

Ocena przydatności zdjęć lotniczych w badaniach osuwisk na przykładzie Beskidu Śląskiego i Małego

Na stokach beskidzkich ruchy osuwiskowe są procesem bardzo powszechnym. Proces ten obejmuje nie tylko skały luźne i pokrywy zwietrzelinowe, ale także skały zwięzłe. O tworzeniu się osuwisk w dużej mierze decyduje budowa geologiczna podłoża (L. Bober, A. Wójcik 1977; T. Ziętara, O. Jakubowska 1983; L. Bober 1984; A. Kotarba 1986; J. Kukulak 1988; T. Ziętara 1988), a optymalne warunki dla ich powstania istnieją przede wszystkim tam, gdzie nachylenie zbocza jest zbliżone do upadu warstw, zaś upad ten jest mniejszy od nachylenia zbocza. Wówczas warstwa łupków między ławicami piaskowców stanowi znakomitą powierzchnię poślizgu. Należy także podkreślić, że przebieg dyslokacji tektonicznych wpływa bezpośrednio lub pośrednio na powstawanie głębokich osuwisk skalnych. Nisze tych osuwisk są złożone na płaszczyznach dyslokacji tektonicznych, a masy osuwiskowe odznaczają się dużą ruchliwością. Takie osuwiska występują w przełomie doliny Soły przez Beskid Mały (T. Ziętara 1968) oraz na progu tektonicznym, którym Beskid Śląski opada w kierunku dna Kotliny Żywieckiej (M. Bajgier 1988, 1989).

Rozmieszczenie osuwisk na stokach jest różne i nierównomierne. W Karpatach fliszowych są obszary, których stoki w ponad 50% są zajęte przez osuwiska. Do takich obszarów intensywnie modelowanych przez procesy osuwiskowe należą: północne stoki Babiej Góry, Pilska, stoki Romanki i Lipowskiej, Pasma Pewelskie w Beskidzie Średnim, stoki Beskidu Wyspowe-

go, zachodnia część Beskidu Niskiego, północne stoki pasma Cergowej Góry oraz progi o założeniach tektonicznych i strukturalnych w Beskidzie Śląskim i Małym. Stoki osuwiskowe są praktycznie bardzo trudne do zagospodarowania, ponieważ często ulegają odmładzaniu i ruchom potomnym. Dlatego też istotna jest znajomość ich rozmieszczenia i częstotliwości ich odmładzania (T. Ziętara 1973, 1974).

Celem niniejszej pracy jest ocena przydatności zdjęć lotniczych w badaniach osuwisk, a w szczególności do ich kartowania, analizy i określania dynamiki rozwoju stoków modelowanych przez procesy osuwiskowe.

METODA BADAŃ

Stoki Beskidu Śląskiego i Małego w dużej części są porośnięte lasem, a olbrzymie osuwiska znajdują się na stokach zalesionych. Dla tego terenu wykonano bardzo dobre mapy geologiczne w podziałce 1 : 50 000 (J. Burtanówna i in. 1937; A. Tokarski 1947; J. Burtan, S. Sokołowski 1956; W. Nowak 1963), mapy geomorfologiczne w podziałce 1 : 25 000 oraz panchromatyczne zdjęcia lotnicze z różnych nalotów. Zdjęcia lotnicze analizowano pod stereoskopem, pod względem ich przydatności do kartowania osuwisk. Za pomocą przetwornika LUZ naniesiono granice i formy osuwisk na podkłady map poziomicowych w porównywalnej podziałce 1 : 10 000 (T. Ziętara, J. Lis, M. Bajgier 1986). Przedstawiony w ten sposób materiał kartograficzny pozwolił na dokonanie dalszej interpretacji z punktu widzenia form i struktury obszarów osuwiskowych.

ANALIZA CZYTELNOŚCI GRANIC OSUWISK NA ZDJĘCIACH LOTNICZYCH

Na podstawie analizy dotychczasowych map geologicznych stwierdzono, że na obszarze Beskidu Śląskiego i Małego znajduje się znikoma ilość osuwisk (J. Burtanówna i in. 1937; A. Tokarski 1947; J. Burtan, S. Sokołowski 1956; W. Nowak 1963). Znaczone są one na stokach nie porośniętych lasem lub w miejscach, gdzie w czasie kartowania geologicznego dostrzeżono świeże, młode osunięcia mas skalno-zwietrzelinowych. Znacznie więcej obszarów osuwiskowych jest zaznaczonych na mapach geomorfologicznych. Do prac geomorfologicznych bardzo często załączone są plany i przekroje osuwisk, wykonane na podstawie zdjęć stolikowych i busolowych poza obszarami leśnymi lub tam, gdzie osuwisko zaburzyło zupełnie strukturę leśną (T. Ziętara 1962, 1964, 1968; L. Bober, N. Oszczypko 1975; L. Bober, A. Wójcik 1977). Wynika to z faktu, iż wykonanie zdjęcia stolikowego osuwiska porośniętego lasem jest niezmiernie trudne, a czasem wręcz niemożliwe, ponieważ zwarte lasy górskie ukrywają ślady form osuwiskowych, nie hamując jednak ich ruchów.

Na zdjęciach lotniczych granice osuwisk, przebieg krawędzi i progów osuwiskowych są stosunkowo łatwo czytelne i dają się identyfikować w sposób prawie jednoznaczny, ponieważ z reguły w miejscach tych są zmienione sukcesje roślinne, zaznaczające się na zdjęciach zróżnicowaniem fototonu.

Dzięki obserwacji stereoskopowej nawet przy jednorodnym (niezmienionym) pokryciu lasem można wyróżnić krawędzie osuwisk, dające wyraźny próg przy interpretacji.

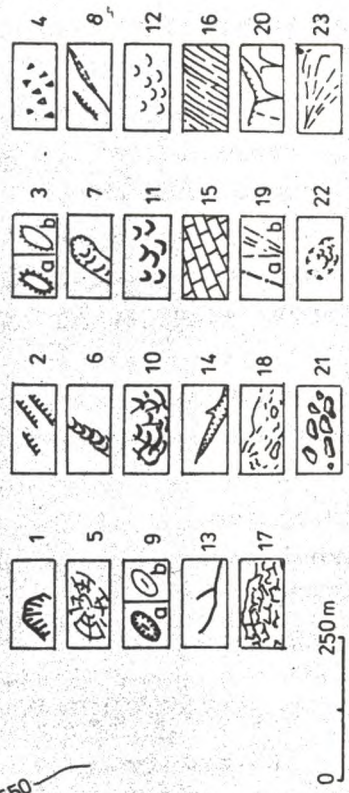
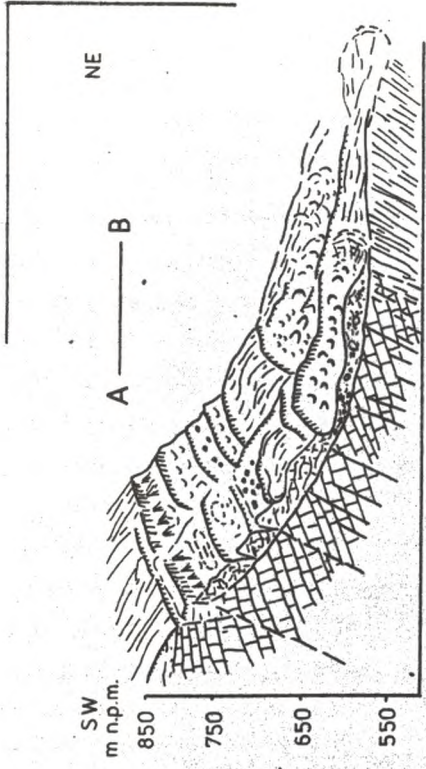
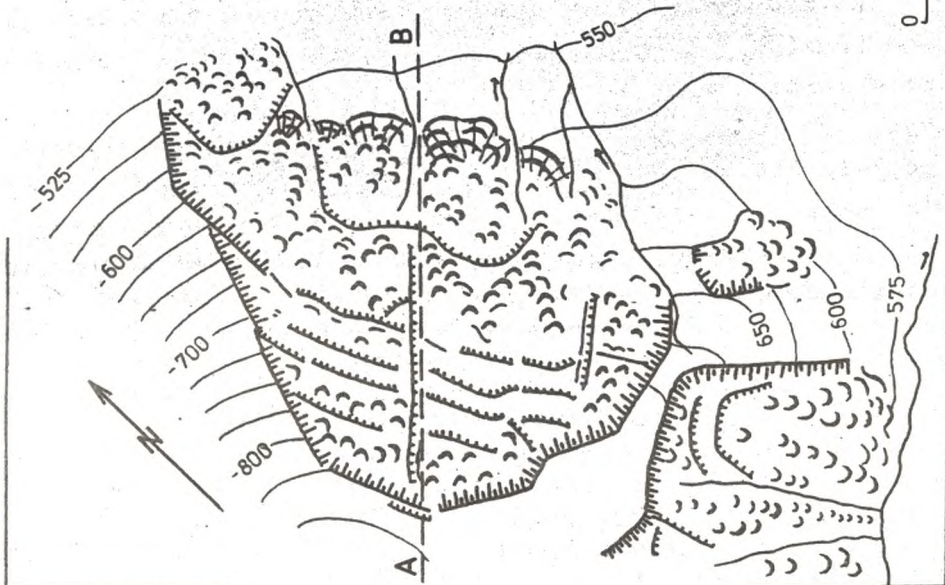
Podczas analizy stereoskopowej wielkich i głębokich form osuwiskowych wyraźnie zaznaczają się nie tylko krawędzie i progi, ale są również czytelne duże wały osuwiskowe i zagłębienia wewnątrz osuwiskowe (stoki Skrzycznego i Baraniej Góry) oraz rozcięcia erozyjne, zaznaczające się wąskimi smugami cienia.

Na zdjęciach lotniczych można także zidentyfikować młode osunięcia w obrębie starych, zabliznionych form (jako powierzchnie o jaśniejszym fototonie), a tym samym określić etapy ewolucji osuwiska nie tylko na terenach odsłoniętych, ale również na obszarach lesistych, co było dotychczas niemożliwe.

Najważniejszym problemem w badaniach ruchów masowych jest dokładność wyznaczania granic obszarów osuwiskowych, co przy tradycyjnych metodach kartowania geomorfologicznego było utrudnione. Dlatego też na mapach geologicznych i geomorfologicznych osuwiskom nadawano kształty opływowo-koliste (T. Ziętara 1968, 1972; M. Baumgart-Kotarba 1974). Porównując przebieg prac osuwiskowych naniesionych ze zdjęć lotniczych na podkłady map poziomicowych z formami osuwiskowymi wcześniej kartowanymi stwierdzono, że obszary osuwiskowe zajmują znacznie większe powierzchnie, a w morfologii osuwisk dominują nisze i progi o przebiegu bardziej prostoliniowym (ryc. 1).

Ryc. 1. Plan i przekrój osuwiska na wschodnim stoku Ostrego

1 - nisze osuwiskowe o ścianach i krawędziach dobrze zachowanych, 2 - nisze i progi w obrębie osuwiska, 3 - duże wały, stopnie i grzędy osuwiskowe, a - symetryczne, b - asymetryczne, 4 - stoki blokowo-obrywowe (bloki i złomiska skalne), 5 - duże kopulaste pagóry osuwiskowe, 6 - podłużne wały i grzędy osuwiskowe, 7 - rynnowe osuwiska, 8 - szczeliny i rozpadliny, 9 - zagłębienia wewnątrzosuwiskowe, 10 - wyraźne garby osuwiskowe, a - głębokie, b - płytkie, 11 - języki i stoki osuwiskowe o wyraźnych nabrzmieniach, 12 - drobne zmarszczki i języki ziemno-zwietrzelinowe w obrębie stoków osuwiskowych, 13 - doliny wciosowe, 14 - doliny wciosowo-skrzynkowe, 15 - seria piaskowców gruboławicowych, 16 - seria łupkowa, 17 - pakiety skalno-rumoszowe, 18 - kolumny gliniasto-blokowe, 19 - dyslokacje, a - o dużej amplitudzie przemieszczenia, b - o małej amplitudzie przemieszczenia, 20 - rozpadliny i szczeliny, 21 - rumosz skalno-blokowy w obrębie wałów osuwiskowych, 22 - wtórne, małe osunięcia, 23 - stożek torencjalny



PRZEBIEG GRANIC FORM OSUWISKOWYCH
A PRZESTRZENNA ORIENTACJA
POWIERZCHNI NIECIĄGŁOŚCI PODŁOŻA
I POWIERZCHNI MORFOLOGICZNYCH

W celu wyjaśnienia i ukazania roli tektoniki w genezie i rozwoju form osuwiskowych szczegółowymi badaniami objęto drobne struktury tektoniczne. Metoda ta polegała na dokonywaniu pomiarów parametrów orientacji przestrzennej zaobserwowanych w podłożu powierzchni nieciągłości (spękań ciosowych, międzylawicowych, z odprężenia i grawitacyjnych). Celem ukazania wzajemnych zależności między podłożem a morfologią form osuwiskowych dokonano pomiarów orientacji przestrzennej powierzchni nieciągłości podłoża i porównano je z pomiarami orientacji przestrzennej powierzchni morfologicznych: ścian, progów, szczelin bądź rozpadlin w obrębie analizowanych form. Dokładna analiza wykazała, że kierunki ścian, linie progów i przebieg krawędzi osuwiskowych nawiązują bardzo wyraźnie do przeważających układów spękań ciosowych i stref tektonicznych zaznaczających się w obrębie osuwisk, jak i poza ich obszarem.

Również kierunki krawędzi przemieszczonych bloków bardzo często odpowiadają azymutom spękań podłoża. Bezpośre porównanie azymutów spękań oraz kierunków krawędzi osuwych wykazuje, że odpowiadają one dokładnie dominującym podłożu liniom tektonicznym. Świadczy to o znacznym udziale tektoniki w powstawaniu i rozwoju ruchów masowych oraz tłumaczy prostolinijny przebieg nisz, progów i krawędzi form osuwiskowych.



Fot. 1. Fragment zdjęcia lotniczego, na którym znajduje się górna część osuwiska rynnowego modelującego południowe stoki Skrzycznego. Wyraźnie zaznacza się zmiana fotonu, uwarunkowana różnorodną roślinnością. Porównaj plan osuwiska (ryc. 2.)

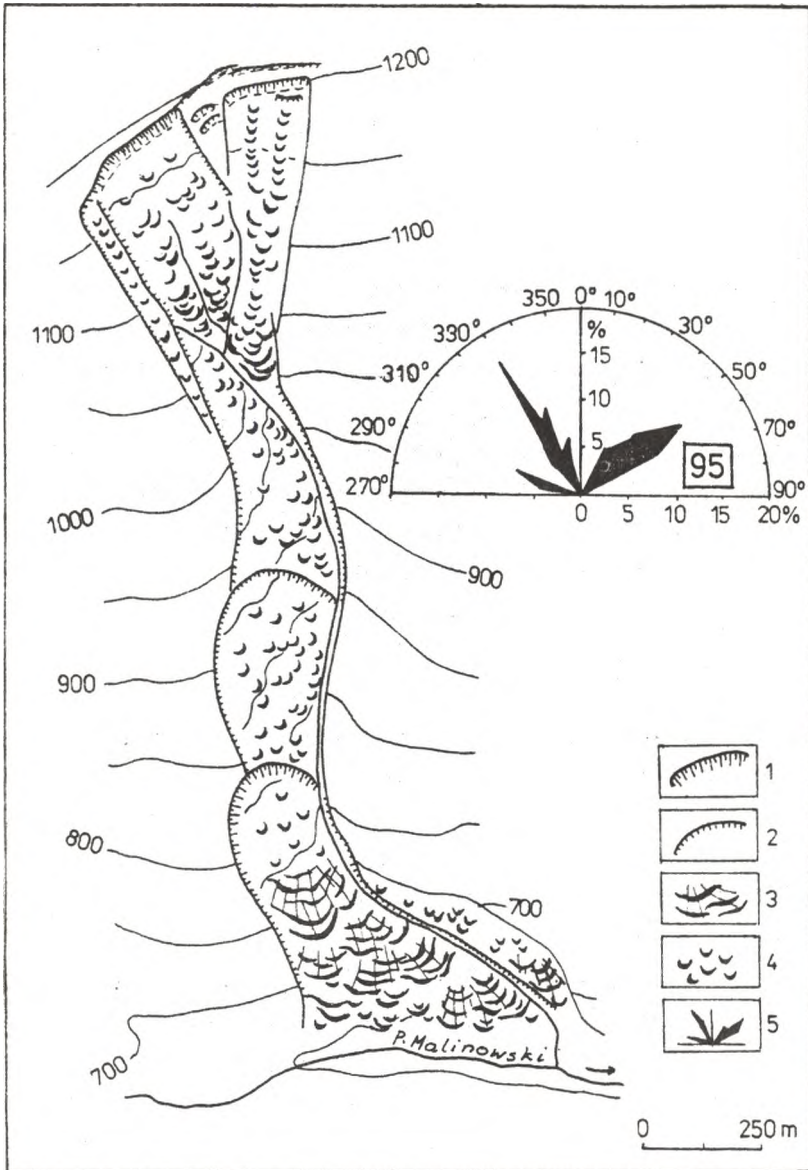
KIERUNKI I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ZDJĘĆ LOTNICZYCH W BADANIACH RUCHÓW OSUWISKOWYCH

Zdjęcia lotnicze, zwłaszcza stereoskopowe, umożliwiają wstępne zapoznanie się z terenem w sposób o wiele dokładniejszy niż pozwalałyby na to jakiegokolwiek mapy. Porównanie zdjęć lotniczych z dokładną i szczegółową mapą topograficzną (1 : 10 000) pozwala ustalić precyzyjnie zasięgi i wzajemne rozmieszczenie zjawisk. Można również analizować rozmiary i szybkość aktualnych zmian w zarysie form osuwiskowych.

Analiza zdjęć lotniczych pozwala ustalić: lokalizację osuwiska, jego zarys i zasięg, przebieg granic i szybkość zanikania współczesnych form. Na zdjęciach lotniczych można również identyfikować młode osunięcia w obrębie starych, zablźnionych form (niewidocznych w terenie), a tym samym określić etapy ewolucji osuwiska (ryc. 2).

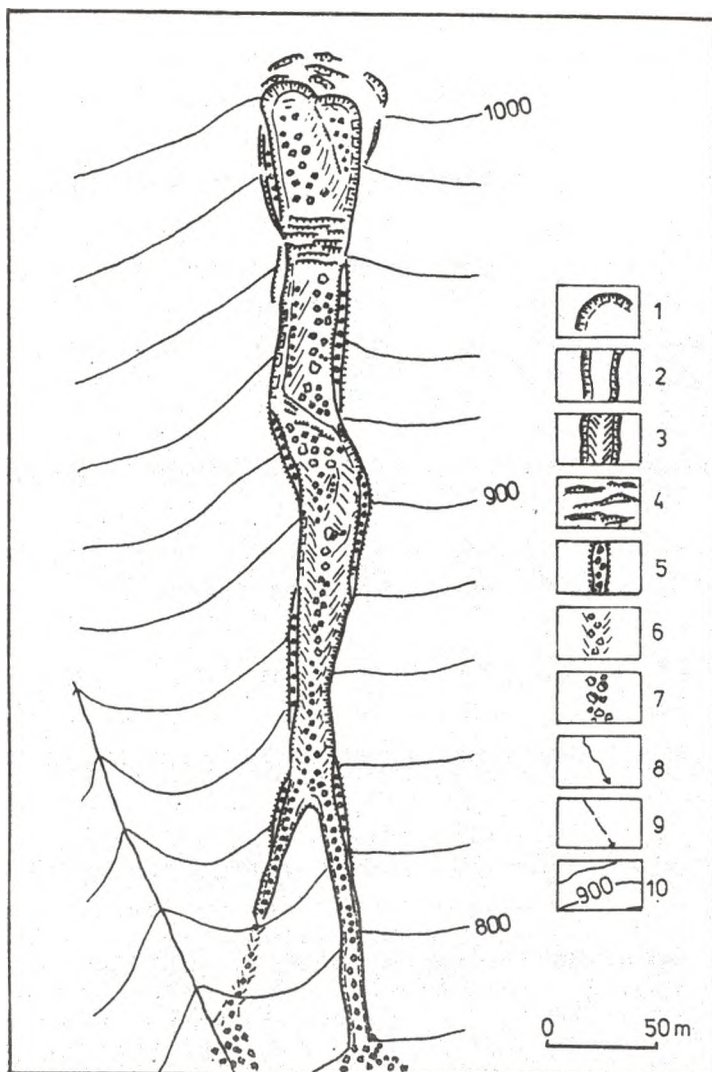
Fotograficzne lub kserograficzne (dwu- lub trzykrotne) powiększenie zarysu osuwiska naniesionego ze zdjęcia lotniczego na podkład topograficzny daje możliwość sporządzenia szczegółowego planu osuwiska. Jest on konieczny dla opracowania optymalnych sposobów zagospodarowania badanych osuwisk. Może także służyć do dalszych badań fotointerpretacyjnych (ryc. 3, 4).

Wykorzystując do opracowań kartograficzno-geomorfologicznych fotogrametrię lotniczą i wielokrotne naziemne zdjęcie stereofotogrametryczne z tej samej bazy, uzyskujemy przestrzenny model morfodynamiczny. Na jego podstawie można przeprowadzić szereg analitycznych obliczeń dotyczących dynamiki procesów, np. szybkości ruchu i objętości przemieszczanego materiału skalnego w strefie osuwiska. Łączne zastosowanie tych metod da w efekcie możliwość ilościowej kontroli zjawisk i procesów. Porównywanie obrazów stereoskopowych pozwala na precyzyjne określenie przestrzennych przesunięć punktów danej formy, np. w przypadku obser-



Ryc. 2. Plan osuwiska na południowym stoku Skrzycznego (wyraźnie zaznaczają się etapy rozwoju osuwiska)

1 - krawędzie nisz osuwiskowych o wyraźnych kształtach, 2 - krawędzie rynien osuwiskowych, 3 - duże wały w obrębie osuwiska, 4 - powierzchnia osuwiska, 5 - diagram konturowy spękań ciosowych



Ryc. 3. Plan rynnowego osuwiska na wschodnim stoku Skrzyżnego, które powstało po powodzi w 1958 roku

- 1 - ściany niszy osuwiskowej,
- 2 - krawędzie rynny osuwiskowej,
- 3 - skalne dno rynny osuwiskowej,
- 4 - progi skalne, 5 - wały podłużne zbudowane z gruzu skalnego, ciągnące się wzdłuż rynny osuwiskowej,
- 6 - głębokie rynny korazyjne,
- 7 - bloki i złomiska skalne,
- 8 - ciekі stałe, 9 - ciekі gubiące wodę, 10 - poziomice co 10 m

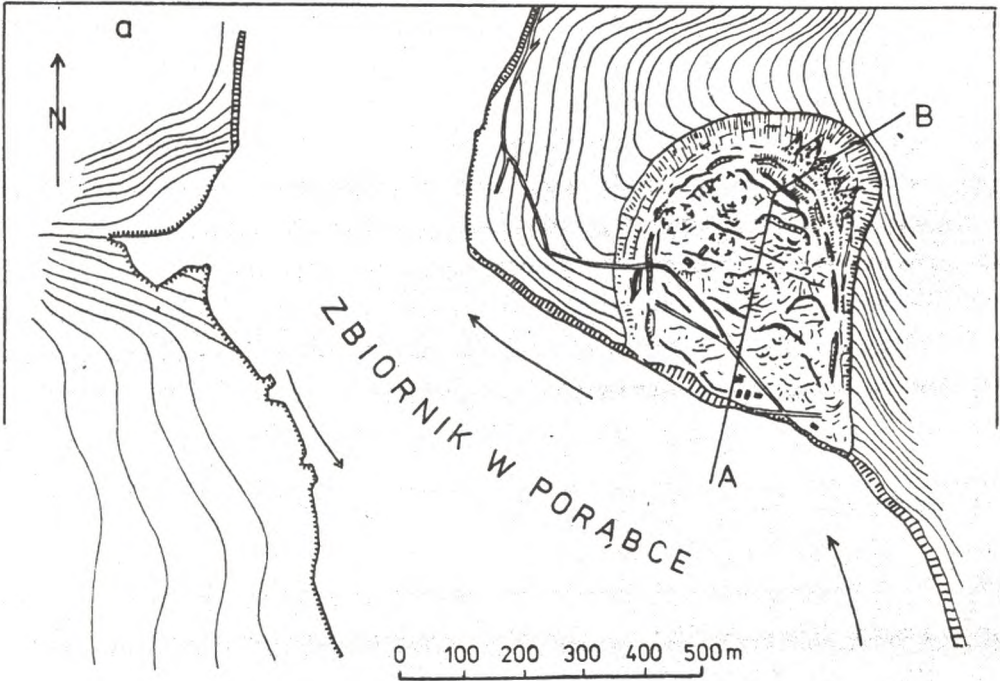
wacji szybkości ruchu osuwiska. W tym przypadku można pracować na zwykłych zdjęciach stereofotogrametrycznych z bazy liniowej, jak również na zdjęciach z bazy czasowej, tzn. wykonanych w pewnych odstępach czasu z tego samego miejsca. W obrębie badanych form można założyć stałe punkty reperowe. Z tych reperów należy następnie wykonywać w pewnych odstępach czasu kontrolne zdjęcia pomiarowe. Pozwolą one na rejestrację zmian w rzeźbie stoków. Umożliwiają także obserwację dynamiki przemieszczania się materiału w obrębie form osuwiskowych.

Do badania zmian objętościowych, powierzchniowych, zarysu i wielkości poszczególnych punktów formy osuwiskowej można zastosować metodę porównywania szczegółowych planów osuwisk wykonanych na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych.

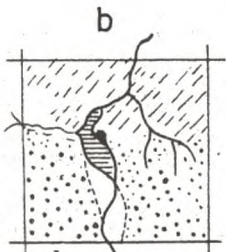
Przykładowo metodę tę wykorzystano w obserwacjach rozwoju osuwiska na lewym zboczu doliny Kościelca w Beskidzie Śląskim (ryc. 4). W pierwszym etapie (1960 rok) powstało wąskie osuwisko rynnowe (A - A') o powierzchni 0,76 km². Objętość przemieszczonego materiału wynosiła 38,0 mln m³.

Ryc. 4. Osuwisko w Międzybrodziu Kobiernickim na prawym zboczu doliny Soły rozcinającej Beskid Mały

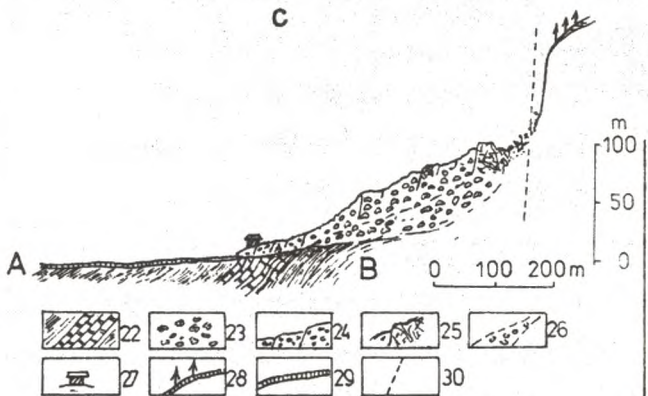
a - plan osuwiska: 1 - ściany starej niszy osuwiskowej, 2 - wał podłużny zbudowany z pakietów skalnych znajdujących się u podnóża tylnej ściany osuwiskowej, 3 - zagłębienia wewnątrz osuwiskowe, 4 - stożki usypiskowe, 5 - krawędzie nowego osunięcia z 1960 r., 6 - szczeliny, 7 - drobne łapy złaziskowe, 8 - drogi, 9 - przesunięte drogi, 10 - wysoka faleza, 11 - niska faleza, 12 - brzegi słabo podcinane, 13 - zniszczone i uszkodzone domy oraz zabudowania gospodarskie, 14 - poziomicę, 15 - cieki, 16 - kierunek prądu w jeziorze w Porąbce, 17 - linia przekroju; b - szkic sytuacyjny: 18 - warstwy godulskie środkowe, 19 - warstwy godulskie górne, 20 - jezioro w Porąbce, 21 - osuwisko w Międzybrodziu Kobiernickim, 22 - ławice piaskowca w warstwach łupkowych; c - przekrój osuwiska: 23 - bloki skalne w rozartowanej masie gliniasto-łupkowej, 24 - pęknięcia, 25 - pakiety skalne, 26 - stożki usypiskowe, 27 - uszkodzone domy, 28 - zwietrzelina pokryta lasem, 29 - warstwa namułu na dnie zbiornika, 30 - przypuszczalny przebieg dyslokacji



- | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|--------|---|
| | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | | | | | 17 A—B | |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |



- | | |
|----|----|
| | |
| 18 | 19 |
| | |
| 20 | 21 |



- | | | | | |
|----|----|----|----|----|
| | | | | |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| | | | 30 | |
| 27 | 28 | 29 | 30 | |

W 1972 roku przekształciło się ono w nowe osuwisko frontalne o znacznie większej powierzchni $4,10 \text{ km}^2$. Kubatura koluwii wynosiła $205,0 \text{ mln m}^3$. Powyższy przykład wyraźnie wskazuje, że dla określenia dynamiki rozwoju osuwisk celowe staje się wykorzystanie zdjęć lotniczych z powtarzających się w różnym czasie nalotów, jak również naziemnych zdjęć stereofotogrametrycznych z tej samej bazy. Zdjęcia wykonane w pewnych odstępach czasu pozwalają na rejestrację kierunków zmian morfologicznych w obrębie osuwiska oraz umożliwiają określenie dynamiki przemieszczania się materiału skalnego w ramach danej formy.

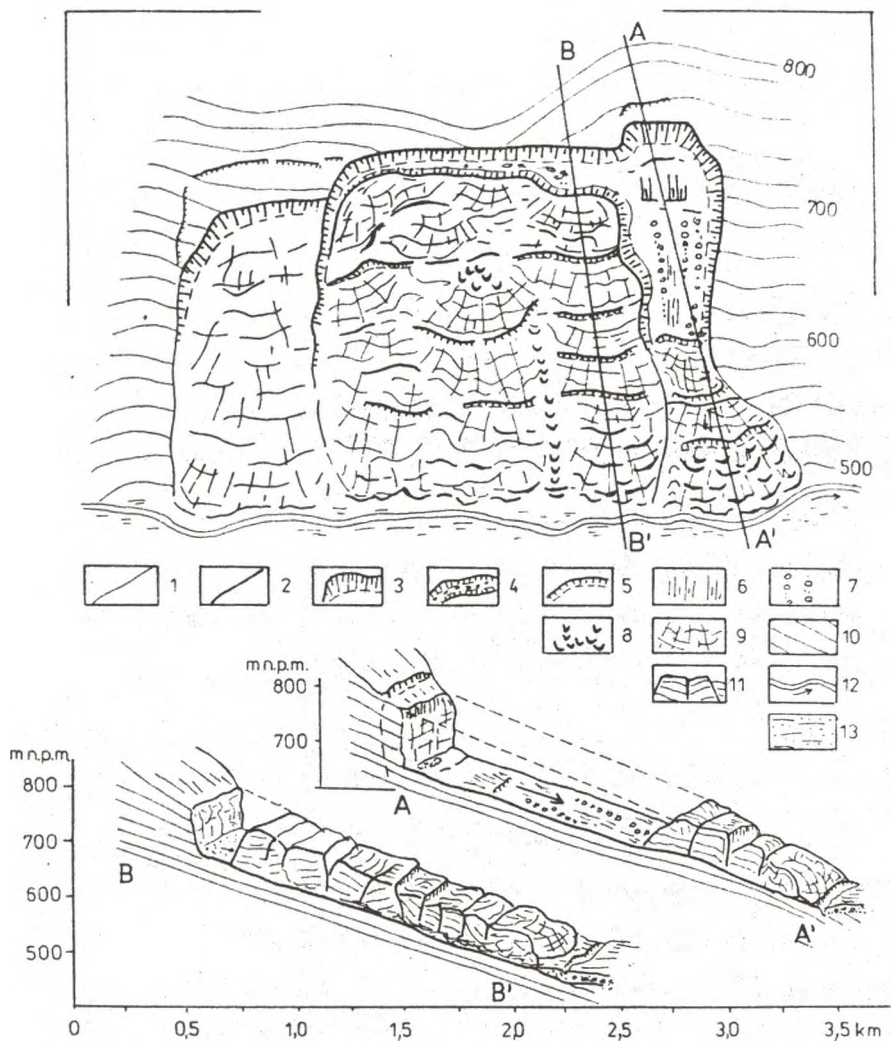
WNIOSKI

Interpretacja zdjęć lotniczych może mieć duże zastosowanie i znaczenie w badaniu procesów osuwiskowych. Stosowanie jej pozwala na:

- dokładne wyznaczenie granic obszarów osuwiskowych,
- sporządzenie szczegółowego planu osuwiska,
- przeprowadzenie szeregu analitycznych obliczeń dotyczących dynamiki rzeźby w obrębie osuwiska,
- ilościową kontrolę zjawisk i procesów,
- określenie zmian w rzeźbie na dużej powierzchni w jednakowym czasie,
- ocenę szybkości zmian współczesnych form.

Na podstawie informacji uzyskanych z interpretacji zdjęć lotniczych stwierdzono, że:

- granice osuwisk, przebieg krawędzi i progów osuwiskowych są stosunkowo łatwo czytelne, ponieważ z reguły w miejscach tych w terenie następuje zmiana sukcesji roślinnych, a na zdjęciach lotniczych pojawiają się fototony,
- łatwo czytelne są również duże wały osuwiskowe, zagłębienia wewnątrzosuwiskowe oraz rozcięcia erozyjne,



Ryc. 5. Plan i przekroje osuwiska konsekwentno-ześlizgowego

1 - linia przekroju przez osuwisko powstałe w 1960 roku, 2 - linia przekroju przez osuwisko powstałe w 1972 roku, 3 - ściany niszy osuwiskowej, 4 - rozpadliny, 5 - zerwy i szczeliny, 6 - rysy i bruzdy poślizgu, 7 - roztarte bloki w czasie poślizgu mas skalnych, 8 - drobne zmarszczki koluwalne, 9 - nabrzmienia i wały osuwającej się masy, 10 - piaskowcowe ławice skalne, 11 - spękane pakiety skalne w równowadze chwiejnej, 12 - koryto, 13 - równina terasy zalewowej

- możliwa jest także identyfikacja młodych osunięć w obrębie starych, zablźnionych form,
- obszary osuwiskowe zajmują znacznie większe powierzchnie, a w morfologii osuwisk dominują nisze i progi o przebiegu bardziej prostoliniowym niż to wynikało z dotychczas stosowanych metod kartowania osuwisk.

LITERATURA

- Bajgier M., 1988. Ewolucja tektoniczna wschodniej części Beskidu Śląskiego i zachodniej części Kotliny Żywieckiej. *Folia Geograph., Ser. Geogr.-Phys.*, vol. 20, s. 51 - 67.
- Bajgier M., 1989. Wpływ morfostruktury na rozwój głębokich osuwisk na stokach Skrzycznego w Beskidzie Śląskim. *Folia Geograph., Ser. Geogr.-Phys.*, vol. 21.
- Baumgart-Kotarba M., 1974. Rozwój grzbietów górskich w Karpatach fliszowych. *Prace Geogr. IG PAN*, nr 106.
- Baumgart-Kotarba M., Gil E., Kotarba A., 1969. Rola struktury w ewolucji rzeźby obszarów źródłowych Wisły i Olzy. *Studia Geomorph. Carp.-Balc.*, vol. 3, s. 74 - 89.
- Bażyński J., Doktor S., Graniczny M., 1984. Mapa fotogeologiczna Polski 1 : 1 000 000. Warszawa.
- Bober L., 1984. Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. *Biul. Inst. Geol.*, t. 23, s. 115 - 162.
- Bober L., Oszczytko N., 1975. On geological conditios of struktural landslide occurences in the polish flysh Carpathian. *Geologicky Ustav Dionyza Stura*. Bratislava.
- Bober L., Wójcik A., 1977. Struktural Landslides in the Regions of the Prusów Ridge. *Studia Geomorph. Carp.-Balc.*, vol. 9, s. 155 - 167.
- Bober L., 1984. Rejony osuwiskowe w Polskich Karpatach Fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. *Biul. Inst. Geolog.* 340, Warszawa.

- Burtanówna J., Konior K., Książkiewicz M., 1937. Mapa geologiczna Karpat Śląskich.
- Burtan J., Sokołowski S., 1956. Nowe badania nad stosunkiem regionu magurskiego do krośnieńskiego w Beskidach Zachodnich. *Przeł. Geol.*, nr 10, s. 457 - 458.
- Ciołkosz A., Miszalski J., Olędzki P., 1978. Interpretacja zdjęć lotniczych. Warszawa.
- Gil. E., Gillot E., Kotarba A., Starkel L., Szczepanek K., 1974. An early holocene landslide in the Niski Beskid and its significance for paleogeographical reconstructions. *Studia Geomorph. Carp.-Balc.*, vol. 8, s. 74 - 89.
- Kotarba A., 1986. Rola osuwisk w modelowaniu rzeźby beskidzkiej i pogórskiej. *Przeł. Geogr.*, t. LVIII, z. 1 - 2.
- Kukulak J., 1988. Powiązania morfostrukturalne w rozwoju osuwisk zachodniego Podhala. *Folia Geograph., Ser. Geogr.-Phys.*, vol. 20, s. 33 - 49.
- Nowak W., 1963. Szczegółowa mapa geologiczna Polski (bez utworów czwartorzędowych) 1 : 50 000, Arkusz Bielsko-Biała. Inst. Geol.
- Scheidegger A.E., 1974. Geomorfologia teoretyczna. Warszawa.
- Tokarski A., 1947. Grojec i Żywieckie okna tektoniczne. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, T. 28, s. 7 - 72.
- Ziętara T., 1962. O pseudoglacjalnej rzeźbie Beskidów Zachodnich. *Roczn. Nauk.-Dydakt. WSP w Krakowie*, z. 10, *Prace Geogr.*, t. 2, s. 69 - 87.
- Ziętara T., 1964. O odmładzaniu osuwisk w Beskidach Zachodnich. *Roczn. Nauk.-Dydakt. WSP w Krakowie*, z. 22. *Prace Geogr.*, t. 3, s. 55 - 86.
- Ziętara T., 1968. Rola gwałtownych ulew i powodzi w modelowaniu rzeźby Beskidów. *Prace Geogr. IG PAN*, nr 60.
- Ziętara T., 1972. Rzeźba beskidzkiej części dorzecza Soły. *Czasop. Geogr.*, T. 43, z. 2, s. 151 - 169.
- Ziętara T., 1973. Obszary osuwiskowe w dolinie Dunajca nad jeziorem Rożnowskim. *Rocznik Sądecki*, T. 14.

- Ziętara T., 1974. Rola osuwisk w modelowaniu Pogórza Rożnowskiego (Zachodnie Karpaty Fliszowe). *Studia Geomorph. Carp.-Balc.*, vol. 7, s. 115 - 133.
- Ziętara T., Jakubska O., 1983. Importance of Struktural Directions in Mass Movements Development in the Western Beskidy Mountains. *Folia Geograph., Ser. Geogr.-Phys.*, vol. 16.
- Ziętara T., Lis J., Bajgier M., 1986. Rola zdjęć lotniczych w badaniach ruchów masowych w Beskidzie Śląskim. XII Ogólnopolska Konferencja Fotointerpretacji - Kraków, s. 41 - 43.
- Ziętara T., 1988. Landslide areas in the Polish Flysch Carpathians. *Folia Geograph., Ser. Geogr.-Phys.*, vol. 20, s. 21 - 30.

Tadeusz Ziętara, Małgorzata Bajgier, Joanna Lis

USEFULNESS OF AIR PHOTOGRAPHS IN LANDSLIDE RESEARCHES
ON THE EXAMPLE OF THE BESKID ŚLĄSKI AND MAŁY

Distribution of landslides on slopes of the flysch Carpathians is different and irregular. There are areas in which more than 50% of slope surface is modelled by landslide processes. The Beskid Śląski and Mały which are built of flysch (sandstone and slates alternating) belong to such areas.

The aim of the work to show possibilities of air photographs use for mapping and analysis of landslide areas dynamics. Panchromatic air photographs of these areas were watched with the help of the stereoscope and then with the help of LUZ projector boundaries of the landslides were marked on topographic maps at a scale 1 : 10 000. Such cartographic material allowed interpretation of forms and structure of landslide areas.

Interpretation of air photographs may be of great importance in researches on landslide processes. This method allows to mark boundaries of landslides more precisely, to make a detailed map of a landslide and allows to make analytic calculations concerning dynamics of landslide relief and in the result, the quantity control of processes is possible. It is also possible to evaluate changes in slope relief on large areas in a short period of time.

On the basis of information obtained from the air photographs interpretation it was stated that boundaries of landslides, course of landslide edges and scarps can be easily noticed because phototones are changed in these places.

Big landslide ridges can be also easily seen as well as depressions inside landslides and erosional dissections. New slides within old forms may also be indentified. This new method in comparison to the traditional landslide mapping shows that landslide areas are larger and that niches which course is accordant to joint fissures and tectonic zones predominate in their morphology.