

KAZIMIERZ ŁYDKA i STANISŁAW ORŁOWSKI

## Sekwencja procesów petrogenetycznych osadów grupy świętokrzyskiej na tle podziałów lito- i biostratygraficznych

THE SEQUENCE OF PETROGENETIC PROCESSES WITHIN THE DEPOSITS  
OF THE HOLY CROSS GROUP

**STRESZCZENIE:** Kompleksowe badania metodami laboratoryjnymi próbek skał z odsłoneń datowanych paleontologicznie pozwoliły ustalić sekwencję procesów petrogenetycznych (sedymentacji oraz lityfikacji) osadów grupy świętokrzyskiej, przede wszystkim osadów kambryjskich. Badania te wykazały, że dotychczasowe poglądy, iż łupki Czarnej wykazują oznaki epimetamorfozy, są nieuzasadnione. Świadczy o tym obecność minerałów o strukturach mieszanopakietowych z udziałem smektytów oraz niski stopień krystaliczności minerałów typu hydromik. Analizy składu mineralnego skał pobranych ze stratotypowych wystąpień jednostek litostratygraficznych, jak też obecne w tych wystąpieniach skamieniałości (głównie trylobitów) dowodzą, iż formacje tworzące grupę świętokrzyską powstały w jednym cyklu sedymentacyjnym. Zróżnicowanie ich składu związane było z ewolucją geotektoniczną przyległych obszarów alimentacyjnych.

### WSTĘP

Długa historia badań nad litologią i stratygrafią kambriu i najwyższego prekambriu Gór Świętokrzyskich (Gürich 1892, 1896; Czarnocki 1919, 1927, 1932, 1950; Samsonowicz 1918, 1920, 1956, 1960; Michniak 1962; Orłowski 1964 a, b, 1965, 1968 a, b, 1974) weszła w nową fazę, gdy zgodnie z *Zasadami Polskiej Klasyfikacji, Terminologii i Nomenklatury Stratygraficznej* wydzielone zostały w tej sekwencji jednostki litostratygraficzne i poziomy biostratygraficzne (Orłowski 1975). Nowe opracowania petrograficzne przedstawione w niniejszej pracy pozwoliły na rozpoznanie zachodzących w tej sekwencji procesów petrogenetycznych. Rozpoznanie to oparte zostało na wynikach analiz próbek skały pobranych z profilów stratotypowych lub z obszarów typowych poszczególnych

formacji, przede wszystkim z odsłoneń lub miejsc, w których znalezione były stratygraficznie ważne skamieniałości.

Prowadzone w ostatnich latach przez pierwszego z współautorów kompleksowe badania metodami petrograficznymi zmierzały do rozpoznania prawidłowości rozmieszczenia składników mineralnych w skałach najwyższego prekambriu i kambriu Polski. W toku badań zwracano uwagę na rolę składników autochtonicznych, szczególnie na składniki powstałe w procesach epigenetycznych, oraz na ich rolę jako składników skałotwórczych.

W latach 1976—1977 obaj autorzy skoncentrowali się na badaniach kambriu regionu świętokrzyskiego. W trakcie tych badań okazało się również konieczne przeprowadzenie wstępnej analizy formacji uważanych za prekambryjskie, a występujących w rejonie Kotuszowa. Otrzymane wyniki badań wskazują, iż w dotychczasowej literaturze utrwały się na temat badanego obszaru poglądy nie znajdujące merytorycznego uzasadnienia, co dotyczy przede wszystkim formacji uważanych dotychczas za prekambryjskie.

W pracy niniejszej pierwszy ze współautorów wykonał badania petrograficzne oraz ustalił sekwencję procesów petrogenetycznych, natomiast drugi podał paleontologiczne datowania miejsc i odcinków profilów, skąd zostały pobrane próbki do badań laboratoryjnych (zob. fig. 1).

#### FORMACJA ŁUPKÓW CZARNEJ

Przeprowadzono badania skał odsłaniających się we wsi Kotuszów uważanych przez wielu badaczy (Samsonowicz 1960, Młchniak 1962, Orłowski 1975) za reprezentujące najstarsze osady znane z Gór Świętokrzyskich i określane przez Samsonowicza (1960) jako piętro kotuszowskie ryfeju. Odsłonięcia skał we wsi Kotuszów, skąd pobrano próbki do badań petrograficznych, nie dostarczyły makroskamieniałości; ich wiek ryfejski został ustalony na zasadzie podległości do udokumentowanego paleontologicznie kambriu dolnego, a ponadto na podstawie akritarch, a więc skamieniałości mało precyzyjnych stratygraficznie. Zbadano również skały występujące w okolicach wsi Jasień (łupki jasieńskie wg Samsonowicza, 1960) uważane za reprezentujące wyższe poziomy stratygraficzne formacji łupków Czarnej (Orłowski 1975). Skały ze wsi Jasień zaliczone zostały do poziomu subholmiowego na podstawie obecności *Platysolenites antiquissimus* Eichwald, *Coleoloides* sp., *Sabellidites* sp.; ponadto występują w nich akritarchy.

Badane skały, megaskopowo mało zróżnicowane, ciemno zabarwione (ciemno-oliwkowe lub rdzawoszare), wyraźnie warstwowane, wykształcone są jako łupki ilaste, bądź ilasto-mułowcowe, oraz mułowce i drobnoziarniste piaskowce nawzajem się przewarstwiające. Wykonane analizy wykazują wyraźne zróżnicowanie składu mineralnego tych skał. Niższe poziomy, występujące w samym Kotuszowie, cechuje większy udział skaleni, głównie albitu, którego udział obniża się wyraźnie w łupkach okolic Jasienia. Zmienność składu mineralnego jest przy tym niezależna od zmienności składu granulometrycznego. W spoiwie skał najniższych poziomów ogniwa łupków z Kotuszowa obok głównego spoiwa kwarcowego, miejscami regenerującego detrytyczne ziarna kwarcu, występują węglany (głównie kalcyt), a w podrzędnych ilościach obecny jest także baryt. Wśród składników drobnopelitycznych masy wypełniającej piaskowców, jak i w składzie łupków ilastych i ilasto-mułowcowych, dominują minerały typu hydromik, smektyty oraz minerały

mieszanopakietowe illit-chloryt. Zarówno skład mineralny, jak i mikrostruktury badanych skał świadczą o tym, że cała formacja łupków Czarnej, mimo silnego sfałdowania, wykazuje stopień diagenetyzacji odpowiadający wstępnym stadiom katalizacji; nie można go w żadnym razie wiązać, jak to czynił Michniak (1962), z fauną zieleńcową.

### FORMACJA PIASKOWCÓW Z OCIESEK

Formacja ta charakteryzuje się znacznym rozprzestrzeniem. Zbadano skały występujące na obszarze stratotypowym, a odsłaniające się w przekopie szosy przechodzącej przez wieś Ocieski i na zboczach góry Igrzycznej. W miejscach pobrania próbek występują liczne trylobity, a także ramienionogi i hyolity. Przewodnie trylobity: *Holmia kjerulfi marginata* Orłowski, *Kjerulfia orcina* Orłowski, *Strenuaeva primaeva* Brögger, *Strenuella polonica* Samsonowicz wyznaczają poziom holmiowy dolnego kambru (Orłowski 1975).

Badane skały wykształcone są głównie jako drobnoziarniste piaskowce, na ogół cienko uławiczone, szare lub oliwkowordzawe. Są to piaskowce kwarcowe z niewielkim udziałem skaleni. Skalenie stanowią maksymalnie 7–8% obj. masy skalnej i — co zasługuje na szczególne podkreślenie — są różne od tych, które występują w skałach należących do ogniwa łupków z Kotuszowa. W badanych skałach albit ustępuje ilościowo mikroklinowi, którego nie stwierdzono w skałach kotuszowskich. Inny jest również skład frakcji drobnopelitycznych, które stają się ilościowo podrzędne w dolnym kambrze; obok minerałów mieszanopakietowych, znanych ze starszych osadów Kotuszowa, obecny jest kaolinit. Udział kaolinitu w osadach kambru dolnego jest zmienny: w niższych poziomach, w rejonie Igrzycznej, jest go mniej niż w skałach okolic Ociesek. Spółwo piaskowców dolnego kambru jest z reguły kwarcowe, typu regeneracyjnego. Węglany obecne są w nim jedynie w ilościach śladowych, pojawia się także w niewielkich ilościach hydrogetyt.

Głównym składnikiem frakcji drobnopelitycznych są minerały z grupy hydromik, wśród których występują politypy  $M_d$  i  $M_l$  o charakterystycznych refleksach  $d = 10; 5; 4,9; 3,65; 3,07$  o intensywnościach odpowiednio 25:15:10:8:6; dominują wśród nich krystality o niskim stopniu krystaliczności. Występowanie minerałów mieszanopakietowych ujawnia się na dyfraktogramach refleksami  $d = 12$  i 10,7 o intensywnościach 15:20. Minerały z grupy chlorytów wykazują swą obecność refleksami  $d = 14,2; 7,06; 4,7$  o intensywnościach odpowiednio 11:6:3. Kaolinity wykazują charakterystyczne refleksy  $d = 7,1; 3,57; 2,38$  o intensywnościach 14:8:4. Analiza dyfraktogramów wykazała, że wśród frakcji drobnopelitycznych wszystkie rodzaje minerałów ilastych występują mniej więcej w równych ilościach.

### FORMACJA ŁUPKÓW Z KAMIENIA

Formacja ta występuje jedynie we wschodniej części Gór Świętokrzyskich, gdzie stratotypy cząstkowe znajdują się w okolicach wsi Kamieniec i Łownica. Przeprowadzono badania petrograficzne próbek łupków i konkrekcji węglanowych typu *cone-in-cone* z odsłonięć na terenie wsi Łownica. Fauna trylobitów jest tu uboga: *Protolenus* sp., *Serrodiscus speciosus* (Ford) oraz *Cobboldites complexensis* (Cobbold); wskazuje ona na poziom protolenusowy dolnego kambru (Orłowski 1975).

Badane łupki są ciemnoszare, cienko uławiczone, z reguły bogate we frakcje mułkowe, w których obok przeważającego ilościowo ostrokrawędzistego kwarcu występują równie ostrokrawędziste ziarna albitu stanowiące około 10% składu skały. Wśród frakcji drobnopelitycznych dominują hydromiki, w nieco mniejszych ilościach występują chloryty oraz kaolinit. Konkrecje o strukturach *cone-in-cone*

są ciemno zabarwione; w składzie ich poza kalcytem występują kwarc w ziarnach detrytycznych stanowiący 3—5% masy skalnej oraz hydromiki w ilości 2—3% masy. Konkrecje charakteryzuje zmienność budowy: w partiach górnych występuje typowa struktura *cone-in-cone*, partie dolne o nieco mniejszej miąższości wykazują stopniowe przejścia do struktury sferolitycznej. Miąższość partii o strukturze stożkowej wynosi przeciętnie 5—6 cm, miąższość warstwy o strukturze sferolitycznej, wykazującej ponadto tendencję do horyzontalnego ułożenia, wynosi 2—3 cm. Aczkolwiek miąższości te w różnych konkrecjach ulegają zmianom, ich stosunek jest prawie stały. Zarówno konkrecje, jak i otaczające je łupki zawierają drobno rozproszone substancje organiczne o wysokim stopniu uwęglenia.

### FORMACJA PIASKOWCÓW Z USARZOWA — OGNIWO PIASKOWCÓW Z JUGOSZOWA

Ogniwo piaskowców z Jugoszowa ma stratotyp w kamieniołomie gromadzkim we wsi Jugoszów i z tego też miejsca zostały pobrane próbki do badań petrograficznych. Piaskowce mają bardzo dobrą dokumentację paleontologiczną, gdyż licznie występują w nich przewodnie trylobity: *Paradoxides oelandicus* Sjögren, *P. insularis* Westergard, *Ellipsocephalus jugosovi* Orłowski, *Strenuella (Comiulla) samsonowitzi* Orłowski. Na ich podstawie piaskowce z Jugoszowa należy odnieść do poziomu *Paradoxides insularis* dolnej części kambru środkowego (Orłowski 1975).

W ogniwie tym dominują piaskowce jasnoszare przechodzące miejscami w rdzawooliwkowe, na ogół drobnodziarniste, wyraźnie warstwowane, o miąższości warstw około 30—40 cm, przeławicowane cienkimi warstewkami ilów plastycznych parucentrymrowej miąższości. Głównym składnikiem piaskowców są ziarna kwarcu o słabej obróbce mechanicznej i słabym wysortowaniu. W pojedynczych ziarnach pojawia się glaukonit, zaś minerały ilaste występują w drobnych agregatach. Skalenie potasowe występują akcesorycznie, w nieco podwyższonych ilościach pojawiają się w warstwach reprezentujących najwyższe z występujących tu poziomy stratygraficzne. W składzie frakcji drobnopelitycznych dominuje kaolinit zaznaczający swą obecność na dyfraktogramach bardzo silnymi refleksami ( $d = 7,14; 3,57; 2,38, I = 316:90:60$ ); występują tu także politypy  $M_d$  i  $M_1$  hydromik o odległościach międzypłaszczyznowych 10; 4,9; 2,56; 3,76; 3,67 Å i intensywnościach 81:21:12:8:6, wreszcie chloryty zaznaczające swą obecność pojawieniem się refleksów  $d = 7,06; 4,7$  o intensywnościach 22:4. Spoiwo piaskowców reprezentowane jest głównie przez masę ilasto-mułkową, rzadziej wykształcone jako regeneracyjne spoiwo kwarcowe.

Zbadano również skład trzech, kolejnych w profilu pionowym, cienkich wkładek jasnoszarych ilów plastycznych rozdzielających grube warstwy piaskowców. Iły zawierają znaczne domieszki frakcji mułkowych, na które składają się głównie ziarna ostrokrawędzistych kwarców z oznakami słabej obróbki mechanicznej. Ostrokrawędziste ziarna albitu występują w ilościach akcesorycznych (maksymalnie 2—3% obj.). Do głównych składników ilów należy kaolinit, zaznaczający swą obecność już w obrazach mikroskopowych płytek cienkich występowaniem robaczkowych agregatów, a na derywatogramach próbek całkowitych ujawniający się silnymi efektami — endotermicznym o maksimum w temperaturze 580°C i egzotermicznym o maksimum w temperaturze ok. 960°C. Drugim składnikiem frakcji drobnopelitycznych są hydromiki; ilościowo podrzędne są minerały mieszanopakietowe, których obecność wykazują dopiero na dyfraktogramach preparaty glikolowane; w preparatach próbek pierwotnych obecność minerałów mieszanopakietowych tłumiona jest obecnością minerałów z grupy chlorytów.

## FORMACJA PIASKOWCÓW ZE SŁOWCA

Formacja ta ma swój stratotyp na górze Słowiec, gdzie piaskowce tworzą liczne gołoborza. Zbadano próbki pochodzące z luźnych głazów, w których występują lżeźne i dobrze zachowane trylobity oraz ramienionogi. Największe znaczenie mają trylobity: *Paradoxides* ex gr. *oelandicus* Sjögren, *Paradoxides polonicus* Orłowski, *P. słowiecensis* Orłowski, *Solenopleurina linnarssoni* (Brögger), *Strenuella* (*Comluella*) *samsonowitzi* Orłowski. Skamieniałości te przemawiają za zaliczeniem formacji do dolnej i środkowej części kambru środkowego (Orłowski 1975).

Badane piaskowce są kwarcowe, najczęściej jasnoszare lub jasnożółtawe, rzadziej rdzawobrunatne, średnioziarniste, rzadko tylko zlepieńcowate, często kruche. Ziarna kwarcu wykazują słabą obróbkę mechaniczną. W składzie frakcji drobnopełitycznych, zwłaszcza odmian kruchych, występuje głównie kaolinit, widoczny już pod mikroskopem, a zaznaczający się na derywatogramach obecnością reakcji egzotermicznej w temperaturze około 960°C, zaś na dyfraktogramach silnymi refleksami  $d = 7,1; 3,57; 2,38$ . W podrzędnych ilościach występują hydromiki (w politypach  $M_d, M_1, 2M_1$ ). W spoiwie obok masy ilastej pojawia się w podrzędnych ilościach kalcyt. Odmiany piaskowców zwięzłych mają regeneracyjne spoiwo kwarcowe.

## FORMACJA ŁUPKÓW Z GÓR PIEPRZOWYCH

Formacja odsłania się doskonale na swym obszarze stratotypowym. Zbadano łupki odsłonięte w starym kamieniołomie na zachodnim brzegu Wisły na południe od mostu kolejowego. Dokumentacja paleontologiczna formacji jest uboga, co jest zjawiskiem typowym dla skał ilastych w przeciwieństwie do skał płaszczystych. Znalezione przewodnie trylobity: *Solenopleurina linnarssoni* (Brögger), *Jincella munsteri* (Strand), *Ptychagnostus* (*Triplagnostus*) *globus* (Linnarsson), *Peronopsis fallax* (Linnarsson) wskazują, iż formację należy zaliczyć do środkowej i górnej części kambru środkowego (Orłowski 1975).

Badane łupki są ciemno zabarwione, przeważnie ciemnoszare prawie czarne do ciemnobrunatnych, silnie sfałdowane, miejscami zmięte i zbrekcjonowane. W cienkich płytkach wykazują pod mikroskopem drobne warstewkowanie. Grubsze warstwy o miąższości kilkunastu milimetrów i składzie ilasto-mułkowym przewarstwione są cienkimi warstewkami materiału ilastego, miejscami wyklinowującymi się soczewkowato. Lokalnie nieco grubsze warstewki ilowcowe wzbogacone są w ciemne, nieprzezroczyste, drobnopełityczne, amorfne substancje węgliste. W składzie frakcji mułkowej dominuje kwarc tworzący ziarna ostrokrawędziste, podobnie jak i albit ilościowo podrzędny. W składzie frakcji drobnopełitycznych występują w ilościach równorzędnych: hydromiki w różnych politypach, kaolinit i minerały mieszanopakietowe, natomiast chloryty o składzie penninu pojawiają się jako składniki ilościowo podrzędne.

## WARSTWA ZLEPIENIA Z KOMORNEJ

Analizom poddano próbki pochodzące ze stratypowej warstwy zlepienia występującego wśród łupków z Gór Pieprzowych w starym kamieniołomie na zachodnim brzegu Wisły w pobliżu mostu kolejowego.

W składzie zlepienia występują otoczaki piaskowców i fosforytów wykazujące wysoki stopień obróbkę mechaniczną. Spoiwo zlepienia utworzone jest ze słabo obtoczonych i słabo wysortowanych ziarn kwarcu detrytycznego spojonych kwarcem regeneracyjnym. Otoczaki piaskowców i fosforytów zbudowane są głównie z drobnych (przeciętne średnice ok. 0,2 mm) dobrze obtoczonych i bardzo dobrze wysortowanych ziarn kwarcu spojonych w piaskowcach kwarcem regeneracyjnym, a w fosforytach kryptekrystalicznymi fosforanami.

## FORMACJA PIASKOWCÓW Z WIŚNIOŪKI

Formacja piaskowców z Wiśniówki ma stratotypy cząstkowe w kamieniołomach na górze Wiśniówka koło Kielc, oraz w pobliżu wsi Wąworków koło Opatowa. Okazy do badań petrograficznych zostały pobrane z obu wymienionych kamieniołomów. Dokumentacja paleontologiczna jest bogata, szczególnie licznie znajduwane są skamieniałości w kamieniołomie w Wąworkowie. Znaleziono przewodnie trylobity: *Olenus rarus* Orłowski i *Protopeltura olenusorum* Orłowski, oraz ramienionóg *Orusta* cf. *lenticularis* Wahlenberg przemawiają za zaliczeniem formacji do poziomu *Olenus* dolnej części kambru górnego (Orłowski 1975).

Piaskowce z kamieniołomu w Wąworkowie są drobnodziarniste do średniodziarnistych. Wśród drobnych, dobrze wysortowanych ziarn kwarcu pojawiają się pojedyncze ziarna tego minerału dwukrotnie większe od przeciętnych. Stosunkowo licznie spotykane są minerały ciężkie: cyrkon, turmalin, tlenki żelaza i leukoksen, rzadziej rutyl. W składzie frakcji drobnopelitycznych, z rzadka rozsiianych wśród masy piaszczystej, dominuje kaolinit oraz w dużych ilościach występują minerały z grupy hydromik w mieszaninie politypów  $M_d$ ,  $M_1$  i  $2M_1$ . We frakcjach piaszczysto-mułkowych przeważa kwarc, a skalenie spotykane są jedynie jako składniki akcesoryczne. Spoiwo pojawia się rzadko, głównie w postaci regeneracyjnego kwarcu.

Występujące w obrębie poziomów eksploatacyjnych kamieniołomów Wiśniówka Duża i Wiśniówka Mała piaskowce i mułowce przelawicone są łupkami ilasto-mułkowymi, a rzadziej elastymi. Ich skład mineralny różni się nieco od składu piaskowców z Wąworkowa. Różnica zaznacza się w zawartości skaleni, które w skałach z Wiśniówki stanowią stały składnik występujący w ilościach rzędu 5—10% obj. Również w składzie frakcji drobnopelitycznych stwierdza się pewne różnice i to zarówno ilościowe jak i jakościowe. W skałach eksploatowanych na Wiśniówce kaolinit odgrywa rolę podrzędną, a głównym składnikiem są hydromiki reprezentowane przez politypy  $M_1$  oraz  $2M_1$ ; występują w nich również w ilościach podrzędnych chloryty o składzie penninu. W spoiwie piaskowców dominuje kwarc regeneracyjny, a w mułowcach i łupkach ilasto-mułkowych rolę spoiwa pełni drobnopelityczne tło, rzadziej regeneracyjny kwarc.

## FORMACJA ŁUPKÓW Z KLONÓWKI

Stratotypowe odsłonięcia występują w dolinie Lubrzanki, oraz w przekopie prowadzącym do kamieniołomu Wiśniówka Duża. Dobra dokumentacja paleontologiczna pochodzi z odsłoneń z doliny Lubrzanki, gdzie występują trylobity: *Peltura scarabeoides scarabeoides* (Wahlenberg), *Sphaerophthalmus alatus* (Boeck), *Peltura? protopeltorum* Orłowski, *Agnostus (Homagnostus) pseudobesus* Orłowski, *Acerocare? klonowkae* Orłowski. Na tej podstawie formację należy zaliczyć do górnej części kambru górnego (Orłowski 1975).

W składzie mineralnym łupków, jak i współwystępujących z nimi piaskowców, dominuje kwarc, zaś albit pojawia się jako minerał poboczny w ilościach 2—4% obj. Wśród frakcji drobnopelitycznych występują przede wszystkim hydromiki w politypach  $M_d$ ,  $M_1$  i  $2M_1$ , kaolinit pojawia się w nieco mniejszych ilościach, a chloryty stanowią składniki podrzędne. Łupki ilasto-mułkowe są tu najpospolitszym typem litologicznym, osady czysto ilaste spotykane są bardzo rzadko, zaś łupki piaszczyste tworzą często przewarstwienia wśród osadów ilasto-mułkowych. Różnice w składzie mineralnym poszczególnych typów wyrażają się przede wszystkim w ilościowym stosunku minerałów ilastych do kwarcu. W osadach drobnodziarnistych rolę spoiwa pełni ilasto-mułkowa masa wypełniająca, w piaskowcach zaś pojawiają się ponadto spoiwo kwarcowe miejscami regenerujące ziarna kwarcu detrytycznego. W niektórych miejscach zaznacza się duża koncentracja

uwodnionych tlenków żelaza, głównie getytu i hydrogetytu, pochodzących z rozkładu syderytu. Skały wzbogacone w żelazo spotykane są zarówno wśród występujących w kamieniołomach Wiśniówki, jak też w dolnie Lubrzanki na wschodnim zboczu Kłonówki.

#### UWAGI KOŃCOWE

Skamieniałości występujące w osadach kambru Gór Świętokrzyskich przemawiają za ciągłością stratygraficzną tych osadów i pozwalają na wydzielenie wszystkich trzech oddziałów kambru, a także poziomów i podpoziomów biostratygraficznych. Obserwowane niekiedy w terenie nieciągłości w sekwencji osadów mają charakter tektoniczny.

Wyniki badań petrograficznych materiałów zebranych ze stratotypowych obszarów poszczególnych jednostek litostratygraficznych grupy świętokrzyskiej, dowodzą, że grupa ta powstała w jednym cyklu sedymentacyjnym (por. Łydka & Siedlecki 1963), zaś zróżnicowanie składu mineralnego osadów związane jest z ewolucją geotektoniczną przyległych obszarów alimantacyjnych. Zmiany w dopływie materiału detrytycznego zachodziły stopniowo, zarówno pod względem jakościowym jak i ilościowym, zaznaczając się najwyraźniej w osadach najstarszych formacji litostratygraficznych.

Analizowane z różnych ogniw litostratygraficznych skały reprezentujące formację łupków Czarnej zawierają jakościowo takie same składniki skałotwórcze. Bardzo charakterystyczna jest ewolucja udziału skaleni w składzie analizowanych skał. Skały formacji łupków Czarnej zawierają albity, które w piaskowcach i mułowcach formacji piaskowców z Ociesek prawie całkowicie zanikają, a w ich miejsce zaczynają pojawiać się skalenie potasowe wykształcone głównie jako mikroklin, podrzędnie jako ortoklaz. Równoległe ze zmianami w składzie frakcji piaszczystej zmienia się i skład frakcji drobnopelitycznych: osady reprezentujące formację piaskowców ze Słowca i bardziej na wschodzie leżącą formację piaskowców z Usarżowa zawierają w swym składzie głównie kaolinit, podczas gdy warstwy niższe reprezentowane przez łupki Czarnej i piaskowce z Ociesek zawierają ten minerał jedynie w ilościach śladowych (patrz fig. 1). Pojawianie się dużych ilości kaolinitu rzuca światło na pochodzenie często obecnego w omawianych skałach wtórnego spoiwa kwarcowego. W procesie tworzenia się kaolinitu z rozkładu skaleni uwalniane były znaczne ilości krzemionki, która wypełniała wolne przestrzenie porowe piaskowców i mułowców; sugerowałoby to autochtoniczne pochodzenie kaolinitu i kambryjski wiek procesów wietrzenia chemicznego detrytycznych skaleni. Intensywne procesy wietrzenia chemicznego doprowadziły do znacznego zmniejszenia udziału skaleni w składzie osadów wyższego kambru.

Analizy składu mineralnego frakcji drobnopelitycznych badanych skał wykazały, że wszystkie formacje — poczynając od łupków Czarnej, a na łupkach z Klonówki kończąc — ujawniają ten sam stopień wtórnych zmian, charakterystyczny dla stadium diagenety odpowiadającego kata-

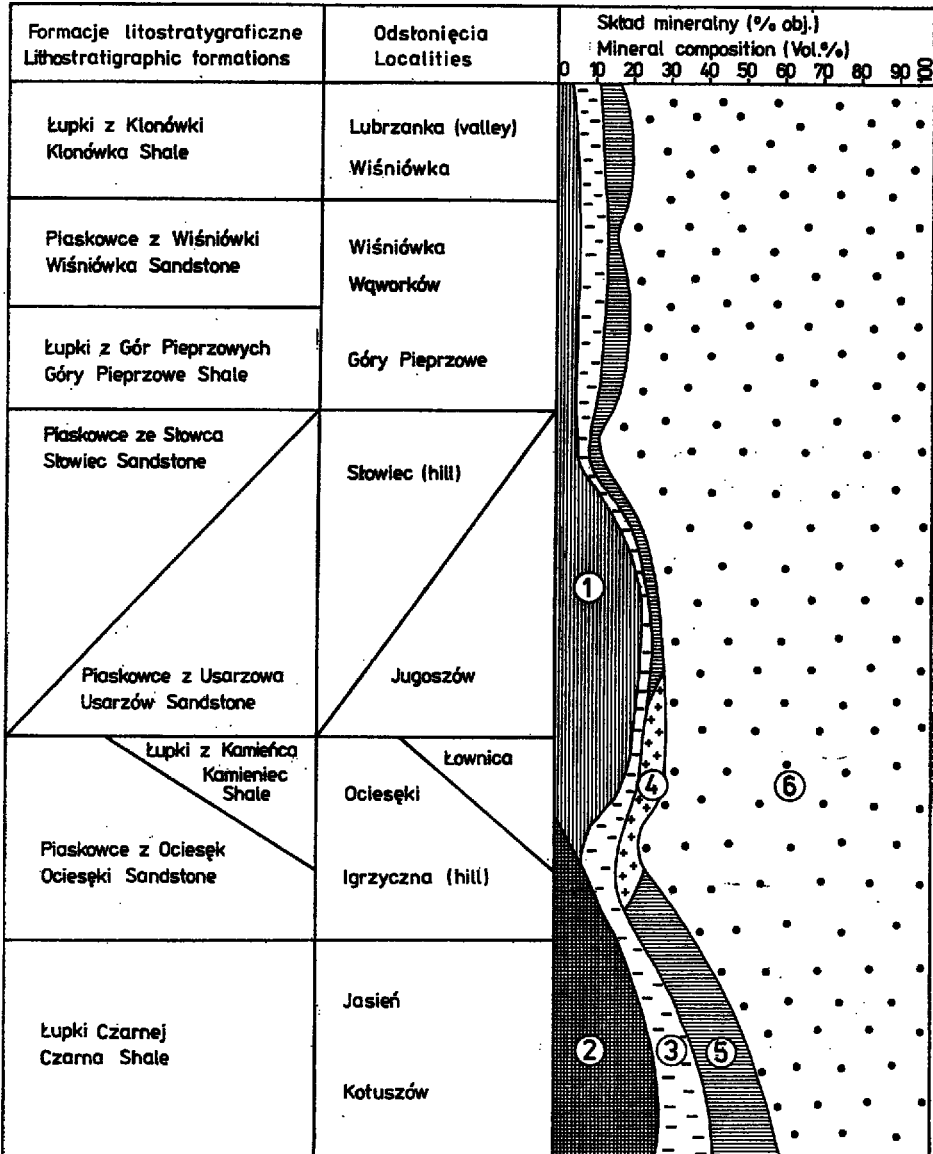


Fig. 1. Rozkład składników mineralnych w formacjach grupy świętokrzyskiej  
(Distribution of mineral components in formations of the Holy Cross Group)

1 kaolinit (kaolinite), 2 minerały ilaste mieszanopakietowe (mixed-layers clay minerals),  
3 hydromiki (hydromicas), 4 skalenie potasowe (K-feldspars), 5 albit (albite), 6 kwarc (quartz)



genezie. Wtórne procesy zróżnicowały serie osadowe grupy świętokrzyskiej od osadów starszego piętra strukturalnego zawierające osady zaliczane do ryfeju i wykazujące przemiany właściwe dla początkowych etapów metamorfizmu regionalnego (por. Łydka 1973a,b).

*Instytut Geochemii, Mineralogii i Petrografii*  
oraz  
*Instytut Geologii Podstawowej*  
*Uniwersytetu Warszawskiego*  
Al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

## LITERATURA CYTOWANA

- CZARNOCKI J. 1919. Stratygrafia i tektonika Gór Świętokrzyskich. *Prace Tow. Nauk. Warsz. Wudz. Nauk Mat.-Przyr.*, 28, 1—172. Warszawa.
- 1927. Kambr i jego fauna w środkowej części Gór Świętokrzyskich (Le Cambrien et sa faune dans la partie centrale du massif de S-te Croix). *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, 4 (1—2), 189—208. Warszawa.
- 1932. Stratygrafia i tektonika kambriu okolic Ociesek i Orłowin (Sur la stratigraphie et la tectonique du Cambrien des environs d'Ocieseki et d'Orłowiny). *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 33, 76—78. Warszawa.
- 1950. Geologia regionu łysogórskiego w związku z zagadnieniem złoża rud żelaza w Rudkach (Geology of Łysa Góra region, Święty Krzyż Mountains, in connection with the problem of the iron ores at Rudki). *Prace Państw. Inst. Geol.*, 15—400. Warszawa.
- GÜRICH G. 1892. Ueber eine cambrische Fauna von Sandomir in Polen. *N. J. Min. etc.*, Bd I, 69—70. Stuttgart.
- 1896. Das Paläozoicum im polnischen Mittelgebirge. *Verh. d. Russ.-Kais. Mtn. Gess.*, Bd. 32. St. Petersburg.
- ŁYDKA K. 1973a. Młodszy prekambry i sylur rejonu Myszkowa. *Kwart. Geol.*, 17 (4), 700—719. Warszawa.
- 1973b. Wskaźnik mineralogiczno-petrograficzny przeobrażenia skał ilastych w warunkach epigenetycznych. *Przepl. Geol.*, 21 (10), 502—504. Warszawa.
- & SIEDLECKI S. 1963. On Algonkian deposits in the environs of Cracow. *Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. Géol. Géogr.*, 11 (2), 75—82. Varsovie.
- MICHNIAK R. 1962. Prekambry i kambr wschodniej części Gór Świętokrzyskich. *Przew. XXXV Zjazdu PTG*, s. 7—21, Warszawa.
- ORŁOWSKI S. 1964a. Kambr środkowy i jego fauna we wschodniej części Gór Świętokrzyskich (The Middle Cambrian and its fauna in the eastern part of the Holy Cross Mts). *Studia Geol. Pol.*, 16, 6—94. Warszawa.
- 1964b. Kambr środkowy w Górach Świętokrzyskich (The Middle Cambrian in the Holy Cross Mts). *Acta Geol. Pol.*, 14 (4), 547—560. Warszawa.
- 1965. Rewizja fauny kambriu środkowego z góry Słowiec, Góry Świętokrzyskie (A revision of the Middle Cambrian fauna from the Słowiec Hill, Holy Cross Mountains). *Bt. Geol. Uniw. Warsz.*, 6, 3—5 and 134—145. Warszawa.
- 1968a. Kambr antykliny łysogórskiej Gór Świętokrzyskich (Cambrian of Łysogóry anticline in the Holy Cross Mountains). *Bt. Geol. Uniw. Warsz.*, 10, 153—218. Warszawa.
- 1968b. Upper Cambrian fauna of the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Pol.*, 18 (2), 257—291. Warszawa.
- 1974. Lower Cambrian biostratigraphy in the Holy Cross Mts, based on the trilobite family Olenellidae. *Acta Geol. Pol.*, 24 (1), 1—16. Warszawa.

- 1975. Jednostki stratygraficzne kambru i górnego prekambru Gór Świętokrzyskich (Cambrian and Upper Precambrian lithostratigraphic units of the Holy Cross Mts). *Acta Geol. Pol.*, 25 (3), 431—448. Warszawa.
- SAMSONOWICZ J. 1918. Odkrycie dolnego kambru w Górach Świętokrzyskich (Das UnterCambrium im polnischen Mittelgebirge). *Spraw. Tow. Nauk. Warsz.*, *Wydz. Nauk Mat.-Przyr.*, 11 (5), Warszawa.
- 1920. O stratygrafii kambru i ordowiku we wschodniej części Gór Świętokrzyskich (Sur la stratigraphie du Cambrien et de l'Ordovicien dans la partie orientale des montagnes de Święty Krzyż, Pologne centrale). *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, 1, 53—87. Warszawa.
- 1956. Cambrian paleogeography and the base of the Cambrian System in Poland. *XX Congr. Geol. Intern.*, 127—160. Mexico.
- 1960. The Lower Cambrian of the Klimontów anticlinorium. *XXI Intern. Geol. Congr.*, Part 8. Copenhagen.

---

### SUMMARY

Recent works on the lithology and stratigraphy of the oldest sedimentary strata in the Holy Cross Mts, Central Poland, resulted in the recognition of petrogenetic processes responsible for the development of the Holy Cross Group (youngest Precambrian through the lowermost Ordovician; cf. Orłowski 1975). The obtained data, both of biostratigraphic (S. Orłowski) and petrographic (K. Łydka) nature, evidence a sedimentary continuity of the Cambrian deposits. They also indicate that the Holy Cross Group represents one sedimentary cycle (cf. Text-fig. 1), whereas the differentiation in its mineralogical composition resulted from geotectonic evolution of neighboring alimentary areas.

The appearance of higher concentrations of kaolinite in sandstones of the Cambrian units younger than the Holmia Zone may point to the origin of quartz cement in these rocks. Namely, during the kaolinization of feldspars large amounts of silica had been freed, and that silica filled the interspace in sandstones and siltstones. Kaolinite is thereby regarded as authochthonous in the investigated sequence, and the chemical weathering of detrital feldspars as being of Cambrian age. More intensive weathering was responsible for a stronger decrease in feldspar frequency within the younger Cambrian deposits.

The analyses of fine-pelitic fractions in the investigated deposits show that all the formations, starting from the Czarna Shale Fm. up to the Klonówka Shale Fm. (cf. Text-fig. 1) display the same degree of the diagenetic advance that corresponds to the katagenetic stage. The secondary processes resulted in the difference between the sedimentary strata of the Holy Cross Group, and the strata attributed to the Riphean and characterized by the features typical of the initial stages of regional metamorphism (cf. Łydka 1973a).

---