

ANDRZEJ PSZCZÓLKOWSKI

## Fotointerpretacja struktur fałdowych w południowej części centralnej depresji karpackiej

**STRESZCZENIE:** Przedstawiono wyniki geologicznej interpretacji zdjęć lotniczych w południowej części centralnej depresji karpackiej, zbudowanej z warstw krosnieńskich. Fotointerpretacja umożliwiła dokonanie zmian i uzupełnień dotychczasowego zarysu budowy tektonicznej omawianego obszaru. Ujawniona została obecność lokalnego nasunięcia. Najlepiej czytelne na zdjęciach lotniczych są obszary zbudowane z grubo- i średnioławicowych piaskowców, przedzielonych cieńszymi pakietami łupkowo-piaskowcowymi.

### WSTĘP

Opracowanie fotointerpretacyjne obejmuje obszar położony kilka kilometrów na SE od Baligrodu do przełomu Sanu przez pasmo Otrytu. Granice terenu wyznaczone zostały zasięgiem zdjęć lotniczych, którymi dysponował autor, a także różnym stopniem geologicznej czytelności warstw krosnieńskich na tych zdjęciach. Kameralne obserwacje zostały poparte niezbędnymi pracami terenowymi, wykonanymi jesienią 1964 roku.

Serdeczne podziękowanie pragnę złożyć Panu Profesorowi Kazimierzowi Guzikowi za wskazówki i dyskusję nad problematyką niniejszego opracowania, a Panu Profesorowi Dr Adamowi Tokarskiemu za zapoznanie mnie w terenie z budową geologiczną obszaru na wschód od rzeki Wetliny.

### METODYKA PRACY

Fotointerpretacja geologiczna została przeprowadzona na pionowych zdjęciach lotniczych w skali przybliżonej 1:10 000. Na zdjęciach tych przewyższenie modelu stereoskopowego, wyrażone stosunkiem skali pio-



Fig. 1

nowej do poziomej, jest duże i mieści się w przedziale 4,5—5,5. Fakt ten z jednej strony miał korzystny wpływ na interpretację litologicznego zróżnicowania warstw krośnieńskich (łatwiejsze wyszukiwanie wszelkich nierówności morfologicznych), a z drugiej wymagał dużej ostrożności przy ocenie kątów pionowych, na przykład upadów warstw, nachylenia zboczy itd. W niektórych miejscach wartości upadów wyliczono ze zdjęć lotniczych przy zastosowaniu stereomikrometru.

Treść geologiczna uzyskana z fotointerpretacji poszczególnych stereogramów została następnie zestawiona w skali 1 : 10 000, przy uwzględnieniu przesunięć radialnych. Operacji tej dokonano uproszczoną metodą graficzną. W efekcie powstały dwie mapy fotointerpretacyjne. Pierwsza z nich (fig. 1) informuje o rozmieszczeniu i rozmiarach obszarów, na których utwory fliszowe są dobrze czytelne na zdjęciach lotniczych. Poza tym na mapie tej zostały zaznaczone większe osuwiska, strefy pełnienia zwietrzliny oraz większe krawędzie morfologiczne na obszarach przykrytych grubszą pokrywą glin zwietrzelinowych. Tereny pozbawione na mapie jakichkolwiek oznaczeń charakteryzują zbocza dolin, najczęściej wygładzonych erozją rzek, bądź stanowią obszary porośnięte zwartymi kompleksami leśnymi. Zarówno jedne jak i drugie są fotointerpretacyjnie „nieme”, jeśli chodzi o czytelność warstw krośnieńskich. Na drugiej mapie (fig. 2) przedstawiono intersekcyjny obraz przewodnich elementów litologicznych oraz podano najważniejsze pomiary biegów i upadów.

#### LITOLOGIA WARSTW KROŚNIEŃSKICH

Prace terenowe przeprowadzone zostały pod kątem geologicznej czytelności elementów litologicznych i strukturalnych na zdjęciach lotniczych. Dlatego też zbiorczych profilów litologicznych (fig. 3) nie należy traktować jako szczegółowych i całkowicie wyczerpujących. Zestawienie ogólnych profilów było konieczne dla zanalizowania przebiegu struktur fałdowych oraz czytelności fotointerpretacyjnej warstw krośnieńskich.

Fig. 1

#### Ogólna mapa fotointerpretacyjna

1 warstwy krośnieńskie czytelne na zdjęciach lotniczych, 2 tarasy rzeczne, 3 osuwiska, 4 spełzanie zwietrzliny, 5 krawędzie morfologiczne

#### General photogeological map

1 Krosno beds detected on aerial photographs, 2 terraces, 3 slumps, 4 creeping of weathering covers, 5 escarpments



Fig. 2

Na badanym obszarze odsłaniają się tylko warstwy krośnieńskie. W północno-wschodnim skrzydle synkliny Bukowiec-Tworylne (fig. 2) występują gruboławicowe piaskowce otryckie z cienkimi wkładkami szarozielonych łupków (fig. 3 A-a). Są one tu wykształcone identycznie jak dalej na SE (Silkora 1959). Wyżej wydzielić można warstwy graniczne (fig. 3 A-b), charakteryzujące się obecnością zarówno grubych ławic piaskowców (do 2,5 m miąższości), jak i piaskowców średnio- i cienkoławicowych oraz szaropopielatych łupków. W górnej części profilu występuje kompleks łupkowo-piaskowcowy (fig. 3 A-c). Wśród piaskowców tego kompleksu przeważają odmiany cienkoławicowe, drobnoziarniste.

W południowo-zachodnim skrzydle omawianej synkliny oraz w przyległej antyklinie Wola Górzeńska — Studenne (fig. 2) profil litologiczny jest nieco odmienny (fig. 3 B). W jądrze antykliny występują piaskowce gruboławicowe, średnio- i gruboziarniste, o teksturze bezładnej lub warstwowane frakcjonalnie. Wyżej występuje zespół łupkowo-piaskowcowy, miąższości 100 metrów. W jego skład wchodzi szare łupki, rzadziej ciemne, twarde. Te ostatnie przypominają łupki menilitowe. Piaskowce są średnio- i drobnoziarniste, warstwowane konwolucyjnie i skośnie. Grubość ławic wynosi od 0,3 do 0,7 metra. Nad tym zespołem znajduje się właściwy kompleks piaskowców grubo- i średnioławicowych, przedzielonych kilkumetrowymi pakietami łupkowo-piaskowcowymi, miejscami osiągającymi jeszcze większe miąższości. Opisany odcinek profilu (fig. 3 B-a) najlepiej jest odsłonięty w korycie i w lewej skarpie Solinki. Odrebnosć warstw granicznych (fig. 3 B-b) w tym profilu nie jest już tak wyraźna, jak w północno-wschodnim skrzydle synkliny Bukowiec-Tworylne. Nad warstwami granicznymi występuje kompleks łupkowo-piaskowcowy (fig. 3 B-c), miąższości około 400 metrów. Jego cechy litologiczne są identyczne, jak w profilu poprzednim.

Ostatni profil przedstawia utwory tworzące antyklinę Radziejowa-

Fig. 2

#### Intersekccyjna mapa fotointerpretacyjna (bez poziomicy)

1 pakiety piaskowcowe dobrze czytelne na zdjęciach lotniczych, 2 pakiety piaskowcowe słabo wyróżniające się na zdjęciach, 3 odsłonięcia w korytach rzek, 4 biegi i upady wyznaczone na zdjęciach lotniczych, 5 biegi i upady pomierzone w terenie (a z zaznaczoną pozycją hieroglifów, b bez hieroglifów), 6 nasunięcie, 7 osie antyklin, 8 osie synklin, 9 uskoki

#### Intersectional photogeological map (without topographic contours)

1 sets of sandstone beds clearly shown on aerial photographs, 2 sets of sandstone beds poorly visible on aerial photographs, 3 outcrops in river beds, 4 strikes and dips determined on aerial photographs, 5 strikes and dips measured in the field (a with marked position of hieroglyphs, b without hieroglyphs), 6 overthrust, 7 axes of anticlines, 8 axes of synclines, 9 faults

Polanki oraz synklinę Baligród-Tyskowa (fig. 3 C). W dolnej części profilu występują łupki szare i ciemnoszare oraz szaro-brunatne piaskowce średnio i cienkoławicowe (fig. 3 C-a). Wyżej znajduje się blisko 800-metrowy kompleks piaskowców gruboławicowych (fig. 3 C-b), poprzedzielanych cienkimi na ogół pakietami łupków popielatych. Zdarzają się jednak grubsze pakiety, do kilkudziesięciu metrów, łupkowo-piaskowcowe. Profil kończy kompleks łupkowo-piaskowcowy (fig. 3 C-c) oraz zespół łupkowy (fig. 3 C-d), który występuje tylko w północno-zachodniej części synkliny Baligród-Tyskowa.

Najbardziej zwarty kompleks na badanym terenie reprezentują piaskowce otryckie. Ich odpowiednikiem w południowo-zachodnim skrzydle synkliny Bukowiec-Tworyłne byłby kompleks piaskowców gruboławicowych (fig. 3 B-a), na co wskazuje jego pozycja tektoniczna. Różnice miąższościowe i litologiczne jak i obecność pakietów łupkowo-piaskowcowych, znacznie grubszych niż spotykane w piaskowcach otryckich, nie

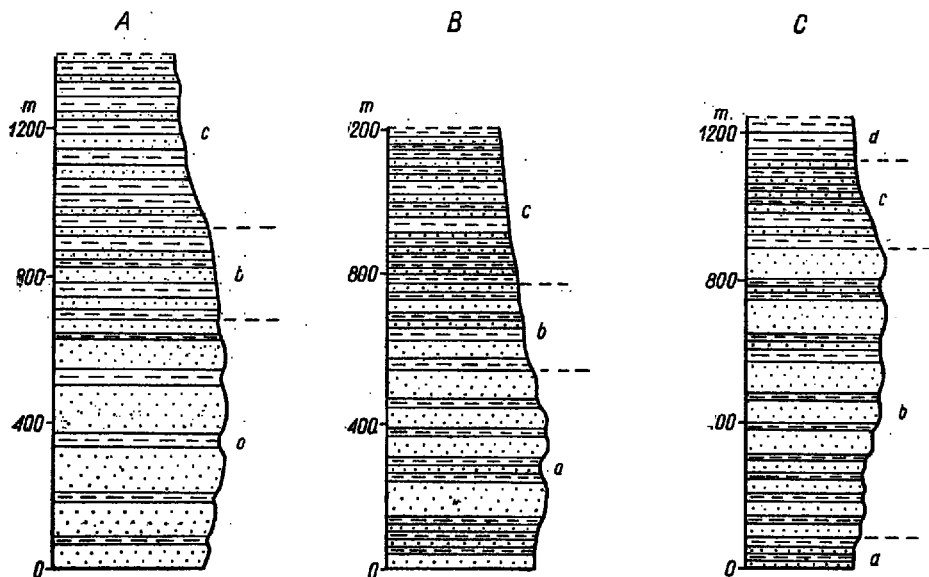


Fig. 3

Zbiorcze profile litologiczne warstw krosnieńskich, występujących w różnych elementach strukturalnych

A—a piaskowce otryckie, b warstwy graniczne, c kompleks łupkowo-piaskowcowy; B—a kompleks piaskowców gruboławicowych, b warstwy graniczne, c kompleks łupkowo-piaskowcowy; C—a zespół łupkowo-piaskowcowy, b kompleks piaskowców gruboławicowych, c kompleks łupkowo-piaskowcowy, d zespół łupkowy. Dokładniejsze objaśnienia w tekście

Synthetic lithologic profiles of the Krosno beds in the investigated area

A—a Otryt sandstones, b boundary beds, c shale-sandstone complex; B—a thick-bedded sandstone complex, b boundary beds, c shale-sandstone complex; C—a set of shales and sandstones, b thick-bedded sandstone complex, c shale-sandstone complex, d shales

pozwalają na całkowicie pewne korelowanie obu tych kompleksów. Mniejszą miąższość piaskowców w południowo-zachodnim skrzydle synkliny Bukowiec-Tworyłne można też tłumaczyć tym, że w jądrze antykliny Wola Górzeńska — Studenne wychodzi na powierzchnię tylko górna część kompleksu piaskowcowego.

Typ wykształcenia warstw krosnieńskich w południowo-zachodniej części terenu (fig. 3 C) przypomina profile ustalone przez A. Ślączkę (1959) w fałdach Bóbrka-Rogi i Rudawka Rymanowska — Tokarnia, położonych dalej na zachód poza obszarem badań. Pewne różnice między wskazanymi obszarami dotyczą dolnego zespołu łupkowo-piaskowcowego, którego miąższość jest mniejsza na badanym terenie, co jednak spowodowane jest niekompletnym odsłonięciem tego zespołu w antyklinie Radziejowa-Polanki. Tym też należy zapewne tłumaczyć brak wkładek czarnych łupków, obserwowanych w obu wymienionych fałdach przez A. Ślączkę (1959). Piaskowce gruboławicowe posiadają w rozpatrywanym profilu miąższość równą maksymalnej, zanotowanej przez tego autora w fałdzie Bóbrka-Rogi. Także obecność w tym kompleksie kilkudziesięciometrych pakietów łupkowo-piaskowcowych lub piaskowcowo-łupkowych jest charakterystyczna dla profilu C (fig. 3) jak i warstw krosnieńskich w fałdzie Bóbrka-Rogi (Ślącza 1959). Na porównywanych obszarach identycznie rozwinięty jest kompleks występujący ponad piaskowcami gruboławicowymi, z charakterystycznym zespołem łupkowym w stropie (fig. 3 C-d), co jasno wynika z opisu podanego przez A. Ślączkę (1959) dla obu wyżej wspomnianych fałdów.

Omówione podobieństwa w wykształceniu warstw krosnieńskich w południowej części badanego terenu oraz w fałdach Bóbrka-Rogi i Rudawka Rymanowska — Tokarnia wskazują na mniejsze zróżnicowanie litologiczne w kierunku równoległym niż prostopadłym do przebiegu struktur. Pozostaje to w zgodzie z facjalnymi i sedymentacyjnymi obserwacjami A. Ślączi (1959) i W. Sikory (1959) na terenach sąsiednich.

#### TEKTONIKA

Ogólny obraz budowy geologicznej tej części centralnej depresji podany został przez Z. Opolskiego (1930). Z mapy geologicznej w skali 1 : 100 000, wykonanej przez tego autora, wynika, że na południowy zachód od grzbietu Otrytu znajdują się 3 główne synkliny i antykliny, oznaczone na tej mapie numerami VI, VII, i VIII.

Synklina Bukowiec-Tworyłne (fig. 2 i 5), wypełniona jest utworami łupkowo-piaskowcowymi. Odpowiada ona łękowi VI Z. Opolskiego (1930). Zdaniem tego autora kompleks łupkowo-piaskowcowy zanika na południowym wschodzie w okolicy miejscowości Krywe, poza badanym ob-

szarem, oraz już na lewym brzegu Solinki — na północnym zachodzie. Na tej podstawie przyjmował on obustronne wynurzenie się osi struktury. Obserwacje moje ujawniły, że omawiana synklina wykazuje tendencję do wynurzania się już przed pętlą Sanu w okolicy Tworylnego. Dobrze widoczne na zdjęciach lotniczych pakiety piaskowcowo-lupkowe, występujące po obu stronach osi synkliny, rozchodzą się intersekcyjnie w kierunku północno-zachodnim (fig. 2). O tym samym świadczy obecność w przekroju Sanu znacznej ilości piaskowców średnio- a nawet gruboławicowych. Szybkie podnoszenie się natomiast osi synkliny Bukowiec-Tworylne niedaleko na zachód od Solinki nie zostało potwierdzone. W przekroju Solinki i w potoku we wsi Bukowiec (fig. 5) kompleks lupkowo-piaskowcowy posiada jeszcze miąższość około 400 metrów. Być może zanika on kilka kilometrów dalej na zachód, na lewym brzegu potoku Wołkowyjka.

Obecności antykliny, zaznaczonej na mapie Z. Opolskiego (1930) numerem VI i usytuowanej przez tego autora na południowy zachód od synkliny Bukowiec-Tworylne, nie udało się stwierdzić. W każdym razie byłby to drugorzędny element tektoniczny, nagle zanikający na linii Solinki.

Antyklina Wola Górzeńska — Studenne (siodło VII Opolskiego), położona na południowy zachód od synkliny Bukowiec-Tworylne, jest bardzo dobrze widoczna na zdjęciach lotniczych (fig. 2). Na zachód od pętli Sanu wykazuje ona wyraźną tendencję do wstecznego przechylania się na południe (fig. 4 — przekroje I i II), co zanotował już Z. Opolski (1930). Omawiana struktura podnosi się także w kierunku południowo-wschodnim, jednak łagodniej niż synklina Bukowiec-Tworylne.

Przebieg innych elementów tektonicznych (fig. 2 i 5) różni się od przyjętego w pracy Z. Opolskiego (1930). Jak wynika z przekrojów geologicznych, północno-wschodnie skrzydło antykliny Radziejowa-Polanki nasuwa się na antyklinę Wola Górzeńska — Studenne (fig. 4 — przekroje I i III). Fakt istnienia w tym miejscu nasunięcia został stwierdzony na zdjęciach lotniczych w oparciu o intersekcję i analizę czytelności fotointerpretacyjnej utworów występujących w obu elementach tektonicznych. Również wyraźną różnicę w wykształceniu i miąższości kompleksów piaskowców gruboławicowych w antyklinach, położonych bardzo blisko siebie, można tłumaczyć obecnością nasunięcia. W okolicy lewego brzegu Solinki powierzchnia nasunięcia jest stromo nachylona na południowy zachód. Dalej ku W pochylenie to zmniejsza się do 40—50°, a miejscami wynosi tylko kilkanaście stopni. Nasunięcie zostało prześledzone na odcinku ponad 5 km, między Solinką i potokiem Wołkowyjka (fig. 5). Brak danych nie pozwala na wyznaczenie jego zasięgu dalej w kierunku północno-zachodnim. Na podstawie mapy Z. Opolskiego (1930) można przypuszczać, że bardzo silne rozszerzenie zasięgu utworów lupkowo-piasko-



wcowych (środkowych warstw krosnieńskich na tej mapie) na północ od Radziejowej, jest spowodowane kontynuowaniem się omawianego nasunięcia w tym kierunku<sup>1</sup>. Na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych należy przyjąć, że nasunięcie nie występuje na prawym brzegu Solinki (fig. 5). W tym miejscu warto podkreślić, że stwierdzenie obecności nasunięcia bezpośrednio w odsłonięciach nie zawsze jest łatwe. Na przykład w dnie Solinki, a także w podcięciu jej lewego brzegu, obserwuje się jedynie szybką zmianę wartości biegu i upadu warstw przy zachowaniu kierunku ich nachylenia. Nie widać w tym miejscu wyraźnej zmiany cech litologicznych warstw krosnieńskich, brak też istotnych zaburzeń mezo- i mikrotektonicznych. Stąd, w omawianym przypadku, tylko analiza zdjęć lotniczych ujawnia obecność nasunięcia.

Na południe od nasunięcia warstwy są nieznacznie pochylone początkowo na południe, dalej upady zmieniają się na północne, wyznaczając płytką synklinę. Utworzyła się ona w wyniku podgięcia warstw przy nasuwaniu się północnego skrzydła antykliny Radziejowa-Połanki na swoje przedpole (fig. 4). Antyklina ta w okolicy Polanek jest silnie wydźwignięta i wstecznie przechylona. Odpowiada ona, w okolicy Radziejowej, antyklinie VIII w ujęciu Z. Opolskiego (1930). W kierunku zachodnim struktura ta szybko zanurza się i rozpląszcza, jednocześnie powierzchnia osłowa antykliny przyjmuje położenie zbliżone do pionowego. Bezpośrednio z tymi faktami należy wiązać nagłe rozszerzenie się strefy zajętej przez kompleks łupkowo-piaskowcowy na północ od Radziejowej. Zapadanie antykliny Radziejowa-Połanki wiąże się z prawdopodobnym rozszerzeniem zasięgu nasunięcia ku północy.

Wielki element synklijalny Baligród-Tyskowa położony jest na południowy zachód od antykliny Radziejowa-Połanki (fig. 2 i 5). Na mapie Z. Opolskiego (1930) synklina ta przedłuża się dalej na południowy wschód, poza obręb badanego obszaru, przez Łopienkę do miejscowości Jaworzec nad Wetliną. Ponieważ jednak oś synkliny na lewym brzegu Solinki wyraźnie zakręca, przyjmując położenie zbliżone do równoleżnikowego (fig. 2 i 5), należy przyjąć, że na południe od Tyskowej następuje rozdzielenie się osi omawianej synkliny. Kontynuacją odgałęzienia północnego na prawym brzegu Solinki byłaby synklina położona nieco na północ od pętli Wetliny (fig. 2 i 5), stwierdzona na zdjęciach lotniczych. Odgałęzienie południowe synkliny Baligród-Tyskowa odpowiadałoby wschodniemu odcinkowi tej struktury na mapie Z. Opolskiego (1930) między Solinką i Wetliną. W konsekwencji antyklina VIII na tej samej mapie byłaby elementem rozdzielającym obie części synkliny i w rzeczywistości

<sup>1</sup> O nasunięciu w rejonie grzbietu Markowskiej, na północ od Woli Górzeńskiej, wspomina L. Starkel (1965). W pracy tej znajduje się też szkicowy przekrój, na którym budowa południowego skrzydła antykliny Radziejowa-Połanki jest przedstawiona w sposób zbliżony do interpretacji podanej w niniejszym opracowaniu.

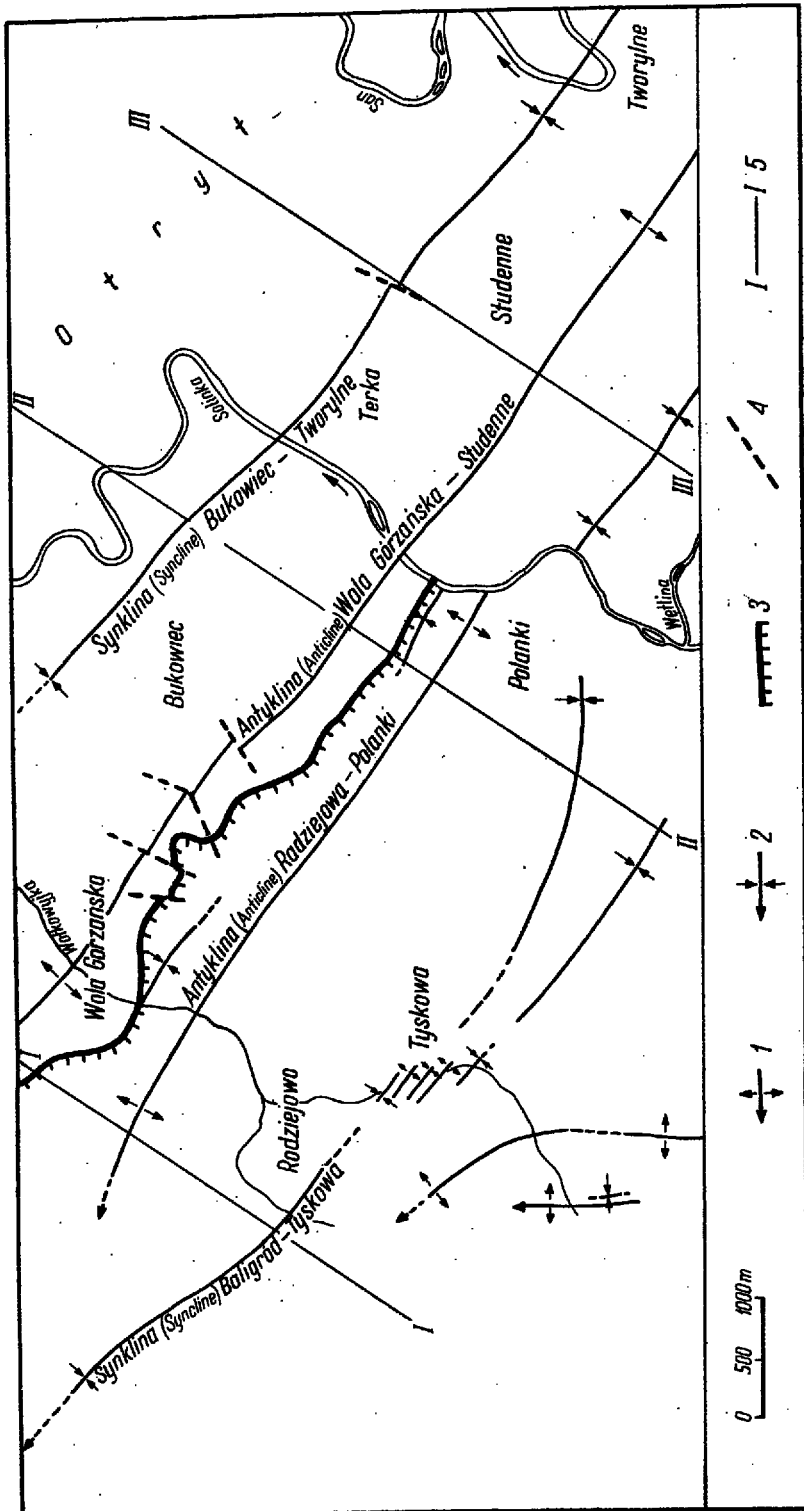


Fig. 6

zanikającym w okolicy Tyskowej. Wszystko, co przedstawiono wyżej w odniesieniu do obszaru położonego na południe od pętli Wetliny, wynika z porównania mapy Z. Opolskiego (1930) z sytuacją strukturalną na lewym brzegu Solinki. Brak zdjęć lotniczych nie pozwolił na rozciągnięcie badań na południowy wschód, stąd wnioski te nie zostały uwzględnione na załączonych mapach.

Antyklina Radziejowa-Polanki nie występuje już na wschód od Solinki. Widocznie jej północno-wschodnie skrzydło podnosi się gwałtownie do góry i nasunięcie wychodzi w powietrze. Nie jest też wykluczona obecność dyslokacji o przebiegu południkowym na linii Solinki. O możliwości istnienia podobnej ukrytej dyslokacji na północ od Radziejowej, już poza zasięgiem niniejszego opracowania, wspominał Z. Opolski (1930), wiążąc z nią rozszerzanie się synkliny Baligrodu oraz zanikanie antyklin VII i VIII. Rzeczywiście, na skrajnym od zachodu zdjęciu lotniczym daje się zauważyć wyraźny lineament<sup>2</sup>, rozpoczynający się 3 km na północ od Radziejowej i kontynuujący się w kierunku miejscowości Bereźnica. Jest on widoczny dzięki ułożeniu w linii prostej szeregu elementów morfologicznych, przede wszystkim ostro wciętych dolinek i załamania stoków. Możliwa do zaobserwowania długość lineamentu wynosi ponad 3 kilometry. Na zachód od niego dotychczas dobrze widoczna antyklina Wola Górzeńska — Studenne przestaje być czytelna na zdjęciu. Jest bardzo prawdopodobne, że w ten sposób ujawnia się wspomniana przez Z. Opolskiego (1930) „ukryta dyslokacja”. Na południu, w pobliżu nasunięcia, przestaje się ona zaznaczać na zdjęciach lotniczych, co zapewne nie jest przypadkowe.

Fig. 5

Szkic tektoniczny badanego obszaru, wykonany na podstawie fotointerpretacji i danych terenowych

1 osie antyklin, 2 osie synklin, 3 nasunięcie, 4 uskoki, 5 linie przekrojów geologicznych

Uwaga: Rodziejowo = Radziejowa

Tectonic sketch of investigated area compiled on aerial photographs and field data  
1 axes of anticlines, 2 axes of synclines, 3 overthrust, 4 faults, 5 lines of geologic cross-sections

<sup>2</sup> W fotointerpretacji geologicznej lineamentami nazywa się, za L. H. Lattmanem (1958), linie tektoniczne o charakterze uskoku lub głębszych pęknięć strukturalnych, długości ponad 1,5 km, widoczne w różny sposób na zdjęciach lotniczych (poprzez różnice tonalne, morfologiczne, w ułożeniu sieci rzecznej itp.).

Ogólna tendencja pochylenia osi struktur w kierunku zachodnim, wyraźnie występująca na badanym terenie, zdaje się potwierdzać pogląd Z. Opolskiego (1933) o istnieniu elewacji poprzecznej między miejscowościami Jaworzec i Zatwarnica.

#### CZYTELNOŚĆ FOTointerpretacyjna WARSTW KROŚNIENSKICH

Geologiczna czytelność fotointerpretacyjna jest z reguły ściśle związana z litologią. W przypadku warstw krośnieńskich czytelność ta tylko wyjątkowo oparta jest na występowaniu fototonów na zdjęciach lotniczych. Dość rzadkim przykładem tego rodzaju są warstwy dolnokrośnieńskie w NE skrzydle synkliny Żuków, na W od Ustrzyk Dolnych. Widoczne na zdjęciach ciemniejsze i jaśniejsze smugi, odpowiadające w terenie pasom szerokości 10—80 m, zdradzają zróżnicowany charakter kompleksu litologicznego. Jasne fototony odpowiadają pakietom o przewadze piaskowców gruboławicowych, ciemne natomiast — pakietom łupkowo-piaskowcowym.

Na badanym terenie takiej zależności nie obserwuje się. Głównym kryterium, określającym czytelność warstw krośnieńskich na zdjęciach lotniczych, jest obraz morfologii terenu, uwarunkowanej różną odpornością poszczególnych zespołów litologicznych. Na podstawie analizy fotointerpretacyjnej badanego terenu można stwierdzić, że najlepiej czytelne na zdjęciach są zespoły złożone z grubo- i średnioławicowych piaskowców, występujących na przemian z pakietami łupkowo-piaskowcowymi, miąższości najmniej kilkunastu metrów. Tam, gdzie wkłady łupkowe lub łupkowo-piaskowcowe są cienkie, czytelność fotointerpretacyjna jest dużo gorsza. Przykładem są piaskowce otryckie, które zawierają zwykle wkładki łupków, miąższości od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Z drugiej strony zespoły litologiczne złożone z łupków i piaskowców cienkoławicowych są zazwyczaj bardzo słabo zróżnicowane na zdjęciach lotniczych. Obszary synklinalne, zbudowane z tych utworów, przedstawiają się na zdjęciach jako tereny słabo rozczłonkowane morfologicznie, otulone grubą pokrywą glin zwietrzelinowych. Uzyskanie dokładniejszych informacji o budowie tektonicznej takich obszarów nie jest najczęściej możliwe, co jest o tyle niekorzystne, że właśnie utwory łupkowo-piaskowcowe w obrębie głównych synklin są często intensywnie sfałdowane. Pewnej ilości informacji może dostarczyć wtedy jedynie układ sieci dolin oraz sposób rozmieszczenia nisz osuwiskowych. Tym większe znaczenie dla fotointerpretacji posiadają grube ławice piaskowców, występujące sporadycznie w obrębie kompleksów łupkowo-piaskowcowych. Przebieg tych ławic można śledzić z łatwością na zdjęciach lotniczych. Pakiet piaskowców gruboławicowych w południowo-zachodnim skrzydle synkliny Baligród-Tyskowa (fig. 2) można obserwować na przestrzeni prawie 8 km.

Skład litologiczny nie jest jedynym czynnikiem decydującym o czytelności warstw krośnieńskich na badanym obszarze. Często obserwuje się, że pakiet ławic doskonale widoczny na zdjęciu w jednym miejscu, w innym nie wyróżnia się zupełnie. W niektórych przypadkach trudno jest stwierdzić z całą pewnością, dlaczego tak się dzieje. Ogólnie można powiedzieć, że jest to wynikiem określonych lokalnych warunków geomorfologicznych oraz zmiany pozycji tektonicznej danego pakietu ławic. Niewątpliwie określoną rolę odgrywają również zmiany facjalne, jednak ich wychwycenie wymaga oddzielnych badań na większych obszarach.

Z punktu widzenia morfologii rozpatrywanego terenu, budowa podłoża fliszowego jest najslabiej czytelna na łagodnych stokach, opadających do szerokich dolin większych rzek. Działalność erozyjna i akumulacyjna rzeki powoduje zakłócenie normalnego przebiegu procesów selektywnego wietrzenia i transportu materiału zwietrzelinowego. Obszary rozcięte licznymi, głębokimi dolinkami są zwykle znacznie lepiej czytelne niż słabo rozczłonkowane grzbiety. Jest to związane z szybszym odprowadzaniem zwietrzliny maskującej budowę podłoża oraz z możliwością śledzenia intersekcji warstw z powierzchnią terenu.

Ważnym kryterium w geologicznej interpretacji warstw krośnieńskich na zdjęciach lotniczych jest zróżnicowanie szaty roślinnej. Przykładowo, piaskowce gruboławicowe są zwykle porośnięte wysokopiennym lasem mieszanym, z przewagą buka i świerka. Stoki i grzbiety pokryte grubszą warstwą glin zwietrzelinowych porasta bujnie olcha, co z reguły wskazuje na obecność w podłożu pakietów łupkowo-piaskowcowych. Podobne spostrzeżenia są pomocne przy interpretacji geologicznej terenów porośniętych zwartymi kompleksami leśnymi. Lepsze wyniki można by osiągnąć przy zastosowaniu kolorowych zdjęć, wykonanych jesienią.

Ze względu na stopień czytelności fotointerpretacyjnej, badany teren można podzielić na 4 obszary. Obszar A (fig. 6) obejmujący grzbiet Otrytu, całkowicie porośnięty gęstym lasem, stosunkowo słabo rozczłonkowany, nie jest dobrze czytelny. Wprawdzie zasadnicze rysy pozycji tektonicznej kompleksu piaskowców gruboławicowych są widoczne, jednak bardziej szczegółowe prześledzenie litologii i położenia zajmowanego przez poszczególne pakiety na większej przestrzeni najczęściej nie jest możliwe. Obszar oznaczony literą B (fig. 6) jest najslabiej czytelny, szczególnie w części północnej. Jest to spowodowane monotonną litologią słabo odpornych utworów łupkowo-piaskowcowych, obecnością doliny Solinki oraz przebiegiem struktur. Charakterystyczną cechą tego obszaru jest występowanie łagodnych grzbietów, oddzielonych obniżeniami często o genezie osuwiskowej. Na ten ostatni fakt zwrócił uwagę w dyskusji profesor K. Guzik. W obrębie obszaru C (fig. 6) geologiczna interpretacja zdjęć lotniczych dała najlepsze rezultaty. Wynikło to z korzystnego dla fotointerpretacji charakteru litologicznego utworów występujących w tej strefie. W kierunku zachodnim czytelność fotointerpretacyjna w obrębie tego

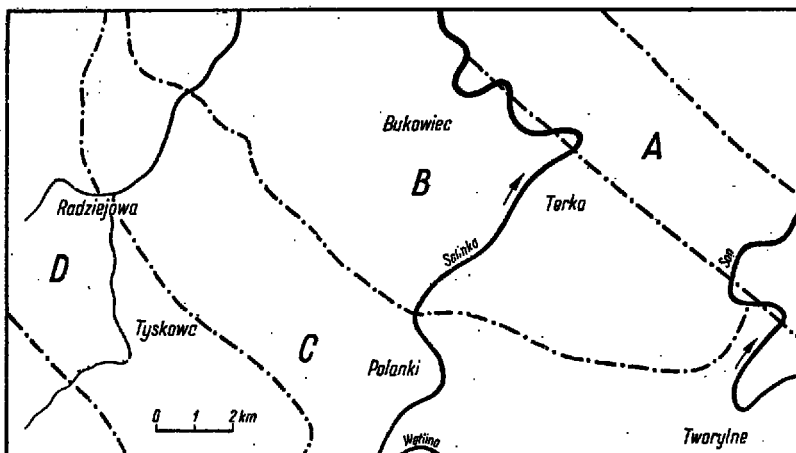


Fig. 6

Szkic ilustrujący rozmieszczenie obszarów o różnej czytelności fointerpretacyjnej warstw krośnieńskich; objaśnienia w tekście

Sketch map illustrating the distribution of areas differing in the degree of photo-interpretability of the Krosno beds

obszaru słabnie, w związku z zanurzeniem się antykliny zbudowanej z utworów o odpowiednio zróżnicowanym składzie litologicznym. Ostatni obszar D (fig. 6) obejmuje synklinę Baligród-Tyskowa, wypełnioną bardzo słabo czytelnymi na zdjęciach utworami łupkowo-piaskowcowymi.

#### WNIOSKI KOŃCOWE

Stosunkowo dobra czytelność warstw krośnieńskich na zdjęciach lotniczych, stwierdzona na badanym terenie, pozwala na bezpośrednie lub pośrednie wyznaczenie przebiegu struktur fałdowych na obszarach występowania tych utworów, szczególnie w facji piaskowców gruboławicowych. Jest to pomocne zwłaszcza przy kartowaniu obszarów słabiej odkrytych lub trudno dostępnych. Jednak i w przypadku dobrze odsłoniętych terenów niektóre fakty, uchodzące uwadze geologa w czasie kartowania, można odnaleźć na zdjęciach. Synteza kartograficzno-geologiczna staje się łatwiejsza i pełniejsza, dzięki możliwości powiązania informacji uzyskanych ze zdjęć lotniczych z obserwacjami dokonanymi w terenie.

Pracownia Kartografii Geologicznej  
Zakładu Nauk Geologicznych PAN  
Warszawa 22, Al. Zwirki i Wigury 93  
Warszawa, w styczniu 1968 r.

## LITERATURA CYTOWANA

- LATTMAN L. H. 1958. Technique of mapping geologic fracture traces and lineaments on aerial photographs. — *Photogram. Eng.*, vol. 24, no. 4. Menasha.
- OPOLSKI Z. 1930. Zarys tektoniki Karpat między Osiawą-Lupkowem a Użokiem-Siankami (Esquisse de la tectonique des Carpates entre Osiawa-Lupków et Użok-Sianki). — *Spraw. P.T.G. (Bull. Serv. Géol. Pol.)*, t. 5, z. 3/4. Warszawa.
- 1933. O stratygrafii warstw krośnieńskich (Sur la stratigraphie des couches de Krosno). — *Ibidem*, t. 7, z. 4.
- SIKORA W. 1959. Uwagi o stratygrafii i paleogeografii warstw krośnieńskich na przedpolu Otrytu między Szewczenkiem a Polaną (Notes on stratigraphy and palaeogeography of Krosno beds on forefield of Otryt Mt. between Szewczenko and Polana, Carpathians). — *Kwartalnik Geol.*, t. 3, z. 3. Warszawa.
- STARKEL L. 1965. Rozwój rzeźby polskiej części Karpat Wschodnich — na przykładzie dorzecza górnego Sanu (Development of relief of the Polish East Carpathians — upon the example of the upper San basin). — *Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN (Geogr. Studies)*, nr 50. Warszawa.
- SLĄCZKA A. 1959. Nowe dane o rozwoju warstw krośnieńskich w synklinie Bobowej oraz na południe od Tarnawy — Wielopola (New data on development of Krosno beds in Bobowa syncline and south of Tarnawa — Wielopole, Carpathians). — *Kwartalnik Geol.*, t. 3, z. 3. Warszawa.

A. PSZCZÓLKOWSKI

**AERIAL PHOTO INTERPRETATION OF FOLD STRUCTURES IN THE SOUTHERN PART OF THE CENTRAL CARPATHIAN DEPRESSION (POLISH FLYSCH CARPATHIANS)**

(Summary)

**ABSTRACT:** Results of the geologic interpretation of aerial photographs of the southern part of the central Carpathian depression are presented. This area is built of Oligocene Krosno beds. On the basis of the photo interpretation data it was possible to change and complete the outline of the tectonic structure of this area previously described by Z. Opolski (1930). Moreover, a local overthrust was detected. The photo interpretation analysis gave the best results in areas of a definite lithologic composition of the Krosno beds, developed as large sets of thick-bedded sandstones with thinner shale-sandstone intercalations. Landforms and vegetation pattern are the main photo interpretation clues in this region.

The investigated area is situated east of Baligród, in the southern part of the central Carpathian depression. Photo interpretation has been done from aerial photographs of 1:10 000 scale. The necessary field investigations were also carried out.

Two photogeological maps have been compiled. One contains information on the weathering covers mainly (fig. 1), the other one gives the intersectional picture of the key lithologic units (fig. 2).

The area under discussion is built only of the Krosno beds developed as thick-bedded sandstones in the lower part of the lithologic column and as shales with thin-bedded sandstones in the upper part. The synthetic lithologic profiles illustrate the composition of the Krosno beds in the various structural elements (fig. 3). It is shown that the facial development of the Krosno beds in the southern part of the presented area resembles that of Bóbrka-Rogi and Rudawka Rymanowska — Tokarnia folds (as worked out by A. Ślaczka, 1959). On the basis of the photogeological data some changes and supplementary facts could be added to the outline of the tectonic structure of this area, given previously by Z. Opolski (1930). Of particular interest is the presence of an overthrust detected between the Solinka river and Wołkowyjka creek (figs. 2, 5A). Different structural interpretation of the southern part of the investigated area is presented. A distinct lineament, about 3 kilometers long, has been observed on the aerial photographs. It is believed to correspond to the hidden tectonic discontinuity mentioned by Z. Opolski (1930).

In the examined area the sets of thick-bedded and medium-bedded sandstones with intercalations of shales and thin-bedded sandstones are those most readily interpretable on aerial photographs. The topographic expression and vegetation pattern, related to the bedrock composition, are the main clues in the present photo interpretation. Relatively good interpretability of the Krosno beds on the aerial photographs is helpful for a more complete discussion of the geologic problems in this part of the Carpathians.

*The Laboratory of Geological Mapping  
Institute of Geological Sciences  
Polish Academy of Sciences  
Warszawa 22, Al. Zwirki i Wigury 93  
Warsaw, January 1968*

---