalna skala opracowania 1:5000)

interpretacji z obserwacjami w naturze wskazuje na wysoką dokładność oceny stanu brzegów koryta na podstawie analizy zdjęć lotniczych. Metoda ta jest przydatna do prowadzenia studiów oceny stanu koryt rzecznych. W miejscach niedostępnych jest to jedyna metoda umożliwiaющая przeprowadzenie takich badań.

3. Metoda fotointerpretacyjna zastosowana do badania stanu technicznego zapór bocznych (optymalne parametry zdjęć: film spektrostrefowy, skala 1:5000 nalot w maju) umożliwiła lokalizację uszkodzeń korony i skarp zapór oraz odcinków prawdopodobnej filtracji przez ich korony lub podłoża. Badania wskazują, że dla podniesienia stopnia dokładności fotointerpretacji w terminie nalotu powinny być wykonane badania rejestracyjno-bioindykacyjne.

Literatura

- GEOTEKO 1992: *Program badań inwentaryzacyjnych stanu technicznego zapór bocznych zbiornika "Dębe"*. Wesoła k. Warszawy.
- HAŁKOWSKI J. 1986: *Ocena przydatności zdjęć lotniczych do badań wybranych zmian fizjograficznych meliorowanych dolin rzek nizinnych*. Praca doktorska SGGW.
- KODA E., MIRECKI J., SZYMAŃSKI A., WOLSKI W., PAWŁAT H. 1995: *Ocena systemowa zagrożeń zapory bocznej "Białobrzegi"*. X Krajowa Konferencja Mechaniki Gruntów i Fundamentowania.
- ORŁOWSKI P. 1986: *Analiza możliwości wykorzystania modelu stereoskopowego w projektowaniu sieci melioracyjnej*. Praca doktorska, SGGW.
- PAWŁAT H., NAZARUK M. 1987: *Metoda rejestracyjno-bioindykacyjna oceny stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych w czasie przeglądu*. Melioracje Rolne – Biuletyn Informacyjny nr 3.
- SZYMAŃSKI A., WOLSKI W. 1985: *Wytyczne systemowej oceny stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych*. SGGW, PR-7 02.03.01.