

## CIOS W BRYŁACH SKAŁKOWYCH SERII CZORSZTYŃSKIEJ NA SPISKIM ODCINKU PIENIŃSKIEGO PASA SKAŁKOWEGO

UKD 551.245(438–924.51)

W bryłach skałkowych serii czorszyńskiej na spiskim odcinku pienińskiego pasa skałkowego występują liczne spękania: cios, kliważ i spękania niesystematyczne. Pewna część spękań, które łącznie z oddzielnością ławicową uległa zlustrowaniu tektonicznym, została omówiona wcześniej (10). Przedmiotem niniejszej pracy są formy występowania i wzajemne stosunki spękań o charakterze ciosu ("systematic joints" – 8).

Spękania ciosowe w bryłach skałkowych omawianego obszaru są zjawiskiem powszechnym. Cios reprezentowany jest we wszystkich bryłach, choć z różną gęstością powierzchni i różną frekwencją poszczególnych zespołów.

Wśród licznych spękań ciosowych wyróżnić można dwie główne kategorie: cios pionowy, którego zespoły zachowują to położenie mimo zmiennych położań brył skałkowych i różnic w położeniu ławic w ich obrębie, oraz cios nachylony, wykazujący pewną zmienność orientacji w zależności od zmienności położań ławic.

W obrębie większości brył skałkowych występują zespoły należące do obu tych kategorii, ujawniają się jednak z różną intensywnością, sprawiając że obraz ciosu widoczny w poszczególnych skałkach, a nawet w częściach większych skałek, bywa różny. To oraz fakt istnienia gęstej sieci spękań niesystematycznych daje miejscami wrażenie silnego, nieuporządkowanego strzaskania brył skałkowych, niekiedy z pewnym uprzywilejowaniem jednego (lub więcej) zespołów ciosowych. Najczęściej dominują zespoły pionowe, poprzeczne lub skośne do wydłużenia brył skałkowych lub do biegu ławic.

Dla celów skorelowania ciosu ze zmiennością ogólnej struktury serii wyróżniono na omawianym obszarze trzynaście odrębnych odcinków (grup) skałek (ryc. 1A i B, I–XIII), biorąc pod uwagę różnice i podobieństwa w sposobie ułożenia brył, takie jak: bliskość występowania, kierunki wydłużenia, rozmiary. W każdej z tych wyróżnionych grup zaznacza się dominacja ciosu pionowego. Tworzy on najsilniejsze, najbardziej skoncentrowane i zbliżone położeniem maksima (ryc. 1 – diagramy dolne, ryc. 2 – diagramy b). Cios nachylony cechuje większy rozrzut kierunków. Niemniej jednak zarówno cios pionowy, jak i nachylony – rozpatrywane osobno – ujawniają istnienie na całym obszarze kilku regularnych systemów (tj. zbiorów dwóch lub kilku zespołów).

### CIOS NACHYLONY

Poszczególne zespoły ciosu nachylonego (upady poniżej 80°) w różnych bryłach skałkowych rozwinięte są z różną intensywnością. Jest to cios najczęściej skośny do biegu ławic i występujący w systemach o różnej liczbie zespołów (od jednego do czterech). Cios ten wykazuje wyraźną tendencję do katetalności ("kathetal joint" – 7). Z porównań stosunków statystycznych między uławiczeniem (ryc. 2 – diagramy a) i ciosem nachylonym (odpowiednie diagramy na ryc. 3) widać, że cios ten ma tendencję do skupiania się w pasach w przybliżeniu prostopadłych do maksimów położań ławic. W obrębie tych pasów pojawiają się skupienia kierunków sygnalizujące

istnienie zespołów ciosu, które powtarzają się zarówno w obrębie grup brył skałkowych, jak i na większych odcinkach badanego obszaru.

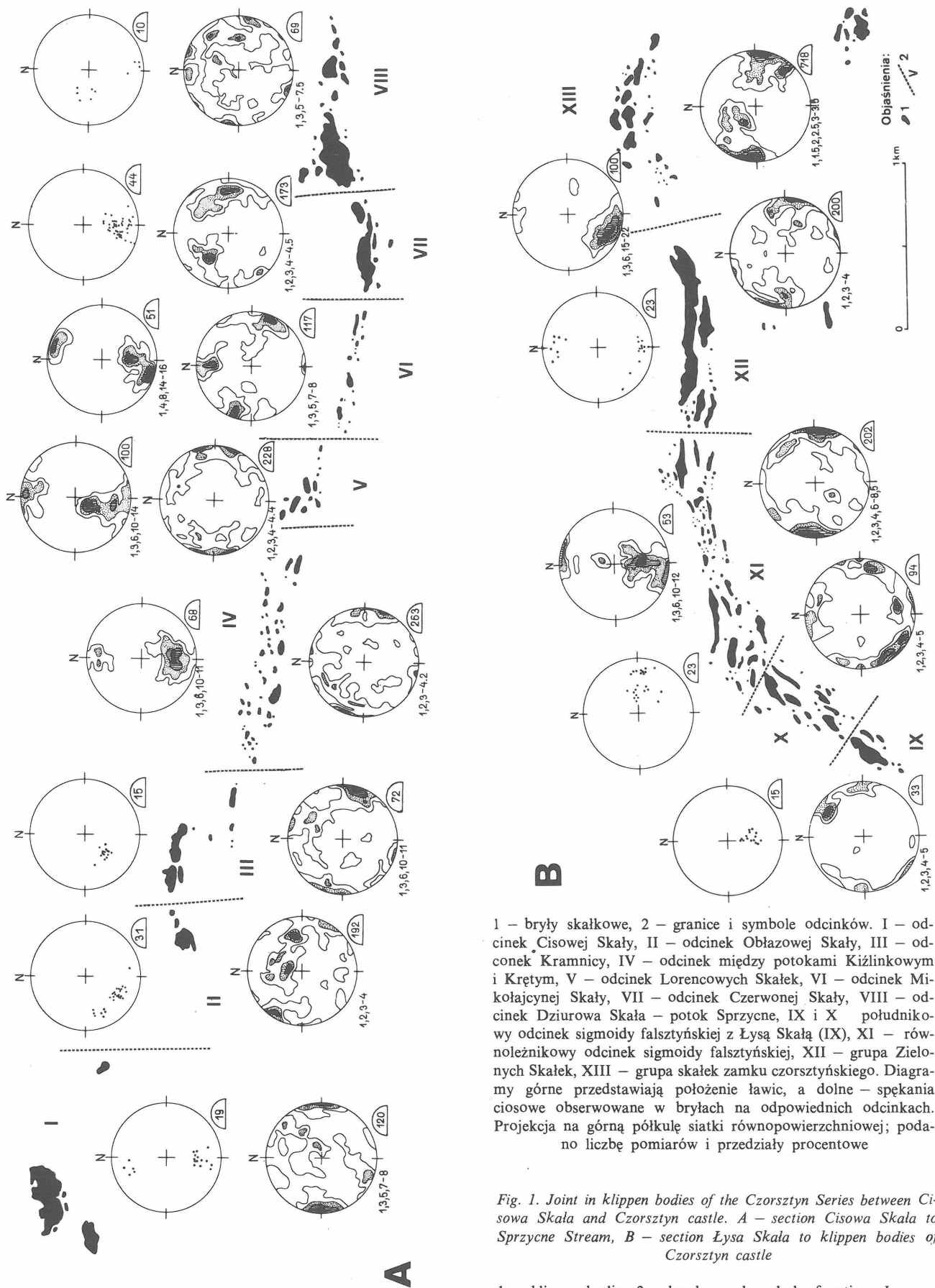
Powyższe fakty skłaniają do rozpatrzenia geometrii omawianego ciosu po rotacji ławic do wspólnego biegu i ich kładzie do poziomu. Za kierunek wspólnego biegu przyjęto kierunek równoleżnikowy odpowiadający ogólnemu przebiegowi pasa skałkowego na badanym obszarze. Zabieg taki, uzasadniony prostym, monoklinalnym na ogół układem brył skałkowych, które stanowiły kiedyś jedną całość, pozwala na analizę pierwotnych kierunków ciosu na większym obszarze, w nawiązaniu do szerszego ogólnokarpacciego pola naprężeń.

Odpowiednie diagramy (ryc. 4) potwierdzają, że cios nachylony ma charakter dobrze rozwiniętego ciosu katetalnego i subkatetalnego, złożonego w większości przypadków z czterech zespołów (trzech wybitnych i jednego (słabszego) o przebiegu skośnym do biegu ławic, najczęściej przecinającym bieg pod kątami 10–40° i 60–70°. Te cztery zespoły reprezentują w opisywanym terenie najbardziej rozpowszechnioną kategorię "strike slip equivalent joints" (7). Zwraca uwagę całkiem podrzędna rola ewentualnych innych typów kinematycznych, a zwłaszcza "reverse dip-slip equivalent joints", co może wskazywać na małą intensywność fałdowania materiału skałkowego, jak również na niewielką intensywność jego wewnętrznej przebudowy przez ogólne ruchy nasuwawcze (złuskowanie i imbrykacje).

Czterozespołowy układ ciosu katetalnego uwydatnia się coraz bardziej na coraz wyższych stopniach syntezy (ryc. 4 – I–VIII, IX–XIII i I–XIII). Występowanie tego układu (z pewnymi modyfikacjami) w tak różnej skali, od bryły skałkowej po całe odcinki serii czorszyńskiej, świadczy o znacznym uporządkowaniu ciosu nachylonego i jego stałości, a to z kolei – przy równie regularnie rozwiniętym ciosie pionowym – o raczej mało skomplikowanej historii procesu ciosotwórczego w materiale brył skałkowych (por. 12).

Dla lepszego zobrazowania opisanych zespołów ciosu nachylonego w całym obszarze, dominanty zespołów z diagramów kołowych przeniesiono na zbiorczy wykres (ryc. 5). Widać tu główną rolę czterech zespołów: 30, 80, 130 i 160° – w odniesieniu do biegu przyjętego za 90°. Trzy z nich są wyraźne i dość zwarte, czwarty (ok. 80°) mało stabilny co do kierunku. Poszczególne obszary różnią się raczej liczbą zespołów (dwa, trzy lub cztery), mniej zaś zmiennością ich kierunków. Zmiany te nie są regularne i nie wykazują wyraźnego związku z dzisiejszym ukształtowaniem pasm brył serii czorszyńskiej. Zaznacza się jednak dość wyraźna różnica w zachowaniu się zespołów ciosowych w obszarach na wschód i zachód od Braniska. Ponieważ różna orientacja brył skałkowych i zmienność przebiegu serii czorszyńskiej nie wpływają w istotny sposób na stosunek ciosu nachylonego do uławiczenia, sądzić można, że jest to cios o charakterze regionalnym, o starych założeniach, wcześniejszych niż powstanie bryłowej struktury serii. Jednocześnie lokalne, niewielkie odchylenia w kierunkach zespołów i ich frekwencji świadczą, że otwierał się on w etapach późniejszych.

Mechaniczna interpretacja zespołów ciosu katetalnego jest trudna, ze względu na zwykle niejasne ich wzajemne

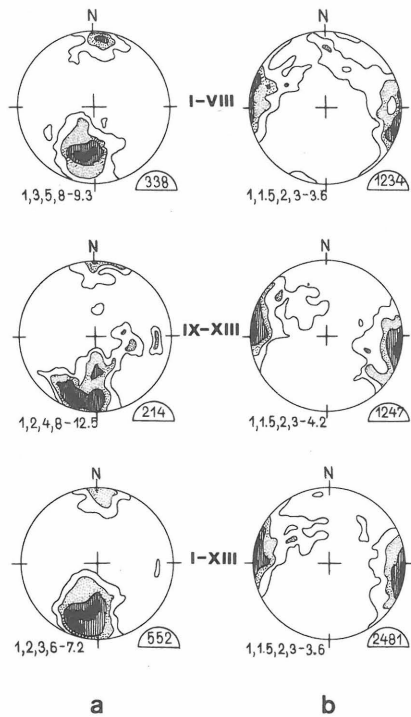


Ryc. 1. Cios w bryłach skalnych serii czorsztynskiej między Cisową Skalą a zamkiem czorsztynskim. A – odcinek Cisowa Skala – potok Sprzycne, B – odcinek Łysa Skala – skałki zamku czorsztynskiego

1 – bryły skalne, 2 – granice i symbole odcinków. I – odcinek Cisowej Skały, II – odcinek Oblazowej Skały, III – odcinek Kramnicy, IV – odcinek między potokami Kiżlinkowym i Krętym, V – odcinek Lorencowych Skałek, VI – odcinek Mikołajczynej Skały, VII – odcinek Czerwonej Skały, VIII – odcinek Dziurawa Skała – potok Sprzycne, IX i X – południkowy odcinek sigmoidy fałszyńskiej z Łysą Skalą (IX), XI – równoleżnikowy odcinek sigmoidy fałszyńskiej, XII – grupa Zielonych Skałek, XIII – grupa skałek zamku czorsztynskiego. Diagramy górne przedstawiają położenie ławic, a dolne – splekania ciosowe obserwowane w bryłach na odpowiednich odcinkach. Projektcja na górną półkulę siatki równopowierzchniowej; podano liczbę pomiarów i przedziały procentowe

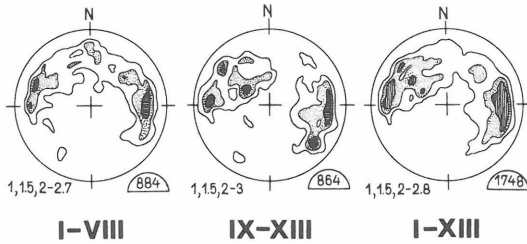
Fig. 1. Joint in klippen bodies of the Czorsztyn Series between Cisowa Skala and Czorsztyn castle. A – section Cisowa Skala to Sprzycne Stream, B – section Łysa Skala to klippen bodies of Czorsztyn castle

1 – klippen bodies, 2 – borders and symbols of sections. I – section of Cisowa Skala, II – section of Oblazowa Skala, III – section of Kramnica, IV – section between Kiżlinkowy and Kręty streams, 5 – section of Lorencowe Skałki, VI – section of Mikołajczyzna Skala, VII – section of Czerwona Skala, VIII –



Ryc. 2. Zmienność uławicenia (a) i spēkań ciosowych (b) w strefach na zachód (I–VIII) i wschód (IX–XIII) od Braniska oraz diagramy zbiorcze dla całego obszaru (I–XIII)

Fig. 2. Variation of bedding (a) and joint fracture (b) in zones to the west (I–VIII) and east (IX–XIII) of Braniska as well as comprehensive diagrams for the whole area (I–XIII)



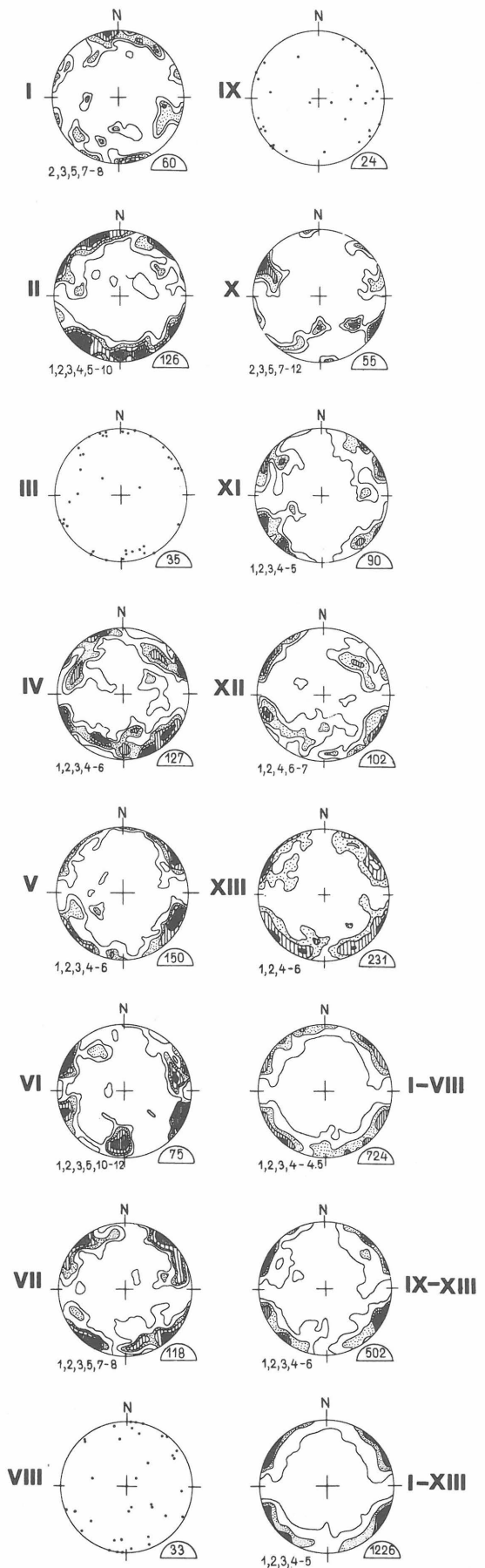
Ryc. 3. Cios nachylony w bryłach skałkowych – położenie rzeczywiste, diagramy zbiorcze. Symbole odcinków jak dla ryc. 2

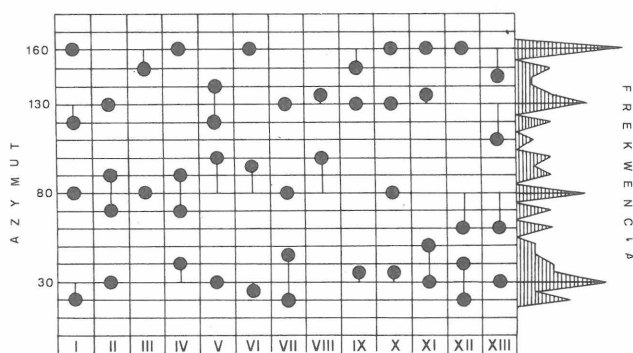
Fig. 3. Inclined joint in klippen bodies a real location, comprehensive diagrams. For symbols of section see Fig. 2

Ryc. 4. Cios nachylony w bryłach skałkowych. Diagramy orientacji ciosu nachylonego w odniesieniu do powierzchni ławic po ich rotacji do poziomu i wspólnego biegu 90°. Symbole odcinków jak dla ryc. 1 i 2

Fig. 4. Inclined joint in klippen bodies. Diagram of inclined joint in relation to bed planes after their rotation to horizontal level and common strike of 90°. For symbols of sections see Figs. 1 and 2

section Dziurawa Skała to Sprzycne Stream, IX and X – meridional fragment of Falstyn sigmoid with Łysa Skała (IX), XI – latitudinal section of Falstyn sigmoid, XII – group of Zielone Skałki, XIII – group of klippen bodies of Czorsztyn castle. Upper diagrams present location of beds and the lower ones joint fractures noted in klippen of adequate sections. Projection on upper hemisphere of equisuperficial net; number of measurements and percentage intervals are presented





Ryc. 5. Diagram głównych kierunków ciosu katetalnego po rotacji jak na ryc. 4. Maksima odcinkowe zaznaczono punktami. Ogólną frekwencję maksimów w całym obszarze przedstawia wykres boczny. Symbole odcinków jak dla ryc. 1

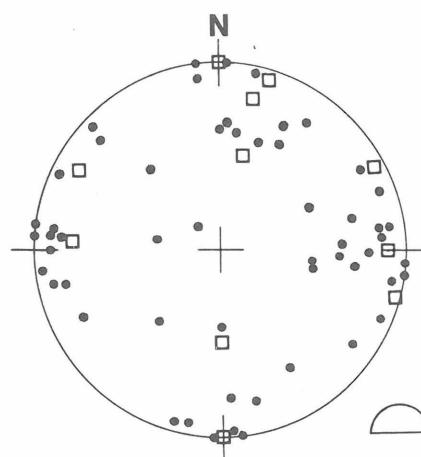
Fig. 5. Diagram of main directions of cathetal joint after rotation as in Fig. 4. Section maxima are marked by points. General frequency of maxima in the whole area is presented by a side diagram. For symbols of sections see Fig. 1

stosunki genetyczne. W nielicznych wypadkach lokalnej dominacji dwóch zespołów ciosowych ostrokątnie sprzężonych, możliwe położenia dwusiecznych kątów ostrych zebrano w diagramie na ryc. 6. Położenia osi maksymalnych naprężeń głównych ( $\sigma_1$ ) na tym diagramie skupiają się wzdłuż kierunków N-S i W-E, które są zarazem osiami symetrii diagramów I-XIII na ryc. 4. Obraz ten skłania do przypuszczenia, że cios ostrokątny ma charakter ścięciowy i składa się z dwóch systemów spękań komplementarnych. Jeden system reprezentowany przez zespoły o kierunkach 30 i 160° i kącie  $\Theta \approx 25^\circ$  jest lepiej rozwinięty z uprzywilejowaniem kierunku 160°. Drugi system, tworzony przez zespoły o kierunkach 130 i ok. 80°, o zbliżonej wartości kąta  $\Theta$ , jest rozwinięty nieco słabiej, zwłaszcza zespół 80°, który wykazuje też znaczną dyspersję. Na ten zbiór spękań ostrokątnych nałożony jest gdzieś tam słaby system ortogonalny. Wzajemna symetryczność poszczególnych zespołów ciosu ostrokątnego sugeruje ich powstanie we wspólnym cyklu ciosotwórczym. Jednak fakt, że oba domniemane systemy ostrokątne współwystępują czasem w tym samym miejscu, skłania do przypuszczenia, że są one wynikiem odrębnych (przesuniętych w czasie) dwóch kolejnych stanów naprężeń oddziaływujących w całym badanym obszarze. Przyjęcie ścięciowej genezy ostrokątnego ciosu nachylonego sugeruje więc zmianę układu naprężeń w czasie jego zakładania. Ze względu na ogólny rozwój tektoniczny badanego obszaru (główny kierunek strukturalny równoleżnikowy) wydaje się, że zmiana ta polegała na przejściu od stanu  $\sigma_1$  N-S do  $\sigma_1$  W-E. Możliwość takiej ewolucji spękań w obszarach fałdowych była opisywana z innych terenów, m.in. w Montanie (6).

## CIOS PIONOWY

Liczba zespołów ciosu pionowego w pojedynczych bryłach waha się od jednego do czterech, niekiedy tylko jest większa. W bryłach małych rozmiarów występują na ogół jeden lub dwa zespoły, w bryłach większych niekiedy więcej. W wypadku mniejszej liczby zespołów wykazują one znaczną frekwencję spękań, przy większej liczbie frekwencja spękań poszczególnych zespołów jest zróżnicowana.

W większości brył skałkowych pionowe spękania ciosowe tną inne zespoły ciosu i są skośne względem biegu uławicenia. Mniej wyraźnie i nie we wszystkich bryłach



Ryc. 6. Prawdopodobne położenia osi maksymalnych naprężeń wyznaczone dla przypadków lokalnego występowania dwóch zespołów ciosu katetalnego ostrokątnie sprzężonych (punkty) i położenia biegunów powierzchni ciosu tworzącego lokalnie układy ortogonalne (oznaczone kwadratami). Projekcja w położeniu odpowiadającym zrotowaniu ławic do poziomu i wspólnego biegu 90°

Fig. 6. Probable attitude of axes of maximum stress marked for local occurrence of two sets of conjugate cathetal joint (dots), and location of poles of joint planes that form local orthogonal systems (marked with squares). Projection corresponds with rotation of beds to a horizontal level and common strike of 90°

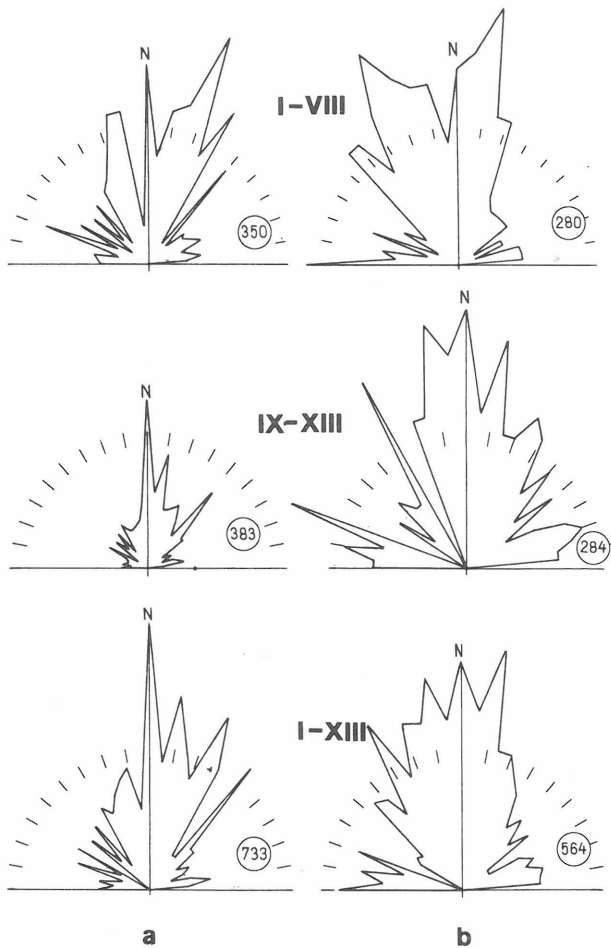
skałkowych widoczny jest cios pionowy ogólnie równoległy do biegu ławic.

Główne zespoły ciosu pionowego wykazują zmienną orientację, jak też nie zachowują stałych kątów w stosunku do biegu ławic. W sumie jednak ta zmienność położenia zawiera się w przedziale odległym co najmniej o ok. 40° od biegu ławic. Cios podłużny wykazuje mniejszą dyspersję.

Statystyczny obraz kierunków ciosu pionowego w bryłach, odnoszący się do całego rozpatrywanego odcinka serii czorsztyńskiej, ujawnia ogólną przewagę kierunków skośnych i poprzecznych (0-40°) względem przebiegu pasa skałkowego i liczne wiązki kierunków podrzędnych (ryc. 7, I-XIII, a). Układ kierunków ciosu pionowego odniesionych do ujednoczonego biegu ławic potwierdza spostrzeżenia terenowe o związku tych elementów (ryc. 7, I-XIII, b). Wyraźnie zaznacza się wiązka kierunków podłużnych i szeroki przedział kierunków skośnych i poprzecznych względem przebiegu ławic. Obraz statystyczny, chociaż w ogólnych zarysach regularny (cios poprzeczny, podłużny i skośny), odbiega od typowego schematu, ze względu na znaczną liczbę zespołów statystycznie równorzędnych.

W bryłach skałkowych na odcinku między Cisową Skałą a potokiem Sprzyczne cios pionowy w odniesieniu do biegu uławicenia (ryc. 7, I-VIII, b) tworzy wyraźny system złożony z prawidłowego ciosu podłużnego oraz dwoistego ciosu skośnego o wyraźnie ostrokątnym sprzężeniu i kącie  $\Theta = 30^\circ$ .

Na odcinku Łysa Skała - skałki zamku czorsztyńskiego obraz ciosu jest nieco inny, gdyż występuje tu większa niż na poprzednim odcinku liczba głównych kierunków ciosu o zbliżonej frekwencji (ryc. 7, IX-XIII, b). Różnica ta nie wynika ze znacznych różnic w położeniu ławic (por. ryc. 2, I-VIII, a i IX-XII, a), można ją natomiast wiązać ze zróżnicowaniem przebiegu serii czorsztyńskiej po obu stronach masywu Braniska. Łatwo bowiem



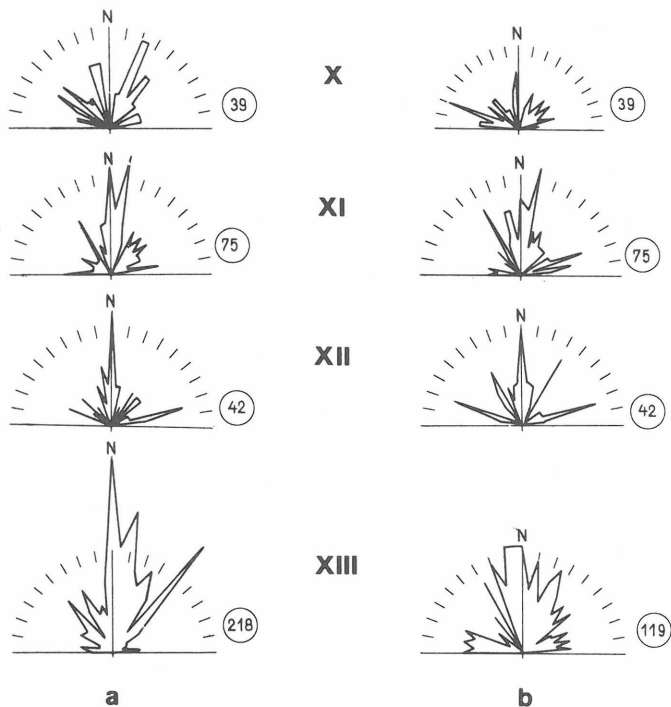
Ryc. 7. Cios pionowy w bryłach skałkowych – diagramy zbiorcze. Symbole odcinków jak dla ryc. 2, a – cios w położeniu rzeczywistym, b – kierunki ciosu w odniesieniu do biegu ławic zrotowanego do wspólnego kierunku  $90^\circ$

Fig. 7. Vertical joint in klippen bodies – comprehensive diagrams.

For symbols of sections see Fig. 2, a – joint in real position, b – directions of joint as related to bed strike, rotated to a common direction of  $90^\circ$

zauważyć, że odcinkowi serii po zachodniej stronie Braniska (Cisowa Skała – potok Sprzycne), mającemu względnie prostą budowę (ryc. 1A), odpowiada względnie prosty układ ciosu pionowego, natomiast na bardziej skomplikowanym odcinku na wschód od Braniska (Łysa Skała – zamek Czorsztyn) obraz ciosu jest bardziej złożony (ryc. 1B). Zależność ciosu pionowego od lokalnej struktury, w odróżnieniu od ciosu nachylonego, świadczyć może o jego młodszym wieku.

Z porównania ciosu na poszczególnych odcinkach serii czorsztyńskiej na wschód od Braniska wynika, że największe rozproszenie kierunków ciosu występuje w południkowym odcinku sigmoidy fałszywskiej (ryc. 8, X) oraz w grupie skałek zamku czorsztyńskiego (ryc. 8, XIII). Pewne podobieństwo układu ciosu zaznacza się natomiast w skałkach równoleżnikowego odcinka sigmoidy fałszywskiej (ryc. 8, XI) i w obszarze na zachód od Braniska (ryc. 7, I–VIII, b). Zdaje się ono potwierdzać, że taki właśnie układ (ryc. 7, I–VIII, b), najmniej zdeformowany wskutek zmian w przebiegu serii, odpowiada ogólnym warunkom zakładania tego ciosu na omawianym obszarze (kompresja południkowa). Zmienność trajektorii lokalnych na-



Ryc. 8. Cios pionowy w bryłach skałkowych na obszarze na wschód od Braniska; a – cios w położeniu rzeczywistym, b – kierunki ciosu w odniesieniu do biegu ławic zrotowanego do wspólnego kierunku  $90^\circ$ . Symbole odcinków jak dla ryc. 1

Fig. 8. Vertical joint in klippen bodies to the east of Branisko

a – joint in a real position, b – joint directions as related to bed strike, rotated to a common direction of  $90^\circ$ . For symbols of sections see Fig. 1

przeżeń związana z reorientacją porożrywanych pakietów kompleksu skałkotwórczego (brył) w czasie ich transportu do pozycji dziś zajmowanej może być odpowiedzialna za zmienność ujawniających się zespołów ciosu pionowego. Potwierdzałby to fakt, że największe zmiany występują w strefach znacznie odbiegających kierunkiem od ogólnego, równoleżnikowego przebiegu pasa skałkowego oraz w obszarach maksymalnych przemieszczeń brył.

Szczególne miejsce w tych rozważaniach zajmuje obszar Zielonych Skałek. Cios w wielkich bryłach tego obszaru (ryc. 8, XII, b) zachowuje się nieco inaczej niż w mniejszych skałkach. Cechuje go wybitna regularność i symetria. Prawdopodobnie znaczna masa tej struktury zdecydowała o zaistnieniu w niej stanu sprzyjającego rozwojowi takich regularnych ścięć, które zachodziły tu w warunkach zwiększonego tarcia wewnętrznego na powierzchniach normalnych do  $\sigma_1$  (por. 9, ryc. 77). Rozładowanie naprężeń tensyjnych (zespołu równoległego do ławic) na szczelinach międzyławicowych, ustawionych tu bardzo stromo lub pionowo, spowodować przy tym mogło nierozwinięcie się regularnego ciosu podłużnego. W mniejszych bryłach skałkowych wewnętrzna energia sprężysta była odpowiednio mniejsza i rozmieszczona bardziej izotropowo, ze względu na większą możliwość relaksacji przez różnie zorientowane odkształcenia typu objętościowego przekazywane osłonie skałkowej.

Z powyższych rozważań wynika, że cios pionowy jest zjawiskiem względnie młodym. Otwierał się on zapewne po utworzeniu brył skałkowych i uzyskaniu przez nie orientacji przestrzennej zbliżonej do obecnej. Ścięciowy cios ostrokatny powstał zapewne w jednej z ostatnich faz



stłoczenia serii czorsztyńskiej, kiedy następowało kształtowanie dzisiejszego obrazu tektonicznego, a cios tensyjny (przynajmniej podłużny) po zakończeniu tej fazy. Cios ten byłby jednak starszy od etapu rozwoju ślizgów wewnętrznych w bryłach skałkowych, gdyż jest po części przez nie wykorzystywany (10). Próby datowania różnych zjawisk tektonicznych w badanym regionie stwarzają poważne trudności. W związku z tym na uwagę zasługuje fakt, że na obszarze wschodniego Podhala przylegającym do opisywanego odcinka pasa skałkowego, występuje ostrokątny cios pionowy o pozycji zbliżonej do przedstawionych na diagramach ryc. 7 (diagramy b), łącznie z odchyleniem symetralnej systemu sprzężonego ku NNW (por. 11). Być może zachodził wspólny proces rozwoju przynajmniej części spękań ciosowych na obu tych obszarach.

#### PODSUMOWANIE

W bryłach skałkowych badanego obszaru występuje cios różnych generacji. Cios starszy, nachylony, o charakterze katetalnym ma prawdopodobnie charakter ścięciowy; był założony we wczesnym etapie rozwoju tektonicznego obszaru, w dwóch następujących po sobie etapach, przed uformowaniem bryłowej struktury serii czorsztyńskiej. Cios młodszy, pionowy zależny jest od lokalnej struktury serii. Jego założenia są późniejsze i datują się zapewne na okres po ukształtowaniu się podstawowego układu wielkich jednostek pasa skałkowego. Etap otwierania tego ciosu wiązać można z okresem kształtowania się makrostruktury serii czorsztyńskiej.

Stosunki między scharakteryzowaną siecią spękań ciosowych a rozwojem struktur wyższego rzędu wskazują na to, że geneza ciosu systematycznego jest procesem złożonym i długotrwałym, który obejmować może znaczne odcinki cyklu diastroficznego. Cios o opisanej charakterystyce (choć w gruncie rzeczy mało skomplikowany) nie mógł być dziełem jednorazowego aktu tektonicznego. Rozwijał się on i ewoluował wraz ze zmieniającymi się polami naprężeń w długim czasie, potrzebnym do przekształcenia węglanowej płyty czorsztyńskiej w zespół brył skałkowych, a następnie ich przemieszczeń wraz z osłoną skałkową do pozycji podyktowanej przez ramy strukturalne regionu. Dla czorsztyńskiej serii parautochtonicznej ramy te stanowiły uformowane w określony sposób: przedpole (10) i napierające jednostki allochtoniczne.

#### LITERATURA

1. Birkenmajer K. — Arkusz Dursztyn. Mapa geologiczna pienińskiego pasa skałkowego 1:10 000. Inst. Geol. 1958.
2. Birkenmajer K. — Arkusz Niedzica. Ibidem 1960.
3. Birkenmajer K. — Arkusz Czorsztyń. Ibidem 1963.
4. Birkenmajer K. — Arkusz Nowa Biała. Ibidem 1964.
5. Birkenmajer K. — Arkusz Trybsz. Ibidem 1964.
6. Burger III H.R., Thompson M.D. — Fracture analysis of the Carmichael Peak anticline, Madison County, Montana. Geol. Soc. of Am. Bull. 1970 vol. 81 no. 6.
7. Hancock P.L. — Joints and faults: the morphological aspects of their origins. Proc. Geol. Assoc. 1968 vol. 79 pt. 2.

8. Hodgson R.A. — Classification of structures on joint surfaces. Amer. Journ. of Science 1961 vol. 259.
9. Jaroszewski W. — Tektonika uskoków i fałdów. Wyd. Geol. 1980.
10. Kibitlewski S. — Struktury ślizgowe w bryłach skałkowych serii czorsztyńskiej na spiskim odcinku pienińskiego pasa skałkowego. Prz. Geol. 1986 nr 10.
11. Mastella L. — Tektonika fliszu wschodniej części Podhala. Maszynopis. Arch. Wyd. Geol. UW 1972.
12. Price N.J. — Mechanics of jointing in rocks. Geol. Mag. 1959 vol. 96 no. 2.

#### SUMMARY

Klippen bodies of the Czorsztyń Series in the Spisz sector of the Pieniny Klippen Belt possess numerous joint fractures. Amidst them groups of inclined cathetal joint and of vertical joint can be distinguished. A cathetal joint is worse developed than a vertical one and indicates a trend to preserve a constant relation to bedding. A vertical joint is considerably dependent on reorientation of klippen bodies and location of the Czorsztyń Series. A cathetal joint forms a fourset pattern that is diagonal to the strike of beds. This joint is found to be of shear origin and is composed of two acute angle and complementary systems. It had probably developed before a formation of klippen bodies. A vertical joint forms a two-set shear pattern and a poorly expressed tensile orthogonal system. It constitutes a younger joint, being open mainly after a formation of klippen bodies. It seems probable to have been also formed in the same time in Podhale area. A development of joint in klippen bodies of the Czorsztyń Series has been a long-lasting process.

#### РЕЗЮМЕ

В клипсовых глыбах чорштынской серии на спискском участке пенинской клипповой зоны находятся многие трещины связанные с отдельностью, среди которых можно выделить группы: наклонной отдельности катетального характера и вертикальной отдельности. Катетальная отдельность, более слабо развитая чем вертикальная, имеет тенденцию к сохранению неизменного отношения к пластам. Вертикальная отдельность зависит в большой степени от реориентировки клипповых глыб и простираения чорштынской серии. Катетальная отдельность образует четырёхкомплексную систему ориентированную диагонально к простираению пластов. Можно принять, что эта отдельность имеет срезной характер и состоит из двух остроугольных комплиментарных систем. Она вероятно образовалась перед сформированием клипповых глыб.

Вертикальная отдельность образует комплексную срезную систему и слабо выраженную тензионную ортогональную систему. Это более молодая отдельность, открывающаяся главным образом после образования клипповых глыб. Правдоподобно, что она образовалась одновременно также на территории Подгалья. Развитие отдельности в клипповых глыбах чорштынской серии было продолжительным процессом.