

STANISŁAW MULARZ

Akademia Górniczo-Hutnicza
Kraków

PROBLEMATYKA ZWAŁOWISK GÓRNICWA ODKRYWKOWEGO W ŚWIELE INTERPRETACJI ZDJEĆ LOTNICZYCH TARNOBRZESKIEGO OKRĘGU SIARKOWEGO

W pierwszej fazie budowy kopalni odkrywkowej znaczne kubatury mas ziemnych muszą być przeniesione poza obręb odkrywki. Stąd powstaje konieczność formowania tzw. zwałowiska zewnętrznego, tworzącego typ budowli ziemnych dużych rozmiarów (sięgających niejednokrotnie 1 mld m³). Przemieszczenie tak wielkich ilości mas nie tylko stwarza poważne problemy w zakresie transportu, lecz także wymaga rozwiązania licznych zagadnień natury górniczo-technologicznej, geologiczno-inżynierskiej, hydrologicznej i innych.

W rozwiązywaniu tych właśnie kwestii niezwykle cenną, a niekiedy wręcz niezastąpioną pomocą jest zdjęcie lotnicze i umiejętność jego interpretacji. Metody fotointerpretacji stwarzają olbrzymie i ciągle jeszcze mało wykorzystane możliwości zastosowania, zwłaszcza w odniesieniu do problematyki dużych zwałowisk kopalń odkrywkowych, począwszy od etapu projektowania, poprzez sam proces formowania zwałowiska, a skończywszy na usunięciu skutków, czyli stadium rekultywacji.

WYKORZYSTANIE FOTOINTERPRETACJI PRZY PROJEKTOWANIU ZWAŁOWISKA

W fazie opracowywania projektu zwałowiska fotointerpretacja zdjęć lotniczych powinna być prowadzona pod kątem przydatności do wyboru optymalnego wariantu lokalizacji oraz najkorzystniejszej w danych warunkach technologii zwałowania.

Przedmiotem analizy powinny być zatem wszystkie te elementy i związki, które składają się na ukształtowanie powierzchni, stopień naturalnego

pokrycia i zagospodarowania danego obszaru. W wyniku przeprowadzonej fotointerpretacji otrzymujemy więc kompleksową informację dotyczącą:

- elementów morfologicznych z zaznaczeniem zasięgu i kierunków nachylenia poszczególnych partii terenu,
- elementów hydrograficznych z zaznaczeniem działów wodnych, wszelkiego rodzaju cieków powierzchniowych, naturalnych i sztucznych zbiorników wodnych, obszarów podmokłych lub o podwyższonej wilgotności itp.,
- występowania obszarów zalesionych z wyróżnieniem charakteru terenu itp.,
- istnienia wszelkiego typu obiektów budowlanych, zarówno wolno stojących, jak i tworzących zwartą zabudowę,
- obszarów kultur rolnych, łąk, pastwisk oraz nieużytków,
- przebiegu ważniejszych dróg, linii kolejowych, linii wysokiego napięcia itp.,
- lokalizacji obiektów specjalnych, takich jak: pomniki przyrody nieożywionej, rezerwy itp.

Fotointerpretację prowadzimy, obserwując przestrzenny model terenu przy użyciu stereoskopu lub przyrządów zapewniających duży komfort pracy i bardziej uniwersalnych, takich jak stereopantometr lub interpretoskop produkcji Zakładów „Carl-Zeiss” w Jenie. Rezultaty interpretacji poszczególnych stereogramów — zestawione w postaci fotoszkicu lub nałożone na fotomozaikę — służą projektantowi do wszelkich prac studialnych, związanych z projektowaniem zwałowiska (szczegółowy projekt technologii zwałowania, planowanie takich prac przygotowawczych jak: wywłaszczenie, wyřęby lasu, drenaż podłóza, drogi dojazdowe itd.).

Oczywiście, walory tej metody mogą być w pełni wykorzystane tylko wówczas, gdy interpretacji zdjęć dokonuje samodzielnie projektant bądź czynnie w niej współuczestniczy. Uwzględnienie rezultatów fotointerpretacji pozwala na znaczne skrócenie czasu wykonywania projektu oraz stwarza możliwość kompleksowego ujęcia szerokiego wachlarza zagadnień związanych z procesem zwałowania.

FOTOINTERPRETACJA W OKRESIE FORMOWANIA ZWAŁOWISKA

W stadium właściwego formowania zwałowiska metody fotointerpretacji mogą być w pełni wykorzystane jedynie wówczas, gdy zdjęcia będą wykonywane cyklicznie, w dostosowanych do konkretnych warunków i potrzeb odstępach czasu.

Zakres problematyki, która może stanowić przedmiot fotointerpretacji, jest w okresie „budowy” zwałowiska bardzo szeroki. W związku z tym

ograniczmy się do podania tylko niektórych kwestii istotnych przede wszystkim z punktu widzenia praktyki ruchowej.

Do nich należą między innymi:

- kontrola przebiegu prac zwałowych (rozwiniecie frontów roboczych, okresowe określenie kubatury mas zwałowych, rytmiczność dostawy urobku itp.);
- rejestracja, badanie dynamiki oraz prognoza zjawisk i procesów geologiczno-inżynierskich, zachodzących w obrębie masywu zwałowiska i na jego przedpołu; należy szczególnie uwzględnić te procesy, które mogą stanowić bezpośrednie zagrożenie dla ciągłości zwałowania (osuwiska skarp roboczych, deformacje przedpoła, skarp stałych i wierzchowiny zwałowiska, rozpełzwanie materiału zwałowego, rozwój procesów denudacyjnych i inne);
- rejestracja i śledzenie zmian stosunków wodnych (tworzenie się zbiorników wodnych na przedpołu i koronie zwału, wycieki wodne z masywu zwałowiska, zmiany sieci hydrograficznej w otoczeniu zwałowiska itp.);
- analiza zmian zachodzących w otoczeniu formowanego zwałowiska (zmiany w szacie roślinnej i reżimie wód gruntowych itp.).

FOTOINTERPRETACJA NA POTRZEBY REKULTYWACJI ZWAŁOWISKA

Znaczne korzyści przynosi zastosowanie zdjęć lotniczych i wyników ich interpretacji do planowania i projektowania prac rekultywacyjnych. Efektem racjonalnie prowadzonej rekultywacji powinno być usunięcie albo przynajmniej znaczne złagodzenie ujemnych skutków i szkód powstałych w wyniku usypania zwału.

Zabiegi rekultywacyjne powinny więc zmierzać przede wszystkim do przywrócenia obszarowi zwałowiska funkcji użytkowych (uprawy rolno-leśne, przestrzenne zagospodarowanie), a równocześnie do „wkomponowania” tego sztucznego tworu, jakim jest masyw zwałowiska, w naturalne, pierwotne tło krajobrazu.

Fotointerpretacja zdjęć lotniczych prowadzona pod kątem potrzeb rekultywacji powinna dać między innymi:

- wydzielenie w obrębie wierzchowiny i zboczy zwałowiska partii jednorodnych pod względem charakteru litologicznego, co ma bardzo istotne znaczenie dla racjonalnego projektowania prac rekultywacyjnych; posiadanie bowiem tego rodzaju rejonizacji umożliwi selektywne stosowanie zabiegów rekultywacyjnych, pozwalających na szybką odbudowę warstwy glebowej;
- studium form morfologicznych powstających wskutek działania czynników technologicznych i procesów denudacyjnych, rozwijających się w obrębie zarówno masywu, jak i w najbliższym otoczeniu zwałowis-

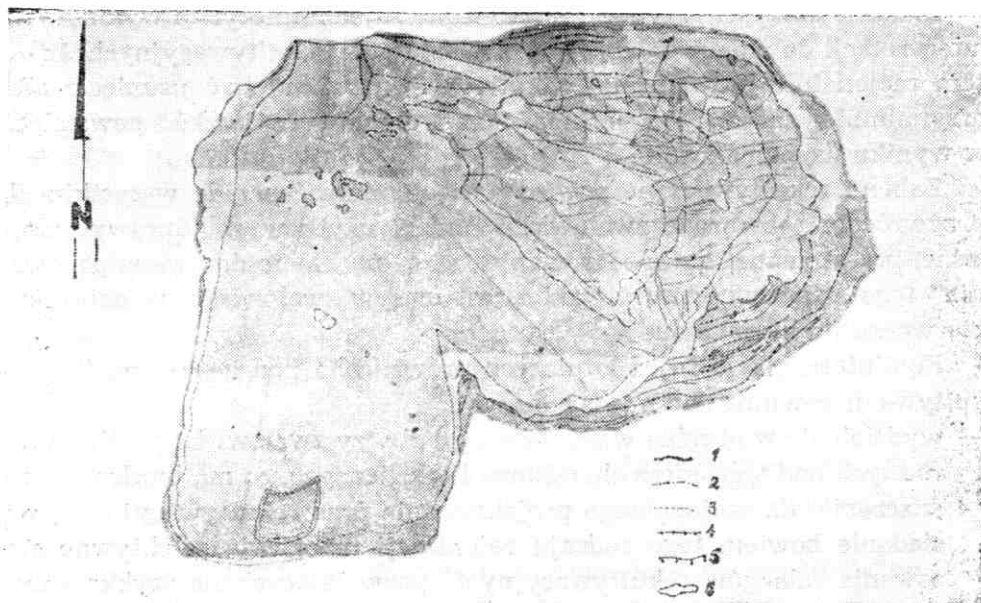
ka; wyniki fotointerpretacji w tym zakresie znajdują zastosowanie w „uporządkowywaniu” gospodarki wodnej zwałowiska, dzięki czemu uzyskuje się ograniczenie szkodliwych skutków działania procesów denudacyjnych;

— rejestrację wszelkich przejawów wodnych występujących w obrębie zwałowiska i na jego przedpolu (wycieki i zbiorniki wodne, rejony o podwyższonej wilgotności itp.).

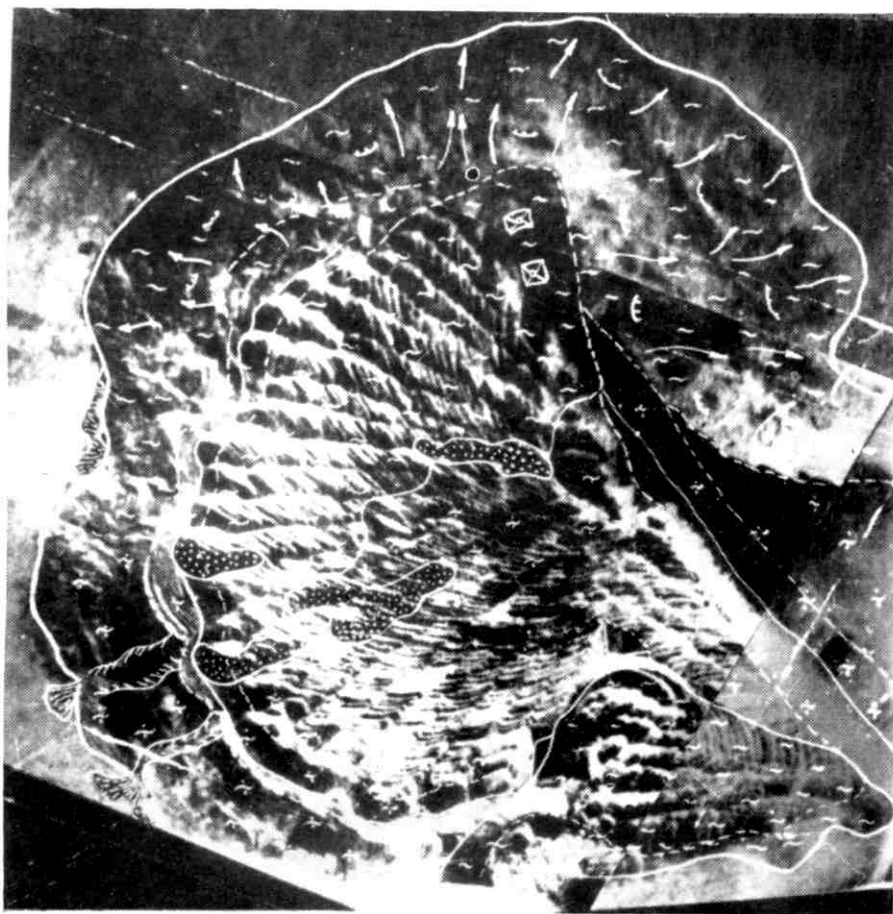
Metody fotointerpretacji mogą być ponadto z powodzeniem wykorzystywane do sprawdzania skuteczności zastosowanych zabiegów rekultywacyjnych, zaplanowania niezbędnych korekt w tym zakresie, jak również do przestrzennego zagospodarowania obszaru, zwłaszcza dużych zwałowisk.

PRZYKŁADY WYKORZYSTANIA METOD FOTINTERPRETACJI

Przykład opracowania fotointerpretacyjnego wykonanego w stadium formowania zwałowiska przedstawia rysunek 1. Jest to zwałowisko zewnętrzne kopalni M, w którym z powodu niestateczności podłoża doszło do rozwoju procesów typu waporowego na olbrzymią skalę, nie spotykaną dotychczas w praktyce polskiego górnictwa odkrywkowego. W rezultacie rozwinęła się rozległa strefa deformacji, angażująca nie tylko bezpośrednie podłoże i rejon przyskarpowy, ale również dalekie przedpole zwałowiska.



Rys. 1. Przykład opracowania fotointerpretacyjnego w stadium formowania zwałowiska: 1, 2 — kontury dolnej i górnej krawędzi skarpy, 3 — pęknięcia i szczeliny w masywie zwałowiska, 4 — elementy strukturalne form powstałych w procesie wypierania podłoża, 5 — granica zasięgu deformacji przedpola, 6 — większe zbiorniki wodne



1



4



2



5



3



6

Rys. 2. Przykład opracowania fotointerpretacyjnego dla stadium likwidacji zwałowiska: 1 — utwory strefy I, 2 — utwory strefy II, 3 — utwory strefy III, 4 — większe zagłębienia bezodpływowe, 5 — obszar powstałych ruchów masowych, 6 — strefy z aktywną erozją

Skalę zjawiska najlepiej ilustruje rozprzestrzenianie się strefy deformacji na odległość około 500 m już podczas formowania pierwszej warstwy zwałowiska o wysokości 30 m. Kinematykę procesu deformacji przedpola badano za pomocą pomiarów geodezyjnych i obserwacji fotogrametrycznych. Metody fotointerpretacji posłużyły natomiast do analizy deformacji powstałych na koronie zwałowiska, kompleksowego studium form występujących w strefie deformacji i w obrębie masywu zwałowiska oraz do badania całokształtu stosunków wodnych.

Fotointerpretację prowadzono przy użyciu stereoskopu i stereopantomietru, wykorzystując zarówno zdjęcia stykowe, jak i diapozytywy. Dzięki znacznemu przewyższeniu modelu stereoskopowego i stosunkowo dużej skali zdjęć (1 : 4000) uzyskano bardzo dobrą czytelność mikroreliefu, wydatnie ułatwiającego interpretację obserwowanych faktów.

Szczegółowa analiza modelu dostarczyła wielu informacji, które wykorzystano do:

- wyznaczenia konturów dolnej i górnej warstwy zwału oraz do określenia związków przestrzennych,
- wydzielenia stref deformacji przedpola,
- wyznaczenia elementów strukturalnych form powstałych wskutek przemieszczania mas na przedpolu,
- analizy charakteru i wielkości deformacji występujących na koronie zwału (przebieg i kierunki głównych szczelin oraz pęknięć powstałych w masywie zwałowiska),
- rejonizacji wszelkich zjawisk wodnych występujących na koronie i przedpolu zwałowiska,
- wyodrębnienia deformacji zbczoły powstałych na skutek ruchów masowych typu osuwiskowego bądź w wyniku pełnienia materiału zwałowego.

Rezultaty przeprowadzonej fotointerpretacji rzuciły też pewne światło na mechanizm procesu poprzez określenie licznych związków przyczynowych i zależności, jak na przykład wysokość zwału a zasięg i natężenie zjawisk waporowych, deformacje korony a przyrost obciążeń statycznych spowodowanych sypaniem drugiej warstwy zwałowiska itd.

Rysunek 2 przedstawia przykład fotointerpretacji w stadium likwidacji zwałowiska, a więc pod kątem przydatności w pracach rekultywacyjnych. Analiza zdjęć zwałowiska zewnętrznego kopalni P pozwoliła wyodrębnić trzy zasadnicze strefy litologiczne:

- I — strefę utworów przeważająco ilastych,
- II — strefę utworów przeważająco piaszczystych,
- III — strefę utworów mieszanych (piaszczysto-ilastych).

Dwie pierwsze strefy są, praktycznie rzecz biorąc, jednorodnie litologicznie, trzecia strefa — utworów mieszanych — stanowi rodzaj struk-

tury mozaikowej, złożonej z występujących na przemian różnej wielkości płatów utworów ilastych i piaszczystych. Prawdliwość wydzielen fotointerpretacyjnych sprawdzono następnie bezpośrednio w terenie.

Morfologia powierzchni zwałowiska stanowi odbicie stosowanej technologii zwałowania, dzięki czemu niemal na całym obszarze jest jednolita. Charakteryzuje się ona pewną rytmiką form występujących na przemian wzniesień i obniżen, dających w rezultacie powierzchnię regularnie pofalowaną o deniwelacjach 1,5 m—3 m, pociętą systemem poprzecznych, brzdowych obniżen biegnących radialnie od części centralnej zwału w kierunku zewnętrznej krawędzi. Zbocza południowej i zachodniej części są strome o regularnym przebiegu, posiadają, głównie w warstwie górnej, urozmaiconą rzeźbę. Natomiast w części północnej są połogie, o nieregularnej rzeźbie z dużą ilością miskowatych zagłębien i płaskich kopuł. Ukształtowanie powierzchni oraz charakter i rozprzestrzenienie utworów występujących na powierzchni stwarzają dogodne warunki do infiltracji wód opadowych w zwałowisko. Zbocza części północnej wskutek ruchów masowych uległy znacznym deformacjom, w wyniku czego nastąpiło rozpełźnięcie materiału i zmniejszenie nachylenia skarpy. Na zboczach, zwłaszcza w części zachodniej, obserwuje się rozwój erozji i zjawisk suffozyjnych dzięki wodom spływającym, jak również wypływającym ze zwałowiska. Dalszy rozwój tych procesów może prowadzić do naruszenia stateczności zboczy.

Zabiegi rekultywacyjne z punktu widzenia stateczności zboczy muszą przede wszystkim uwzględniać zagadnienia gospodarki wodnej zwałowiska, a mianowicie:

- uregulowanie spływu nadmiaru wody z korony wału,
- przeprowadzenie wstępnego wyrównania powierzchni i zlikwidowania większych bezodpływowych zagłębien, zwłaszcza w rejonach przykrawędziowych.

UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiony schemat oraz przykłady opracowań fotointerpretacyjnych uwzględniają jedynie niektóre możliwości wykorzystania metod fotointerpretacyjnych w rozległej problematyce zwałowisk górnictwa odkrywkowego. Ponieważ podobne zagadnienia pojawiają się przy eksploatacji podziemnej, celowe wydaje się szersze niż dotąd wykorzystanie zdjęć lotniczych i ich interpretacji w górnictwo-geologicznej obsłudze kopalń.

STANISŁAW MULARZ

**THE PROBLEM OF OPEN CAST MINING WASTE DUMPS IN
THE CONTEXT OF INTERPRETATION OF AERIAL PHOTO-
GRAPHS OF THE TARNOBRZEG SULPHUR AREA**

S u m m a r y

Examples are presented of the utilisation of aerial photography at various stages of the exploitation of a strip mine, i.e. during project planning, during piling up of the waste dumps and during recultivation following the end of dumping operations.

Aerial photographs are currently used most frequently in the second and third stages, but it is not considered during the planning stage. However, to ensure optimum achievements in mine operation this is not sufficient.

In the case of particularly extensive deformation of the subsoil, loaded by the weight of the dumps, the use of large scale aerial photographs is the only possible and effective method of technical assessment of the threat to the environment.

In the closing part the author gives examples of studies of ground mass movements initiated due to the pressure of such dumps.

STANISŁAW MULARZ

**LA PROBLÉMATIQUE DES TERRILS DE L'EXPLOITATION
DES MINES À CIEL OUVERT À LA LUMIÈRE DE
L'INTERPRÉTATION DES VUES AÉRIENNES DE LA
RÉGION DE SOUFRE DE TARNOBRZEG**

R é s u m é

L'auteur donne les exemples de l'exploitation des vues aériennes dans les étapes différentes du travail de la mine à ciel ouvert: pendant l'établissement du projet, au cours de la formation du terril et de la recultivation du terrain, après la formation du terril.

Actuellement les vues aériennes sont le plus souvent employées dans la deuxième et la troisième étape, et elles ne sont pas prises en considération pendant l'étape de l'établissement du projet. Cette solution ne peut pas pourtant garantir le travail indiqué dans la mine.

Dans le cas de la déformation du sous-sol particulièrement étendue, étant sous la pression du poids du terril, l'emploi des vues aériennes à grande échelle est le seul moyen technique possible et efficace de contrôle du menace de milieu.

A la fin, l'auteur présente les exemples des examens des variations en masse, provoquées par la pression du terril.