

Thomas TOPULOS

Charakterystyka utworów sylurskich syneklizy perybałtyckiej na podstawie badań geofizyki wiertniczej

W artykule przedstawiono możliwości poznania budowy geologicznej utworów sylurskich syneklizy perybałtyckiej na podstawie wyników badań geofizyki wiertniczej. Dokonano rozpozniomowania i korelacji tych utworów oraz ustalono nowy geofizyczny podział, który umożliwi m. in. określenie profilu litologiczno-stratygraficznego również w tych otworach, gdzie brak jest uzysku rdzenia.

WSTĘP

Geologiczna interpretacja wyników badań geofizycznych polega na określeniu profilu litologiczno-stratygraficznego, zmian miąższościowych i litologicznych oraz przerw erozyjno-sedymentacyjnych i zaburzeń tektonicznych.

Metody geofizyki wiertniczej nie pozwalają jednak na dokładne i bezpośrednie określenie litologii i stratygrafii przewierconych warstw (T. Topulos, 1976b,c), dlatego też uzyskane wyniki interpretacji geofizycznej (fig. 1—6) porównywane są z odpowiednimi wynikami badań geologicznych celem przyporządkowania wydzieleni geofizycznych odpowiednim wydzieleniom geologicznym. Pozwala to (dla następnych wierconych otworów na badanym obszarze) na przeprowadzenie geologicznej interpretacji wyników badań geofizycznych bez znajomości danych geologicznych, a więc i na wykonanie wierceń całkowicie bezrdzeniowo. Ustalenie litologii i stratygrafii metodami geofizycznymi jest możliwe zawsze tam, gdzie własności fizyczne (w zakresie badanych parametrów geofizycznych) poszczególnych kontaktujących się ze sobą warstw litologicznych różnią się wyraźnie.

Utwory sylurskie syneklizy perybałtyckiej wykształcone są wyłącznie w postaci osadów ilastych, które charakteryzują się słabo zmiennymi właściwościami geofizycznymi i trudno jest odróżnić je od siebie (np. iłowce od mułowców). Stąd też nie próbowano dotychczas bliżej ich scha-

rakteryzować na podstawie badań geofizyki wiertniczej, gdyż uważane były za zbyt trudne do geofizycznego rozpoziomowania.

Badane utwory scharakteryzowane zostały przede wszystkim na podstawie profilowania oporności (R) i profilowania gamma ($I\gamma$). Analiza tych pomiarów pozwoliła na zdefiniowanie poziomów geofizycznych i korelację badanych osadów. Ma to duże znaczenie, gdyż osady sylurskie na badanym obszarze wiercone były na ogół bezrzedniowo lub z niedostatecznym uzyskiem rdzenia, co utrudniało określenie dokładnego profilu litologiczno-stratygraficznego. Ustalony obecnie na podstawie badań geofizycznych nowy podział wzorcowy utworów sylurskich (udokumentowany litologicznie i stratygraficznie) umożliwi przeprowadzenie jednoznacznej i prawidłowej interpretacji wyników badań geofizycznych przez różnych badaczy oraz ustalenie w przyszłości profilu litologiczno-stratygraficznego przewierconych warstw na badanym obszarze. Omawiane osady wymagają jednak dalszej szczegółowej analizy geofizyczno-geologicznej celem wyjaśnienia przyczyn zmienności parametrów utworów o monotonnym profilu litologicznym.

Utwory sylurskie zostały podzielone na podstawie wyników badań geofizyki wiertniczej na 8 kompleksów geofizycznych oraz na odpowiednie podkompleksy. Geofizyczna charakterystyka kompleksów I—V przedstawiona jest na fig. 1 (dla zachodniej części syneklizy perybałtyckiej) i na fig. 2 (dla wschodniej części syneklizy perybałtyckiej), kompleksu VI — na fig. 3, kompleksu VII — na fig. 4 (dla zachodniej części syneklizy) i na fig. 5 (dla wschodniej i zachodniej części syneklizy) oraz kompleksu VII — na fig. 6.

Miąższość utworów syluru na badanym obszarze dochodzi do ok. 1800 m i dlatego profil został podzielony na odcinki (fig. 1—6). Litologia i stratygrafia utworów sylurskich została opracowana przez H. Tomczyka (1972, 1975, 1976).

KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-GEOFIZYCZNA WYDZIELONYCH KOMPLEKSÓW GEOFIZYCZNYCH

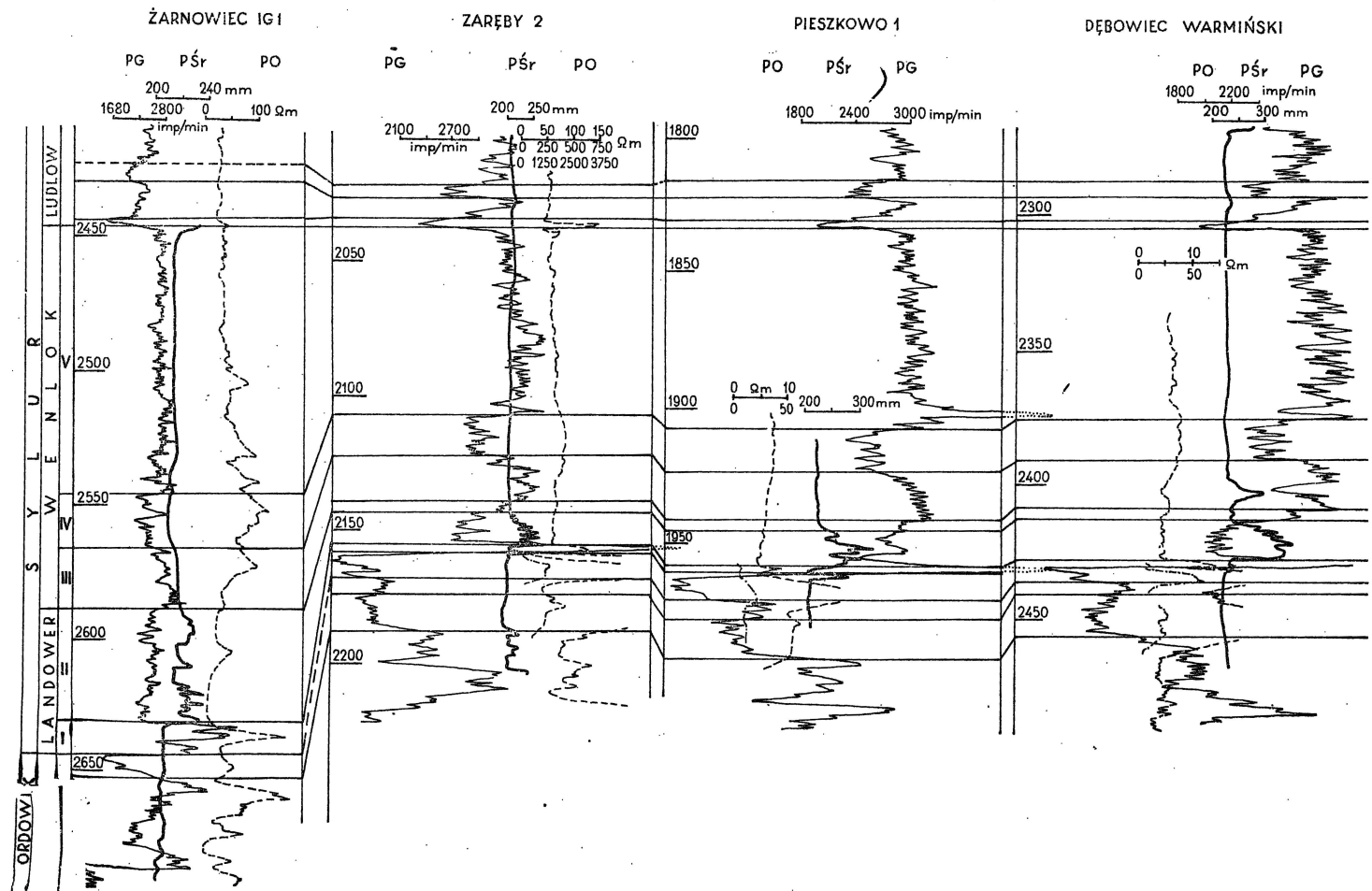
Kompleks I w zachodniej części syneklizy perybałtyckiej (fig. 1) dość wyraźnie wyróżnia się własnościami geofizycznymi od otoczenia. Podzielony został na dwa podkompleksy: Ia i Ib. Podkompleks Ia z kolei został podzielony na dwie części (dwa poziomy) — stropową i spągową. Podkompleks Ib dzieli się na trzy części: spągową, środkową i stropową. Miąższość podkompleksu Ia wynosi 4—8 m, a podkompleksu Ib —

Fig. 1. Geofizyczna korelacja utworów landoweru i wenlocku zachodniej części syneklizy perybałtyckiej

Geophysical correlation of Llandoveryan and Wenlockian rocks from western part of the Peribaltic Syncline

I — VIII — kompleksy geofizyczne; a — f — podkompleksy geofizyczne; 1, 2 — poziomy geofizyczne: PG — profilowanie gamma; PO — profilowanie oporności; PŚr — profilowanie średnicy

I — VIII — geophysical complexes; a — f — geophysical subcomplexes; 1, 2 — geophysical horizons; PG — gamma logging; PO — resistance logging; PŚr — diameter logging



5—9 m. Podkompleks Ia zbudowany jest z czarnych iłowców smolistych, łupkowatych, natomiast podkompleks Ib — z czarnych iłowców wapniasto-dolomitycznych, z przewarstwieniami czarnych łupków bitumicznych (stad wyższe tu wartości R i I_γ niż w przypadku podkompleksu Ia).

We wschodniej części syneklizy perybałtyckiej kompleks I (fig. 2) dzieli się na dwa dość jednorodne poziomy geofizyczne. Część spągową tworzą wapienie, a stropową iłowce. Stąd też dla części spągowej brak geofizycznej, regionalnej korelacji.

Kompleks II ma zbliżoną charakterystykę geofizyczną zarówno we wschodniej, jak i w zachodniej części syneklizy perybałtyckiej (fig. 1—2). Zbudowany jest z iłowców zielonawych z przewarstwieniami ciemnoszarych i brunatno-wisniowych iłowców wapienno-dolomitycznych. Iłowce te bardzo łatwo są wymywane przez płuczkę podczas wiercenia i dlatego na krzywych profilowania średnicy zaznaczają się poszerzeniem średnicy otworu. Miąższość kompleksu II jest zmienna i wynosi 10—56 m, a w niektórych otworach we wschodniej części syneklizy perybałtyckiej spada do zera (T. Topulos, 1976b). Dokładna analiza danych geofizycznych pozwoliła stwierdzić, że zmniejszanie się miąższości kompleksu II spowodowane jest między innymi redukcją od stropu. Należy więc wnioskować, że między kompleksem II a III istnieje przerwa erozyjna lub sedymentacyjna.

Kompleks III charakteryzuje się w stosunku do otoczenia, a przede wszystkim w stosunku do kompleksu IV, podwyższonymi wartościami I_γ (natężenie promieniowania gamma). Wykształcony jest w postaci ciemnoszarych iłowców łupkowatych, miejscami z wkładkami iłowców zielonawych. Miąższość kompleksu III wynosi 18—28 m.

Kompleks IV cechują niskie wartości I_γ , natomiast wartości R (właściwa oporność pozorna) tych skał nie różnią się od skał otaczających. Zbudowany jest z ciemnoszarych iłowców wapnistych, miejscami łupkowatych. Miąższość tego kompleksu jest prawie stała i wynosi ok. 20 m.

Kompleks V charakteryzuje się podobnymi właściwościami geofizycznymi jak kompleks III. Odróżnienie kompleksu V od kompleksu VI byłoby prawie niemożliwe, gdyby nie charakterystyczny poziom o niskich wartościach I_γ , występujący w spągu kompleksu VI (fig. 1, 2, 3, 5). Poziom ten występuje w obszarze całej syneklizy perybałtyckiej i stanowi ważny reper geofizyczny dla utworów syluru (T. Topulos, 1976a,b). Kompleks V zbudowany jest z iłowców ciemnoszarych, przewarstwionych iłowcami zielonawymi oraz iłowcami z odcieniem brunatnym i miejscami bentonitami. Miąższość kompleksu V w zachodniej części syneklizy perybałtyckiej wynosi ok. 100 m, a we wschodniej — ok. 75 m.

W kompleksie VI (fig. 3) wydzielono 6 podkompleksów korelacyjnych (VIa—VI f). Podkompleksy VIa, VIc, VIe mają obniżone wartości I_γ (VIc i VIe mają także niższe wartości R w stosunku do podkompleksów pozostałych). Zmienność obserwowana w obrębie kompleksu VI nie należy

Fig. 2. Geofizyczna korelacja utworów landoweru i wenlocku wschodniej części syneklizy perybałtyckiej

Geophysical correlation of Llandoveryan and Wenlockian rocks from eastern part of the Peribaltic Syncline

Objaśnienia jak na fig. 1

Explanations as in Fig. 1

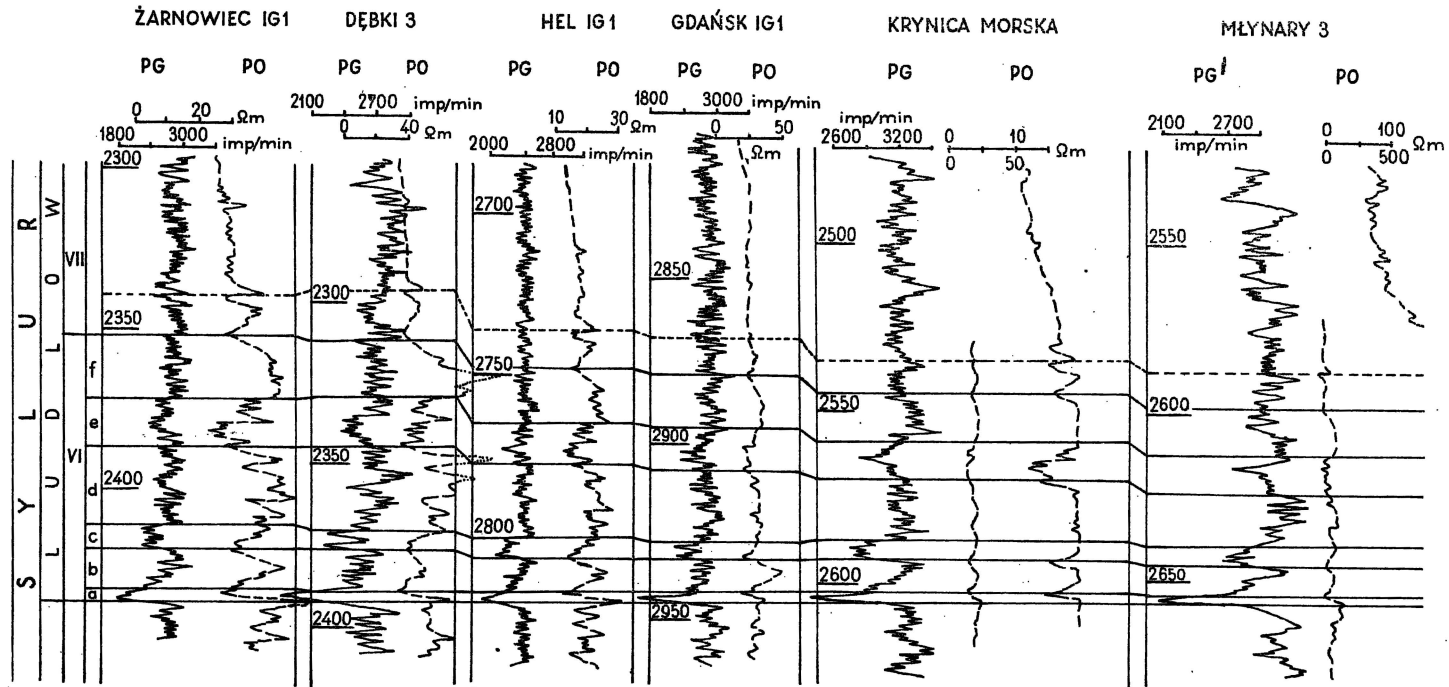


Fig. 3. Geofizyczna korelacja dolnej części utworów ludlowu syneklizy perybaltyckiej
 Geophysical correlation of lower parts of the Ludlowian from the Peribaltic Syncline
 Objaśnienia jak na fig. 1
 Explanations as in Fig. 1

do typowych zmienności litologicznych (z wyjątkiem podkompleksu VIa). Celem wyjaśnienia tego zjawiska wymagane są odpowiednie badania laboratoryjne rdzeni wiertniczych. Kompleks VI ma prawie takie same wartości I_γ jak kompleks VII. Różni się natomiast wartościami R (przede wszystkim w części stropowej). Litologiczne udokumentowanie (dokładne) podkompleksów VIa, VIb, VIc, VIe i VI f było utrudnione z powodu braku

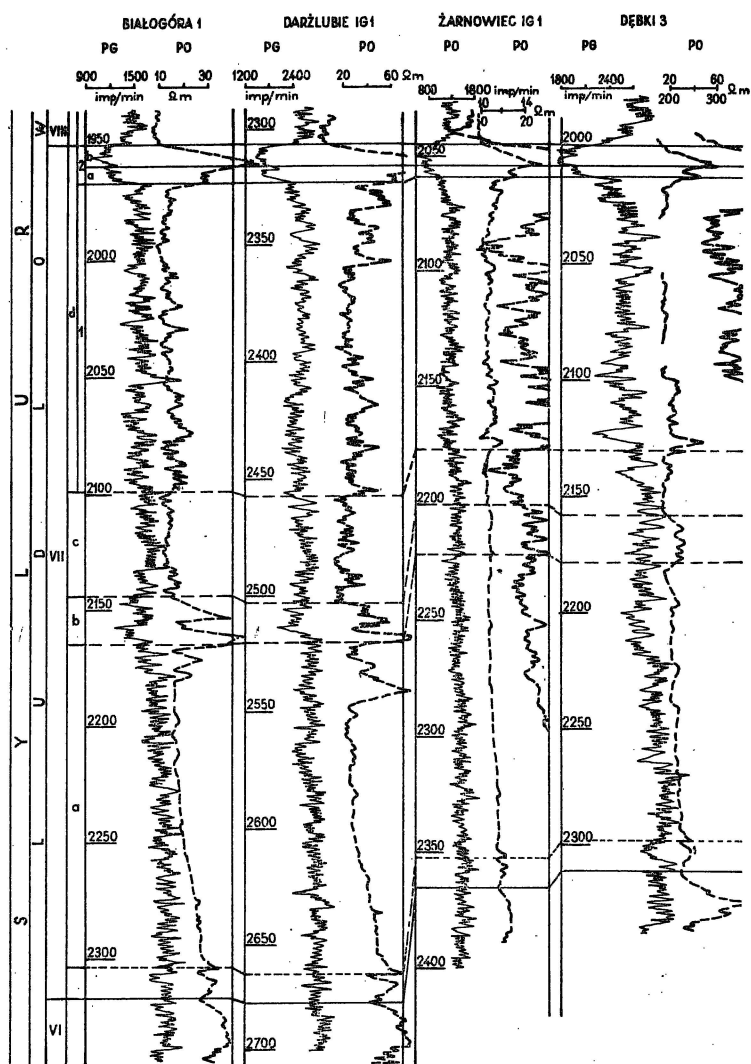


Fig. 4. Geofizyczna korelacja środkowej części utworów ludlowu zachodniej części syneklizy perybaltyckiej

Geophysical correlation of middle parts of the Ludlowian from the western part of the Peribaltic Syncline

Objaśnienia jak na fig. 1

Explanations as in Fig. 1

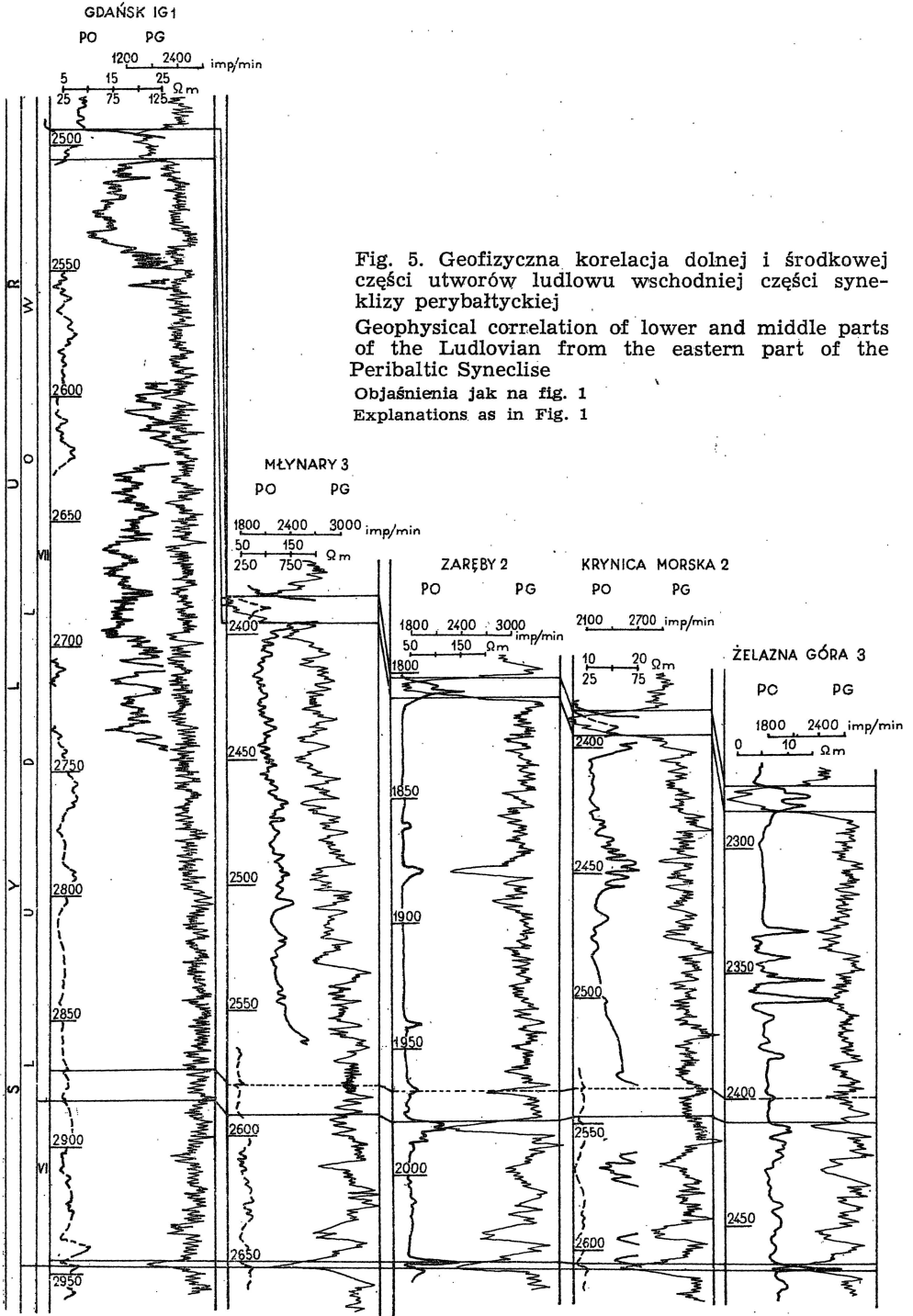


Fig. 5. Geofizyczna korelacja dolnej i środkowej części utworów ludlowu wschodniej części synkliny perybałtyckiej

Geophysical correlation of lower and middle parts of the Ludlovian from the eastern part of the Peribaltic Syncline

Objaśnienia jak na fig. 1

Explanations as in Fig. 1

rdzenia. Podkompleks VI_d zbudowany jest z iłowców szarych i ciemnoszarych, słabo łupkowatych, miejscami zawiera wkładki bentonitów. Można przypuszczać, że analogicznie zbudowany jest podkompleks VI_b i VI_f, natomiast iłowce podkompleksów VI_e i VI_c najprawdopodobniej nie są łupkowane i nie zawierają bentonitów. Miąższość kompleksu VI w zachodniej części syneklizy perybałtyckiej wynosi 80—100,0 m, a we wschodniej ok. 60 m.

Kompleks VII podzielony został (przede wszystkim na podstawie profilowania oporności) na cztery podkompleksy: VII_a—VII_d (fig. 4). Podkompleks VII_d został podzielony dodatkowo na dwa poziomy VII_{d1} i VII_{d2}, a VII_{d2} na VII_{d2a} i VII_{d2b}.

Z wydzielonych części najbardziej charakterystyczny jest poziom VII_{d2} o miąższości 15—30 m. Jest on ważnym regionalnym reperem geofizycznym dla syluru w całej syneklizie perybałtyckiej (fig. 5).

Podkompleksy VII_a i VII_c mają zbliżone własności geofizyczne — obniżone wartości *R* w stosunku do otoczenia (fig. 4). W spągu podkompleksu VII_a (fig. 3—4) występuje charakterystyczna warstwa, której strop uwidoczniiony jest na fig. 4 linią przerywaną. Jest to ważny reper lokalny, umożliwiający jednoznaczne określenie stropu kompleksu VI.

Litologiczna charakterystyka wydzielonych w kompleksie VII podkompleksów jest następująca:

VII_a — iłowce szare, pelityczne oraz iłowce łupkowane z wkładkami bentonitów (opis na podstawie fragmentarycznego rdzenia);

VII_b — iłowce i mułowce warstwowane, ciemnoszare;

VII_c — iłowce (litologii nie ustalono dokładnie z powodu braku rdzenia);

VII_d — iłowce i mułowce ciemnoszare z wkładkami bentonitów, miejscami wapińskie i dolomityczne.

Miąższość kompleksu VII jest bardzo różna (190—1500 m). Najmniejsze miąższości obserwowane są w północno-wschodniej części syneklizy perybałtyckiej (190—260 m, fig. 5), a największe w południowej części tej jednostki (np. w otworze Kościerzyna IG-1 wynosi ona 1540 m). W północno-wschodniej części wyniesienia Łeby miąższość kompleksu VII wynosi 270—370 m i wzrasta w kierunku zachodnim do ok. 1000 m (np. w otworze Smołdzino 1 wynosi 1053,0 m).

W obrębie kompleksu VIII trudno jest przeprowadzić szczegółowy podział korelacyjny. Jedynie w części spągowej udało się określić na podstawie profilowania oporności dwa lokalne repery geofizyczne, które dzielą cały kompleks na trzy podkompleksy: VIII_a, VIII_b i VIII_c (fig. 6).

Kompleks VIII zbudowany jest z iłowców zielonych, szarzielonych i szarych, częściowo wapińskich, z przewarstwieniami iłowców czarnowiśnionych i brunatnych. W części spągowej występują także iłowce szare, zwięzłe i łupkowane, z materiałem tufogenicznym. Miąższość tego kompleksu jest bardzo różna i wynosi od kilkunastu metrów do ok. 1500 m.

Analiza wyników pomiarów profilowania akustycznego pozwoliła stwierdzić, że jedynym poziomem, w którym wartość tego parametru przekracza 5000 m/s (różnica tego parametru w stosunku do wartości otoczenia wynosi ok. 1000m/s) jest poziom VII_{d2} (fig. 4), czyli górny regionalny reper geofizyczny.

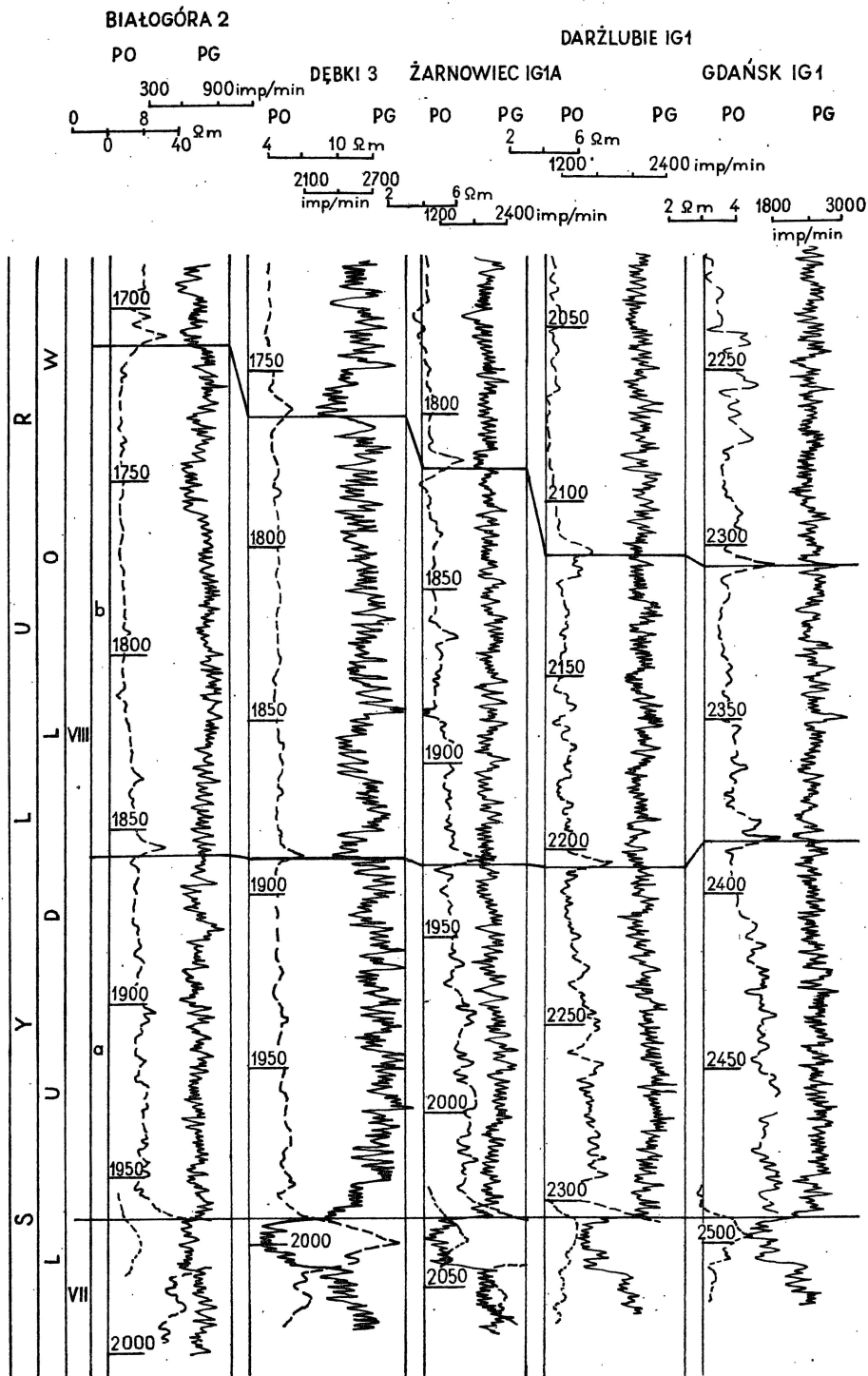


Fig. 6. Geofizyczna korelacja górnej części utworów ludlowu syneklizy perybaltyckiej

Geophysical correlation of upper parts of the Ludlovian from the Peribaltic Syncline

Objasnienia jak na fig. 1
 Explanations as in Fig. 1

STRATYGRAFICZNE PODPORZĄDKOWANIE WYDZIELONYCH KOMPLEKSÓW GEOFIZYCZNYCH

Stratygrafia utworów sylurskich w obszarze syneklizy perybałtyckiej została opracowana przez H. Tomczyka (1972, 1975, 1976). Stratygrafię tych utworów w obrębie wyniesienia Łeby omawia także A. Witkowski (1974). Podział stratygraficzny utworów syluru jest następujący:

Podlasie:	warstwy podlaskie	
	warstwy przejściowe	
Ludłow:	górny — warstwy siedleckie górne	
	warstwy siedleckie środkowe	
	warstwy siedleckie dolne	} kompleksy VI i VII
	dolny — warstwy mielnickie	
Wenłok:	warstwy pasłęckie górne	— kompleksy III, IV, V
Landower:	górny — warstwy pasłęckie środkowe	— kompleks II
	dolny — warstwy pasłęckie dolne	— kompleks I

Szczegółowa analiza danych geofizycznych z różnych otworów i porównanie tych danych z odpowiednimi danymi geologicznymi pozwoliły stwierdzić, że kompleks I odpowiada warstwom pasłęckim dolnym — landower dolny, kompleks II — warstwom pasłęckim środkowym — landower górny, kompleksy III, IV i V — warstwom pasłęckim górnym — wenłok. Z dalszych wydzielen stratygraficznych udało się dokładnie podporządkować strop kompleksu VII spągowi warstw siedleckich środkowych. Kompleksy VI i VII należą do warstw mielnickich i siedleckich dolnych. Oddzielenie tych warstw oraz warstw siedleckich górnych i utworów podlasia na podstawie danych geofizycznych jest trudne. Strop utworów syluru określony został na podstawie badań geofizycznych dość jednoznacznie (T. Topulos, 1976a,b).

Jak widać z powyższego odróżnienie warstw landoweru od wenłoku oraz wenłoku od ludłowu badaniami geofizycznymi nie nastęrcza żadnych trudności (fig. 1—6).

WNIOSKI

Wstępna analiza wyników badań geofizyki wiertniczej wykazała, że istnieją możliwości geofizycznego rozpozniomowania i korelacji monotonych wydawałoby się (dla badań geofizyki wiertniczej) utworów sylurskich. Ustalony obecnie podział geofizyczny tych utworów umożliwi nie tylko przeprowadzenie jednolitej i prawidłowej geologicznej interpretacji uzyskanych wyników przez geologów, ale i ustalenie profilu litologiczno-stratygraficznego przewierconych warstw w tych otworach, z których brak było rdzenia. Na podstawie stosowanych metod pomiarowych geofizyki wiertniczej można wydzielić wiele więcej warstw korelacyjnych niż przy stosowaniu klasycznych metod geologicznych, co pozwala dokładniej poznać budowę geologiczną badanych utworów na wymienio-

nym obszarze bez specjalistycznych badań geologicznych (np. paleontologicznych).

Uzyskane wyniki mają także duże znaczenie przy interpretacji wyników badań sejsmicznych i grawimetrycznych. Celem dokładniejszego wyjaśnienia istniejących zmienności badanych parametrów fizycznych w obrębie utworów ilastych syluru wymagane są specjalistyczne badania laboratoryjne (np: zawartość pierwiastków promieniotwórczych).

Zakład Geofizyki
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 7 stycznia 1977 r.

PIŚMIENNICTWO

- TOPULOS T. (1976a) — Wyniki badań geofizycznych utworów paleozoiku i prekambriu. Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego. Zesz. 32. Warszawa.
- TOPULOS T. (1976b) — Metodyka rozpozniomowania profilu i korelacji międzyotworowej według danych geofizyki wiertniczej na przykładzie utworów starszego paleozoiku wyniesienia Łeby. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- TOPULOS T. (1976c) — Rozpozniomowanie i korelacja utworów mezozoicznych i kenozoicznych w północno-wschodniej części wyniesienia Łeby na podstawie badań geofizyki wiertniczej. Biul. Inst. Geol., 293, p. 77—143. Warszawa.
- TOMCZYK H. (1972) — Wyniki badań stratygraficznych starszego paleozoiku w rejonie Żarnowca (wyniesienie Łeby). Kwart. geol., 16, p. 1013—1014, nr 4. Warszawa.
- TOMCZYK H. (1975) — Sylur. Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego. Zesz. 27. Warszawa.
- TOMCZYK H. (1976) — Sylur. Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego. Zesz. 32. Warszawa.
- WITKOWSKI A. (1974) — Budowa geologiczna rejonu Żarnowca. Kwart. geol., 18, p. 564—583, nr 3. Warszawa.

Томас ТОПУЛЁС

ХАРАКТЕРИСТИКА СИЛУРИЙСКИХ ПОРОД ПРИБАЛТИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ ПО ДАННЫМ ПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОФИЗИКИ

Резюме

В статье приведено расчленение и корреляция силурийских отложений Прибалтийской синеклизы по результатам промыслово-геофизических исследований. Эти породы охарактеризованы прежде всего по данным гамма каротажа и каротажа сопротивлений. Они

расчленены на 8 геофизических комплексов и соответствующие подкомплексы. Геофизическая характеристика комплексов I — V показана на фиг. 1 — 2, комплекса VI — фиг. 3, комплекса VII — фиг. 4 — 5, а комплекса VIII — фиг. 6. Комплекс I относится к нижнему лландоверу, II — верхнему лландоверу, III, IV и V относятся к венлоку, а VI, VII и VIII — ллудлоу.

Силурийские породы, мощность которых достигает 1800 м, сложены исключительно глинистыми отложениями. Установленное в настоящее время по геофизическим данным, литологически и палеонтологически обоснованное новое расчленение изучавшихся отложений позволит составить литолого-стратиграфический разрез пробуренных (на данной территории) скважинами пластов, из которых не отбирался керн.

Оказалось, что по геофизическим данным можно в глинистых породах силура выделить намного больше корреляционных пластов (фиг. 1 — 6), чем по геологическим данным. Для более точного выяснения причин изменчивости значений физических параметров в глинистых отложениях силура необходимо проведение специальных лабораторных исследований.

Thomas TOPULOS

THE CHARACTERISTICS OF SILURIAN ROCKS FROM THE PERIBALTIC SYNECLISE ON THE BASIS OF WELL LOGGING DATA

Summary

The paper presents zonation and correlation of Silurian rocks from the Peribaltic Syncline on basis of well logging data. The characteristics of these rocks is mainly based on resistivity and gamma loggings. The rocks are divided into 8 geophysical complexes and several subcomplexes. Figures 1 and 2 present geophysical characteristics of complexes I—V, Fig. 3 — of complex VI, Figs. 4—5 — of complex VII and Fig. 6 — of complex VIII. The complex I is assigned to the Lower Llandoveryan, II — to the Upper Llandoveryan, III, IV and V — to the Wenlockian, and VI, VII and VIII — to the Ludlovian.

Silurian rocks attain here up to 1800 m in thickness and are represented by clay deposits only. The new geophysical subdivision of these rocks, presented here, is based on lithology and paleontological records also so it will make possible establishment of lithostratigraphic profile of drillings in the case when core material is lacking.

It appears that the geophysical studies made possible to distinguish much more correlative layers within the clay Silurian profile (Figs. 1—6) than the geological methods. Special laboratory studies are necessary for more precise elucidating the causes of changes of physical parameters within the profile of clay Silurian rocks.