PODSTAWOWE PROBLEMY STRATYGRAFICZNE KAMBRU GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH — DYSKUSJA

Streszczenie

W roku 1975 został opublikowany pierwszy polski kodeks stratygraficzny pod nazwą *Zasady polskiej klasyfikacji, terminologii i nomenklatury stratygraficznej*. Kodeks ten jest efektem pracy dużej grupy geologów, którzy wcześniej dyskutowali jego poszczególne części, całość przedyskutowali, następnie zatwierdzili na Konferencji Stratygrafów, a po wydrukowaniu skierowali do realizacji przez geologów zarówno w czasie prac terenowych, jak też w publikacjach.

Po raz pierwszy kodeks został zastosowany w podziałach stratygraficznych kambru świętokrzyskiego (S. Orłowski, 1975). Jako przewodniczący zespołu opracowującego kodeks uważałem za stosowne danie przykładu stosowania go w praktyce geologicznej.

W kambrze świętokrzyskim wydzielone zostały jednostki litostratygraficzne, biostratygraficzne i chronostratygraficzne. Wśród jednostek litostratygraficznych wyróżniono: grupę świętokrzyską, 9 formacji, a także ogniwa i warstwy. Obecnie podstawowe jednostki, czyli formacje, są te same, które wydzielono w pierwszej publikacji, ale ich treści są wzbogacone o pełniejsze listy skamieniałości i śladów organicznych oraz o nowe miąższości. Więcej danych zgromadzono jedynie dla formacji piaskowców ze Słowca (S. Orłowski, W. Mizerski, 1995*b*).

Poziomy biostratygraficzne kambru świętokrzyskiego zostały wzbogacone o poziomy poniżej najstarszych trylobitów (fig. 2) oraz o poziomy w stropie kambru środkowego. Opisano ponownie wiele trylobitów, a także jamochłony i szkarłupnie (J. Dzik, S. Orłowski, 1993, 1995; M. Masiak, A. Żylińska, 1994). Duży postęp zanotowano w opisaniu śladów organicznych (S. Orłowski, 1989, 1992*c*).

Ostatnio ukazała się publikacja Z. Kowalczewskiego (1995) kwestionująca istniejące podziały: litostratygraficzny i biostratygraficzny oraz wiek chronostratygraficzny wydzielonych jednostek. Autor tej publikacji przedstawił też swój własny, nieformalny podział kambru świętokrzyskiego na jednostki, w którym:

— nie respektuje zasad zawartych w kodeksie stratygraficznym (*Zasady...*, 1975) i nie przedstawia żadnego innego systemu teoretycznego podziałów stratygraficznych;

— nie respektuje zasad podległości i nadległości jednostek litostratygraficznych, przez co wiele wyróżnionych przez Niego jednostek ma nieprawdziwą pozycję stratygraficzną;

— deprecjonuje znaczenie stratygraficzne trylobitów kambryjskich;

— nie przyjmuje do wiadomości, iż skały występujące poniżej skał z najstarszymi trylobitami mają wiek przedtrylobitowy;

— przecenia znaczenie stratygraficzne akritarch.

Powyższa publikacja jest negatywnym przykładem dociekań naukowych, których autor nie porusza się w obrębie określonego systemu zasad teoretycznych, a często też lekce sobie waży fakty geologiczne stwierdzone w terenie, czyli przedkłada interpretacje nad szacunek dla faktów. Autor tej publikacji proponuje cofnięcie się przed rok 1975 — rok publikacji kodeksu stratygraficznego — do okresu dowolności stratygraficznej i luźnej dyscypliny warsztatowej.

Dla dobra nauki starałem się w rozdziale: „Stwierdzenia" przedstawić pokrótce fakty, często kolejny raz, o wydzielonych jednostkach litostratygraficznych i niektórych problemach biostratygrafii.

Odmienne poglądy na stratygrafię kambru Gór Świętokrzyskich między mną a moim Oponentem mają początek w odmiennych zasadach teoretycznych lub ich braku i różnym podejściu do faktów geologicznych. Jestem zwolennikiem kodeksu stratygraficznego (*Zasady...*, 1975) jako systemu wartości teoretycznych porządkujących polską stratygrafię i jestem za wcielaniem do praktyki zasad tego kodeksu.

Brak wspólnej płaszczyzny naukowej dokumentują fig. 1 i 2. Figura 1 jest wiernym powtórzeniem fig. 8 z pracy Z. Kowalczewskiego (1995), fig. 2 natomiast pokazuje prawdziwe pozycje stratygraficzne jednostek litostratygraficznych z ich miąższościami oraz zasięgi paleogeograficzne tych jednostek w tych samych regionach geologicznych co na fig. 1.

Fundamental stratigraphic problems* of the Cambrian in the Holy Cross Mts. — reply

Zbigniew KOWALCZEWSKI

Oddział Świętokrzyski, Państwowy Instytut Geologiczny, 25-953 Kielce, ul. Zgoda 21

(Received: 23.01.1997)

The discussion by S. Orłowski is composed of two parts. The first part contains some general, rather obvious questions which do not require a reply except for one problem (the validity of his Cambrian subdivision) which I shall address at the end of this text. The second part concerns the detailed problems. They will be referred to in the following text using the same sub-titles. Some of these paragraphs are relatively simple and can be answered easily. The others are more difficult to discuss. A careful reader who will compare my text (Z. Kowalczewski, 1995) with the discussion by S. Orłowski will easily notice that some of the statements of my Opponent are rather evasive.

Let's start with the first group.

The Czarna Shale Formation. It was best investigated in boreholes Korytnica 1 and 2, at intervals of 140 and 110 m, respectively. In my paper (Z. Kowalczewski, 1995, p. 453) I

*The editors express sincere apologies for a mistake in the title of the discussed paper (Z. Kowalczewski, 1995). It should run: "Fundamental stratigraphic problems (instead of "problem") of the Cambrian in the Holy Cross Mts."

pointed to a rich assemblage of acritarchs yielded by the Czarna Shales (determined by M. Moczydłowska) which are indicative without any doubt for the upper part of the Holmia stage together with the Protolenus stage. To be more precise, the most characteristic taxa are: *Granomarginata squamacea* Volkova, *Baltisphaeridium ciliosum* Volkova, *B. ornatum* Volkova, *B. compressum* Volkova, *Micrhystridium dissimilare*, Volkova and *M. tornatum* Volkova. W. R Kowalski (1983) found in the same boreholes: *Sabellidites cambriensis* Yanischevsky, cf. *Parasabellidites yanischevskyi* Sokolov, *Platysolenites antiquissimus* Eichwald and *Vendotaenia major* Kowalski. Moreover, he also found in the Korytnica 2, at a depth of 74.2 m, **a trilobite** determined by him as *Rakovia pavlovski* gen et sp. nov. (W. R. Kowalski, 1979, unpublished doctor's thesis). The specimen was poorly preserved but it was a trilobite — it is visible on an illustration enclosed in this thesis. However, in a published version of the thesis (W. R. Kowalski, 1983) this trilobite has disappeared.

Apart from the question: whether this trilobite existed or not, the co-ocurrence of the Holmia-Protolenus acritarchs and the pre-Holmia fossils is a fact. This discrepancy may be explained at least in two ways. Firstly, that we do not exactly know the stratigraphic extent of the pre-Holmia fossils and that this extent may partly overlap with the Holmia acritarchs (and trilobites?). In other words, it is possible that the first trilobites and the so-called pre-trilobite fauna do not exclude each other. Secondly, since the series in Korytnica are strongly folded they may contain both pre-Holmia and Holmia-Protolenus beds, tectonically repeated. Anyway, the problem cannot be dismissed by a statement that as "...no trilobites were found in these rocks ... so the (Czarna) Formation cannot be trilobite in age...." (see discussion by S. Orłowski, p. 79).

The Osiek Sandstone Formation. Sandstones exposed near Kotuszów and dipping under the Czarna Shales **are not** the Osiek Sandstones. Sandstones in Kotuszów, thin- or medium-bedded, occur as several layers, maximum a few metres thick, within the siltstones and shales of the Kotuszów Member (see Z. Kowalczewski, 1995, fig. 8). Contrarily, the Osiek Sandstone in the Osiek 141 borehole (Z. Kowalczewski, 1995, p. 453), recognized at an interval of 30–35 m., is a compact packet of poorly bedded sandstones with lithoclasts of underlying shales (similar to that in Kotuszów) upon which the sandstones lie discordantly.

The Ociesęki Sandstone Formation. I have not mistaken the Widełki outcrop for the Łapigrosz outcrop. I meant the exposures farther to the north-east, on the lower northwestern slope of the Zamczysko Hill.

Trace fossils. A. Seilacher (1970) did not define: "...the stratigraphic position of *Cruziana barbata* Seilacher ..." as "...the upper part of the Middle Cambrian..." (see discussion by S. Orłowski, p. 80). In his paragraph on the occurrence of this ichnospecies (*op. cit.* p. 457) he wrote only about five sites in the Middle Cambrian of Spain, Turkey and the USA. In one case only the Middle Cambrian age is confirmed by trilobites found in **underlying** carbonates. In two other cases the age is "...endorsed by this species...". The age of rocks with *C. barbata* Seilacher could be precised if S. Orłowski would specify in detail where it was found in the Wiśniówka sequence.

The second group of paragraphs may be commented as follows:

The Lower/Middle Cambrian boundary. I do not doubt in the validity of the Lower/Middle Cambrian boundary in the Jugoszów–Usarzów profile. This is the only sequence in S. Orłowski's scheme which is properly defined. However, this profile is located at the easternmost end of the Holy Cross Mts. Its local character is visible even in the cited scheme (see S. Orłowski, 1975, fig. 1B). I meant the areas farther to the west where the situation was not so clear (the contact between the Ociesęki Sandstones and the Słowiec Sandstones, see below).

The Wiśniówka Sandstone Formation and **the collection of trilobites.** My Opponent did not dispel my doubts as to the correctness of determinations of some trilobites. He did not discuss again the objections put forward by I. Bergström (see Z. Kowalczewski, 1995, p. 460). The fact that he has not seen the collections of J. Samsonowicz (from Wąworków — see Z. Kowalczewski, 1995, p. 461) and of J. Czarnocki (from Zamczysko Hill — Z. Kowalczewski, 1995, p. 456) is insignificant, the more so that the results have been published. My Opponent should at least consider these results and try to explain the contradictions between his own conclusions and those of both authors mentioned. I must stress once more that the Early Cambrian trilobites collected by J. Czarnocki are in conflict with the alleged Middle Cambrian collection of S. Orłowski which is composed entirely of the **endemic species** (see Z. Kowalczewski, 1995, p. 457).

There is also a third group of detailed problems which have been put forward in my paper (Z. Kowalczewski, 1995) but have not been discussed at all by S. Orłowski.

My Opponent did not explain how he could extend the Middle Cambrian age to the entire series of Góry Pieprzowe Shales (several hundreds metres thick) basing on the trilobites found in two sites only, located probably in the middle part of this series (see Z. Kowalczewski, 1995, p. 459 — compare with paragraph about the Góry Pieprzowe Shale Formation in S. Orłowski's discussion).

He has not taken up the discussion on the contact between the Ociesęki Sandstones and the Słowiec Sandstones as well as on the unconformity between the Lower and Middle Cambrian (see Z. Kowalczewski, 1995, p. 453 — compare with paragraphs about the Ociesęki and Słowiec Sandstone Formations in S. Orłowski's discussion).

He also did not discuss the stratigraphic position of the Wiśniówka Duża Shales which is decisive for the tectonic interpretation of the Wiśniowka area (see Z. Kowalczewski, 1995, p. 465)

Finally, some words about the general problems.

I was blamed most heavily for non-respecting the rules of the National Stratigraphic Code (NSC). It is simply not true. It is just because of my full respect for the NSC that I cannot accept the "formal" status of the Cambrian lithostratigraphic subdivision in the Holy Cross Mts. proposed by S. Orłowski (1975). In my paper (Z. Kowalczewski, 1995, p. 452) I specified a number of gaps in the documentation of his lithostratigraphic units. The most important is that the clear definitions of boundaries between the units are lacking. No lithological criteria are given of differentiation between the similar shales and sandstones of various ages. The geological

details of "stratotypes" are not sufficiently illustrated. My Opponent has not discussed these reservations. Instead, he repeated once more that his subdivision is the only true scheme elaborated according the NSC and that I took a step back, being "...against the rules presented in the NSC..." and not proposing any "...other theoretical system for stratigraphic subdivisions..." (see discussion by S. Orłowski, p. 80).

In my opinion, there are two theoretical systems in lithostratigraphy which are clearly indicated by the NSC. First is a system of informal units and the other — of formal units. The latter is secured by very strict regulations, **both in case of a stratotype and of a stratotype area**. I cannot agree with the opinion that "...units roughly corresponding to the demands of the NSC must be treated as formal ones ..." (see discussion by S. Orłowski, p. 77). It is a dangerous approach because the word "roughly" is very flexible. The paragraphs of every law (code) must be treated earnestly. What could happen if the tax-payers or drivers would keep the appropriate laws roughly only?

I think, as before, that S. Orłowski made a step too far publishing — in the year of printing of the NSC — his Cambrian subdivision. It is not a good example of the usage of the NSC. It may leave an impression that our state of knowledge about the Cambrian in the Holy Cross Mts. is better than it is in fact. It is more reasonable to face the facts that such informal units as "Wąworków Sandstones" or "Mąchocice Beds" are not only of historical value (see paragraph (see paragraph about the names of units in S. Orłowski's disscussion). They are still valid and reflect the real "state of art" in Cambrian stratigraphy. The code does not force anybody to create formal units in every part of stratigraphic column and in every area of the country.

My Opponent maintains that I do not follow the rules of stratigraphic superposition and that I underestimate the stratigraphic significance of trilobites (in fact, I doubted in the correctness of determinations of some specimens). I can simply respond that he, in turn, neglects the possibilities of lateral facies changes and that he underestimates the stratigraphical value of acritarchs.

The discussion with principal remarks concerning my scientific ability is (using the wording of my Opponent) "not possible and not suitable". Such phrases as: "...pure speculation...", "...great misunderstanding..." or "...non-scientific character..." (of my papers) cannot replace the geological arguments. They are contrasted by the phrases about the "proper" or "true" stratigraphic position of beds which is claimed by my Opponent. Crucial argument is given in the last phrase of his conclusions where the "non-scientific" lithostratigraphic scheme from my paper is compared with "true stratigraphic positions" according to my Opponent's subdivision. I think that the philosophy represented by him can be best summarized in an old saying: "There are two opinions on the problem: the first is my own and the other is false".

Translated by Ryszard Dadlez

PODSTAWOWE PROBLEMY STRATYGRAFICZNE KAMBRU GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH — ODPOWIEDŹ

Streszczenie

S. Orłowski stawia mi bardzo ciężkie zarzuty, uważając że moja praca (Z. Kowalczewski, 1995) jest „...negatywnym przykładem dociekań naukowych...", kwestionując moje kwalifikacje jako badacza, podważając moją znajomość terenu Gór Świętokrzyskich i twierdząc, że nie respektuję żadnych zasad teoretycznych, a w szczególności — polskiego kodeksu stratygraficznego (*Zasady*..., 1975).

O ile pierwsze trzy stwierdzenia są trudne do dyskusji — do czego jeszcze wrócę — to ostatnie jest po prostu nieprawdziwe. Właśnie przez szacunek dla kodeksu podniosłem sprawę (Z. Kowalczewski, 1995) ustanowionych przez mojego Oponenta jednostek litostratygraficznych kambru świętokrzyskiego i ich pozycji biostratygraficznej (S. Orłowski, 1975). Jednostki te — według mego zdania, którego nie zmieniam — ustanowione są przeważnie niezgodnie z regułami kodeksu. Do tych zastrzeżeń S. Orłowski w swej dyskusji w ogóle się nie ustosunkował oprócz ogólnikowych stwierdzeń, że teren Gór Świętokrzyskich jest słabo odsłonięty, że trzeba operować głównie „obszarami stratotypowymi" i że ustanowione jednostki z grubsza odpowiadające wymaganiom kodeksu **muszą być traktowane jako formalne**. Otóż na to nie ma zgody! Jeśli kodeks jest prawem, to paragrafy tego prawa obowiązują, i to w równym stopniu w stosunku do stratotypów, jak i obszarów stratotypowych (*Zasady* ..., 1975, str. 16 i 31). Szczególnie niezbędne jest określenie granic jednostek, podanie dokładnego ich opisu oraz dobre zilustrowanie cech litologicznych, których to elementów jednostkom S. Orłowskiego przeważnie brakuje.

Ulubione przez mojego Oponenta słowa: „systemy teoretyczne" lub „zasady teoretyczne" rozumiem w ten sposób, że powołany przez Niego kilkakrotnie kodeks przewiduje dwie teoretyczne możliwości: klasyfikacji nieformalnej i formalnej. Wszelkie rozpoznanie zaczyna się od klasyfikacji nieformalnej, którą potem — zależnie od sprzyjających okoliczności — można przekształcić w formalną. Ta ostatnia procedura nie może się odbywać na siłę i za wszelką cenę. Uważam, że w przypadku kambru Gór Świętokrzyskich ten próg został przez S. Orłowskiego przekroczony za wcześnie i dlatego trzeba świadomie wrócić — z małymi wyjątkami — do podziału nieformalnego. Nie jest to krok wstecz, lecz uznanie faktów, na których mojemu Oponentowi tak bardzo zależy. Kodeks, jako system teoretyczny, nie zmusza nikogo do ustanawiania podziałów formalnych.

Co się tyczy przeceniania znaczenia stratygraficznego akritarch i rzekomego nie doceniania trylobitów (w rzeczywistości bowiem kwestionuję tylko poprawność niektórych oznaczeń), to mogę tylko odpowiedzieć tym samym, że mój Oponent deprecjonuje znaczenie akritarch. Mimo mniejszej precyzji stratygraficznej mają one tę przewagę nad trylobitami, że występują powszechniej.

W tekście angielskim Czytelnik znajdzie szczegółową dyskusję i łatwo dostrzeże, że na część moich uwag S. Orłowski nie zareagował w ogóle, a na część udzielił odpowiedzi wymijającej. Z dziesięciu problemów jego szczegółowej dyskusji tylko do czterech mogłem się ustosunkować konkretnie.

Inne argumenty, sprowadzające się do tego, że prezentuję nieprawdziwe wnioski stratygraficzne, a mój Oponent — jedynie prawdziwe, pozostawiam bez odpowiedzi. Ich ilustracją jest stwierdzenie, iż wystarczającym dowodem na słuszność Jego poglądów jest porównanie mojego „nienaukowego" schematu litostratygraficznego z prawdziwym schematem S. Orłowskiego. Trudno dyskutować z takim podejściem filozoficznym, które sprowadza się do starego porzekadła: „Są dwa zdania na ten temat — jedno moje, a drugie fałszywe".

COMBINED REFERENCES

ALLEN P. M., JACKSON A. A., RUSHTON A. W. A. (1981) — The stratigraphy of the Mawddach Group in the Cambrian Succession of the North Wales. Proc. Yorkshire Geol. Soc., **43**, p. 295–329, no. 3.

BEDNARCZYK W., JURKIEWICZ H., ORŁOWSKI S. (1965) — Lower Cambrian and its fauna from the boring of Zaręby near Łagów (Holy Cross Mts). Bull. Acad. Pol. Sc. Sér. Sc. Géol. Géogr., **13**, p. 231–236, no. 3.

CRIMES T. P. (1970) — Trilobite tracks and other trace fossils from the Upper Cambrian of North Wales. Geol. Jour., **7**, p. 47–68.

DZIK J., ORŁOWSKI S. (1993) — The Late Cambrian eocrinoid Cambrocrinus. Acta Palaeont. Pol., **38**, p. 21–34, no. 1/2.

DZIK J., ORŁOWSKI S. (1995) — Primitive Ctenocystoid Echinoderm from the earliest Middle Cambrian of Poland. Ann. Paleont., **81**, p. 17–35.

GÜRICH G. (1892) — Über eine cambrische Fauna von Sandomir in Russisch-Polen. Neues Jb. Miner., **1**, p. 69–70.

HEDBERG H. D. (1972) — Introduction to an International Guide to Stratigraphic Classification,Terminology, and Usage. International Subcommission on Stratigraphic Classification, Report no. 7. Reprint from Lethaia, p. 283–295.

KOWALCZEWSKI Z. (1994) — The Holy Cross Mountains in the Early Paleozoic. In: Europrobe. Trans-European suture zone workshop. Excursion Guidebook the Holy Cross Mts., Kielce, p. 1–18.

KOWALCZEWSKI Z. (1995) — Fundamental stratigraphic problems of the Cambrian in the Holy Cross Mts. Geol. Quart., **39**, p. 449–470, no. 4.

KOWALSKI W. R. (1983) — Stratigraphy of the Upper Precambrian and lowest Cambrian strata in southern Poland. Acta Geol. Pol., **33**, p. 183–218, no. 1–4.

KOWALSKI W. R. (1987) — Trace fossils of the Upper Vendian and Lowermost Cambrian in Southern Poland. Bull. Acad. Pol. Sc. Earth Sc., **35**, p. 21–32, no. 1.

MASIAK M., ŻYLIŃSKA A. (1994) — Burgess Shale-type fossils in Cambrian sandstones of the Holy Cross Mountains. Acta Palaeont. Pol., **39**, p. 329–340, no. 4.

MIZERSKI W. (1995) — Geotectonic Evolution of the Holy Cross Mts in Central Europe. Biul. Państw. Inst. Geol., **372**, p. 1–49.

ORŁOWSKI S. (1964) — Middle Cambrian and its fauna in the eastern part of the Holy Cross Mts (in Polish with English summary). Studia Geol. Pol., **16**, p. 7–90.

ORŁOWSKI S. (1968*a*) — Cambrian of Łysogóry anticline in the Holy Cross Mountains (in Polish with English summary). Biul. Geol. Wydz. Geol. UW, **10**, p. 153–222.

ORŁOWSKI S. (1968*b*) — Upper Cambrian fauna of the Holy Cross Mts. Acta Geol. Pol., **18**, p. 257–291, no. 2.

ORŁOWSKI S. (1975) — Cambrian and Upper Precambrian lithostratigraphic units in the Holy Cross Mts (in Polish with English summary). Acta Geol. Pol., **25**, p. 431–448, no. 3.

ORŁOWSKI S. (1985*a*) — Lower Cambrian and its trilobites in the Holy Cross Mts. Acta Geol. Pol., **35**, p. 231–250, no. 3/4.

ORŁOWSKI S. (1985*b*) — New data on the Middle Cambrian trilobites and stratigraphy in the Holy Cross Mts. Acta Geol. Pol., **35**, p. 251–263, no. 3/4.

ORŁOWSKI S. (1988) — The Cambrian in the Holy Cross Mts. (in Polish with English summary). Prz. Geol., **36**, p. 5–9, no. 1.

ORŁOWSKI S. (1989) — Trace fossils in the Lower Cambrian sequence in the Świętokrzyskie Mountains, Central Poland. Acta Palaeont. Pol., **34**, p. 211–231, no. 3.

ORŁOWSKI S. (1992*a*) — The Cambrian period in the Holy Cross Mountains (Centenary of statement) (in Polish with English summary). Prz. Geol., **40**, p. 137–143, no. 3.

ORŁOWSKI S. (1992*b*) — Cambrian stratigraphy and stage subdivision in the Holy Cross Mountains, Poland. Geol. Mag., **129**, p. 471–474, no. 4.

ORŁOWSKI S. (1992*c*) — Trilobite trace fossils and their stratigraphical significance in the Cambrian sequence of the Holy Cross Mountains, Poland. Geol. Jour., **27**, p. 15–34.

ORŁOWSKI S., MIZERSKI W. (1995*a*) — Once more about geology of the Góra Wiśniówka (Góry Ś więtokrzyskie) (in Polish with English summary). Prz. Geol., **43**, p. 11–14, no. 1.

ORŁOWSKI S., MIZERSKI W. (1995*b*) — New data on geology of the Middle Cambrian rocks in the Klimontów Anticlinorium (Holy Cross Mts). Geol. Quart., **39**, p. 293–306, no. 3.

ORŁOWSKI S., WAKSMUNDZKI B. (1986) — The oldest Hyolitha in the Lower Cambrian of the Holy Cross Mountains. Acta Geol. Pol., **36**, p. 225–231, no. 1–3.

ORŁOWSKI S., RADWAŃSKI A., RONIEWICZ P. (1970) — The trilobite ichnocoenoses in the Cambrian sequence of the Holy Cross Mountains. Geol. Jour., Spec. Issue, **3**, p. 345–360.

ORŁOWSKI S., RADWAŃSKI A., RONIEWICZ P. (1971) — Ichnospecific variability of the Upper Cambrian Rusophycus from the Holy Cross Mts. Acta Geol. Pol., **21**, p. 341–348, no. 3.

SEILACHER A. (1970) — *Cruziana* stratigraphy of "non-fossiliferous" Palaeozoic sandstones. Geol. Jour., Spec. Issue, **3**, p. 447–476.

TOMCZYKOWA E. (1968) — Stratigraphy of the uppermost Cambrian deposits in the Świętokrzyskie Mountains (in Polish with English summary). Pr. Inst. Geol., **54**, p. 5–60.

ZASADY polskiej klasyfikacji, terminologii i nomenklatury stratygraficznej (1975) — Instrukcje i metody badań geologicznych, no. 33.