JACEK RUTKOWSKI
Akademia Górniczo-Hutnicza
Kraków

Gipsy rejonu Stawian i Szańca w świetle interpretacji zdjęć lotniczych

WSTĘP

Badania gipsów prowadzono na terenie Niecki Nidziańskiej pomiędzy miejscowościami Kije, Busko i Chmielnik (rys. 1). Miały one na celu wykonanie mapy geologicznej, rozpoznanie tektoniki i wytypowanie terenów interesujących z punktu widzenia surowcowego, co było tematem zlecenia Kombinatu Geologicznego Południe — Zakład Badań Geologicznych w Krakowie. Ze względu na słabą czytelność terenu na zdjęciach lotniczych mapę geologiczną wykonywano metodami klasycznymi na podkładzie zdjęć lotniczych, uzupełniając ją fotointerpretacyjną analizą bardziej czytelnych formacji geologicznych i form morfologicznych (głównie zapadliska krasowe) oraz studium profili wierceń.

Po wstępnym przeglądzie zdjęć lotniczych, materiałów geologicznych i terenu zdecydowano się na równoczesne prowadzenie interpretacji zdjęć lotniczych z terenowymi pracami w zakresie kartografii geologicznej oraz analizą profili wierceń. W artykule omówiono budowę terenu, zwracając szczególną uwagę na bardziej czytelne formacje oraz wyniki badań geologicznych i fotointerpretacyjnych nad zjawiskami krasowymi związanymi z serią gipsową.

Fotointerpretację prowadzono na odbitkach stykowych zdjęć panchromatycznych w skali 1 : 18 400—19 700, dość dobrej jakości, wykonanych przy dobrej pogodzie w godzinach południowych z początkiem sierpnia 1965 roku. Zdjęcia o wymiarach około 18×18 cm pochodzą z 5 szeregów równomiernie naświetlonych.

Tabela 1
Table 1

Wielkość współczynnika odbicia (%) niektórych skał miocenu i kredy okolic Stawian w stanie suchym i nasyconym
Reflection coefficient value of some Miocene and Cretaceous rocks in the vicinity of Stawiany, dry and saturated

Stratygrafia według (Stratigraphy according to) K. Kowalewski (1958)			Światło (Light)	Czerwony (Red)	Zielony (Green)	Niebieski (Blue)	Biały (White)	Biały (White)	Biały (White)
			λ od — do (from — to) [μm]	0,64—0,72	0,49—0,55	0,43—0,47	0,50	0,50	0,50
			λ max. [μm]	0,61	0,52	0,46			
			Typ skały (Rock type) / Stan prób (State of Samples)	Suche (Dry)				Nasycone wodą (Water saturated)	* $1-\frac{\text{Nasycone}}{\text{Suche}}$
Miocen (Miocene)	Dolny Sarmat (Lower Sarmatian)	Warstwy krakowieckie (Krakowiec Beds)	Wapień organodetrytyczny (Organodetrital limestone)	35,9	28,6	23,9	28,1	20,3	0,28
			Iłowiec (Claystone)	29,1	28,1	25,6	28,0	12,5	0,55
	Baden (Torton) (Badenian (Tortonian))	Warstwy pektenowe (Pecten Beds)	Mułowiec (Siltstone)	40,1	39,5	36,4	39,0	17,6	0,55
		Warstwy gipsowe (Gypsum Beds)	Gips (Gypsum)	31,2	29,2	27,7	28,8	16,9	0,41
		Warstwy nadlitotamniowe (Strata over lithotamnian Beds)	Mułowiec (Siltstone)	32,3	30,6	27,4	29,9	12,0	0,60
		Warstwy litotamniowe (Lithotamnian Limestones)	Wapień organodetrytyczny (Organodetrital Limestone)	66,3	59,0	51,6	57,6	41,2	0,28
		Warstwy podlitotamniowe (Sublithotamnian Beds)	Mułowiec (Siltstone)	40,7	39,7	37,2	39,3	19,3	0,51
Kreda (Cretaceous)			Margiel (Marl)	53,7	47,6	43,9	47,9	28,0	0,41

* Zmniejszenie współczynnika odbicia po nasyceniu wodą.
(Reflection coefficient decrease after saturating with water).

$1 - \frac{\text{Staurated}}{\text{Dry}}$

BUDOWA GEOLOGICZNA I CECHY FOTOINTERPRETACYJNE BADANEGO TERENU

Badania prowadzono w Niecce Nidziańskiej na terenie Płaskowyżu Szydłowskiego, a głównie jego części, jaką jest Płaskowyż Szaniecki, oraz Wysoczyzny Połanieckiej, a przede wszystkim jej części, jaką jest Kotlina Borzykowska (Gilewska, 1972; Fils, 1956). Z punktu widzenia geologicznego omawiany teren stanowi zachodni kraniec Zapadliska Połanieckiego i tylko nieznacznie zachodzi na mezozoiczne obrzeżenie Gór Świętokrzyskich.

W budowie terenu biorą udział osady jury, kredy, miocenu i czwartorzędu. Celem wstępnego zorientowania się w wartościach współczynnika odbicia dla niektórych skał miocenu i margli kredy wykonano w laboratorium pomiary za pomocą leukometru firmy Zeiss-Jena, przystosowanego do badań wyrobów i surowców ceramicznych, papieru itp. Pomiar dotyczy powierzchni o średnicy 3,5 cm. Badania wykonano na wygładzonych próbkach niezwietrzałych skał znajdujących się w stanie suchym i nasyconym wodą. Najwyższy współczynnik odbicia mają wapienie litotaminowe i margle kredowe. Niższe wartości notuje się w przypadku mułowców i iłowców, gipsów oraz wapieni sarmatu. Najwyższą wartość współczynnika obserwuje się w przypadku promieniowania czerwonego, najniższą — światła niebieskiego, co jest w zasadzie zgodne z wynikami przedstawionymi w pracy J. A. Zajcewa i Ł. A. Muchiny (1966). Idealnych zgodności, rzecz jasna, nie obserwuje się, gdyż skały należące do poszczególnych grup petrograficznych wykazują bardzo dużą zmienność w zakresie barwy; i tak np. znane są wapienie czy iły barwy białej, czarnej i innej.

Nasycenie prób wodą powoduje oczywisty spadek współczynnika odbicia (tab. 1). Rozpatrując to zjawisko w przypadku światła białego, stwierdzamy, że najsłabiej na zawilgocenie reagują wapienie, margle i gips, gdzie zmniej-

szenie jest rzędu 0,28—0,41, najsilniej natomiast mułowce i iłowce, gdzie wynosi ono 0,51—0,60 pierwotnej jasności. Mimo stwierdzonych różnic we współczynniku odbicia, ze względu na nierównomierne zwietrzenie poszczególnych skał i ich zawilgocenie, a także zakrycie miocenu przez utwory czwartorzędowe, głównie zaś przez pokrywę roślinną, pomierzone wartości nie mają wielkiego znaczenia jako kryterium rozpoznawcze poszczególnych poziomów miocenu. Na zdjęciach można było wydzielić osady jury, gipsy, sarmat detrytyczny, piaski wydmowe oraz piaski i gliny wypełniające doliny rzeczne.

Utwory jurajskie (kimeryd) odsłaniające się w północno-zachodniej części badanego terenu wykształcone są jako twarde i zwięzłe wapienie przedzielone wkładkami bardziej marglistymi, podatniejszymi na wietrzenie, co powoduje, że na zdjęciach widoczny jest szereg równoległych grzbietów (rys. 1). Dobra czytelność osadów kimerydu na zdjęciach lotniczych jest cechą charakterystyczną tych utworów (Pszczółkowski, 1970).

Utwory kredy rozpoczynają się wapieniami piaszczystymi (cenoman), ponad którymi leżą wapienie, margle i opoki reprezentujące turon i senon, grubości do kilkuset metrów. Osady te nie wykazują wyraźniejszego zróżnicowania litologicznego, przeto na zdjęciach lotniczych brak jest charakterystycznych jasnych i ciemnych prążków typowych dla kredy rejonu Miąsowej (Machej, 1976), związanych z różną odpornością poszczególnych warstewek na wietrzenie.

Osady miocenu przynależą do badenu (= tortonu) i sarmatu (Kowalewski, 1958; Rutkowski, 1981). Baden rozpoczynają iły i mułowce warstw podgipsowych o miąższości ponad 40 m, zawierające niekiedy wkładki wapieni litotamniowych zbliżonych do występujących w rejonie Pińczowa. Fotointerpretacyjne rozdzielenie tych osadów jest niemożliwe.

Powyżej zalegają gipsy, które można podzielić na 3 części. Najniższą stanowią gipsy szklicowe (wielkokrystaliczne), o pionowo ustawionych kryształach długości 2—7,5 m. Jest to najodporniejsza część gipsów, decydująca o powstaniu na południe od Buska charakterystycznego progu strukturalnego, znaczącego się doskonale w morfologii (Flis, 1954; Gilewska, 1972; Osmólski et al., 1978). Powyżej występują tzw. gipsy szkieletowe, o miąższości 14—16 m, odznaczające się nieco mniejszą odpornością na wietrzenie, a wyżej gipsy płytkowe (do 30 m), niezbyt odporne na działanie tych procesów. Z punktu widzenia fotointerpretacji najważniejszą cechą gipsów jest ich silne skrasowienie, co zostanie omówione w następnym rozdziale. Ponad gipsami obserwuje się iłowce i mułowce przynależne do warstw pektenowych w części dolnej i warstw krakowieckich w górnej, o łącznej miąższości do 200 m.

Wykonane badania wykazały, że tektonika osadów miocenu omawianego terenu ma charakter uskokowy — rys. 1 (Rutkowski, 1981),

a nie fałdowy, jak sądzono dotychczas (Flis, 1956; Gilewska 1972) i co wynikało z map geologicznych. Opisane osady w niższej części dolnego sarmatu zostały pocięte licznymi uskokami starszej generacji, które nie zaznaczają się zupełnie w morfologii. Dotyczy to również najwyraźniejszych uskoków, jak na przykład dyslokacji ograniczającej od południa zrąb Gartatowic o zrzucie około 25 m (rys. 1), wzdłuż którego gipsy szkieletowe kontaktują bocznie z wapieniami litotamniowymi, czy też rozpoznanych wierceniami uskoków znajdujących się na północny zachód od Galowa i w rejonie Borkowa-Chwałowic. Uskoki te nie są też widoczne na zdjęciach lotniczych w formie struktur linijnych, co różni badany teren od obszaru występowania gipsów, położonego na południe od Buska, gdzie — wedle T. Osmólskiego, Z. Krysiak i M. S. Wilczyńskiego (1978) — struktury linijne występują powszechnie.

Zaburzone tektonicznie osady badenu i najniższego sarmatu są ścięte erozyjnie (rys. 2C) i na ich nierównej powierzchni zalegają organodetrytyczne wapienie, piaski i żwiry, czasem z wkładkami iłów, o łącznej grubości do 50 m. Są one określane mianem sarmatu detrytycznego. Ich najwyższa część pomiędzy Szańcem, Sędziejowicami i Śladkowem wykazuje większą odporność na wietrzenie, tworząc od wschodu, południa i zachodu wyraźny próg strukturalny, zaznaczający się doskonale na zdjęciach lotniczych. W pobliżu Zwierzyńca wspomniany próg jest podwójny, co wiąże się z występowaniem dwóch odpornych kompleksów wapieni przedzielonych luźnymi piaskami (Rutkowski, 1976). Dalszą cechą rozpoznawczą sarmatu detrytycznego jest gorsza jakość gleb rozwiniętych na jego podłożu, co zaznacza się szczególnie w strefie krawędziowej, gdzie widoczne są często liczne przestrzenie zajęte przez nieużytki rolnicze. Wiąże się to z bardzo dobrą przepuszczalnością tych osadów dla wody, a przez to ze słabym nawilgoceniem gleb.

Obszary zwartego występowania detrytycznych osadów sarmatu pomiędzy Sędziejowicami, Śladkowem Małym i Szańcem, a także ich izolowane płaty w pobliżu Skorzowa i Borzykowej znaczą się wyraźnie na zdjęciach wykonanych przez Landsat-2 dnia 26 czerwca 1975 roku o godz. 8^{51}, na co zwracają uwagę S. Ostaficzuk i A. Pszczółkowski (1978). Na obrazach uzyskanych w kanale 6 i 7 charakteryzują się one fototonem wyraźnie ciemniejszym niż otaczające je starsze osady miocenu (głównie ilaste i mułowcowe), i margle kredy. Wydaje się, że jest to związane z bujniejszym rozwojem roślinności na tych terenach, spowodowanym bardziej żyznymi i wilgotnymi glebami. Natomiast na obszarze zajętym przez sarmat detrytyczny z podanych uprzednio powodów roślinność rozwija się znacznie gorzej. Osady sarmatu detrytycznego występujące pomiędzy Kijami i Sędziejowicami są bardziej rozczłonkowane (rys. 1) i częściowo zawilgocone, przez co nie różnią się swoim tonem od osadów starszych. Podobne uwagi można wypowie-

dzieć również o podczerwonych zdjęciach wykonanych w czasie lotu Saluta 6, na przełomie czerwca i lipca 1978 roku, przy użyciu kamery MKF-6M, a także o radzieckich zdjęciach z 22 maja 1979 roku. W kanale 5 Landsata obszar zajęty przez sarmat detrytyczny odznacza się nieco jaśniejszym tonem niż otaczające go utwory, a w kanale 4 nie wyróżnia się od otoczenia.

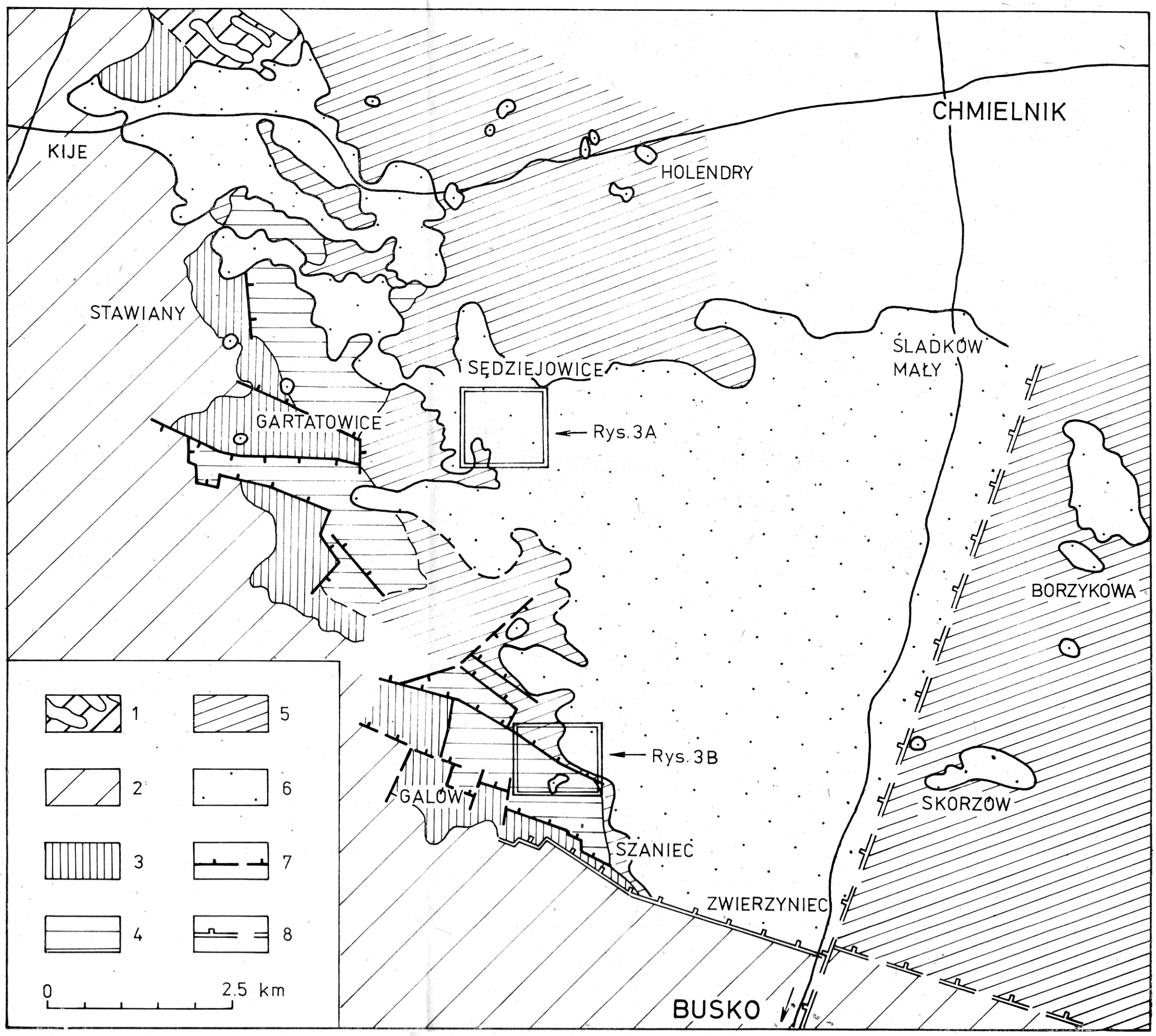
Ponad sarmatem detrytycznym występują lokalne iły krakowieckie, które na badanym terenie nie odgrywają większej roli. Spośród osadów czwartorzędowych na zdjęciach czytelne są piaski wydmowe oraz piaski i gliny wypełniające podmokłe dna dolin. Lokalnie występują też żwiry i torfy.

Osady sarmatu detrytycznego są zaburzone uskokami młodszej generacji (posarmackimi), które zaznaczają się w morfologii i powodują inwersję rzeźby. Należy tu wymienić uskok Chmielnik-Busko, obniżający skrzydło zachodnie, znaczący się doskonale na zdjęciach Landsata w kanale 6 i 7, znany już J. Łyczewskiej (1975). Należy tu również uskok czy strefa dyslokacyjna Galów-Szaniec-Zwierzyniec, obniżająca skrzydło północne. Jest to główna strefa uskokowa ograniczająca od południa Zapadlisko Połanieckie, znana zresztą już J. Czarnockiemu (1947). Koło Zwierzyńca jest ono doskonale widoczne na zdjęciach Landsata. Tam też, jak również na północ od Stopnicy można ją obserwować na zdjęciach radarowych, które demonstrowane były na sesji naukowej Instytutu Geologicznego przez mgr M. Wilczyńskiego w 1979 roku.

ZJAWISKA KRASOWE W GIPSACH W ŚWIETLE FOTOINTERPRETACJI I ROZWAŻAŃ GEOLOGICZNYCH

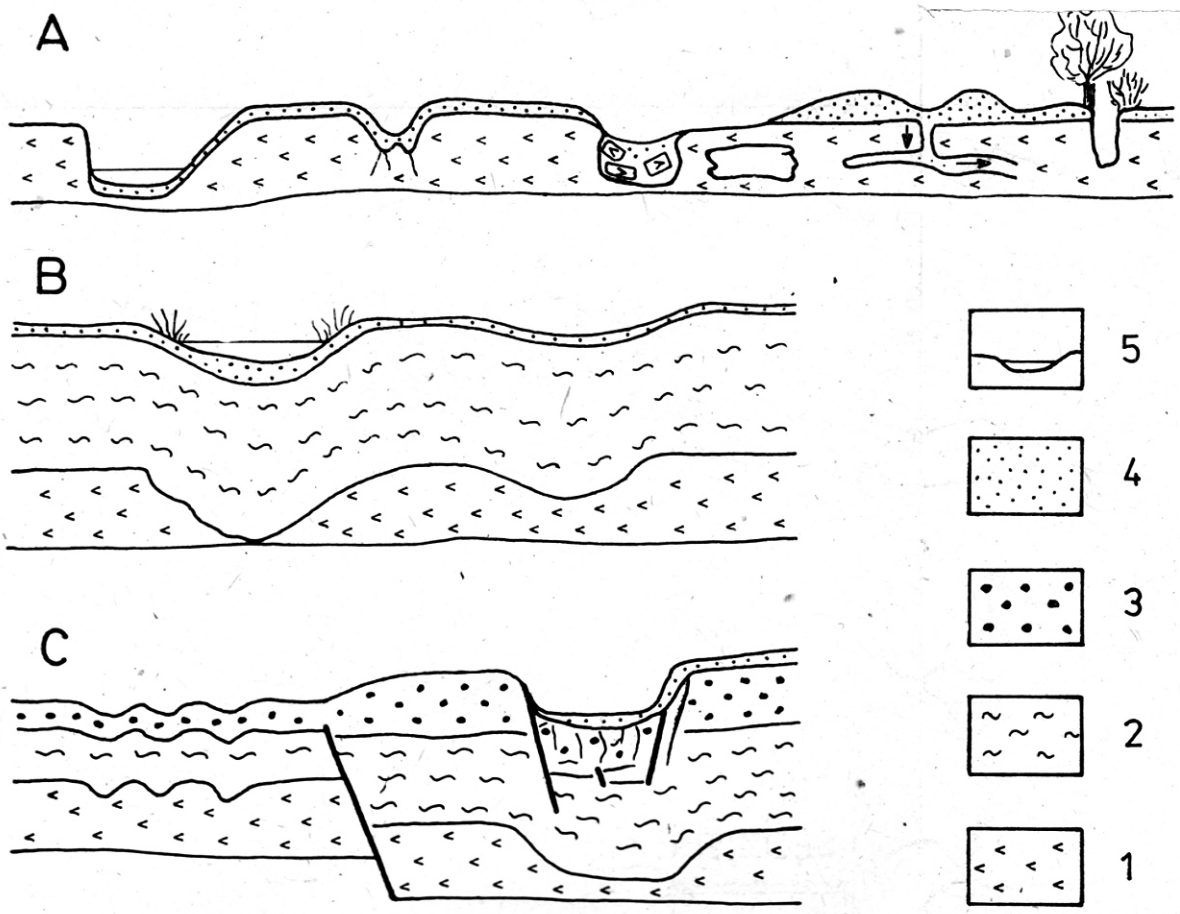
Główną cechą rozpoznawczą gipsów na zdjęciach lotniczych jest obecność zapadlisk krasowych o średnicy od kilku do kilkuset metrów i głębokości od kilkudziesięciu centymetrów do ponad 10 m. Dalszymi cechami jest zawilgocenie ich dna, wypełnienie wodą lub porośnięcie roślinnością bagienną. Brak jest tu natomiast progu strukturalnego, charakterystycznego dla obszaru położonego na południe od Buska (Flis, 1954; Gilewska, 1972; Osmólski, Krysiak, Wilczyński, 1978).

Obserwowane na zdjęciach lotniczych obniżenia związane ze zjawiskami krasowymi w gipsach mogą mieć różny charakter (rys. 2), który tylko w pewnym stopniu może być rozpoznany w warunkach kameralnych. Na terenach zbudowanych z gipsów lub z gipsów przykrytych cienkim nadkładem osadów czwartorzędowych wiążą się one przede wszystkim z zapadaniem jaskiń, a więc są wertebami. Oprócz tego nie można wykluczyć istnienia lejków powstałych w wyniku ługowania



Ryc. 1. Szkic tektoniczny obszaru występowania gipsów pomiędzy Kijami i Szańcem:
1 — jura, 2 — kreda, 3—6 miocen: 3 — warstwy podgipsowe, 4 — gipsy, 5 — iły warstw pektenowych i krakowieckich, 6 — sarmat detrytyczny, 7 — uskoki starszej generacji, 8 — uskoki młodszej generacji (zęby po stronie skrzydła zrzuconego)

Fig. 1. A tectonic sketch of the gypsum occurence area between Kije and Szaniec:
1 — Jurassic system, 2 — Cretaceous system, 3—6 Miocene: 3 — sub-gypsum strata, 4 — gypsum, 5 — Pectens and Krakowiec beds clays, 6 — detrital sarmatian, 7 — old faults, 8 — young faults (teeth on the downfall side)

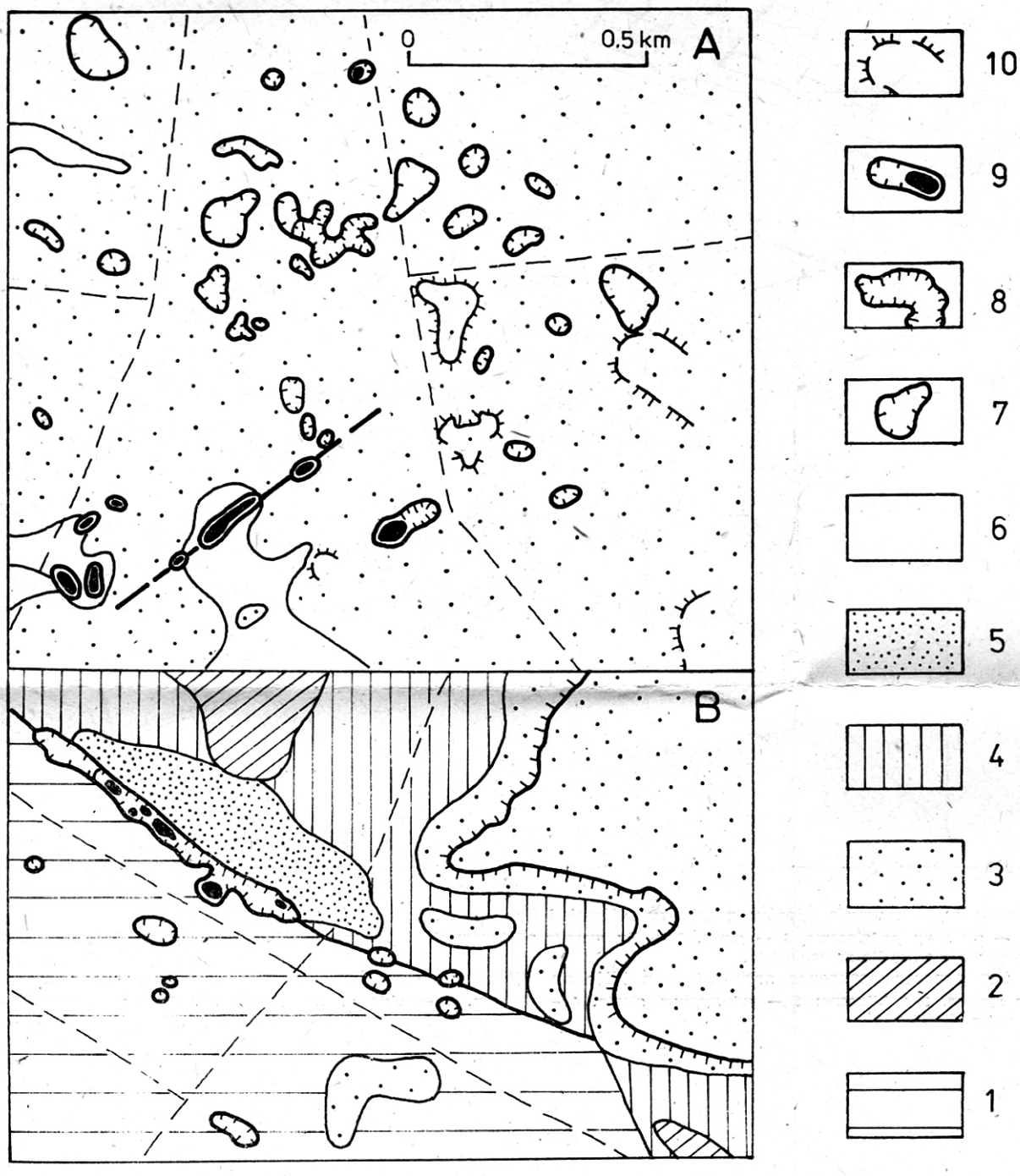


Ryc. 2. Schematyczne przykłady zapadlisk krasowych rozwiniętych w gipsach (**A**), reprodukowanych w iłach warstw pektenowych i krakowieckich (**B**) i reprodukowanych w iłach i w sarmacie detrytycznym (**C**):

1 — gipsy, 2 — iły, 3 — sarmat detrytyczny, 4 — czwartorzęd, 5 — woda

Fig. 2. Schematic examples of solution collapses in gypsum (**A**), reproduced in Pectens and Krakowiec beds clays (**B**), reproduced in clay and detrital sarmatian (**C**):

1 — gypsum, 2 — clay, 3 — detrital sarmatian, 4 — Quaternary, 5 — water



Ryc. 3. Szkice fotointerpretacyjne zapadlisk krasowych w rejonie Sędziejowic (**A**) i Galowa (**B**):

1 — gipsy, 2 — iły warstw pektenowych i krakowieckich, 3 — sarmat detrytyczny, 4 — czwartorzęd w ogólności, 5 — wydmy, 6 — zawilgocone dna dolin i zapadlisk krasowych, 7 — zapadliska krasowe, 8 — zapadliska krasowe o stromych ścianach, 9 — zapadliska krasowe wypełnione wodą, 10 — krawędzie morfologiczne

Fig. 3. Photointerpretative sketches of solution collapses near Sędziejowice (**A**) and Galowo (**B**):

1 — gypsum, 2 — Pectens and Krakowiec beds clays, 3 — detrital sarmatian, 4 — Quaternary, 5 — dunes, 6 — damp valley bottoms and solution collapses, 7 — solution collapses, 8 — solution collapses with steep walls, 9 — solution collapses filled with water, 10 — back slopes

gipsu od powierzchni, mimo że formy takie, rozwinięte na małą skalę i wypełnione całkowicie piaskami, obserwowano tylko w kamieniołomie w Gartatowicach. Część obniżeń wiąże się prawdopodobnie z wpłukiwaniem utworów czwartorzędowych w szczeliny i jaskinie rozwinięte w gipsach. Zapadliska często reprodukują się w nadkładzie zbudowanym z iłów czy też utworów czwartorzędowych znacznej grubości, a także w organodetrytycznych wapieniach sarmatu przykrywających iły.

Liczne wiercenia wykonane w związku z badaniem złóż gipsów wykazały, że w strefach płytkiego ich występowania, pod cienkim nadkładem rzędu do kilkunastu metrów zapadliska krasowe są zazwyczaj wyraźne, chociaż można tutaj obserwować także formy słabo zaznaczone. W strefach, gdzie grubość nadkładu wynosi 31—38 m, co ma miejsce na północny wschód od Sędziejowic, a także przy szosie na północ od Samostrzałowa, zapadliska krasowe są słabo zaznaczone i mało wyraźne. Wreszcie na północ od Chrabkowa, gdzie gipsów nie nawiercono do głębokości 50 m, a sądząc z danych stratygraficznych ich strop zalega na głębokości piećdziesięciu kilku metrów, zapadlisk krasowych nie obserwuje się. Pozwala to przypuszczać, że graniczna grubość nadkładu, poprzez który reprodukują się leje krasowe, wynosi około 50 m. Stąd też strefę występowania zjawisk krasowych należy traktować jako obszar stosunkowo płytkiego zalegania gipsów, poza który nie powinny wykraczać prace poszukiwawcze, mające za zadanie stwierdzenie nowych złóż.

Dna lejów oglądane na zdjęciach lotniczych są zazwyczaj zawilgocone, co wyraża się ciemniejszym fototonem (stanowiącym główny wskaźnik rozpoznawczy), rzadziej suche. Często są one wypełnione wodą. Osady wypełniające leje to najczęściej torfy oraz piaski. Zapadliska mogą być stromościenne (rys. 2 A, C), o zróżnicowanym nachyleniu zboczy, co obserwuje się w strefie występowania gipsów (Galów, Stawiany), a także w obszarach występowania sarmatu detrytycznego, szczególnie tam, gdzie osady te są nieco silniej zlityfikowane (na przykład w silnie rozczłonkowanym zapadlisku położonym na południe od Sędziejowic, rys. 3 A). Tam, gdzie osady sarmatu są luźne, a teren jest suchy, zapadliska krasowe mogą mieć formę nieregularnych zagłębień, widocznych na przykład na południe od Samostrzałowa. Ze względu na małe deniwelacje formy te są niewidoczne pod stereoskopem lustrzanym na dostępnych autorowi zdjęciach w skali około 1 : 19 000 i nie zostały naniesione na rys. 3. Bardziej korzystne byłyby tu materiały w skali 1 : 10 000 czy 1 : 5 000. Najkorzystniejszą porą roku dla sporządzania zdjęć wydaje się być okres wiosenny, gdy brak jest roślinności, we wnętrzu lejów znajduje się jeszcze woda, a wyżej położone pola uległy już przesuszeniu.

Płaskie zaklęśnięcia, często wypełnione wodą i w różnym stopniu pokryte roślinnością wodną i bagienną (rys. 2 B), są charakterystyczne

raczej dla obszaru występowania iłów (Szarbków, Holendry, teren na północ od Sędziejowic). Niektóre formy krasowe o średnicy paru metrów są czasem maskowane przez drzewa i krzaki (rys. 2 A), przez to niezauważalne na zdjęciach lotniczych. Stąd też wszystkie tego rodzaju obiekty muszą być kontrolowane w terenie.

Widoczne na zdjęciach zapadliska krasowe mogą być okrągłe lub też owalne i wydłużone w jakimś kierunku (rys. 3), co świadczy o istnieniu w gipsach strefy spękań lub uskoku, wzdłuż których rozwijają się — czy też niedawno rozwijały się — zjawiska krasowe i następuje zapadanie się terenu, co można obserwować w Sędziejowicach i w Galowie. Związek pomiędzy tymi zjawiskami w przypadku obszaru położonego na południe od Buska podkreśla T. Osmólski, A. Sieradz i in. (1978). Skutki nakładania się na siebie linijnie rozwijających się zjawisk krasowych z nieregularną lityfikacją wapieni są prawdopodobnie czynnikami powodującymi bardzo skomplikowany kształt niektórych zapadlisk (rys. 3 A).

W pobliżu Galowa (rys. 3 B) wydłużony lej krasowy (uwał) rozwinięty jest niewątpliwie wzdłuż znaczniejszego uskoku czy też strefy uskokowej, wzdłuż której kontaktują ze sobą gipsy z iłami krakowieckimi i czwartorzędem, na terenie których na powierzchni terenu nie zaznaczają się żadne zjawiska krasowe. Zwarta pokrywa wapieni sarmatu i iłów, występująca na południe od Sędziejowic, i brak rozpoznania wiertniczego uniemożliwia stwierdzenie, czy wąskie, wydłużone zapadliska krasowe ułożone wzdłuż jednej linii (rys. 3 A) wiążą się z uskokiem czy spękaniem.

Zapadliska krasowe w badanych gipsach są bardzo młode, młodsze od zlodowacenia krakowskiego, gdyż inaczej byłyby zasypane osadami lodowcowymi. W rejonie Staszowa wypełniające je torfy pochodzą ze schyłku ostatniego zlodowacenia i z holocenu (Gilewska, 1972), co zapewne można odnieść i do badanego terenu. Kras gipsowy jest obecnie żywy i aczkolwiek porównanie zdjęć lotniczych z terenem nie wykazało tworzenia się większych form, to jednak zjawiska takie są podawane w literaturze (Flis, 1954), a drobne, tworzące się współcześnie zapadliska obserwowano w czasie prac terenowych, na przykład przy drodze Galów — Szaniec około 700 m na zachód od Szańca.

WNIOSKI

Zjawiska krasowe są szczególnie wdzięcznym tematem do badań fotointerpretacyjnych. Metoda ta umożliwia bardzo szybką rejestrację poszczególnych zapadlisk krasowych w warunkach kameralnych, w tym także identyfikację słabo widocznych zapadlisk reprodukowanych w grubym nadkładzie gipsów, które innymi metodami są trudne do

rozpoznania. Stwierdzenie, że zjawiska krasowe w gipsach reprodukują się na powierzchni terenu przy nadkładzie grubości do 45—50 m, pozwala właściwie planować przyszłe prace poszukiwawcze. Ponadto dna lejów krasowych są terenami niekorzystnymi z punktu widzenia budownictwa.

Najkorzystniejszą porą roku dla wykonywania zdjęć lotniczych mających na celu rozpoznanie form krasowych na tego rodzaju terenach jest wiosna, gdy brak jest pokrywy roślinnej, w poszczególnych zagłębieniach krasowych znajdują się wody, które nie zdążyły jeszcze wsiąknąć, a wyżej położone tereny uległy przesuszeniu. Optymalna skala zdjęć 1 : 10 000 lub 1 : 5 000.

Jest oczywiste, że na silnie zakrytych terenach, jakim okazał się badany obszar, wykorzystanie zdjęć lotniczych w kartografii geologicznej powinno polegać z jednej strony na ich wykorzystaniu jako podkładu, a z drugiej na ich zastosowaniu w opracowywaniu bardziej czytelnych formacji (nawet jeśli zajmują one tylko niewielką powierzchnię terenu), rozwiązywaniu ważnych z punktu widzenia geologicznego problemów geomorfologicznych, rejestracji wyrobisk i odsłonięć oraz w optymalnym planowaniu marszrut. Pozwala to na znaczne skrócenie pracy, szczególnie zaś najbardziej pracochłonnych badań terenowych (w przypadku omawianych gipsów co najmniej 2—3 razy). Przy tego rodzaju pracach najkorzystniejsze wyniki uzyskuje się, jeśli po wstępnym zapoznaniu się z istniejącymi materiałami i terenem prowadzi się równolegle interpretację zdjęć lotniczych i prace kartograficzne w terenie, weryfikując na bieżąco ich wyniki z profilami wierceń i innymi materiałami geologicznymi. Pozwala to wiązać fotointerpretacyjne cechy powierzchni terenu z występującymi na nich utworami geologicznymi i z jego wgłębną budową, sprawdzając na bieżąco wysuwane hipotezy i wyjaśniając nasuwające się wątpliwości.

LITERATURA

Czarnocki J., 1947: *Przewodnik XX Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego w Górach Świętokrzyskich*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Flis J., 1954: *Kras gipsowy Niecki Nidziańskiej*, Prace geograficzne Instytutu Geografii Polskiej Akademii Nauk, nr 1, Warszawa.

Flis J., 1956: *Szkic fizyczno-geograficzny Niecki Nidziańskiej*, Czasopismo geograficzne, t. 27, z. 2, Warszawa.

Gilewska S., 1972: *Wyżyny Śląsko-Małopolskie*, [in:] *Geomorfologia Polski*, PWN, Warszawa.

Kowalewski K., 1958: *Stratygrafia miocenu południowej Polski ze szczególnym uwzględnieniem południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich*, Kwartalnik Geologiczny, nr 1, Warszawa.

Łyczewska J., 1975: *Zarys budowy geologicznej pasma Wójczo-Pińczowskiego* Biuletyn Instytutu Geologicznego, nr 283, Warszawa.

Machej W., 1976: *Uwagi o tektonice utworów górnokredowych okolic Brzegów nad Nidą — fotointerpretacja zdjęć lotniczych,* Technika Poszukiwań, nr 1, Warszawa.

Osmólski T., Krysiak Z., Wilczyński M. S., 1978: *Nowe dane o strefie Kurdwanów-Zawichost i tektonice obszaru od Buska po Nidę,* Kwartalnik Geologiczny, t. 22, nr 4, Warszawa.

Osmólski T., Sieradz A., Krysiak Z., Wilczyński M. S., 1978: *Związek krasu z tektoniką w utworach gipsowych Niecki Nidziańskiej,* Kwartalnik Geologiczny, t. 22, nr 2, Warszawa.

Ostaficzuk S., Pszczółkowski A., 1978: *Ogólna ocena geologicznej czytelności komputerowo przetworzonego obrazu Landsat-2 z obszaru Polski południowej,* Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, t. XXV, z. 2 (59), Warszawa.

Pszczółkowski A., 1970: *Zastosowanie zdjęć lotniczych do badania utworów kimerydu południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich,* Acta Geol. Polon. t. 20, nr 2, Warszawa.

Rutkowski J., 1976: *Detrytyczne osady sarmatu na południowym obrzeżeniu Gór Swiętokrzyskich,* Prace Geologiczne Komisji Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk, Oddział w Krakowie, nr 100, Wrocław—Warszawa—Kraków—Gdańsk.

Rutkowski J., 1981: *O tektonice utworów mioceńskich w zachodniej części zapadliska połanieckiego,* Rocz. Pol. Tow. Geol. t. 51, z. 1—2, Warszawa—Kraków.

Zajcew J. A., Muchina Ł. A., 1966: *Primienienije cwietnoj i spektrozonalnoj aerofotosjomki w geołogiczeskich celjach,* Izd. Moskowskogo Uniwiersitieta, Moskwa.

JACEK RUTKOWSKI

GYPSUM OF STAWIANY AND SZANIEC REGION (NIDA BASIN, SOUTHERN POLAND) BASED ON THE INTERPRETATION OF AIR PHOTOGRAPHS

Summary

On the basis of air photographs' interpretation carried out concurrently with geological field investigation the Miocene gypsum (Badenian, tab. 1) in the Nida Basin north-west of Busko was characterized. The Badenian sediments are cut with faults of older generation which are not marked in morphology and do not show linear structures seen in air photographs. These structures are cut by erosion and are covered discordantly with detrital sediments of Sarmatian (fig. 1, 2C). Gypsum and detrital sarmatian can be distinguished in air photographs, the latter due to a weaker vegetation growth caused over drying the land. It is also partly visible on the Landsat-2 images from June 26, 1975 in channels MSS 6 and 7.

Numerous karst collapses (fig. 3) is the chief interpretative feature of gypsum. The karst collapses are usually spread irregularly, rarely linearly, sporadically they are of the uvala type (fig. 3B). The bottoms of solution collapses

are usually damp and tend to have a darker phototone. Sometimes they are filled with water and are covered with uliginose vegetation. Karst collapses occur in gypsum and reproduce in their overburden composed of clay, detrital Sarmatian and Quaternary (fig. 2).

Taking into consideration the spatial extent of karst collapses and the thickness of the gypsum's overlying sediments, determined by drilling, it can be ascertained that the overburden of 45 m thickness constitutes a limit over which carst phenomena are not reproduced on the surface of the investigated area in the form of collapses. The most favourable period for taking photographs of similar terrains is spring; there is no vegetation yet, there is water in the solution collapses, and the adjoining terrain became dry. The optimal scale of photographs is 1 : 10 000—5 000.

Translated by
Stanisław D. Wojdała

JACEK RUTKOWSKI

LES GYPSES DE LA RÉGION DE STAWIANY ET SZANIEC (BASSIN DE NIDA, AU SUD DE LA POLOGNE) À PARTIR D'INTERPRÉTATION DES PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES

Résumé

Sur la base de l'inteprétation des photographies aériennes faite simultanément aux recherches géologiques de terrain ont été caractérisés les gypses du Miocène (Badenian, tab. 1) apparaissant dans le Bassin de Nida au Nord-Ouest de Busko. Les formations du Badenian sont morcelées en faille provenant de plus vieilles générations qui ne se magnifestent pas dans la morphologie et ne forment pas la texture linéaire — visible sur les photographies aériennes. Ces formations sont tronquées par l'érosion et couvertes en discordance de dépôts détritiques du Sarmatien (fig. 1, 2C). Sur les photographies aériennes on peut distinguer les gypses et le Sarmatien détritique, ce dernier grâce au plus faible développement de la végétation causé par le désséchement du terrain. Il est aussi visible sur les images de Landsat-2 du 26 juin 1975 sur les cannaux MSS 6 et 7.

Les nombreuses dépressions karstiques sont un trait principal de l'interprétation des gypses (fig. 3). Elles sont d'habitude placées irregulièrement, rarement linéairement et sporadiquement sous forme d'ouvala (fig. 3B). Les fonds de ces dépréssions sont souvent humides, tantôt remplis d'eau et couverts partiellement de végétation marecageuse ce qui se révèle par les nuances de ton plus foncé sur les photographies. Les dépréssions apparaissent dans les gypses et se reproduisent dans leurs revêtements formés par des argiles, du Sarmatien détritique et du Quaternaire (fig. 2).

Après avoir examiné l'étendue spaciale des dépressions karstiques et l'épaisseur des dépôts couvrant les gypses on peut admettre que l'épaisseur des revêtements de l'ordre de 45 m est une valeur limite au-dessus de laquelle les phénomènes karstiques ne se font pas remarquer à la surface du terrain étudié sous forme de dépressions. Le printemps est la saison la plus favorable à la prise des photographies car il n'y a pas de végétation, les dépressions sont remplies d'eau et les terrains avoisinants sont déjà séchés. L'échelle optimale des photographies est celle de 1 : 10 000—5000.

Traduit par
Teresa Korba-Fiedorowicz