

ANDRZEJ PSZCZÓLKOWSKI

Zastosowanie zdjęć lotniczych do badania utworów kimerydu południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich

APPLICATION OF AERIAL PHOTOGRAPHS IN THE RESEARCH OF THE KIMMERIDGIAN DEPOSITS IN THE SW MARGIN OF THE HOLY CROSS MTS.

STRESZCZENIE: Publikacja niniejsza dotyczy metodyki i wyników interpretacji zdjęć lotniczych w zastosowaniu do zagadnień litologiczno-facjalnych kimerydu południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. Dokonana została analiza czytelności zdjęć lotniczych w zależności od pory ich wykonania oraz skali. Ponadto przeprowadzono charakterystykę fotointerpretacyjną poszczególnych kompleksów litologicznych oraz omówiono zachodzące w nich zmiany facjalne.

WSTĘP

Praca niniejsza została wykonana w latach 1964—1968 w Pracowni Kartografii Geologicznej Zakładu Nauk Geologicznych PAN, pod kierunkiem prof. K. Guzika. Stanowi ona część szerszego opracowania, poświęconego badaniom facjalnym utworów kimerydu przy zastosowaniu interpretacji zdjęć lotniczych (Pszczółkowski 1968b). Celem niniejszej publikacji jest metodyczne ujęcie zagadnienia geologicznej czytelności zdjęć lotniczych z obszaru wychodni kimerydu południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich, jak również przedstawienie wyników fotointerpretacji w odniesieniu do litologicznego zróżnicowania utworów tego piętra.

Badaniami objęty został teren położony między Wymysłowem i Olesznem (fig. 1). Ograniczenie zakresu pracy do utworów kimerydu podyktowane było możliwością zastosowania interpretacji zdjęć lotniczych do problematyki litologiczno-facjalnej, co wymaga dobrej czytelności fotointerpretacyjnej badanych utworów.

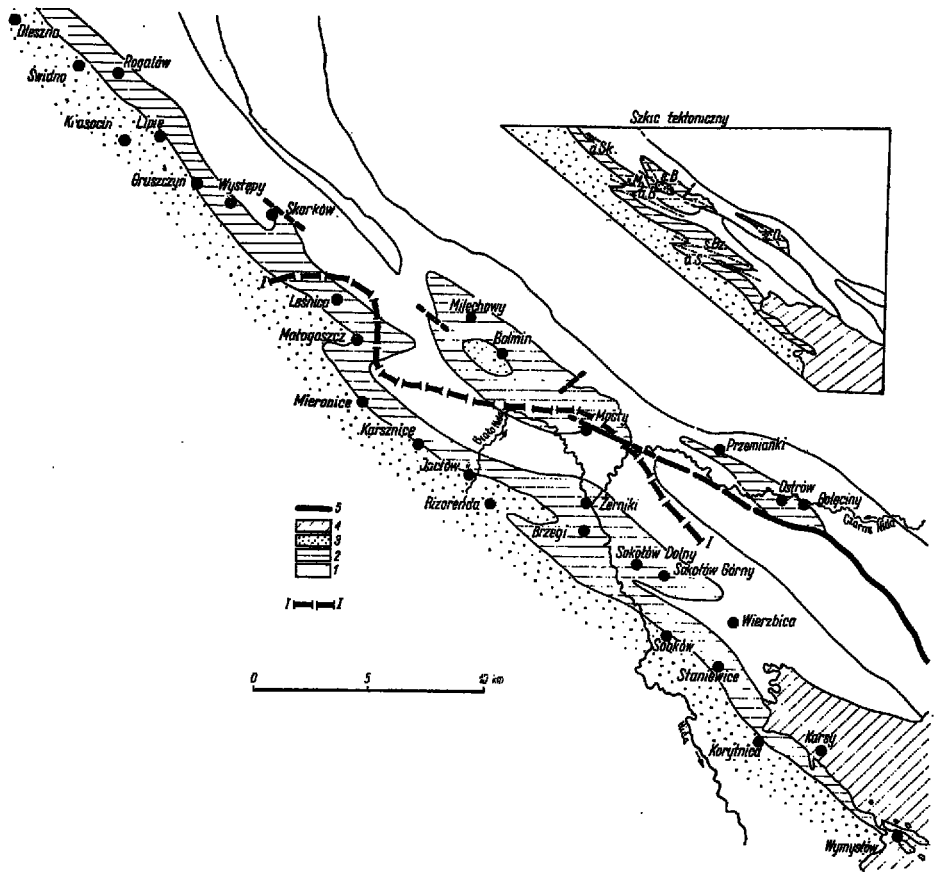


Fig. 1

Mapa lokalizacyjna utworów kimerydu SW obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich (sporządzona na podstawie map Czarnockiego, 1950, oraz Różyckiego, 1961; dolna granica kimerydu wyznaczona w oparciu o dane stratygraficzne Kutka, 1968)

1 utwory starsze od kimerydu, 2 kimeryd, 3 kreda, 4 miocen, 5 uskoki, I—I linia zasięgu wapieni detrytyczno-oolitowych w kompleksie utworów z nad wapieni kredowatych (dolny kimeryd); a.Sk. antyklina Skorkowa, a.B. antyklina Bocheńca, a.S. antyklina Sobków, s.M. synklina Malogoszcza, s.B. synklina Bołmina, s.Bz. synklina Bizorenda, s.O. synklina Ostrowa

Location map of the Kimmeridgian deposits in the SW margin of the Holy Cross Mts. (based on maps by Czarnocki, 1950, and Różycki, 1961; the lower boundary of the Kimmeridgian based on stratigraphic data by Kutka, 1968)

1 deposits older than the Kimmeridgian, 2 Kimmeridgian, 3 Cretaceous, 4 Miocene, 5 faults, I—I range of the detrital-oolitic limestones in the Deposits Overlying Chalky Limestones (Lower Kimmeridgian); a.Sk. Skorków anticline, a.B. Bocheńca anticline, a.S. Sobków anticline, s.M. Malogoszcz syncline, s.B. Bołmina syncline, s.Bz. Bizorenda syncline, s.O. Ostrowa syncline

Prace nad zastosowaniem interpretacji zdjęć lotniczych do kartowania utworów górnej jury południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich zostały zainicjowane przez prof. K. Guzika, w latach 1956—1958. Z tego okresu pochodzi opracowanie fotointerpretacyjne fałdu Sobkowa w skali 1:10 000 (por. Guzik 1964). Ponadto K. Schoeneich (1958) i M. Hakenberg (1958) dokonali wstępnych obserwacji dotyczących wykorzystania zdjęć lotniczych w badaniu m.in. skał górnourajskich w okolicach Chęcin, zaś M. Grzeszkiewicz (1964) sporządziła mapę fotointerpretacyjną okolic Sobkowa i Sokołowa Górnego w skali 1:10 000. Niektóre zagadnienia wynikające z zastosowania zdjęć lotniczych do badania utworów górnego kimerydu zostały przedstawione w poprzedniej publikacji autora (Pszczółkowski 1970).

W niniejszej pracy autor nawiązuje do wydzieleń litostratygraficznych w kimerydzie południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich, zawartych w pracy J. Kutka (1968) wszędzie tam, gdzie było to możliwe z punktu widzenia odmiennej metodyki badawczej.

Autor dziękuje serdecznie Prof. K. Guzikowi za kierowanie pracą, Dr J. Kutkowi za informacje stratygraficzne, Dr M. Hakenbergowi za pomocne uwagi i dyskusje, zaś Dr W. Kowalskiemu za wykonanie wskaźnikowych analiz chemicznych.

CZĘŚĆ METODYCZNA

Charakterystyka zdjęć lotniczych

W celu przedstawienia problemów metodycznych interpretacji geologicznej zdjęć lotniczych, należy w pierwszym rzędzie krótko scharakteryzować materiał fotograficzny, jakim autor dysponował. Panchromatyczne zdjęcia lotnicze zostały bowiem wykonane w różnych latach i miesiącach, a także w odmiennych skalach, co warunkowało rozmaite ich wykorzystanie w niniejszej pracy.

Zdjęcia lotnicze w skali 1:20 000

Są to najstarsze zdjęcia, pochodzące z 1950 roku. Obejmują one obszar między Karsami i Karsznicami. Skala przybliżona tych zdjęć wynosi 1:20 000; w rzeczywistości waha się ona na różnych fotogramach w granicach od 1:19 000 do 1:22 000. W metryczkach nie została podana dokładna data przeprowadzenia nalołów zdjęciowych, stąd nie wiadomo dokładnie, w których miesiącach były one wykonane. W przybliżeniu czas ich wykonania określić można na podstawie analizy stanu upraw. Fotogramy obejmujące obszar między Karsami i Staniewiczami sporządzone były w czasie żniw, które w tym rejonie odbywają się zwykle w okresie od drugiej połowy lipca do pierwszej dekady sierpnia włącznie.

Następne ku północy dwa szeregi zdjęć, obejmujące obszar między Sobko-

wem i Żernikami, sądząc na podstawie porównania ze zdjęciami poprzednimi, zostały wykonane nieco wcześniej. Ponieważ różnice w układach tonalnych pól uprawnych na tych i poprzednich zdjęciach nie są duże, czas wykonania zdjęć można określić tutaj na pierwszą połowę lipca, ewentualnie ostatnią dekadę czerwca. Zdjęcia z obszaru położonego dalej na północ, aż do Karsznic i Bolmina, zostały prawdopodobnie wykonane jeszcze wcześniej. Kontrast szachownicy pól jest na nich większy, co wskazuje, że zdjęcia były sporządzone w okresie, kiedy naturalne różnice między uprawami oraz typami gleb były jeszcze duże (por. Boesch & Brunnschweiler 1960). W lokalnych warunkach oznacza to także, że postęp wegetacji nie był mocno zaawansowany, a zatem — czas wykonania tych zdjęć można określić na czerwiec. W niektórych rejonach omawiane zdjęcia stanowiły podstawowy materiał fotograficzny.

Zdjęcia lotnicze w skali 1 : 5 000

Zdjęcia te zostały wykonane w pierwszych dniach lipca 1960 roku. Obejmują one południowe skrzydło i część centralną antykliny Sobkowa, pomiędzy Sobkowem, Wierzbicą i Staniewicami. Charakteryzują się one słabym na ogół kontrastem tonalnym, dobrą ostrością i w sumie względnie dobrą czytelnością fotointerpretacyjną utworów kimerydu. Znaczne wyrównanie kontrastów tonalnych przypisać należy w dużym stopniu procedurze obróbki fotograficznej. Zdjęcia w skali 1 : 5 000 zostały wykorzystane do sporządzenia mapy fotointerpretacyjnej utworów kimerydu i częściowo najwyższego oksfordu okolic Sobkowa, jak również do wykonania profilów litologicznych na tym obszarze.

Zdjęcia lotnicze w skalach 1 : 12 500 — 1 : 19 500

Zdjęcia w tych skalach zostały wykonane w okresie od połowy czerwca do pierwszej dekady sierpnia 1965 roku. Zdjęcia w skali 1 : 12 500 — 13 000 obejmują obszar od Oleszna do Staniewic. Zdjęcia z obszaru położonego dalej na południe posiadają skalę 1 : 19 500.

Omawiane zdjęcia, o rozmaitej przydatności, stanowiły zasadniczy materiał fotointerpretacyjny. Mają one nie zawsze najlepszy kontrast, jednak dobra ostrość w połączeniu ze względnie dogodną skalą dla celów interpretacji geologicznej pozwoliły na szerokie ich wykorzystanie. Na obszarze między Olesznem i Małogószczem stanowiły one jedyny materiał fotograficzny, jakim autor dysponował.

Geologiczna czytelność zdjęć lotniczych

Uwagi ogólne

Na geologiczną czytelność zdjęć lotniczych składa się szereg czynników umożliwiających wnioskowanie w sprawie budowy geologicznej i procesów geologicznych na badanym obszarze. Do czynników tych należą w pierwszym rzędzie: typ budowy geologicznej, stan roślinności w zależności od pory roku, wilgotność utworów powierzchniowych, skala zdjęć, rodzaj zastosowanego negatywu i filtru, proces obróbki fotograficznej. Trzy ostatnie czynniki są parametrami fotograficznymi, zwykle narzucającymi geologowi ze względu na topograficzny cel wykonania zdjęć lotniczych.

Nizej poruszone zostanie zagadnienie zależności kryteriów fotointerpretacyjnych od cech litologicznych utworów kimerydu, a także wpływ roślinności na czytelność fotointerpretacyjną w zależności od pory wykonania zdjęć. Nadto rozważony zostanie wpływ skali zdjęć na ich czytelność.

Kryteria fotointerpretacyjne

Zasadniczym kryterium interpretacyjnym na badanych obszarach, zbudowanych z utworów kimerydu, jest ton fotograficzny (fototon). Drugim kryterium jest morfologia terenu, obserwowana na zdjęciach w modelu przestrzennym pod stereoskopem.

Wymienione kryteria łączą się ze sobą prostą zależnością, słuszną w prawie wszystkich przypadkach: ciemne fototony odpowiadają zwykle obniżeniom morfologicznym, fototony jasne — wzniesieniom (fig. 2). Mniejsze znaczenie kryterium morfologicznego uwarunkowane jest tym, że tylko zasadnicze poziomy litologiczne o znacznej miąższości znajdują odbicie w morfologii terenu. Natomiast zróżnicowanie tonalne ujawnia nadto obecność cienkich poziomów litologicznych, do indywidualnych łączyć włącznie.

Natężenie fototonów jest zmienne w szerokim przedziale odcieni. Ilościowa klasyfikacja odcieni szarych, przy zastosowaniu odpowiednich przyrządów pomiarowych, możliwa jest tylko na negatywach zdjęć lotniczych (por. Ray & Fischer 1960). Nie dysponując negatywami autor wyróżnił cztery zasadnicze odcienie fototonów: jasny, jasnoszary, szary i ciemnoszary. W tym zakresie zostały sklasyfikowane jakościowo poszczególne fototony wykazane obok profilów litologicznych (fig. 2 i 3). Skala odcieni fototonów jest oczywiście szersza niż tutaj przyjęta. Niektórzy autorzy wydzielali do 10 odcieni szarych, klasyfikując je w sposób jakościowy (por. Milićević 1965). Zbyt duża jednak ilość wydzieleni jest zdecydowanie niekorzystna, ponieważ zwiększa dokładność klasyfikacji fototonów tylko pozornie, natomiast prowadzić może do szeregu pomyłek.

Za bezpośrednią przyczynę zróżnicowania fototonów na obszarze fałdu Sobkowa M. Hakenberg (1958) uznał odmienną zdolność odbijania promieni świetlnych przez rumosz rozmaitych skał. Własność tę można jednak odnieść tylko do tych skał, które w wyniku procesów wietrzenia dostarczają znacznych ilości rumoszu, a więc do wszelkich odmian wapieni, od oolitowych do marglistych włącznie. Różna zdolność odbijania promieni świetlnych zależy niewątpliwie od koloru danego obiektu, w tym przypadku rumoszu (Ray & Fischer 1960). Istotnie, wapienie kimerydzkie o wysokiej zawartości węgla wapnia mają zwykle jaśniejszy odcień, niż wapienie margliste. Czynnika tego nie można jednak uznać za pierw-

szoplanowy¹, ponieważ często szare wapienie pelitowe i margliste odznaczają się na zdjęciach jasnym fototonem. Co więcej, skały silnie ilaste w ogóle nie dostarczają rumoszu. Istnieje natomiast innego rodzaju zależność, dotycząca zagęszczenia rumoszu na wychodniach utworów kimerydu. Im obfitszy rumosż, tym na ogół jaśniejszy fototon na zdjęciu lotniczym. Zależność ta była wielokrotnie obserwowana w terenie. Ilość rumoszu zależy od sposobu wietrzenia skał, a ten z kolei od ich składu chemicznego, rzadziej od własności fizycznych.

Zagadnienie zależności natężenia fototonu od składu chemicznego i fizycznych własności utworów kimerydu nie było dotychczas podnoszone. Wstępne obserwacje na ten temat poczynił M. Halkenberg (1964) w odniesieniu do utworów górnej kredy. Autor ten uznał za pierwotną przyczynę występowania fototonów różnice w zawartości substancji ilastej lub różną porowatość skał, skłaniając się raczej do pierwszej możliwości.

W przypadku utworów kimerydu o charakterze fototonów na zdjęciach lotniczych decyduje zawartość domieszki ilastej. Różnice w tym względzie między poszczególnymi typami skał powodują nie tylko rozmaite zagęszczenie rumoszu na wychodniach, ale — co jest równie ważne — wpływają też na grubość i skład pokrywy zwietrzelinowej oraz gleby ponad litą skałą. W miejscach, gdzie gleba i zwietrzelina posiada większą miąższość i pozbawiona jest znacznej ilości rumoszu, wody opadowe mogą się gromadzić i pozostawać dłużej, wszędzie natomiast tam, gdzie skała znajduje się płytko, wody opadowe łatwiej spływają, a także szybciej parują. Zawartość wilgoci wpływa na natężenie fototonu, ponieważ woda absorbuje energię świetlną.

Jakościowe obserwacje dotyczące zróżnicowanego charakteru pokrywy zwietrzelinowej i gleby zostały przeprowadzone w płytkich wkopach, zlokalizowanych na wychodniach utworów, które charakteryzują się odmiennym natężeniem fototonu na zdjęciach lotniczych. Płóciowe ujęcie roli domieszki ilastej uzyskano ze wskaźnikowych analiz chemicznych. W tabeli 1 zostały podane wyniki 15 analiz próbek pobranych z różnych skał. Części nierozpuszczalne w HCl, to przede wszystkim substancja ilasta, z niewielką domieszką kwarcu. Inne składniki, jak np. piryt, stanowią znikomy procent. Uzyskane rezultaty wskazują, że wapienie o zawartości części nierozpuszczalnych do 7% z reguły zaznaczają się na zdjęciach lotniczych jasnymi lub jasnoszarymi fototonami. Dotyczy to próbek nr 1, 2, 3, 4, 6, 8, 11, 13, 14, 15. W obrębie tej grupy silne jasne fototony reprezentują: wapień drobnoziarnisty i wapień pelitowy (próbki 1, 4), o najmniejszej zawartości części nierozpuszczalnych. Należą tutaj także prawie wszystkie odmiany strukturalne wapieni o podobnej lub niższej zawartości tych składników.

Wapienie oolitowe, pelitowe zbite i niektóre odmiany wapieni z liczną fauną i glonami zawierają do 3% domieszki nierozpuszczalnej (Peszat 1964) i reprezentowane są przez jasne fototony na zdjęciach lotniczych. Wyjątek stanowią wapienie kredowate i cienkoławicowe wapienie pelitowe, słabiej zlitfikowane. Pomimo wy-

¹ Byłoby to bardzo istotne w przypadku doskonałego odsłonięcia skał kimerydzkich. Zróżnicowanie tonalne byłoby wtedy bezpośrednio zależne od kolorów zwietrzającej partii litych skał.

sokiej zawartości węgla wapnia zwykle charakterystyczne są dla nich jasnoszare lub szare fototony. Fakt ten należy tłumaczyć niewielką odpornością oraz sposobem wietrzenia, w wyniku którego na wychodniach tych skał rumosz jest nieliczny,

Tabela 1

Wyniki wskaźnikowych analiz chemicznych na zawartość części nierozpuszczalnych w HCl oraz CaO (analizy wykonał dr Włodzimierz Kowalski z Instytutu Mineralogii, Geochemii i Petrografii Uniwersytetu Warszawskiego)

Próbka nr	% części nierozpuszczalnych w HCl	% CaO	Nazwa skały i lokalizacja próbki	Fototon
1	3,27	52,64	wapień drobnoziarnisty, Sobków	jasny
2	5,21	50,64	wapień pelitowy, lekko marglisty, Sobków	jasnoszary
3	6,56	48,95	wapień pelitowy, lekko marglisty, Sobków	jasnoszary
4	3,67	51,13	wapień pelitowy, Sobków	jasny
5	26,85	39,91	margiel, Sobków	ciemnoszary
6	3,72	52,72	wapień onkolitowy, Sobków	jasnoszary
7	10,40	45,88	wapień marglisty, Brzegi	szary
8	6,32	49,90	wapień onkolitowy, Brzegi	jasnoszary
9	9,80	46,49	wapień marglisty, Brzegi	szary
10	16,25	45,80	margiel, Brzegi	ciemnoszary
11	6,85	50,28	wapień pelitowy, lekko marglisty, Karsznice	jasnoszary
12	22,54	43,25	margiel, Karsznice	ciemnoszary
13	5,35	52,17	wapień drobnoziarnisty, Skorków	jasnoszary
14	4,83	52,62	wapień pelitowy z fauną, Leśnica	jasnoszary
15	5,02	51,28	wapień pelitowy, lekko marglisty, Leśnica	jasnoszary

natomiast zwietrzelina jest gliniasta, często przemieszana z piaskiem. Z kolei sposób wietrzenia pozostaje w związku z wysoką porowatością i nasiąkliwością tych skał, szczególnie pelitowych odmian wapieni kredowych i wapieni pasiastych (por. Peszat 1964).

Skały o zawartości części nierozpuszczalnych większej niż 8% zaznaczają się na zdjęciach lotniczych szarymi i ciemnoszarymi fototonami (próbki 5, 7, 9, 10, 12). Im bardziej ilaste są skały, tym ciemniejszy fototon na zdjęciach. W rzeczywistości ta prawidłowość nie zawsze jest spełniona, ponieważ w niektórych miejscach wychodnie skał ilasto-marglistych przykryte są piaskami, co powoduje pewne rozjaśnienie fototonów i wyrównanie kontrastów.

Wpływ roślinności na czytelność fotointerpretacyjną

Wpływ pory roku na czytelność zdjęć lotniczych zaznacza się w pierwszym rzędzie poprzez maskujące działanie pokrywy roślinnej wystę-

pującej na polach uprawnych. Fakt, że fototony są najwyraźniejsze na polach, wynika ze stałego przemieszczania zwietrzeli i wydobywania nowych jej składników na powierzchnię terenu w trakcie prac polowych. Świeżo wyorany rumosz jest mniej zwietrzały i silnie odbija światło, co powoduje obecność silnych kontrastów tonalnych na zdjęciach wykonanych w niedługim czasie po tych pracach.

W miarę wzrostu roślin uprawnych naturalne zróżnicowanie tonalne utworów kimerydu ulega powolnemu zacieraniu. Zagadnienie to najlepiej można zanalizować na przykładzie zdjęć lotniczych w skali przybliżonej 1:12 500, wykonanych w lipcu i sierpniu 1965 roku. Różnica czytelności pomiędzy zdjęciami z obszaru położonego między Karsznicami i Żernikami (lipiec) i zdjęciami z okolic Brzegów i Sobkowa (sierpień) jest wyraźna. W przypadku pierwszych zdjęć maskujący wpływ roślinności na czytelność fotointerpretacyjną utworów kimerydu jest wprawdzie widoczny, jednak nie przeszkadza to w interpretacji poziomów litologicznych nawet o niewielkiej miąższości. Na zdjęciach wykonanych w sierpniu 1965 r. zaznaczyło się daleko posunięte wyrównanie naturalnych kontrastów tonalnych, wskutek późniejszego w tym roku procesu dojrzewania zbóż i ogólnego rozwoju pozostałych roślin uprawnych. W efekcie utwory kimerydu okolic Sobkowa i w synklinie Bizorendy są bardzo słabo zróżnicowane na omawianych zdjęciach, jakkolwiek właśnie te obszary są bardzo dobrze czytelne na zdjęciach w skalach 1:20 000 i 1:5 000, wykonanych w poprzednich latach.

Zasada, iż zdjęcia lotnicze wykonane we wcześniejszym okresie cechują się lepszą czytelnością w sensie geologicznym, nie zawsze jest spełniona. W szczególności nie musi się ona stosować do przypadków, w których odstęp czasowy między dwoma nalotami zdjęciowymi był rzędu kilkunastu dni. Wtedy istotny wpływ na czytelność zdjęć lotniczych mogą mieć także inne czynniki, jak np. lokalny rozkład opadów atmosferycznych. Jest bardzo prawdopodobne, że właśnie ten czynnik tłumaczy również dobrą czytelność zdjęć lotniczych wykonanych w lipcu jak i w czerwcu 1965 roku, mimo różnic w stanie upraw w obu miesiącach. Należy też wziąć pod uwagę fakt, że na zdjęciach wykonanych późną wiosną kontrasty naturalne między poszczególnymi uprawami są największe (por. Steiner 1960), co do pewnego stopnia wpływa ujemnie na czytelność geologiczną tych zdjęć.

Wpływ skali zdjęć lotniczych na czytelność fotointerpretacyjną

W odniesieniu do kilku obszarów autor dysponował zdjęciami lotniczymi o różnej skali, np. dla zachodniej części antykliny Sobkowa (fig. 1) wykonane były w różnych latach zdjęcia w skalach przybliżonych 1:

: 20 000, 1 : 12 750 i 1 : 5 000. Na tym przykładzie można ogólnie scharakteryzować przydatność fotointerpretacyjną zdjęć lotniczych pod kątem ich skali, a także wytypować optymalną skalę dla badania utworów kimerydu na rozpatrywanym terenie.

Na zdjęciach lotniczych w skali 1 : 20 000 bardzo dobrze widoczne są zasadnicze fototony odpowiadające poziomom litologicznym o miąższości ponad 5 metrów. Poziomy cieńsze, od 1 do 5 metrów, są słabiej rozpoznawalne, przede wszystkim wskutek zlewania się wąskich fototonów. Bardzo dobra czytelność fotointerpretacyjna zasadniczych poziomów i kompleksów litologicznych jest spowodowana m.in. syntetycznym obrazem utworów kimerydu na omawianych zdjęciach, uzyskanym w wyniku fotografowania z dużej wysokości. Wpłynęło to na częściową eliminację elementów ujemnie wpływających na czytelność zdjęć lotniczych. Przykładowo, nie zaznaczają się na tych zdjęciach desenie poszczególnych pól uprawnych, a charakterystyczna szachownica upraw została nieco zła-godzona.

Zdjęcia w skali 1 : 12 750 z okolic Sobkowa są w ogóle słabo czytelne z powodów wymienionych już poprzednio. W obrębie jasnych fototonów ujawniają się cienkie poziomy litologiczne o miąższości poniżej 1 metra. Natomiast nie można na ogół ich odnaleźć w obrębie szerokich, ciemnoszarych fototonów. Kontrast pomiędzy zasadniczymi fototonami jest mniejszy niż na zdjęciach omówionych wyżej, a desenie poszczególnych pól są już widoczne, co przeszkadza w interpretacji. Ogólnie jednak zdjęcia w skali 1 : 12 750, zwłaszcza jeśli byłyby wykonane w odpowiednim czasie, są lepszym materiałem fotointerpretacyjnym i kartograficznym niż zdjęcia w skali 1 : 20 000, ponieważ można na nich odnaleźć więcej szczegółów geologicznie istotnych. Jest to widoczne wyraźniej na obszarach położonych na NW od Sobkowa, gdzie zdjęcia w tej samej skali zostały wykonane w lipcu i czerwcu.

Na zdjęciach lotniczych w skali 1 : 5 000 ujawnia się obecność bardzo cienkich poziomów litologicznych. Są to niekiedy pojedyncze ławice, miąższości 0,2—1 metra. Kontrast między zasadniczymi fototonami jest znacznie mniejszy niż na zdjęciach w skali 1 : 20 000 i także słabszy, niż na zdjęciach w skali 1 : 12 750. Częściowo wynika to z faktu, że na zdjęciach w skali 1 : 5 000, wykonanych z niewielkiej wysokości, nastąpiło częściowe rozostrenie fototonów, wynikiem z odwzorowania wielu szczegółów nieistotnych z punktu widzenia budowy geologicznej, a zacierających naturalne różnicowanie tonalne skał kimerydzkich. Desenie pól są bardzo ostro zaznaczone i mocno utrudniają geologiczną interpretację zdjęć.

Z porównania zdjęć lotniczych sporządzonych w trzech różnych skalach wynika, że żadne z nich nie spełniają optymalnych warunków dla fotointerpretacji geologicznej na badanym obszarze. Najlepsze są zdjęcia

w skali 1 : 12 750, jednak zawierają one jeszcze zbyt mało szczegółowych informacji. Za zdjęcia optymalne należałoby uznać takie, które byłyby wykonane w skalach 1 : 8 000 — 1 : 10 000. Zdjęcia takie powinny być sporządzone w odpowiedniej porze, najlepiej w końcu marca, ponieważ w drugiej połowie tego miesiąca notuje się na badanym obszarze początek okresu wegetacyjnego (Molga 1967). W oparciu o analizę zdjęć zastosowanych w niniejszej pracy można też powiedzieć, że w sprzyjających warunkach zdjęcia w skali 1 : 10 000, wykonane nawet w pierwszych dniach lipca, mogą być w pełni przydatne dla celów interpretacji litologiczno-facjalnej utworów kimerydu. Nie należy się natomiast spodziewać dobrych wyników w przypadku zdjęć lotniczych wykonanych tuż przed i w czasie żniw.

Wnioski powyższe mogą być aktualne także w odniesieniu do jakichkolwiek innych obszarów zbudowanych z utworów o podobnej zmienności litologicznej, a znajdujących się w zbliżonych warunkach klimatycznych. Dotyczy to nie tylko utworów wapienno-iłastych, ale także niektórych sekwencji piaskowcowo-iłastych lub piaskowcowo-łupkowych. W określonych warunkach utwory piaskowcowo-łupkowe mogą być czytelne na zdjęciach lotniczych w oparciu o zróżnicowanie fototonów, a nie tylko na podstawie morfologii terenu (por. Pszczołkowski 1968a).

Zakres wykorzystania zdjęć lotniczych

Zastosowanie interpretacji zdjęć lotniczych do badania zmienności litologiczno-facjalnej utworów kimerydu SW obrzeżenia Gór Świętokrzyskich posiada kilka aspektów. Za najważniejszy z nich uznać trzeba możliwość śledzenia na zdjęciach poszczególnych poziomów litologicznych, a czasami nawet ławic. Kompleksy i poziomy litologiczne miąższości ponad 10 metrów zwykle można śledzić na przestrzeni wielu kilometrów. Poziomy o miąższości kilku metrów można przesledzić na mniejszych odcinkach, jednak zwykle nie krótszych niż 1 km. Poziomy cieńsze i pojedyncze ławice z reguły nie dają się lokalizować na zdjęciach w sposób ciągły na odcinkach dłuższych niż 2 km. Zwykle można je łatwo odnaleźć na przestrzeni tylko kilkuset metrów.

Powyższe dane dotyczą nieprzerwanej obserwacji, w rzeczywistości możliwości interpretacji są daleko większe. Przerwy między obszarami fotointerpretacyjnie odkrytymi zwykle nie stanowią większej przeszkody, ponieważ znajomość ogólnego następstwa kompleksów litologicznych oraz kontrola terenowa pozwalają najczęściej na swobodne odnalezienie tego samego poziomu na zdjęciu po drugiej stronie doliny. Identyczna lub zbliżona pozycja litostatygraficzna oraz cechy facjalne badanych utworów stanowią uzupełnienie ciągłej obserwacji kartograficznej na zdję-

ciach lotniczych. Ta ostatnia zawodzi jednak przy porównywaniu utworów kimerydu synklin Bolmina i Ostrowa z wychodniami kimerydu północno-wschodniego obrzeżenia niecki nidziańskiej. W tych przypadkach brano pod uwagę cały szereg cech korelowanych utworów.

Badanie kontynuacji kompleksów litologicznych na zdjęciach lotniczych stanowi podstawę do ich korelacji, jednak w niektórych przypadkach nie informuje dokładnie o zmianach miąższości poszczególnych kompleksów. Dotyczy to przeważnie kompleksów wapienno-marglistych, w których cienkie ławice mogą w różnych proporcjach wchodzić w skład danego fototonu, w zależności od lokalnych warunków. Wtedy granica między fototonami nie jest ściśle taka sama w różnych miejscach. Zmiany w tym względzie można uważać za odbicie istotniejszych modyfikacji facjalnych dopiero na dłuższych odcinkach.

Poza poziomym śledzeniem kontynuacji kompleksów litologicznych istotna jest rola interpretacji zdjęć lotniczych w poznaniu pionowego zróżnicowania utworów kimerydu. Ilość informacji uzyskana tą drogą jest najczęściej znacznie większa niż możliwa do osiągnięcia na podstawie samych tylko badań terenowych, zwłaszcza na obszarach pozbawionych dostatecznej liczby odsłoneń. Miejscami o obecności niektórych utworów, zwłaszcza margli i ilów marglistych, można wnioskować tylko w oparciu o interpretację zdjęć lotniczych. W terenie rumosz wapieni zakrywa wychodnie wspomnianych utworów i sugeruje, że w podłożu znajdują się wapienie, co prowadzić może do całkowicie mylnych wniosków. Pionowe zróżnicowanie utworów kimerydu zostało przedstawione na profilach litologicznych (fig. 2 i 3), stanowiących syntezę obserwacji dokonanych na zdjęciach i w terenie. Do profili litologicznych załączone zostały charakterystyki tonalne, co pozwala się zorientować, które z wydzieleni litologicznych czytelne są na zdjęciach lotniczych.

Mapy fotointerpretacyjne (fig. 4 i 5) utworów kimerydu zostały sporządzone ze zdjęć lotniczych, z terenowym uzupełnieniem. Mapy zestawiono w skali oryginalnej 1 : 10 000 i dla niektórych obszarów — w skali 1 : 5 000. Ta ostatnia skala dotyczy zachodniej części fałdu Sobkowa oraz okolic Karsznic i została poddyktowana wyjątkowo dobrą czytelnością zdjęć lotniczych. Poza wcześniej omówionymi przyczynami, wpływ na czytelność fotointerpretacyjną badanych utworów kimerydu mają również takie czynniki, jak np. odmienne upady, nachylenie stoków, charakter i grubość utworów pokrywowych, a nawet zorientowanie pól uprawnych względem biegu warstw. W sumie decydują one o lokalnej, bardzo zróżnicowanej czytelności tych utworów. Obok obszarów dobrze czytelnych na zdjęciach lotniczych są też takie, na których odnalezienie poszczególnych wydzieleni litologicznych w ogóle nie jest możliwe, zwłaszcza w przypadku cienkich pokładów czy poziomów, mało różniących się od skał otaczających.

ANALIZA ZMIAN LITOLOGICZNO-FACJALNYCH

*Kompleks wapieni kredowatych**Charakterystyka fotointerpretacyjna*

Kompleks wapieni kredowatych rozpoczyna profil utworów dolnego kimerydu na omawianym obszarze (fig. 3), kontynuując się zresztą od najwyższego oksfordu (Kutek 1968).

W niniejszej pracy jako wapienie kredowate w sensie litologicznym rozumiane są wszelkie odmiany białych i żółtawych wapieni słabo zlityfikowanych, pylistych, zwykle niezbyt wyraźnie uławiconych lub też nieuławiconych. W takim ujęciu wapienie kredowate są utworem strukturalnie bardzo zróżnicowanym, zaś najbardziej powszechnymi odmianami są wapienie pelitowe z nieliczną fauną, oolitowo-detrytyczne, oraz wapienie z koralami i glonami.

Na zdjęciach lotniczych typ litologiczny wapieni kredowatych daje szary fototon wszędzie tam, gdzie nie jest przykryty grubszą warstwą piasków czwartorzędowych. Widać to dobrze na zdjęciach w skali 1 : 5 000 w południowym skrzydle antykliny Sobkowa, a także na zdjęciach w skali 1 : 12 750 w północnym skrzydle synkliny Bolmina. Zwykle jednak wychodnie wapieni kredowatych, jako skał miękkich i nie dostarczających większych ilości rumoszu, pokryte są warstwą piasków miąższości od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Dlatego najczęściej obszar występowania wapieni kredowatych przedstawia się na zdjęciach lotniczych jako fototon jasnoszary (fig. 2 i 3). Ze względu na zmienną grubość maskującej pokrywy piasków, często obserwuje się charakterystyczny „marmurkowy” układ fototonów. Układ ten nie ma jednak nic wspólnego ze zróżnicowaniem litologicznym wapieni kredowatych.

Twardsze odmiany wapieni rozpatrywanego kompleksu zaznaczają się na zdjęciach lotniczych z reguły jasnymi lub jasnoszarymi fototonami, dosyć wyraźnie kontrastującymi z nieco ciemniejszym fototonem wapieni kredowatych. Niemniej przy interpretacji bardzo pomocne jest też kryterium morfologiczne, ponieważ omawiane wapienie tworzą mniej lub bardziej wyraźne progi. W sumie cechy twardych odmian wapieni pozwalają na ich śledzenie na odcinkach długości wielu kilometrów.

Zmiany litologiczno-facjalne

Zróżnicowanie litologiczne wapieni kredowatych tylko w niektórych miejscach znajduje swoje odbicie na zdjęciach lotniczych. Pelitowe odmiany tych wapieni charakteryzują się często jaśniejszym fototonem niż odmiany oolitowo-detrytyczne, ponieważ jako mniej odporne przykryte są grubszą warstwą piasku. Zwykle jednak śledzenie zmienności

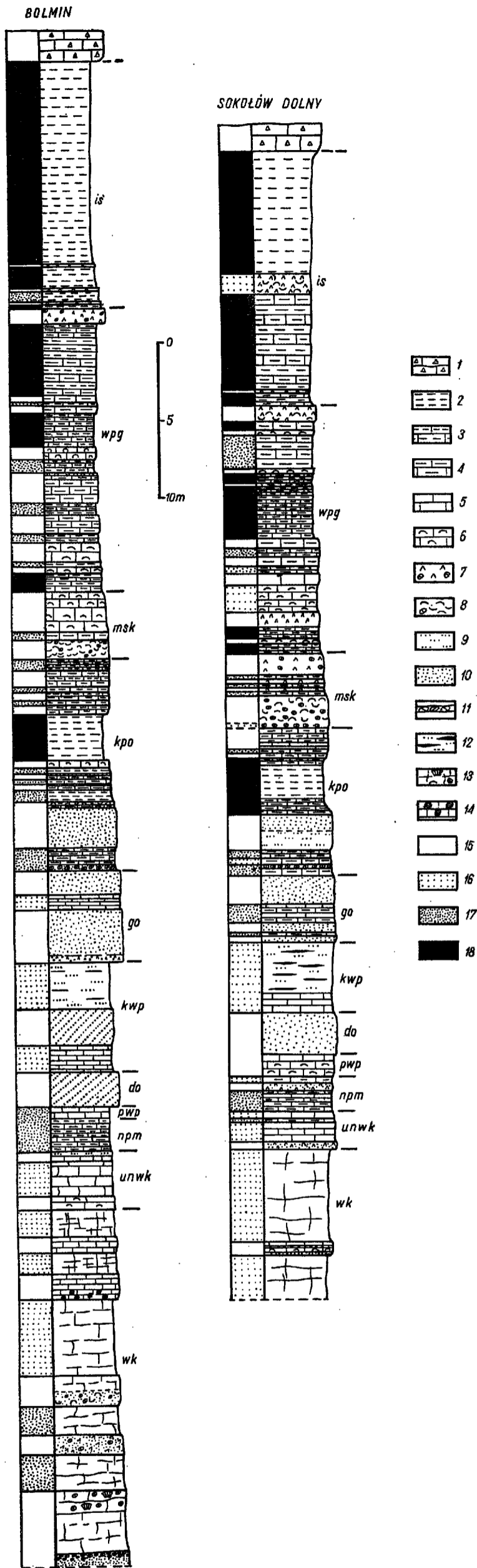


Fig. 2

Profile litologiczno-fotointerpretacyjne utworów kimerydu w Bolminie i Sokołowie Dolnym

Litologia: 1 kreda środkowa: piaskowce i piaski; 2-14 kimeryd: 2 ropy, 3 margle, 4 wapienie margliste, 5 wapienie pelitowe, 6 wapienie pelitowe z fauną, 7 wapienie organodetrytyczne, często z onkolitami, 8 muszlowce, miejscami zawierające onkolity, 9 wapienie drobnoziarniste, 10 wapienie oolitowe, 11 horyzont onkolitowy, 12 wapienie paslaste, 13 wapienie kredowate, 14 wapień z *Marinella*. Fototony: 15 jasny, 16 jasnoszary, 17 szary, 18 ciemnoszary. Oznaczenia jednostek litostratygicznych jak na fig. 3

Lithologic and photo-interpretative profiles of the Kimmeridgian deposits at Bolmin and Sokołów Dolny

Lithology: 1 Middle Cretaceous: sandstones and sands; 2-14 Kimmeridgian: 2 clays, 3 marls, 4 marly limestones, 5 micritic limestones, 6 biomicrites, 7 bioterritic limestones, frequently with onkolites, 8 lumachelles, in places with onkolites, 9 fine calcarenites, 10 oolites, 11 onkolite horizon, 12 banded limestones, 13 chalky limestones, 14 *Marinella* limestone. Phototones: 15 light, 16 light grey, 17 grey, 18 dark grey. Symbols of lithostratigraphic units the same as in fig. 3

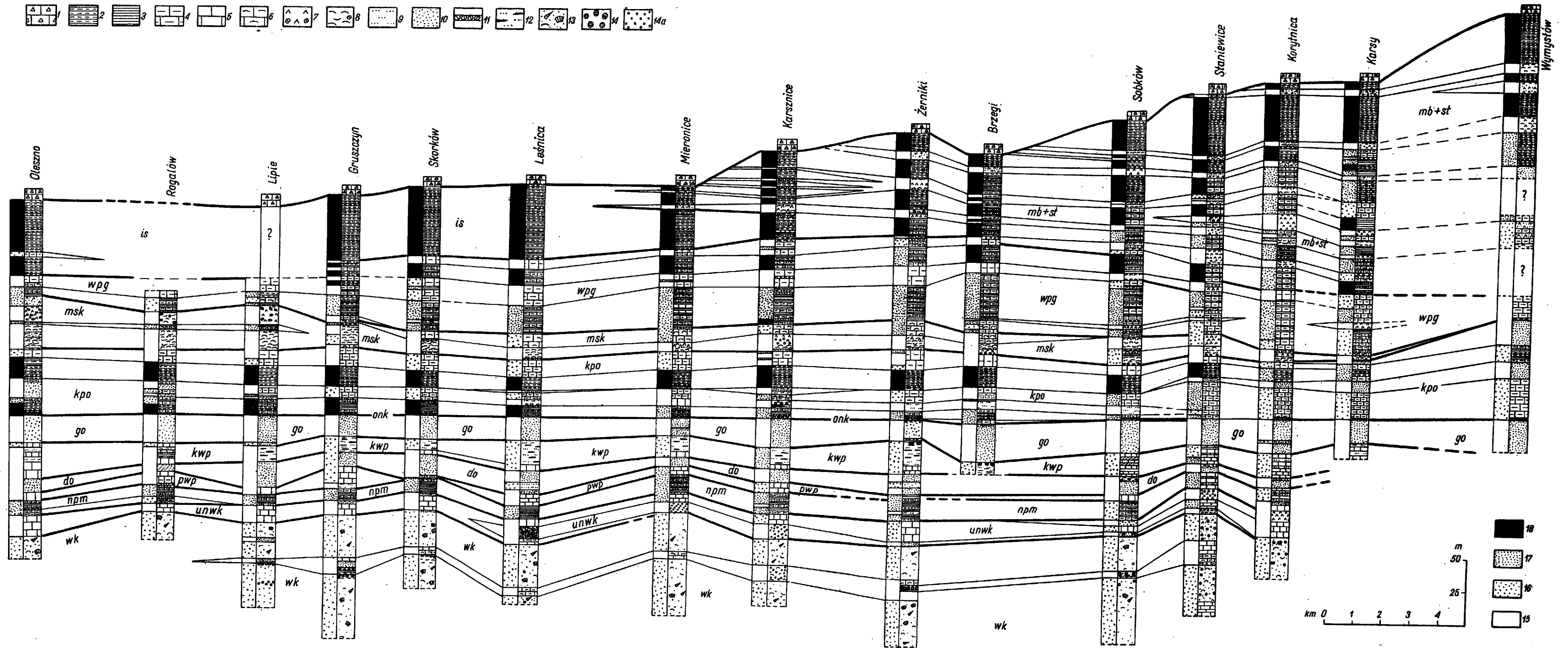


Fig. 3

Zmiany litologiczno-facjalne w utworach kimerydu między Olesznem i Wymysłowem

Litologia: 1-14 tak samo jak na fig. 2, 14a wapienie detrytyczne kimerydu. Fototony: 15-18 tak samo jak na fig. 2. Jednostki litostratygraficzne: wk kompleks wapieni kredowatych, unwk utwory nad wapieni kredowatych, npm najniższy poziom marglisty, pwp podścielające wapienie pelitowe, do oolit dolny, kwp kompleks wapieni pasiastych, go oolit górny, onk poziom onkolitowy, kpo kompleks oolitowo-plitowy, msk muszlowce skorkowskie, wpg górne wapienie piltowe, is ility stropowe, mb+st muszlowce brzeskie i staniewickie

Lithofacial changes between Oleszno and Wymysłów

Lithology: 1-14 the same as in fig. 2, 14a detrital limestones (Kimmeridgian). Phototones: 15-18 the same as in fig. 2. Lithostratigraphic units: wk Chalky Limestone member, unwk Deposits Overlying Chalky Limestones, npm Lowermost Marly Horizon, pwp Underlying Pelitic Limestones, do Lower Oolite, kwp Banded Limestone member, go Upper Oolite, onk Onkolite horizon, kpo Oolite-Platy member, msk Skorków Lamachelle, wpg Upper Platy Limestones, is Top Clays, mb+st Brzezi and Staniewice Lamachelles

wapieni kredowatych na zdjęciach lotniczych nie jest możliwe, ze względu na zbliżony stopień lityfikacji poszczególnych typów strukturalnych („mikrofacjalnych”). Z całą pewnością można stwierdzić, że na zdjęciach lotniczych w morfologii i w fototonie nie obserwuje się form wskazujących na obecność struktur organogenicznych o charakterze raf czy bioherm. Nieregularne, płaskie wzniesienia otoczone osadami czwartorzędowymi także nie są formami tego typu, ponieważ występują bez jakiegokolwiek związku ze strukturalnym wykształceniem wapieni kredowatych.

Kwestia kartograficznego wykazania zmienności strukturalnej wapieni kredowatych nie da się rozwiązać metodą fotointerpretacji. Najlepszym sposobem wydaje się być połączenie analizy petrograficznej (por. Kutek 1969) z metodą kartowania terenowego na zdjęciach lotniczych w skalach 1 : 5 000 i większych.

Twarde odmiany wapieni zwykle wyraźnie odróżniają się na zdjęciach lotniczych od wapieni kredowatych, dlatego ich śledzenie i korelowanie jest możliwe. Autor stwierdził tutaj jeden poziom o szerszym rozprzestrzenieniu, a występujący między Staniewiczami i Rogalowem (fig. 3). Poziom ten znajduje się 30—35 m poniżej stropu kompleksu wapieni kredowatych. Na odcinku od Staniewicz do doliny Białej Nidy jest to wapień z glonami *Marinella*, występujący także w synklinie Bolmina, jakkolwiek w mocno zredukowanej postaci (fig. 2). W synklinie Ostrowa wapień z *Marinella* nie występuje, stąd można sądzić, że w kierunku północno-zachodnim omawiany poziom zanika obocznie w wapieniach kredowatych. Na zachód od doliny Białej Nidy ten sam poziom reprezentowany jest przez wapienie pelitowe z fauną, które z kolei przechodzą w wapienie oolitowe między Skorkowem i Gruszczynem.

Z innych wkładek twardych wapieni, przegradzających odmiany kredowate, należy wspomnieć o wapieniu detrytyczno-oolitowym budującym wyraźne wzniesienie w okolicy Sobkowa. Wapień ten występuje około 75 m poniżej wapienia z *Marinella*, a obocznie przechodzi w wapień kredowaty. Dalej na północ — w synklinie Bizorendy — wapień detrytyczno-oolitowy nie występuje wcale. Wkładek o podobnie lokalnym zasięgu jest w wapieniach kredowatych więcej, jednak w sumie nie są one liczne i łatwo dają się oddzielić od opisanego poziomu, rozprzestrzenionego na znacznej części badanego terenu.

Utwory nad wapieni kredowatych

Charakterystyka fotointerpretacyjna

Nad wapieniami kredowatymi występuje kompleks wapieni o urozmaiconym składzie, miąższości 8—25 metrów. Są to: wapienie pelitowe, niekiedy margliste, detrytyczne i oolitowe. W przeciwieństwie do wapieni kredowatych utwory te są zwykle uławiczone.

Wapienie pelitowe i detrytyczno-oolitowe zaznaczają się na zdję-

ciach lotniczych jako fototony jasne i jasnoszare, zwykle odbijające od jasnoszarego fototonu wapieni kredowatych (fig. 3). Szczególnie wyraźne są niektóre ogniwa detrytyczno-oolitowe, czytelne na zdjęciach lotniczych dzięki jasnemu fototonowi i większej twardości. Wapienie te miejscami tworzą progi morfologiczne, jak na przykład w antyklinie Sobkowa i synklinie Bizorendy.

Zmiany litologiczno-facjalne

W południowo-wschodniej części terenu, od Staniewic do Leśnicy, przeważają wapienie detrytyczno-oolitowe. W niektórych miejscach wapienie te spoczywają prawie bezpośrednio nad wapieniami kredowatymi, oddzielone od nich nieciągłością sedymentacyjną (Pszczółkowski 1968b), w innych są od nich oddzielone uławiconymi wapieniami pelitowymi. Między Staniewicami i Sobkowem występują dwa ogniwa detrytyczno-oolitowe, z których wyższe zanika bliżej Sobkowa, natomiast niższe kontynuuje się aż do Mieroniec. Najdalej na północ wysuniętym miejscem występowania wapieni detrytyczno-oolitowych jest góra Kościółek w Leśnicy. W synklinie Ostrowa, na Grzążbach Bolmińskich, na Górze Krzyżowej k. Małogoszcza i na północny zachód od Leśnicy wapienie detrytyczno-oolitowe nie występują, natomiast obecne są uławicone wapienie pelitowe, niekiedy znacznej miąższości. Uwagę zwraca zwłaszcza brak wapieni detrytyczno-oolitowych w profilu Krzyżowej Góry, podczas gdy znajdują się one w niedalekim profilu Leśnicy. Sytuację taką można tłumaczyć czynnikami sedymentacyjnymi, w związku z obecnością powierzchni nieciągłości sedymentacyjnych (Każmierczak & Pszczółkowski 1968) i rozkładem stref sedymentacyjnych o różnej turbulencji (Kutek 1969).

Z powyższego wynika, że w obrębie utworów znad wapieni kredowatych wyróżnić można dwa obszary: obszar występowania wapieni detrytyczno-oolitowych i obszar wapieni pelitowych. Na figurze 1 została wrysowana linia oddzielająca oba rozważane obszary. Wapienie detrytyczno-oolitowe występują na S i SW od tej linii, natomiast na pozostałym obszarze przeważają wapienie pelitowe, miejscami z wtrąceniami materiału oolitowego. Takie rozmieszczenie osadów, złożonych w odmiennych warunkach hydrodynamicznych, nie jest przypadkowe na badanym terenie i powtarza się także w niektórych młodszych kompleksach litostratygraficznych (Pszczółkowski 1968b).

Najniższy poziom marglisty

Charakterystyka fotointerpretacyjna

Kompleks litostratygraficzny, nazwany przez J. Kutka (1968) najniższym poziomem marglistym, składa się z margli ilastych, a także z wa-

pieni pelitowych i drobnoziarnistych oraz wkładek oolitowych. Miąższość kompleksu jest dość zmienna, w granicach od kilku do kilkunastu metrów.

Na zdjęciach lotniczych utwory najniższego poziomu marglistego zaznaczone są zwykle szarym fototonem (fig. 3), czasami jasnoszarym w miejscach, w których ich wychodnie przykryte są nieco grubszą warstwą piasku. Wszędzie tam, gdzie upady są mniejsze od 13—15°, poszczególne ławice, z jakich składa się kompleks, są widoczne na zdjęciach jako szereg fototonów jasnoszarych, szarych i ciemnoszarych. Sytuacja taka występuje w południowym skrzydle antykliny Skorkowa, w Żernikach, Sokółowie Górnym i innych miejscach. Na tle osadów marglistych jasne fototony reprezentują wapienie, zwłaszcza oolitowe i drobnoziarniste, ale także pelitowe.

Z reguły cienkie fototony, zaznaczające się w obrębie omawianego kompleksu, posiadają charakter lokalny i nie można ich korelować na dłuższych odcinkach.

Zmiany litologiczno-facjalne

Zmiany oboczne w najniższym poziomie marglistym można krótko scharakteryzować następująco. Margle ilaste tego kompleksu rozwinięte są najlepiej między Skorkowem i Żernikami (fig. 3). W odsłonięciach występujących na obszarze antykliny Skorkowa udział margli jest największy. Już 7 km na SE, na Górze Krzyżowej k. Małogoszcza, margle stanowią mniejszy procent, zwiększa się natomiast zawartość wapieni pelitowych i marglistych, często z ooidami. W Żernikach wkładki margli ilastych stanowią znaczny jeszcze procent. Dalej na SE omawiany kompleks nie jest odsłonięty, jednak odpowiadający mu fototon pośrednio wskazuje na zmniejszenie się udziału margli na rzecz wapieni. Na podstawie rumożu należy sądzić, że wśród tych ostatnich przeważają wapienie pelitowe i drobnoziarniste, szczególnie w okolicy Staniewic.

Na północny zachód od Skorkowa następuje stopniowa redukcja miąższości kompleksu, natomiast w jego obrębie pojawia się więcej wapieni drobnoziarnistych i oolitowych, szczególnie między Rogalowem i Olesznem.

Oolit dolny, kompleks wapieni pasiastych i oolit górny

Charakterystyka fotointerpretacyjna

Trzy kompleksy — oolity dolny i górny oraz przedzielające je wapienie pasiaste — tworzą razem grubý pakiet osadów, który można omówić łącznie, ze względu na zbliżone cechy litologiczne i podobną czytelność na zdjęciach lotniczych. Sumaryczna miąższość wymienionych kompleksów jest zmienna, średnio wynosi około 45 metrów. Zarówno kompleksy

oolitowe jak i wapienie pasiaste były opisywane szczegółowo w kilku pracach (Swidziński 1931, 1962; Peszat 1964; Kutek 1962, 1968, 1969).

Z punktu widzenia czytelności fotointerpretacyjnej kompleksy oolitowe stanowią dobre ogniwa korelacyjne, które można śledzić na znacznych odległościach, dzięki dużej ich twardości i jasnemu fototonowi. Kompleks wapieni pasiastych prezentuje się na zdjęciach lotniczych w całości jako szary lub jasnoszary fototon (fig. 3). Ponieważ kompleks ten składa się z kilku typów wapieni (pelitowych, ziarnistych i oolitowych), to w niektórych miejscach obserwuje się na zdjęciach lotniczych rozmaite fototony. Interpretacja zdjęć lotniczych pozwala na wnioskowanie o lokalnym wykształceniu omawianego kompleksu, jednak nie daje możliwości konsekwentnego śledzenia i korelowania poszczególnych poziomów litologicznych. Wynika to ze znacznej zmienności poziomej i pionowej utworów, z jakich składa się kompleks wapieni pasiastych. Ponadto kontrasty tonalne są zwykle niskie, ze względu na małe różnice w tym zakresie pomiędzy różnymi odmianami wapieni. Kontakt kompleksu wapieni pasiastych z oolitami jest na zdjęciach zwykle dobrze widoczny, dzięki kombinacji kryteriów morfologicznego i tonalnego. W północno-zachodniej części terenu, poczynając od okolic Gruszczyna, kontakt wapieni pasiastych z oolitem górnym jest podkreślony obecnością wkładki marglistej.

Zmiany litologiczno-facjalne

Pomimo jednolitego na ogół charakteru kompleksów oolitowych, w niektórych miejscach zawierają one pakiety wapieni pelitowych, czasem marglistych, o miąższości od 0,5 do 10 metrów. Pakiety te, występujące zwłaszcza w górnym oolicie, zaznaczone są na zdjęciach lotniczych szarymi fototonami, które w kilku przypadkach odpowiadają wapieniom oolitowym o obfitym spoiwie pelitowym (oomikryty *sensu* Kutek 1968, 1969).

W północnym skrzydle synkliny Bizorendy, w okolicy Sokołowa Dolnego, cienki pakiet wapienia pelitowego w dolnej części górnego oolitu (fig. 2) można obserwować na odcinku kilkuset metrów. Kilka metrów wyżej w profilu występuje grubszy pakiet wapieni pelitowych i marglistych, ciągnący się na odcinku prawie 2 km aż do Sokołowa Górnego, gdzie prawdopodobnie zanika, ponieważ nie zaznacza się na zdjęciach w obu skrzydłach synkliny. Nie występuje on także w południowym skrzydle antykliny Sobkowa.

W synklinie Bolmina na wschodnim krańcu Grzębów Bolmińskich, w wyższej części górnego oolitu występuje pakiet wapieni pelitowych miąższości 3 m, który na zdjęciach lotniczych przejawia się zarówno w fototonie jak i w morfologii terenu (fig. 2 i 4). Zanika on 2 km dalej na północny zachód.

Na Krzyżowej Górze k. Małogoszcza w podobnej pozycji litostratygraficznej znajduje się blisko 10-metrowy pakiet wapieni pelitowych z ooidami. Pakiet ten zaznacza się na zdjęciach lotniczych aż do okolic Leśnicy, gdzie prawdopodobnie niknie, ponieważ dalej na NW nie obserwuje się już ciemniejszego fototonu w górnym oolicie.

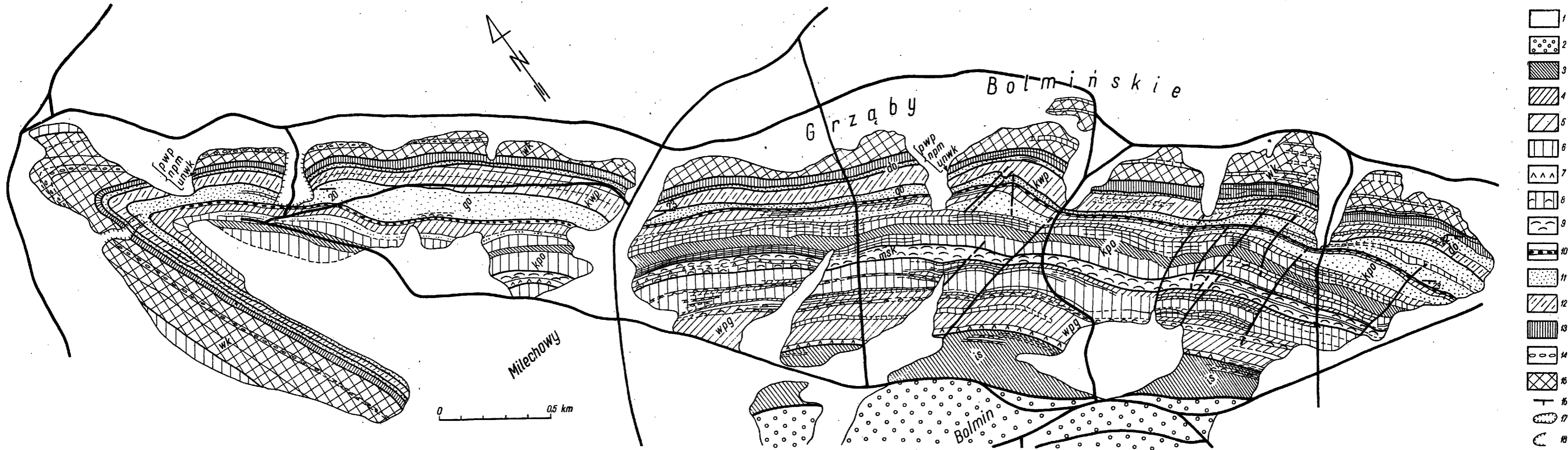


Fig. 4

Mapa fotointerpretacyjna utworów kimerydu okolic Bolmina

Photogeological map of the Kimmeridgian deposits at Bolmin

1 czwartorzęd, 2 kreda, 3-15 kimeryd: 3 iły, 4 margle silnie ilaste, 5 margle i wapienie margliste, 6 wapienie pelitowe, 7 wapienie organodetrytyczne, 8 wapienie pelitowe z fauną, 9 muszlowce, 10 horyzont onkolitowy, 11 wapienie oolitowe, 12 kompleks wapieni pasiastych, 13 wapienie i margle (utwory z nad wapieni kredowatych, najniższy poziom marglisty, podścielające wapienie pelitowe), 14 wapienie detrytyczne, 15 kompleks wapieni kredowatych; 16 bieg i upad, 17 większe odsłonięcia, 18 krawędzie morfologiczne. Oznaczenia jednostek litostatygraficznych jak na fig. 3

1 Quaternary, 2 Cretaceous, 3-15 Kimmeridgian: 3 clays, 4 clayey marls, 5 marls and marly limestones, 6 micritic limestones, 7 biotrititic limestones, 8 biomicrites, 9 lamachelles, 10 Onkolite horizon, 11 oolitic limestones, 12 Banded Limestone member, 13 limestones and marls (Deposits Overlying Chalky Limestones, Lowermost Marly horizon and Underlying Pelitic Limestones), 14 detrital limestones, 15 Chalky Limestone member; 16 strike and dip, 17 bigger outcrops, 18 escarpments. Symbols of lithostratigraphic units the same as in fig. 3

Korelacja opisanych pakietów wapieni pelitowych na większych obszarach zawodzi, ponieważ występowanie ich jest ograniczone, a ponadto pojawiają się one w różnych partiach oolitu górnego.

Rozdzielenie wapieni pasiastych w oparciu o zróżnicowanie fototonów było możliwe m.in. w synklinie Ostrowa w okolicy Gołęcina, gdzie trzy różne fototony odpowiadają wapieniom pelitowym drobnoziarnistym i oolitowym. We wschodniej części synkliny Bolmina kompleks wapieni pasiastych zawiera w części środkowej 10-metrowy pakiet wapieni oolitowych (fig. 4), który zaznacza się na zdjęciach jasnoszarym fototonem. Pakiet ten zanika stopniowo w kierunku północno-zachodnim. Podobna sytuacja ma miejsce w południowym skrzydle synkliny Bizorendy, w okolicy Sokółowa Górnego. W innych miejscach w obrębie kompleksu wapieni pasiastych zaznaczają się niezbyt wyraźne fototony o całkowicie lokalnym zasięgu.

Na całym terenie typowe wapienie pasiaste, wykształcone jako wapienie ziarniste z krzemieniami (por. Kutek 1962, 1968), rozwinięte są najlepiej między Lipiem i Karsznicami (fig. 3), przy tym miąższość kompleksu jest tutaj niewielka. Dalej natomiast ku NW wapienie ziarniste z krzemieniami zastępowane są przez wapienie pelitowe, a z kolei w kierunku przeciwnym, począwszy od okolic Żernik, pojawiają się na ich miejscu sekwencje wapieni pelitowych i oolitowych. W obu przypadkach miąższość kompleksu wyraźnie rośnie.

Kompleks oolitowo- płytowy

Charakterystyka fotointerpretacyjna

Do kompleksu tego J. Kutek (1968) zalicza wapienie pelitowe, oolitowe oraz wkładki margli i ilów, występujące pod muszlowcami skorkowskimi na SE od Małogoszcza, a także utwory położone pod wapieniami płytkowymi i ilami podścielającymi na NW od tej miejscowości. Miąższość kompleksu oolitowo-płytowego jest zmienna w szerokich granicach, średnio wynosi około 50 metrów. W pracy niniejszej utwory położone nad górnym oolitem a pod muszlowcami skorkowskimi zaliczone zostały do jednego kompleksu oolitowo-płytowego na całym obszarze. W związku z tym autor rezygnuje tutaj z terminów „wapienie płytkowe” i „iły podścielające”, nie negując jednakże celowości ich stosowania przy rozważaniach stratygraficzno-facjalnych na większym obszarze. Powyższa modyfikacja wynika z obrazu rozmieszczenia poziomów litologicznych w obrębie kompleksu oolitowo-płytowego uzyskanego na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych (fig. 3).

Utwory kompleksu oolitowo-płytowego odznaczają się zwykle bardzo dobrą czytelnością fotointerpretacyjną. Dotyczy to zasadniczo poziomów litologicznych jak i niektórych cienkich wkładek. Poziom ilasty

jest wyraźnie zaznaczony na zdjęciach lotniczych ciemnoszarym fototonem. Poziom ten występuje w środkowej partii kompleksu i dzieli go na trzy części. Pod poziomem ilastym znajduje się pakiet utworów wapienno-marglistych, złożony z wapieni pelitowych, drobnoziarnistych i oolitowych oraz margli i cienkich wkładek ilastych. Nad poziomem ilastym znajdują się wapienie pelitowe przeławiczone wkładkami margli, które na zdjęciach lotniczych nie wszędzie można oddzielić od wyżej położonego kompleksu muszlowców skonkowskich. W miejscach takich niezbędne było prześledzenie rozpatrywanej granicy w terenie. W okolicy Karsznic, Bolmina i Rogalowa pakiet wapienno-marglisty jest zróżnicowany na zdjęciach na szereg jasnych i szarych fototonów, odpowiadających cienkim przeławiczeniom wapieni i margli, natomiast w innych miejscach jest to jeden fototon jasnoszary lub szary.

Zmiany litologiczno-facjalne

Różnorodność fototonów obserwowana na zdjęciach lotniczych odpowiada zmienności pionowej i obocznej utworów kompleksu oolitowo-płytowego. W dolnej części pakietu wapienno-marglistego, występującego pod poziomem ilastym, zaznacza się poziom marglisty na obszarze od Oleszna do Sobkowa (fig. 3). Miąższość tego poziomu stopniowo maleje w kierunku południowo-wschodnim aż do okolic Staniewic, gdzie omawiany poziom zanika w obrębie grubego pakietu wapieni marglistych. Górna część pakietu wyodrębnia się w jeden ciągły poziom litologiczny także pomiędzy Olesznem i Sobkowem. Skład tego poziomu jest bardzo urozmaicony: w Olesznie i Rogalowie przeważają wapienie oolitowe, natomiast w Lipiu, Gruszczynie i Skonkowie są to prawie wyłącznie wapienie pelitowe. W okolicach Leśnicy pojawiają się wkładki wapieni drobnoziarnistych i oolitowych, które najsilniej rozwinięte są między Karsznicami, Sokołowem Dolnym i Sobkowem. Na południowy wschód od Sobkowa omawiany poziom zanika w obrębie grubego pakietu wapieni marglistych (fig. 3). W Staniewicach w jego górnej części pojawia się cienki pokład oolitowy, który już w okolicach Korytnicy osiąga miąższość 10 metrów. Z rozmieszczenia przestrzennego utworów dolnej części kompleksu oolitowo-płytowego wynika, że wapienie oolitowe są obocznie lub skośnie zastępowane przez wapienie drobnoziarniste. Ponadto w wielu przypadkach oba typy wapieni przechodzą w wapienie pelitowe lub margliste.

Poziom ilasty jest najsilniej rozwinięty w północno-zachodniej części terenu (por. Kutek 1968). W kierunku południowo-wschodnim miąższość poziomu stopniowo zmniejsza się. Przyjmując horyzont onkolitowy za linię odniesienia, stwierdzamy, że na SE od Korytnicy zredukowany poziom ilasty zajmuje wyraźnie wyższą pozycję w profilu, niż na pozostałym obszarze.

Utwory wapienno-margliste, występujące nad poziomem ilastym, są zastępowane przez pokład oolitowy począwszy od Korytnicy (fig. 3). Co najmniej część tego pokładu jest prawdopodobnie stratygraficznym ekwiwalentem muszłowców skorkowskich (por. Kutek 1968).

Ogólne zmiany litologiczno-facjalne w kompleksie oolitowo-PLYTOWYM polegają na różnych proporcjach między utworami wapiennymi i marglisto-ilastymi; te ostatnie są silniej rozwinięte w północno-zachodniej i środkowej części terenu.

Muszłowce skorkowskie

Charakterystyka fotointerpretacyjna

Muszłowce skorkowskie zostały ogólnie scharakteryzowane przez J. Kutka (1968), dlatego tutaj podane będą tylko niektóre fakty, rzucające dodatkowe światło na ich wykształcenie litologiczne. Zasięg kompleksu muszłowców skorkowskich autor przedłuża aż do okolic Wymysłowa (fig. 3), ze względu na kontynuację pokładu muszłowca z *Alectryonia* aż do tej miejscowości, jakkolwiek w mocno zredukowanej formie (por. Kutek 1968, Pszczółkowski 1968b).

W omawianym kompleksie pokłady muszłowców z *Alectryonia* i *Exogyra* stanowią dominujący składnik. Na zdjęciach lotniczych muszłowce te rysują się jasnymi, rzadziej jasnoszarymi fototonami. Na zdjęciach w skali 1:5 000 z okolic Sobkowa ujawnia się złożony charakter muszłowców, podkreślony obecnością szeregu cienkich fototonów jasnych i szarych, odpowiadających poszczególnym ławicom muszłowców, margli i wapieni marglistych. Szare fototony w niektórych przypadkach reprezentują także pokłady muszłowców lub wapieni organodetrytycznych, jednak o znacznej zawartości spoiwa ilastego (podobnie jak w przekopie kolejowym w Gruszczynie).

Oprócz muszłowców rozważany kompleks zawiera wapienie pelitowe z fauną (tzw. graby — Kutek 1968, 1969) oraz wkłady margli i iłów. Wapienie pelitowe zwykle charakteryzują się szarymi fototonami, natomiast margle i iły dają w wielu miejscach wyraźne ciemnoszare fototony. Górna granica kompleksu muszłowców skorkowskich nie wszędzie jest ostra. Na zdjęciach lotniczych zwykle można ją wyznaczyć w miejscu kończenia się wapieni pelitowych z fauną.

Zmiany litologiczno-facjalne

Ogólny obraz zróżnicowania kompleksu muszłowców skorkowskich wynika z figury 3. Między Olesznem i Gruszczynem kompleks ten jest zbudowany prawie wyłącznie z muszłowców i wapieni organodetrytycz-

nych oraz wkładek oolitowych. Jedynie w środkowej jego części, pomiędzy muszłowcami z *Alectryonia* i pokładami muszłowców z *Exogyra*, występuje poziom marglisto-ilasty, kończący się na NW od Gruszczyzna. Po cząwszy od tej miejscowości miąższość kompleksu maleje, czemu towarzyszy silny rozwój wapieni pelitowych górnej części kompleksu. Sytuacja taka utrzymuje się aż do okolic Brzegów, natomiast w Sobkowie i Staniewicach obserwuje się ponowny rozwój muszłowców, a dalej zaś na południowy wschód cały kompleks ulega stopniowej redukcji.

Górne wapienie płytowe

Charakterystyka fotointerpretacyjna

Kompleks ten wydzielony został przez J. Kutka (1968) na obszarze położonym na NW od Brzegów. Autor uważa, że można go wyróżnić na obszarze całego południowo-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (fig. 3), co częściowo wynika też z uwag J. Kutka (1968) na temat podziału muszłowców staniewickich.

Górne wapienie płytowe stanowią kilkudziesięciometrowy kompleks, złożony z wapieni pelitowych, margli i wkładek ilów. Podrzędnie występują gdzieś indziej inne typy litologiczne, jak np. muszłowce egzogyrowe i wapienie pelitowe z fauną. Czytelność fotointerpretacyjna utworów budujących górne wapienie płytowe jest na ogół dobra. Częste przeławiczenia wapieni pelitowych z marglami, rzadziej ilami, pozwalają w niektórych miejscach (np. w okolicy Karsznic, fig. 5, a także w synklinie Bizorendy i Staniewicach) na bardzo szczegółowe rozdzielenie kompleksu.

Zmiany litologiczno-facjalne

Górne wapienie płytowe osiągają największą miąższość w środkowej części terenu. Kompleks ten jest dosyć monotony, jednak na zdjęciach lotniczych można w jego obrębie wyróżnić kilka poziomów litologicznych. Są to dwa poziomy margliste i dwa pokłady wapieni pelitowych (fig. 3). W kierunku północno-zachodnim poziomy te ulegają redukcji w związku ze wzrostem miąższości muszłowców skorkowskich oraz obniżaniem się dolnej granicy ilów stropowych. Z kolei w południowo-wschodniej części terenu poszczególne poziomy litologiczne są mniej wyraźnie wykształcone ze względu na fragmentaryczne zazębienie się z muszłowcami brzeskimi i staniewickimi. Wapienie pelitowe są częściowo zastąpione przez muszłowce, co powoduje, że wyższy poziom marglisty na SE od Sobkowa wchodzi już w skład muszłowców brzeskich i staniewickich.

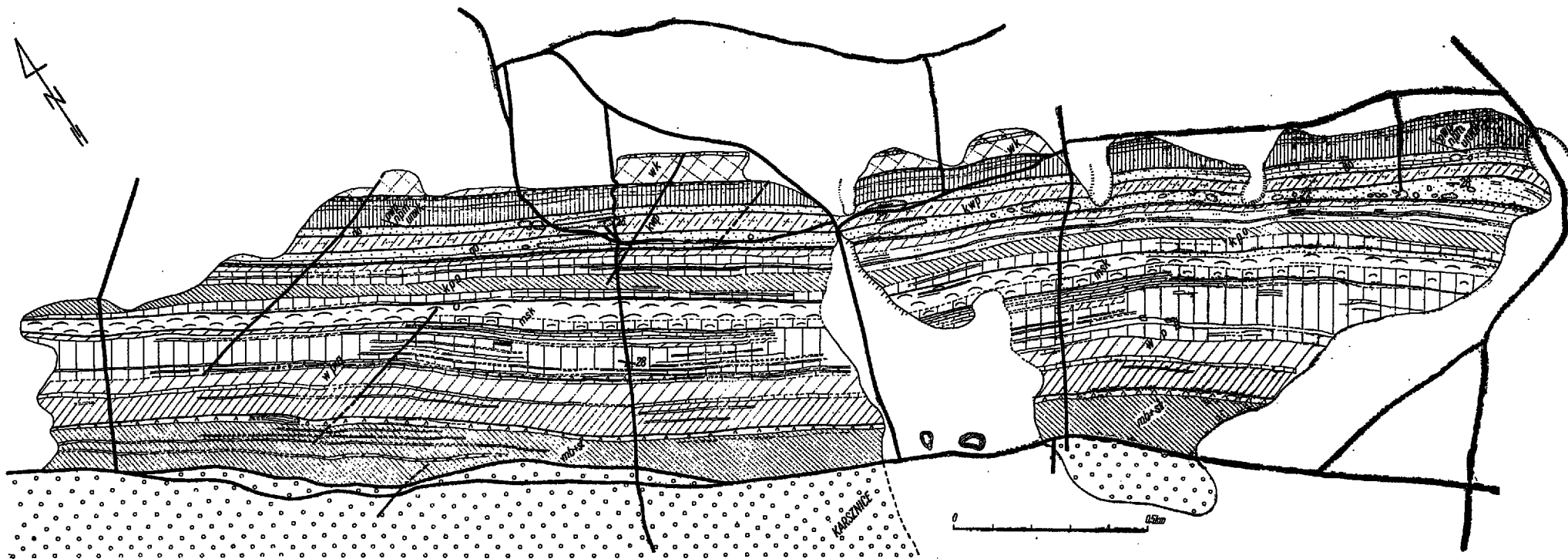


Fig. 5

Mapa fotointerpretacyjna utworów kimerydu okolic Karsznice (Litologia jak na fig. 4, jednostki litostratygraficzne jak na fig. 3)
 Photogeological map of the Kimmeridgian deposits at Karsznice (Lithology the same as in fig. 4, lithostratigraphic units as in fig. 3)

*Iły stropowe, muszłowce brzeskie i staniewickie**Charakterystyka fotointerpretacyjna*

W niniejszej publikacji utwory występujące powyżej kompleksu górnych wapieni płytowych zostały ujęte w odmienny sposób, niż przez J. Kutka (1968). Kompleks iłów stropowych kończy profil osadów kimerydu na odcinku od Oleszna do Mieroniec (fig. 3), natomiast na pozostałym obszarze występują utwory marglisto-muszłowcowe. Te ostatnie w pracy J. Kutka (1968) zostały zaliczone do czterech kompleksów: muszłowców brzeskich, staniewickich i stropowych, oraz iłów stropowych. W miejsce wymienionych kompleksów autor, z powodów wyjaśnionych poniżej, wyróżnił w tym ostatnim rejonie łącznie jeden kompleks muszłowców brzeskich i staniewickich.

Dzięki licznym przeławieniom pokładów muszłowców, wapieni organodetrytycznych i oolitowych z poziomami marglisto-ilastymi, czytelność fotointerpretacyjna utworów kompleksu muszłowców brzeskich i staniewickich jest wyjątkowo dobra. Fakt ten pozwolił w wielu miejscach na bardzo szczegółowe rozdzielanie poszczególnych poziomów litologicznych, niekiedy do grubszych ławic włącznie. Jednym z wyników korelacji poszczególnych poziomów litologicznych było ilościowe wykazanie erozyjnego charakteru kontaktu utworów górnego kimerydu z osadami środkowej kredy (Pszczółkowski 1970).

Zmiany litologiczno-facjalne

Jak wspomniano wyżej, kompleks iłów stropowych wyodrębnia się na obszarze od Oleszna do Mieroniec i Bolmina (fig. 3 i 4). Począwszy od tej ostatniej miejscowości zwarty dotychczas kompleks ulega rozbiciu na kilka poziomów ilastych, rozdzielonych pokładami muszłowców egzogorytowych i wapieni organodetrytycznych. W okolicach Karsznic pokłady wymienionych wapieni są bardzo cienkie (fig. 5), jednak już bliżej Żernik ich miąższość wzrasta. W kierunku SE spod kontaktu z osadami kredy środkowej pojawiają się coraz młodsze pokłady muszłowców oraz poziomy ilaste, co nie pozwala na wydzielenie jednego kompleksu ilastego. Występują tutaj poziomy litologicznie stratygraficznie wyższe od kompleksu iłów stropowych z obszaru położonego na NW od Mieroniec. Wynika z tego, że ıłom stropowym odpowiada tylko dolna część kompleksu muszłowców brzeskich i staniewickich.

W Staniewicach osady kredy środkowej spoczywają na wapieniu organodetrytyczno-muszłowcowym. Wapien ten rozrasta się w kierunku Korytnicy i Wymysłowa i razem z niżej położonym pokładem wapienia organodetrytycznego nazwany został kompleksem muszłowców stropo-

wych (Kutek 1968). Wydaje się jednak, że nazwa ta nie jest odpowiednia, ponieważ już na południowy wschód od Staniewic występuje kolejny poziom ilasty, położony nad tymi wapieniami (fig. 3).

Na SE od Staniewic w obrębie poziomów marglisto-ilastych pojawiają się nowe pokłady muszlowców i wapieni organodetrytycznych. Obserwuje się tutaj również tendencję do wzrostu wapnistości niektórych poziomów marglisto-ilastych, co dodatkowo wskazuje na istnienie poważnych różnic facjalnych. Sądzić też należy, że różnice takie istniały również w obrębie osadów usuniętych na znacznej części terenu przez erozję przedśrodkowokredową, a obecnie zachowanych tylko w jego południowo-wschodniej strefie (por. Pszczółkowski 1970). Pogląd ten oparty jest na zaobserwowanym fakcie redukcji miąższości pokładów muszlowców i wapieni organodetrytycznych w kierunku północno-zachodnim (fig. 3). W związku z tym prawdopodobne jest, że sedymentacja ilasta przeważała na obszarze północno-zachodnim także w nieco młodszych ogniwach górnego kimerydu.

UWAGI KOŃCOWE

Metoda interpretacji zdjęć lotniczych w zastosowaniu do badania utworów kimerydu SW obrzeżenia Gór Świętokrzyskich pozwoliła na rozszerzenie znajomości problematyki litologiczno-facjalnej, zwłaszcza w zakresie zagadnień szczegółowych. Taki sposób podejścia do wspomnianej problematyki posiada jednak ograniczenia wynikające z jakości materiału fotograficznego oraz z lokalnych warunków terenowych.

Cechą charakterystyczną czytelności utworów kimerydzkich na zdjęciach lotniczych jest możliwość rozpoziomowania utworów wapienno-ilastych na obszarach słabo odkrytych, podczas gdy utwory czysto wapienne są często na zdjęciach lotniczych jednorodne. Typowym przykładem tej ostatniej sytuacji są wapienie kredowate, jak również grube kompleksy oolitowe pozbawione wkładek marglistych. W rezultacie interpretacja kompleksów wapiennych na zdjęciach lotniczych daje określone rezultaty pod warunkiem występowania różnic w twardości między odmianami wapieni. W takich przypadkach na plan pierwszy wysuwa się kryterium morfologiczne, jako najważniejsza cecha rozpoznawcza. Przykładów takiej czytelności fotointerpretacyjnej dostarczają na obszarze SW obrzeżenia Gór Świętokrzyskich także wapienie skaliste i płytowe górnego oksfordu. Stwierdzenie występowania różnic pomiędzy poszczególnymi odmianami wapieni kimerydu w obrazie fotograficznym, czy to w fototonie czy w odporności morfologicznej, stanowi obserwację o charakterze czysto jakościowym, wymagającą dalszego wyjaśnienia. W niektórych przypadkach stwierdzone różnice są uchwytne także bezpośrednio

w terenie; w innych dopiero zwrócenie uwagi na niejednorodność danego kompleksu litologicznego, obserwowaną na zdjęciach lotniczych, pozwala na terenowe wyjaśnienie przyczyn tej niejednorodności. Za przykład tej ostatecznej sytuacji służyć może kompleks muszłowców skorzkowskich, w którym występują wapienie różniące się zawartością domieszki ilastej, pelitowej, jak również proporcjami składników organogenicznych i ziarnistych pochodzenia nieorganicznego. W terenie trudno jest niekiedy zauważyć wszystkie wspomniane zmienności, jeszcze trudniej jest postawić między nimi granice kartograficzne na podstawie samego tylko rumoszu. Zmiany w fototonie obserwowane na zdjęciach lotniczych dają możliwość zanotowania niektórych z wymienionych różnic litologicznych, a następnie ich zidentyfikowania w terenie.

Z sekwencji wapienno-ilastych najlepiej czytelne na zdjęciach lotniczych są kompleksy złożone, w równych mniej więcej proporcjach, z pokładów wapieni i poziomów marglisto-ilastych. Z tego względu najlepsze rezultaty dała interpretacja zdjęć lotniczych w przypadku kompleksów: oolitowo-płytowego, górnych wapieni płytowych oraz muszłowców brzeskich i staniewickich. Ujmując sprawę ogólniej, zdjęcia lotnicze stanowią dobry instrument badawczy w odniesieniu do facji marglisto-muszłowcowej kimerydu (Pszczółkowski 1968b). Pozornie monotonne utwory tej facji okazują się na zdjęciach lotniczych bardzo zróżnicowanymi. Analiza przestrzennej zmienności omawianych utworów postawiła w nowym świetle całą złożoność sedymentacji osadów marglisto-ilastych i wapiennych w rozpatrywanym wycinku zbiornika kimerydzkiego, jakkolwiek nie mogła ujawnić wszystkich jej własności. Ponadto dokładniejsze rozpozniowanie litologiczne niektórych kompleksów spowodowało konieczność wprowadzenia w niniejszej pracy zmian w schemacie litostratygraficznym zastosowanym w pracy J. Kutka (1968), zmierzających do jego uściślenia. Trzeba tu jednak podkreślić, że zmiany te nie wykluczają możliwości nieco innego podejścia do wyróżniania niektórych kompleksów litostratygraficznych, w zależności od metodyki i dokładności opracowania.

Można przewidywać, że zastosowanie w przyszłości innych rodzajów zdjęć lotniczych, na przykład infrachromatycznych i spektrostrefowych, wykonanych w odpowiedniej porze roku i w skalach sugerowanych w niniejszej publikacji, pozwoli na uzyskanie dodatkowych informacji o przestrzennym zróżnicowaniu utworów kimerydu południowo-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Szczegółowe poznanie tych utworów jest istotne nie tylko z punktu widzenia problematyki litologiczno-facjalnej, ale i sedymentologicznej, paleontologicznej, paleoekologicznej i geologiczno-inżynierskiej.

*Pracownia Kartografii Geologicznej
Zakładu Nauk Geologicznych PAN
Warszawa 22, Al. Zwirki i Wigury 93
Warszawa, w grudniu 1969 r.*

LITERATURA CYTOWANA

- BOESCH H. & BRUNNSCHWEILER D. 1960. Seasonal changes of the agricultural landscape interpreted from aerial photographs. — *Geogr. Helv.*, vol. 15, no. 4. Bern.
- CZARNOCKI J. 1950 (1961). Kielce, Pińczów (Materiały do przeglądowej mapy geologicznej Polski). Warszawa.
- GRZESZKIEWICZ M. 1964. Jura okolic Sobkowa. Maszynopis pracy magisterskiej w Archiwum Instytutu Geologii Podstawowej U.W. Warszawa.
- GUZIK K. 1964. Kartografia geologiczna, jej pozycja w naukach geologicznych i jej nowoczesne metody badań. — *Podst. Probl. Wsp. Techniki*, t. 9. Warszawa.
- HAKENBERG M. 1958. Uwagi o możliwości wykorzystania niektórych zdjęć lotniczych do konstrukcji przekrojów geologicznych metodą stereofotogrametryczną (Notes on possibility of utilizing some air survey photos for computing geological profiles). — *Kwartalnik Geol.*, t. 2, nr 2. Warszawa.
- 1964. Geologische Photointerpretation der Oberkreide in der Miechów-Mulde nördlich von Jędrzejów. — *Wiss. Z. Techn. Hochsch.*, Bd. 13. Dresden.
- KIĄZMIERCZAK J. & PSZCZÓLKOWSKI A. 1968. Nieciągłości sedimentacyjne w dolnym kimerydzie południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich (Sedimentary discontinuities in the Lower Kimmeridgian of the Holy Cross Mts.). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 18, no. 3. Warszawa.
- KUTEK J. 1962. Osuwiska podmorskie i krzemienie w dolnokimerydzkich wapieniach okolic Małogoszcza (Cherts and submarine slumps in the Lower Kimmeridgian limestones from the vicinity of Małogoszcz, Central Poland). — *Ibidem*, vol. 12, no. 3.
- 1968. Kimeryd i najwyższy oksford południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. Część I — Stratygrafia (The Kimmeridgian and Uppermost Oxfordian in the SW margins of the Holy Cross Mts., Central Poland. Part I. Stratigraphy). — *Ibidem*, vol. 18, no. 3.
- 1969. Kimeryd i najwyższy oksford południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. Część III — Paleogeografia (The Kimmeridgian and Uppermost Oxfordian in the SW margins of the Holy Cross Mts., Central Poland. Part III. Paleogeography). — *Ibidem*, vol. 19, no. 2.
- MILICEVIĆ M. 1965. Interpretaciona vrednost fotogeoloških karakteristika stena južne Makedonije (Interpretation value of the photogeological characteristics of the rocks in southern Macedonia). — *Věsn. Zavoda za geološka i geofizička istraživanja*, s. A, vol. 22/23. Beograd.
- MOLGA M. 1967. Rozważania agrometeorologiczne o początku okresu wegetacyjnego w Polsce (Agrometeorological considerations on the beginning of the vegetative season in Poland). — *Przegląd Geofiz.*, t. 12, nr 3/4. Warszawa.
- PESZAT C. 1964. Litologia jurajskich skał węglanowych między Tokarnią i Chmielnikiem (The lithology of the Jurassic carbonate rocks, southeastern margin of the Holy Cross Mts., Poland). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 14, no. 1. Warszawa.
- PSZCZÓLKOWSKI A. 1968a. Fotointerpretacja struktur fałdowych w południowej części centralnej depresji karpackiej (Aerial photointerpretation of fold structures in the southern part of the central Carpathian depression, Polish Flysch Carpathians). — *Ibidem*, vol. 18, no. 4.
- 1968b. Badania facjalne utworów kimerydu w południowo-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich przy zastosowaniu metody interpretacji zdjęć lotniczych. Maszynopis pracy doktorskiej w Archiwum Zakładu Nauk Geologicznych PAN. Warszawa.

- 1970. Zastosowanie zdjęć lotniczych w problematyce badawczej górnego kimerydu południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich (Application of aerial photographs in the research of the Upper Kimmeridgian in the SW margin of the Holy Cross Mts.). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 20, no. 1. Warszawa.
- RAY R. G. & FISCHER W. A. 1960. Quantitative photography — a geologic research tool. — *Photogram. Eng.*, vol. 26, no. 3. Menasha.
- ROZYCKI S. Z. 1961. Włoszczowa (Materiały do przeglądowej mapy geologicznej Polski). Warszawa.
- SCHOENEICH K. 1958. Czytelność starszego podłoża na obszarze Gór Świętokrzyskich na stereofotogramach lotniczych (Legibility of the older substratum on the area of the Święty Krzyż Mountains in stereoscopic air photogrammetry). — *Kwartalnik Geol.*, t. 2, nr 2. Warszawa.
- STEINER D. 1960. Die Frage der günstigsten Jahreszeit bei der Landnutzungsinterpretation auf panchromatischen Luftbildern. — *Comm. 9th Intern. Congr. Photogram.* London, 1960. London.
- SWIWDZIŃSKI H. 1931. Utwory jurajskie między Małogoszczą a Czarną Nidą (Dépôts jurassiques entre Małogoszcz et la Czarna Nida, versant sud-ouest du Massif de Ste Croix). — *Spraw. P.T.G. (Bull. Serv. Géol. Pol.)*, t. 6, z. 4. Warszawa.
- 1962. Kilka przekrojów przez górną jurę południowo-zachodniego zbocza Gór Świętokrzyskich (Some cross-sections through the Upper Jurassic of the south-western slope of the Holy Cross Mts.). — *Przegląd Geol.*, R. 10, nr 9. Warszawa.

SUMMARY

ABSTRACT: Presented are methods of aerial photointerpretation of the Kimmeridgian area in the south-western margin of the Holy Cross Mts., and the results of this interpretation in research of the lithofacial variability.

The area under investigation is over 50 kilometres in length, and the Kimmeridgian rocks crop out in limbs of usually gentle folds (fig. 1). The Kimmeridgian rocks build small hills here, the slopes of which are covered in places with Quaternary sands of various thickness.

PHOTOINTERPRETATION METHODS

Areograms in average scale 1:5 000, 1:12 500 and 1:20 000, being at the author's disposal, were produced on panchromatic films, and have been taken at various dates. Areograms in scale 1:5 000 were done in early July of 1960; they cover only small fragment of the area. Photos in scale 1:12 500 were taken in mid June to beginning of August 1965, and the photos in scale 1:20 000 are from 1950. The geological interpretability of the areograms varies in regard of photographic

factors and of the date of their execution. Out of photographic factors only the importance of the scale was taken into account while the other ones were not detectable as the photos had been taken for topographic purposes.

The photographic tone (phototone) was the main photointerpretation clue in relation to the Kimmeridgian deposits. The other was the morphologic clue. The intensity of photographic tones is variable in broad sector of gray hues. The author used qualitative, four-grade classification of phototones, distinguishing the following hues: light, light grey, grey and dark grey. The particular phototones have been classified within this limit, and were shown aside of lithological profiles (figs. 2 and 3). The intensity of phototones depends on the debris quantity in outcrops of various Kimmeridgian rocks. In turn, the quantity of rock fragments in debris depends on the chemical content, and less frequently — on physical properties of the Kimmeridgian rocks. The color of rock fragments is of minor importance. Finally, the content of clayey fraction controls the character of the phototones. The differences in this content influence not only the quantity of debris in outcrops but also determine the thickness and content of weathering cover and soil over the rock. The quantitative data of the clayey fraction was obtained from chemical analyses. Limestones containing up to about 7% of insoluble substance are projected on areograms in light and light grey photographic tones. The rocks of larger clayey content, i.e. marly limestones, marls and clays, are characterized by grey and dark grey phototones.

The masking character of vegetation cover in arable fields strongly influences the readability of geology, and it depends on the season during which the areograms were done. In the course of growth of plants the natural tone differentiation of the Kimmeridgian deposits is subject to gradual blurring. In result of that the less readable are areograms taken during harvest time. On the contrary, the areograms taken in July may be a good photointerpretative material.

The analysis of areogram readability in relation to scale has shown that in local conditions the best are those in scale 1 : 12 500. They give relatively much detailed information with simultaneous possibility of making general observations, e.g. as in the case of the particular lithological horizons and their correlation over long distances. Best would be areograms in scale 1 : 8 000 — 1 : 10 000 because of more detailed data concerning the differentiation of the Kimmeridgian deposits. This conclusion may be also valid in other regions of similar climatic conditions, with clayey-limestone sequences and even shaly-sandstone ones.

The possibility of tracing the particular lithological units is the most important bearing of the application of areogram interpretation of the Kimmeridgian deposits. The possibility of more detailed analysis of the vertical changes of these deposits is also of importance.

ANALYSIS OF LITHOFACIAL CHANGES OF THE KIMMERIDGIAN DEPOSITS

Information obtained from the interpretation of areograms have been illustrated in the lithological-photointerpretative profiles (fig. 2), and photointerpretative maps (figs. 4 and 5). On such a basis a general image of lithofacial changes has been plotted (fig. 3). The investigation of the subsequent lithological complexes in the Holy Cross Kimmeridgian caused a necessity of a modification of Kutek's (1968) lithostratigraphic scheme. This is particularly true in regard to the complexes overlying the Onkolite horizon. In the NW part of the area there occur Top Clays over the Upper Platy Limestones whereas in the SE part — the Brzegi and Staniewice Lumachelles (fig. 3). The latter lithostratigraphic

unit was introduced to replace the four complexes, namely the Top Clays, the Brzegi Lumachelle, the Staniewice Lumachelle and the Top Lumachelle. Tracing of the particular key horizons has shown also a lateral grading of the Top Clays into the lower part of the Brzegi and Staniewice Lumachelles. In the NW part of the area the deposits corresponding to the upper part of the Brzegi and Staniewice Lumachelle were completely eroded prior to the Middle Cretaceous (cf. Pszczołkowski 1970).

FINAL REMARKS

The application of areograms has broadened the scope of lithofacial problems of the Kimmeridgian rocks of the SW margin of the Holy Cross Mts. The characteristic feature of this method is the possibility to differentiate the marly-clayey deposits from the calcareous ones in feebly exposed areas. The limy-clayey deposits are best traceable on areograms. Under favorable morphological conditions a most detailed lithological subdivision of such rocks is possible, and in some cases even particular layers can be traced. Beside that, the particular members can be correlated over relatively long distances. Interpretation of limestone complexes on areograms gives definite results either in the case of the presence of very thin marly intercalations, or when differences in hardness exist between the particular limestone types. The use of infra-red and false-color photographs in future should furnish additional information concerning the special differentiation of the Kimmeridgian deposits.

*The Laboratory of Geological Mapping
Institute of Geological Sciences
Polish Academy of Sciences
Warszawa 22, Al. Zwirki i Wigury 93
Warsaw, December 1969*
