

Zdzisław MODLIŃSKI

Uwagi o rozprzestrzenieniu osadów piroklastycznych w ordowiku na Niziu Polskim

Wykonano próbę analizy ilościowej rozprzestrzenienia osadów piroklastycznych w ordowiku na Niziu Polskim. Wyciągnięto wnioski dotyczące położenia źródeł tego materiału i kierunków jego transportu. Z przeprowadzonej analizy wynika, że ordowickie osady piroklastyczne można wiązać z wulkanizmem geosynkliny kaledońskiej Europy Zachodniej i Środkowej.

WSTĘP

Osady piroklastyczne w ordowiku znane są w wielu profilach na Niziu Polskim. Były one przedmiotem szczegółowych badań petrograficznych wykonanych przez A. Langier-Kuźniarową (1971 *a, b*, 1976, 1977). Badania te prowadzono zespołem metod obejmujących analizę mikroskopową, rentgenograficzną, termiczną i chemiczną. Występowanie tych osadów omówiono również w opracowaniach stratygraficznych, zwłaszcza pod kątem wykorzystania wkładek bentonitowych przy korelacji osadów (Z. Modliński, 1973).

Celem niniejszego komunikatu jest próba dokonania ilościowej analizy rozprzestrzenienia osadów piroklastycznych na podstawie obserwacji makroskopowych. Do analizy wykorzystano profile 27 otworów wiertniczych (fig. 1) wykonanych głównie przez Instytut Geologiczny oraz Przedsiębiorstwo Poszukiwań Naftowych w Pile (otwory wiertnicze Nowa Wieś 1 i Brda 3), wybranych z ponad stu otworów osiagających ordowik na Niziu Polskim. Przy wyborze profili do opracowania kierowano się przede wszystkim obecnością odpowiednich próbek rdzeniowych lub istnieniem wiarygodnych obserwacji, a następnie rozmieszczeniem profili. W przypadku zgrupowania kilku wierceń w jednym niewielkim rejonie wybierano jeden profil reprezentatywny. Przydatnymi do badań były otwory pełnordzeniowane lub takie, w których próbki rdzeni pobrano z odcinków najczęstszego występowania wkładek piroklastycznych. Uzyskane dane liczbowe o ilości występowania wkładek,

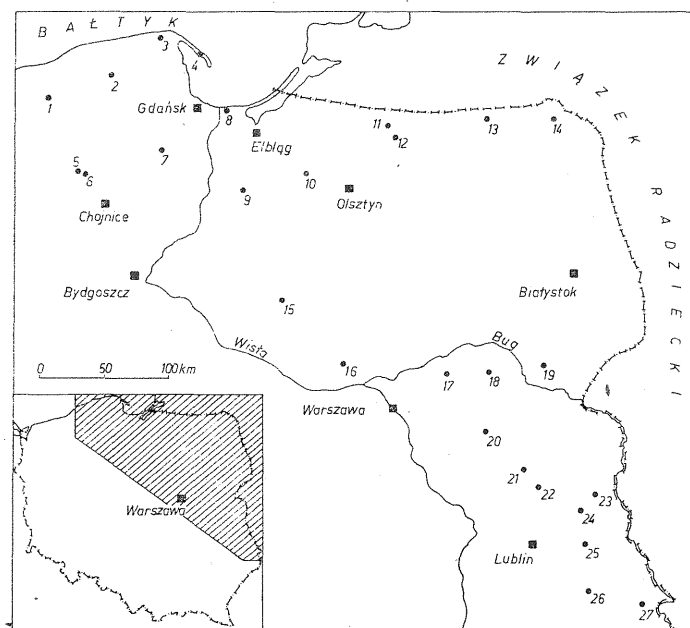


Fig. 1. Szkic lokalizacji omawianych otworów wiertniczych
Location of boreholes

1 — Słupsk IG 1; 2 — Lebork IG 1; 3 — Zarnowiec IG 1; 4 — Hel IG 1; 5 — Brda 3; 6 — Nowa Wieś 1; 7 — Kościerzyna IG 1; 8 — Gdańsk IG 1; 9 — Prabuty IG 1; 10 — Olsztyn IG 2; 11 — Bartoszyce IG 1; 12 — Kętrzyn IG 1; 13 — Gołdap IG 1; 14 — Jezioro Okrągłe IG 1; 15 — Szczawno 1; 16 — Płońsk IG 2a; 17 — Thuszcz IG 1; 18 — Wrotno IG 1; 19 — Stadniki IG 1; 20 — Zebrak IG 1; 21 — Radzyń IG 8; 22 — Parczew IG 10; 23 — Kaplonosy IG 1; 24 — Krowie Bagno IG 1; 25 — Łopiennik IG 1; 26 — Busówno IG 1; 27 — Terebin IG 5

jak też ich miąższości traktowano jako wartości przybliżone. Mogą być one bowiem obarczone dość znacznym błędem wywołanym zniszczeniem niektórych wkładek. Wkłádki bentonitów i tufitów odznaczają się małą zwięzłością, a w stanie mokrym są rozsypliwe, przez co wiele z nich mogło ulec zniszczeniu podczas wiercenia lub wydobywania próbek.

Dla przeprowadzonej analizy nieprzydatne były wyniki pomiarów geofizyki wiertniczej, gdyż tą metodą niemożliwe jest wykrycie obecności lamin i cienkich warstwek piroklastycznych, a nawet kilkudziesięciocentymetrowych wkładek nie można w sposób jednoznaczny odróżnić od otaczających je skał ilastych (Z. Modliński, T. Topulos, 1974).

W zakończeniu uwag wstępnych pragnę złożyć serdeczne podziękowania drowi hab. Z. Kotańskiemu za zachętę do podjęcia tego tematu a także za dyskusję dotyczącą zagadnień w nim poruszanych.

LITOLOGIA OSADÓW PIROKLASTYCZNYCH

Wkłádki i laminy piroklastyczne reprezentowane są przez bentonity, tufy i tufity (A. Langier-Kuźniarowa, 1971a), ponadto w iłowcach i mar-

głach spotyka się poziomy zawierające domieszkę materiału piroklastycznego w postaci nagromadzeń blaszek biotyty. Najczęściej występują bentonity, około 90% wszystkich wkładek. Są to skały zazwyczaj dość kruche, zabarwione na kolor oliwkowy, jasnopopielaty, szarozielonawy, szary, a rzadko szarobrunatny.

Szczegółowe badania petrograficzne i mineralogiczne wykazały (A. Langier-Kuźniarowa, 1971a, 1976), że podstawowym składnikiem tych skał jest substancja ilasta, łuskowata, utworzona przez struktury mieszane illit—montmorylonit. Ponadto zawierają one kwarc, skalenie potasowe, oligoklaz, biotyt. Skład utworów piroklastycznych wskazuje, iż pochodzenie ich związane jest z magmą przesyconą lub przynajmniej nasyconą krzemionką.

Powszechnym zjawiskiem, które towarzyszy występowaniu poziomów bentonitowych jest sylikifikacja sąsiadujących z nimi osadów. Zjawisko to można prawdopodobnie tłumaczyć przemianami substancji ilastej w obrębie wkładek bentonitowych, podczas których następuje uwolnienie a następnie odprowadzenie części krzemionki do sąsiednich osadów. Taki przebieg procesów sylikifikacji opisany jest z skał towarzyszących bentonitom staropaleozoicznym Gór Świętokrzyskich (W. Ryka, H. Tomczyk, 1959).

POZYCJA STRATYGRAFICZNA OSADÓW PIROKLASTYCZNYCH

Wkładowki piroklastyczne występujące w obrębie osadów ordowiku na Nizu Polskim mają, ogólnie biorąc, dość szeroki zasięg pionowy, znane są bowiem od arenigu dolnego (=piętro latorp według podziału nadbałtyckiego) po aszgil dolny (=piętro pirgu). Bardziej szczegółowa analiza rozprzestrzenienia tych wkładek wykazała, iż przyporządkowane są one do określonych ogniów stratygraficznych, które rozdzielone są większymi lub mniejszymi odcinkami praktycznie pozbawionymi domieszek piroklastycznych.

Inną dającą się zaobserwować prawidłowością jest wyraźne zwiększanie się zasięgu pionowego wkładek piroklastycznych ze wschodu na zachód, to jest w miarę zbliżania się do brzegu platformy prekambryjskiej. W najbardziej na wschód wysuniętych profilach (Jezioro Okrągłe IG 1, Gołdap IG 1, Kętrzyn IG 1, Stadniki IG 1, Wrotnów IG 1) wkładki bentonitowe znane są jedynie z dolnego karadoku, obejmującego poziomy graptolitowe *Diplograptus molestus* i *Climacograptus wilsoni* (=piętra idavere—johvi—keila). Zresztą na całym badanym obszarze w osadach tego wieku wkładki bentonitowe są najgrubsze i jest ich najwięcej (fig. 2), gdyż z ogólnej liczby (27) analizowanych utworów wiertniczych stwierdzono je w 19 przypadkach, podczas gdy w osadach nieco wyższego karadoku, odpowiadającego poziomowi *Dicranograptus clingani* (=piętra oandu—rakvere), wkładki zarejestrowano w 12 profilach. W 6 profilach wkładki piroklastyczne zostały zidentyfikowane w najniższym karadoku, obejmującym poziom *Nemagraptus gracilis* (=piętro kukruse) oraz w górnym karadoku — poziomie *Climacograptus styloideus* (=piętra nabala—vormsi).

Ponadto w trzech profilach wierceń cienkie wkładeczki bentonitowe

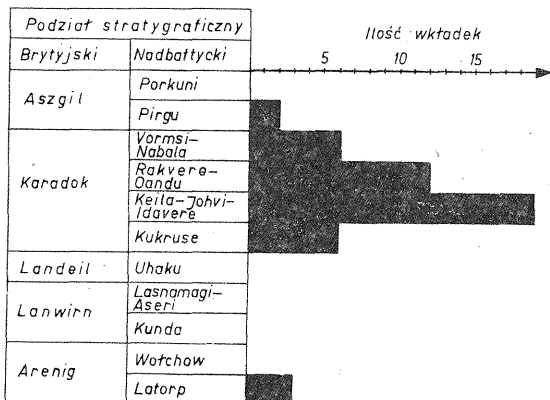


Fig. 2. Pionowe rozprzestrzenienie wkładek piroklastycznych w ordowiku
Vertical distribution of pyroclastic intercalations in the Ordovician

stwierdzone zostały w dolnym arenigu (=piętro latorp). Są to profile zlokalizowane w zachodniej części syneklizy perybałtyckiej (Kościerzyna IG 1, Gdańsk IG 1, Prabuty IG 1). W aszgilu dolnym (= piętro pirgu) wkładki tego typu napotkane zostały w dwu odległych od siebie profilach wierceń Żebrał IG 1 i Hel IG 1.

Istotny wpływ na pionowe i, oczywiście, poziome rozprzestrzenienie osadów piroklastycznych miały warunki panujące w zbiorniku sedymentacyjnym. Czynnikiem niesprzyjającym akumulacji bentonitów jak też tworzeniu się regularnych warstewek i lamin była wzmożona ruchliwość wód, wywołana położeniem podstawy falowania oraz obecnością prądów dennych. O istnieniu takich warunków świadczą liczne krótkotrwałe przerwy w akumulacji osadów ordowickich, które znalazły swoje odbicie w obecności powierzchni nieciągłości sedymentacyjnych (K. Jaworowski, Z. Modliński, 1972). Rejestrowane są również większe luki stratygraficzne spowodowane erodującym działaniem prądów dennych. Wpływ niesprzyjających warunków sedymentacji na liczebność wkładek bentonitowych stwierdzony został na terenie Skandynawii. V. Jaanusson (1964) tłumaczy w ten sposób zmniejszanie się liczby wkładek w niektórych rejonach Szwecji.

Pozycja stratygraficzna ordowickich bentonitów w nadbałtyckich republikach Związku Radzieckiego oraz w Skandynawii od dawna była przedmiotem szczegółowych badań (m. in. R. Mannil, 1966; P. Thorslund, 1948). Powszechnie uznana jest tam ich duża przydatność dla korelacji profili. Podstawowe zespoły warstewek bentonitów dolnokaradockich traktowane są jako równowiekowe na całym rozległym obszarze od północnej Estonii poprzez Łotwę, Szwecję, aż po rejon Oslo.

W osadach aszgilu, poza obszarem Polski, bentonity notowano jedynie w Szwecji (wiercenie Kinnekulle — G. Henningsmoen, 1848), w osadach arenigu obszarów nadbałtyckich natomiast bentonity nie są znane.

Poza obszarem platformy prekambryjskiej w Polsce bentonity stwierdzono w ordowiku Gór Świętokrzyskich w rejonie Mójczy (W. Ryka, H. Tomczyk, 1959) oraz w wierceniach wykonanych na północ od Łysogór (H. Tomczyk, M. Turnau-Morawska, 1967). W Mójczy występują one

w osadach zaliczanych do dolnego karadoku bądź pogranicza karadoku i landeilu, a na północy od Łysogór w utworach dolnego karadoku. W regionie kieleckim stwierdzono ponadto materiał tufogeniczny w osadach arenigu (J. Znosko, R. Chlebowski, 1970). Obserwacje te potwierdzają nadzwyczaj szerokie rozprzestrzenienie osadów piroklastycznych w dolnym karadoku.

ANALIZA ILOŚCIOWA ROZPRZESTRZENIENIA OSADÓW PIROKLASTYCZNYCH

Przedstawiona próba ilościowego ujęcia zmienności osadów piroklastycznych obejmuje mapkę sumarycznej miąższości osadów (fig. 3) oraz mapkę ilości warstw (fig. 4). Jakość danych wyjściowych do konstrukcji wspomnianych mapek omówiona została w uwagach wstępnych, dodatkową trudność sprawiała ocena miąższości nielicznych poziomów piroklastycznych, które nie tworzą wyraźnych warstewek i lamin. Są to poziomy utworzone przez nagromadzenia blaszek biotyту w obrębie osadów

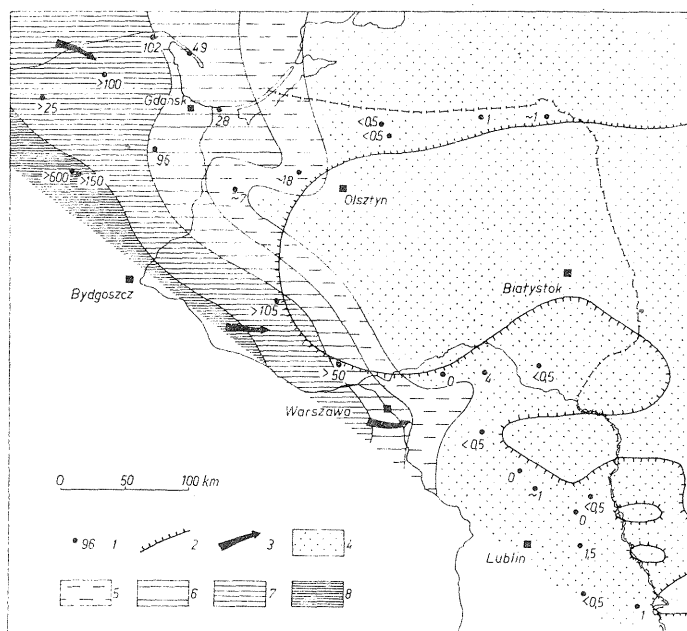


Fig. 3. Mapka sumarycznych miąższości osadów piroklastycznych ordowiku
Map of summative thickness of Ordovician pyroclastic deposits

1 — otwory wiertnicze i sumaryczna miąższość osadów piroklastycznych; 2 — obecna granica zasięgu osadów ordowiku; 3 — przypuszczalne kierunki transportu materiału piroklastycznego; 4 — sumaryczna miąższość osadów piroklastycznych w przedziale 0—5 cm; 5 — j.w. w przedziale 5—20 cm; 6 — j.w. w przedziale 20—100 cm; 7 — j.w. w przedziale 100—500 cm; 8 — j.w. więcej niż 500 cm

1 — boreholes and summative thickness of pyroclastic deposits; 2 — present extent of the Ordovician; 3 — inferred directions of transport of pyroclastic material; 4 — summative thickness of pyroclastic deposits, 0 to 5 cm interval; 5 — as above, 5—20 cm interval; 6 — as above, 20—100 cm interval; 7 — as above, 100—500 cm interval; 8 — as above, over 500 cm.

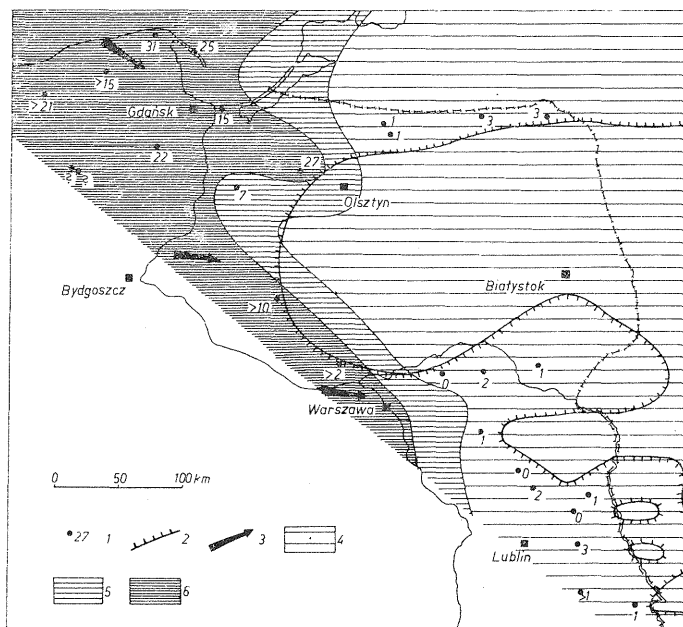


Fig. 4. Mapka ilości warstw piroklastycznych w osadach ordowiku

Map of number of pyroclastic layers in Ordovician deposits

1 — otwory wiertnicze i liczba warstw piroklastycznych; 2 — obecna granica zasięgu osadów piroklastycznych; 3 — przypuszczalne kierunki transportu materiału piroklastycznego; 4 — poniżej 5 warstw; 5 — od 5 do 10 warstw; 6 — powyżej 10 warstw
 1 — boreholes and number of pyroclastic layers; 2 — present extent of pyroclastic deposits; 3 — inferred directions of transport of pyroclastic material; 4 — less than 5 layers; 5 — 5 to 10 layers; 6 — more than 10 layers

ilastych i marglistych. W stosunku do tych poziomów konieczne było przyjęcie pewnego uproszczenia, a mianowicie założono jednolitą miąższość 0,5 cm przy sumowaniu danych do konstrukcji mapki miąższości sumarycznych (fig. 3).

Zawężenie analizy do wykonania jedynie dwu mapek spowodowane zostało trudnościami metodycznymi. Utwory piroklastyczne stanowią jedynie znikomą część całości profilu osadów ordowiku, co utrudnia konstrukcję mapek litofacjalnych obrazujących procentowy udział tych osadów, jak też mapek współczynnikowych.

Przedstawione mapki (fig. 3 i 4) pozwalają wnioskować o pochodzeniu materiału piroklastycznego i kierunkach jego transportu. Stosunkowo nieduża liczba punktów wykorzystanych przy konstrukcji mapek powoduje, że układ izolinii jest dość prosty. Podstawową prawidłowością, jaką można zaobserwować na obu mapkach, jest wzrost wartości parametrów przy posuwaniu się od północnego wschodu na południowy zachód. Zwiększanie się sumarycznej miąższości oraz liczby warstw osadów piroklastycznych można interpretować jako zbliżanie się do źródeł tego materiału.

Sumaryczna miąższość osadów piroklastycznych we wschodniej części badanego obszaru wynosi od 0 do 5 cm. Niskie wartości związane są tu nie tylko ze znacznym oddaleniem od źródeł tego materiału, lecz również,

prawdopodobnie, z najmniej sprzyjającymi warunkami dla ich akumulacji. W ordowiku obszar ten stanowił najbardziej płytkowodną część zbiornika sedimentacyjnego (Z. Modliński, 1973), która charakteryzowała się największą ruchliwością wód. Miąższości o wartościach 5—20 cm, 20—100 cm i 100—500 cm ułożone są w strefy o kierunku NNW—SSE, a więc równoległym — według obecnych poglądów — do przebiegu granicy między obszarem platformowym i geosynklinalnym w ordowiku. Zasygnalizowana w zachodniej części obszaru hipotetyczna strefa o miąższościach osadów piroklastycznych powyżej 500 cm wyróżniona została na podstawie wierceń Brda 3 i Nowa Wieś 1. W otworach tych zarejestrowano jedynie fragmenty profilu osadów karadoku (W. Bednarczyk, 1974) reprezentowane przez utwory ilasto-mułowcowe z pakietami tufitów. Są to osady sedimentacji typu geosynklinalnego. Ponieważ mamy tu do czynienia jedynie z niewielkimi fragmentami profilu, nie można określić całkowitej miąższości osadów piroklastycznych, w każdym razie jest ona tu prawdopodobnie wielokrotnie większa niż na obszarze platformowym.

Podobny układ stref obserwuje się również na mapce przedstawiającej ilość warstw osadów piroklastycznych (fig. 4). Zbieżność tych obrazów przemawia za wiarygodnością danych wyjściowych i poprawnością konstrukcji mapek. Analiza obu mapek pozwala na wyciągnięcie jednoznacznego wniosku, iż materiał piroklastyczny pochodzi z obszaru położonego poza platformą prekambryjską. Jest to zgodne z wcześniej wyrażonymi poglądami o związku bentonitów ordowickich znanych ze Skandynawii i nadbałtyckich republik Związku Radzieckiego z wulkanizmem geosynkliny kaledońskiej Europy Zachodniej i Środkowej (M. Lindström, 1974; J. Znosko, R. Chlebowski, 1976). W niektórych przypadkach czyniono próby bardziej precyzyjnego określenia tych związków, i tak P. Thor-slund (1948) przypuszcza, że źródło materiału, z którego powstały karadockie bentonity Szwecji, znajdowało się we wschodniej części Morza Północnego, G. Henningsmoen (1948) sugeruje związek bentonitów aszgiłu Szwecji z wylewami znanymi z regionu Trondheim Norwegii bądź też ze skałami efuzywnymi Wielkiej Brytanii. Aktywność w obrębie geosynkliny kaledońskiej w Skandynawii, a zwłaszcza związanej z ruchami tektonicznymi fazy ekne, uznawana jest za przyczynę powstania karadockich bentonitów na terenie nadbałtyckich republik Związku Radzieckiego (R. M. Mannil, 1966).

Ordowickie osady piroklastyczne Niżu Polskiego są prawdopodobnie produktem działalności wulkanicznej, która miała miejsce w geosynklinie kaledońskiej na zachodnim obszarze Polski. Według Z. Kotańskiego (informacja ustna) pochodzić mogą one z wysp wulkanicznych położonych między Pomorzem Środkowym a Sudetami. Możliwe jest oczywiście, że materiał piroklastyczny został przyniesiony przez wiatr i prądy morskie z bardziej odległych obszarów położonych na północny zachód od obszaru badań. Transport z południowego zachodu lub z południa jest mało prawdopodobny z uwagi na nieznaczny udział osadów piroklastycznych w ordowiku Gór Świętokrzyskich.

PIŚMIENNICTWO

- BEDNARCZYK W. (1974) — The Ordovician in the Koszalin-Chojnice region (West Pomerania). *Acta geol. pol.*, **24**, p. 581—598, nr 4. Warszawa.
- HENNINGSMOEN G. (1948) — The Tretaspis Series of the Kullatorp Core. In: Deep boring through Ordovician and Silurian Strata at Kinnekulle, Vestergötland, p. 374—432. Uppsala.
- JAANUSSON V. (1964) — The Viruan (Middle Ordovician) of Kinnekulle and Northern Billingen, Vestergötland. *Bull. Geol. Inst. Uppsala*, **42**, p. 1—73. Uppsala.
- JAWOROWSKI K., MODLIŃSKI Z. (1972) — Powierzchnie nieciągłości sedymentacyjnych w ordowiku wschodniej części synekliny perybałtyckiej (NE Polska). *Acta geol. pol.*, **22**, p. 711—733, nr 4. Warszawa.
- LANGIER-KUŹNIAROWA A. (1971a) — Bentonity polskie ordowiku i syluru. *Spraw. z Pos. Kom. nauk. PAN oddz. w Krakowie*, **14**, p. 297—299, nr 1. Kraków.
- LANGIER-KUŹNIAROWA A. (1971b) — Sylurskie bentonity Żarnowca. *Kwart. geol.*, **15**, p. 980—981, nr 4. Warszawa.
- LANGIER-KUŹNIAROWA A. (1976) — Wyniki badań petrograficznych — Ordowik. W: Profile głębokich otworów wiertniczych *Inst. Geol.*, z. 28, Żarnowiec IG 1. Warszawa.
- LANGIER-KUŹNIAROWA A. (1977) — Wyniki badań petrograficznych — Ordowik. W: Profile głębokich otworów wiertniczych *Inst. Geol.*, z. 39, Olsztyn IG 1, Olsztyn IG 2. Warszawa.
- LINDSTRÖM M. (1974) — Volcanic contributor to Ordovician pelagic sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, **44**, p. 287—291, nr 2.
- MODLIŃSKI Z. (1973) — Stratygrafia i rozwój ordowiku w północno-wschodniej Polsce. *Pr. Inst. Geol.*, **72**. Warszawa.
- MODLIŃSKI Z., TOPULOS T. (1974) — Wzorcowy profil geologiczno-geofizyczny ordowiku wschodniej części wyniesienia Łeby. *Kwart. geol.*, **18**, p. 257—265, nr 2. Warszawa.
- RYKA W., TOMCZYK H. (1959) — Bentonity w osadach staropaleozoicznych Gór Świętokrzyskich. *Kwart. geol.*, **3**, p. 689—711, nr 3. Warszawa.
- THORSLUND P. (1948) — The Chasmops Series of the Kullatorp Core. In: Deep boring through Ordovician and Silurian Strata at Kinnekulle, Vestergötland, p. 343—372. Uppsala.
- TOMCZYK H., TURNAU-MORAWSKA M. (1967) — Zagadnienia stratygrafii i sedymentacji ordowiku Łysogór w nawiązaniu do niektórych profilów obszaru południowego. *Acta geol. pol.*, **17**, p. 1—45, nr 1. Warszawa.
- ZNOSKO J., CHLEBOWSKI R. (1976) — Rewizja stratygrafii dolnego ordowiku w Górach Świętokrzyskich. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **16**, nr 1/2. Kraków.
- МЯННИЛЬ Р. М. (1966) — История развития Балтийского Бассейна в ордовике. *Инст. Геол. АН ЭССР. Таллин.*

Здзіслав МОДЛИЊСКИ

ЗАМЕЧАНИЯ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ПИРОКЛАСТИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ОРДОВИКЕ НА ПОЛЬСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Резюме

В отложениях ордовика на Польской низменности залегают тонкие пирокластические пропластки, представленные бентонитами, реже туффитами и скоплениями пластинок биотита в аргиллитах и мергелях. Пирокластические пропластки в общем довольно широко распространены в разрезе, встречаются от нижнего аренига (= ярусу латорп) до нижнего ашгиля (= ярусу пиргу). Более детальный анализ свидетельствует о их приуроченности к определенным стратиграфическим звеньям, разделенным большими или меньшими отрезками практически без этих отложений. Чаще всего пирокластические пропластки залегают в нижнем карадоке, куда входят граптолитовые горизонты *Diplograptus molestus* и *Climacograptus wilsoni* (= ярусам идавере — йыхви — кейла).

Для количественной оценки распространения этих отложений составлена карта суммарной мощности пирокластических отложений (фиг. 3) и карта количества пластов этих пород (фиг. 4), что позволяет судить о направлении транспортировки и локализации источников пирокластического материала. Наблюдается четко выраженное увеличение как суммарной мощности пирокластических пород, так и количества их пластов в направлении с востока на запад. В том же направлении расширяется их вертикальное стратиграфическое распространение. Эти факты можно объяснить приближением к источникам этого материала. Так же как в случае ордовикских бентонитов Скандинавии и Прибалтийских Республик Советского Союза, происхождение пирокластических пород на Польской низменности следует связывать с вулканизмом каледонской геосинклинали Западной и Центральной Европы.

Zdzisław MODLIŃSKI

SOME REMARKS ON DISTRIBUTION OF PYROCLASTIC DEPOSITS IN THE ORDOVICIAN OF THE POLISH LOWLANDS

Summary

Ordovician deposits from the Polish Lowlands are intercalated with thin layers of pyroclastic deposits represented by bentonites or, sometimes, tuffites and concentrations of biotite scales in claystones and marls. The stratigraphic range of these pyroclastic intercalations is fairly wide as they occur from the Lower Arenigian (= Latorpian stage) to Lower Ashgillian (= Pirgu stage). A more detailed analysis showed that they are confined to some stratigraphic links, being separated by more or less thick series practically without pyroclastic deposits. The pyroclastic intercalations are most common in the Lower Caradocian comprising graptolite

zones *Diplograptus molestus* and *Climacograptus wilsoni*, i.e. the Idavere — Johvi — Keila stages.

Maps of summative thickness of pyroclastic deposits (Fig. 3) and of number of pyroclastic layers (Fig. 4) were made for quantitative assessment of distribution of these deposits. The maps give some indications concerning the direction of transport and location of source areas of the pyroclastic material. There is noted a marked increase in both summative thickness of pyroclastic deposits and the number of pyroclastic layers towards the west. The stratigraphic range of these deposits also increases in that direction. This may be interpreted as the result of approaching to the sources of that material. Similarly as in the case of Ordovician bentonites from Scandinavia and Baltic Republics of the U.S.S.R., the origin of these pyroclastic deposits from the Polish Lowlands may be explained by volcanic activity in Caledonian geosyncline in western and central Europe.