

ZDZISŁAW SUCHODOŁA, MIECZYŚLAW SOWIŃSKI

Okręgowe Przedsiębiorstwo  
Geodezyjno-Kartograficzne  
Białystok

**FOTOINTERPRETACJA W LEŚNICTWIE  
W ZAKRESIE DIAGNOZ CHOROÓB DRZEWOSTANÓW  
na przykładzie prac zrealizowanych w latach 1975—1977  
na terenie OZLP w Białymstoku**

**WSTĘP**

Dotychczasowe metody prac mających na celu ustalenie stopnia zagrożenia lasów działalnością czynników biotycznych i abiotycznych są niezmiernie uciążliwe, a efekty tych prac nie zawsze są w pełni zadowalające. Tymczasem problem szkód w leśnictwie ma znaczną wagę gospodarczą, skoro źródła naukowe szacują wartość strat spowodowanych przez szkodniki, patogeny, przemysł itp. w 1972 roku na 5—9 mld zł rocznie w skali kraju, z tendencją wzrastającą, jeśli chodzi o szkody przemysłowe.

Dlatego też do niezwykle aktualnych potrzeb należy zaliczyć uzbrojenie leśnictwa w nowe, doskonalsze metody pracy w zakresie ochrony i urządzania lasu.

Wychodząc tym problemom naprzeciw, począwszy od 1975 roku zespół złożony z pracowników Okręgowego Zarządu Lasów Państwowych w Białymstoku, Instytutu Geodezji i Kartografii w Warszawie, Instytutu Badawczego Leśnictwa w Warszawie i Okręgowego Przedsiębiorstwa Geodezyjno-Kartograficznego w Białymstoku przeprowadził na kilku wytypowanych obiektach rozpoznanie stanu sanitarnego lasu metodą spektrostrefową, dotychczas nie stosowaną w kraju w dziedzinie leśnictwa.

Celem prac, jaki postawił sobie zespół badawczo-wdrożeniowy, jest zebranie własnych doświadczeń i ocena możliwości stosowania technik zdalnego rozpoznawania na potrzeby ochrony lasu. Autorzy pragną podkreślić, że w opracowaniu bazują na wynikach prac przeprowadzonych na

konkretnych obiektach. Treść referatu nie wyczerpuje zatem całości problemu fotointerpretacji w leśnictwie, wskazując jednakże na potwierdzone praktycznie możliwości nowej techniki.

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZREALIZOWANYCH PRAC

Prace badawcze rozpoczęte w połowie 1975 roku, prowadzone zresztą do chwili obecnej, objęły zagadnienia prognozowania zagrożenia i oceny szkód spowodowanych przez takie szkodniki lasów, jak: poprocha cetyniaka (*Bupalus piniarius* L.), hubę korzeni (*Fomes annosus* (Fr./Cke)), cetyńce (*Blastophagus* sp.). Dokonano również wstępnego nalotu nad obszarami stałych ognisk gradacyjnych, brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) i sosnówki barczatki (*Dendrolimus pini* L.). Wykonano również zdjęcia obszaru leśnego zagrożonego dużymi zmianami poziomu wód gruntowych w pobliżu kopalni odkrywkowej.

Terminy wykonywania zdjęć dostosowane zostały do cyklu biologicznego szkodników; założeniem była rejestracja stanu przed wylęciem nowej generacji.

Zasięgi zdjęć uzgodniono z Wydziałem Ochrony OZLP na podstawie informacji służby leśnej oraz wizji terenowej. Początkowo przed nalotami sygnalizowano osie lotów wielobarwnymi flagami wzniesionymi na drzewach, później zrezygnowano z sygnalizacji, przechodząc na osie lotów pokrywające się z liniami oddziałowymi.

Do wykonania zdjęć wykorzystano kamerę Hasselblad 500 EL/M f: 80 mm z filtrem Kodak Wratten-12, umieszczoną na pokładzie samolotu PZL-104 „Wilga” bądź też śmigłowca. Zdjęcia formatu 6 cm × 6 cm wykonywano na filmie spektrostrefowym Kodak Aerochrome Infrared 2443 w godzinach południowych. Zainteresowanych bliższą charakterystyką techniczną i walorami tego filmu odsyłamy do literatury. Sygnalizujemy tylko, że jest to diapozytywowy film trójwarstwowy, barwny, uczulony na promieniowanie podczerwone. W zależności od rodzaju szkód próbowano doboru różnych skal zdjęć od 1 : 2 500 do 1 : 15 000.

Odwzorowanie drzewostanu na zdjęciach następuje w barwach nie-naturalnych, przy czym widoczne jest znaczne zróżnicowanie barwne, uzależnione między innymi od ilości chlorofilu w aparacie asymilacyjnym. Na zdjęciach dominuje barwa purpurowa i seledynowa. Barwa purpurowa odpowiada drzewostanowi najzdrowszemu, natomiast seledynowa drzewostanowi całkowicie zniszczonemu. Pomędzy tymi skrajnymi barwami występują barwy przejściowe lub mieszane, odpowiadające różnym stadiom uszkodzenia drzewostanu przez szkodniki.

W celu prawidłowego odczytania zdjęć niezbędne było ustalenie tzw. klucza fotointerpretacyjnego, tj. ustalenie zależności pomiędzy stadium rozwoju badanego zjawiska a odpowiadającą mu barwą na filmie. Postępowanie takie polega na wydzieleniu na badanej powierzchni kilku

lub kilkunastu pól testowych, na których stopień zagrożenia i wielkość szkód ustalone są metodami tradycyjnymi, stosowanymi dotychczas w leśnictwie. Jednakże rozkład pól testowych nie jest przypadkowy (jak w metodzie tradycyjnej), a liczba pól wielokrotnie zmniejszona, dzięki czemu nakład bezpośredniej pracy w terenie jest minimalny. W dalszym ciągu na podstawie klucza fotointerpretacyjnego przeprowadza się kameralną interpretację na całym obszarze pokrytym zdjęciami. Z reguły interpretację prowadzą dwie osoby uzgadniające ostatecznie ewentualne rozbieżności przez jednoczesny przegląd materiałów fotolotniczych. Niezależnie od tego po opracowaniu kameralnym następuje porównanie wyników interpretacji ze stanem terenowym i ewentualne skorygowanie rozbieżności.

Interpretację prowadzono na różnym sprzęcie, a mianowicie na stereoskopie, autografie Topocart B, a także interpretoskopie. Dobór sprzętu do konkretnego zadania jest uzależniony od żądanej dokładności i szczegółowości opracowań. W efekcie całego procesu, zapoczątkowanego wykonaniem zdjęć, zakończonym porównaniem wyników kameralnej interpretacji, powstaje mapa określająca rozkład przestrzenny badanego zjawiska. Mapy stanu sanitarnego drzewostanu opracowane z zastosowaniem techniki fotointerpretacyjnej odznaczają się bardzo wysoką szczegółowością i dokładnością, niemożliwą do osiągnięcia dotychczasowymi metodami. Dzięki temu mogą one stanowić doskonałe, dodatkowe źródło informacji dla leśników w trakcie prac związanych z zapobieganiem powstawaniu i rozprzestrzenianiu się szkód, ich likwidacją, a także w pracach urzędniowo-leśnych.

Przy opracowywaniu map tematycznych posługiwano się techniką konturową i punktową, stosując dodatkowo rozróżnienie konturów barwą. Generalnie przyjęto założenie, że kolor czerwony oznacza obszary lub egzemplarze drzew wymagające szybkiej interwencji służby leśnej, najbardziej zaatakowane lub zniszczone przez szkodniki. Kolor niebieski stosowano w przypadkach, kiedy termin wkroczenia służby leśnej nie miał istotnego znaczenia, natomiast kolor zielony stosowano w przypadkach rokujących znaczne nadzieje na regenerację drzewostanu.

#### DRZEWOSTANY ZAATAKOWANE PRZEZ POPROCHA CETYNIAKA

Do opracowań mapy tematycznej obrazującej szkody spowodowane przez szkodnika poprocha cetyniaka posłużyły zdjęcia spektrostrefowe w skali 1 : 8 600, wykonane w lipcu 1975 roku na terenie Nadleśnictwa Pomorze. Drzewostan sosnowy zaatakowany przez tego szkodnika cechuje znaczny ubytek igliwia aż do całkowitej jego utraty. Szkodnik zaatakował drzewostan sosnowy liczący około 30—50 lat.

Drzewostany charakteryzujące się podobnym stopniem uszkodzenia igliwia odfotografowały się w postaci wielobarwnych plam o różnym stopniu nasycenia purpury i seledynu. Interpretując zdjęcia w skali

1 : 8 600 pod zwykłym stereoskopem, odróżniono według uprzednio opracowanego klucza fotointerpretacyjnego 5 stopni utraty igliwia: stopień 1 to dopiero rozpoczynający się proces uszkodzeń, zaś stopień 5 to całkowicie zniszczony aparat asymilacyjny. Wykonaną w taki sposób interpretację zdjęć przedstawiono w odpowiednich kolorach na mapie tematycznej w skali 1 : 10 000.

W zależności od stopnia uszkodzenia igliwia oraz warunków pogodowych, występujących bezpośrednio po gradacji, różnie postępuje proces regeneracji drzewostanu.

Wykonane we wrześniu 1976 roku zdjęcia spektrostrefowe tego samego obszaru w Nadleśnictwie Pomorze pozwoliły na ocenę stopnia regeneracji szkód powstałych na skutek zniszczenia aparatu asymilacyjnego sosny w roku poprzednim. Obszar lasu na nowych zdjęciach okazał się zgoła różny. Na pierwszy rzut oka zauważalna jest poważna zmiana w zadrzewieniu, bowiem w sezonie zimowym 1975/1976 służba leśna usunęła z terenu objętego gradacją drzewa martwe i nie rokujące nadziei na regenerację. Dzięki temu zmieniła się radykalnie struktura obrazu. Jednorodny pod względem zadrzewienia przed gradacją obraz drzewostanu stał się znacznie zróżnicowany, natomiast jednobarwne plamy charakteryzujące jednakowy stopień zniszczenia igliwia zostały zastąpione siatką wielobarwnych punktów.

Nowe zdjęcia, wykonane w rok po gradacji, pozwalają na opracowanie dalszych map tematycznych, które mogą być przydatne dla służby leśnej. W pierwszej kolejności należy wymienić mapę punktową obrazującą rozkład posuszu na powierzchni. Zdjęcia pozwalają na rozróżnienie posuszu jałowego, posuszu czynnego (cennego ze względów gospodarczych), a także pojedynczych drzew, których w chwili wykonania zdjęć do posuszu zaliczyć nie można, ponieważ jest prawdopodobna ich regeneracja (wymagających zatem obserwacji ze strony służby leśnej). Ponadto jest możliwe opracowanie mapy obrazującej procentowy ubytek drzewostanu po gradacji. Mapa ta, wykazując szczegółowo kontury ubytków w drzewostanie (20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>—100<sup>0</sup>/<sub>0</sub>), może być doskonałym narzędziem w rękach leśnika planującego dalsze cięcia sanitarne, dosadzenia i zalesienia.

#### DRZEWOSTANY ZAATAKOWANE PRZEZ HUBĘ KORZENI

Dalsze prace doświadczalne przeprowadzono na drzewostanach zaatakowanych przez grzyb pasożytniczy — hubę korzeni (*Fomes annosus* (Fr./Cke)) w Nadleśnictwie Rajgród. W maju 1976 roku zostały wykonane zdjęcia lotnicze w skali 1 : 9 300 przy użyciu sprzętu oraz materiałów, jakie zastosowano przy nalotach szkodnika poprocha cetyniaka. Grzyb pasożytniczy — huba korzeni atakuje system korzeniowy młodych drzewostanów sosnowych. Szkody wyrządzone przez hubę korzeni

uzewnętrzniają się jako częściowe lub całkowite utracenie przez drzewostan aparatu asymilacyjnego w zależności od fazy chorobotwórczej drzewostanu. Na wykonanych zdjęciach rozpoznano miejsca dopiero rozpoczynającego się procesu chorobowego, miejsca mocno rozwiniętych czynnych hubowisk oraz miejsca luk leśnych, na obrzeżach których huba korzeni atakuje w dalszym ciągu. Wymienione fazy procesu chorobotwórczego drzewostanu oraz jego powierzchnie dają się bez trudu ustalić na zdjęciach lotniczych kameralnie, natomiast stwierdzenie tego metodą bezpośrednią, szczególnie w gęstych i zwartych młodnikach jest wręcz niemożliwe. Podjęto próby wytypowania powierzchni, na których proces niszczenia drzewostanu przez hubę jest przy badaniach naziemnych niezauważalny, natomiast na zdjęciach jest widoczny. Po upływie 2 lat od wykonania zdjęć dokonano przeglądu terenowego wytypowanych powierzchni. Stwierdzono, że w większości przypadków powierzchnie bardzo wczesnego rozwoju huby korzeni były określone zgodnie z rzeczywistością. Możliwości rozpoznania wczesnego stadium rozwoju huby korzeni winny stać się przedmiotem badań naukowych. Pozwoli to zapewne na bardziej efektywne wykorzystanie w praktyce informacji, które są możliwe do uzyskania metodą teledetekcji.

Mapa tematyczna drzewostanów zaatakowanych przez hubę korzeni, wykonana w szybkim terminie i oddana do dyspozycji służby leśnej, jest — naszym zdaniem — niezastąpionym środkiem do przygotowania skutecznych metod walki z tym szkodnikiem bez potrzeby angażowania sił ludzkich do ustalenia rozmiaru szkód i stopnia zagrożenia.

#### DRZEWOSTANY ZAATAKOWANE PRZEZ CETYŃCE

Wykorzystując przytoczone metody, wykonano w maju 1976 roku naloty na uprzednio wytypowane tereny Nadleśnictwa Płociczno, gdzie drzewostany sosnowe zostały zaatakowane przez cetyńce (*Blastophagus* sp.) — szkodniki lęgące się w składowiskach drewna, a następnie przenoszące się na przyległe drzewostany sosnowe. Zaatakowane przez cetyńce drzewo charakteryzuje się częściowym lub całkowitym brakiem igliwia w koronie (tylko w krańcowych przypadkach). Na obszarze Nadleśnictwa Płociczno wykonano zdjęcia lotnicze w skalach 1 : 2 500, 1 : 5 000, 1 : 7 500 i 1 : 10 000. Obserwując wykonane w poszczególnych skalach zdjęcia na autografie Topocart, doszliśmy do wniosku, że skalą pozwalającą na najbardziej wnikliwie opracowanie zagadnienia jest skala 1 : 2 500. Wykorzystując zdjęcia w tej skali, możliwe jest opracowanie mapy tematycznej, na której będą przedstawione pojedyncze drzewa z oznaczeniem 2 do 3 stadiów zaatakowania drzewostanów przez cetyńce. Zdjęcia w pozostałych skalach poddane przeglądom nie dały gwarancji pełnego rozeznania stopnia zagrożenia drzewostanów, aczkolwiek osobniki silnie zaatakowane przez szkodniki są rozróżniane bez trudu.

Techniczne wykonanie mapy tematycznej ze skali zdjęć 1 : 2 500 o formacie 6 cm × 6 cm jest jednak bardzo żmudne i pracochłonne. Zastosowania produkcyjne powyższego rozwiązania należałoby ograniczyć do przypadków uzasadnionych poważnymi potrzebami ochrony lasu lub argumentami natury gospodarczej.

## MOŻLIWOŚCI TECHNIKI FOTOINTERPRETACJI W LEŚNICTWIE

Wszystkie wymienione opracowania map tematycznych metodą fotointerpretacji powinna uzupełniać kontrola terenowa polegająca na wizualnym porównaniu map z terenem i ewentualnym wprowadzeniu korekt lub dodatkowych uzupełnień opracowanej mapy, wynikających z bieżącej działalności służby leśnej. Po wykonaniu tych czynności mapa tematyczna winna znaleźć się jak najszybciej w ręku użytkownika — służby leśnej.

Duże znaczenie ma — naszym zdaniem — możliwość bardzo szybko opracowania mapy tematycznej z wybranym zagadnieniem. Mając do dyspozycji zdjęcia lotnicze, można przykładowo opracować mapę tematyczną w skali 1 : 5 000 dla powierzchni 1 000 ha w ciągu 15 dni, przy zatrudnieniu 2 osób. Nie podejmujemy się określenia czasu i środków, jakich należałoby użyć do szczegółowego rozpoznania badanego zjawiska i opracowania takiej mapy metodami tradycyjnymi. Mapa tematyczna oddana w ręce jej użytkownika rozwiązuje między innymi takie zagadnienia, jak:

- dokładna lokalizacja chemicznego nawożenia lub zwalczania szkodników,
- dokładna lokalizacja wyciętych drzewostanu niemożliwego do uratowania i cięć sanitarnych,
- ocena stanu zdrowotnego i technicznego drzewostanu,
- ocena skuteczności akcji zwalczania szkodników, a znając rozmiar szkód, planowe gromadzenie odpowiednich sił i środków do ich zwalczania.

Interpretując zdjęcia lotnicze, zwróciliśmy uwagę na liczne możliwości dodatkowego ich wykorzystania w gospodarce leśnej i urządzaniu lasu. Zdjęcia te zawierają olbrzymi ładunek dodatkowych informacji, które — odpowiednio wykorzystane — mogą przynieść znaczne efekty ekonomiczne. Możliwe jest odczytanie takich informacji, jak:

- stopień zmieszania gatunków drzew (na przykład sosny, świerka i drzew liściastych), strukturę oraz udatność upraw, zmiany zadrzewienia,
- kameralne określenie liczby drzew poszczególnych gatunków na danym obszarze,
- kameralne ustalenie lokalizacji i obliczenie powierzchni, halizn, pożarowisk, wiatrołomów itp.,

- kameralne wyznaczenie pojedynczych drzew martwych,
- aktualizacja mapy gospodarczej,
- wpływ rodzaju gleby, uwilgotnienia na stan drzewostanów.

## WNIOSKI

1. Opierając się na zrealizowanych pracach doświadczalnych, stwierdza się wielką przydatność metody fotointerpretacyjnej na potrzeby ochrony i urządzania lasu. Wprawdzie badania ograniczono do przydatności filmu spektrostrefowego Kodak Aerochrome Infrared, lecz z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że wprowadzenie innych technik (jak na przykład wielospektralna) przyniesie równie korzystne efekty.

2. Uzyskanie z obszarów leśnych informacji metodą fotointerpretacji następuje szybko i nie wymaga zaangażowania wielu osób. Dokładność i szczegółowość uzyskanych w ten sposób danych są nieporównywalnie większe niż dzięki tradycyjnym metodom zbierania informacji.

3. Aby wprowadzić metody fotointerpretacji w leśnictwie na skalę produkcyjną, konieczne jest zbadanie przydatności innych, bardziej efektywnych technik rejestracji i przetwarzania obrazu.

4. Sprawą konieczną wydaje się możliwie szybkie wdrożenie wyników prac doświadczalnych w praktyce. Można przypuszczać, że szerokie zastosowanie techniki fotointerpretacji, zabezpieczające szybkie i dokładne rozpoznanie stanu sanitarnego drzewostanów, będzie miało znaczący wpływ pośredni na podniesienie zdrowotności lasów.

5. Do podniesienia efektywności metody fotointerpretacji należy zmierzać przez równoległe wykorzystanie materiału zdjęciowego na potrzeby urządzania lasu i aktualizację mapy leśnej metodami fotogrametrycznymi. Zdjęcia przeznaczone do tych celów mogłyby być wykonywane w skali około 1 : 15 000—1 : 20 000, co zaspokoiłoby potrzeby topograficzne całkowicie, natomiast w celu rozpoznania stanu sanitarnego drzewostanu miałyby charakter zwiadowczy. Na podstawie rozpoznania zwiadowczego byłyby wykonywane szczegółowe naloty na ściśle określone powierzchnie w skalach większych, dostosowanych do występującego zjawiska.

## LITERATURA

- Ciołkosz A., 1977: *Co to jest teledetekcja?*, „Przegląd Geodezyjny”, nr 6 [Warszawa].
- Mozgawa J., 1976: *Wykorzystanie barwnych zdjęć lotniczych w ochronie lasu*, „Las Polski”, nr 15—16.
- Bychawski W., Ciołkosz A., 1973: *Określenie za pomocą barwnej fotografii w podświetleniu strefy szkodliwego oddziaływania gazów emitowanych przez elektrownie na środowisko geograficzne*, „Informator IGIK”, nr 3.

ZDZISŁAW SUCHODOŁA, MIECZYŚLAW SOWIŃSKI

**PHOTOINTERPRETATION IN FORESTRY IN THE RANGE OF DIAGNOSING  
STAND SICKNESS THE EXAMPLE OF WORK GIVEN BEING CARRIED OUT  
FROM 1975 TO 1977 ON THE TERRAIN OF THE DISTRICT  
OF STATE FORESTS IN BIAŁYSTOK**

**S u m m a r y**

From 1975 the District Union of State Forests in Białystok has been carrying out initial investigative work relating to the adoption of photointerpretation in forestry. The participants are: the Institute of Geodesy and Cartography, the Institute of Investigative Forestry, the District Union of State Forests and the District Geodesic-Cartographical Enterprise in Białystok.

The aim of this work is the collection of our own national experiments and the evaluation of the possibility for using remote sensing in forest protection. The results of using the spectrozonal „Kodak Aerochrome Infrared 2443” for the determination of damage to stand caused by: geometrical moth (*Bupalus piniarius*), dark beetle (*Blastophagus* sp.) and root fungus (*Fomes annosus* (Fr./CKe)) are presented.

The drafts of the thematic map, connected with forest protection, is also discussed and is worked out on the basis of aerial photographs; also, the great suitability of remote sensing for forest protection and planning is stated. At the same time its speed is worthy of emphasis, as well as the exactitude of the obtained information.

In order to increase effectiveness, it is desirable to produce photographs on the scale 1 : 15 000—1 : 20 000, utilizing the elaborated forestry maps as well as the initial discernment of the sanitary state of the stand. In the second stage, enlarged aerial photographs would be designated for those drifts on which the initial discernment showed a threat to the sanitary conditions of the forest.

*Translated by Peter L. McGuire*

ZDZISŁAW SUCHODOŁA, MIECZYŚLAW SOWIŃSKI

**PHOTOINTERPRÉTATION DANS LA SYLVICULTURE. DIAGNOSES DES  
MALADIES DU PEUPEMENT À L'EXEMPLE DES TRAVAUX RÉALISÉS DANS  
LES ANNÉES 1975—1977 SUR LE TERRAIN ADMINISTRATIF  
À BIAŁYSTOK**

**R é s u m é**

Dès 1975 Administration Locale de Forêts à Białystok réalise les travaux scientifiques sur l'emploi de la photointerprétation dans l'économie forestière.

Le but de ces travaux est l'assembler les expériences propres et d'étudier les possibilités de l'emploi de la télédétection dans la protection de la forêt. Ont été présentés les résultats de l'emploi du film „Kodak Aerochrome Infrared 2443” à l'aide duquel ont été appréciés les endommagements du peuplement causés par les insectes: *Bupalus piniarius*, *Blastophagus* sp. et le polypore (*Fomes annosus* (Fr./CKe)).

Ont été également discutés les projets des cartes spéciales liées à la protection de la forêt, élaborés à partir des photographies aériennes. A été constaté le rôle positif de la télédétection dans la protection et l'aménagement de la forêt. Il faut y souligner la vitesse et la précision des informations acquises.

Pour augmenter l'effectivité des photographies, ont été suggérées les échelles du 1 : 15 000<sup>ième</sup>—1 : 20 000<sup>ième</sup>, qui facilitent l'élaboration des cartes forestières et la reconnaissance préliminaire de l'état sanitaire du peuplement. A l'étape suivante les photographies aériennes devraient être destinées aux régions où le peuplement est en danger.

*Traduit par Teresa Korba-Fiedorowicz*