

Włodzimierz MIZERSKI

CIOS W UTWORACH MEZOZOICZNYCH POŁUDNIOWEGO
OBRZEŻENIA GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH MIĘDZY
OSTROWEM A STRASZNIOWEM

(3 fig.)

*System of Joints in the Mesozoic Rocks of the Southern Margin
of the Holy Cross Mts. between Ostrów and Straszniów*

(3 Figs.)

Treść: Wyróżniono dwa systemy spękań: ortogonalny i diagonalny. Ustalono zależności między kierunkami spękań ciosowych a strukturami fałdowymi i uskoka-
mi. Wykształcenie i układ ciosu ortogonalnego wskazuje na podobną genezę jak na
północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich.

WSTĘP

Badanie ciosu na obrzeżeniu mezozoicznym Gór Świętokrzyskich stwarza możliwość określenia charakteru i intensywności procesów tektonicznych zachodzących zarówno w jego obrębie, jak i trzonie paleozoicznym. Przy uznaniu intensywnych powaryscyjskich procesów tektonicznych (Lewiński, 1912; Czarnocki, 1926, 1927; Stupnicka, 1972; Kutek i Głazek, 1972) konieczne wydaje się zbadanie wzajemnej zależności ciosu od struktur fałdowych i uskoków na obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich.

W ostatnich latach przeprowadzono bardzo dokładne badania ciosu na północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (Jaroszewski, 1972). Częściowo badania takie wykonywane były na obrzeżeniu południowo-zachodnim (Stupnicka, 1972).

Na północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich Jaroszewski (1972) wyróżnił dwa systemy spękań ciosowych: ortogonalny i diagonalny. Dużą rolę w formowaniu się ciosu przypisuje on wpływowi strefy krawędziowej platformy wschodnioeuropejskiej.

Stupnicka (1972) w swojej pracy wyróżniła 3 typy diagramów spękań ciosowych, różniące się od siebie ilością maksimum, przy czym za najbardziej rozpowszechniony uznała typ diagramu z dwoma kierunkami spękań, ustawionymi do siebie pod kątem 80—100°. Ten typ diagramu związany jest z łagodnymi skrzydłami fałdów oraz z przegubami łagodnych synklin i antyklin. Diagramy, na których występują więcej niż dwa

kierunki spękań ciosowych lub jeden kierunek wybitnie uprzywilejowany, występują na stromych, fleksurowatych skrzydłach fałdów lub też wzdłuż stref położonych nad uskokami podłoża.

W ramach prac magisterskich wykonanych na Wydziale Geologii UW w Zakładzie Geologii Historycznej i Regionalnej przeprowadzono także badania ciosu na południowym i południowo-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (Mizerski, 1972; Piątkowska, 1972; Imbierska, 1973; Strzelecka, 1973).

W pracy niniejszej przedstawiono wyniki badań nad ciosem w utworach mezozoicznych części południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Przy opracowywaniu tego artykułu wykorzystano oprócz badań własnych także niektóre prace magisterskie wykonane na Wydziale Geologii UW.

Praca niniejsza jest próbą ustalenia zależności między kierunkami spękań ciosowych a strukturami fałdowymi i uskokami w południowym obrzeżeniu mezozoicznym Gór Świętokrzyskich.

RYS TEKTONICZNY TERENU BADAŃ

Obszar objęty badaniami autora położony jest na południe od trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich, między Ostrowem, Piotrkowicami a Straszniowem. Zasadnicze znaczenie dla budowy obszaru mają uskoki

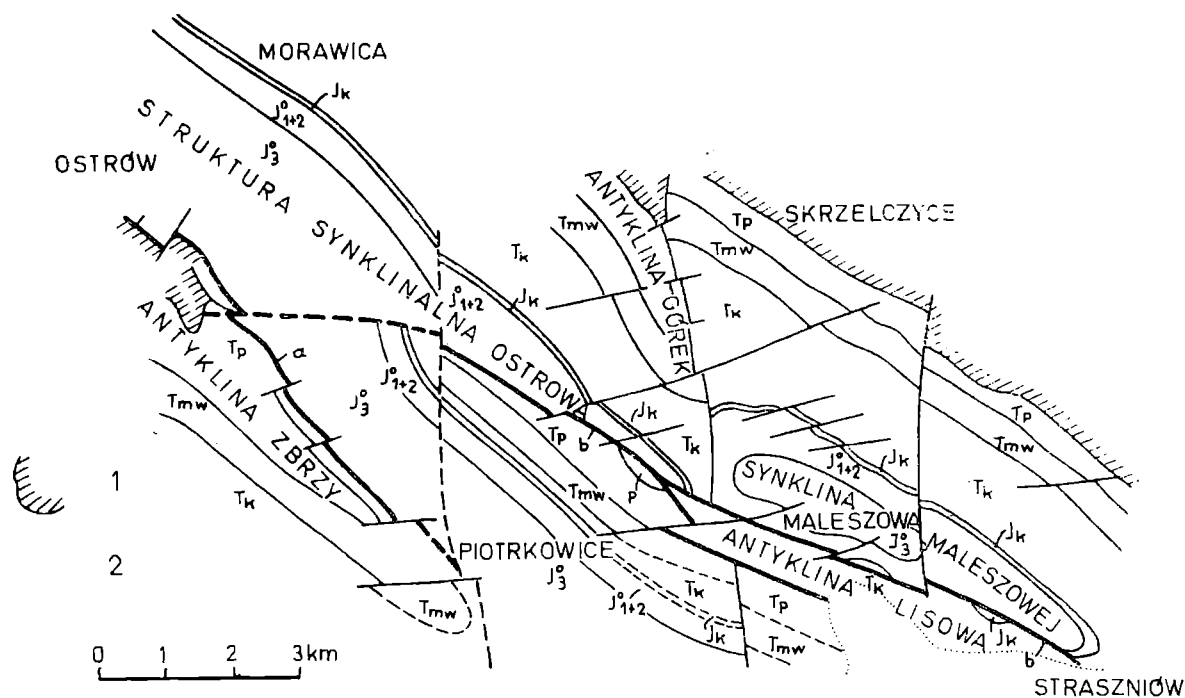


Fig. 1. Szkic tektoniczny obszaru badań: 1 — utwory trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich; 2 — zasięg występowania utworów miocenu; a — uskoki zbrzańskie, b — uskoki Lisowa. P — Perm (cechsztyn), Tp — pstry piaskowiec, Tmw — wapień muszlowy, Tk — kajper + retyk, Jk — kelowej, J_{1+2}^0 — oksford dolny i środkowy; J_3^0 — oksford górny

Fig. 1. Tectonic diagram of the area under study: 1 — The Palaeozoic massif of the Holy Cross Mts., 2 — the extent of Miocene rocks; a — Zbrza fault, b — Lisów fault. P — Permian (Zechstein), Tp — Buntsandstein, Tmw — Muschelkalk, Tk — Keuper + Rhaetian, Jk — Callovian, J_{1+2}^0 — Lower and Middle Oxfordian, J_3^0 — Upper Oxfordian

Lisowa i uskoki zbrzański (fig. 1), sięgające do podłoża paleozoicznego. W jego obrębie znajdują się: antyklina Zbrzy, struktura synklinalna Ostrowa, synklina Maleszowej, antyklina Lisowa oraz antyklina Górek. Wzdłuż skrzydeł wszystkich tych jednostek przebiegają równoległe do nich uskoki; można wyróżnić wśród nich uskoki główne o kierunkach NW — SE i N — S (przecinające zarówno utwory mezozoiczne, jak i paleozoiczne) oraz uskoki podrzędne o kierunkach WSW — ENE i SW — NE (M i z e r s k i, 1975). Uskoki Lisowa i zbrzański zaliczane są do dyslokacji laramijskich tzw. systemu hercyńskiego (S t u p n i c k a, 1972).

SPEKANIA CIOSOWE

Obserwacje terenowe oraz analiza opracowanych statystycznie diagramów spekań ciosowych w obrębie utworów mezozoicznych, zgodnie z zasadami przyjętymi w pracach B o r e t t i - O n y s z k i e w i c z (1968) i J a r o s z e w s k i e g o (1972) pozwoliły na wydzielenie na omawianym obszarze dwóch, wyraźnie zaznaczających się zespołów spekań wzajemnie do siebie prostopadłych (fig. 2) lub prawie prostopadłych. Można wyróżnić tu jeden zespół spekań równoległych lub prawie równoległych do biegów warstw (zespół podłużny) oraz drugi — zespół spekań o biegach prostopadłych lub prawie prostopadłych do biegów warstw (zespół poprzeczny), tworzące razem jeden system ciosu ortogonalnego.

Oprócz spekań systemu ortogonalnego występują także inne spekania, które na diagramach tworzą dodatkowe, zwykle podrzędne maksima — są to spekania systemu diagonalnego. Nie występują one jednak na całym omawianym obszarze, a tylko w niektórych jego rejonach (fig. 2). Ich kierunki zależą od lokalnej sytuacji tektonicznej.

System ortogonalny

Zespół podłużny

Na przeważającej części obszaru objętego badaniami biegi powierzchni spekań zespołu podłużnego mieszczą się w przedziale 100—135°. Jedynie w antyklinie Górek, gdzie biegi warstw odbiegają od wartości ogólnie występujących (warstwy mają bieg zbliżony do południkowego), również spekania tego zespołu mają biegi zawarte w przedziale 0—20°, a więc odbiegają od kierunków powszechnie występujących.

Spekania zespołu podłużnego nie zawsze są zupełnie równoległe do biegów warstw (fig. 2, diagram V, XVI) — odchylenia mogą dochodzić do 25° w obie strony. Daje to niekiedy na diagramach dwa maksima o niewielkim kącie między nimi (fig. 2, diagram IX), ale nigdzie nie zaobserwowano krzyżowania się spekań o takich azymutach.

Obserwacje wykazały, że spekania zespołu podłużnego stosunkowo rzadko przecinają wszystkie ławice w obrębie danego odsłonięcia. Prze-

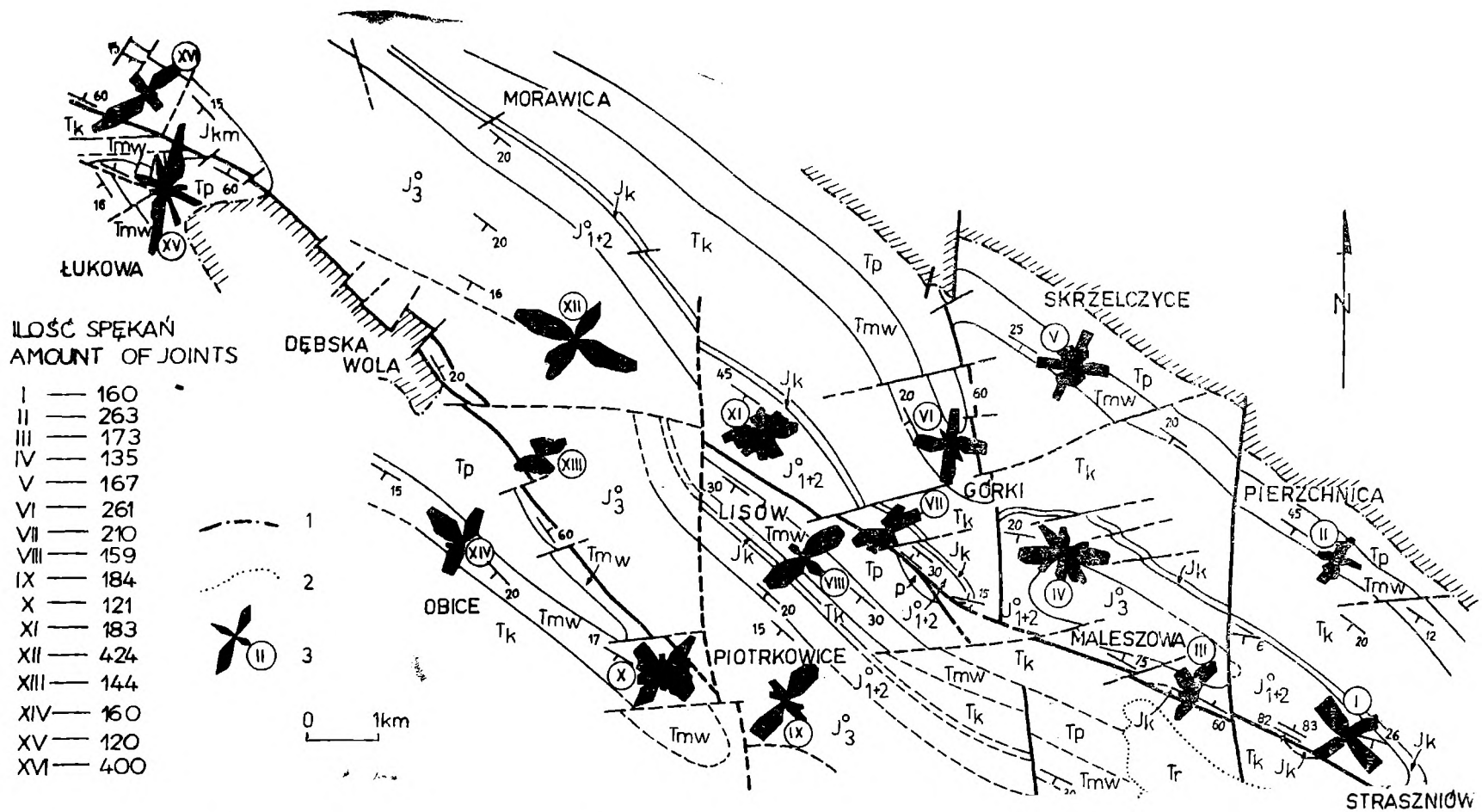


Fig. 2. Główne kierunki spękań ciosowych na obszarze między Ostrowem a Straszniowem na tle budowy geologicznej obszaru. 1 — granica utworów trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich; 2 — granica występowania utworów trzeciorzędowych; 3 — kierunkowy diagram spękań ciosowych, jego numer i ilość spękań. P — perm (cechsztyń), Tp — pstry piaskowiec, Tmw — wapień muszlowy, Tk — kajper + retyk, Jk — kelowej, J_{1+2}^0 — oksford dolny i środkowy, J_3^0 — oksford górny, Jkm — kimeryd, Tr — trzeciorząd (torton).

Mapę wykonano na podstawie badań autora i prac Piątkowskiej (1972), Imbierskiej (1973) i Strzeleckiej (1973)

Fig. 2. Main directions of joints between Ostrow and Straszniow as related to the geological structure of the area. 1 — the boundary of the Palaeozoic massif of the Holy Cross Mts.; 2 — The extent of Tertiary rocks; 3 — the diagram of joints, its number and the amount of joints. P — Permian (Zechstein), Tp — Buntsandstein, Tmw — Muschelkaalk; Tk — Keuper + Rhaetian, Jk Callovian, J_{1+2}^0 — Lower and Middle Oxfordian, J_3^0 — Upper Oxfordian, Jkm — Kimmeridgian, Tr — Tertiary (Tortonian).

The map was based on the data obtained from the author's investigations and from the works of Piątkowska (1972), Imbierska (1973) and Strzelecka (1973)

ważnie tną one jedną, rzadziej dwie lub więcej ławic. Odstępstwo od tej reguły stwierdzono jedynie we wschodniej części południowego skrzydła synkliny Maleszowej, gdzie upady warstw są bardzo duże, a często warstwy są odwrócone.

Nachylenie powierzchni spękań omawianego zespołu wykazuje tendencję do utrzymania prostopadłości między powierzchnią ławicy a powierzchnią spękania. Kąt dwuścienny między tymi powierzchniami wynosi z reguły 85° . Powierzchnie spękań odchylają się od prostopadłej do powierzchni ławicy zarówno w jedną, jak i w drugą stronę, ale odchylenie to nie wynosi z reguły więcej niż 5° .

Wykształcenie i częstość spękań ciosowych zespołu podłużnego nie jest równomierne na całym obszarze. Lepiej wykształcone są one w warstwach o małym upadzie. Przy większych wartościach upadu lub w sąsiedztwie uskoków podłużnych mogą one zanikać zupełnie lub tworzyć na diagramach słabo zaznaczające się maksima. Generalnie, częstość spękań zespołu podłużnego jest na omawianym obszarze zbliżona do częstości spękań tego zespołu na obszarze między Chęcunami a Ostrowem (Stupnicka, 1972), tzn. maksima tego zespołu słabiej zaznaczają się na większości diagramów niż spękania innych zespołów. Najlepiej spękania zespołu podłużnego wykształcone są w południowej części antykliny Górek, we wschodniej części północnego skrzydła synkliny Maleszowej i w centralnej części struktury synklinalnej Ostrowa, gdzie tworzą na diagramach główne lub równorzędne z pozostałymi zespołami maksima.

Mineralizacja powierzchni spękań ciosowych zespołu podłużnego jest stosunkowo słaba, struktur spękaniaowych i luster tektonicznych brak na przeważającej części obszaru. Struktury spękaniaowe i lustra tektoniczne występują sporadycznie jedynie w pobliżu uskoków głównych.

Omówione wyżej cechy spękań zespołu podłużnego wskazują na jego duże podobieństwo do zespołu podłużnego na północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (Jaroszewski, 1972).

Zespół poprzeczny

Biegi spękań zespołu poprzecznego z wyjątkiem antykliny Górek mieszczą się w przedziale $30\text{—}70^\circ$ (fig. 2). Spękania zespołu poprzecznego są prostopadłe do spękań zespołu podłużnego. Odchylenia biegów powierzchni spękań omawianego zespołu od prostopadłej do głównych struktur tektonicznych i biegów warstw dochodzą do 20° w obie strony.

Spękania zespołu poprzecznego są o wiele lepiej wykształcone w zachodniej i centralnej części obszaru, gdzie tworzą na diagramach główne maksima. W części wschodniej maksima tego zespołu są często równorzędne z maksimami zespołu podłużnego.

Cios poprzeczny wykazuje z reguły dużą stałość upadów, które rzadko są mniejsze od 85° , a przeważnie powierzchnie spękań są pionowe.

W odróżnieniu od spękań zespołu podłużnego cios poprzeczny o azymutach $30\text{--}70^\circ$ jest bardzo często zmineralizowany. We wschodniej części obszaru na powierzchniach ciosowych tego zespołu stwierdzono zlustrowania oraz relief pierzasty (Piątkowska, 1972). Bardzo często spękania są rozwarte, przy czym rozwarcie to może osiągać wartość kilkunastu milimetrów. Częściej także, niż w przypadku zespołu podłużnego, spotyka się tu spękania tnące wszystkie ławice w odsłonięciu.

System diagonalny

Oprócz spękań systemu ortogonalnego, dominującego na całym omawianym obszarze, występują także spękania o ciosowym charakterze, które można traktować jako spękania systemu diagonalnego. Spękania te wykształcone są nierównomiernie na całym obszarze, a ich kierunki nie są stałe, lecz zależą od lokalnej sytuacji tektonicznej, od ułożenia warstw. Spękania systemu diagonalnego nie występują nigdy samodzielnie, ale zawsze towarzyszą spękanom systemu ortogonalnego, tworząc na diagramach podrzędne zwykle maksima. Wątpliwość może tylko budzić diagram V (fig. 2), czy główne maksima odnoszą się do systemu diagonalnego, czy też ortogonalnego. Obserwacje terenowe wykazały, że są to niewątpliwie spękania systemu ortogonalnego. Kąt między tymi spękaniami poszczególnych zespołów wynosi około 80° , a, jak wspomniano wyżej, odchylenia od biegów warstw spękań zespołu podłużnego mogą dochodzić do 20° w obie strony.

Mogą występować dwa zespoły systemu diagonalnego (fig. 2, diagramy III, IV, X, XV) albo też jeden z nich (fig. 2, diagramy V, VI). Zwykle dobrze wykształcone spękania systemu diagonalnego występują w pobliżu większych dyslokacji i w osiach synklin, bardzo rzadkie są natomiast na łagodnych skrzydłach fałdów czy na obszarach o monoklinalnym ułożeniu warstw.

Rozważania genetyczne

Układ ciosu ortogonalnego na całym omawianym obszarze wykazuje uporządkowanie i dostosowuje się do planu tektonicznego. Z tego względu należy przyjąć, że cios ortogonalny na południowym obrzeżeniu ma charakter tektoniczny. Układ ciosu ortogonalnego i cechy poszczególnych zespołów świadczą o dużym jego podobieństwie do ciosu ortogonalnego na północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich.

Stały w przybliżeniu kąt pomiędzy spękaniami poszczególnych zespołów systemu ortogonalnego, wynoszący około 90° , zachowany jest na całym omawianym obszarze. Cecha ta oraz zależność azymutów spękań od planu tektonicznego świadczy o tym, że oba zespoły systemu ortogonalnego są ze sobą sprzężone genetycznie i geometrycznie. Cechy powyższe

oraz charakter powierzchni ciosowych świadczą przeciwko ścięciowej genezie tego systemu (Jaroszewski, 1972).

Spękania ciosowe systemu ortogonalnego należy traktować jako ekstensyjne, powstałe przez uwolnienie energii sprężystej, która nagromadzona została w czasie kompresji (Price, 1959). Brak wyraźnego systemu spękań diagonalnych w wielu miejscach omawianego obszaru oraz wyraźne uzależnienie kierunków ciosu od struktur lokalnych może sugerować, że kompresja, w której wyniku powstały spękania ciosowe, nie mogła być zbyt wielka.

Dotychczasowe obserwacje terenowe ani analiza opracowań statystycznych nie pozwoliły na jednoznaczne stwierdzenie, który zespół ciosu systemu ortogonalnego jest starszy. Znacznie lepsze wykształcenie ciosu poprzecznego, większe jego otwarcie, mogłoby wskazywać na wcześniejsze jego powstanie, co zgodne jest z przesłankami teoretycznymi Price (1959) i potwierdzone zostało w trakcie badań terenowych m.in. także na terenie Polski w Karpatach (Książkiewicz, 1968). Z pracy Jaroszewskiego (1972) wynika również, że zespół poprzeczny systemu ortogonalnego może być starszy od zespołu podłużnego. W tym przypadku cios poprzeczny byłby związany z główną fazą kompresji, a z fazą wypiętrzania byłyby związane spękania zespołu podłużnego. W niektórych jednak przypadkach cios podłużny może być starszy od ciosu poprzecznego (Bielousow i Gzowski, 1964). Przypadek ten może mieć miejsce w synklinie Maleszowej, gdzie spękania zespołu podłużnego są wykształcone bardzo dobrze i są o wiele wyraźniejsze od spękań zespołu poprzecznego.

Główny kierunek kompresji pola naprężeń ciosotwórczych skierowany jest zgodnie ze średnim kierunkiem zespołu poprzecznego — NE — SW. Kierunek ten jest równocześnie prostopadły do większości struktur tektonicznych występujących na omawianym obszarze. Stąd też prawie jednakowe kierunki ciosu na przeważającej części obszaru. Zjawiska tektoniczne o znaczeniu lokalnym (np. odchylenia biegów warstw od wartości ogólnie występujących w antyklinie Górek) powodują zmiany azymutów głównych kierunków spękań systemu ortogonalnego. Pozostaje jednak zachowany stały kąt pomiędzy obydwoma zespołami tego systemu.

Zależność kierunków ciosu ortogonalnego od lokalnych struktur tektonicznych, stały kąt pomiędzy powierzchnią spękania a powierzchnią uławicenia zdają się przemawiać za tym, że ten system spękań jest wcześniejszy lub co najwyżej równowiekowy z tymi strukturami. Odmiennie w strukturach lokalnych kierunki poszczególnych zespołów spękań mogą być w tym drugim przypadku wynikiem zmian regionalnego pola naprężeń spowodowanych odmiennymi warunkami lokalnymi, np. wpływem uskoku podłoża czy bliskością cokołu paleozoicznego.

Porównanie spękań ciosowych na południowym, południowo-zachodnim (Stupnicka, 1972), północno-wschodnim (Jaroszewski,

1972), a częściowo także północnym (Mizerski, 1974) obrzeżeniu mezozoicznym Gór Świętokrzyskich doprowadza do wniosku, że układ ciosu w tych rejonach jest zbliżony, a co za tym idzie, geneza tych spękań może być we wszystkich przypadkach jednakowa. Jednakże zbliżony charakter spękań i układ kierunków ciosowych na wszystkich wymienionych obszarach dotyczy jedynie systemu ortogonalnego. System diagonalny na południowym obrzeżeniu mezozoicznym Gór Świętokrzyskich jest rozwinięty znacznie słabiej, brak jest wyraźnego ukierunkowania zespołów tego systemu.

Oddzielne zagadnienie stanowi problem wieku spękań ciosowych i ich stosunek do struktur fałdowych i uskoków. Biorąc pod uwagę ewolucję antyklinorium świętokrzyskiego można przyjąć, że cykl ciosotwórczy rozpoczął się wraz z początkiem głównej kompresji laramijskiej, na pograniczu mastrychtu i danu (Pożaryski, 1948). Kompresja ta doprowadziła do powstania głównych jednostek strukturalnych na Niziu Polskim, jak również do powstania struktur blokowo-fałdowych na południowo-zachodnim i południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich.

Spękania ciosowe systemu ortogonalnego wykazują daleko idącą katalność. Wynika z tego wniosek, że potencjalne powierzchnie nieciągłości musiały powstać wcześniej niż struktury fałdowe lub mogą być co najwyżej równowiekowe z tymi strukturami. Należy tu wyjaśnić, że pod pojęciem powstania ciosu autor rozumie nie moment jego otwarcia, ale moment powstawania potencjalnych powierzchni nieciągłości, wzdłuż których nastąpiło później otwarcie ciosu. Okres otwierania się ciosu może być bardzo rozległy w czasie.

Lepsze wykształcenie spękań zespołu poprzecznego, większe jego otwarcie na całym obszarze może świadczyć o tym, że są one najstarsze — związane z fazą kompresji nie sfałdowanego jeszcze obszaru (fig. 3 a).

Późniejszy etap kompresji i związane z nim wypiętrzenie obszaru spowodowały powstanie uskoków głównych i związanych z nimi struktur fałdowych. Powstanie uskoków i ciosu podłużnego systemu ortogonalnego poprzedziło zapewne fazę powstania struktur blokowo-fałdowych, które na południowym obrzeżeniu są najprawdopodobniej starsze od uskoków podrzędnych, a młodsze od uskoków głównych (Mizerski, 1975). Za powstaniem zespołu podłużnego i uskoków w jednakowym czasie może przemawiać jego słabe wykształcenie lub brak w bezpośrednim sąsiedztwie uskoków głównych o kierunku NW—SE — maksimum energii zostało zużyte na powstanie uskoków (fig. 3 b).

Co do spękań systemu diagonalnego trudno powiedzieć, czy powstały one przed czy po systemie ortogonalnym. Na północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, według Jaroszewskiego (1972), założenie ciosu diagonalnego nastąpiło w pierwszej fazie kompresji laramijskiej, a otwarcie ciosu diagonalnego nastąpiło także wcześniej niż

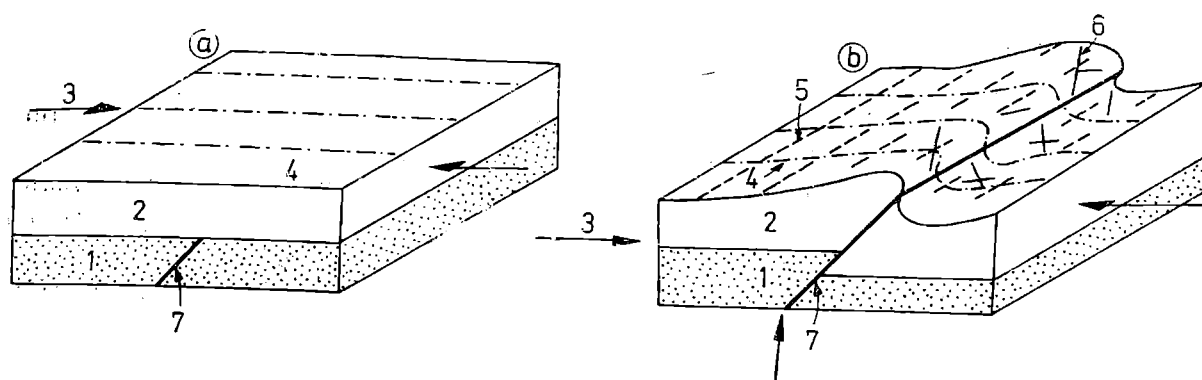


Fig. 3. Schemat powstania spękań ciosowych na południowym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. 1 — paleozoiczne piętro strukturalne; 2 — mezozoiczne piętro strukturalne; 3 — kierunki nacisków, 4 — zespół poprzeczny systemu ortogonalnego, 5 — zespół podłużny systemu ortogonalnego, 6 — spękania systemu diagonalnego, 7 — uskoki

Fig. 3. Formation of joints in the southern margin of the Holy Cross Mts. 1 — the palaeozoic structural stage; 2 — the Mesozoic structural stage; 3 — directions of pressure; 4 — transversal set of joints of the orthogonal system; 5 — longitudinal set of joints of the orthogonal system; 6 — diagonal joints; 7 — faults

ciosu ortogonalnego. Na południowym obrzeżeniu cios diagonalny nie wykazuje jednak stałej orientacji i jego intensywność jest różna w poszczególnych partiach obszaru (fig. 2). Można by więc było przypuszczać, że cios diagonalny jest tu młodszy od ortogonalnego.

Instytut Geologii Podstawowej
Uniwersytetu Warszawskiego
ul. Żwirki i Wigury 93
02-089 Warszawa

WYKAZ LITERATURY

REFERENCES

- Biełousow W. W., Gzowski M. W. (1964). Eksperymentalna tektonika. Moskwa.
- Boretti-Onyszkiewicz W. (1968), Cios we fliszu zachodniego Podhala (*Joints in the Flysch of western Podhale*). *Acta geol. pol.*, 18, 1, pp. 101—152, Warszawa.
- Czarnocki J. (1926), Wyniki badań geologicznych w południowej i zachodniej części Gór Świętokrzyskich (*Résultats des recherches géologiques dans la partie sud-ouest et ouest du Massif de Święty Krzyż*). *Posiedz. Nauk. PIG*, 15, pp. 31—37, Warszawa.
- Czarnocki J. (1927), Ogólny rys tektoniki Gór Świętokrzyskich (*Aperçu générale sur la tectonique du Massif de Ste Croix*). *Ibidem*, 24, pp. 14—18, Warszawa.
- Imbierska E. (1973), Budowa geologiczna południowo-wschodniej części antykliny zbrzańskiej. *Arch. Inst. Geol. Podst. UW* (praca magisterska), Warszawa.
- Jaroszewski W. (1972), Drobnostukturalne kryteria tektoniki obszarów nieorogenicznych na przykładzie północno-wschodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich (*Mesoscopic structural criteria of tectonics of non-orogenic areas: an example from the north-eastern Mesozoic margin of the Świętokrzyskie Mountains*). *Studia geol. pol.*, 38, pp. 1—120, Warszawa.

- Książkiewicz M. (1968), Spotrzenia nad rozwojem ciosu w Karpatach fliszowych (*Observations on jointing in the Flysch Carpathians*). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 38, 2—3, pp. 335—348, Kraków.
- Kutek J., Głazek J. (1972), The Holy Cross area, Central Poland, in the Alpine cycle. *Acta geol. pol.*, 22, 4, pp. 603—653, Warszawa.
- Lewiński J. (1912), Utwory jurajskie na zachodnim zboczu Gór Świętokrzyskich (*Les dépôts jurassiques du versant occidental des montagnes de Święty Krzyż*). *Spraw. TNW*, 5, 2, pp. 501—599, Warszawa.
- Mizerski W. (1972), Budowa geologiczna wschodniej części synkliny Ostrowa. *Arch. Inst. Geol. Podst. UW* (praca magisterska), Warszawa.
- Mizerski W. (1947), Spękania ciosowe w utworach liasowych w okolicy Przysuchy. *Arch. Inst. Geol. Podst. UW* (nie publikowane), Warszawa.
- Mizerski W. (1975), Uskok Lisowa i jego wpływ na tektonikę utworów mezozoicznych w rejonie Morawica—Chmielnik (południowe obrzeżenie mezozoiczne Gór Świętokrzyskich). *Biul. Geol. UW* (w druku), Warszawa.
- Piątkowska L. (1972), Budowa geologiczna synkliny Maleszowej. *Arch. Inst. Geol. Podst. UW* (praca magisterska), Warszawa.
- Pożaryski W. (1948), Jura i kreda między Radomiem, Zawichostem i Kraśnikiem (*Jurassic and Cretaceous between Radom, Zawichost and Kraśnik (Central Poland)*). *Biul. PIG*, 46, pp. 1—141, Warszawa.
- Price N. J. (1959), Mechanics of jointing in rocks. *Geol. Mag.*, 96, 2, Hartford.
- Stupnicka E. (1972), Tektonika południowo-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (*Tectonic of the SW margins of the Holy Cross Mts*). *Biul. Geol. UW*, 14, pp. 21—144, Warszawa.
- Strzelecka A. (1973), Budowa geologiczna północno-zachodniej części brachyantykliny Zbrzy i brachysynkliny Ostrowa (południowo-zachodnie obrzeżenie Gór Świętokrzyskich). *Arch. Inst. Geol. Podst. UW* (praca magisterska), Warszawa.

SUMMARY

In the Mesozoic rocks of the southern margin of the Holy Cross Mts. (fig. 1), two systems of joints, i. e. orthogonal and diagonal, have been noted. The orthogonal system is very well developed throughout the area in question, whereas the diagonal system—only in some regions (fig. 2).

Within the orthogonal system, two sets of joints: longitudinal and transversal, genetically and geometrically interrelated, may be distinguished. The longitudinal set of joints ($100\text{—}135^\circ$) is parallel to the strike of beds, the transversal one is normal to the strike of beds and to the course of the principal tectonic structures. The transversal joints are better developed than the longitudinal ones. The diagonal joints never appear separately but they accompany the orthogonal joints (fig. 2). Their directions are not constant, depending on the local tectonic structure.

Both the orthogonal and diagonal systems of joints are of a tectonic character. According to N. J. Price (1959), the orthogonal joints should be treated as extensive.

The pattern of the orthogonal system does not change throughout the margin of the Holy Cross Mts. and neither does the form of sets of joints of this system. This points to a common genesis of both sets of joints in the whole area, as already suggested by W. J a r o s z e w s k i (1972).

*Institute of Geology,
Warsaw University,
ul. Żwirki i Wigury 93,
02-809 Warszawa.*