

Krzysztof SCHOENEICH

## Czytelność starszego podłoża na obszarze Gór Świętokrzyskich na stereofotogramach lotniczych

### WSTĘP

W ramach systematycznych prac nad wykorzystaniem stereofotogrametrii lotniczej dla celów kartowania geologicznego prowadzonych przez Zakład Kartografii Geologicznej U. W. przypadło mi w udziale przeanalizowanie czytelności starszego podłoża na aerostereogramach z obszaru Gór Świętokrzyskich.

Analizę przeprowadziłem na aerostereogramach w skali około 1 : 20 000 z terenu arkuszy mapy topograficznej 1 : 100 000 Kielce i Pińczów.

Pracę ułatwiły mi istniejące zdjęcia geologiczne Jana Czarnockiego (J. Czarnocki, 1948), wykonane na wspomnianych arkuszach, dzięki którym miałem możliwość porównania obrazu widocznego na fotogramie z budową geologiczną obszaru i z litologicznym charakterem określonego utworu.

Objęta analizą część Gór Świętokrzyskich dzieli się na dwa regiony o zasadniczo różniącym się obrazie geologicznym, a mianowicie: region występowania utworów paleozoicznych, charakteryzujący się silnymi kontrastami litologicznymi i intensywną tektoniką oraz obszar utworów mezozoicznych o dość jednostajnym wykształceniu piaszczysto-marglisto-wapiennym i stosunkowo małym nasileniu zjawisk tektonicznych.

Dla obydwu obszarów wspólna jest stara, trzeciorzędowa rzeźba powierzchni, jedynie w niższych swych częściach przysypana przez utwory czwartorzędowe.

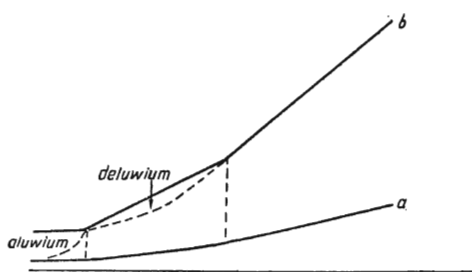


Fig. 1. Przewyższenie modelu stereoskopowego

Distorted stereoscopic model

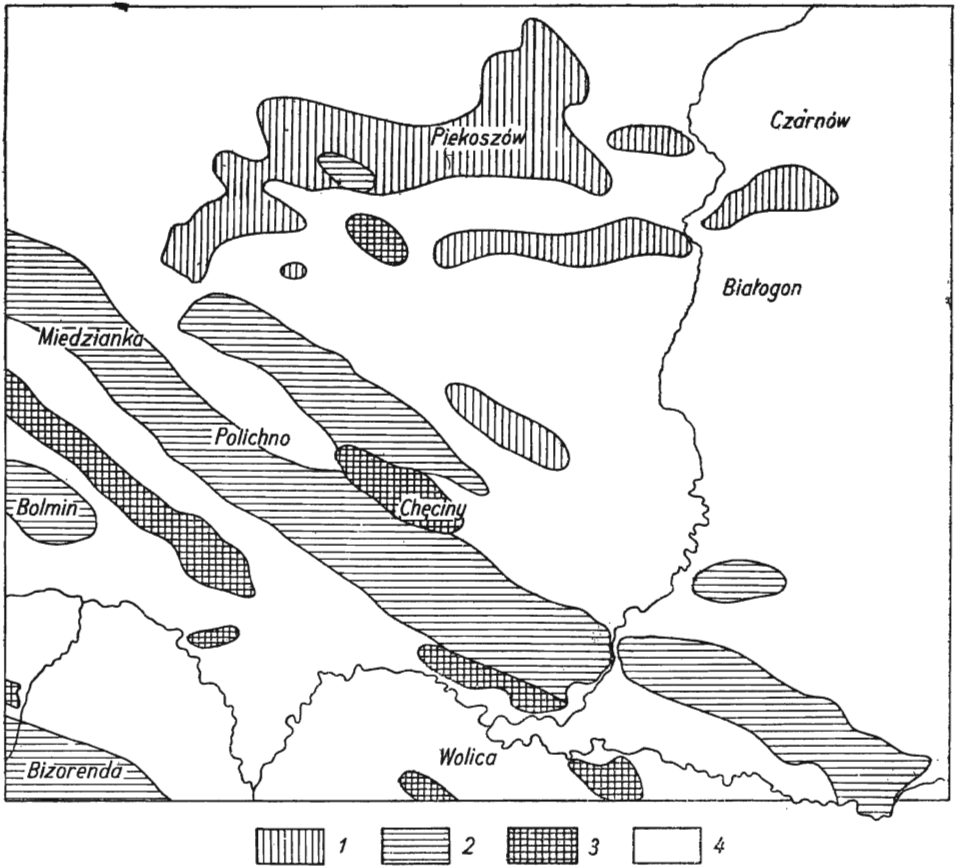


Fig. 2. Zestawienie terenów o różnym stopniu czytelności starszego podłoża na stereofotogramach lotniczych w południowo-zachodniej części arkusza 1 : 100 000 Kielce

Tabulation of areas of different degree of legibility of the older substratum on air survey stereophotograms, in the southwestern part of the Kielce sheet 1 : 100 000

1 — czytelne pojedyncze elementy głębszego podłoża, 2 — czytelne duże jednostki stratygraficzne i główne elementy tektoniki, 3 — czytelne szczegóły budowy starszego podłoża, 4 — czytelne elementy litologiczne pokrywy czwartorzędowej i ukształtowania morfologicznego

1 — legible individual elements of the deeper substratum; 2 — legible large stratigraphical units and chief tectonic elements; 3 — legible details of structure of older substratum; 4 — legible lithological elements of the Quaternary cover and of its morphology

Powierzchnia opracowanego terenu zajęta jest pod uprawy rolne i w niewielkiej mierze porośnięta lasem.

Obserwacje wykonywałem za pomocą stereoskopu lustrzanego Zeissa, dającego plastyczny obraz powierzchni około czterokrotnie przewyższony na materiale fotogrametrycznym, którym dysponowałem. Przewyższenie

to pozwalało na uchwycenie wszystkich drobnych szczegółów rzeźby trudnych do wyodrębnienia przy bezpośrednim naziemnym kartowaniu. Dzięki przewyższeniu modelu szczególnie dobre wyniki udało się uzyskać przy wyznaczaniu kontaktu zwietrzeliny skał starszych z utworami deluwialnymi oraz z wysokimi tarasami aluwialnymi (fig. 1).

Z przewyższeniem stereoskopowym modelu terenu wiąże się łatwość kameralnego wykonania mapy morfogenetycznej. Na przykład na niektórych obszarach źródłiskowych antykliny checińskiej można opracować historię rozwoju sieci rzecznej. Widoczne są dobrze powierzchnie strukturalne, na antyklinach zaś checińskiej i dymińskiej — wysokie poziomy erozyjne.

W zakresie rozgraniczenia wychodni skał starszego podłoża oraz rozmieszczenia zjawisk tektonicznych okazały się pomocne: urzeźbienie powierzchni, rozmieszczenie wód przypowierzchniowych, stopień szarości gleby, jak również charakter i rozmieszczenie szaty roślinnej.

Zjawiska te występują pojedynczo lub razem, w różnym stopniu nasilenia pozwalając na kameralne, mniej lub bardziej pełne wstępne opracowanie geologiczne danego obszaru. W ujęciu regionalnym zjawiska te przedstawione będą w rozdziale następnym.

## MASYW PALEOZOICZNY I JEGO ZACHODNIE OBRZEŻENIE MEZOZOICZNE

Na obszarze synklinorium kieleckiego, występującego między antykliną łysogórską na północy a dymińską na południu, obecność utworów przedczwartorzędowych wykazują jedynie kryteria morfologiczne. Za pomocą ich można w zachodniej części synklinorium wydzielić wynurzające się spod pokrywy czwartorzędowej odporne na czynniki wietrzenia wapienie środkowo dewońskie, łącznie z bardziej „miękką“ pokrywą pstrego piaskowca. Podobnie utwory retu i wapienia muszlowego można wyodrębnić częściowo na podstawie kryteriów morfologicznych, a częściowo na podstawie widocznego na fotogramach zróżnicowania szarości zwietrzeliny.

Poza tym obszar synklinorium jest na ogół nieczytelny. Powoduje to przede wszystkim dość gruby, piaszczysty, allochtoniczny płaszcz utworów plejstocenijskich, skutecznie maskujących obecność starszych utworów na większości obszaru synklinorium. Odsłonięte natomiast jako odizolowane „wyspy“ ilaste utwory kajpru i utwory piaszczyste pstrego piaskowca, nie dadzą się wyróżnić od otaczających ich utworów plejstocenu.

Antykлина dymińska (pasma Zgórskie i Posłowskie) porośnięta jest w przeważnej części lasem, ograniczającym poważnie wykorzystanie fotogramów. Na obszarach bezleśnych można stwierdzić, że otwory tzw. kambru holmiowego nie odcinają się widocznie od wyższych ogniów kambru dolnego i od piaszczystych utworów wyścielających synklinę bolechowicką. Spowodowane jest to pokryciem, zarówno przez utwory czwartorzędowe jak i utwory deluwialne, przemieszczone tu z grzbietotwórczych wyższych ogniów dolnego kambru. Kambr wyższy „grzbietotwórczy“ daje natomiast, jak da się zauważyć na porębach leśnych, charakterystyczny drobnopasiasty obraz zwietrzeliny. Pasiastość ta, spowodowana fliszowym wykształceniem tych utworów, pozwala na wyodrębnienie

nie nawet kilkunastometrowych pakietów skalnych i obrazuje doskonale szczegóły tektoniki.

Synklina bolechowicka, podobnie jak i poprzednio synklinorium kieleckie, czytelna jest w małym stopniu, przede wszystkim ze względu na zasypanie czwartorzędem. Niezależnie zresztą od tego grube jednolicie wykształcone wapienne lub dolomityczne serie żywetu wyścielającego tu synklinę nie sprzyjają przeprowadzeniu analizy stereoskopowej. Na obszarze tym udało się wyróżnić na podstawie przesłanek morfologicznych fragmenty granicy między wapieniami żywetu a zlepieńcami cechsztynu oraz między wapieniami żywetu a wapieniami franu.

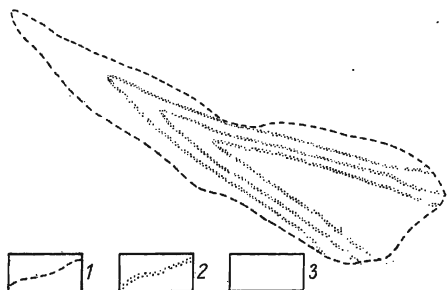


Fig. 3. Synklina Góry Leśnej na południe od Chęcín. Obraz geologiczny czytelny z stereofotogramów lotniczych w skali 1:20 000 (nieco zmniejszony)

Syncline of Góra Leśna, south of Chęciny. Geological picture legible from air survey stereograms, scale 1:20 000 (a little diminished)

1 — granica pokrywy czwartorzędowej, 2 — smugi szare na fotogramie jak stwierdzono w terenie odpowiadają zwężym, nieco marglistym wapieniom astartu i kimerydu, 3 — smugi białe na fotogramie odpowiadają wapieniom oolitowym astartu i kimerydu

1 — boundary of Quaternary cover, 2 — grey streaks on photograph which — as ascertained in the field — correspond to compact, slightly marly limestones of the Astartian and Kimmeridgian; 3 — white streaks on photograph, corresponding to oolitic limestones of the Astartian and Kimmeridgian

Obszary antykliny chęcińskiej są na fotogramach o wiele lepiej czytelne. Stanowią je dwa pasma wzgórz, odpowiadające skrzydłom antykliny, rozdzielone szeroką doliną powstałą na miękkich wychodniach kambru.

Wzgórza na skrzydłach antykliny pozbawione są niemal zupełnie pokrywy czwartorzędowej. Można tutaj odróżnić na podstawie kryteriów morfologicznych wapienie dewońskie od fliszu kambryjskiego i łupków kulmu, kulm od wapienia węglowego, następnie wapienie cechsztynu od kulmu i od zlepieńca cechsztyńskiego, wreszcie iły i piaskowce triasu od

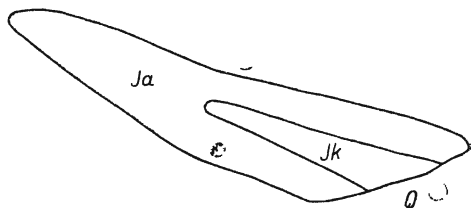


Fig. 3a. Synklina Góry Leśnej na południe od Chęcín. Fragment mapy geologicznej J. Czarnockiego w skali 1:25 000 (nieco powiększony)

Syncline of Góra Leśna, south of Chęciny. Fragment of geological map drawn by J. Czarnocki in scale 1:25 000, a little enlarged

$J_k$  — kimeryd,  $J_a$  — astart, Q — utwory rzeczne

$J_k$  — Kimmeridgian;  $J_a$  — Astartian; Q — fluvial deposits

utworów cechsztynu. W okolicy Gałęzic, gdzie zjawiska powyższe występują z całą jaskrawością, można wyznaczyć także dokładny przebieg uskoku (fig. 2). Na odpornych utworach dewonu, karbonu i permu uskoki wyznaczone są przez przesłanki morfologiczne, na miękkich zaś wychodniach kulmu i pstrego piaskowca obecnością wód gruntowych powodujących zmiany zróżnicowania szarości gleby lub zmiany w pokryciu roślinnym doskonale widoczne na fotogramie.

Podobne stosunki istnieją na południowym skrzydle antykliny checińskiej. Utwory kambru holmiowego jądra tej antykliny znajdują się w obniżeniu i są przeważnie pokryte utworami napływowymi i lodowcowymi. W niektórych jednak partiach, jak np. na dziale wodnym na zachód od Chęcín, na fotogramie uwidaczniają się ciemniejsze i jaśniejsze pasy, odpowiadające naprzemianległym pakietom łupków i szarogłazów. Najcieńsze z widocznych w ten sposób pakietów mają około 10 m miąższości. Graniczące z kambrem utwory eiflu można odróżnić na zasadzie niezbyt jednoznacznie wyrażonych różnic morfologicznych. Bardziej trudno oddzielić jest żywet od franu i od zlepieńców cechsztyńskich. W ostatnim wypadku są to raczej trudności miejscowe; w synklinie bolechowskiej bowiem rozdzielił ten chociaż z trudem udało się wykonać.

## POŁUDNIOWE OBRZEŻENIE MEZOZOICZNE

Utwory pstrego piaskowca dadzą się odróżnić od wapieni dewońskich i wapienia muszlowego według zróżnicowania szarości zwietrzliny tylko na stokach i grzbietach. Na pozostałych obszarach na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, w celu wydzielenia pstrego piaskowca, można stosować kryteria morfologiczne. Kryteria morfologiczne pomocne są również przy wyodrębnianiu wapieni retu, wapienia muszlowego, iłów kajpru i wapieni oksfordu. Wapienie rauraku, dzięki swej małej odporności na czynniki niszczące, tworzą obniżenia i przysypane są płaszczem osadów czwartorzędowych.

W sposób bardzo charakterystyczny zaznaczają się na fotogramach utwory astartu i kimerydu. Jest to niejednolita seria wapieni oolitycznych, płytowych wapieni marglistych, łupków i muszlowców (H. Świdziński, 1931). Wychodnie ich zachowały się przeważnie jako wyniesienia i pozbawione dlatego płaszcza czwartorzędowego dają na zdjęciu charakterystyczny obraz jaśniejszych i ciemniejszych pasów, nieco podobny do obrazu utworów kambru holmiowego antykliny checińskiej<sup>1</sup>. W podobny sposób zaznacza się cienka, kilkudziesięciometrowa seria wapieni marglistych keloweju, widoczna na fotogramie jako ostro zarysowany pojedynczy ciemny pas, towarzyszący jasnym, grzbietotwórczym wapieniom oksfordu.

Pośród utworów kredowych, jedynie margle albu wyróżniają się szarym na zdjęciu zabarwieniem zwietrzliny od innych utworów sąsiadujących. Piaskowce cenomanu i turonu dadzą się wprowadzić dość jednoznacznie wyróżnić na podstawie kryteriów morfologicznych, nie w takim

<sup>1</sup> Omówione szczegółowo w pracy K. Guzka „Fałd Sobkowska — zdjęcie geologiczno-fotogrametryczne”.

jednak stopniu, jak poprzednio opisane wapień oksfordu i retu lub też wapień muszlowe.

Na całym obszarze południowego obrzeżenia mezozoicznego znajdują się liczne uskoki, spośród których większość uwidoczniła jest na foto-

gramie zmianą szarości zwierzeli spowodowaną krążeniem wód lub charakterystycznymi liniami morfologicznymi. W wypadku podsiąkania wód, uskok widoczny jest nawet spod względnie grubej pokrywy deluwialnej lub lodowcowej.

Uskoki i spękania mające szczeliny zmineralizowane i wypełnione kalcytem widoczne są dość często w postaci białych smug. Godna wzmianki jest również możliwość wyznaczenia spękań i uskoków zmineralizowanych po liniach starych, zaniedbanych wyrobisk w poszukiwaniu za galeną i kruszcami miedzi. Wyrobiska pojedyncze są wprawdzie niedostrzegalne na fotografii lotniczej 1 : 20 000, dają się jednak łatwo prześledzić ich większe skupienia.

Z podanego przeglądu wynika możliwość szerokiego zastosowania stereofotogrametrii lotniczej na obszarze Gór Świętokrzyskich i ich obrzeżenia, zarówno dla celów reambulacji istniejących map geologicznych jak i dla wstępnych opracowań kartograficzno-geologicznych.

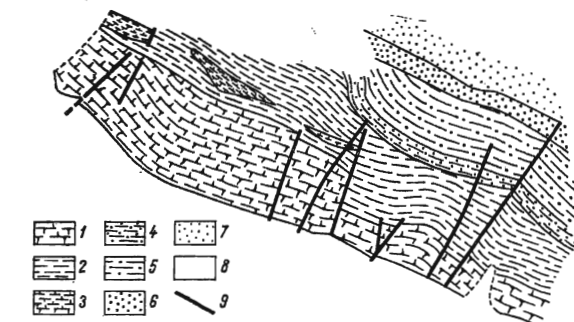


Fig. 4. Okolice Gałęzic na północny-zachód od Chęciny. Obraz geologiczny czytelny ze stereofotogramów lotniczych w skali 1 : 20 000

Vicinity of Gałęzice, northwest of Chęciny. Geological picture legible from air survey stereograms, scale 1 : 20 000

1 — skały prawdopodobnie wapienne o dużej odporności na denudację, 2 — skały miękkie prawdopodobnie ilaste, 3 — skały prawdopodobnie wapienne o dużej odporności na denudację, 4 — skały wapienne o średniej odporności na denudację, 5 — skały miękkie, prawdopodobnie piaszczyste lub ilaste, 6 — skały piaszczyste odporne na niszczenie, 7 — skały miękkie, o nieokreślonym charakterze częściowo przykryte utworami czwartorzędowymi, 8 — pokrywa czwartorzędowa; 9 — uskoki

1 — rocks, probably limestones, markedly resistant to denudation, 2 — soft, probably argillaceous, rocks, 3 — rocks, probably limestones, markedly resistant to denudation, 4 — limestones, moderately resistant to denudation, 5 — soft, probably arenaceous or argillaceous rocks, 6 — arenaceous rocks, resistant to denudation, 7 — soft unidentified rocks, partly covered by Quaternary deposits, 8 — Quaternary cover; 9 — faults

Ze schematycznie wykonanego zestawienia stopnia czytelności podłoża (fig. 2) dla zachodniej i południowo zachodniej części Gór Świętokrzyskich wynika, że udział powierzchni użytecznej dla wstępnych opracowań stereoskopowych wynosi około 22% rozpatrzonego obszaru. Jeżeli się zważy, że stopień odkrycia starszego podłoża na tym samym obszarze wynosi 27%<sup>2</sup> mogłoby się wydawać, że jedynie 1/5 względnie czytelnej powierzchni występowania starszego podłoża nie może być wykorzystana

<sup>2</sup> Obliczyłem z mapy w skali 1 : 300 000.

dla wstępnego geologicznego opracowania stereofotogrametrycznego. W rzeczywistości nieużyteczna jest mniej niż 1/5 powierzchni odkrytej. Przyczyna leży w tym, że stereoskopową analizę budowy starszego podłoża możemy w pewnych wypadkach przeprowadzić także pod niegrubym przykryciem utworów czwartorzędowych (fig. 2).

Na podstawie znajomości budowy geologicznej terenu możemy przypuszczać, że stosunek ten jest charakterystyczny z niewielkimi odchyleniami również dla pozostałego obszaru świętokrzyskiego. Obszary zakryte nie pozostaną zresztą nieprzydatne we wstępnym opracowaniu, można bowiem na nich wyznaczyć wszystkie elementy morfologiczne charakteryzujące budowę geologiczną pokrywy czwartorzędowej. Dla większości starszych wychodni możemy wnieść mniej lub więcej elementów sytuacji geologicznej, jeszcze przed bezpośrednią konfrontacją z terenem. Ilość wniesionych elementów jest ściśle związana z „kategorią czytelności powierzchni“ (fig. 3). Na załączonym zestawieniu wyróżniłem trzy takie kategorie. Na obszarach o kategorii oznaczonej umownie cyfrą 3, potrafimy wykonać ukończoną praktycznie mapę geologiczną, z precyzyjnie ustaloną tektoniką i dokładnie rozdzielonymi zespołami litologicznymi.

Przykładem może tu służyć synklina Góry Leśnej (na południe od Chęciny), gdzie niezależnie od poprawnego podziału stratygraficznego możliwe było ponadto wprowadzenie korekty stylu tektonicznego łafdu, w stosunku do zdjęcia wykonanego metodami klasycznymi (fig. 3, 3a, 3b). Mapa dla obszarów tej kategorii, wymaga tylko oznaczenia litologicznego i paleontologicznego wyrysowanych z fotogramu pakietów skalnych. Obszary kategorii oznaczonej na zestawieniu cyfrą 2, charakteryzujące się wysunięciem na pierwszy plan kryteriów morfologicznych, pozwalają na ściśle wyodrębnienie grubszych serii skalnych, nie jedna-

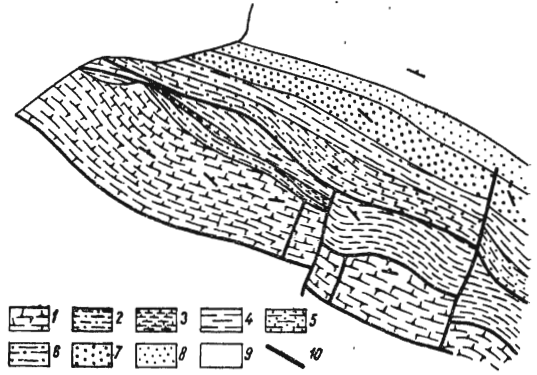


Fig. 4a. Okolice Gałęzic na północny-zachód od Chęciny. Fragment mapy geologicznej J. Czarnockiego w skali 1:25 000 powiększony do skali 1:20 000

Vicinity of Gałęzice northwest of Chęciny. Fragment of geological map drawn by J. Czarnocki in scale 1:25 000 converted to scale 1:20 000

1 — żywet górny (wapienie), 2 — kulum częściowo famen górny (łupki krzemionkowe), 3 — wizen (wapienie), 4 — karbon dolny (łupki ilaste i piaszczyste), 5 — cechsztyń dolny (wapienie), 6 — cechsztyń środkowy (margle i łupki), 7 — cechsztyń górny (zlepienie), 8 — pstry płaskowiec dolny (ły łupkowe), 9 — inne skały wyróżnione w oryginalnym zdjęciu J. Czarnockiego, 10 — linie ciągłe = uskoki i linie niezgodności tektonicznych

1 — Upper Givetian — limestones; 2 — Culm, partly Upper Famenian — siliceous shales; 3 — Visean — limestones; 4 — Lower Carboniferous — argillaceous and arenaceous shales; 5 — Lower Zechstein — limestones; 6 — Middle Zechstein — marls and shales; 7 — Upper Zechstein — conglomerates; 8 — Lower Bunter sandstone, shaly clays; 9 — other rocks distinguished in original mapping of J. Czarnocki; 10 — heavy unbroken continuous lines — faults and lines of tectonic unconformities.

kowo odpornych na czynniki niszczenia i na dokładne wyznaczenie elementów tektoniki, zwłaszcza dyslokacji nieciągłych. Pomimo braku szczegółów charakterystycznych na przykład dla poprzednio opisanej kategorii, dla obszarów takich możemy wykonać zakończoną mapę (warunkiem jak poprzednio oznaczenie litologiczne i paleontologiczne) przewyższającą dokładnością zdjęcie tej samej skali wykonane klasycznymi metodami naziemnymi.

Wybierzmy za przykład okolice Gałęzic (fig. 4, 4a, 4b). Fotogram lotniczy zezwolił tu na wyodrębnienie niemal wszystkich zespołów ujętych na zdjęciu w skali 1 : 25 000 wykonanym przez J. Czarnockiego (wyjątek stanowi trudność oddzielenia famenu od kulmu), narzucając jednak zarazem w szczegółach inny przebieg wychodni, niż przedstawiony na wspomnianej mapie. Znając wszystkie braki podkładu topograficznego, którym rozporządzał J. Czarnocki, mimo gobactwa szczegółów zawartych w jego zdjęciu, należy jednak uznać, że fotogram lotniczy wnosi nowe szczegóły do obrazu tego obszaru.

Na obszarach oznaczonych na figurze cyfrą „1” można wyznaczyć tylko niektóre elementy tektoniki lub też elementy litologiczno-stratigraficzne. Są to albo fragmentarycznie uchwytnie granice geologiczne, albo jeden tylko charakterystyczny pakiet skalny. Czasami w różny sposób widoczne są zjawiska dyslokacji nieciągłych, np. uskoki poprzeczne.

Możliwość kameralnego wyznaczania tych elementów ułatwia jednak przyjęcie wstępnej koncepcji budowy geologicznej i pozwala na bardziej racjonalne rozplanowanie prac polowych.

Zakład Kartografii Geologicznej U. W.

Nadesłano we wrześniu 1957 r.

## PIŚMIENNICTWO

- CZARNOCKI J. (1948) — Przewodnik do XX Zjazdu P. T. G. w Górach Świętokrzyskich. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ŚWIDZIŃSKI H. (1931) — Utwory jurajskie między Małogoszczą a Czarną Nidą. Spraw. Państw. Inst. Geol., 6, z. 4, str. 793—863. Warszawa.

Krzysztof SCHOENEICH

## LEGIBILITY OF THE OLDER SUBSTRATUM ON THE AREA OF THE ŚWIĘTY KRZYŻ MOUNTAINS IN STEREOSCOPIC AIR PHOTOGRAMMETRY

### Summary

A stereoscopic analysis of air survey pictures, scale 1 : 20 000, tentatively undertaken for the southwestern part of the Święty Krzyż Mountains, disclosed the full suitability of these pictures for the purposes of geological cartography.



It proved possible to discern, on the photos, elements of the geological structure on the basis of the following three criteria:

morphology which aids in distinguishing outcrops of rocks of various resistance to denudation,

colouring of the rock or of its waste, appearing on the photo as a different intensity of grey shading; this is particularly valuable for the heterogeneous series of mesozoic limestones, especially the Astartian, and for Cambrian Flysch sediments,

the vegetation feature which are helpful in establishing the course of faults.

In the manner described above it has been possible to utilize on the investigated area, for preliminary geological study, approximately  $\frac{4}{5}$  of the total surface devoid of a covering mantle of Quaternary formations; or, in other words, 22% of the total of the investigated area. Depending upon the number of elements of the geological structure revealed on the air survey photo, the author distinguishes three categories of "surface legibility" (Fig. 2).

The first category comprises such areas on which the air photo discloses fragments of tectonics and stratigraphy.

On areas assigned to the second category thick rock series of bigger thickness may be distinguished and some tectonic elements, especially non-continuous dislocations may be established.

Areas of the third category disclose all geological boundaries and all of the elements of non-continuous dislocations.

#### TABLICA I

Fig 3b. Fotogram lotniczy okolic Góry Leśnej. Zauważ północno-zachodnią część synkliny Góry Leśnej z dobrze widocznymi wychodniami wapieni oolitycznych astartu i kimerydu

Aerophotogram of the Góra Leśna vicinity in the Święty Krzyż Mountains. Remark: the north-west part of the Syncline have well visible exposures of oolitic limestones of the Astartian and Kimeridgian



Fig. 3b

TABLICA III

Fig. 4b. Fotogram lotniczy okolic Gałęzic na północny zachód od Chęcín

Aerophotogram of north-west vicinity of Chęciny in the Święty Krzyż Mountains

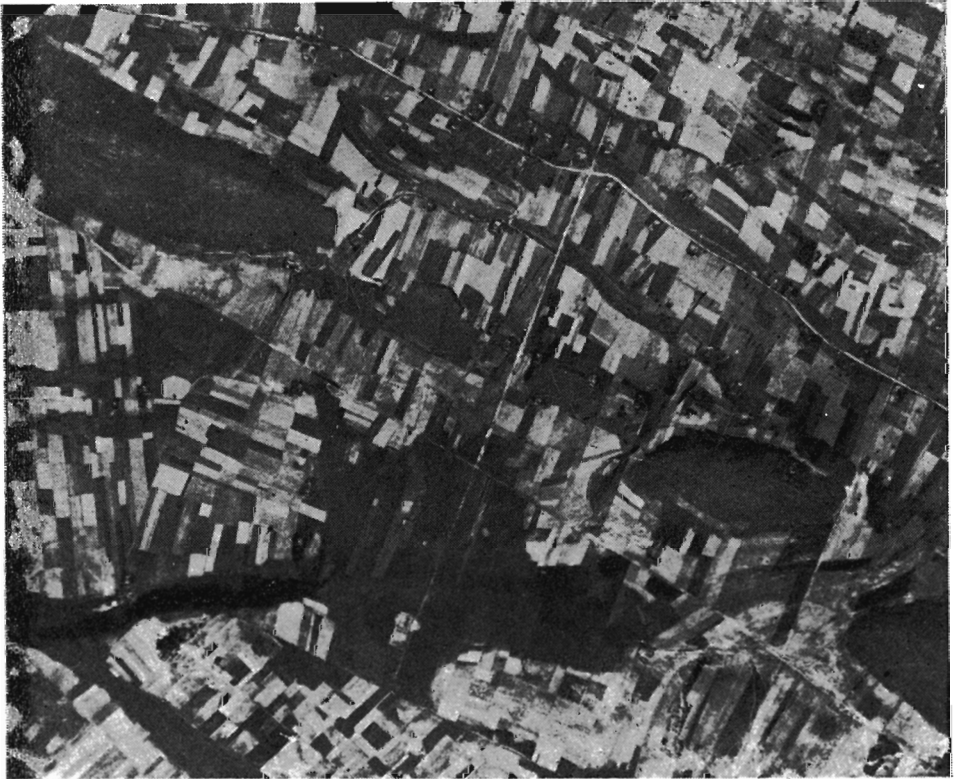


Fig. 4b