

STANISŁAW ORŁOWSKI

Kambr środkowy w Górach Świętokrzyskich

STRESZCZENIE: Praca niniejsza omawia problemy litologii i stratygrafii kambru środkowego w Górach Świętokrzyskich. Najpełniej wykształcony jest ten oddział kambru w części wschodniej, gdzie występuje seria skał detrytycznych z bogatą fauną trylobitów, brachiopodów, ślimaków i archeocjatów. Udokumentowane są piętra dolne i środkowe kambru środkowego (według podziału A. H. Westergårda 1946), piętro najwyższe nie posiada dokumentacji paleontologicznej. W części zachodniej kambr środkowy rozwinięty jest w postaci mułowców i piaskowców o nie ustalonej miąższości, z fauną trylobitów i brachiopodów. Udokumentowane są piętra dolne i środkowe kambru środkowego, piętro górne nie występuje. Fauna pozwala na dobrą korelację poszczególnych profilów lub punktów występowania kambru środkowego.

HISTORIA BADAŃ

Skały detrytyczne odgrywają znaczną rolę w inwentarzu skalnym Gór Świętokrzyskich. Przez pierwszych badaczy tego obszaru, jak G. G. Pusch (1833) lub J. Siemiradzki (1886), zaliczane one były do syluru dolnego lub środkowego, o czym miała świadczyć wymieniana fauna: *Lingulella* aff. *exunguis* i *Obolus siluricus*. W poglądach tych pierwszy dokonał wyłomu G. Gürich (1892), znajdując w piaskowcach drobnodziarnistych, przeławicających łupki alunowe w Górach Pieprzowych koło Sandomierza, faunę trylobitów, wskazującą na wiek środkowokambryjski omawianej serii. Badania J. Samsonowicza (1916) potwierdziły wiek serii skalnych Gór Pieprzowych, a także pozwoliły na wyróżnienie pięciu kompleksów skalnych.

Dalsze prace J. Samsonowicza (1920) w rejonie Sandomierza doprowadziły do znalezienia w okolicy wsi Helenów w piaskowcu szarorodzawym trylobita z rodzaju *Paradoxides*, „...cranidium bardzo przypominające *P. oelandicus* Sjögren...” i wysnucia przypuszczenia o obecności warstw z *Paradoxides oelandicus* w Górach Świętokrzyskich.

W zachodniej części Gór Świętokrzyskich J. Czarnocki (1919) dokonał ciekawego odkrycia na górze Słowiec. W występujących w tym miejscu piaskowcach grubodziarnistych jasnoszarych i jasnożółtych stwierdził bogatą faunę trylobitów i brachiopodów z ważniejszymi formami: „*Paradoxides tessini* i *Ellipsocephalus* cf. *polytomus*”. W czasie późniejszych badań J. Czarnocki (1927, 1933) wyróżnił wiele gatunków ende-

micznych i przydzielił serie skalne do 2 poziomów (poziom VII i VIII), zaliczając je do piętra *Paradoxides paradoxissimus* kambriu środkowego. Na piętro dolne — *P. oelandicus* — przypadać miała przerwa sedymentacyjna. Pogląd ten został zrewidowany (Orłowski 1957) w czasie późniejszych prac na tym terenie. Rewizji poddane zostały także skamieniałości opisane z tego miejsca (Orłowski 1964a).

Skalami kambriu środkowego okolic Sandomierza interesowano się z petrograficznego punktu widzenia, przy czym szczególnie dużo uwagi poświęcono zlepieńcom fosforytowym (Kuhl 1931, Kozłowski 1931, Wawryk 1932, Szymańska 1957). Nieco szerzej ujął problem petrografii warstw przejściowych między kambriem dolnym i środkowym R. Michniak (1962). S. Orłowski (1964) na podstawie bogatej fauny trylobitów, brachiopodów, ślimaków i archeocjatów ustalił stratygrafię kambriu środkowego we wschodniej części Gór Świętokrzyskich.

PROFILE KAMBRIU ŚRODKOWEGO

Niniejsza praca stawia sobie za cel omówienie stratygrafii i litologii sedymentów środkowokambryjskich, udokumentowanych faunistycznie lub pozostających w jasnym związku ze skałami udokumentowanymi

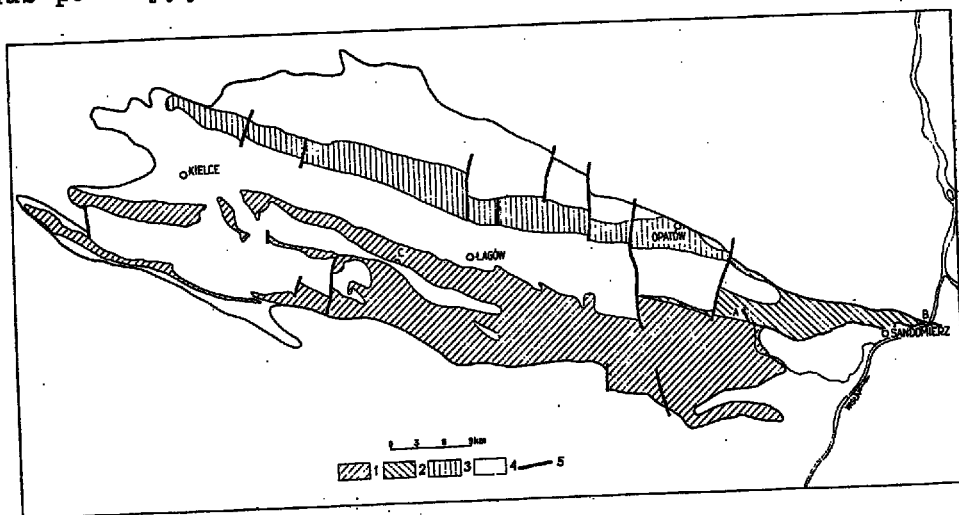


Fig. 1

Uproszczona mapa występowania kambriu w Górach Świętokrzyskich
1 kambri dolny, 2 kambri środkowy, 3 nierozdzielony kambri środkowy i górny, 4 utwory przedkambryjskie i pokambryjskie, 5 ważniejsze uskoki, A profil Jugoszów-Usarzów, B Góry Pieprzowe, C góra Słowiec

General map of the distribution of the Cambrian in the Holy Cross Mts.
1 Lower Cambrian, 2 Middle Cambrian, 3 Middle and Upper Cambrian, 4 Precambrian and after-Cambrian deposits, 5 major faults, A Jugoszów-Usarzów section, B Pieprzowe Mts., C Słowiec hill

faunistycznie. Są one lepiej i bogaciej wykształcone we wschodniej części Gór Świętokrzyskich, natomiast w zachodniej części znane są tylko z jednego punktu. Profile lub odsłonięcia znajdują się w następujących miejscach (fig. 1):

a) profil Jugoszów-Usarzów oraz związany z nim obszar okolic Helenowa,

b) profil Gór Pieprzowych,

c) góra Słowiec,

oraz drobne, izolowane odsłonięcia, uzupełniające powyższe profile.

Kambr środkowy najpełniej wykształcony jest oraz posiada najbogatszą faunę w profilu Jugoszów-Usarzów i z tego powodu najwięcej wnosi do naszej znajomości stratygrafii kambru środkowego w Górach Świętokrzyskich.

Profil Jugoszów-Usarzów

Profil ten znajduje się około 15 km na zachód od Sandomierza i odsłania się wzdłuż bezimiennego strumyka między wsiami Jugoszów i Usarzów. Na przestrzeni około 3 km znajduje się 25 odsłonień skał kambru środkowego we wschodnim i pn.-wschodnim zboczu strumyka, natomiast na południe od Jugoszowa odsłaniają się wzdłuż tego samego strumyka skały kambru dolnego.

Kambr środkowy stanowi kontynuację sedymentacyjną kambru dolnego i zaczyna się cienkowarstwowymi mułowcami glaukonitowymi, barwy jasno- lub ciemnoszarej, o lepisczu ilastym lub krzemionkowym (Orłowski 1964).

Powyżej leży tzw. piaskowiec jugoszowski; jest to około 10-metrowy kompleks piaskowców drobnoziarnistych, barwy jasnoszarej lub białawej, o miąższości ławic do 1 m. Skała ta wyróżnia się kolorem oraz znaczną miąższością ławic w zazwyczaj monotonnym zespole skalnym i stanowi przewodni poziom litostratygraficzny we wschodniej części Gór Świętokrzyskich, widoczny w odsłonięciach na przestrzeni około 10 km. Już od spagu kambru środkowego występuje bogata fauna (Orłowski 1964), z ważniejszymi formami: *Paradoxides oelandicus* Sjögren, *P. insularis* Wgård, *Ellipsocephalus polytomus* Lnsr., *Ell. gürichi* Orłowski, *Strenuella (Comluella) samsonowiczi* Orłowski, *Protolenus (Protolenus) polonicus* Orłowski i *Lingulella vistulae* Gülich. Fauna jest liczna, dość dobrze zachowana i rozmieszczona równomiernie.

Powyżej leżą piaskowce drobnoziarniste o spoiwie ilastym, przechodzące stopniowo w mułowce i łupki piaszczyste barwy oliwkowej lub szarej. Ten typ skał dominuje w całym profilu z lokalnymi zmianami barwy na rdzawą lub szarą, ze wzrostem twardości skał i domieszką łupków ilastych. Na płaszczyznach oddzielności spotyka się hieroglify

oraz bardzo rzadko ślady falowania w postaci pręg liniowych. Fauna występuje gniazdowo i jest mniej liczna niż w dolnej serii; ważniejsze formy: *Paradoxides oelandicus* Sjögren, *P. pinus* Holm, *Ellipsocephalus polytomus* Lnr., *Ell. sandomiri* Orłowski, *Ell. gürichi* Orłowski, *Strenuella (Comluella) samsonowiczi* Orłowski, *S. (C.) hupei* Orłowski.

Cały ten zespół zapada ku północy pod zmiennymi kątami od 80° do 20°, przy czym warstwy młodsze leżą bardziej poziomo. Jest to zatem forma monoklinalna, zaburzona niewielkimi sfałdowaniami i nasunięciami oraz uskokami. Bezpośrednio na kambrze leżą gliny morenowe i lessy wieku czwartorzędowego.

Utwory analogiczne do opisanych występują w licznych, niewielkich odsłonięciach w pobliżu wsi Helenów, około 7 km na zachód od Jugoszoła. Wyróżniają się one mniejszą ilością skamieniałości oraz niepełnym rozwojem; bezpośrednio nad piaskowcami jugoszołskimi leżą niezgodnie piaskowce i kwarcyty dolnego dewonu, wchodzące w skład synklinorium łagowskiego.

Góry Pieprzowe

Skały widoczne w wysokim brzegu Wisły na północ od Sandomierza znane są w literaturze geologicznej od przeszło stu lat, gdyż są dobrze odsłonięte i łatwo dostępne obserwacjom geologicznym. Ich właściwy wiek znany jest dzięki pracom G. Güricha (1892), J. Samsonowicza (1916) i S. Orłowskiego (1964). Odsłaniają się tu łupki alunowe oraz mułowce, z cienkimi przewarstwieniami kwarcytów i piaskowców, a lokalnie z wkładką zlepieńca fosforytowego. Cała seria jest bardzo silnie sfałdowana i zmięta, przy czym występują tu drobne fałdy obalone i nasunięcia. Fauna znana jest jedynie ze starego kamieniołomu i ze wzgórza Pączek, na prawym brzegu Wisły. Jest ona nieliczna i źle zachowana; wyjątkiem jest występujący masowo i dobrze zachowany brachiopod *Lingulella vistulae* Gürich. Z trylobitów występują: *Paradoxides* sp., *Ptychagnostus (Triplagnostus) gibbus* (Lnr.), *Peronopsis fallax* (Lnr.), *Solenopleurina linnarssoni* (Brögger) i *Jincella munsteri* (Strand).

Góra Słowiec

Faunistycznie udokumentowane utwory środkowego kambru w zachodniej części Gór Świętokrzyskich (Michniak & Orłowski 1963) występują jedynie na górze Słowiec w obrębie Pasma Orłowińskiego (fig. 1). Badali je wielokrotnie J. Czarnocki (1919, 1927, 1933) i S. Orłowski (1957, 1964a). Odsłaniają się tu gruboławicowe, grubo- i średnioziarniste piaskowce, miękkie, łatwo wietrzejące, barwy jasnoszarej lub jasnożółtej. Występuje w nich bogata fauna trylobitów i brachiopodów z ważniejszymi formami: *Paradoxides* z grupy *oelandicus*, *P. polonicus* (Czarnocki),

P. slowiecensis (Czarnocki), *Solenopleurina linnarssoni* (Brögger), *Jincella munsteri* (Strand), *Strenuella* (*Comluella*) *samsonowiczi* Orłowski, *Ellipsocephalus polytomus* Lnr., *Ell. gürichi* Orłowski, *Ell. sandomiri* Orłowski i *Lingulella vistulae* Gürich. Fauna znajdowana jest w blokach, wyruszonych z pierwotnego położenia. Brak jest ciągłych odsłoneń, co uniemożliwia ustalenie miąższości omawianej serii.

STRATYGRAFIA

Granica kambr dolny — kambr środkowy

Granica między tymi dwoma oddziałami widoczna jest jedynie w profilu Jugoszów-Usarzów. Górna część dolnego kambru dostępna jest badaniom w odsłoneńcach i płytkich robotach ziemnych, a wykształcona jest w postaci mułowców zrostkowych, barwy zielono-oliwkowej, z podrzędnymi przeławieniami piaskowców kwarcytowych i łupków ilastych. Seria ta przechodzi w mułowce kambru środkowego; oba ogniewa mają zbliżone wielkości i kierunki upadu, a niezgodność na granicy spowodowana jest dysharmonijnym fałdowaniem różnych litologicznie kompleksów skalnych (Orłowski 1964).

Na górze Słowiec kontakt między kambrem dolnym i środkowym zamaskowany jest czwartorzędem i zwietrzeliną oraz porośnięty lasem. Według J. Czarnockiego (1933) poziom protolenusowy wykształcony jest w postaci piaskowców gruboziarnistych, piaskowców kwarcytowych, łupków ilastych, piaskowców płytkowych, szarogłazów oliwkowych i łupków żółtych, z fauną trylobitów. Utwory te, dobrze widoczne między innymi na górze Zamczysko, mają podścielać kambr środkowy góry Słowiec. Zaczyna się on szarogłazami oliwkowymi z fauną (*Paradoxides* sp., *Protolenus?* sp.), na których leżą piaskowce gruboziarniste z bogatą fauną.

Omówione profile, w których można obserwować warstwy graniczne dolnego i środkowego kambru, wskazują na ich ciągłość sedymentacyjną oraz na utrzymanie w zbiorniku tego samego typu sedymentacji, ze zróżnicowaniem facjalnym osadów. Granica między tymi oddziałami wyznaczona jest na drodze paleontologicznej.

Kambr środkowy

Dla ustalenia stratygrafii kambru środkowego kluczowe znaczenie mają odsłoneńca we wschodniej części Gór Świętokrzyskich. Odsłoneńca te nie mają bezpośrednich odpowiedników w części zachodniej, co związane jest z budową masywu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich (fig. 1). Oś masywu wychodzi ku wschodowi ku górze i w tymże kierunku wychodzą na powierzchnię coraz starsze ogniwa. I tak spod skał dewońskich,

wypełniających synklinorium łagowskie, wynurzają się utwory syluru i ordowiku, a następnie środkowego kambru.

Serie skalne, widoczne w profilu Jugoszów-Usarzów, należą w całości do dolnego piętra kambru środkowego, według podziału A. H. Westergårda (1946), a mianowicie do piętra *Paradoxides oelandicus* (fig. 2). Za tym zaszeregowaniem przemawia w pierwszym rzędzie występująca fauna, częściowo identyczna z fauną skandynawską, w dużej mierze zawierająca formy endemiczne oraz przedstawiciele podprovincji śródziemnomorskiej. Dodatkowym wskaźnikiem może być bezpośrednia nadległość nad kambrem dolnym oraz ciągłość sedymentacyjna. Piętro to rozpada się na dwa poziomy; do poziomu dolnego — *Paradoxides insularis* — należą utwory od spągu profilu do piaskowca jugoszowskiego włącznie, o miąższości około 100 m. Poziom wyższy — *P. pinus* — zajmuje resztę profilu, przy czym zalicza się do niego skały o miąższości około 300 m (Orłowski 1964).

Wyższe ogniwa kambru środkowego reprezentowane są w Górach Pieprzowych. Przejście skał piaszczysto-mułowcowych w łupki ilaste widoczne jest częściowo w niewielkim odsłonięciu w wąwozie we wsi Komorna. Na niewielkiej przestrzeni odsłaniają się tu mułowce i piaskowce drobnoziarniste, a nieco dalej ku północy łupki ałunowe, identyczne z łupkami z Gór Pieprzowych. Także wiercenia, wykonane przez Instytut Geologiczny w rejonie wsi Kleczanów, 5 km na północ od Jugoszowa, weszły w ciemne łupki ilaste, przeławiczone piaskowcami drobnoziarnistymi, barwy jasnoszarej oraz zlepieńcami fosforytowymi. W piaskowcach występują licznie pokruszone skorupki *Lingulella vistulae* Gürich. Wiercenia te potwierdzają nadległość skał widocznych w Górach Pieprzowych nad skałami profilu Jugoszów-Usarzów. Wyraźne różnice w wykształceniu litologicznym w obu profilach nie wykluczają możliwości ząębienia się facji w kierunku poziomym (fig. 2).

Znaleziona w Górach Pieprzowych fauna wskazuje na piętro środkowe — *Paradoxides paradoxissimus*. *Ptychagnostus (Triplagnostus) gibbus* i *Jincella munsteri* są przewodnimi skamieniałościami dla poziomu najniższego (B₁) tego piętra; *Solenopleurina linnarssoni* występuje w poziomach B₂ i B₃, a *Peronopsis fallax* w poziomach od A₂ do B₃.

Do chwili obecnej nieznana jest fauna z najwyższego piętra kambru środkowego — *P. forchhammeri*. W Górach Pieprzowych zalicza się do niego część łupków, niemych faunistycznie.

Fauna trylobitowa na tym obszarze występuje wyłącznie w nielicznych i cienkich przeławiczeniach piaskowców; istnieje realna możliwość znalezienia fauny z nowych pięter lub poziomów z chwilą odsłonięcia lub odwiercenia nowych wkładek piaskowców.

J. Samsonowicz (1960) ocenił miąższość kambru środkowego na 700 m. Przy znanej miąższości piętra *P. oelandicus* w profilu Jugo-

szów-Usarzów, na pozostałe piętra przypada 300 m. Cyfry tej nie można potwierdzić pomiarami geologicznymi, z powodu intensywnego zaangażowania tektonicznego serii skalnych w Górach Pieprzowych.

W zachodniej części Gór Świętokrzyskich miąższość kambru środkowego jest nieznana i niemożliwa do ustalenia bez pomocy poważnych prac ziemnych lub wiertniczych. Występuje tu piętro dolne i środkowe. Na obecność piętra dolnego wskazuje fauna: *Paradoxides* z grupy *oelan-*

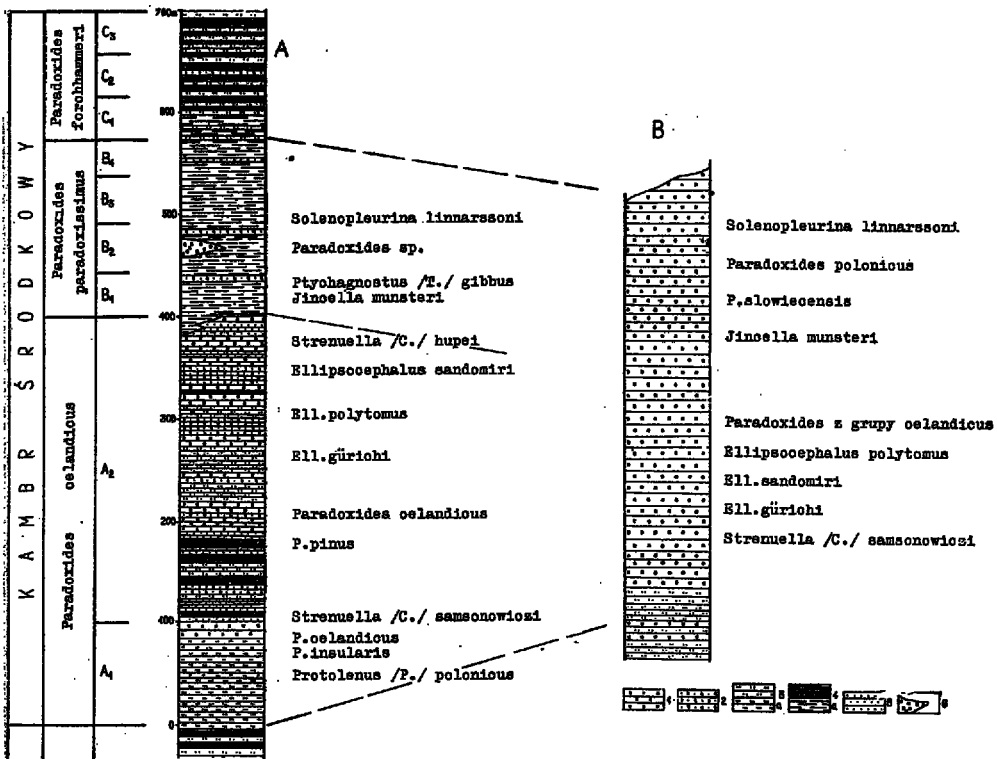


Fig. 2

Profile zbiorcze kambru środkowego

A — we wschodniej części Gór Świętokrzyskich: profil Jugoszków-Usarzów i Góry Pieprzowe

B — w zachodniej części Gór Świętokrzyskich: góra Słowiec

1 piaskowce; 2 piaskowce kwarcytyczne; 3 mułowce, a mułowce z glaukonitem; 4 łupki ilaste, a łupki alunowe; 5 łupki piaszczyste; 6 zlepiańce

Synthetic profiles of the Middle Cambrian

A — eastern part of the Holy Cross Mts.: Jugoszków-Usarzów section and Pieprzowe Mts.

B — western part of the Holy Cross Mts.: Słowiec hill

1 sandstones; 2 quartzitic sandstones; 3 mudstones, a mudstones with glauconite; 4 argillaceous shales, a alum shales; 5 arenaceous shales; 6 conglomerates

dicus, *Ellipsocephalus polytomus*, *Ell. gürichi*, *Ell. sandomiri*, *Strenuella* (*Comluella*) *samsonowiczi*, a więc gatunki występujące w profilu Jugoszków-Usarzów. Fauna góry Słowiec jest jednak mniej liczna i brak w niej szeregu gatunków występujących we wschodniej części; powodem tego wydaje się być większy stopień zakrycia terenu oraz brak profilów ciągłych.

Piętro *Paradoxides paradoxissimus* reprezentują formy: *Paradoxides polonicus*, *P. slowieicensis*, *Solenopleurina linnarssoni*, *Jincella munteri*, *Lingulella vistulae*. Jest to zespół bardzo zbliżony do zespołu faunistycznego Gór Pieprzowych i o identycznym zasięgu stratygraficznym (fig. 2). Dwa endemiczne gatunki *Paradoxides* spokrewnione są z formami skandynawskimi i angielskimi, przewodnimi dla środkowej części kambru środkowego (Orłowski 1964a). Nie potwierdziła się obecność form (Czarnecki 1927, Michniak & Orłowski 1963), charakterystycznych dla najwyższego piętra kambru środkowego; brak utworów tego piętra spowodowany został późniejszą erozją.

ŚRODOWISKO SEDYMENTACYJNE

Sedymentacja kambru środkowego jest z jednej strony kontynuacją sedymentacji typowej dla osadów dolnokambryjskich, z drugiej jednak strony zmienia się w pionie i poziomie.

W piętrze *Paradoxides oelandicus* we wschodniej części osadzały się mułowce glaukonitowe, drobnoławicowe, z hieroglifami organicznymi i nieorganicznymi. Piaskowiec jugoszowski reprezentuje epizod spłylenia i przyspieszenia tempa sedymentacji; ciekawą rzeczą jest obecność w tym zespole białych, plastycznych iłów kaolinowych między grubymi ławicami piaskowców. Następnie nastąpił okres niewielkiego pogłębienia i znów powrót do warunków sedymentacyjnych sprzed epizodu jugoszowskiego. Niewielkie oscylacje powodują kolejno przewagę sedymentów ilasto-mułowcowych lub mułowcowo-piaszczystych. Przy na ogół bezładnej teksturze skał obserwuje się sporadycznie ślady falowania, ślady po toczeniach ilastych i uwarstwienie frakcjonalne; częstsze są tu hieroglify. Glaukonit, częsty jeszcze w piaskowcu jugoszowskim, powyżej zanika.

W tym czasie w zachodniej części Gór Świętokrzyskich osadzały się mułowce barwy oliwkowej. Ku górze przechodzą one w piaskowce barwy jasnej, średnio- i gruboziarniste, partiami zlepioncowate, o spoiwie ilastym. Ze struktur sedymentacyjnych liczne są ślady po toczeniach lub toczenie łupków ilastych, barwy oliwkowoszarej. Temu typowi skał najbardziej odpowiada we wschodniej części piaskowiec jugoszowski; tam stanowi on epizod raptownego spłylenia zbiornika, a tu płytszy zbiornik trwał przez całe piętro.

W piętrze *P. paradoxissimus* we wschodniej części obserwuje się zahamowanie tempa sedymentacji. Podstawa erozji obniżyła się lub uległa oddaleniu i do zbiornika docierał osad najdrobniejszy, osadzając się w spokojnym zbiorniku. Spokój tego zbiornika zakłócony był kilkoma krótkotrwałymi epizodami żywszej erozji na sąsiednim lądzie, co zaznacza się cienkimi przewarstwieniami piaskowców i zlepieńców. Jest to obraz zbliżony do warunków, w jakich osadzały się utwory tego piętra w Skandynawii.

W zachodniej części trwała niezmienna sedymentacja piaszczysta, charakterystyczna dla zbiornika o bardziej intensywnej sedymentacji. Nie sposób rozstrzygnąć, czy materiał dostarczany był z lądu, czy też stanowi on produkt niszczenia i redepozycji osadów nieco starszych, pozostających w obrębie zbiornika.

W piętrze *P. forchhammeri* we wschodniej części Gór Świętokrzyskich sedymentacja jest w dalszym ciągu spokojna, chociaż dociera materiał nieco grubszy; dno zbiornika podlegało zapewne niewielkim ruchom, o czym świadczą liczne drobne formy spływowe materiału mułowcowego. W czasie spływów nieskonsolidowana masa wciągała w obręb swych przemieszczeń uprzednio utrwalone warstewki ilaste.

Katedra Geologii Historycznej
Uniwersytetu Warszawskiego
Warszawa 22, Al. Zwirki i Wigury 6
Warszawa, w lutym 1964 r.

LITERATURA CYTOWANA

- CZARNOCKI J. 1919. Stratygrafia i tektonika Gór Świętokrzyskich (Stratigraphy and Tectonics of the Święty Krzyż Mountains). — Prace TNW, nr 28. 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. P.I.G. (Bull. Serv. Géol. Pol.), t. IV, z. 1-2. Warszawa.
- 1933. Odsłonięcia kambru okolic Ociesek i Orłowin jako zabytek w znaczeniu naukowym (Les affleurements du Cambrien des environs d'Ocieseki et d'Orłowiny dans le massif de S-te Croix). — Zabyt. Przyr. Nieożyw., z. 2. Warszawa.
- GÜRICH G. 1892. Ueber eine cambrische Fauna von Sandomir in Russisch-Polen. — N. Jb. Miner. etc., Bd. I. Stuttgart.
- KOZŁOWSKI R. 1931. Fosforyty w utworach kambryjskich Sandomierza (Phosphorites cambriens de Sandomierz). — Pos. Nauk. P.I.G. (C.-R. Séanc. Serv. Géol. Pol.), nr 30. Warszawa.
- KUHL J. 1931. Sprawozdanie z badań petrograficznych nad utworami środkowokambryjskimi Gór Pieprzowych koło Sandomierza (Compte-rendu des recherches pétrographiques du Cambrien moyen des environs de Sandomierz). — Ibidem, nr 29.

- MICHNIAK R. 1962. Petrograficzna charakterystyka granicznych warstw dolnego i środkowego kambru wschodniej części Gór Świętokrzyskich (A petrographic description of the boundary series Lower and Middle Cambrian in the eastern part of the Holy Cross Mts.). Ks. Pam. ku czci Prof. J. Samsonowicza. PAN. Warszawa.
- MICHNIAK R. & ORŁOWSKI S. 1963. Uwagi o tablicy stratygraficznej prekambriu i kambriu w Górach Świętokrzyskich (Remarks on stratigraphical table of the Precambrian and Cambrian in the Święty Krzyż Mts.). — *Przegląd Geol.*, nr 11. Warszawa.
- ORŁOWSKI S. 1957. On the presence of *Paradoxides ölandicus* beds in the Holy Cross Mountains. — *Bull. Acad. Pol. Sci., Cl. III*, vol. V, no. 7. Varsovie.
- 1960. Stratigraphy of lower Middle Cambrian beds in the vicinity of Sandomierz. Rep. XXI Session Intern. Geol. Congr. Norden. Part VIII. Copenhagen.
- 1964. 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.*, vol. XVI. Warszawa.
- 1964a. Rewizja fauny kambriu środkowego z góry Słowiec — Góry Świętokrzyskie (Revision of the Middle Cambrian fauna from the Słowiec hill — Holy Cross Mts., Poland). — *Biul. Geol. U.W.*, t. V. Warszawa.
- PUSCH G. G. 1833. Geologische Beschreibung von Polen. Teil I. Stuttgart.
- SAMSONOWICZ J. 1916. Kambr i kambro-sylur Gór Świętokrzyskich (On the Cambrian rocks of the St. Cross Mountains, Poland). — *Spraw. TNW*, t. IX, z. 4. Warszawa.
- 1920. O stratygrafii kambriu 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 (Sainte Croix), Pologne centrale). — *Spraw. P.I.G. (Bull. Serv. Géol. Pol.)*, t. I. Warszawa.
- 1960. The Lower Cambrian of the Klimontów Anticlinorium. Rep. XXI Session Intern. Geol. Congr. Norden. Part VIII. Copenhagen.
- SIEMIRADZKI J. 1886. Studien im polnischen Mittelgebirge. — *Jb. K.K. Geol. R.-A.*, Bd. 36, H. 2. Wien.
- SZYMAŃSKA H. 1957. Fosforyty Gór Pieprzowych koło Sandomierza (Phosphorites of the Pepper Mountains near Sandomierz). — *Przegląd Geol.*, nr 9. Warszawa.
- WAŹWRYK W. 1932. Wyniki mikroskopowo-chemicznej analizy fosforytów kambryjskich z okolic Sandomierza (Ergebnisse der mikroskopisch-chemischen Analyse der kambrischen Phosphorite aus der Umgebung v. Sandomierz). — *Rocz. P.T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)*, t. VIII, z. 1. Kraków.
- WESTERGÅRD A. H. 1946. *Agnostidea* of the Middle Cambrian of Sweden. — *Sver. Geol. Unders., Årsbok* 40, No. 1. Stockholm.

S. ORŁOWSKI

THE MIDDLE CAMBRIAN IN THE HOLY CROSS MTS.

(Summary)

ABSTRACT: The lithology and stratigraphy of the Middle Cambrian in the Holy Cross Mts. are discussed. The development of this member of the Cambrian system attains its maximum in the eastern part where it is represented by a series of clastic rocks bearing a rich fauna of trilobites, brachiopods, gastropods and Archaeocyata. The lower and middle stages of the Middle Cambrian (after A. H. Westergaard 1946) are palaeontologically documented while the uppermost stage is without palaeontological evidence. In the western part the Middle Cambrian is developed as mudstones and sandstones of indeterminate thickness, with a fauna of trilobites and brachiopods. Here the lower and middle stages of the Middle Cambrian are also palaeontologically documented. The fauna provides adequate material for the correlation of the particular profiles or occurrence sites of the Middle Cambrian.

THE MIDDLE CAMBRIAN PROFILES

The aim of the present paper is to discuss the lithology and stratigraphy of the Middle Cambrian sediments which are either faunally documented or show distinct connections with rocks that are palaeontologically documented. They are more completely developed in the eastern part of the Holy Cross Mts. while in the western part they have been recorded but from one locality. Their profiles or exposures occur in the following localities (fig. 1):

- a) Jugoszów-Usarzów profile and the near-by vicinity of Helenów,
- b) Pieprzowe Mts. profile,
- c) hill Słowiec,

and some minor isolated outcrops complementing the above profiles.

The maximum development and the richest fauna of the Middle Cambrian occur in the Jugoszów-Usarzów profile. Hence, this is the locality that contributes the most interesting data to our knowledge of the Middle Cambrian stratigraphy in the Holy Cross Mts.

Jugoszów-Usarzów profile

This profile occurs ca. 15 km. west of Sandomierz. It crops out along an unnamed creek between the villages of Jugoszów and Usarzów. Twenty five exposures of Middle Cambrian rocks are encountered in the eastern and north-eastern bank of that creek over a distance of ca. 3 km., while south of Jugoszów, Lower Cambrian rocks crop out along that same creek.

The Middle Cambrian is a sedimentary continuation of the Lower Cambrian. It begins with thin-bedded, glauconitic, light or dark grey mudstones, cemented by an argillaceous or siliceous matrix (Orłowski 1964).

Higher up occurs the so called Jugoszów sandstone. It consists of a 10 m. thick layer of fine-grained, light-grey or whitish sandstones, with beds up to 1 m. in thickness. In the thickness of beds and in colouration this deposit differs distinctly from the other, rather monotonous, rocks here. It is a litho-stratigraphic index horizon of the eastern part of the Holy Cross Mts., with outcrops occurring over a distance of 10 km. Beginning with the bottom strata of the Middle Cambrian, there is a rich fauna (Orłowski 1964) whose more important forms are: *Paradoxides oelandicus* Sjögren, *P. insularis* Wgård, *Ellipsocephalus polytomus* Larrs., *Ell. gürichi* Orłowski, *Strenuella (Comluella) samsonowiczi* Orłowski, *Protolenus (Protolenus) polonicus* Orłowski, *Lingulella vistulae* Gürich. These fossils are numerous, fairly well preserved and evenly distributed.

Higher up occur series of fine-grained sandstones in an argillaceous matrix, gently grading into mudstones and arenaceous shales of an olive-green or grey colouring. This type of rocks predominates throughout the profile. Local changes in the colouring from rusty to grey are observable, also an increase in the hardness of the rock and a growing admixture of argillaceous shales. Mechanic and organic hieroglyphs are encountered on the bedding planes, while ripple marks are very rare. The fauna occurs in nest-like assemblages, it is less abundant than in the lower series, the more important forms being: *Paradoxides oelandicus* Sjögren, *P. pinus* Holm, *Ellipsocephalus polytomus* Lnsr., *Ell. sandomiri* Orłowski, *Ell. gürichi* Orłowski, *Strenuella (Comluella) samsonowiczi* Orłowski, *S. (C.) hupei* Orłowski.

All that series dips north at an angle ranging from 80 to 20 degrees, the younger beds have a more horizontal position. In shape it is like a monocline disturbed by minor foldings and overthrusts as well as faults. Quaternary morainic clays and loesses rest directly on the Cambrian.

Deposits analogous to those just described are encountered in many rather small outcrops in the vicinity of the village of Helenów, ca. 7 km. west of Jugoszów. They are distinguishable by fewer fossils and by an incomplete development; Lower Devonian sandstones and quartzites, which are a part of the Łagów synclorium, rest unconformably on the Jugoszów sandstones.

Pieprzowe Mts.

The rocks that crop out in the high bank of the Vistula north of Sandomierz are known in the geological literature for more than a hundred years because they are excellently exposed and easily approached. Their age was established by G. Gürich (1892), J. Samsonowicz (1916), S. Orłowski (1964). Alum and silty shales, interbedded with thin ortho-quartzites and sandstones, locally also with phosphorite conglomerate, are exposed here. The whole series is strongly folded and crumpled, displaying minor recumbent folds and overthrusts. No fossils are here recorded besides those in the abandoned quarry and the Pączek hill in the right bank of the Vistula. These are few and poorly preserved, with the exception of the brachiopod *Lingulella vistulae* Gürich occurring en masse and in a satisfactory state of preservation. Of the trilobites there occur *Paradoxides* sp., *Ptychagnostus (Triplagnostus) gibbus* (Lnsr.), *Peronopsis fallax* (Lnsr.), *Solenopleurina linnarssoni* (Brögger), *Jincella munsteri* (Strand).

Hill Słowiec

In the western part of the Holy Cross Mts. palaeontologically documented (Michniak & Orłowski 1963) Middle Cambrian deposits do not occur outside hill Słowiec in the Orłowiny Range (fig. 1). They have been many-a-time investigated by J. Czarnocki (1919, 1927, 1933) and S. Orłowski (1957, 1964a). The rocks exposed there are coarse- and medium-grained, soft, unresisting sandstones, thick-bedded, light grey or light yellow in colour. They contain a rich fauna of trilobites and brachiopods whose more important forms are: *Paradoxides* from the *oelandicus* group, *P. polonicus* (Czarnocki), *P. slowiecensis* (Czarnocki), *Solenopleurina linnarssoni* (Brögger), *Jincella munsteri* (Strand), *Strenuella (Comluella) samsonowiczi* Orłowski, *Ellipsocephalus polytomus* Lnsr., *Ell. gürichi* Orłowski, *Ell. sandomiri* Orłowski, *Lingulella vistulae* Gürich. The fossils here are yielded by blocks displaced from their original position; there is a lack of continuous exposures and this hampers the determination of the thickness of the series under consideration.

STRATIGRAPHY

The boundary of the Lower and Middle Cambrian

The boundary between these two subdivisions is discernible only within the Jugoszów-Usarzów profile. The upper part of the Lower Cambrian is accessible in outcrops and shallow excavations. It is developed in a facies of nodular mudstones of olive-green colour, with subordinate interbeddings of quartzite sandstones and argillaceous shales. This series grades into Middle Cambrian mudstones. In the extent and the direction of dip the two members are very much alike whereas the unconformity at the boundary is due to disharmonic folding of the particular, lithologically different, rock series (Orłowski 1964).

On hill Słowiec the contact between the Lower and the Middle Cambrian is hidden by Quaternary deposits and detritus and by a wood cover. According to J. Czarnocki (1933) the *Protolenus* horizon here is developed in a facies of coarse-grained sandstones, quartzite sandstones, argillaceous shales, platy sandstones, olive-green greywackes and yellow shales, with a trilobite fauna. These sediments, readily observable e.g. on hill Zamczysko, are thought to underlie the Middle Cambrian of hill Słowiec. The latter series begins with olive-green greywackes, containing a fauna of *Paradoxides* sp., *Protolenus*? sp. and overlain by coarse grained fossiliferous sandstones. The above discussed profiles, where we can discern the boundary strata of the Lower and Middle Cambrian, indicate their sedimentary continuity and the persistence in the basin of the same type of sedimentation and horizontal differentiation of the facies. The boundary between the two subdivisions is based on palaeontological evidence.

Middle Cambrian

Exposures in the eastern part of the Holy Cross Mts. provide the most important clue for the determination there of the Middle Cambrian stratigraphy. These exposures do not have any direct equivalents in the western part, owing to the structure of the Palaeozoic massif (fig. 1). The axis of the massif ascends eastward and the same direction is followed in the outcrops of the gradually older rocks. Thus, in turn, first the Silurian and Ordovician and next the Middle Cambrian deposits emerge from below the Devonian rocks that fill in the synclorium of Łagów.

According to Westergård's (1946) division the rock series observable in the Jugoszów-Usarzów profile belong wholly to the lower stage of the Middle Cambrian, i. e. to the *Paradoxides oelandicus* stage (fig. 2). This division is reliably indicated first and foremost by the fauna — partly identical with that of Scandinavia — which consists largely of endemic forms and of representatives of the Mediterranean sub-province. Its occurrence directly above the Lower Cambrian and the sedimentary continuity are additional proofs of the correctness of this assignment. The stage here may be subdivided into two horizons: the lower *Paradoxides insularis* horizon, 100 m. in thickness, from the bottom of the profile and through the Jugoszów sandstones; and the upper, *P. pinus* horizon, 300 m. in thickness, occupying the rest of the profile (Orłowski 1964).

The upper members of the Middle Cambrian are represented in the Pieprzowe Mts. The passage of sandy-silty rocks into argillaceous shales is partly observable in a small exposure in a ravine near the village of Komorna. Fine-grained sandstones and mudstones crop out over a small area, while alum shales analogous with those of the Pieprzowe Mts. are exposed a little farther north. Boreholes

drilled by the Geological Institute in the vicinity of the village of Kleczanów, 5 km. north of Jugoszów, have likewise reached dark argillaceous shales interbedded with fine-grained light grey sandstones and with phosphorite conglomerates. The sandstones yield numerous crushed shells of *Lingulella vistulae* Gürlich. These boreholes confirm that the rocks observable in the Pieprzowe Mts. overlie those of the Jugoszów-Usarzów profile. A distinct facial change in the vertical direction does not exclude a horizontal overlapping of facies (fig. 2).

The fauna encountered in the Pieprzowe Mts. indicates the middle stage — *Paradoxides paradoxissimus*. *Ptychagnostus (Triplagnostus) gibbus* and *Jincella munsteri* are the index fossils for the lowermost (B₁) horizon of this stage; *Solenopleurina linnarssoni* occurs in B₂ and B₃ horizons, while *Peronopsis fallax* is found in horizons A₂-B₃.

No fauna has as yet been recorded from the uppermost stage of the Middle Cambrian — the *P. forchhammeri* stage. In the Pieprzowe Mts. unfossiliferous shales are partly referred thereto.

Trilobite fossils do not occur in this area, except in some very few and thin interbeddings of sandstones. When additional sandstone intercalations are reached in outcrops or boreholes it will, doubtless, be possible to find fossils belonging to the new stages or horizons.

The thickness of the Middle Cambrian here was estimated by J. Samsonowicz (1960), at 700 m. Since the thickness of the *P. oelandicus* stage in the Jugoszów-Usarzów profile is known to be 400 m., that of the remaining stages is 300 m. This estimate cannot, however, be corroborated by field measurements in view of the strong tectonic disturbance of the rock series in the Pieprzowe Mts.

In the western part of the Holy Cross Mts. the thickness of the Middle Cambrian is unknown and cannot be determined unless extensive earth works or drilling operations are undertaken. The occurrence of the lower and middle stages has been determined. The presence of the former is reliably indicated by a fauna of *Paradoxides* from the *oelandicus* group. *Ellipsocephalus polytomus*, *Ell. gürichi*, *Ell. sandomiri*, *Strenuella (Comluella) samsonowiczi*. These are species encountered in the Jugoszów-Usarzów profile. The hill Słowiec fauna is, however less abundant and lacks a number of species found in the eastern part. This may be due to a thicker wood cover and to the lack of continuous profiles.

The *Paradoxides paradoxissimus* stage is represented by *Paradoxides polonicus*, *P. slowieciensis*, *Solenopleurina linnarssoni*, *Jincella munsteri*, *Lingulella vistulae*. This is an assemblage closely related to that recorded from the Pieprzowe Mts., and one with an identical stratigraphic range (fig. 2). Two endemic species of *Paradoxides* are allied with Scandinavian and British forms which are the index fossils for the middle part of the Middle Cambrian (Orłowski 1964a). The presence of forms characteristic of the uppermost Middle Cambrian (Czarnecki 1927, Michniak & Orłowski 1963) has not been established. The absence of this stage is due to later erosion.

Department of Historical Geology
of the Warsaw University
Warszawa 22, Al. Zwirki i Wigury 6
Warszawa, February 1964