

Zdzisław MODLIŃSKI, Bronisław SZYMAŃSKI

Dolny tremadok w rejonie Lidzbarku Warmińskiego

WSTĘP

Część wschodnia obniżenia perybałtyckiego jest ostatnio terenem intensywnie prowadzonych prac wiertniczych. W ich wyniku uzyskano tu szereg nowych i interesujących faktów geologicznych, które umożliwiły bardziej wnikliwe poznanie budowy geologicznej regionu.

Na szczególną zwłaszcza uwagę zasługują rezultaty wierceń zaprojektowanych i odwierconych w rejonie Lidzbarku Warmińskiego przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Naftowych w Wołominie. W trzech spośród tych wierceń napotkano osady najniższego ordowiku, tj. tremadoku. Są to następujące otwory wiertnicze¹: Zaręby 2, Pieszkowo 1 oraz Dębowiec Warmiński 2 (fig. 1).

Jest to pierwszy przypadek stwierdzenia udokumentowanych paleontologicznie osadów tremadoku w polskiej części obniżenia perybałtyckiego. Stwierdzenie to posiada duże znaczenie dla wyjaśnienia szeregu problemów stratygrafii i paleogeografii najniższych ogniów ordowiku oraz ich paleotektoniki i stosunku do niżej leżących kompleksów kambriu.

W pracy przedstawiono litologię i stratygrafię osadów tremadoku okolic Lidzbarku Warmińskiego, omówiono ich charakterystykę petrograficzną oraz podano uwagi dotyczące paleogeografii.

W poczuciu wdzięczności pragniemy złożyć serdeczne podziękowania geologom Przedsiębiorstwa Poszukiwań Naftowych w Wołominie, a zwłaszcza mgrowi F. Stolarczykowi i mgrowi M. Bojanowskiemu, których uprzejmości zawdzięczamy cenne informacje oraz udostępnienie próbek rdzeniowych z otworów wiertniczych Zaręby 2 i Pieszkowo 1.

Doc. drowi J. Znosce serdecznie dziękujemy za przejrzanie tekstu i wyrażone uwagi krytyczne.

STRATYGRAFIA I LITOLOGIA

We wschodniej części obniżenia perybałtyckiego bezpośrednio na podłożu kambryjskim leży niezgodnie, nieznacznej miąższości, pakiet skał zlepieńcowo-piaskowcowych tremadoku, które w stropie przykryte są

¹ Jedyńe dwa pierwsze z tych wierceń, tj. otw. Zaręby 2 i Pieszkowo 1 odwiercone były pełnordzeniowo w interwale występowania osadów tremadoku. Co się tyczy otworu Dębowiec Warmiński 2, to osady tremadoku przebito w nim bezrdzeniowo. Ich identyfikację oparto tu zatem jedynie na próbkach okruchowych oraz interpretacji wyników karotażu geofizycznego.

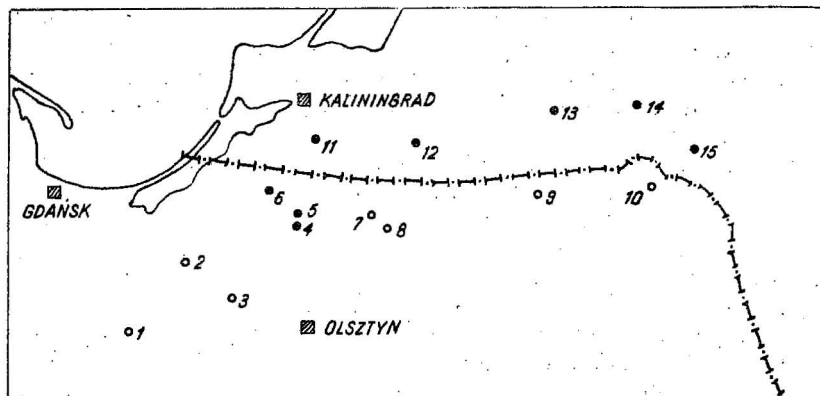


Fig. 1. Szkic lokalizacji wybranych otworów wiertniczych w obniżeniu perybaltyckim (kółkiem pełnym oznaczono otwory wiertnicze, w których stwierdzono osady tremadoku)

Situation sketch of some bore holes within the Peribaltic syncline (full circle determines bore holes, in which Tremadocian deposits have been encountered)

Otwory wiertnicze (bore holes): 1 — Prabuty IG 1, 2 — Pasiek IG 1, 3 — Olsztyn IG 2, 4 — Pieszkowo 1, 5 — Zareby 2, 6 — Dębowiec Warmiński 2, 7 — Bartoszyce IG 1, 8 — Kętrzyn IG 1, 9 — Gołdap IG 1, 10 — Jezioro Okragle 1, 11 — Niwiński, 12 — Prawdiński, 13 — Gusiew, 14 — Virbalis, 15 — Kalwaria

przez transgresywne osady glaukonitowo-piaszczyste dolnego arenigu (latorp). Granica pomiędzy tremadokiem i kambrem oraz tremadokiem i dolnym arenigiem jest zawsze wyraźna i ostra.

Zespół skał klastycznych tremadoku stanowi fragment odrębnego, transgresywnego cyklu sedymentacyjnego dolnego ordowiku.

Stratygrafia i głębokości występowania osadów kambru, tremadoku oraz przykrywających go młodszych ogniów ordowiku w profilach otworów wiertniczych rejonu Lidzbarku Warmińskiego² podane są w tabeli 1.

Tabela 1

Stratygrafia i głębokości występowania utworów ordowiku i kambru w otworach wiertniczych rejonu Lidzbarku Warmińskiego

Stratygrafia		Zareby 2	Pieszkowo 1	Dębowiec Warmiński 2
ORDOWIK	Aszgil	2168,5—2203,0 m	1973,0—2011,0 m	2495,0—2536,0 m
	Karadok	2203,0—2218,5 m	2011,0—2023,5 m	2536,0—2558,0 m
	Landeil	2218,5—2224,0 m	2023,5—2030,0 m	2558,0—2562,0 m
	Lanwirn	2224,0—2234,5 m	2030,0—2047,5 m	2562,0—2569,0 m
	Arenig	2234,5—2247,0 m	2047,5—2059,2 m	2569,0—2581,0 m
	Tremadok	2247,0—2249,0 m	2059,2—2061,5 m	2581,0—2583,0 m
KAMBR		2249,0—2250,5 m	2061,5—2106,5 m	2583,0—2787,0 m

² Profile stratygraficzne oraz głębokości poszczególnych ogniów kambru i ordowiku w otworach wiertniczych Zareby 2, Pieszkowo 1 i Dębowiec Warmiński 2, z uwagi na niepełne ich rdzenlowanie, oparto częściowo na wynikach otworowych badań geofizycznych.

W otworze wiertniczym Pieszkowo 1 tremadok spoczywa niezgodnie na skałach kambru, które reprezentowane są przez różnoziarniste, związane piaskowce kwarcowe z laminami mułowców. Płaszczyznę kontaktu pomiędzy skałami kambru a tremadokiem tworzy wyraźna, nierówna powierzchnia rozmycia.

Pakiet skał tremadoku rozpoczyna cienka warstwa szarego lub szarobrunatnego bazalnego zlepieńca, który złożony jest z bezładnie rozmieszczonych otoczków szarych i brunatnoszarych piaskowców kwarcowych, tkwiących w masie materiału piaszczystego. Otoczki są na ogół dobrze obtoczone, najczęściej owalne i nierównomiernie nagromadzone w skale. Średnica ich bywa zmienna i niekiedy dochodzi do 10 cm. Zlepience są skalą związłą, partiami gruzełkową i wtedy z reguły wapinistą bądź w różnym stopniu dolomityczno-wapiństą.

Zlepience ku górze profilu przechodzą stopniowo w piaskowce kwarcowe, głównie średnioziarniste z pojedynczymi żwirkami kwarcu o średnicy około 2 mm. Piaskowce są zwykle słabo związane, kruche i niekiedy porowate. Spoiwo ich jest skąpe, najczęściej ilasto-węglanowe lub węglanowo-ilaste. Barwa piaskowców bywa monotonna — szarozółta i szarobrunatna. W piaskowcach powszechne są liczne, drobne konkrecyjne gruzełki dolomityczno-węglanowe, zwykle jasnoszare i wyraźnie kontrastujące z otaczającym ciemniejszym tłem skały. Gruzełki rozmieszczone są w skale bezładnie i niekiedy tworzą nieregularne skupienia, w których często są one pozrastane i pozazębiane. Określonym partiom piaskowców nadają one swoisty gruzełkowy pokrój i znaczną niekiedy związłość³. Piaskowce często przepełnione są słabo zachowanymi i bezładnie rozmieszczonymi skorupkami ramienionogów z rodzaju *Obolus* bądź ich drobno pokruszonym i obficie czasem nagromadzonym detrytusem.

Profil tremadoku zamyka warstewka zlepieńca piaszczystego, bardzo związłego, który zbudowany jest z otoczków szarych piaskowców i mułowców. Zlepieniec zawiera bardzo liczną, słabo jednak zwykle zachowaną faunę ramienionogów, spośród których zidentyfikowano: *Obolus* cf. *apolinis* Eichwald oraz *Obolus* sp.

Strop serii skalnej tremadoku jest nierówny i wykazuje wyraźne ślady rozmycia. Na jego erozyjnie wymodelowanej powierzchni spoczywa niezgodnie, kontrastowo odmiennie wykształcony, transgresywny piaskowiec glaukonitowo-kwarcowy dolnego arenigu (latorp). Miąższość osadów tremadoku w otworze wiertniczym Pieszkowo 1 wynosi 2,3 m.

W otworze wiertniczym Zaręby 2 profil utworów tremadoku rozpoczyna warstwa bazalnego zlepieńca o miąższości około 1,0 m. Zlepieniec ułożony jest niezgodnie na ciemnoszarych mułowcach kambru (M. Bojanowski, 1970), których strop jest wyraźnie rozmyty.

Zlepieniec składa się z otoczków szarych piaskowców kwarcowych i mułowców oraz okruców i fragmentów skał fosforanowych, które tkwią bezładnie w gruboziarnistym, najczęściej nierównomiernie nagromadzonym materiale piaszczystym. Materiał skalny zlepieńców bywa na ogół dobrze obtoczony; otoczki w większości mają kształty wydłu-

³ Sposobem wykształcenia oraz składem mineralnym gruzełki żywo przypominają bliższe im genetycznie konkrecyjne indywidualia w piaskowcach obolusowych północno-wschodniej części obniżenia podlaskiego (B. Szymański, 1971).

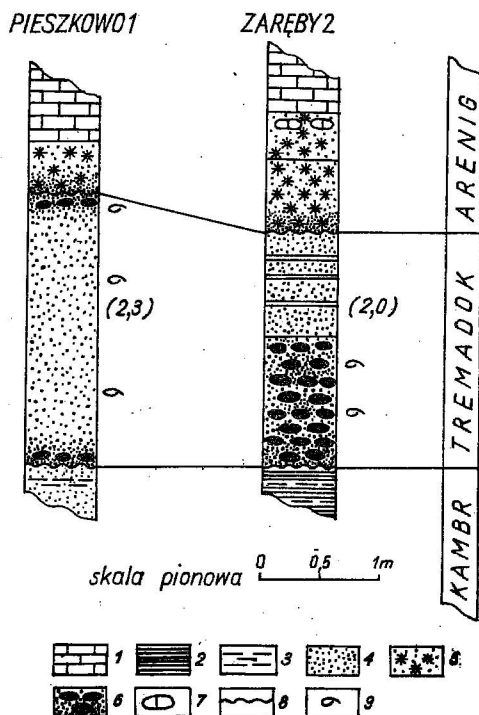
zone bądź elipsoidalne. Ich średnica jest zmienna, niekiedy dochodzi do 7 cm. Zlepieńce są skałą zwięzłą, czasem kruchą i zwykle w różnym stopniu wapnista. Barwa zlepieńców najczęściej bywa szara. Fauna w zlepieńcach jest niezbyt liczna i reprezentowana bywa jedynie przez okruchy i fragmenty skorupki ramienionogów z rodzaju *Obolus*.

Powyżej zlepieńców występują w profilu jednolicie wykształcone ciemnoszare, średnioziarniste piaskowce kwarcowe, nieregularnie przewarstwione przez wkładki piaskowców jasnoszarych. Piaskowce są nie-

Fig. 2. Zestawienie profili litologicznych dolnego tremadoku (Pakerort) z otworów wiertniczych Pieszkowo 1 i Zareby 2

Comparison of lithological sections of the Lower Tremadocian (Pakerort) found by bore holes Pieszkowo 1 and Zareby 2

- 1 — wapienie; 2 — łupki ilaste i ilowce; 3 — mułowce; 4 — piaskowce; 5 — piaskowce glaukonitowe; 6 — zlepieńce piaszczyste; 7 — gruzły wapienne; 8 — powierzchnie rozmyć; 9 — fauna ramienionogów
- 1 — limestones; 2 — clay shales and claystones; 3 — silstones; 4 — sandstones; 5 — glauconite sandstones; 6 — arenaceous conglomerates; 7 — calcareous nodules; 8 — washout surfaces; 9 — brachiopod fauna



zbyt zwięzłe, partiami kruche i zwykle nieco wapniste. Spoiwo skał piaskowcowych jest skąpe, głównie ilaste i ilasto-węglanowe. Piaskowce są najczęściej niewyraźnie poziomo warstwowane.

Piaskowce kwarcowe dość gęsto, choć nierównomiernie przewarstwiają cienkie, zwykle ostro zarysowane i regularne warstewki i laminy łupku ilastego. Łupki są skałą silnie zdiagenezowaną, zwięzłą i w różnym stopniu bitumiczną; łupkowatość ich zaznaczona bywa słabo. Łupki ilaste odznaczają się charakterystyczną ciemnobrunatną bądź ciemnobrunatnoszarą barwą⁴.

Warstewki i laminy łupku ilastego ułożone są w piaskowcach płasko, najczęściej równoległe — poziomo. Granice ich — zarówno w stropie, jak i w spągu — są zawsze płaskie i wyraźne. Jedynie przy baczniejszej

⁴ Skład mineralny łupków oraz ich charakter litologiczny bliskie są tzw. łupkom dictyonemowym tremadoku północno-wschodniej części obniżenia podlaskiego, których, być może, są one odpowiednikami litofacjalnymi.

obserwacji mikroskopowej widoczne są w nich drobne nieregularne zagłębienia i nierówności (tabl. VI, fig. 14; tabl. VII, fig. 15). Grubość warstewek i lamini ilastych jest w piaskowcach stała i waha się od 0,5 do 2 cm, a najczęściej wynosi nieco poniżej 1 cm.

W stropie piaskowce tremadoku graniczą wzdłuż ostrej i nierównej płaszczyzny z przykrywającymi je niezgodnie piaskowcami glaukonitowymi dolnego arenigu (laborp). Granica kontaktu obu ogniwi skalnych ma wyraźnie erozyjny charakter i świadczy o obecności w profilu luki sedymentacyjnej. Sumaryczna miąższość osadów tremadoku w otworze wiertniczym Zaręby 2 wynosi 2,0 m.

Pozycja stratygraficzna osadów zlepieńcowo-piaskowcowych tremadoku rejonu Lidzbarku Warmińskiego udokumentowana jest przez faunę ramienionogów, wśród których zidentyfikowano *Obolus* cf. *apollinis* Eichwald. Gatunek ten jednoznacznie określa wiek osadów jako tremadok dolny (pakerort).

UWAGI PALEOGEOGRAFICZNE

W obniżeniu perybałtyckim osady dolnego tremadoku (pakerortu) znane były dotychczas jedynie z jego wschodniej, tj. radzieckiej części (Z. Modliński, 1967), gdzie na terenach Litwy i obwodu Kaliningradzkiego W. A. Korkutis (1963, 1965) wyróżnił tzw. „warstwy obolusowe”.

W wykształceniu typowym „warstwy obolusowe” wyrażone są przez niewielkiej miąższości osady piaszczysto-zlepieńcowe z fauną *Obolus apollinis* Eichwald, które transgresywnie ułożone są na niżej leżących utworach kambru. Miąższość zlepieńcowo-piaskowcowych osadów „warstw obolusowych” wynosi od 5 do 45 cm.

Zlepienie i piaskowce „warstw obolusowych” W. A. Korkutisa stanowią wiekowy ekwiwalent niewątpliwie bliskich im litofacjalnie osadów dolnego tremadoku rejonu Lidzbarku Warmińskiego.

Dolny tremadok obniżenia perybałtyckiego ma także wiekowe odpowiedniki w piaszczysto-ilastym kompleksie tremadoku północno-wschodniej części obniżenia podlaskiego, gdzie odpowiadają mu piaskowce obolusowe, które reprezentują dolne ogniwa tremadoku dolnego (J. Znosko, 1964; J. Znosko, B. Szymański, 1968)⁵. Jest oczywiście jednak, iż trudno tu — przy braku dostatecznej dokumentacji paleontologicznej — określić jakiej części piaskowców obolusowych białowieskiego dolnego tremadoku odpowiadają osady zlepieńcowo-piaskowcowe obniżenia perybałtyckiego. Znajomość biostratygrafii obu zespołów skalnych umożliwi natomiast stwierdzenie, iż w obniżeniu perybałtyckim brak jest wiekowych ekwiwalentów białowieskich łupków dictyonemowych, tj. górnej części dolnego tremadoku (pakerortu).

Rozprzestrzenienie utworów dolnego tremadoku oraz rozkład ich litofacji w północno-wschodniej Polsce nasuwa dwie — w obecnym stanie znajomości paleogeografii tego okresu równie prawdopodobne — możliwości pierwotnego ich rozmieszczenia.

⁵ Rozbieżności w sposobie wykształcenia oraz miąższościach osadów dolnego tremadoku obu tych obszarów są konsekwencją diametralnie różnego ich położenia w obrębie dolno-tremadockiego zbiornika sedymentacyjnego.

1. Osady dolnego tremadoku tworzyły pierwotnie ciągłą bądź prawie ciągłą pokrywę na całym niemal obszarze północno-wschodniej Polski i terenach nadbałtyckich Związku Radzieckiego. W tym układzie paleogeograficznym byłyby one zatem rezultatem depozycji materiału w jednym zbiorniku sedymentacyjnym, a ich obecny brak na znacznych terenach NE Polski miałby charakter wtórny — erozyjny.

Za znacznie szerszym niż to obecnie stwierdzono rozprzestrzenieniem osadów dolnego tremadoku na terenach NE Polski przemawia między innymi obecność redeponowanej fauny pakerortu w transgresywnych utworach latorpu otworu wiertniczego Klewno 1 koło Reszla, gdzie brak jest osadów dolnego tremadoku, a piaskowiec glaukonitowy (glaukonityt) latorpu spoczywa bezpośrednio na podłożu kambryjskim⁶.

2. Osady dolnego tremadoku są efektem depozycji w strefie brzeżnej zbiornika sedymentacyjnego, którego linia brzegowa nieznacznie tylko odbiegała od aktualnego ich zasięgu, a którego oś przebiegała przez terytorium południowej Łotwy (R. M. Männil, 1966, rys. 48). W tym układzie paleogeograficznym zbiornik ten nie łączył się bezpośrednio ze zbiornikiem północno-wschodniej części obniżenia podlaskiego.

Ze studium paleostrukturnego dolnego tremadoku rejonu Lidzbarku Warmińskiego należy wnioskować, iż osadził się on tu w lokalnym przypuszczalnie obniżeniu paleoreliefu, które powstało przez silne zdenudowanie utworów kambryjskich. Za takim właśnie stanowiskiem paleogeograficznym dolnego tremadoku przemawia superpozycja rozkładu miąższości utworów kambru i tremadoku.

W otworach wiertniczych Zaręby 2, Pieszkowo 1 oraz Dębowiec Warmiński 2, a zatem w tych profilach, w których występuje tremadok, ma miejsce wyraźna redukcja miąższości kambru, który osiąga tu od 1,5 do 214,0 m, podczas gdy z dotychczasowych danych o regionalnym rozkładzie ich miąższości należało się w tej strefie spodziewać nie mniej niż 250,0 m utworów kambryjskich.

CHARAKTERYSTYKA PETROGRAFICZNA SKAŁ

Kompleks skalny dolnego tremadoku (pakerortu) obniżenia perybałtyckiego wyrażony jest przez skały litofacji zlepieńcowej, piaskowcowej i ilastej. Są to: zlepieńce drobnoziarniste, piaskowce kwarcowe różno- i średnioziarniste oraz ciemnobrunatne bitumiczne łupki ilaste.

⁶ W profilu tym W. Bednarczyk (1968) stwierdził w piaskowcach glaukonitowych uszkodzoną skorupkę *Obolus apollinis* Eichwald razem ze znacznie młodszym zespołem konodontów. Ta niejednoznaczna stratygraficznie dokumentacja paleontologiczna piaskowców glaukonitowych (glaukonitytu) stała się dla W. Bednarczyka podstawą uznania ich za górny tremadok. Zważywszy fakt, że wiek glaukonitytu został jednoznacznie określony na podstawie graptolitów w szeregu innych otworach wiertniczych z terenu NE Polski jako arenig dolny, tj. latorp (Z. Modliński, 1968), należy przyjąć, iż *Obolus apollinis* z otw. Klewno 1 znajduje się na wtórnym złożu. Na marginesie argumentacji W. Bednarczyka w kwestii tremadockiego wieku glaukonitytu w profilu Klewno 1 można by jej autorowi jedynie przypomnieć, iż „Facile creditur, quod desideratur” albowiem trudno jest przyjąć, aby skały facji glaukonitowej, bardzo znamiennej jako czuły wskaźnik warunków paleoklimatycznych i paleosedymentacyjnych, mogły się tworzyć na tak niedużym regionalnie obszarze w różnych poziomach stratygraficznych. W takim stanie rzeczy musielibyśmy pogodzić się z obocznym przejściem litofacjalnym utworów glaukonitowych w skały, które byłyby zaprzeczeniem warunków sedymentacyjnych i klimatycznych nieodzownych dla litofacji glaukonitowej.

ZLEPIENICE

Zlepienice dolnego tremadoku są jednolicie wykształconym typem skalnym, którego skład mineralny i litologiczny jest słabo zróżnicowany. Stopień obtoczenia materiału okruchowego zlepieńców bywa zmienny, najczęściej dobry. Wysortowanie składników skały jest zwykle złe.

Tekstura i struktura. Tekstura zlepieńców jest powszechnie beładna (tabl. I, fig. 3, 4; tabl. II, fig. 5, 6; tabl. III, fig. 7), często konkretna bądź gruzłowata, a w pewnych partiach niekiedy kierunkowa o słabo zaakcentowanym warstwowaniu. Struktura skały jest psefitowa i psefitowo-psammitowa, drobno- bądź różnoziarnista.

Skład mineralny i litologiczny. Skała składa się z ziarn i okruchów detrytycznego kwarcu, otoczków i fragmentów skał osadowych, okruchów i konkretnych skupień fosforanów, detrytusów skorupek ramiononogów oraz węglanów, substancji ilastej i skupień zrekrystalizowanej krzemionki, następnie muskowitu, glaukonitu, wodorotlenków i tlenków żelaza oraz pirytu. Skład mineralny zlepieńców uzupełniają minerały ciężkie.

Kwarc. Jest to — obok otoczków i fragmentów skał — główny składnik detrytyczny zlepieńców. Ilość ziarn i okruchów kwarcu jest w skale zmienna i waha się od 50 do 70% objętości.

W skale kwarc rozmieszczony jest beładnie, niekiedy tworzy cienkie, nieregularne smugi i skupienia. Ziarna kwarcu są w różnym stopniu obtoczone, najczęściej zaokrąglone o kształtach owalnych bądź elipsoidalnych. Ziarna ostrokrawędziste o pokroju nieregularnym lub graniastym należą do rzadkich. Stopień wysortowania detrytycznego kwarcu jest zwykle niski.

W ziarnach kwarcu zawarte są często wrostki cynkonu, muskowitu, apatyty, rzadko kalcyty bądź minerałów nieprzezroczystych (magnetyt?, ilmenit?). Ułożenie wrostków często bywa kierunkowe. Sporadycznie kwarc wykazuje faliste lub smużyste znikanie światła oraz posiada cienkie, zmiennej grubości obwódki regeneracyjne.

Wielkość ziarn kwarcu jest silnie zróżnicowana i waha się w granicach 0,05 ÷ 2,6 mm, sporadycznie osiąga nieco poniżej 3,0 mm, a najczęściej wynosi 0,7 ÷ 1,5 mm.

Okruchy skał. W zlepieńcach powszechnie są beładnie rozmieszczone, często pojedyncze otoczki i okruchy skał. Są one reprezentowane wyłącznie przez słabo zróżnicowany zespół skał pochodzenia osadowego.

W materiale skalnym zlepieńców stwierdzono piaskowce kwarcowe o spoiwie ilastym i krzemionkowo-ilastym, kwarcyty (tabl. I, fig. 3), fosforyty (tabl. I, fig. 4), wapienie średnio- i grubokrystaliczne (tabl. II, fig. 5) oraz mułowce i niekiedy skały ilaste typu łupków lub ikołupków.

Materiał okruchowy skał jest zwykle dobrze obtoczony i niewysortowany, najczęściej o pokroju owalnym, czasem wydłużonym (fosforyty, wapienie) bądź graniastym (kwarcyty, piaskowce kwarcowe).

Wielkość okruchów i fragmentów skał waha się w zlepieńcach od 0,4 do 5,0 mm, a niekiedy osiąga 10,0 cm.

Nagromadzenie materiału skalnego jest w zlepieńcach na ogół nierównomierne, najczęściej są to pojedyncze otoczki i okruchy, czasem jednak — szczególnie w partii przyspagowej — ilość ich przekracza 30% objętości skały.

Sposób wykształcenia oraz skład petrograficzny otoczków i fragmentów skalnych zlepieńców wskazuje, iż w większości pochodzą one przypuszczalnie z niżej leżącego kompleksu skał piaskowcowo-mułowcowo-iltych kambriu bądź wendo-kambriu⁷.

Węglany. Węglany wraz z minerałami ilystymi i pelitem kwarcowym są zasadniczym składnikiem mineralnym masy wypełniającej zlepieńców. Jest to głównie drobno-, sporadycznie średniokrystaliczny kalcyt oraz mniej liczny dolomit, którym towarzyszy niekiedy syderyt. Dolomit najczęściej wykształcony bywa w formie drobnych romboedrycznych kryształów, tworzących zwykle nieregularne agregatowe skupienia. Sporadycznie dolomit wypiera bądź tworzy pseudomorfozy po kalcycie. Skała zawiera czasem także drobne konkrecyjne skupienia syderytu. Ilość węglanów w skale jest zmienna i najczęściej nie przekracza 20%, a wyjątkowo wynosi około 30% objętości.

Sposób rozmieszczenia węglanów w zlepieńcach jest zwykle nierównomierny, często konkrecyjny bądź gruzłowy. Sporadycznie wypełniają one — głównie drobnokrystaliczny kalcyt — oienkie żyłki i nieregularne spękania (tabl. II, fig. 6).

Fosforany. Fosforany są powszechnym, choć podrzędnym i występującym w zmiennych ilościach składnikiem mineralnym zlepieńców. W skale tworzą one zwykle przypadkowych kształtów izotropowe skupienia i gruzelki bądź konkrecyjne nagromadzenia o nieostrych i postrzępionych na ogół granicach. Barwa fosforanów najczęściej bywa niejednolita — jasnożółta i jasnobrunatna, niekiedy brunatna lub ciemnobrunatna. Skupienia fosforanów powszechnie zawierają drobne, bezładnie rozmieszczone wydzielienia pirytu (tabl. III, fig. 8), rzadko — niejednorodnych optycznie, brunatnawych wodorotlenków żelaza.

W zlepieńcach fosforany rozmieszczone są zwykle nierównomiernie i najczęściej zgrupowane bywają w sąsiedztwie tych partii skały, które zawierają obfity detrytus skoruppek ramienionogów. Często też tworzą one w obrębie fragmentów skoruppek drobne wydzielienia lub zablizniają szczelinki i spękania. Sporadycznie fosforan wypiera węglany — głównie kalcyt.

Wielkość skupień fosforanowych jest silnie zróżnicowana i waha się od 0,03 do 0,3 mm. Sposób wykształcenia i rozmieszczenie fosforanów w skale świadczy o ich autogenicznym charakterze. Ilość fosforanów w zlepieńcach jest zmienna, najczęściej nie przekracza 3÷5% objętości skały.

Składniki pozostałe. Skład mineralny zlepieńców uzupełniają liczne, będące często elementem skałotwórczym, zwykle drobno pokruszone i częściowo obtoczone okruchy i fragmenty fosforanowo-

⁷ Co się tyczy pochodzenia otoczków i okruchów wapieni krystalicznych, to autorzy skłonni są sądzić, że ich źródłem może być nieznacznej miąższości kompleks jasnoszarych wapieni krystalicznych, zwykle nieco piaszczystych i pozbawionych fauny, których obecność stwierdzono w profilach otworów wiertniczych Olsztyn IG 2 (głęb. 2444,3 ÷ 2444,6 m) oraz Pastek IG 1 (głęb. 2738,8 ÷ 2739,1 m), a które w profilach tych podścielone są przez piaskowcowe utwory kambriu i przykryte przez transgresywnie ułożone osady dolnoarenickiego glaukonitytu (latorp). Z analizy pozycji strukturalnej wapieni oraz opisanych okruchów w zlepieńcach wynika, że kompleks węglanowy stanowi, być może, fragment ciągłej niegdyś pokrywy, która wraz ze starszym podłożem uległa rozczłonkowaniu na szereg bloków, a następnie z różną intensywnością — skutkiem niejednorodności pozycji paleostrukturalnej — była niszczone w cyklu erozyjnym pretremadockim i prearenickim.

-chitynowych skorupki ramienionogów (tabl. II, fig. 6; tabl. III, fig. 7), powszechny i obficie czasem nagromadzony piryt, tworzący nieregularne krystaliczne skupienia o wymiarach 0,01÷2,0 mm (tabl. III, fig. 7) oraz drobnoluseczkowe agregatowe skupienia niejednorodnych optycznie, najczęściej niskodwójłomnych minerałów ilastych, którym towarzyszy niekiedy kaolinit. Skała zawiera nadto nieregularne, drobne skupienia mozaikowo zrekrytalizowanej krzemionki, nieliczne łuseczki i blaszki muskowitu oraz sporadyczny bladezielonkowy, niekiedy zmieniony i wyblakły agregatowy najczęściej glaukonit o średnicy ziarn 0,08÷0,3 mm, następnie drobne ilości ciemno- i jasnobrunatnych wodorotlenków i tlenków żelaza, zwykle optycznie niejednorodnych ze słabo wyrażoną anizotropią oraz nie zidentyfikowaną, przypuszczalnie węglistą substancją organiczną w formie niewielkich strzępów. W skale rzadkie są także bliżej nie określone mikroskopowo drobne okruchy i ziarenka w różnym stopniu wtórnie zmienionych nie zbliźniaczonych skałeni. Z grupy minerałów ciężkich w zlepieńcach stwierdzono cyrkon, żółtoliwkowy, ciemnozielony i niebieski turmalin oraz apatyt i magnetyt.

Spoivo. Spoivo zlepieńców jest zwykle obfite, aczkolwiek rozmieszczone nierównomiernie. Jest ono najczęściej typu wypełniającego (tabl. I, fig. 3; tabl. II, fig. 5; tabl. III, fig. 7), partiami bazalnego (tabl. I, fig. 4; tabl. II, fig. 6) bądź o charakterze konkrecyjnym lub gruzełkowym.

Spoivo zlepieńców jest powszechnie węglanowe — głównie kalcytowe lub kalcytowo-dolomityczne (tabl. I, fig. 4; tabl. II, fig. 5, 6), niekiedy węglanowo-ilaste z wydzieleniami krzemionki i fosforanów (tabl. I, fig. 3; tabl. III, fig. 7).

PIASKOWCE

Piaskowce kwarcowe są jednolicie wykształconym petrograficznie typem skalnym, którego skład mineralny jest monotony i słabo zróżnicowany. Stopień wysortowania i obtoczenia materiału detrytycznego skał piaskowcowych są zwykle dobre.

Tekstura i struktura. Tekstura piaskowców jest beładna (tabl. IV, fig. 10; tabl. V, fig. 11, 12), czasem w pewnych partiach poziomo warstwowana bądź sporadycznie gruzełkowa. Struktura skały bywa powszechnie psammitowa — średnio- (tabl. V, fig. 12; tabl. VI, fig. 13, 14) i różnoziarnista (tabl. IV, fig. 9, 10; tabl. V, fig. 11).

Skład mineralny. Piaskowce zbudowane są głównie z ziarn detrytycznego kwarcu, węglanów, minerałów ilastych oraz fosforanów i glaukonitu. W ilościach podrzędnych występują w piaskowcach wodorotlenki i tlenki żelaza, piryt, detrytus skorupki ramienionogów oraz drobne ilości muskowitu i zrekrytalizowanej krzemionki. Skład mineralny skały uzupełniają minerały ciężkie.

Kwarc. Jest to zasadniczy składnik mineralny piaskowców. Ilość ziarn kwarcu bywa w skale zmienna i waha się od 60 do 80% objętości.

Kwarc rozmieszczony jest w piaskowcach najczęściej beładnie; niekiedy — zwłaszcza w piaskowcach różnoziarnistych — tworzy nieregularne smugi bądź beładnie rozmieszczone skupienia. Ziarna detrytycznego kwarcu są na ogół dobrze obtoczone, najczęściej o kształtach zaokrągłych, rzadziej owalnych lub elipsoidalnych. Ziarna ostrokrawędziste śla-

bo bądź częściowo tylko obtoczone należą do rzadkich. Stopień wysortowania detrytycznego kwarcu jest zwykle wysoki, czasem — głównie w odmianie różnoziarnistej — niejednorodny i najczęściej niski.

W kwarcu zawarte są często submikroskopowe inkluzje i wrostki, wśród których zidentyfikowano cyrkon, muskowit, turmalin oraz apatyt i minerały nieprzezroczyste (magnetyt?). Rozmieszczenie inkluzji i wrostków mineralnych w kwarcu najczęściej bywa bezładne, czasem łańcuskowe lub szeregowe.

Ziarna kwarcu — szczególnie w partiach piaskowców o spoiwie ilastym — często pokryte są cienką otoczką, która zbudowana jest z niskodwójłomnej, brunatnawo przeświecającej i krystalograficznie zorientowanej prostopadle do powierzchni ziarna, substancji ilastej. Grubość otoczek ilastych bywa zmienna i waha się od 0,01 do 0,09 mm (tabl. V, fig. 12; tabl. VI, fig. 13). Kwarc niekiedy posiada także cienkie obwódki regeneracyjne lub ich fragmenty. Sporadyczne ziarna detrytycznego kwarcu faliście bądź smugowo wygaszają światło.

Wielkość ziarn kwarcu jest zróżnicowana i waha się w granicach 0,08÷0,8 mm, najczęściej wynosi 0,25÷0,6 mm, a tylko sporadycznie osiąga nieco poniżej 1,0 mm.

Węglany. Węglany wraz z minerałami ilastymi są zasadniczym składnikiem mineralnym spoiwa piaskowców. Jest to głównie drobno-, czasem średniokrystaliczny kalcyt, któremu sporadycznie towarzyszą drobne skupienia syderytu. Węglany rozmieszczone są w skale nierównomiernie, często tworzą nieregularne, konkrecyjne skupienia. Ilość węglanów w piaskowcach wynosi przeciętnie około 20% objętości skały.

Fosforany. Fosforany są pospolitym, aczkolwiek w zmiennych zwykle ilościach występującym składnikiem autogenicznym piaskowców. W skale tworzą one najczęściej drobne, nieregularne izotropowe skupienia, których granice są na ogół nierówne, czasem postrzępione i nieostre. Barwy fosforanów są zmienne i niejednolite, najczęściej jasnobrunatne i żółtawe, niekiedy brunatne bądź intensywnie ciemnobrunatne. Sporadycznie fosforany są bezbarwne, często z delikatnym odcieniem słomkowym. Brzegi skupień fosforanowych niejednokrotnie bywają lekko rozjaśnione, wyblakłe. W fosforanach i ich skupieniach powszechne są nieregularne, bezładnie rozsiane, drobne wydzielienia i konkrecyjne gruzelki siarczków żelaza o średnicy 0,01÷0,03 mm.

Rozmieszczenie fosforanów w piaskowcach jest bezładne, czasem jednak tworzą one obfitsze nagromadzenia — głównie w sąsiedztwie skupień detrytusów skorupki ramienionogów oraz ciemnobrunatnych lamin bitumicznych łupków ilastych. Zwykle są one również liczniejsze w partiach piaskowców o spoiwie ilastym. Ilość fosforanów w piaskowcach zmienia się w szerokich granicach, średnio nie przekracza 5% objętości skały.

W określonych partiach piaskowców fosforany wypierają niekiedy kryształy kalcytu i glaukonit, a nierzadko tworzą nieregularne, drobne, wtórne charakteru wydzielienia w obrębie okruców i fragmentów skorupki ramienionogów. Czasem nierównomiernie przenikają one także nagromadzenia substancji ilastej powodując niejednolite jej zbrunatnienie i słabą reakcję na światło spolaryzowane.

Ze sposobu rozmieszczenia fosforanów w skale oraz konkrecyjnego

najczęściej wykształcenia ich skupień wynika, że jest to minerał w większości wtórny.

Wielkość skupień i wydzielen fosforanowych w piaskowcach bywa na ogół silnie zróżnicowana i waha się od 0,01 do 0,25 mm.

Glaukonit. Glaukonit jest pospolitym, choć niezbyt licznie reprezentowanym składnikiem mineralnym piaskowców. W skale jest on na ogół rozsiany bezładnie i tylko niekiedy tworzy obfitsze nagromadzenia. Są one najczęściej przywiązane do tych partii piaskowców, które sąsiadują z laminami ciemnobrunatnych łupków ilastych. Zawartość glaukonitu w piaskowcach jest zmienna, przeciętnie wynosi około 3% objętości skały; niekiedy brak go zupełnie.

Glaukonit tworzy w skale drobne, najczęściej luźno rozsiane ziarna lub niejednorodne optycznie agregatowe skupienia (tabl. V, fig. 12). Są one często owalne, zwykle jednak nieregularne, rozczłonkowane i postrzępione. Ich zarys najczęściej jest nieostry i rozmazany. Czasem ziarna pokryte są cienką i słabo przeświecającą otoczką brunatnych wodorotlenków żelaza. Barwy glaukonitu są zmienne i niejednolite, najczęściej jasnozielone lub blade zielone z odcieniem żółtawym. Brzegi ziarn i skupień glaukonitu z reguły są wtórnie zmienione, kryptokrystaliczne i w różnym stopniu zbrunatniałe bądź wyblakłe — pożółkłe. W glaukonicie pospolite są drobne i bezładnie rozsiane gruzełkowe wydzielienia oraz skupienia siarczków żelaza, których średnica waha się od 0,01 do 0,03 mm. Sporadycznie glaukonit wypierany jest — głównie w partiach peryferycznych ziarn — przez kalcyt, izotropowe fosforany oraz wodorotlenki żelaza. Wielkość ziarn i agregatowych skupień glaukonitu jest zróżnicowana i waha się w granicach 0,08–0,45 mm.

Składniki pozostałe. Skład mineralny piaskowców uzupełniony jest przez licznie miejscami nagromadzone, drobno pokruszone i często wtórnie zmienione, jasnobrunatne i bezbarwne okruchy fosforanowo-chitynowych skorupek ramienionogów, pospolity choć niezbyt obfity piryt tworzący nieregularne skupienia o średnicy 0,01–0,4 mm oraz agregatowe najczęściej nagromadzenia niejednorodnych optycznie, drobnoluseczkowych i słabo zwykle przeświecających minerałów ilastych. Skała zawiera nadto drobne, nieregularne skupienia submikroskopowo zrekrystalizowanej krzemionki, nieliczne drobne łuseczki i blaszki muskowitu oraz pospolite, choć nagromadzone w ilościach podrzędnych, ciemno- lub jasnobrunatne optycznie niejednorodne skupienia wodorotlenków i tlenków żelaza. Sporadycznie piaskowce zawierają drobne, dobrze obtoczone ziarna i okruchy detrytycznych izotropowych ciemnobrunatnych fosforytów o średnicy do 0,3 mm oraz słabo przeświecającą lub nieprzezroczystą nierównomiernie i bezładnie rozmieszczoną brunatnoczarną substancję bitumiczną. Z grupy minerałów ciężkich w piaskowcach stwierdzono cyrkon, ciemnozielony turmalin oraz apatyt.

Spoiwo. Spoiwo piaskowców jest na ogół obfite, tylko czasem bywa ono skąpe i rozmieszczone zwykle nierównomiernie; przeważa spoiwo typu wypełniającego (tabl. IV, fig. 10; tabl. V, fig. 11) bądź wypełniająco-stykowego (tabl. V, fig. 12), często o rozmieszczeniu konkretyjnym.

Spoiwo piaskowców jest zwykle węglanowo-ilaste (tabl. IV, fig. 10; tabl. V, fig. 11, 12), partiami ilaste z drobnymi wydzieleniami kalcytu i fosforanów.

ŁUPKI ILASTE

Skały ilaste są jednolicie i specyficznie wykształconym typem skalnym, który wyrażony jest przez ciemnobrunatne, silnie zdiagenezowane łupki bitumiczne. Skład mineralny łupków ilastych jest monotony i słabo zróżnicowany.

Tekstura i struktura. Skały ilaste mają powszechnie słabo wyrażoną bądź niewyraźną makroteksturę łupkową, często zbitą. Mikrotekstura łupków jest zwykle bezładna (tabl. VII, fig. 15, 16; tabl. VIII, fig. 17, 18), niekiedy ze słabo zaakcentowanym, kierunkowym ułożeniem składników mineralnych. Struktura łupków jest pelitowa.

Skład mineralny. Łupki zbudowane są głównie z niejednorodnej optycznie, brunatnawej i słabo najczęściej reagującej na światło spolaryzowane substancji ilastej ze znaczną zawartością bituminów. Ilość bituminów w skale jest zwykle zmienna i z reguły są one rozmieszczone nierównomiernie; czasem tworzą obfite nagromadzenia i impregnacje, które przesłaniają częściowo lub całkowicie obraz mikroskopowy. Barwa substancji bitumicznej jest niestała, najczęściej brunatnoczarna lub czarna, miejscami rozjaśniona bądź przyciemniona. Bituminy są optycznie izotropowe, nieprzezroczyste lub niekiedy słabo plamiście przeświecające.

Skład mineralny łupków wyrażony jest nadto przez obficie nagromadzone, nieregularne, najczęściej amebowate skupienia jasno- i ciemnobrunatnych, izotropowych fosforanów (tabl. VII, fig. 16; tabl. VIII, fig. 17, 18), skałotwórczo występujący piryty w formie drobnego bezładnie rozszanego pigmentu o średnicy poniżej 0,01 mm lub nieregularnych konkretyjnych skupień i gruzełków o wymiarach 0,05÷0,3 mm (tabl. VII, fig. 15, 16; tabl. VIII, fig. 17, 18) oraz powszechny, choć nierównomiernie rozproszony i niezbyt liczny bladezielony, najczęściej autogeniczny glaukonit, który często jest nieostro odgraniczony od otaczającego tła ilastego i w różnym stopniu bywa wtórnie zmieniony — wyblakły i spirytyzowany (tabl. VII, fig. 15). Łupek zawiera także bezładnie rozmieszczone drobne blaszki i łuseczki muskowitu, nieregularne strzępiaste skupienia drobnokrystalicznego kalcytu z wydzieleniami syderytu (tabl. VIII, fig. 17, 18) oraz niewielkie nagromadzenia mozaikowo zrekrytalizowanej krzemionki, wreszcie drobne gruzełki brunatnych wodorotlenków i tlenków żelaza i nie zidentyfikowane czarne strzępki nieprzezroczystej substancji węglistej (węglisto-chitynowej?)⁸. W skale obecne są również drobne ziarenka i okruchy detrytycznego kwarcu, których średnica wynosi najczęściej 0,01÷0,03 mm, a sporadycznie przekracza 0,1 mm (tabl. VII, fig. 15, 16; tabl. VIII, fig. 18).

Łupek powszechnie, choć nierównomiernie użyłony bywa siecią nieregularnych mikroszczelin, które wypełnione są przez izotropowe fosforany, drobnokrystaliczny kalcyt oraz bituminy lub niekiedy przez siarczki żelaza — piryty i markasyt? (tabl. VII, fig. 15; tabl. VIII, fig. 17, 18)⁹.

⁸ Co do której nie jesteśmy jednak w stanie stwierdzić, że stanowi ona resztki zniszczonych rabdozomów graptolitów.

⁹ Sposób ukształtowania i charakter mikroszczelin zdają się świadczyć, iż w większości są one przypuszczalnie pochodzenia diagenetycznego.

PODSUMOWANIE

Rekapitulując rezultaty badań nad utworami dolnego tremadoku (pakerortu) obniżenia perybałtyckiego można stwierdzić, co następuje:

1. Kompleks skalny dolnego tremadoku (pakerortu) obniżenia perybałtyckiego spoczywa transgresywnie na podścielających go osadach piaskowcowo-mułowcowych kambru, a przykryty jest w stropie przez transgresywnie leżący glaukonit arenigu dolnego (latorp).

2. Pomiedzy kambryjskim podłożem a kompleksem dolnego tremadoku (pakerortu), który w spągu wyrażony jest przez cienką warstwę bazalnego zlepieńca, istnieje przypuszczalnie znaczny, choć nie udokumentowany w pełni paleontologicznie, hiatus stratygraficzny.

3. Równie znaczna luka stratygraficzna ma miejsce pomiędzy osadami dolnego tremadoku (pakerortu) i wyżej leżącym glaukonitytem arenigu dolnego (latorp); wyraża się ona brakiem młodszych przypuszczalnie poziomów tremadoku dolnego (pakerortu) oraz utworów tremadoku górnego (ceratopyge).

4. Skąpa dokumentacja faunistyczna osadów dolnego tremadoku (pakerortu) w profilu otworów wiertniczych Pieszkowo 1 i Zaręby 2 — szczególnie brak oznaczalnych szczątków graptolitów — uniemożliwia drobiazgowo określenie ich pozycji biostratygraficznej w obrębie podpiętra.

5. Utwory dolnego tremadoku obniżenia perybałtyckiego w sposób jednoznaczny korelują się z równowiekowymi osadami obszarów sąsiednich: Litwy, Estonii oraz obniżenia podlaskiego w Polsce.

6. Sekwencja typów skalnych, ich charakter lito- i biofacjalny oraz sposób wykształcenia zdają się świadczyć, iż są to przypuszczalnie ekwiwalenty poziomów litostratygraficznych Maardu i Suurjõe pakerortu Estonii (A. Loog, E. Kivimägi, 1968).

7. Studium paleogeograficzne i litofacjalne osadów dolnego tremadoku (pakerortu) obszaru nadbałtyckiego pozwala sądzić, że fragmentaryczny ich profil ujawniony w obniżeniu perybałtyckim jest częścią niegdyś bardziej kompletnie wykształconej i bardziej rozprzestrzenionej regionalnie serii, która skutkiem lokalnych predyspozycji paleostrukturnych mogła niekiedy — choćby częściowo — zachować się przed niszczącym działaniem erozji prearenickiej.

8. W tym stanie rzeczy jest prawdopodobne, że dalsze prace wiertnicze mogą ujawnić w obniżeniu perybałtyckim kompletniej wykształcone profile utworów tremadoku dolnego.

9. Kompleks skalny dolnego tremadoku obniżenia perybałtyckiego wyrażony jest przez jednolicie i monotonnie wykształcony zespół skał zlepieńcowo-piaskowcowo-ilastych.

10. Słabo zróżnicowany skład mineralny i litologiczny oraz dobre obtoczenie i niski najczęściej stopień wysortowania składników zlepieńców i piaskowców wskazuje, że ich materiał detrytyczny pochodzi z dezintegracji i resedymantacji skał głównie osadowych.

11. Skład mineralny i litologiczny otoczków i fragmentów skalnych zlepieńców pozwala sądzić, że zostały one zaczerpnięte w większości z niżej leżących serii skał piaskowcowo-mułowcowo-ilastych kambru bądź kambro-wendu, z którymi wykazują pokrewieństwo petrograficzne. Stu-

dium petrograficzne materiału okruchowego zlepieńców wskazuje, że obszarem ich alimentacji były tereny pozbawione odsłoneń skał magmowych i metamorficznych; tym samym uzasadniony wydaje się pogląd, że obecnie wydzwignięty element tektoniczno-morfologiczny platformy, tj. wyniesienie mazursko-suwałskie nie stanowił w sensie paleotektonicznym strefy wyniesionej, a w każdym razie w jego obrębie nie odsłaniały się i nie były erodowane w tremadoku skały krystaliczne prekambryjskiego fundamentu, które pokrywał płaszcz skał osadowych kambru lub wendo-kambru.

12. Źródłem okruchów i fragmentów wapieni krystalicznych zlepieńców był przypuszczalnie kompleks skał węglanowych stwierdzony w profilach otworów wiertniczych Olsztyn IG 2 i Pasłek IG 1, w których spoczywa on na piaskowcowych utworach kambru i przykryty jest przez transgresywnie leżący glaukonit arenigu dolnego (Iatorp).

13. Brak dokumentacji paleontologicznej w skałach węglanowych z Olsztyna i Pasłeka uniemożliwia jednoznaczne określenie ich pozycji biostratygraficznej. Ze stanowiska, jakie wapienie zajmują w obu profilach oraz z faktu obecności ich okruchów i fragmentów w zlepieńcu podstawowym tremadoku dolnego Pieszkowa i Zaręb, można jednak wnioskować, że są one bezsprzecznie starsze od ordowiku.

14. Sposób wykształcenia i charakter petrograficzny ciemnych łupków bitumicznych dolnego tremadoku obniżenia perybałtyckiego wskazuje, że są one bliskie bądź identyczne litofacjalnie z tzw. łupkami dictyonemowymi prowincji nadbałtyckiej oraz obniżenia podlaskiego w Polsce.

15. Sekwencja piaskowców i ciemnych łupków ilastych w profilu dolnego tremadoku obniżenia perybałtyckiego wyraża się specyficzną rytmiką, będącą wynikiem okresowych, krótkotrwałych i raptownych oscylacji litofacji ilastej ciemnej, które powodowały chwilowy zanik depozycji materiału psammitowego.

Zakład Geologii Struktur Wgłębnych Niżu
i Zakład Złóż Rud Żelaza Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 14 maja 1971 r.

PIŚMIENNICTWO

- BEDNARCZYK W. (1968) — Ordowik rejonu Kętrzyna (NE Polska). *Acta geol. pol.*, 18, p. 707—744, nr 4. Warszawa.
- BOJANOWSKI M. (1970) — Dokumentacja wynikowa otworu Zaręby 2. *Arch. Inst. Geol. (maszynopis)*. Warszawa.
- MODLIŃSKI Z. (1967) — Stratygrafia ordowiku w obniżeniu litewskim (polska część syneklizy perybałtyckiej). *Kwart. geol.*, 11, p. 68—74, nr 1. Warszawa.
- MODLIŃSKI Z. (1968) — O pozycji stratygraficznej ordowickich glaukonitytów w zapadlisku podlaskim. *Prz. geol.*, 16, p. 474—476, nr 10. Warszawa.
- SZYMAŃSKI B. (1971) — Dolny ordowik północno-wschodniej części obniżenia podlaskiego. *Kwart. geol.*, 15, p. 528—544, nr 3. Warszawa.
- ZNOSKO J. (1964) — Ordowik Białowieży i Mielnika. *Kwart. geol.*, 8, p. 60—72, nr 1. Warszawa.

- ZNOSKO J., SZYMAŃSKI B. (1968) — Tremadoc and Arenig of North-Eastern Poland and their significance to the adjacent areas. *Biul. Inst. Geol.*, 237, p. 29—37. Warszawa.
- КОРКУТИС В. А. (1963) — Некоторые данные о литостратиграфии тискрекской свиты „оболовых” слоев и лээтсэского горизонта и их положении в разрезе кембрия — ордовика в Литовской ССР. *Вопр. Геол. Литвы*, стр. 373—383. Вильнюс.
- КОРКУТИС В. А. (1965) — Новые данные о верхнекембрийских отложениях Южной Прибалтики. *Геология и нефтеносность палеозоя Южной Прибалтики. Труды Инст. Геол.*, вып. 1, стр. 7—15. Вильнюс.
- ЛООГ А., КИВИМЯГИ Э. (1968) — Литостратиграфия пакерортского горизонта в Эстонии. *Изв. АН Эст. ССР*, 17, стр. 374—384, № 4. Таллин.
- МЯННИЛЬ Р. М. (1966) — История развития Балтийского Бассейна в ордовике. *Инст. Геол. АН Эст. ССР*. Таллин.

Здзіслав МОДЛИŃСКИ, Броніслав ШИМАŃСКИ

НИЖНИЙ ТРЕМАДОК В РАЙОНЕ ЛИДЗБАРКА ВАРМИНЬСКОГО

Резюме

Восточная часть Прибалтийской впадины в последнее время является территорией интенсивных буровых работ. В 1970 году в трех скважинах, расположенных около Лидзбарка Варминьского, встречены палеонтологически документированные отложения самого нижнего ордовика, т. е. тремадока. Это следующие буровые скважины: Зарембы 2, Пешково I и Дембовец Варминьски 2 (фиг. 1).

Комплекс пород нижнего тремадока (пакерорт) Прибалтийской впадины трансгрессивно залегает на подстилающих его песчанисто-алевролитовых отложениях кембрия, а перекрыт трансгрессивно залегающим глауконитом нижнего аренига (латори). Между кембрийским основанием и комплексом нижнего тремадока (пакерорта), который в подошве представлен тонким пластом базального конгломерата, имеется, вероятно, значительный, хотя и палеонтологически не вполне документированный, стратиграфический перерыв. Значительный стратиграфический перерыв также имеет место между отложениями нижнего тремадока и вышележащим глауконитом нижнего аренига (латори); он выражен отсутствием, вероятно, младших горизонтов нижнего тремадока (пакерорт), а также верхнего тремадока (цера-топиге).

Группа пород нижнего тремадока (пакерорт) представлена конгломератом средне и разнозернистых кварцевых песчаников и переслаивающимися их тонкими пропластками и слоями темнокоричневых битумических глинистых сланцев, которые являются литофациальными аналогами, так называемых, диктионемовых сланцев (фиг. 2).

Конгломератово-песчанистые породы содержат значительное количество обычно плохо сохранившихся, раскрошенных скорлуп брахипод, среди которых определены: *Obolus* cf. *apollinis* Eichwald а также *Obolus* sp.

Мощность отложений нижнего тремадока (пакерорта) польской части Прибалтийской впадины составляет 2,0—2,3 м.

Отложения нижнего тремадока в районе Лидзбарка Варминьского однозначно коррелируются с одновозрастными отложениями соседних территорий: Литвы — так называемые

„оболосовые пласты” (А. А. Коркутис, 1963, 1965), Эстонии — пакерорт (А. Лоог, Е. Кивимяги, 1968), а также Подляской впадины в Польше — оболосовые песчаники (Е. Зноско, 1964; Е. Зноско, Б. Шиманьски, 1968; Б. Шиманьски, 1971).

Палеогеографическое и литофациальное изучение отложений нижнего тремадока (пакерорт) Прибалтийской территории позволяет считать, что фрагментарный их разрез, выявленный в Прибалтийской впадине, является частью когда-то более полно представленной и шире регионально распространенной серии, которая в результате локальных палеоструктурных склонностей иногда могла хотя бы частично избежать разрушающего воздействия предаренигской эрозии.

Из петрографического анализа обломочного материала конгломератов нижнего тремадока следует, что территорией их алиментации были пространства, на которых отсутствовали обнажения магматических и метаморфических пород; тем самым, как нам кажется, имеются основания для мнения о том, что приподнятый в настоящее время тектоническо-морфологический элемент платформы, т. е. Мазурско-Сувалкское поднятие, в палеотектоническом смысле не составлял поднятой зоны, а во всяком случае в его пределах не обнажались и не подвергались эрозии в тремадоке кристаллические породы докембрийского фундамента, покрытые чехлом осадочных пород кембрия или вендо-кембрия.

Zdzisław MODLIŃSKI, Bronisław SZYMAŃSKI

THE LOWER TREMADOCIAN IN THE REGION OF LIDZBARK WARMIŃSKI

Summary

The eastern part of the Peri-Baltic syncline has, in the recent years, been an area of intense drilling activity. In 1970, three bore holes (Zareby 2, Pieszkowo 1, and Dębowiec Warmiński 2), situated near Lidzbark Warmiński, entered here the lowermost Ordovician formations, i.e. the Tremadocian ones, evidenced palynologically (Fig. 1).

The rock complex of the Lower Tremadocian (Pakerort) in the Peri-Baltic syncline transgressively rests on the underlying sandstone-siltstone deposits of Cambrian age, being covered with the transgressive glauconite of the Lower Arenigian (Latorp.). Between the Cambrian basement and the complex of the Lower Tremadocian (Pakerort), which occurs at the bottom as a thin layer of basal conglomerate, there exists probably a considerable, though paleontologically not determined in detail, stratigraphical gap. A similar stratigraphical gap is found to occur between the Lower Tremadocian deposits and the higher resting glauconite of the Lower Arenigian (Latorp.). The gap is expressed by a lack of probably younger horizons of the Lower Tremadocian (Pakerort) and of the Upper Tremadocian (Ceratopge).

The rock complex of the Lower Tremadocian (Pakerort) consists of conglomerates, as well as of medium-grained and variously grained quartz sandstones, intercalated with thin layers and laminae of dark brown oil clay shales, which are the lithological equivalents of the so-called Dictyonema shales (Fig. 2).

The conglomerate-sandstone rocks contain rich, but usually poorly preserved and crushed tests of brachiopods, like *Obolus* cf. *apollinis* Eichwald and

Obolus sp. The thickness of the Lower Tremadocian (Pakerort) deposits amounts, in the Polish part of the Peri-Baltic syncline, to 2,00 — 2,3 m.

The Lower Tremadocian formations from the Lidzbark Warmiński region may be correlated with the deposits of the same age from the adjacent areas: Lithuania — the so-called „Obolus Beds” (W. A. Korkutis 1963, 1965); Estonia — Pakerort (A. Loog, E. Kivimägi 1968), and the Podlasie depression in Poland — Obolus sandstones (J. Znosko, 1964; J. Znosko, B. Szymański, 1968; B. Szymański, 1971).

The palaeogeographical and lithofacial studies of the Lower Tremadocian (Pakerort) deposits of the Baltic area allow us to suppose that their fragmentary section, discovered in the Peri-Baltic syncline, is part of a previously more completely developed and more regionally extended series which, due to the local palaeostructural predisposition, may have, partly at least, been preserved from the destructing activity of the pre-Arenigian erosion.

The petrographical analysis of the fragmental material of the Lower Tremadocian conglomerates demonstrates that regions deprived of magmatic and metamorphic rock exposures were their alimentation area here. In consequence of this, an opinion may be now accepted that the elevated tectonic-morphological element of the platform, i.e. the Mazury-Suwałki elevation, did not constitute, in palaeotectonic sense, any uplifted zone or, at least, no crystalline rocks of the Precambrian basement, covered with the Cambrian or Wendian-Cambrian mantle, were exposed or eroded within this area.

TABLICA I

Fig. 3. Zlepieniec z okruchem kwarcytu. Otwór wiertniczy Pieszkowo 1; głęb. około 2061,3 m; mikole skrzyżowane, pow. około 20 ×

Conglomerate with quartzite fragment. Bore hole Pieszkowo 1; depth about 2061,3 m; crossed nicols, enl. approximately × 20

Fig. 4. Zlepieniec z okruchami fosforytów. Otwór wiertniczy Pieszkowo 1; głęb. około 2061,3 m; mikole skrzyżowane, pow. około 20 ×

Conglomerate with phosphorite fragments. Bore hole Pieszkowo 1; depth about 2061,3 m; crossed nicols, enl. approximately × 20

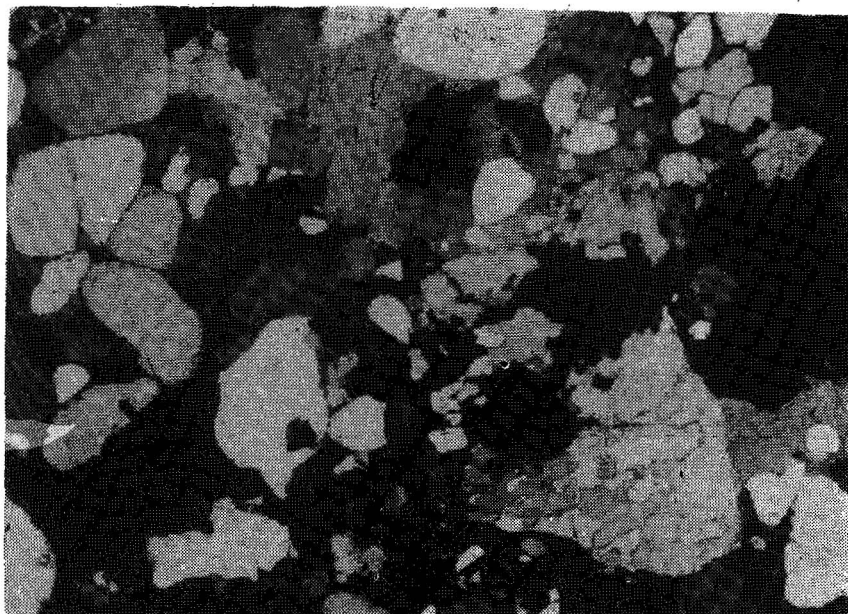


Fig. 3

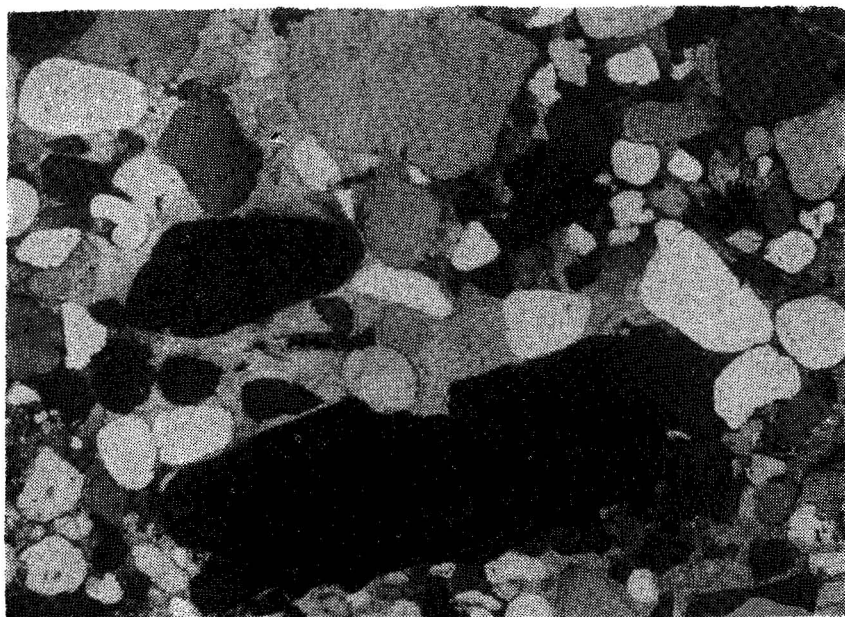


Fig. 4

Zdzisław MODLINSKI, Bronisław SZYMANSKI — Dolny tremadok w rejonie Lidzbarku
Warmińskiego

TABLICA II

- Fig. 5. Zlepieniec z okruchami wapieni. Otwór wiertniczy Pieszkowo 1; głęb. około 2061,2 m; nikiel skrzyżowane, pow. około 20 ×
Conglomerate with limestone fragments. Bore hole Pieszkowo 1; depth about 2061,2 m; crossed nicols, enl. approximately × 20
- Fig. 6. Zlepieniec z żyłkami kalcytu i fragmentem skorupki ramienionoga. Otwór wiertniczy Pieszkowo 1; głęb. około 2061,4 m; nikiel skrzyżowane, pow. około 20 ×
Conglomerate with calcite veins and a fragment of brachiopod test. Bore hole Pieszkowo 1; depth about 2061,4 m; crossed nicols, enl. approximately × 20

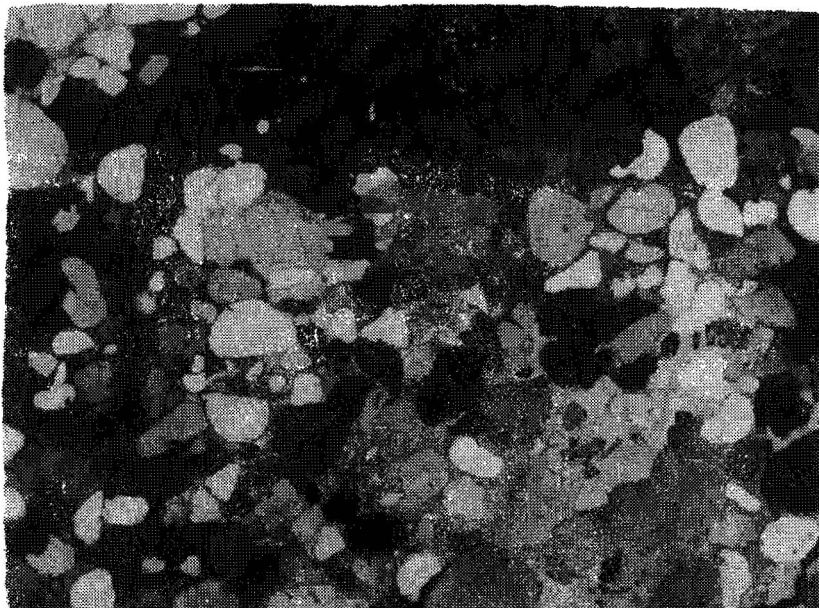


Fig. 5



Fig. 6

TABLICA III

Fig. 7. Zlepieniec z okruchami skorupiek ramienionogów, pirytem i otoczkami fosforytów. Otwór wiertniczy Pieszkowo 1; głęb. około 2061,2 m; nikiel równoległe, pow. około 20 ×

Conglomerate with fragments of brachiopod tests, pyrite and phosphorite pebbles. Bore hole Pieszkowo 1; depth about 2061,2 m; parallel nicols, enl. approximately × 20

Fig. 8. Zlepieniec — ziarno fosforanu ze skupieniami pirytu. Otwór wiertniczy Pieszkowo 1; głęb. około 2061,2 m; nikiel równoległe, pow. około 40 ×

Conglomerate — a phosphate grain with pyrite concretions. Bore hole Pieszkowo 1; depth about 2061,2 m; parallel nicols, enl. approximately × 40

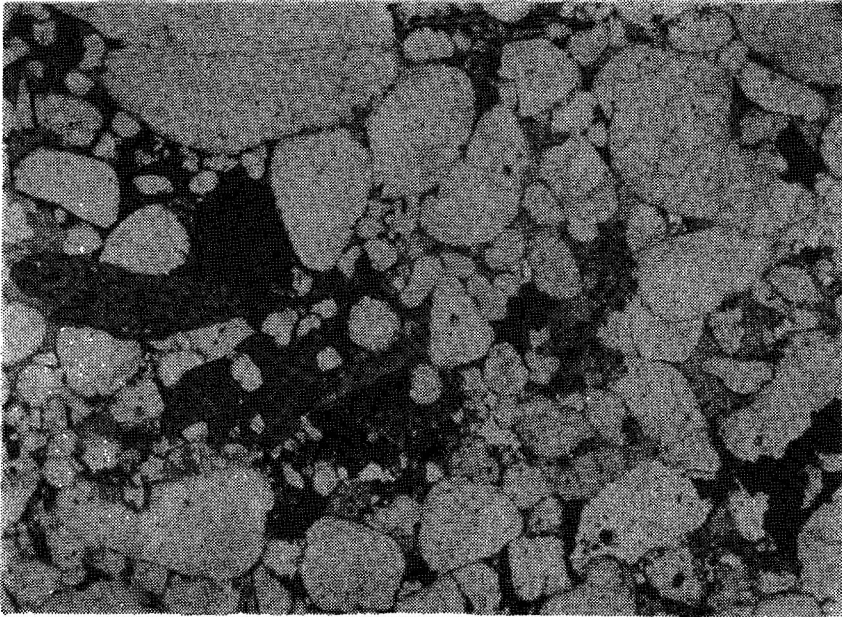


Fig. 7

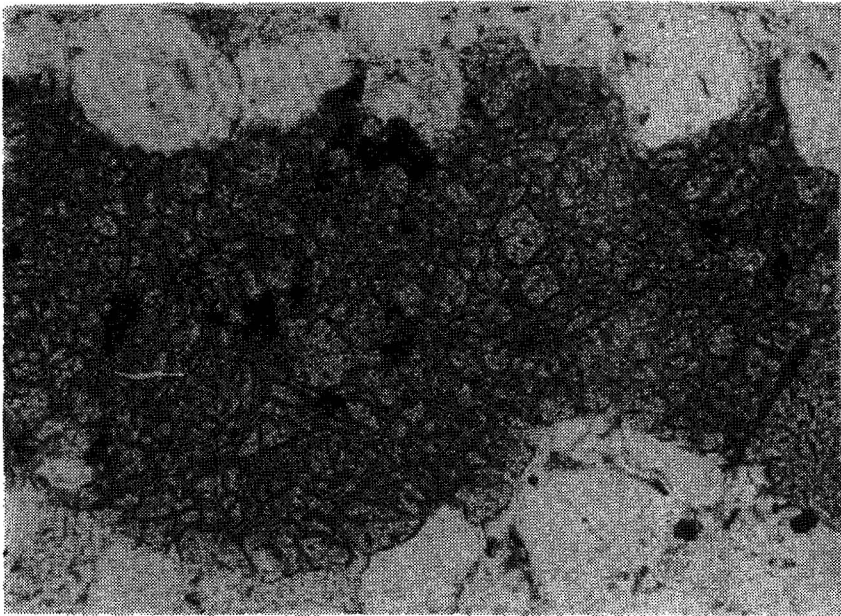


Fig. 8

Zdzisław MODLINSKI, Bronisław SZYMANSKI — Dolny tremadok w rejonie Lidzbarku
Warmińskiego

TABLICA IV

Fig. 9. Kontakt zlepieńca z piaskowcem różnoziarnistym. Otwór wiertniczy Pieszkowo 1; głęb. około 2061,1 m; nikole skrzyżowane, pow. około 20 ×

Contact between conglomerate and variously grained sandstone. Bore hole Pieszkowo 1; depth about 2061,1 m; crossed nicols, enl. approximately × 20

Fig. 10. Piaskowiec różnoziarnisty. Otwór wiertniczy Pieszkowo 1; głęb. około 2059,5 m; nikole skrzyżowane, pow. około 20 ×

Variouly grained sandstone. Bore hole Pieszkowo 1; depth about 2059,5 m; crossed nicols, enl. approximately × 20

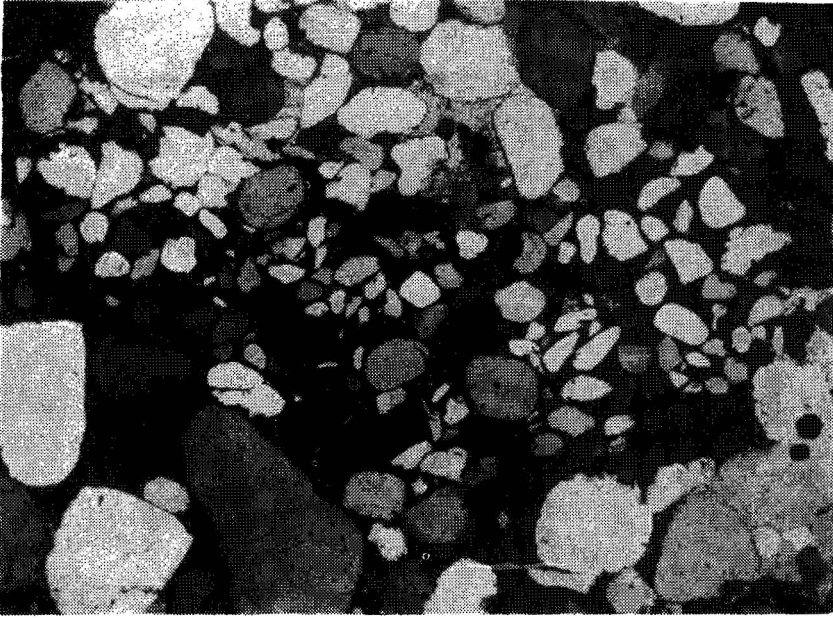


Fig. 9

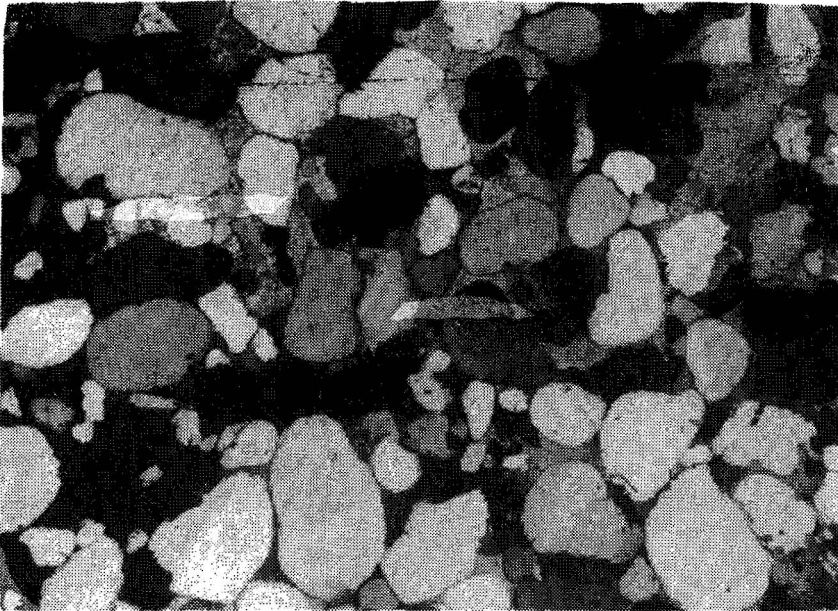


Fig. 10

Zdzisław MODLINSKI, Bronisław SZYMANSKI — Dolny tremadok w rejonie Lidzbarku
Warmińskiego

TABLICA V

Fig. 11. Piaskowiec różnoziarnisty. Otwór wiertniczy Pieszkowo 1; głęb. około 2059,5 m; nikole skrzyżowane, pow. około 20 ×

Variously grained sandstone. Bore hole Pieszkowo 1; depth about 2059,5 m; crossed nicols, enl. approximately × 20

Fig. 12. Piaskowiec średnioziarnisty. Otwór wiertniczy Zaręby 2; głęb. około 2247,5 m; nikole skrzyżowane, pow. około 20 ×

Medium-grained sandstone. Bore hole Zaręby 2; depth about 2247,5 m; crossed nicols, enl. approximately × 20

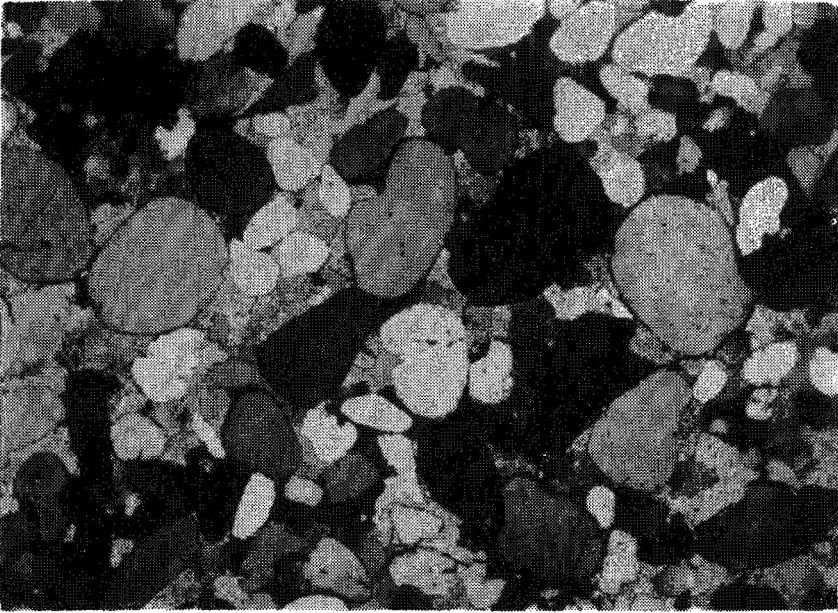


Fig. 11

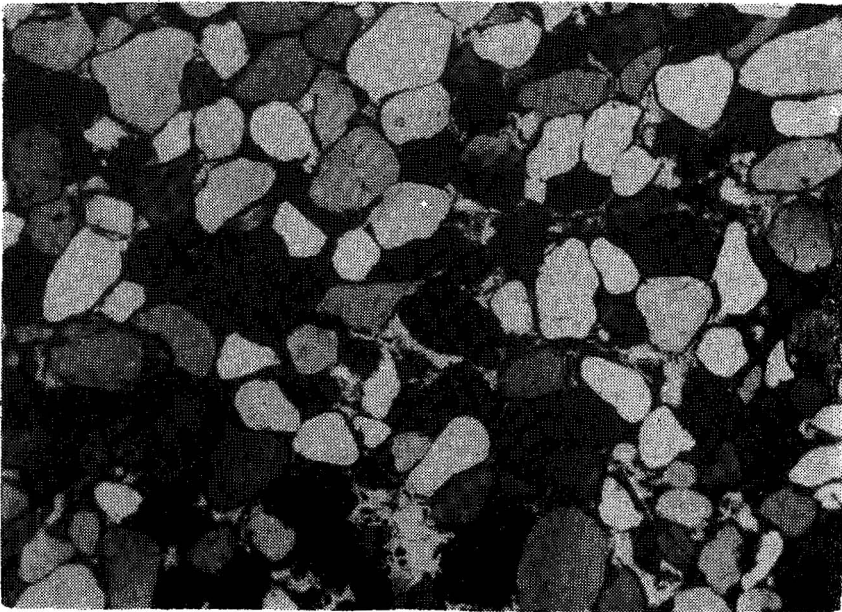


Fig. 12

Zdzisław MODLINSKI, Bronisław SZYMAŃSKI — Dolny tremadok w rejonie Lidzbarku
Warmińskiego

TABLICA VI

Fig. 13. Piaskowiec średnioziarnisty — ziarna kwarcu z obwódkami ilastymi. Otwór wiertniczy Zaręby 2; głęb. około 2247,5 m; nikiel równoległe, pow. około 40 ×

Medium-grained sandstone — quartz grains with clay rims. Bore hole Zaręby 2; depth about 2247,5 m; crossed nicols, enl. approximately × 40

Fig. 14. Kontakt piaskowca średnioziarnistego z łupkiem ilastym. Otwór wiertniczy Zaręby 2; głęb. około 2247,6 m; nikiel równoległe, pow. około 20 ×

Contact between medium-grained sandstone and clay shale. Bore hole Zaręby 2; depth about 2247,6 m; parallel nicols, enl. approximately × 20

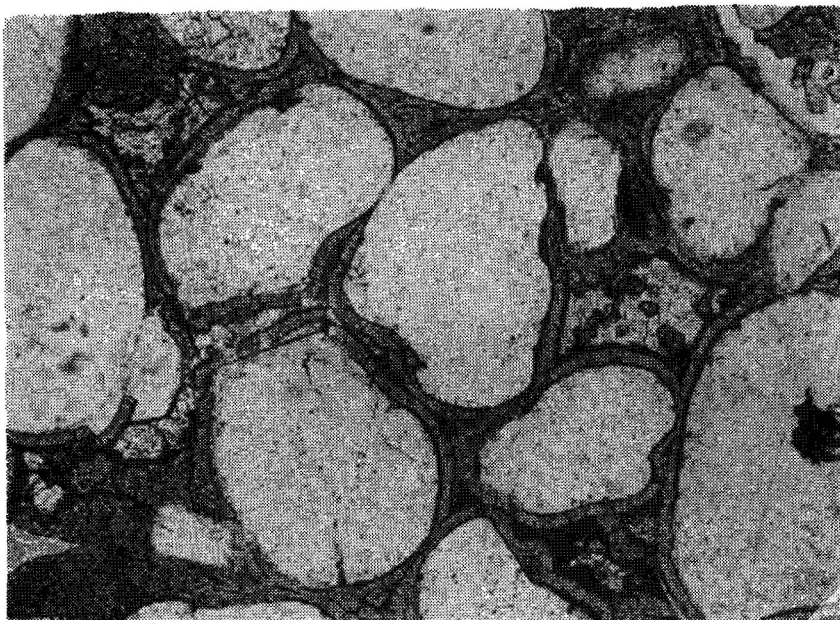


Fig. 13

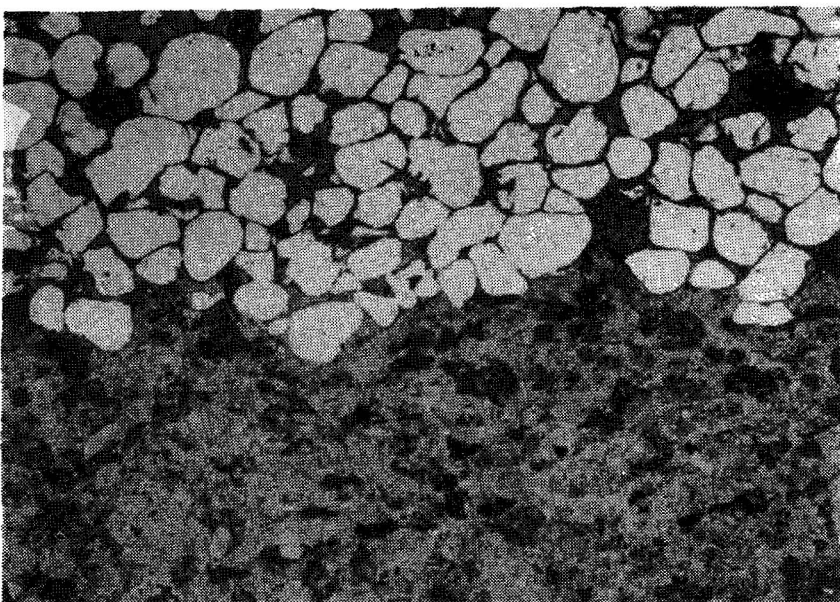


Fig. 14

TABLICA VII

- Fig. 15. Lamina łupku ilastego w piaskowcu średnioziarnistym. Otwór wiertniczy Zaręby 2; głęb. około 2247,6 m; nikiel równoległe, pow. około 20 ×
Lamina of clay shale in medium-grained sandstone. Bore hole Zaręby 2; depth about 2247,6 m; parallel nicols, enl. approximately × 20
- Fig. 16. Łupek łąasty z ziarnami detrytycznego kwarcu. Otwór wiertniczy Zaręby 2; głęb. około 2247,6 m; nikiel równoległe, pow. około 40 ×
Clay shale with grains of detrital quartz. Bore hole Zaręby 2; depth about 2247,6 m; parallel nicols, enl. approximately × 40

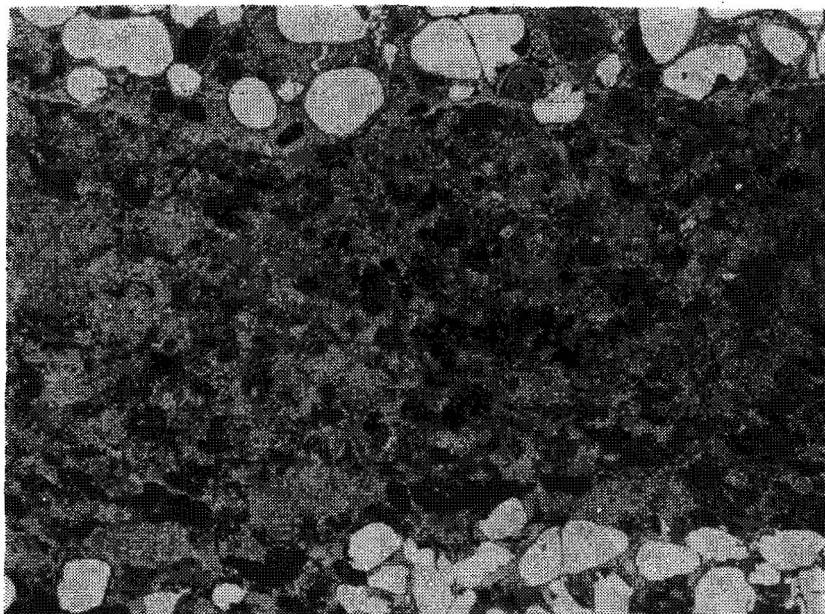


Fig. 15

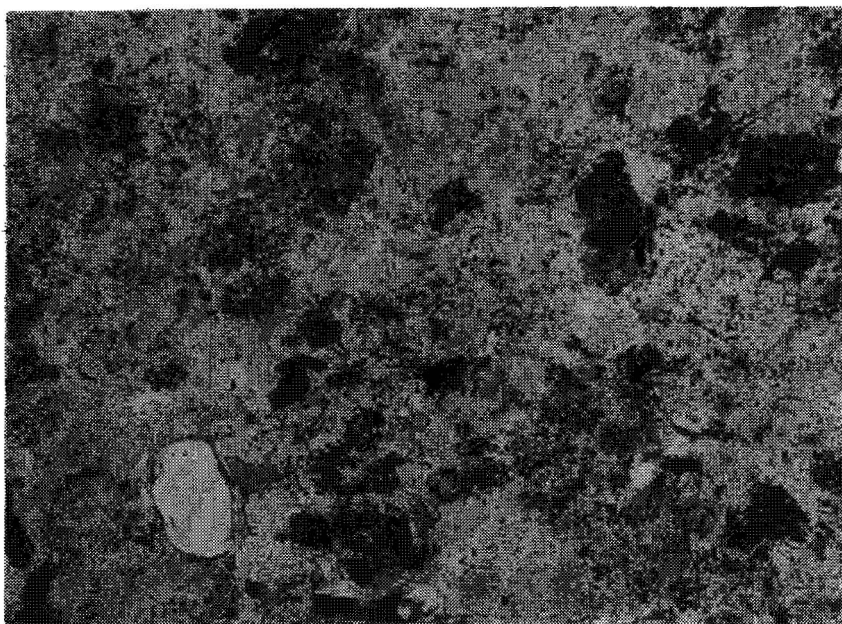


Fig. 16

TABLICA VIII

Fig. 17. Łupek łąasty z pigmentem i skupieniami pirytu oraz węglanami. Otwór wiertniczy Zareby 2; głąb. około 2247,6 m; nikiłe równoległe, pow. około 40 ×

Clay shale with pigment and pyrite concretions, and with carbonates. Bore hole Zareby 2; depth about 2247,6 m; parallel micols, enl. approximately × 40

Fig. 18. Łupek łąasty ze skupieniami fosforanów i chalcedonu. Otwór wiertniczy Zareby 2; głąb. około 2247,6 m; nikiłe równoległe, pow. około 40 ×

Clay shale with concretions of phosphates and chalcedony. Bore hole Zareby 2; depth about 2247,6 m; parallel micols, enl. approximately × 40

Zdjęcia wykonano w Pracowni Fotografii Instytutu Geologicznego
Photographs taken at the Photography Laboratory, Geological Institute

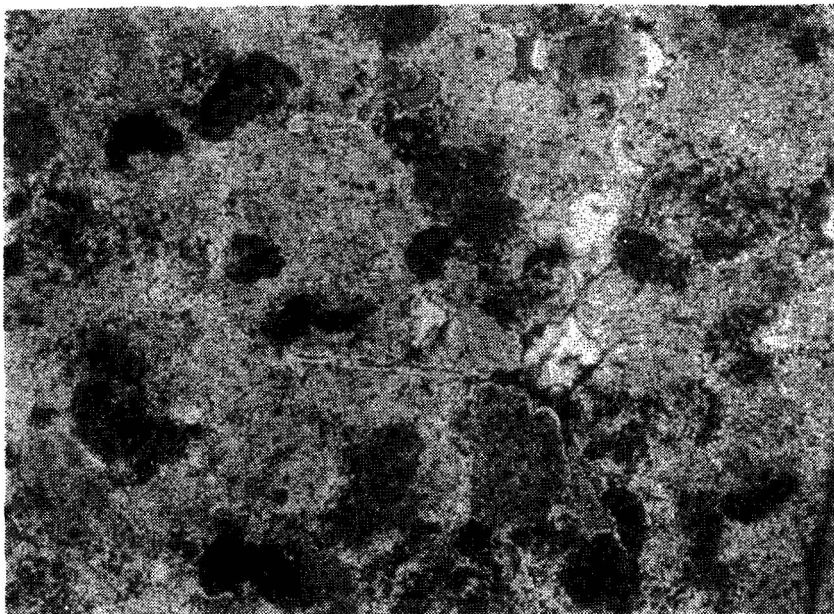


Fig. 17

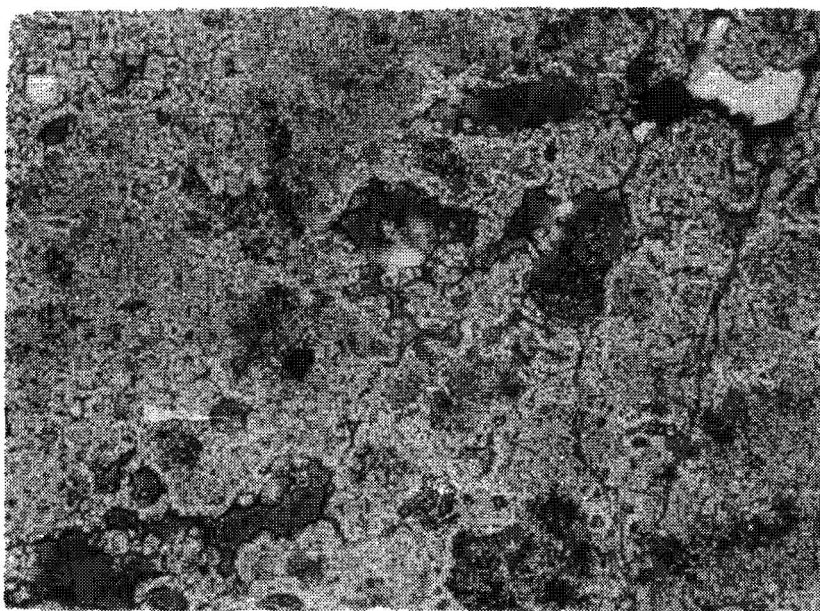


Fig. 18