

Tadeusz OSMÓLSKI, Zofia KRYSIAK, Michał Stefan WILCZYŃSKI

## Nowe dane o strefie Kurdwanów – Zawichost i tektonice obszaru od Buska po Nidę i Wisłę

Przedstawiono budowę geologiczną utworów kredowych i trzeciorzędowych obszaru między Buskiem, Nidą i Wisłą. Przebieg głównych dyslokacji, tj. strefy Nidy oraz strefy Kurdwanów — Zawichost stanowiących jego ramy tektoniczne, został zlokalizowany na podstawie zdjęcia satelitarnego. Analiza zdjęć lotniczych pozwoliła wyróżnić dwa systemy uskoków i spękań: laramijski o kierunku NW — SE (140—150°) i alpejski (sarmacki) o kierunku ENE — WSW z przewagą uskoków o azymucie zbliżonym do 70°. Uskoki laramijskie mają charakter zrzutowy, natomiast alpejskie — przesuwczy. Podnoszenie się kredowego zrębu Nidy oraz nasunięcie z SSW ku NNE bloku Mędrzechowa, wchodzącego w skład strefy dyslokacyjnej Kurdwanów — Zawichost, spowodowało powstanie szeregu potomnych zrębów i rowów tektonicznych warunkujących budowę geologiczną i morfologię całego badanego obszaru.

### WSTĘP

Okolice Buska były przedmiotem studiów geologów już w XIX w. Badania stratygraficzne przeprowadził tu J. B. Pusch (1833) i L. Zejszner (1862). S. Kontkiewicz (1881) przedstawił pierwszą mapę geologiczną rejonu doliny Nidy, przyjmując fałdowy model budowy. A. Michalski (1884) wzniesienia okolic Pińczowa, Buska, Wójczy i Solca nazwał fałdem wójczo-pińczowskim. J. Czarnocki (1923) i K. Kowalewski (1926) podtrzymywali koncepcję budowy fałdowej tego obszaru, przy czym pierwszy z nich zastrzegł, iż „... garby nie mają typowej budowy antyklinalnej, lecz ich budowa jest bardziej skomplikowana”. W. Teisseyre (1907, 1921) podkreślił jako pierwszy dominującą rolę tektoniki nieciągłej w rozwoju całego Podkarpacia i wyróżnił dyslokacje na linii Nidy i Wisły (uskok Kurdwanów — Zawichost). Tektonika miocenu przedkarpackiego

była ponadto opracowywana przez R. Neya (1963, 1969, 1974), S. W. Alexandrowicza (1964), T. Osmólskiego (1963, 1972), H. Jurkiewicza (1965), Z. Obuchowicza (1966) i J. Łyczewską (1971, 1972, 1975a i b).

Z obserwacji S. W. Alexandrowicza (1964) wynika, że maksimum ruchów alpejskich we wschodniej i północnej części zapadliska zaznacza się jeszcze w sarmacie, natomiast w zachodniej i południowej części tej jednostki wygasa na granicy tortonu i sarmatu. S. W. Alexandrowicz (1964) i R. Ney (1969, 1974) zwrócili uwagę na synsedymencyjny charakter tektoniki w miocenie przedkarpackim. Według R. Neya (1969, 1974) dominowały wówczas ruchy pionowe i taki charakter mają powierzchni dyslokacji tworzących system uskoków schodowych. Ponadto badacz ten zarejestrował liczne przejawy neotektoniki w utworach czwartorzędowych.

T. Osmólski (1972) rekapitulując wyniki badań z lat 1958—1972 dokumentuje budowę blokową rejonu czarkowskiego. Na linii Czarkowy—Senisławice stwierdza bowiem istnienie bloków wzajemnie poprzesuwnych w pionie i poziomie oraz zjawiska inwersji tektonicznej. Uważa on, że struktury uformowane ostatecznie w sarmacie tworzyły się już w najwyższej kredzie jako wyniesienia antyklinalne. Były one ruchome również w badenie zachowując swój antyklinalny charakter (pogrzebany kras gipsowy, rozmycia), a zmiana tego modelu na blokowy nastąpiła w sarmacie.

Schemat tektoniki pasma wójczo-pińczowskiego na podstawie materiałów wiertniczych i geofizycznych przedstawiła J. Łyczewska (1971, 1975a, b).

Badania wymienionych autorów, a szczególnie T. Osmólskiego, z rejonu leżącego kilkanaście kilometrów na południe od Buska, dostarczyły dowodów na istnienie modelu blokowego budowy geologicznej niecki Nidy.

\*

W związku z prowadzonymi przez Kombinat Geologiczny „Południe” — ZBG — Kraków geologicznymi pracami rozpoznawczymi dla udokumentowania nowych złóż gipsów w niecce Nidy, Instytut Geologiczny podjął się wykonania uaktualnionej mapy geologicznej rejonu między Buskiem i Wiślicą. Dla pełniejszego zrozumienia budowy strukturalnej niecki Nidy rozszerzono obszar badań aż do Wisły (rejon Czarkowy — Senisławice — Ksany został opracowany przez T. Osmólskiego w latach 1958—1972, z planem uskoków i spękań sprawdzonym i uzupełnionym interpretacją zdjęć lotniczych wykonaną w 1974 r. przez Z. Krysiak). Ponieważ na wykonanie mapy występowania gipsów i tektoniki utworów trzeciorzędowych niecki Nidy przeznaczono tylko rok, autorzy postanowili zastosować interpretację zdjęć lotniczych ze względu na szybkość i precyzję. Fotointerpretacyjna mapa geologiczna w skali 1:25 000 jest pierwszą tego typu mapą opracowaną dla okolic Buska. W artykule przedstawiono wyniki tych badań, gdyż już we wstępnym etapie prac otrzymano nowe dane, zmieniające w znacznym stopniu dotychczasowe poglądy na budowę strukturalną.

Autorzy pragną serdecznie podziękować prof. drowi J. Znosce za cenne uwagi dotyczące rozwoju geologicznego rejonu między zapa-

dliskiem górnośląskim a Górami Świętokrzyskimi oraz doc. drowi J. Bazyńskiemu za udostępnienie interpretacji zdjęcia satelitarnego zapadliska przedkarpackiego w skali 1 : 500 000.

## METODA BADAŃ

Dla sporządzenia fotointerpretacyjnej mapy geologicznej południowej części niecki Nidy ustalono następujący tok prac:

- wstępna interpretacja zdjęć lotniczych,
- badania terenowe,
- powtórna interpretacja zdjęć lotniczych,
- analiza wszystkich dostępnych materiałów geologicznych, jak dokumentacje, profile otworów wiertniczych, dane geofizyczne, oraz porównanie ich z wynikami interpretacji.

Pierwszy etap prac — wstępna interpretacja zdjęć lotniczych w skali 1 : 18 000 — wykazał, że można uzyskać dużą liczbę informacji dzięki odsłonięciu oraz znacznemu zróżnicowaniu litologicznemu i morfologicznemu obszaru badań. Stwierdzono zatem przydatność przyjętej metody, a prace terenowe wykazały prawidłowość ustalonego toku robót. Utwory gipsowe tworzą charakterystyczne formy morfologiczne wyraźnie widoczne na zdjęciach lotniczych; chodzi tu głównie o poziomy gipsów wielokryształicznych (poziom I), zaznaczających się w postaci pojedynczych wzniesień (np. na północ od Lasu Grabowieckiego) lub całych ciągów stromych skarp (Leszcze — Skotniki, Kobylniki — Wiślica) pokrytych roślinnością typu stepowego, zaznaczającą się na zdjęciach szarym, jednolitym fototonem. Gipsy poziomu II i III pod cienkim przykryciem zwietrzliny lub piaszczystych utworów czwartorzędowych zaznaczają się charakterystycznym jasnoszarym „mozaikowym” fototonem.

Wyznaczenie granic geologicznych między gipsami a ogniwami kredy i trzeciorzędu było możliwe dzięki zróżnicowaniu fototonalnemu tych utworów. Margle kredy oraz iły trzeciorzędowe dają ciemnoszary fototon spowodowany ustaleniem się zwierciadła wód gruntowych w ich stropie na kontakcie z cienką pokrywą czwartorzędu. Granice gipsów z ilami krakowieckimi w Skorocicach wyznaczono na podstawie zdjęć lotniczych, weryfikując je z danymi zawartymi w dokumentacjach geologicznych, i porównano z obserwacjami z badań terenowych. Okazało się, że tylko zdjęcia lotnicze pozwoliły dokonać tego precyzyjnie. Podobnie na wielu innych odcinkach, na których granice te były dotychczas wyznaczane hipotetycznie na podstawie intersekcji, po raz pierwszy zaznaczono rzeczywisty ich przebieg. W wielu przypadkach poszerzono dotychczasowe granice zasięgu gipsów, np. w okolicy Zagości, Owczar, Kobylnik i Sielca Szpitalnego (por. J. Łyczewska, 1972).

Linie nieciągłości (uskoki i spękania górotworu) są na zdjęciach lotniczych widoczne najwyraźniej dzięki prostoliniowemu przebiegowi, który jest uwarunkowany pionowym lub prawie pionowym położeniem powierzchni uskokowych. W wielu przypadkach przebieg linii nieciągłości

jest podkreślony siecią hydrograficzną. Dotyczy to głównie meandrów Nidy oraz względnych przemieszczeń na północny wschód i południowy zachód różnych części doliny tej rzeki, odzwierciedlających przesunięcia bloków kredowych; na przykład na odcinku Wiślica — Kobylniki dolina Nidy jest wyraźnie przesunięta ku zachodowi względem odcinka Kobylniki — Zagość. Przesunięcia zaznaczają się również w zasięgach gipsów od strony doliny Nidy. Badania terenowe wykazały, że dodatkowymi wskaźnikami przebiegu linii tektonicznych są liczne wąwozy, leje, uwały i inne formy krasowe wyraźnie rozwinięte wzdłuż stref nieciągłości.

Celem drugiego etapu prac — badań terenowych — było bezpośrednio porównanie wyników fotointerpretacji z geologią. Badania prowadzono zgodnie z zasadami kartowania geologicznego. Starano się sprawdzić każde wydzielenie fotointerpretacyjne w kilku punktach. W trakcie interpretacji wstępnej zaznaczono na zdjęciach wszystkie widoczne odsłonięcia, co ułatwiło wytyczenie marszrut. W odsłonięciach prowadzono podstawowe badania geologiczne (pomiaru biegu i upadu warstw, określenie parametrów uskoków, opisy odsłonieć i pobieranie próbek do badań stratygraficznych). W przypadku braku odsłonieć celem sprawdzenia wydzieleni fototonalnych wykonywano sondy ręczne. Rejestracja i opis zjawisk krasowych były niezwykle ważnym elementem obserwacji powierzchniowych, ze względu na ich ścisły związek z tektoniką. Szczególną uwagę zwrócono na odsłonięcia, w których można było stwierdzić uskoki. W wielu przypadkach okazało się, że oznaczone na zdjęciach dyslokacje są strefami złożonymi z kilku drobnych, równoległych uskoków położonych blisko siebie. Jedno z takich odsłonieć znajduje się przy wjeździe do kamieniołomu Gacki (tabl. I, fig. 7). Stwierdzono tutaj mineralizację gipsową w szczelinach spękań margli warstw podgipsowych (tabl. I, fig. 8). Kartowanie gipsów potwierdziło przypuszczenie, że granice ich zasięgu wyznaczają bardzo często uskoki, wśród których większość ma charakter przesuwczy.

Trzeci etap prac — powtórna interpretacja zdjęć lotniczych — polegał na uzupełnieniu dotychczasowych danych nowymi szczegółami uzyskanymi podczas badań terenowych. Po reinterpretacji zdjęć lotniczych można było ustalić kod fotointerpretacyjny dla niecki Nidy, dokładnie przyporządkowując charakterystyczne fototony odpowiednim utworom geologicznym.

W czwartym, ostatnim etapie — analiza wszystkich dostępnych materiałów geologicznych — zapoznano się z dokumentacjami złóż gipsów oraz z najnowszą dokumentacją kompleksowych badań geofizycznych niecki Nidy — wykonaną w 1975 r. przez PPG w Warszawie dla ZBG w Krakowie — celem zweryfikowania wyników fotointerpretacji oraz ustalenia kierunków i wartości zrzutów uskoków. Po zakończeniu wszystkich omówionych prac zestawiono fotointerpretacyjną mapę geologiczną południowej części niecki Nidy w skali 1 : 25 000. Mapy zamieszczone w niniejszym artykule zgeneralizowano do skali 1 : 100 000 dla uproszczenia obrazu, co pozwala łatwiej wyjaśnić budowę geologiczną.

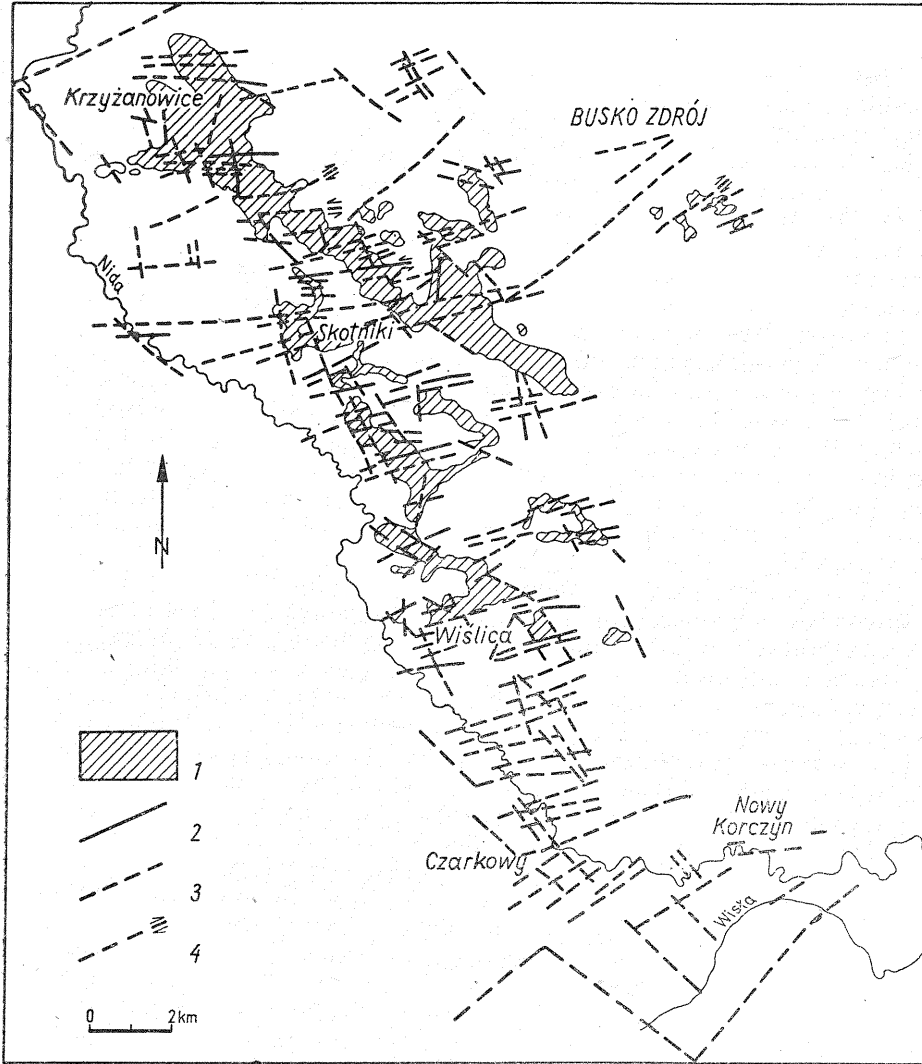


Fig. 1. Szczegółowy plan uskoków i spękań na tle wychodni gipsów między Krzyżanowicami, Buskiem a Wisłą

Distribution of faults and fractures in the area between Krzyżanowice, Busko and Vistula river on the background of outcrops of gypsum

1 — gipsy; 2 — uskoki i spękania stwierdzone na podstawie zdjęć lotniczych i udokumentowane geologicznie; 3 — uskoki i spękania stwierdzone na zdjęciach lotniczych; 4 — uskoki przesuwcze

1 — gypsum; 2 — faults and fractures traced using air photos and with geological record; 3 — faults and fractures traced using air photos; 4 — strike-slip faults

## BUDOWA GEOLOGICZNA

Obszar badań znajduje się w północnej strefie brzeżnej miocenu morskiego basenu przedkarpackiego. Jego północną granicę stanowi linia Krzyżanowice — Busko. Na wschodzie obszar sięga po Szczaworyż, na zachodzie do Nidy, a na południu do Wisły (fig. 1). Znaczna część tego rejonu (od Czarkowy aż po Wiślicę) była przedmiotem badań T. Osmólskiego (1972), w związku z wystąpieniami siarki. Autor ten opracował szczegółowo budowę geologiczną okolic Czarkowy, ustalił plan budowy tektonicznej, wyznaczył kilka bloków wzajemnie poprzesuwanych udowadniając istnienie uskoku na linii Nidy. T. Osmólski stwierdził również że oś niecki działoszyckiej przesunięta jest na linii Kurdwanów — Zawichost. Przemieszczenia takie wyraźnie widoczne są w widłach Wisły i Nidy, gdzie występuje szereg bloków zbudowanych z utworów kredowych i miocęńskich poprzesuwanych względem siebie. Badacz ten stwierdził, że pod wpływem nacisków z południowego zachodu blok Kocina — Opatowiec został rozbity na kilka mniejszych jednostek pchniętych ku północnemu wschodowi, a końcowy odcinek tego bloku (Opatowiec — Karsy) zmienił kierunek z NE—SW na równoleżnikowy (T. Osmólski, 1972, p. 133, fig. 29; p. 141).

Celem szczegółowego poznania tektoniki rejonu Czarkowy w Pracowni Surowców Chemicznych Instytutu Geologicznego w 1974 r. wykonano fotointerpretację zdjęć lotniczych z obszaru badań T. Osmólskiego. Jak się okazało, tektonika nieciąga jest tu bardzo silnie rozwinięta. Przedstawiony przez T. Osmólskiego (1972) obraz budowy blokowej został potwierdzony, przy czym liczba uskoku jest znacznie większa niż można było stwierdzić badaniami podstawowymi. Ponadto, jak wynika ze zdjęć lotniczych, często oznaczone przez T. Osmólskiego dyslokacje stanowią w rzeczywistości strefy wiązek uskoku równoległych lub zespoły uskoku krzyżujących się. Wykonana przez autorów artykułu fotointerpretacja zdjęć lotniczych okolic Buska (na północ od terenu opracowywanego przez T. Osmólskiego) wykazała ten sam styl budowy. Wyniki badań z obydwu tych rejonów łącznie przedstawiono poniżej.

Ramy tektoniczne omawianego obszaru stanowią dwie główne strefy tektoniczne o charakterze regionalnym: strefa Nidy i strefa Kurdwanów — Zawichost, będąca północną granicą zapadliska przedkarpackiego. Rzeczywisty przebieg tych stref udało się prześledzić zarówno na zdjęciach lotniczych, jak i na zdjęciu satelitarnym (interpretacja J. Bażyńskiego), przy czym w pierwszym przypadku widoczny jest on we fragmentach, natomiast w drugim — w całości. Stwierdzono, że obie strefy tektoniczne są jedynymi na tym obszarze dyslokacjami o założeniach starszych od trzeciorzędu i wywarły bezpośredni wpływ na rozwój gęstej sieci uskoku i spękań sarmackich.

Fotointerpretacyjna mapa geologiczna umożliwiła przeprowadzenie analizy statystycznej wszystkich uskoku i spękań. Z diagramów (fig. 2 AB) wynika, że uskoki tworzą systemy: I i II (fig. 2A). W systemie I (30—90°) wyróżniono zespoły: SW—NE (30—50°) oraz WSW—ENE (60—90°) z maksimum przypadającym na azymut 70°. W systemie II (120—150°) wyróżniono zespoły: WNW—ESE (120—130°) oraz NW—SE (140—150°) — przeważający.

## USKOKI I SPĘKANIA SYSTEMU I

Uskoki systemu I wyraźnie dominują na całym badanym obszarze, przy czym zespół WSW—ENE o azymucie zbliżonym do  $70^\circ$  stanowi aż 75% wszystkich pomiarów. Najwyraźniej zaznacza się on w strefie wychodni gipsów (fig. 1), gdzie ma charakter przesuwczy i zrzutowo-przesuwczy (zrzuty nie przekraczają kilku metrów). Na linii uskokuw bardzo często poprzysuwane są wychodnie gipsów, a także sama strefa Nidy, w związku z czym idąc z południa na północ można wyróżnić 5 bloków o azymucie ENE—WSW (fig. 3). Są to: I — blok Czarkowy — Wiślica, II — blok Wiślica — Kobylniki, III — blok Kobylniki — Zagość, IV — blok Zagość — Gacki, V — blok Gacki — Bugcice.

Względne przesunięcia w poziomie między blokami wynoszą od 2 do 5 km. Z wykonanej przez autorów mapy w skali 1:25 000 wynika, że w obrębie bloków można wyróżnić ogromną liczbę drobnych uskokuw i spękań. Jak stwierdzono badaniami terenowymi upady gipsów w sąsiedztwie uskokuw wynoszą często ponad  $30^\circ$  przy wahaniach  $10\text{--}45^\circ$ . Tak znaczne wychylenie warstw z położenia pierwotnie poziomego przy jednoczesnej zmianie biegu w jednym ze skrzydeł dowodzi rotacyjnego

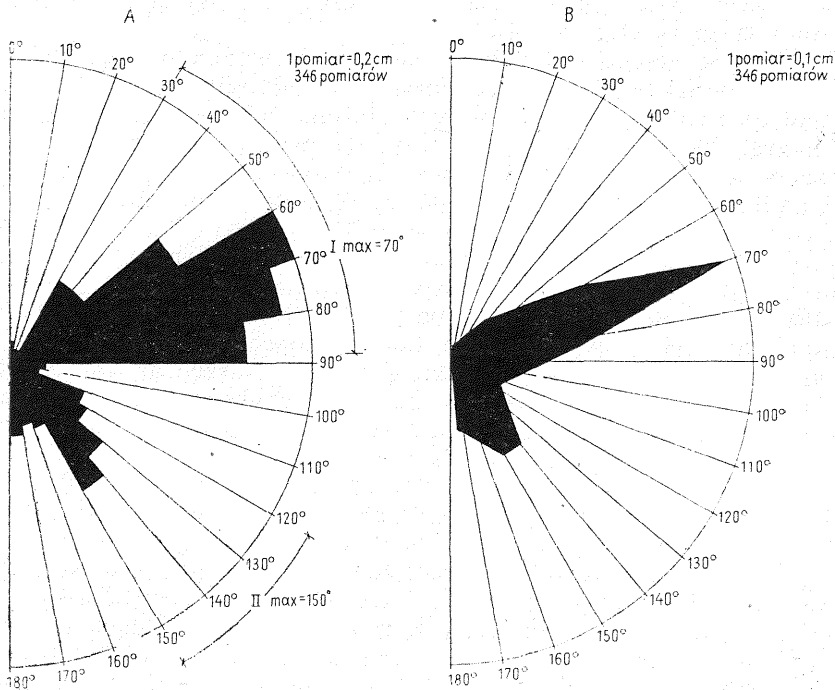


Fig. 2. Diagramy zbiorcze kierunków uskokuw i spękań dla obszaru między Buskiem a Nidą: A — w przedziałach dziesięciostopniowych, B — dla wartości dominanty w przedziałach dziesięciostopniowych  
Cumulative diagrammes of directions of faults and fractures for the area between Busko and Nida river: A — in  $10^\circ$  intervals, B — for dominance value in  $10^\circ$  intervals

charakteru wielu uskoków. Dyslokacje w skarpie gipsowej są w większości rozwarłe, szczególnie przy powierzchni, natomiast w dole tak zaciśnięte, że w przekroju tworzą formę lejka. Powstają one przy pionowym wypiętrzaniu podłoża. Przyjmowany jest dla nich model płyty zginanej na dwu końcach (tzw. fałdy ze zginania, W. Jaroszewski, 1974, str. 226).

## USKOKI I SPEKANIA SYSTEMU II

Są one niewątpliwie starsze od uskoków systemu I, gdyż zaznaczają się na powierzchni głównie w obrębie utworów kredowych i to pozwala zaliczyć je do nieciągłości laramijskich. Część uskoków tej generacji zaburza również utwory trzeciorzędowe, co świadczy o ich alpejskim odmłodzeniu. Uskoki systemu II wyznaczają przebieg kilku bloków o kierunku NW—SE. Największy z nich — strefa Nidy — nazwany przez autorów artykułu zrębem Nidy — utworzony jest z utworów kredowych. Na wschód od niego zaznaczają się dwa bloki (zręby) zbudowane z utworów gipsowych wchodzące w skład pasma wójczo-pińczowskiego, wyniesione względem przedzielającego je rowu tektonicznego Winiar — Kamieńca (nazwa wprowadzona przez autorów), w którym gipsy są przykryte łami badenu i sarmatu (fig. 3 i 4).

Jakkolwiek najogólniej uskoki systemu II można określić jako laramijskie, to jednak znając historię rozwoju niecki działoszyckiej i obszarów przyległych należy przypuszczać, że założenia ich (szczególnie ograniczających zręb Nidy) są znacznie starsze. O przerwach sedymentacyjnych i niezgodnościach kątowych w rejonach położonych na północny wschód od zapadliska górnośląskiego pisał J. Znosko (1963, 1965a, b, 1974). W otworze Mędrzechów (na południe od Wisły) stwierdził on niezgodności kątowe na granicy prekambru i arenigu (faza sandomierska) oraz brak utworów dewonu, które nie występują również w strefie Nidy (J. Znosko, 1965 a, fig. 5). Generalnie więc już od prekambru zaznaczyły się tu tendencje do ruchów wznoszących, kontynuujące się według badań autorów artykułu w kredzie, a następnie przez trzeciorząd aż do czwartorzędu. Dodatkowym potwierdzeniem starszego wieku uskoków systemu II niż I są widoczne na zdjęciach lotniczych (fig. 1) przesunięcia ich wzdłuż uskoków systemu I (okolice Gacek i Kobylnik).

Uskoki systemu II mają charakter zrzutowy. Otwory wiertnicze wykonane w trzech liniach prostopadłych do rowu Winiar — Kamieńca pozwalają stwierdzić, że zrzuty dyslokacji ograniczających tę strukturę wynoszą od kilku metrów na pojedynczych uskokach do około 100 m sumarycznie (fig. 4). Z intersekcji oraz badań terenowych wynika, że nachylenie powierzchni uskokowych mieści się w granicach 80—90°, co jest zgodne z danymi z innych rejonów zapadliska przedkarpackiego (R. Ney, 1969, 1974; T. Osmólski, 1972), gdzie dyslokacje trzeciorzędowe mają charakter schodowy i są niewątpliwie pionowe. Istnienie rowu Winiar — Kamieńca między dwoma pasmami gipsów oraz normalny charakter większości uskoków świadczą o przewadze tensji w tworzeniu się dyslokacji systemu II.

Należy dodać, że uskoki tego systemu odmłodzone w trzeciorzędzie



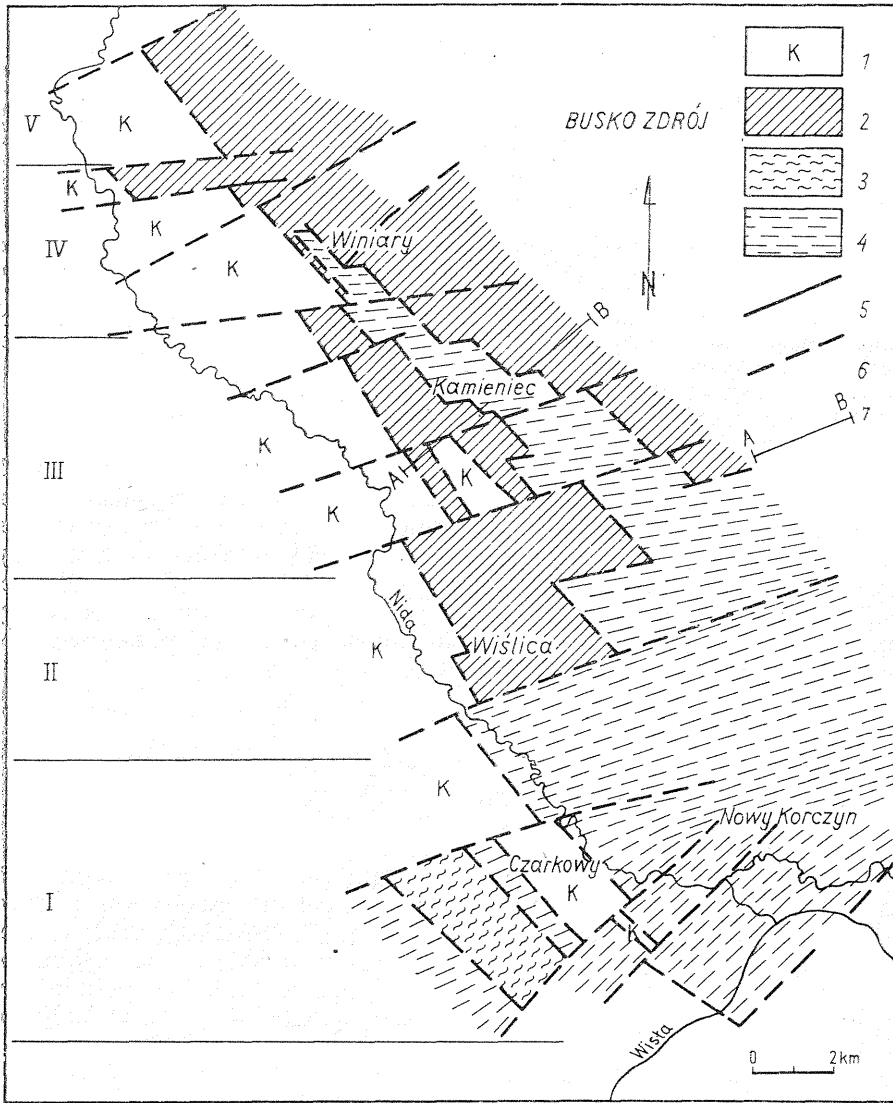


Fig. 3. Schematyczny plan budowy geologicznej utworów kredowych i trzeciorzędowych między Buskiem, Nidą a Wisłą

Sketch map of geological structure of Cretaceous and Tertiary rocks between Busko, Nida and Vistula river

1 — kreda; 2 — gipsy; 3 — warstwy pektenowo-spiralisowe (baden); 4 — ły sarmatu; 5 — uskoki stwierdzone na podstawie fotointerpretacji zdjęć lotniczych i udokumentowane geologicznie; 6 — uskoki stwierdzone na podstawie fotointerpretacji zdjęć lotniczych; 7 — linia przekroju geologicznego zamieszczonego na fig. 4; bloki: I — Czarkowy — Wisłica, II — Wisłica — Kobylniki, III — Kobylniki — Zagość, IV — Zagość — Gacki, V — Gacki — Bogucice  
 1 — Cretaceous; 2 — gypsum; 3 — Pecten-Spiralis beds (Badenian); 4 — Sarmatian clays; 5 — faults traced using air photos and with geological record; 6 — faults traced using air photos; 7 — line of geological cross-section from Fig. 4; blocks: I — Czarkowy — Wisłica, II — Wisłica — Kobylniki, III — Kobylniki — Zagość, IV — Zagość — Gacki, V — Gacki — Bogucice

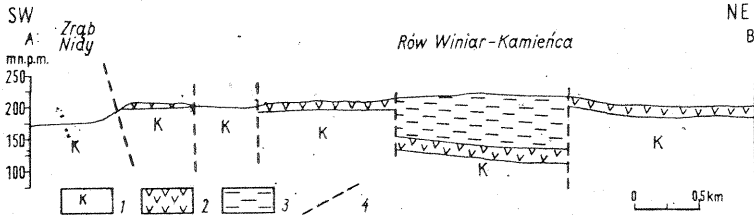


Fig. 4. Schematyczny przekrój geologiczny (lokalizacja na fig. 3) wykonany na podstawie danych z otworów wiertniczych ZBG-Kraków i wyników interpretacji zdjęć lotniczych

Sketch geological section (location as given in Fig. 3), based on borehole data from drillings made by the Zakład Badań Geologicznych — Kraków and interpretation of air photos

1 — kreda; 2 — gipsy; 3 — iły badenu i sarmatu; 4 — uskoki

1 — Cretaceous; 2 — gypsum; 3 — Badenian and Sarmatian clays; 4 — faults

są inwersyjne, jeśli chodzi o kierunek zrzutu względem ruchów laramijskich. Na zjawiska inwersji tektonicznej w zapadlisku przedkarpackim zwrócili już uwagę inni badacze (T. Osmólski, 1972 — Czarkowcy; R. Ney, 1969 — Horyniec — Łówcza; J. Wdowiarz, 1954 — Solec — Świniary). Obecność utworów sarmackich wprost na kredzie na jednych blokach, a brak osadów tego wieku na gipsach na innych blokach świadczy wyraźnie o zmianie kierunku ruchu bloków w pionie na przeciwny, począwszy od kredy do końca trzeciorzędu.

#### GENEZA TEKTONIKI NIECKI NIDY NA TLE STREFY KURDWANÓW — ZAWICHOST

Zarówno uskoki systemu I, jak i II (odmłodzone w trzeciorzędzie) są nasedymentacyjne, co wyraźnie zaznacza się w miąższości różnych ogniw trzeciorzędu na poszczególnych blokach (T. Osmólski, 1972; R. Ney, 1969, 1974). Jakkolwiek oba systemy uskoków występują na całym badanym obszarze, to jednak przyczyny ich powstania w południowej (okolice Czarkowcy) i północnej części (od Wiślicy do Buska) były odmienne. W rejonie Czarkowcy bowiem na rozwój uskoków systemu I największy wpływ miała strefa uskokuwa Kurdwanów — Zawichost, natomiast na pozostałym obszarze — strefa Nidy.

Jak wynika ze schematu wykonanego na podstawie zdjęcia satelitarne (fig. 5) w zapadlisku przedkarpackim uskoki tworzą systemy: SW—NE (azymut około 30°) i NW—SE (azymut 150°). Oś maksymalnego naprężenia będąca dwusieczną kąta ostrego zawartego między dwoma tymi kierunkami zorientowana jest w azymucie N—S. Odpowiada więc ona kierunkowi nasunięć płaszczowin karpaccich. Wynika z tego, że system uskoków komplementarnych SW—NE i NW—SE powstał podczas maksimum ruchów nasuwczych Karpat, na granicy badenu i sarmatu. W systemie tym rozwinął się głównie zespół SW—NE. Uskoki te, widoczne wyraźnie na zdjęciu satelitarzym, pocięły i przesunęły linię Kurdwanów — Zawichost (stanowiącą jeszcze wtedy jedną, ciągłą linię

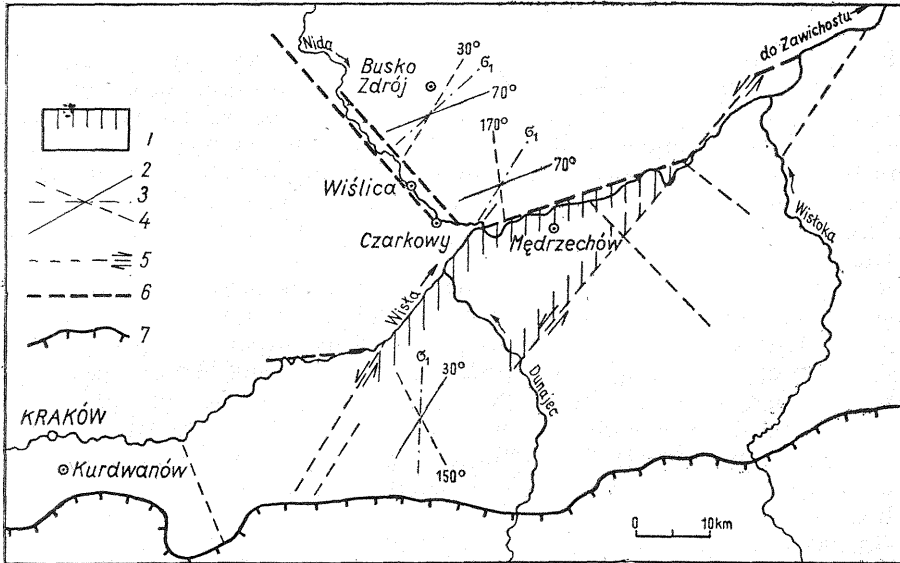


Fig. 5. Mechanizm genezy generalnych rysów tektonicznych zapadliska przedkarpackiego i jego północnej strefy brzeżnej w widłach Wisły i Dunajca oraz Wisły i Nidy

Mechanism of origin of general tectonic features of the Carpathian Foredeep and its northern marginal zone in the brackets of Vistula and Dunajec and Vistula and Nida rivers

1 — blok Mędrzechowa; 2 — zespoły uskoków najliczniej występujących w danym systemie; 3 — przebieg osi maksymalnego naprężenia danego systemu uskoków; 4 — zespoły uskoków rzadziej występujących; 5 — uskoki przesuwające strefę tektoniczną Kurdwanów — Zawichost; 6 — strefy tektoniczne: Kurdwanów — Zawichost i Nidy; 7 — granica nasunięcia karpackiego

1 — Mędrzechów block; 2 — fault sets most common in a given system; 3 — course of maximum stress axis for a given fault system; 4 — sets of less common faults; 5 — faults shifting Kurdwanów — Zawichost tectonic zone; 6 — Kurdwanów — Zawichost and Nida tectonic zones; 7 — boundary of Carpathian overthrust

tektoniczną), tworząc w ten sposób cały szereg dużych bloków przemieszczonych względem siebie w kierunku SW—NE. Jeden z nich, powstały między Dunajcem a Wisłą, nazwany przez autorów artykułu blokiem Mędrzechowa, oddziaływał bezpośrednio na rejon ujścia Nidy do Wisły (okolice Czarkow). Podczas przesuwania się bloku Mędrzechowa z SSW ku NNE (w azymucie około 30°) w rejonie Czarkow powstał system uskoków złożony z zespołów: WSW—ENE (azymut 70°) — reprezentowany najliczniej i NNW—SSE (azymut 170°) — reprezentowany znacznie słabiej (fig. 6).

System uskoków między Czarkow a Buskiem utworzył się w wyniku wypiętrzenia zrębu Nidy. Wywiązujące się wówczas naprężenia maksymalne skierowane były na zewnątrz od zrębu prostopadle do niego, w azymucie około 50°. Przy założeniu, że powierzchnie dyslokacji ograniczających zręb Nidy mają upady mniejsze od 90°, można porównać działanie tej struktury do pracy klina rozpychającego skały otaczające. Powstały system uskoków złożony jest z zespołów: WSW—ENE (azymut 70°) — najliczniejszy i NNE—SSW (azymut 30°) — znacznie

rzadszy. Kąt zawarty między nimi wynosi  $40^\circ$ ; jest to zatem typowy system ścięciowy.

Ponieważ wypiętrzanie zrębu Nidy trwało bez przerwy po osadzeniu się najmłodszych utworów kredowych, czego dowodzi brak utworów trzeciorzędowych na tej strukturze, należy przypuszczać, że uskoki systemu I między Buskiem a Wiślicą mogły zacząć się tworzyć już w najniższym trzeciorzędzie i tworzyły się nadal przez cały baden i sarmat. Uskoki tego systemu w rejonie Czarkowy musiały powstać natomiast dopiero w sarmacie, ponieważ blok Mędrzechowa utworzył się na granicy badenu i sarmatu.

Ruchy na granicy badenu i sarmatu przesuwające kulisowo bloki w strefie Kurdwanów — Zawichost poprzedziły bezpośrednio zapadanie się ich na linii Wisły, czyli ostateczne utworzenie zapadliska przedkarpackiego. W tym czasie zrąb Nidy podnosił się najintensywniej, jakkolwiek ruchy wznoszące w strefie Nidy trwały od końca kredy przez cały trzeciorząd aż do czwartorzędu. Autorzy przypuszczają, że istnieje związek przyczynowy między maksimum ruchów wznoszących zrąb Nidy a równoczesnym zapadaniem się bloków na linii Kurdwanów — Zawichost.

Na zakończenie kilka uwag dyskusyjnych w stosunku do publikacji J. Łyczewskiej (1975a). Na podstawie materiałów wiertniczych i sejsmicznych autorka ta wydzieliła w podłożu kredy uskoki tworzące szereg bloków na wschód od linii Nidy. Te same uskoki zaznacza na mapie utworów trzeciorzędowych przyjmując, że są powtórzeniem kierunków znanych z podłoża i wyraża pogląd, że: „... utwory trzeciorzędowe kontynuują w ogólnych zarysach styl tektoniki podłoża”. Należy zaznaczyć, że ze względu na metodę badań (interpretacja danych z wierceń i materiałów geofizycznych) kierunki uskoków wyznaczone przez J. Łyczewską różnią się od rzeczywistego ich przebiegu, który można bezpośrednio stwierdzić jedynie za pomocą zdjęć lotniczych. O ile uskoki w podłożu kredy autorzy artykułu zmuszeni są przyjąć za J. Łyczewską ze względu na brak danych oraz z uwagi na fakt, że metoda interpretacji zdjęć lotniczych dotyczy tylko powierzchni terenu, to jednak uskoki w trzeciorzędzie (system I) z maksimum przypadającym na  $70^\circ$  (u J. Łyczewskiej  $40-50^\circ$ ) są ich zdaniem wyłącznie trzeciorzędowe i nie mają nic wspólnego ze starszym podłożem. Jedyne uskoki starsze od trzeciorzędu tworzą strefę tektoniczną Kurdwanów — Zawichost i strefę Nidy. Wszystkie pozostałe powstały podczas kulminacji ruchów nasuwczych Karpat (na granicy badenu i sarmatu), co spowodowało przesunięcie bloków w zapadlisku przedkarpackim (m. in. bloku Mędrzechowa) ku NNE, wywołując układ naprężeń, który wpłynął na rozwój gęstej sieci uskoków systemu I, wyraźnie dominującego na omawianym obszarze.

Ruchliwość całego rejonu trwa do dziś, o czym świadczy zaznaczanie się wielu dyslokacji w pokrywie czwartorzędowej. Potwierdzają to również zdjęcia lotnicze.

## PIŚMIENICTWO

- ALEXANDROWICZ S. W. (1964) — Przejawy tektoniki mioceńskiej w Zagłębiu Górnośląskim. *Acta geol. pol.*, **14**, p. 175—231, nr 2. Warszawa.
- CZARNOCKI J. (1923) — O budowie geologicznej okolic Buska w związku z kwestią solanek. *Posiedz. nauk. PIG*, nr 5, p. 2—4. Warszawa.
- JAROSZEWSKI W. (1974) — Tektonika uskoków i fałdów. *Wyd. Geol. Warszawa*.
- JURKIEWICZ H. (1965) — Problemy strukturalne niecki Nidy i obrzeżenia Gór Świętokrzyskich oraz możliwości występowania na tych obszarach ropy naftowej i gazu. *Prz. geol.*, **13**, p. 339—342, nr 8. Warszawa.
- KONTKIEWICZ S. (1881) — Krótkie sprawozdanie z badań geologicznych dokonanych w południowo-zachodniej części Królestwa Polskiego w 1880 r. *Pam. fizjogr.*, **1**, p. 168—171. Warszawa.
- KOWALEWSKI K. (1926) — Stratygrafia utworów trzeciorzędowych części południowej arkusza Pińczów. *Posiedz. nauk. PIG*, nr 15, p. 37—39. Warszawa.
- ŁYCZEWSKA J. (1971) — Wpływ tektoniki wgłębnej na struktury młodomezozoiczne i kenozoiczne okolic Jędrzejowa — Pińczowa. *Kwart. geol.*, **15**, p. 137—147, nr 1. Warszawa.
- ŁYCZEWSKA J. (1972) — Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski Arkusz Busko-Zdrój 1:50 000. *Wyd. Geol. Warszawa*.
- ŁYCZEWSKA J. (1975a) — Zarys budowy geologicznej pasma wójczo-pińczowskiego. *Biul. Inst. Geol.*, **283**, p. 151—187. Warszawa.
- ŁYCZEWSKA J. (1975b) — Neotektonika pasma wójczo-pińczowskiego. W: *Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce*, **1**, p. 151—188. *Wyd. Geol. Warszawa*.
- MICHALSKI A. (1884) — Zarys geologiczny strony południowo-zachodniej guberni kieleckiej. *Pam. fizjogr.*, **4**, p. 83—106. Warszawa.
- NEY R. (1963) — O poziomie gipsowym na przedpolu Karpat wzdłuż strefy Przemysł — Lubaczów — Horyniec. *Prz. geol.*, **11**, p. 264—268, nr 6. Warszawa.
- NEY R. (1969) — Miocen południowego Rostocza między Horyńcem a Łowczą i przyległego obszaru zapadliska przedkarpackiego. *Pr. geol. Kom. Nauk Geol. PAN Oddz. w Krakowie*, nr 60, p. 7—88. Warszawa.
- NEY R. (1974) — Zarys paleogeografii i rozwoju litologiczno-facjalnego utworów miocenu zapadliska przedkarpackiego. *Pr. geol. Kom. Nauk Geol. PAN Oddz. w Krakowie*, nr 82, p. 7—59. Warszawa.
- OBUCHOWICZ Z. (1966) — Próba ustalenia budowy zapadliska przedkarpackiego w granicach Polski. *Kwart. geol.*, **10**, p. 141—152, nr 1. Warszawa.
- OSMÓLSKI T. (1963) — Miocen w widłach rzek Wisły i Nidy oraz jego siarkonośność. *Kwart. geol.*, **7**, p. 337—351, nr 2. Warszawa.
- OSMÓLSKI T. (1972) — Wpływ budowy geologicznej brzeżnych partii niecki działoszyckiej na rozwój procesu metasomatozy gipsów mioceńskich. *Biul. Inst. Geol.*, **260**, p. 65—188. Warszawa.
- PUSH J. B. (1833) — *Geognostische Beschreibung von Polen so wie der übrigen Nordkarpathenländern*. Stuttgart — Tübingen.
- TEISSEYRE W. (1907) — O związku w budowie tektonicznej Karpat i ich przedmurza. *Kosmos*, **32**, p. 393—402. Lwów.
- TEISSEYRE W. (1921) — Zarys tektoniki porównawczej Przedkarpacia. *Kosmos*, **46**, p. 242—474. Lwów.
- WDOWIARZ J. (1954) — Zarys wgłębnej tektoniki strefy na południowy wschód od Gór Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.*, **19**, p. 5—39. Warszawa.

- ZEJSZNER L. (1862) — O mijoceniczných gipsach i marglach w południowo-zachodnich stronach Królestwa Polskiego. Bibl. warsz., 4. Warszawa.
- ZNOSKO J. (1963) — Problemy tektoniczne obszaru pozakarpaciej Polski. Pr. Inst. Geol., 30 p. 71—109, cz. 4. Warszawa.
- ZNOSKO J. (1965a) — Problem kaledonidów i granicy platformy prekambryjskiej w Polsce. Biul. Inst. Geol., 188, p. 5—47. Warszawa.
- ZNOSKO J. (1965b) — Pozycja tektoniczna śląsko-krakowskiego zagłębia węglowego. Biul. Inst. Geol., 188, p. 73—102. Warszawa.
- ZNOSKO J. (1974) — Outline of the Tectonics of Poland and the Problems of the Vistulicum and Variscicum against the Tectonics of Europe. Biul. Inst. Geol., 274, p. 7—47. Warszawa.

Тадеуш ОСМУЛЬСКИ, Зофья КРЫСЯК, Михал Стефан ВИЛЬЧИНСКИ

### НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЗОНЕ КУРДВАНУВ — ЗАВИХОСТ И ТЕКТОНИКЕ ТЕРРИТОРИИ ОТ БУСКА ДО НИДЫ И ВИСЛЫ

#### Резюме

Исследуемая площадь сложена меловыми мергелями и опоками (кампан-маастрихт), часто выходящими на поверхность, но в основном перекрытыми породами бадена и сармата, представленными глинами и гипсами, типичными для северной береговой зоны морского миоцена предкарпатского бассейна.

По анализу аэроснимков авторы составили тектоническую карту района между Буском, Кжижановицами и Нидой с четко выраженными в морфологии характерными эродированными выходами гипсов, чаще всего залегающих под тонким (за исключением тектонических впадин) глинистым покровом. Было выяснено сложное геологическое строение, дополнительно осложненное позднейшими карстовыми процессами, и составлена модель геологического строения (система блоков). Точно установлены направленность и локализация очень густой сети дислокаций в меловых и третичных отложениях. Для выяснения генезиса такого сложного строения район изучения был расширен до меловых наднидзких площадей на западе и дальше за Вислу на юге (в широком понимании так называемая Чарковская территория, изученная Т. Осмульским в 1972 г.). Главные тектонические рамки этого расширенного района с запада составляет так называемый горст Ниды, сложенный меловыми отложениями, а с юга сложная тектоническая зона Курдванув — Завихост. Обе эти зоны являются единственными здесь дислокациями старше третичного возраста. Их современный вид определился в конце бадена — в начале сармата, когда линейная дислокация Курдванув — Завихост была разбита СВ — ЮЗ сбросами, а ограниченные ними блоки были сдвинуты на ССВ надвигающимися Карпатами. Фронт блоков, кулисообразно передвинутых на ССВ и ограниченный сбросами ЮЗ — СВ простирания, составляет в настоящее время северную границу Предкарпатского прогиба, а сбросы использует Висла, как показано на фиг. 5.

Блок между Дунайцем и Вислокой, названный автором блоком Менджехова, двинутый на мелкие блоковые структуры СЗ — ЮВ направленности, образующиеся в вилке между Нидсой и Вислой, привел к изменению их ориентировки почти на широтную (Т. Осмульски,

1972), а также к образованию сети сарматских сбросов. Другое происхождение имеет сеть сбросов и сдвигов на площади между Нидой, Кжижановицами и Буском. Они образовались в результате движений поднятия горста Ниды. Параллельно меловым блокам горста Ниды расположены блоки, покрытые гипсами, граничащие с СВ с мелким, заполненным сарматскими глинами, рвом Виняры — Каменец. Все эти блоки были сдвинуты по отношению друг к другу вдоль сарматских дислокаций, являющихся их границей, и подвинуты на СВ, на ров Виняры — Каменец.

Современность тектонических движений в обеих зонах (усиление тектонической деятельности приходится на пограничье бадена и сармата), похожий масштаб явлений, один и тот же их характер и направление, позволяет установить их несомненную генетическую связь. Горст Ниды быстрее всего поднимался во время образования прогиба, т.е. опускания блоков в зоне Курдванув — Завихост вдоль ЮЗ — СВ сбросов, являющихся северной границей блоков и северной границей прогиба.

Между Буском и Нидой более молодые сбросы (граница бадена и сармата) сдвигового характера, преобладающая их направленность  $70^\circ$  — система I, а старшего возраста (ларамийские) — вертикальные, СЗ — ЮВ ( $140 - 150^\circ$ ) — система II простирания, а амплитуда их сброса достигает 100 м. В позднейших тектонических явлениях не повторяются ни направления ни тип более ранней тектоники. К югу от зоны Курдванув — Завихост, сбросы ЮЮЗ — ССВ простирания (азимут около  $30^\circ$ ), пересекающие линию Курдванув — Завихост, сдвиговые, а сбросы ЮЗ — СВ направленности, ограничивающие Предкарпатский прогиб с севера — нисходящие.

В работе кроме классического картирования применялся метод фотоинтерпретации аэроснимков, а для определения направлений тектонических нарушений горста Ниды и зоны Курдванув — Завихост использовалась интерпретация спутниковой съемки, выполненная Я. Бажиньским.

Tadeusz OSMÓLSKI, Zofia KRYSIAK, Michał Stefan WILCZYŃSKI

## NEW DATA ON THE KURDWANÓW — ZAWICHOST ZONE AND THE TECTONICS OF THE AREA BETWEEN BUSKO AND NIDA AND VISTULA RIVERS

### Summary

The studied area is built of Cretaceous (Campanian — Maestrichtian) marls and opokas often cropping out but mainly covered by Badenian and Sarmatian deposits. The latter are represented by clays and gypsum typical of the northern marginal zone of marine Miocene of the Carpathian Foredeep.

On the basis of analysis of air photos there was prepared tectonic map of the area stretching between Busko — Krzyżanowice and Nida river. In this area, characteristic eroded outcrops of gypsum are covered by a thin clay cover (or thick in the case of tectonic troughs) or clearly mark in the morphology when the cover is missing. Complex geological structure of this area, additionally complicated by subsequent karst processes, is explained and its

geological model (system of blocks) is proposed. Directions and distribution of very closely spaced dislocations cutting Cretaceous and Tertiary rocks are carefully determined. In order to explain the origin of so complex geological structure it appeared necessary to extend the studies on the Nida area on the west and south of the Vistula river (in this way comprising Czarkowy area *sensu lato* which was studied by T. Osmólski in 1972). The main tectonic features of the extended area include so-called Nida horst made of Cretaceous rocks on the west and complex Kurdwanów — Zawichost tectonic zone on the south. The two zones are the only dislocations with pre-Tertiary foundations in this area. They were finally shaped in the latest Badenian and at the beginning of the Sarmatian when linear Kurdwanów — Zawichost dislocation was cut by NE — SW oriented faults and blocks delineated by these faults were pushed to NNE by overthrusting Carpathians. At present, the front of an echelon translocated blocks delineated by SW — NE oriented faults marks northern boundary of the Carpathian Foredeep and the faults are used by the Vistula river (Fig. 5).

The block situated between Dunajec and Vistula rivers, named Mędrzechów by the authors, was pushed against NW — SE oriented small block structures originating in the brackets of the Nida and Vistula rivers. This resulted in change of direction of these structures into sublatitudinal (T. Osmólski, 1972) and origin of a network of Sarmatian faults. The network of faults and translocations from the area between Nida river, Krzyżanowice and Busko is genetically different as they originated from uplifting of the Nida horst. The blocks of Cretaceous Nida horst are accompanied by parallel series of gypsum-covered blocks. On NE, the latter adjoin a shallow Winiary — Kamieniec trough infilled with Sarmatian clays. All these blocks were translocated along Sarmatian dislocations delineating them and pushed to NE on the Winiary — Kamieniec trough.

Synchronicity of tectonic movements in both zones (the peak of tectonic phenomena coinciding with the turn of the Badenian and Sarmatian) and similarity in scale, nature and direction of these phenomena indicate that they are genetically related. The uplifting of the Nida horst was most intense in times of formation of the depression, that is downwarping of blocks in the Kurdwanów — Zawichost zone along SW — NE oriented faults which represent northern boundary of both these blocks and the Foredeep.

Younger faults from the area between Busko and Nida river (dated at the turn of the Badenian and Sarmatian) are of the strike-slip type, with predominating direction of  $70^\circ$  (system I), whereas older, Laramie faults are vertical, NW — SE oriented ( $140-150^\circ$ , system II) and with downthrusts up to 100 m. It follows that the younger tectonics does not repeat directions nor type of the older. South of the Kurdwanów — Zawichost zone, faults are SSW — NNE oriented (azimuths about  $30^\circ$ ) and cut the Kurdwanów — Zawichost line, and are of the strike-slip type whereas those SW — NE oriented and delineating the Carpathian Foredeep on the north are of the downthrust type.

Besides classic methods of field mapping, methods of interpretation of air photos and, for tracing course of tectonic lines of the Nida horst and Kurdwanów — Zawichost zone, interpretation of satellite photos carried out by J. Bażyński were used in the studies.



### TABLICA I

Fig. 7. Odsłonięcie przy wjeździe do kamieniołomu Gacki; Trz<sub>I</sub> — trzeciorzęd, warstwy podgipsowe (wielician) — poziom z *Uvigerina pudica* Łuczka. (oznaczyła E. Odrzywolska-Bieńkowa); G<sub>I</sub> — gipsy wielkokrystaliczne poziomu I; G<sub>II, III</sub> — gipsy poziomów II i III; linie ciągłe ze strzałkami — uskoki z oznaczonym względ-  
nym kierunkiem przesunięcia skrzydeł

Outcrop near the entry to Gacki quarry; Trz<sub>I</sub> — Tertiary, Sub-gypsum beds (Wielician) — the zone with *Uvigerina pudica* Łuczka. (dated by E. Odrzywolska-Bieńkowa); G<sub>I</sub> — coarse-crystalline gypsum of the zone I; G<sub>II, III</sub> — gypsum of the zones II and III; continuous line with arrows — faults and direction

Fig. 8. Fragment odsłonięcia przedstawionego na fig. 7; spękania w obrębie margli warstw podgipsowych wielicianu wypełnione gipsem drobnokrystalicznym  
A fragment of outcrop from Fig. 7; fractures in marls of the Sub-gypsum beds (Wielician), infilled with fine-crystalline gypsum

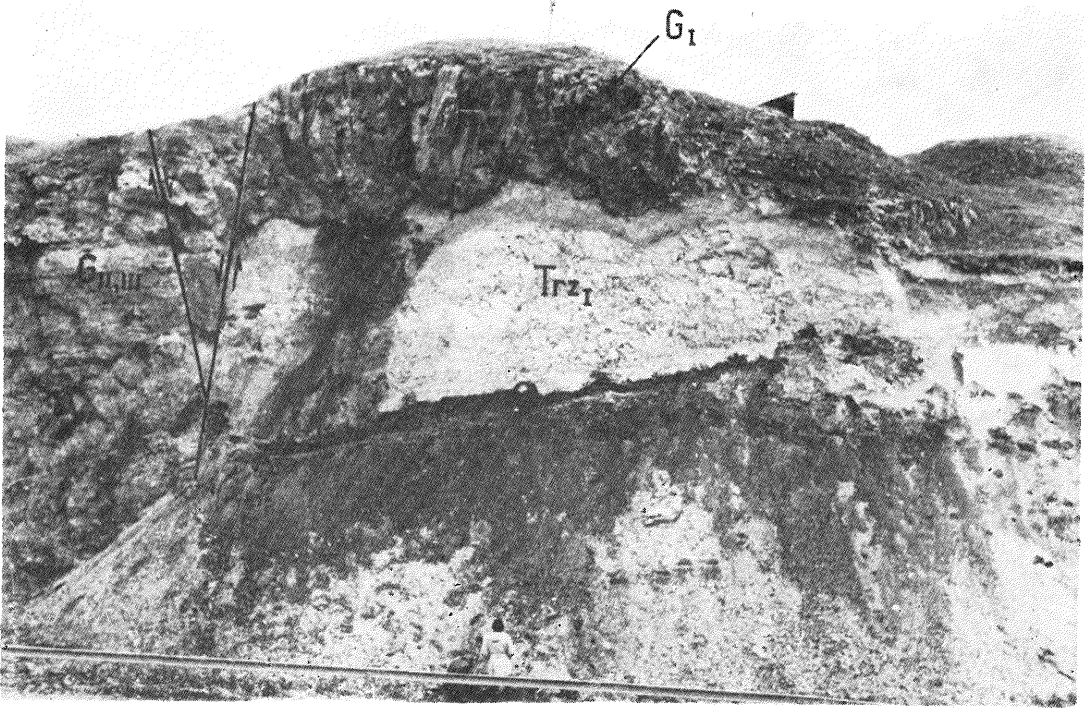


Fig. 7

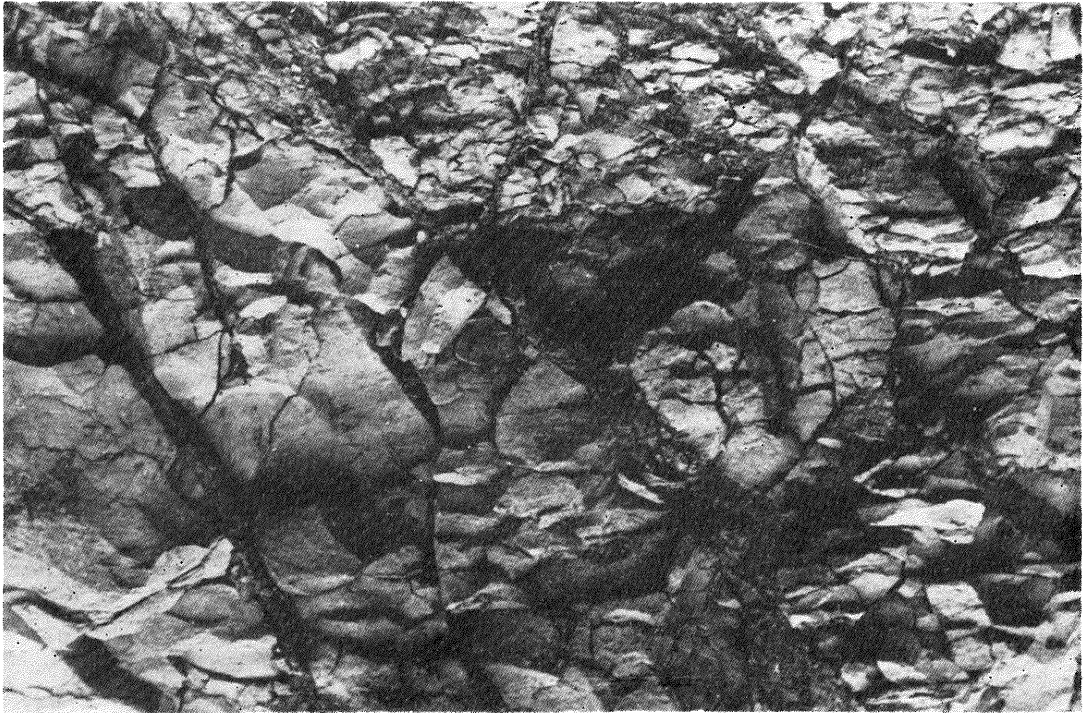


Fig. 8

Tadeusz OSMÓLSKI, Zofia KRYSIAK, Michał S. WILCZYŃSKI — Nowe dane o strefie Kurdwanów — Zawichost i tektonice obszaru od Buska po Nidę i Wisłę