

Zdzisław MODLIŃSKI, Thomas TOPULOS

## Wzorcowy profil geologiczno-geofizyczny ordowiku wschodniej części wyniesienia Łeby

### WSTĘP

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie profilu geologiczno-geofizycznego ordowiku, który mógłby spełniać rolę wzorca przy interpretacji danych geofizyki wiertniczej w otworach bezrdzeniowych wschodniej części wyniesienia Łeby. Potrzeba takiego profilu jest oczywista, ponieważ zakres rdzeniowania ordowiku będzie w przyszłości coraz bardziej ograniczony. Brak wzorca powoduje niejednorodność interpretacji danych geofizycznych przez różnych geologów. Jako wzorec zaproponowano tu profil otworu Żarnowiec IG-1, który został w obrębie ordowiku przewiercony z pełnym poborem rdzenia. Umożliwiło to szczegółowe prześledzenie litologii, a liczna fauna graptolitów i trylobitów dostarczyła danych dla opracowania dokładnej stratygrafii (Z. Modliński, 1971, 1973). Dane litologiczne zostały zweryfikowane badaniami petrograficznymi, wykonanymi przez A. Langier-Kuźniarową (1971). Charakterystykę profilu poszerzono o wyniki pomiarów parametrów fizykochemicznych skał (zawartość węglanów, porowatość efektywna, przepuszczalność) wykonywane w laboratorium połowym PG — Warszawa.

Autorzy pragną równocześnie zaakcentować dużą przydatność badań geofizycznych przy rozwiązywaniu różnorodnych zagadnień geologicznych oraz konieczność bardzo ścisłej współpracy w tym zakresie między geologiem a geofizykiem. Wykonanie jakichkolwiek interpretacji otworowych badań geofizycznych bez uprzedniego szczegółowego rozpozniomowania geologicznego i szczegółowej korelacji wyników (poprzez ustalenie dla badanych obszarów i utworów syntetycznego profilu geologiczno-geofizycznego) jest mało efektywne. Wykorzystanie danych geofizycznych w badaniach geologicznych jest korzystne z wielu powodów. Utwory badane są w naturalnych warunkach ich występowania w skorupie ziemskiej i stąd otrzymany obraz fizyczny jest najbardziej zbliżony do rzeczywistego. Ciągła rejestracja zmian badanych parametrów fizycznych skał umożliwia śledzenie i zlokalizowanie wielu przewarstwień wzdłuż badanego profilu odwiertu. Pozwala ona również w sposób konsekwentny wyznaczyć dokładnie granice tych samych badanych warstw w różnych otwo-

rach. Kompleksowa korelacja geologiczno-geofizyczna badanych utworów jest bardziej obiektywna niż korelacja przeprowadzona wyłącznie na podstawie danych z badań rdzenia.

Posiadając wzorcowy profil geologiczno-geofizyczny można szybko w innych otworach wiertniczych badanego rejonu na podstawie samych pomiarów geofizycznych wykonać rozpozniomowanie i korelację osadów.

## METODYKA GEOFIZYCZNEGO ROZPOZIOMOWANIA BADANYCH UTWORÓW

Wykonując pomiary geofizyczne w otworach wiertniczych rejestrujemy zmiany różnych parametrów fizycznych skał w zależności od głębokości otworu (fig. 1). Zmiany te mogą być spowodowane różnymi przyczynami, jak np. zmianami litologicznymi i mineralogicznymi, zmianami stopnia diagenety oraz zmianami wywołanymi charakterem nasycenia badanej warstwy. Przy zastosowaniu odpowiednich metod badań geofizycznych istnieje w wielu przypadkach możliwość odróżnienia tych zmian poprzez przeprowadzenie szczegółowej analizy wzajemnej zależności różnych parametrów fizycznych skał. W omawianym przypadku dla otworu Żarnowiec IG-1 w pierwszej kolejności wydzielono szczegółowo wszystkie odcinki badanego profilu otworu, które różnią się między sobą wartościami mierzonych parametrów (fig. 1).

Do wyciągnięcia jednak ostatecznych wniosków dotyczących stałości tych zmian i przyczyn je wywołujących operacja ta jest niewystarczająca i wymagane jest przeprowadzenie szczegółowej korelacji pomiarów geofizycznych pomiędzy otworami. Korelacja ta umożliwi nie tylko śledzenie powtarzalności przestrzennego występowania zaobserwowanych zmian, ale również m. in. dokładne określenie litologii, granic warstw oraz uzupełnienie czy też przeprowadzenie korekty danych geologicznych. Korelacja taka została tu przeprowadzona, a przykładowo na fig. 2 pokazano trzy profile ze wschodniej części wyniesienia Łeby.

Przeprowadzając korelację geofizyczną analizowano: podobieństwo kształtu krzywych pomiarowych, rytmiczność zmian mierzonych parametrów, zakres i amplitudy anomalii. Ponieważ amplituda tej samej anomalii w różnych otworach może być z różnych przyczyn różna, inaczej mówiąc wartości mierzonych parametrów fizycznych dla tej samej warstwy mogą być w różnych otworach różne, wobec tego amplituda anomalii (wartość mierzonych parametrów) odgrywa jedynie rolę pomocniczą przy korelacji. Polega ona głównie na ustaleniu reperów odpowiadających odcinkom o wartościach ekstremalnych (np. kompleks I i II). Stąd też nie posługujemy się tu wartościami tych parametrów.

Otrzymane tą drogą wyniki (szczegółowe rozpozniomowanie i szczegółowa korelacja wyników badań geofizycznych, fig. 1 i 2) są geofizyczną systematyką badanych utworów. Nie miałyby one żadnego praktycznego znaczenia, gdyby kompleksy lub poziomy geofizyczne nie zostały podporządkowane kompleksom geologicznym. W kolejnym etapie pracy przeprowadzono więc odpowiednie porównanie wyników korelacji geofizycznej z profilem geologicznym (fig. 1). Porównanie to wykazało nie tylko całkowitą zgodność wskazań geofizycznych z danymi geologicznymi, lecz

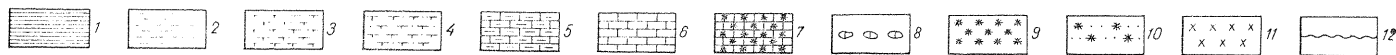
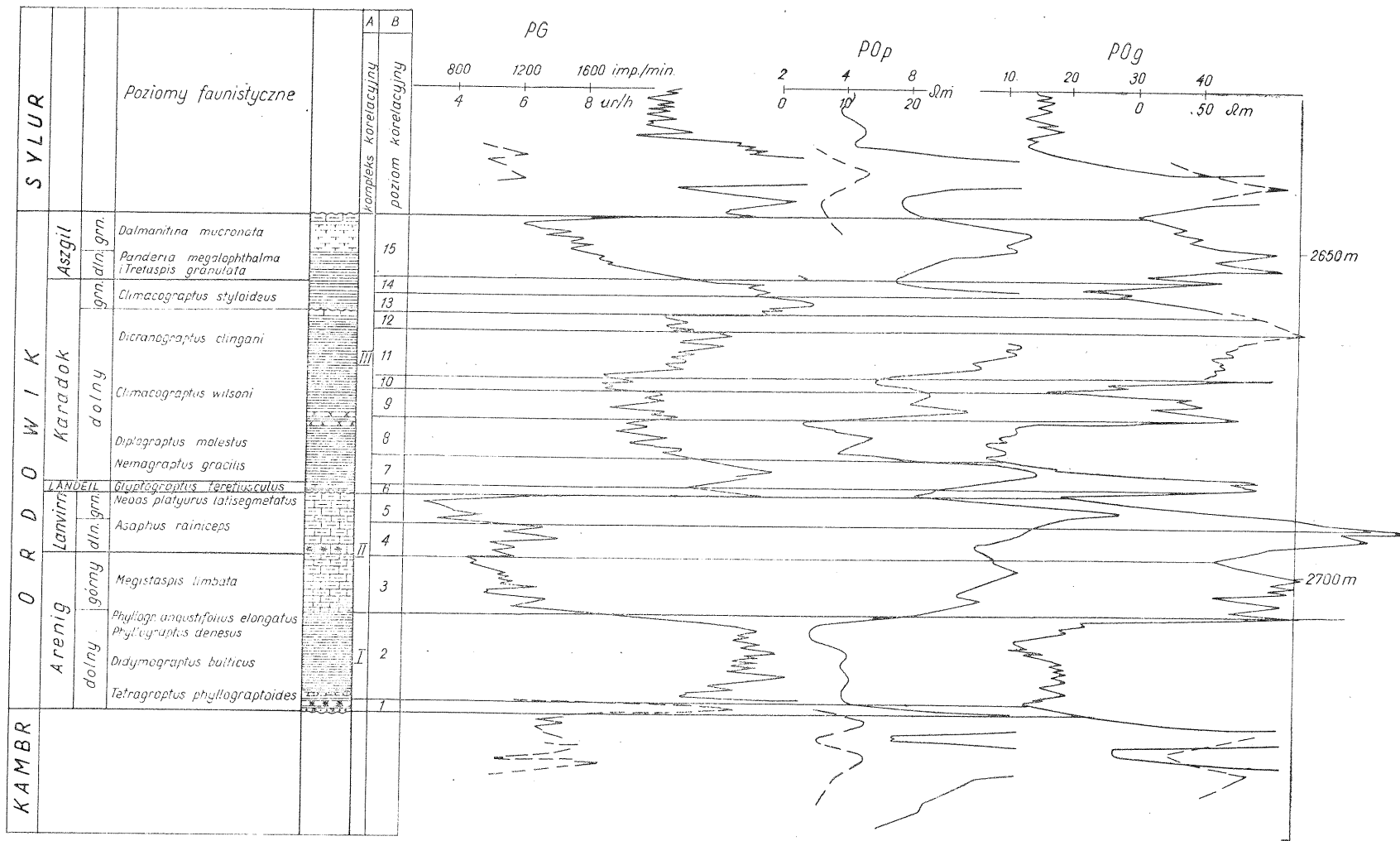


Fig. 1. Wzorcowy profil geologiczno-geofizyczny ordowiku wyniesienia Leby oparty na wynikach wiercenia Żarnowiec IG 1  
Standard geologic-geophysical profile of the Ordovician in the Leba elevation area, based on the results of borehole Żarnowiec IG 1

- 1 — ilowce; 2 — mułowce; 3 — margle; 4 — margle piaszczyste; 5 — wapień margliste; 6 — wapień; 7 — wapień z glaukonitem; 8 — gruzły wapienne; 9 — glaukonityt; 10 — zlepienie z glaukonitem; 11 — bentonity; 12 — powierzchnie rozmyte  
1 — claystones; 2 — siltstones; 3 — marls; 4 — arenaceous marls; 5 — marly limestones; 6 — limestones; 7 — limestones with glauconite; 8 — calcareous nodules; 9 — glauconite; 10 — conglomerates with glauconite; 11 — bentonite; 12 — washout surfaces

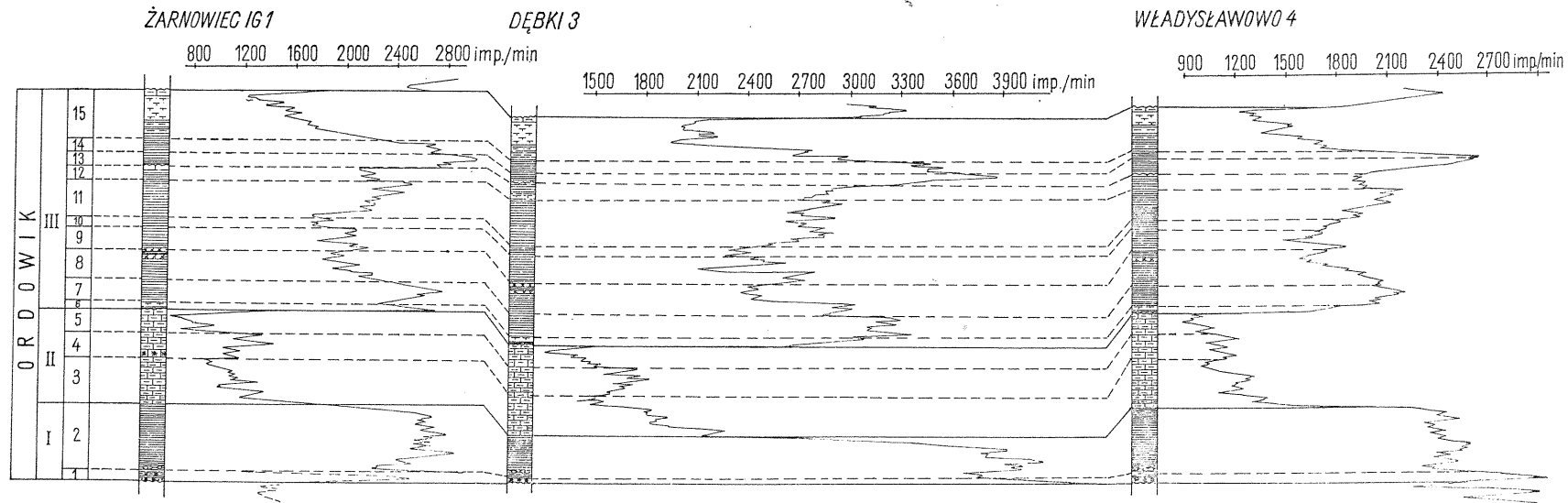


Fig. 2. Przykładowa korelacja geofizyczna (w oparciu o profilowanie gamma) osadów ordowiku wschodniej części wyniesienia Łeba

Exemplary geophysical correlation (based on gamma-ray logging) of the Ordovician deposits in the eastern part of the Łeba elevation area

Objaśnienia litologiczne jak na fig. 1

Lithological explanations as in Fig. 1

pozwoili wyróżnić dodatkowo kilka poziomów korelacyjnych w obrębie pozornie monotonnego kompleksu ilastego (kompleks III).

Utwory ordowiku omawianego rejonu podzielone zostały na trzy kompleksy geofizyczne (I—III), w których obrębie wyróżniono 15 geofizycznych poziomów korelacyjnych (1—15). Przez geofizyczny poziom korelacyjny rozumiemy taki odcinek badanego profilu, który na wykresach pomiarów charakteryzuje się wyraźnie anomalnym zapisem, koreluje się na całym obszarze i jest niepodzielny. Przez kompleks geofizyczny rozumie się taki interwał profilu, który wprawdzie wykazuje w analizowanych otworach zróżnicowany zapis na krzywych pomiarowych, ale w całości zachowuje wyraźne podobieństwo (T. Topulos, 1973).

Numeracja poziomów geofizycznych jest ciągła i niezależna od numeracji kompleksów.

Nowy geofizyczny podział utworów ordowiku udokumentowany litostratygraficznie ma duże znaczenie praktyczne. Dla dalszych bowiem otworów wierconych w tym rejonie będzie możliwe w bardzo krótkim czasie ustalenie profilu litostratygraficznego bez znajomości danych geologicznych.

## CHARAKTERYSTYKA GEOFIZYCZNO-GEOLOGICZNA WYRÓŻNIONYCH KOMPLEKSÓW I POZIOMÓW

### KOMPLEKS I

Kompleks I charakteryzuje się ogólnie niskimi wartościami parametru oporności ( $R$ ) i wysokimi wartościami natężenia promieniowania gamma ( $I$ ). Oprócz tego ma niezmienny kształt krzywych pomiarowych i stałą miąższość. Stanowi ważny reper geofizyczny dla części przyspagowej utworów ordowiku wyniesienia Łeby. Kompleks ten na podstawie pomiaru PG (profilowanie gamma) podzielony został na dwa poziomy geofizyczne. Oba te poziomy na krzywych PO (profilowanie oporności) nie różnią się od siebie wartościami parametru  $R$  (fig. 1).

P o z i o m 1 charakteryzuje się najwyższymi wartościami  $I\gamma$  nie tylko w obrębie omawianego kompleksu, lecz i w całym ordowiku. Dzięki temu łatwo jest odróżnić i wydzielić utwory ordowiku od utworów kambru, które mają niższe wartości  $I\gamma$  i zdecydowanie wyższe wartości  $R$ . Omawiany poziom reprezentowany jest przez iłowce szare i ciemnoszare z laminami iłowców czarnych i szarzielonych, z licznym glaukonitem w postaci soczewek, lamin oraz rozproszonych ziarn. Stąd obserwujemy znaczny wzrost natężenia promieniowania gamma. W najniższej części poziomu występuje warstewka piaskowca glaukonitowego, a poniżej niej cienka warstewka zlepieńca złożonego głównie z otoczków skał fosforytowych i ilastych. Masę wypełniającą tego zlepieńca stanowi substancja węglanowa przepelniona glaukonitem (A. Langier-Kuźniarowa, 1971). Poziom ten stanowi najniższą część dolnego arenigu i odpowiada dolnej części poziomu graptolitowego *Tetragraptus phyllograptoides*. Porowatość efektywna skał wynosi tu około 2%, a przepuszczalność poniżej 0,2 md.

P o z i o m 2 ma niższe wartości  $I\gamma$  w stosunku do poziomu 1, lecz zdecydowanie wyższe w stosunku do poziomu 3 z kompleksu II. Wykształcony jest w postaci iłowca czarnego i szarzielonego z laminami czarnych iłow-

ców bitumicznych. W łożowcach spotyka się nieliczne ziarna glaukonitu. W dolnej części poziomu pojawia się cienka ławica wapienia krystalicznego lub też występują w łożowcu warstwowo ułożone gruzły tego wapienia. W tej części poziomu obserwuje się więc nieco podwyższone wartości  $R$  i miejscami obniżone  $I\gamma$ . Zawartość węglanów w obrębie łożowców wynosi około 4%, porowatość efektywna — około 1,5%, a przepuszczalność nie przekracza 0,2 md.

Badania paleontologiczne wykazały, że łożowce tego poziomu zaliczyć należy do dolnego arenigu: obejmują one górną część poziomu *Tetragraptus phyllograptoides* oraz poziomy *Didymograptus balticus*, *Phyllograptus denesus* i *Phyllograptus angustifolius elongatus*. Stwierdzona natomiast w dole tych łożowców ławica wapienia stanowi relikt tzw. wapienia planilimbatowego (T. Tjernvik, 1960).

Poziomy 1 i 2 kompleksu I mają prawie stałą prędkość rozchodzenia się fal akustycznych, wynoszącą około 3800 m/sek. Prędkość niżej leżących utworów kambru (część stropowa) wynosi 4200 m/sek.

#### KOMPLEKS II

Kompleks ten różni się wyraźnie pod względem własności geofizycznych od kompleksu I, jak i III, gdyż ma wyższe wartości  $R$  i niższe  $I\gamma$ . Kompleks II podzielony został na trzy poziomy geofizyczne (3, 4, 5) przede wszystkim na podstawie zmienności parametru  $I\gamma$ . Ogólnie można stwierdzić, że wartości parametru  $R$  maleją od stropu w kierunku spągu, a wartości  $I\gamma$  maleją w kierunku odwrotnym.

P o z i o m 3. Wartości parametru  $I\gamma$  tego poziomu wzrastają od stropu ku spągowi, osiągając w części przyspągowej zbliżone wartości do poziomu 4. W porównaniu z poziomem 4 ma on nieco podwyższone wartości  $R$  i nieco obniżone wartości  $I\gamma$  w stropie. Poziom 3 reprezentowany jest przez wapienie margliste barwy szarobrunatnej w dole, a szarozielonawej w górze. W obrębie wapieni występują liczne przerosty i wkładki ilaste, przy czym obserwuje się wyraźny wzrost liczby tych wkładek ku dółowi (zgodnie ze wskazaniami pomiaru profilowania gamma). Zawartość węglanów w wapieniach wynosi 70—80%. Porowatość efektywna tych wapieni jest niewielka i zmienia się w granicach 0,1—1,5%, a przepuszczalność nie przekracza 1 md. Prędkość rozchodzenia się fal akustycznych wynosi około 4800 m/sek. Wapienie te należą do arenigu górnego, przy czym ich górna granica, praktycznie biorąc, odpowiada granicy arenig/lanwirn.

P o z i o m 4. Jak już stwierdzono, poziom ten ma w stosunku do części górnej poziomu 3 nieco podwyższone wartości  $I\gamma$ . W porównaniu natomiast z poziomem 5 wartości te są wyraźnie wyższe. Zbudowany jest z podobnych wapieni jak poziom 3, lecz — jak wykazały badania petrograficzne (A. Langier-Kuźniarowa, 1971) — wśród wapieni pojawiają się liczne laminy ilaste zawierające obficie glaukonit. Mineral ten stwierdzono również w obrębie wapieni (część górna) w postaci mikrosoczewek i stąd wyższe wartości  $I\gamma$  niż w poziomie 3 i znacznie wyższe niż w poziomie 5. Zawartość węglanów w skale dochodzi do 80%, a ich porowatość wynosi 0,1—0,65%, przepuszczalność — poniżej 1 md. Prędkość rozchodzenia się fal akustycznych wynosi w tym poziomie około 5500 m/sek. Omawiany poziom odpowiada w przybliżeniu dolnemu lanwirnowi.

P o z i o m 5 charakteryzuje się najniższymi wartościami parametru  $I\gamma$  nie tylko w obrębie omawianego kompleksu, lecz w obrębie całego ordowiku. Stąd też stanowi on ważny reper geofizyczny przy litologicznej interpretacji pomiarów geofizycznych. Zbudowany jest z wapieni szarych, głównie o strukturze gruzłowej z cienkimi przerostami ilastymi i marglistymi. Zawartość węglanów wynosi około 75%, porowatość — 0,3—1,2%, a przepuszczalność jest mniejsza od 0,2 md. Stratygraficznie wapienie te można uznać w przybliżeniu za górny lanwirn, przy czym górna granica poziomu odpowiada dokładnie granicy lanwirn/landeil. Poziom 5 odznacza się największymi prędkościami rozchodzenia się fal akustycznych w całym ordowiku, które wynoszą około 6000 m/sek.

Jak widać wartości parametrów fizycznych utworów kompleksu II ściśle korelują ze sobą i wiernie odzwierciedlają zmiany litologiczne i zmiany składu mineralnego omawianego kompleksu.

### KOMPLEKS III

Kompleks ten — z wyjątkiem części najwyższej — charakteryzuje się wysokimi wartościami parametru  $I\gamma$  w stosunku do kompleksu II. Wartości te zbliżone są do wartości  $I\gamma$  kompleksu I. Na krzywych PO charakteryzuje się on naprzemianlegle obniżonymi i podwyższonymi wartościami  $R$ . Zmianom tym (z wyjątkiem części najwyższej i najniższej — poziom 15 i 6) nie odpowiadają zmiany na krzywej PG, charakterystyczne dla zmian typu litologicznego obserwowanych w kompleksie I i II.

Okazuje się, że w tym pozornie monotonnym kompleksie osadów ilastych można było wyznaczyć 10 poziomów geofizycznych (6—15), które są poziomami korelacyjnymi. Było to możliwe dzięki bardzo szczegółowej korelacji krzywych pomiarowych pomiędzy poszczególnymi otworami przy uwzględnieniu danych litologicznych.

P o z i o m 6. Obserwowane tu zmiany (niższe wartości  $R$  i wyższe  $I\gamma$ ) są zmianami typu litologicznego, co znalazło potwierdzenie w danych geologicznych, gdyż stwierdzono występowanie margli, iłowców wapnistych i cienkich wkładek wapieni krystalicznych. Przy spągu poziomu występuje warstewka o strukturze częściowo zlepieńcowo-brekcijowej, wskazująca liczne ślady rozmywania, zawierająca liczne ooidy spirytyzowane oraz ooidy ilaste (A. Langier-Kuźniarowa, 1971). Zawartość węglanów w obrębie iłowców wapnistych wynosi od ok. 1 do 22%. Porowatość skał tego poziomu zmienia się w granicach od 0,3 do 1,2%. Przepuszczalność wynosi poniżej 0,2 md. Poziom ten dokładnie odpowiada utworom landeilu, tj. poziomowi graptolitowemu *Glyptograptus teretiusculus*.

P o z i o m 7 ma w stosunku do poziomu 6 i 8 wyraźnie wyższe wartości  $R$ . Wartości  $I\gamma$  prawie nie różnią się natomiast od wartości poziomu 6 (minimalnie w części najniższej), a od parametrów poziomu 8 są wyraźnie wyższe. Stwierdzono tu czarne iłowce bitumiczne przechodzące w dole w iłowce szare, nieco wapniste (patrz obniżenie wartości  $I\gamma$  w tej części), bez wkładek bentonitowych. Zawartość węglanów wynosi zazwyczaj 1—2%, porowatość w granicach 0,8—5%, a przepuszczalność poniżej 0,2 md. Poziom ten odpowiada poziomowi graptolitowemu *Nemagraptus gracilis*, będącemu najniższym ogniwnem dolnego karadoku.

P o z i o m 8. Wartości parametru  $R$  tego poziomu są wyraźnie niższe niż w poziomach 7 i 9. Wartości  $I\gamma$  są natomiast niższe niż w poziomie 7

i tylko minimalnie obniżone (w części górnej) w porównaniu z poziomem 9. Występują tu iłowce czarne i ciemnoszare, miejscami silnie zsylikowane z licznymi wkładkami bentonitów, wśród których najgrubsze, występujące przy stropie tego poziomu, dochodzą do 40 cm grubości. W tej części obserwujemy również najniższe wartości parametru  $R$  dla całego ordowiku. Zawartość węglanów w iłowcach wynosi zazwyczaj 1—2%, jedynie w górze, w nielicznych wkładkach iłowców wapnistych wynosi 15%. Porowatość tych skał wynosi około 1,5%, a przepuszczalność poniżej 0,2 md. Poziom ten obejmuje część osadów dolnego karadoku, odpowiadających poziomowi graptolitowemu *Diplograptus molestus* i dolnej części poziomu *Climacograptus wilsoni*.

P o z i o m 9. Wartości parametru  $R$  tego poziomu są wyraźnie wyższe nie tylko od wartości poziomu 8, lecz i 10, a zbliżone są do wartości poziomu 7. Wartości natomiast  $I\gamma$  są tylko nieco podwyższone w stosunku do otoczenia. Występują tu iłowce, miejscami wapniste, ciemnoszare i szarzielone z wkładkami iłowców plamistych. W obrębie iłowców stwierdzono jedynie pojedyncze wkładki bentonitów. Zawartość węglanów w iłowcach wapnistych dochodzi do 20%. Porowatość skał ocenia się na około 1,5%, a przepuszczalność poniżej 0,2 md. Ogniwo to odpowiada środkowej części poziomu graptolitowego *Climacograptus wilsoni* dolnego karadoku.

P o z i o m 10 pod względem wartości mierzonych parametrów ( $R$  i  $I\gamma$ ) zbliżony jest do poziomu 8. Ma on wyraźnie obniżone w stosunku do otoczenia wartości  $R$  i nieco obniżone  $I\gamma$ . Poziom ten zbudowany jest z iłowców czarnych i ciemnoszarych, a w części spągowej z iłowców plamistych, w których obrębie stwierdzono występowanie wkładek bentonitowych. Brak jest wyników badań laboratoryjnych parametrów fizykochemicznych osadów. Poziom ten odpowiada stropowej części poziomu *Climacograptus wilsoni*.

P o z i o m 11 wyróżnia się wyższymi wartościami parametru  $I\gamma$  w zestawieniu z poziomami 10 oraz 12 (przede wszystkim dotyczy to poziomu 10) oraz charakteryzuje się znacznie wyższymi wartościami  $R$  w stosunku do poziomu 10 i nieco obniżonymi w stosunku do poziomu 12. Występują tu iłowce czarne, bitumiczne o doskonałej łupliwości płytkowej, zawierające w górnej części cienkie wkładki bentonitowe. Porowatość efektywna tych iłowców wynosi 0,5—0,6%, przepuszczalność — poniżej 0,2 md. Badania biostratygraficzne wykazały, iż poziom ten odpowiada niższej części poziomu graptolitowego *Dicranograptus clingani*.

P o z i o m 12 (tak jak i poziom 13) ma najwyższe wartości  $R$  w obrębie całego ordowiku. Poza tym charakteryzuje się znacznie niższymi wartościami  $I\gamma$  w stosunku do poziomu 13 i niższymi w stosunku do poziomu 11. Wartości  $I\gamma$  tego poziomu zbliżone są do wartości poziomu 9. Do poziomu 12 należą iłowce czarne z licznymi cienkimi wkładkami bentonitów oraz wkładką węglanową w stropie, reprezentowaną przez wapień marglisty, organogeniczny (A. Langier-Kuźniarowa, 1971). Stropowa powierzchnia tej wkładki jest spirytyzowana i rozmyta. Zawartość węglanów w obrębie wapienia dochodzi do 81%. Poziom ten odpowiada górnej części poziomu *Dicranograptus clingani*, a jego strop jest zarazem stropem dolnego karadoku.

P o z i o m 13. Spąg tego poziomu wyznaczony został z pomiaru PG, natomiast strop z pomiaru PO. Jak bowiem wspomniano poziom 13 na krzy-



wych PO nie oddziela się od poziomu 12. Równocześnie cechują go najwyższe wartości  $I_\gamma$  w obrębie całego omawianego kompleksu. Od poziomu 14 różni się wyraźnie parametrem  $R$  — zdecydowanie wyższe wartości. Na podstawie wartości  $I_\gamma$  odróżnienie omawianych poziomów jest natomiast niemożliwe, gdyż mamy tu do czynienia ze stopniową zmianą natężenia gamma, co dobrze odpowiada stopniowemu przejściu litologicznemu ustalonymu na podstawie próbek rdzenia. Występują tu czarne iłowce bitumiczne bez wkładek bentonitowych i węglanowych. Porowatość efektywna tych iłowców wynosi 0,5%, natomiast przepuszczalność poniżej 0,2 md. Ogniwo to zaliczyć można do górnego karadoku, obejmuje ono niższą część poziomu *Climacograptus styloides*.

Poziom 14 w odniesieniu do poziomu 15 charakteryzuje się nieco niższymi wartościami  $R$  i zdecydowanie wyższymi wartościami  $I_\gamma$ . W dolnej części omawianego poziomu występują iłowce ciemnoszare i czarne z cienkimi wkładkami wapieni, w górnej natomiast iłowce wapniste ciemnoszare z domieszką materiału mułowcowego. Osady te odpowiadają górnej części poziomu *Climacograptus styloides* górnego karadoku oraz najniższej partii aszgilu dolnego.

Poziom 15 jest ważnym reperem geofizycznym dla części najwyższej utworów ordowiku. Pod względem własności geofizycznych wyraźnie się odcina zarówno od poziomu 14, jak i od wyżej leżących utworów syluru. Jest on w sensie korelacyjnym poziomem jednorodnym, jednak wewnątrz niego obserwujemy wzrost natężenia promieniowania gamma od stropu ku spagowi. Ogólnie można stwierdzić, że część niższa ma wyższe wartości  $I_\gamma$ , a niższe  $R$  niż część wyższa. Zmiany te dokładnie odzwierciedlają zmiany litologiczne. Nie wydzielono tu jednak dwóch odrębnych poziomów na podstawie danych geofizycznych, gdyż na krzywych pomiarowych nie zaznacza się wyraźnie granica. Omawiany poziom zbudowany jest z iłowców ciemnoszarych z licznymi kryształami barytu oraz wkładkami wapieni marglistych (część niższa). Iłowce te ku górze przechodzą w skałę marglisto-piaszczystą o spoiwie ilasto-marglistym (A. Langier-Kuźniarowa, 1971). Zawartość węglanów w niektórych wkładkach (przede wszystkim w części wyższej) dochodzi do 85%. Porowatość efektywna wynosi około 2,5%, przepuszczalność — poniżej 0,2 md. Poziom ten obejmuje większą część aszgilu dolnego oraz aszgil górny.

\*

Prędkość rozchodzenia się fal akustycznych dla poziomów 6—12 jest jednakowa i wynosi około 3100 m/sek, dla poziomów 13—14 = 3800 m/sek i dla poziomu 15 = 4800 m/sek. Prędkość rozchodzenia się fal akustycznych dla części najniższej syluru (na kontakcie sylur-ordowik) wynosi około 3100 m/sek., a więc występuje dość wyraźna różnica (1700 m/sek) przy przejściu od utworów syluru do ordowiku.

Z podanej wyżej charakterystyki geofizyczno-litologicznej kompleksu II wynika, że poziomy geofizyczne 7, 11, 12 i 13, mające wysokie wartości zarówno  $I_\gamma$ , jak i  $R$  zbudowane są z iłowców czarnych bitumicznych, w których brak wkładek bentonitowych lub, jeśli one występują, to są tak cienkie, iż nie odgrywają istotnej roli (poziomy 11 i 12). Poziomy natomiast 8 i 10, które charakteryzują się niższymi wartościami  $R$  i obniżo-

nymi wartościami  $I\gamma$  w stosunku do omawianych wyżej poziomów zbudowane są z iłowców na ogół koloru szarego z licznymi wkładkami bentonitowymi. Poziom 9, który cechują pośrednie wartości  $I\gamma$  i  $R$  między poziomami 8, 10, 11 i 13, charakteryzuje się podobnym zapisem krzywych jak poziomy 7, 11, 13, chociaż wartości mierzonych parametrów są niższe.

Zjawiska te trudno obecnie w sposób jednoznaczny wytłumaczyć, gdyż wpływ na wartość parametrów  $I\gamma$  i  $R$  mogą mieć różne czynniki. Jeden z nich to obecność lub brak wkładek bentonitowych wpływających na zwięzłość iłowców. Trzeba przy tym wziąć pod uwagę dwojaki wpływ bentonitów. Z jednej strony stanowią one mniej zwięzłe warstwy i warstewki, ale z drugiej strony — iłowce w ich sąsiedztwie są zazwyczaj zsylikowane, a przez to bardziej zwięzłe.

Drugi czynnik — to zawartość substancji bitumicznych. Jest rzeczą ogólnie znaną, iż ciemne, bitumiczne iłowce charakteryzują się wzrostem natężenia promieniowania gamma i większymi wartościami oporności od innych rodzajów iłowców.

Trzeci czynnik, być może najbardziej istotny, to zawartość w iłowcach substancji promieniotwórczych, mających wpływ na zmiany wartości  $I\gamma$ . Ze względu na brak specjalistycznych analiz zawartości tych substancji w iłowcach ordowiku również i tego zagadnienia nie można jednoznacznie wyjaśnić. Na obszarze nadbałtyckim ciemne iłowce charakteryzujące się wysokim natężeniem promieniowania gamma występują także w dolnym landowerze i górnym kambrze. We wszystkich przypadkach są to osady niewielkiej miąższości, powstałe w okresach bardzo zwolnionego tempa sedymentacji, kiedy to istniały warunki dla wychwytywania z roztworów większych ilości substancji promieniotwórczych przez osad ilasty.

Jedno jest istotne. Niezależnie od tego jaka była geneza zmian  $I\gamma$  w obrębie serii ilastej ordowiku, nie jest to zjawisko przypadkowe, gdyż daje się śledzić w różnych profilach w tym samym następstwie, przez co może być wykorzystane do rozpoziomowania i korelacji osadów.

Zakład Geologii Struktur Wgłębnych Niżu i  
Zakład Geofizyki Instytutu Geologicznego  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Nadesłano dnia 14 sierpnia 1973 r.

## PIŚMIENNICTWO

- LANGIER-KUŹNIAROWA A. (1971) — Badania petrograficzne ordowiku z wierceń Żarnowiec IG 1 i Prabuty IG 1. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.
- MODLIŃSKI Z. (1971) — Osady ordowiku na wyniesieniu Łeby. Kwart. geol., 15, p. 547—553, nr 3. Warszawa.
- MODLIŃSKI Z. (1973) — Stratygrafia i rozwój ordowiku w północno-wschodniej Polsce. Pr. Inst. Geol., 72. Warszawa.
- TJERNVIK T. (1960) — Lower Didymograptus shales of the Flagabro Drilling core. Geol. Fören. Förhand., 82, p. 203—217, h. 2. Stockholm.

TOPULOS T. (1973) — Rozpoziomowanie i korelacja utworów osadowych wyniesienia Łęby na podstawie badań geofizyki wiertniczej. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.

Здислав МОДЛИНЬСКИ, Томас ТОПУЛЁС

### СТАНДАРТНЫЙ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ОРДОВИКА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПОДНЯТИЯ ЛЭБЫ

#### Резюме

Основываясь на результатах промысловой геофизики произведено расчленение и проведена корреляция отложений ордовика на поднятии Лэбы. Ордовик здесь расчленен на три комплекса и 15 геофизических горизонтов. Представлена геолого-геофизическая характеристика выделенных комплексов и горизонтов, а также описан геофизический метод расчленения и способ корреляции карбонатных кривых.

В результате этой работы составлен стандартный геолого-геофизический разрез ордовика описываемой территории, опирающийся на результаты бурения скважины Жарновец ИГ-I (фиг. 1). Разработка такого разреза имеет большое практическое значение т.к. это способствует быстрому установлению литолого-стратиграфического разреза исключительно на базе геофизических данных (фиг. 2). Применение такого стандарта различными геологами дает основание для однородной и правильной корреляции ордовикских отложений поднятия Лэбы.

Zdzisław MODLIŃSKI, Thomas TOPULOS

### STANDARD GEOLOGIC-GEOPHYSICAL PROFILE OF THE ORDOVICIAN IN THE EASTERN PART OF THE ŁĘBA ELEVATION

#### Summary

A division into horizons and a correlation of the Ordovician formations have been made within the Leba elevation with the aid of the results obtained during geophysical surveys. The Ordovician has been divided here into 3 complexes and 15 geophysical horizons. A geophysic-geological characteristic of the differentiated complexes and horizons has been presented and the method of geophysical division and the way of correlating measurement curves have been discussed.

The work resulted in a standard synthetical geologic-geophysical profile of the Ordovician in the area considered (Fig. 1), based on the results of borehole Żarnowiec IG 1. The elaboration of such a profile is of considerable practical importance, since it makes possible to determine the lithologic-stratigraphical profile on geophysical data only (Fig. 2). The application of such a standard in geological research works can be a basis for a uniform and appropriate correlation of the Ordovician formations in the Leba elevation area.