

Janusz FRYDECKI

## Syntetyczny profil geofizyczny utworów mezozoiku w otworze wiertniczym Jaronowice

Otwór wiertniczy Jaronowice IG-1 zlokalizowany w centralnej części Niecki Nidziańskiej został odwiercony w 1965 r. do głębokości 2630 m. Przeprowadzone w nim badania geofizyczne w powiązaniu z danymi geologicznymi (H. Jurkiewicz, J. Woźński i in., 1966, 1967 oraz K. Jaworowski, H. Jurkiewicz, Z. Kowalczewski, 1967) posłużyły do opracowania niniejszego artykułu. W artykule przedstawiono metodyczne propozycje ustalania profilu geologicznego danego otworu wiertniczego z punktu widzenia własności geofizycznych przewierconych skał. Wykorzystano tutaj odcinek otworu, w którym zostały nawiercone osady mezozoiku. Są one reprezentowane przez utwory triasu, jury i kredy. Spąg utworów mezozoicznych nie został geofizycznie udokumentowany. Kontakt pomiędzy dolnym wapieniem muszlowym, wykształconym w postaci szarych wapieni a dewońskimi dolomitami podłoża paleozoicznego, jest trudny do określenia już z powodu zbliżonego charakteru fizycznego tych skał. Ponadto na tym przejściowym odcinku wyznaczono granicę pomiędzy kolejnymi, odcinkowymi badaniami geofizycznymi, które ze względów technicznych wykonano bez zakładki. H. Jurkiewicz, J. Woźński i in. (1966) oraz K. Jaworowski, H. Jurkiewicz i Z. Kowalczewski (1967) podają, że spąg mezozoiku znajduje się na głębokości 1826 m. Określenie kontaktu mezozoiku z paleozoikiem na drodze geofizycznej okazało się niemożliwe i w niniejszej pracy interpretację zakończyłem na głębokości 1801,2 m.

Dla wydzielonych kompleksów geofizycznych przeprowadzono obliczenia w celu określenia takich parametrów, jak:

- względne natężenie naturalnego promieniowania gamma ( $dI_g$ )<sup>1</sup>,
- względne natężenie promieniowania gamma wzbudzonego neutronami ( $dI_{ng}$ ),
- gradient geotermiczny ( $G$ ),
- ciepła oporność właściwa ( $\xi$ ),
- poprzeczna (normalna) ekwiwalentna oporność właściwa kompleksu ( $R_n$ ),

<sup>1</sup> Oznaczenie według J. Frydeckiego (1966c).

- podłużna (styczna) ekwiwalentna oporność właściwa kompleksu ( $R_t$ ),
- średnia oporność właściwa ( $\bar{R}$ ),
- współczynnik makroanizotropii elektrycznej kompleksu ( $\lambda$ ),
- względna średnica otworu wiertniczego ( $d/d_n$ ) w obrębie danego kompleksu.

Względne natężenie naturalnego promieniowania gamma ( $dI_g$ ) zostało oznaczone (J. Frydecki, 1968c, oraz praca w przygotowaniu do druku) następująco:

$$dI_g = \frac{I_g - I_g^{\min}}{I_g^{\max} - I_g^{\min}} \quad (1)$$

gdzie:  $I_g$  — natężenie promieniowania gamma naprzeciw badanego kompleksu,  $I_g^{\min}$  — najniższe spotkane natężenie promieniowania gamma w badanym profilu (w tym przypadku dla wapieni oksfordu na odcinku 11000+1200),

$I_g^{\max}$  — najwyższe spotkane natężenie promieniowania gamma w badanym profilu (w tym przypadku dla ikowców retyku z odcinka 1400+1700 m).

$dI_g$  jest bezpośrednio zależne od zailenia ( $C_i$ ) —  $dI_g = f(C_i)$  (J. Frydecki, w przygotowaniu do druku).

Względne natężenie promieniowania gamma wzbudzonego neutronami ( $dI_{ng}$ ) zostało zdefiniowane podobnie:

$$dI_{ng} = \frac{I_{ng} - I_{ng}^{\min}}{I_{ng}^{\max} - I_{ng}^{\min}} \quad (2)$$

gdzie oporowe horyzonty z  $I_{ng}^{\max}$  i  $I_{ng}^{\min}$  odpowiadają horyzontom dla  $dI_g$  z tym, że tam gdzie rejestrowano  $I_g^{\min}$ , występuje  $I_{ng}^{\max}$  i odwrotnie, gdzie  $I_g^{\max}$  — występuje  $I_{ng}^{\min}$ . Wartości  $dI_g$  i  $dI_{ng}$  są wyrażone, zgodnie z definicją tych pojęć, w jednostkach niemianowanych.

Gradient geotermiczny ( $G$ ) obliczano dla każdego wydzielonego kompleksu oddzielnie. Wyrażano go w jednostkach  $\left[ \frac{\text{deg}}{100 \text{ m}} \right]$ .

Dla określenia przeciętnej cieplnej oporności właściwej ( $\xi$ ) skał wchodzących do danego kompleksu wykorzystywano wyliczony gradient geotermiczny ( $G$ ), a wartość gęstości strumienia ciepłego ( $q$ ) dla tego rejonu

przyjęto wg S. Plewy (1966) jako  $q = 1,1 \frac{\mu \text{ cal}}{\text{cm}^2}$ .

Cieplną oporność właściwą wyliczono z wzoru:

$$\xi = \frac{G}{q} \quad (3)$$

wyrażając ją w jednostkach  $\left[ \frac{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{deg}}{\text{kcal}} \right]$ .

Poprzeczną (normalną) ekwiwalentną oporność właściwą ( $R_n$ ) wyliczono zgodnie z teorią rozkładu linii sił pola elektrycznego (W. N. Gołowcyn, 1963) na podstawie wzoru:

$$R_n = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \cdot R_i}{\sum_{i=1}^n h_i}, \quad i = 1, 2, \dots \quad (4)$$

gdzie:  $h_i$  — miąższość  $i$ -tej warstwy wchodzącej w skład badanego kompleksu,  
 $R_i$  — rzeczywista oporność właściwa  $i$ -tej warstwy wyinterpretowana na podstawie sondowania oporności (SO) (L. Roman, 1957; J. Frydecki, 1968b),  
 $n$  — ilość warstw wchodzących w skład badanego kompleksu.

Podłużną (styczną) ekwiwalentną oporność właściwą ( $R_t$ ) uzyskano z wzoru:

$$R_t = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{R_i}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

gdzie:  $h_i$ ,  $R_i$ ,  $n$  — jak dla wzoru (4).

Wyliczone  $R_n$  i  $R_t$  pozwalają na określenie (dla potrzeb geoelektryki powierzchniowej) wartości oporności podłużnej kompleksu ( $\frac{1}{S}$ ) i oporności poprzecznej kompleksu ( $T$ ), które można zdefiniować wzorami:

$$\frac{1}{S} = \frac{R_t}{\sum_{i=1}^n h_i} \quad (6)$$

oraz

$$T = R_n \cdot \sum_{i=1}^n h_i \quad (7)$$

Srednią oporność właściwą kompleksu ( $\bar{R}$ ) wyliczono według wzoru:

$$\bar{R} = \sqrt{R_n \cdot R_t} \quad (8)$$

Jest ona związana z opornością podłużną i poprzeczną kompleksu wzorem:

$$\bar{R} = \sqrt{\frac{T}{S}} \quad (9)$$

Współczynnik makroanizotropii elektrycznej kompleksu ( $\lambda$ ) wyrażono za pomocą wzoru:

$$\lambda = \sqrt{\frac{R_n}{R_t}} \quad (10)$$

Korzystając z wzorów (10, 8) można otrzymać:

$$\bar{R} = \lambda \cdot R_t \quad (11)$$

oraz

$$\bar{R} = \frac{1}{\lambda} \cdot R_n \quad (11')$$

Jak wynika z powyższych wzorów, chcąc znaleźć  $R_t$ ,  $R_n$ ,  $S$ ,  $T$ , wystarczy mieć określone  $\bar{R}$  i  $\lambda$ . Dlatego praktycznie można sprowadzić zagadnienie do wyliczeń wyłącznie  $\bar{R}$  i  $\lambda$ , do których warto stosować robocze wzory w postaci:

$$\bar{R} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n h_i \cdot R_i}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{R_i}}} \quad (12)$$

oraz

$$\lambda = \frac{1}{\sum_{i=1}^n h_i} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n h_i R_i \cdot \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{R_i}} \quad (13)$$

Parametry  $R_n$ ,  $R_t$ ,  $\bar{R}$  wyrażone są w omometrach,  $T$ ,  $S$  w omach,  $\lambda$  — w jednostkach niemianowanych.

Srednicę otworu w obrębie danego kompleksu określano przyjmując za jednostkę nominalną jej wartość —  $d/d_n$ ; wyraża się ona w jednostkach niemianowanych.

Na fig. 1 zestawiono: głębokości (H) występowania wydzielonych kompleksów mezozoiku w Jaronowicach, stratygrafię, diagram zmian  $dI_g$ , diagram zmian  $dI_{ng}$ , diagram zmian  $\xi$ , diagram zmian  $\bar{R}$ , diagram zmian  $\lambda$  i diagram zmian  $d/d_n$ . Wydzielanie kompleksów prowadzono w ten sposób, by wartość nie przekraczała 1,3. Jedynie dla kompleksu z głębokości 799,5÷774,5 m  $\lambda = 1,92$ . Warstwy wchodzące w skład tego kompleksu mają jednak zbyt małą miąższość, by można było przeprowadzić w nich kilka drobniejszych wydzieleni.

H. Junkiewicz, J. Woiński i in. (1966) notują w obrębie triasu w Jaronowicach występowanie wapienia muszlowego, kajpru i retyku. W retyku wyróżniają oni trzy ogniwa — dolne, środkowe i górne.

W wapieniu muszlowym wydzielono jeden kompleks geofizyczny. Jest on zawarty w granicach 1801,2÷1745,2 m. Miąższość jego  $h = 56,0$  m. Względne natężenie naturalnego promieniowania  $\gamma_{dI_g} = 0,2-0,3$ , względne natężenie promieniowania  $\gamma_{dI_{ng}}$  wzbudzonego neutronami  $dI_{ng} = 0,53$ . Gradient geotermiczny  $G = 1,6$  deg/100 m. Ciepłota oporność właściwa  $\xi = 0,40 \frac{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{deg}}{\text{kcal}}$ . Poprzeczna (normalna) ekwiwalentna oporność właściwa  $R_n = 150$  omm. Podłużna (styczna) ekwiwalentna oporność właściwa  $R_t = 95$  omm. Średnia oporność właściwa  $\bar{R} = 120$  omm.

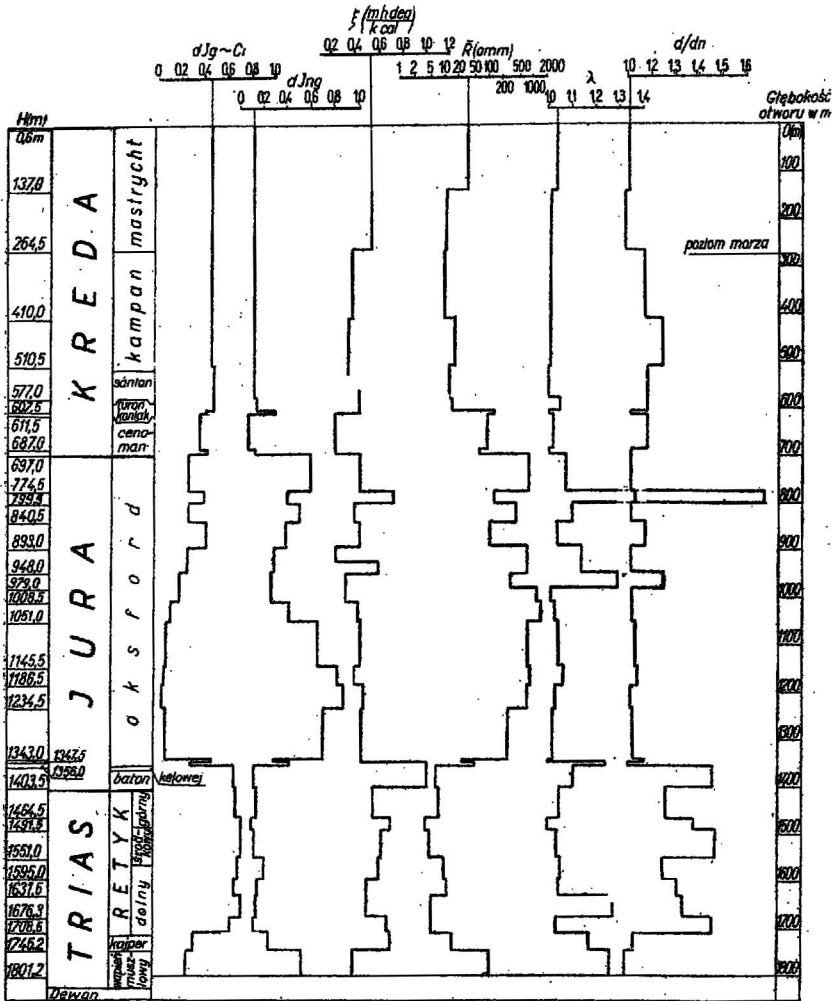


Fig. 1. Zestawienie profili fizycznych właściwości kompleksów geofizycznych wydzielonych w mezozoiku otworu wiertniczego Jaronowice IG-1

Comparison of physical properties of geophysical complexes distinguished in the Mesozoic formations pierced by bore hole Jaronowice IG 1

H — głębokość zalegania spagu wydzielonego kompleksu geofizycznego; dJg — względne natężenie naturalnego promieniowania gamma; dJng — względne natężenie promieniowania gamma wzbudzonego neutronami;  $\xi$  — ciepłota oporność właściwa kompleksu;  $\bar{R}$  — średnia oporność właściwa kompleksu;  $\lambda$  — współczynnika makroamizotropii elektrycznej kompleksu; d/dn — względna średnica otworu wiertniczego w obrębie kompleksu

H — occurrence depth of the bottom of the geophysical complex distinguished; dJg — relative intensity of natural gamma radiation; dJng — relative intensity of gamma radiation induced by neutrons;  $\xi$  — thermal resistivity of the complex examined;  $\bar{R}$  — average resistivity of the complex examined;  $\lambda$  — electric macroanization coefficient of the complex examined; d/dn — relative diameter of the bore hole within the complex

Współczynnik makroanizotropii elektrycznej kompleksu  $\lambda = 1,27$ . Względna średnica  $d/dn = 0,97$ . Kompleks ten reprezentują wapienie szare, drobno- i średniokrystaliczne.

Kajper wykształcony jest w postaci iłowców (brunatnowiśniowych, nieco wapnistych, z kryształkami kalcytu i żyłkami gipsu oraz mułowców i piaskowców drobnoziarnistych z wkładkami gipsu i margli dolomitycznych (H. Jurkiewicz, J. Woiński i in., 1966). Wydzielono w nim jeden kompleks, którego spąg  $H = 1745,2$  m;  $h = 36,7$  m. Strop kompleksu tych utworów — na kontakcie iłowców (kajper) i łupków (retyk) — został ustalony na głębokości 1708,5 m (wg H. Jurkiewicza — 1713,2 m), gdzie wyniki badań geofizycznych (PG, PNG, SO, PSr) wskazują na wyraźną granicę między nadległym, łupkowatym kompleksem retyku a mułowcowo-marglistym kajprem. Wydzielony kompleks jest niejednorodny fizycznie i litologicznie. Jego parametry geofizyczne przedstawiają się następująco:  $dI_g = 0,1-0,47$  (średnio 0,31),  $dI_{ng} = 0,14-0,36$  (średnio 0,25),  $G = 2,8$  deg/100 m,  $\xi = 0,71$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 20$  omm,  $R_t = 14$  omm,  $\bar{R} = 17$  omm,  $\lambda = 1,18$ ,  $d/dn = 1,01$ .

Strop osadów retyku był geofizycznie trudny do ustalenia. Wg H. Jurkiewicza, J. Woińskiego i in. (1966) znajduje się on na głębokości 1407,6 m — na kontakcie zlepieńców brunatnowiśniowych retyku z prawie czarnymi łupkami doggeru (baton).

Z danych geofizycznych wynika, że kontakt taki istnieje na głębokości 1403,5 m z tym, że własności radiometryczne i elektryczne po obu stronach granicy są analogiczne, jedynie dość wyraźnie zaznaczają się różnice we własnościach mechanicznych łupków i zlepieńców (wg PSr). Zespół warstw zaliczanych do retyku nie zachowuje charakterystycznych, właściwych kompleksom, własności fizycznych i ich charakterystycznego rozkładu i dlatego zdecydowano wydzielić tu szereg kompleksów (L. Roman, 1957, 1967; J. Frydecki, L. Roman, 1966).

W obrębie „dolnego ogniwa” retyku — iłowce brunatnowiśniowe z wkładkami margli, łupków marglistych i zlepieńców śródformacyjnych (H. Jurkiewicz, J. Woiński i in., 1966) — wydzielono cztery (licząc od dołu) kompleksy:

Pierwszy z nich charakteryzuje się następującymi parametrami:  $H = 1708,5$  m,  $h = 32,2$  m,  $dI_g = 0,62$ ,  $dI_{ng} = 0,12$ ,  $G = 2,7$  deg/100 m;  $\xi = 0,68$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 5$  omm,  $R_t = 4,6$  omm,  $\bar{R} = 4,8$  omm,  $\lambda = 1,04$ ,  $d/dn = 1,35$ .

Parametry drugiego kompleksu wyglądają następująco:  $H = 1676,3$  m,  $h = 44,8$  m,  $dI_g = 0,47-1,0$  (średnio 0,72),  $dI_{ng} = 0,07-0,23$  (średnio 0,14),  $G = 2$  deg/100 m,  $\xi = 0,51$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 7$  omm,  $R_t = 4,3$  omm,  $\bar{R} = 5,5$  omm,  $\lambda = 1,28$ ,  $d/dn = 1,22$ .

Dla trzeciego kompleksu wyliczono następujące parametry:  $H = 1631,5$  m,  $h = 36,5$  m,  $dI_g = 0,52-0,76$  (średnio 0,66),  $dI_{ng} = 0,10-0,21$  (średnio 0,15),  $G = 2,0$  deg/100 m,  $\xi = 0,51$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 13$  omm,  $R_t = 11,9$  omm,  $\bar{R} = 12,4$  omm,  $\lambda = 1,05$ ,  $d/dn = 1,20$ .

Czwarty kompleks „dolnego ogniwa” retyku charakteryzuje się parametrami:  $H = 1595,0$  m,  $h = 44,0$  m,  $dI_g = 0,50-0,85$  (średnio 0,69),  $dI_{ng} = 0,80-0,41$  (średnio 0,21),  $G = 2,4$  deg/100 m,  $\xi = 0,61$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 11$  omm,  $R_t = 9,8$  omm,  $\bar{R} = 10,4$  omm,  $\lambda = 1,06$ ,  $d/dn = 1,14$ .

„Środkowe ogniwo” retyku zawiera mułowce brunatnowiśniowe i szare z odcieniem zielonawym z wkładkami piaskowców drobnoziarnistych. W stropie mułowce przechodzą w ilowce brunatnowiśniowe z nieregularnymi wkładkami wapienno-dolomitycznymi. W spagu znajdują się rzadkie wkładki zlepieńców śródformacyjnych. Wydzielono tu jeden kompleks o parametrach:  $H = 1551,0$  m,  $h = 59,5$  m,  $dI_g = 0,60-0,82$  (średnio 0,72),  $dI_{ng} = 0,04-0,20$  (średnio 0,12),  $G = 2,5$  deg/100 m,  $\xi = 0,63$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 5$  omm,  $R_t = 4,6$  omm,  $\bar{R} = 4,8$  omm,  $\lambda = 1,04$ ,  $d/dn = 1,36$ .

W obrębie „górnego ogniwa” retyku wydzielono dwa kompleksy geofizyczne. Reprezentują je mułowce brunatnowiśniowe i szarozielonawe z wkładkami zlepieńca śródformacyjnego, przechodzące w stropie w piaskowce drobno- i średnioziarniste. W samym stropie występuje zlepieniec brunatnowiśniowy. Pierwszy kompleks charakteryzuje się parametrami:  $H = 1491,5$  m,  $h = 27,0$  m,  $dI_g = 0,67-0,83$  (średnio 0,71),  $dI_{ng} = 0,10$ ;  $G = 2,8$  deg/100 m,  $\xi = 0,71$  m.h.deg/kcal,  $R_n = R_t = \bar{R} = 4$  omm,  $\lambda = 1,00$ ,  $d/dn = 1,27$ .

Parametry kompleksu drugiego są następujące:  $H = 1464,5$  m,  $h = 61,0$  m,  $dI_g = 0,30-0,83$ ,  $dI_{ng} = 0,14$ ,  $G = 2,2$  deg/100 m,  $\xi = 0,56$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 8,7$  omm,  $R_t = 7,9$  omm,  $\bar{R} = 8,3$  omm,  $\lambda = 1,05$ ,  $d/dn = 1,15$ .

Należy jednak pamiętać że granica między kompleksami geofizycznymi (odpowiadającymi retykowi) a osadami doggeru (baton) nie jest w pełni jednoznaczna. Dlatego też wszystkie te utwory ( $\sim 1700-1350$  m) zaliczano poprzednio (J. Frydecki, 1967a, 1967b, 1968a) do jednego wielkiego kompleksu. Utwory batonu posiadają zbliżone własności fizyczne do utworów retyku i to utrudnia postawienie między nimi zdecydowanej granicy geofizycznej.

Jurę w otworze Jaronowice IG-1 reprezentują osady doggeru batonu i keloweju oraz oksfordu. H. Jurkiewicz, J. Woźński i in. (1966) zaliczają do batonu łupki prawie czarne, nieco młkowe, laminowane mułkiem szarym, silnie młkowym, które kontaktują z piaskowcami keloweju na głębokości 1356,6 m. Taki kontakt dał się uchwycić badaniami geofizycznymi (SO, PSr, PG, PING) na głębokości 1356,0 m i tę wartość przyjęto za strop kompleksu geofizycznego, odpowiadającego osadom batoniskim. Parametry wydzielonego kompleksu przedstawiają się następująco:  $H = 1403,5$  m,  $h = 47,5$  m,  $dI_g = 0,52-0,78$  (średnio 0,66),  $dI_{ng} = 0,12$ ;  $G = 4,0$  deg/100 m,  $\xi = 1,01$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 8$  omm,  $R_t = 6,5$  omm,  $\bar{R} = 7,2$  omm,  $\lambda = 1,11$ ,  $d/dn = 1,35$ .

Kontakt piaskowców szarozielonawych — nieco glaukonitowych, miejscami zailonych, z marglami i wapieniami — stanowiący granicę między doggerem a malmem (oksford) został ustalony na głębokości 1360,0 m (H. Jurkiewicz, J. Woźński i in., 1966). Piaskowce można prześledzić, jak wynika z danych geofizycznych, na odcinku 1356,0-1347,5 m. Na tej głębokości przyjęto też granicę kompleksu geofizycznego i zaliczono go do keloweju. Parametry tego kompleksu wyglądają następująco:  $H = 1356,0$  m,  $h = 8,5$  m,  $dI_g = 0,27$ ,  $dI_{ng} = 0,42$ ,  $G =$  nie określony (zbyt mała miąższość),  $R_n = 64$  omm,  $R_t = 41$  omm,  $\bar{R} = 51$  omm,  $\lambda = 1,25$ ,  $d/dn = 0,99$ .



Wyżej leżący kompleks na podstawie cech geofizycznych zaliczono do dywezu i newizu. Obejmuje on utwory wapienno-mułowcowo-margliste. Jego parametry są następujące:  $H = 1347,5$  m,  $h = 4,5$  m,  $dIg = 0,46$ ,  $dIng = 0,29$ ,  $G$  — nie określony z powodu zbyt małej miąższości,  $R_n = R_t = \bar{R} = 25$  omm,  $\lambda = 1$ ,  $d/dn = 1,06$ . Obniżony opór, zwiększona naturalna radioaktywność, ujemna anomalia  $Ing$  oraz powiększona średnica otworu świadczą o dużej ilości materiału o drobnej frakcji, co nie odpowiada wapieniom argowu. Dlatego też kompleks ten zaliczono do dywezu i newizu, których margliste osady z powodzeniem mogą być reprezentowane przez takie parametry fizyczne jak powyższe.

Wyżej leżące osady argowu to twarde zbite wapienie szare, kremowo-szare, beżowe i brązowe z konkrecjami krzemionkowymi oraz przeławiczeniami margli szaroniebieskawych. Wśród tych osadów wydzielono pięć kompleksów, których parametry przedstawiono niżej:

1)  $H = 1343,0$  m,  $h = 108,5$  m,  $dIg = 0,07$ ,  $dIng = 0,70$ ,  $G = 1,85$  deg/100 m,  $\xi = 0,47$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 300$  omm,  $R_t = 288$  omm,  $\bar{R} = 294$  omm,  $\lambda = 1,02$ ,  $d/dn = 1,01$ .

2)  $H = 1234,5$  m,  $h = 48,0$  m,  $dIg = 0,05$ ,  $dIng = 0,65-1,00$ ,  $G = 1,9$  deg/100 m,  $\xi = 0,48$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 700$  omm,  $R_t = 660$  omm,  $\bar{R} = 680$  omm,  $\lambda = 1,03$ ,  $d/dn = 1,00$ .

3)  $H = 1186,5$  m,  $h = 41,0$  m,  $dIg = 0,00-0,12$  (średnio 0,06),  $dIng = 0,44-1,0$  (średnio 0,81),  $G = 1,6$  deg/100 m,  $\xi = 0,40$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 800$  omm,  $R_t = 700$  omm,  $\bar{R} = 750$  omm,  $\lambda = 1,07$ ,  $d/dn = 1,03$ .

4)  $H = 1145,5$  m,  $h = 94,5$  m,  $dIg = 0,0-0,14$  (średnio 0,07),  $dIng = 0,51-0,78$  (średnio 0,65),  $G = 1,75$  deg/100 m,  $\xi = 0,44$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 750$  omm,  $R_t = 690$  omm,  $\bar{R} = 720$  omm,  $\lambda = 1,04$ ,  $d/dn = 1,02$ .

5)  $H = 1051,0$  m,  $h = 42,5$  m,  $dIg = 0,06-0,17$  (średnio 0,11),  $dIng = 0,30-0,48$  (średnio 0,41),  $G = 1,70$  deg/100 m,  $\xi = 0,43$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 1500$  omm,  $R_t = 1420$  omm,  $\bar{R} = 1470$  omm,  $\lambda = 1,03$ ,  $d/dn = 1,00$ .

Wapienie oksfordzkie ciągną się wyżej aż do głębokości 697,0 m, gdzie ustalono geofizyczną granicę między węglanowymi utworami jury i piaskowcami kredy. H. Jurkiewicz, J. Woźniński i in. (1966) podają istnienie tego kontaktu na głębokości 699,3 m. Wapieniom pelitycznym, szaroniebieskawym, twardym i wapieniom marglistym odpowiada, licząc od dołu, dwa kompleksy geofizyczne o następujących parametrach:

1)  $H = 1008,5$  m,  $h = 29,5$  m,  $dIg = 0,10-0,37$  (średnio 0,19),  $dIng = 0,20-0,48$  (średnio 0,26),  $G = 1,3$  deg/100 m,  $\xi = 0,33$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 1200$  omm,  $R_t = 1175$ ,  $\bar{R} = 1190$  omm,  $\lambda = 1,01$ ,  $d/dn = 1,00$ .

2)  $H = 979,0$  m,  $h = 31,0$  m,  $dIg = 0,19$ ,  $dIng = 0,26$ ,  $G = 1,3$  deg/100 m,  $\xi = 0,33$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 390$  omm,  $R_t = 230$  omm,  $\bar{R} = 300$  omm,  $\lambda = 1,30$ ,  $d/dn = 1,14$ .

Następny kompleks oksfordzki wykształcony jest w postaci kremowych i kremowobiałych kruchych wapieni pelitycznych. Jego parametry:  $H = 948,0$  m,  $h = 55,0$  m,  $dIg = 0,11-0,30$  (średnio 0,25),  $dIng = 0,19-0,38$  (średnio 0,29),  $G = 2,4-0,95$  deg/100 m,  $\xi = 0,61-0,24$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 800$  omm,  $R_t = 620$  omm,  $\bar{R} = 700$  omm,  $\lambda = 1,14$ ,  $d/dn = 1,00$ .

Wyżej leżące szaroniebieskawe, kruche, pelityczne wapienie i wapienie margliste z przeławiczeniami margli zostały ujęte w kompleks o param-



trach:  $H = 893,0$  m,  $h = 52,5$  m,  $dI_g = 0,32-0,47$  (średnio 0,41),  $dI_{ng} = 0,32-0,49$  (średnio 0,39),  $G = 1,8$  deg/100 m,  $\xi = 0,45$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 120$  omm,  $R_t = 110$  omm,  $\bar{R} = 115$  omm,  $\lambda = 1,04$ ,  $d/d_n = 1,06$ .

Kolejną partię kremowych i żółtawobiałych, kruchych wapieni pelitycznych, przechodzących ku stropowi w szaroniebieskawe wapienie i wapienie margliste, rozdzielono na dwa kompleksy o następujących parametrach:

1)  $H = 840,5$  m,  $h = 41,0$  m,  $dI_g = 0,26$ ,  $dI_{ng} = 0,30-0,70$ ,  $G = 1,6$  deg/100 m,  $\xi = 0,40$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 400$  omm,  $R_t = 333$  omm,  $\bar{R} = 365$  omm,  $\lambda = 1,10$ ,  $d/d_n = 1,00$ .

2)  $H = 799,5$  m,  $h = 25,0$  m,  $dI_g = 0,23-0,56$ ,  $dI_{ng} = 0,18-0,61$ ;  $G = 2,9$  deg/100 m,  $\xi = 0,73$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 290$  omm,  $R_t = 80$  omm,  $\bar{R} = 150$  omm,  $\lambda = 1,92$ ,  $d/d_n = 1,02$ .

Są to osady wybitnie niejednorodne (głównie elektrycznie), o czym świadczą bardzo duży współczynnik makroanizotropii. Opory rzeczywiste składowych warstw kompleksu wahały się nieregularnie w granicach 50÷500 omm i w zasadzie winno się tu wydzielić więcej niż 2 kompleksy. Jednak ich mała miąższość nie pozwalałaby na dobrą ilustrację zagadnienia i dlatego porzeczano na potraktowaniu ich jako jeden kompleks, a kwestię silnej niejednorodności sygnalizuje bardzo duży współczynnik makroanizotropii  $\lambda$ .

Ostatni (stropowy) kompleks jurajski oksfodu, kontaktujący bezpośrednio z kredą środkową, jest wykształcony w postaci szarobiałych i szarych, kruchych, dość porowatych wapieni pylastych z przelawiczeniami szarych i brązowych wapieni zwiezłych i zbitych. Oto jego parametry:  $H = 774,5$  m,  $h = 77,5$  m,  $dI_g = 0,26$ ,  $dI_{ng} = 0,46-0,76$  (średnio 0,60),  $G = 1,8$  deg/100 m,  $\xi = 0,45$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 800$  omm,  $R_t = 695$  omm,  $\bar{R} = 745$  omm,  $\lambda = 1,07$ ,  $d/d_n = 1,00$ .

Osady kredowe spoczywające na podłożu jurajskim to piaszczyste utwory cenomanu, występujące na głębokości 697,0 m ÷ 607,5 m (według H. Jurkiewicza, J. Woźnińskiego i in., 1966 — 699,3 ÷ 613,0 m). Ustalenie geofizyczne stropu tych utworów narażało nieco kłopotów. Czterometrowa warstwa stropowa charakteryzuje się podwyższoną radioaktywnością naturalną i wzbudzoną, wyższą opornością, ujemną anomalią PS i niewielkim zmniejszeniem średnicy otworu. Ponieważ strop cenomanu wyznacza kontakt między mułowcami silnie wapnistymi i wkładkami margli, dość silnie zapiaszczonych a drobnoziarnistymi, dość silnie zailonymi piaskowcami wapnistymi, wydaje się, że za strop geofizycznych kompleksów cenomańskich należy tu przyjąć głębokość 607,5 m.

Spągowy kompleks cenomański — jednorodnie zwiezłe piaskowce z glaukonitem — cechują następujące parametry:  $H = 697,0$  m,  $h = 10,0$  m,  $dI_g = 0,42$ ,  $G$  — nie określony ze względu na zbyt małą miąższość  $R_n = R_t = 64$  omm,  $\lambda = 1,00$ ,  $d/d_n = 1,00$ .

Główny kompleks cenomański składa się z piaskowców słabozwiezłych z wkładkami białych, zlewnych piaskowców z dość dużą zawartością glaukonitu. Jego parametry geofizyczne:  $H = 687,0$  m,  $h = 75,5$  m,  $dI_g = 0,35$ ,  $dI_{ng} = 0,07$ ,  $G = 0,97$  deg/100 m,  $\xi = 0,24$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 100$  omm,  $R_t = 95$  omm,  $\bar{R} = 98$  omm,  $\lambda = 1,02$ ,  $d/d_n = 1,07$ .

Stropowy kompleks cenomański stanowią piaskowce szare i szarozielonawe, droбноziarniste, wapniste i zlepieńcowate, dość silnie zaillone, z wtrąceniami ilów wapnistych i glaukonitu, przechodzące w stropie w mułowce szare, silnie wapniste, z wkładkami margli silnie zapiaszczonych. Parametry tego kompleksu:  $H = 611,5$  m,  $h = 4,0$  m,  $dI_g = 0,40$ ,  $dI_{ng} = 0,30$ ,  $G$  — nie określony ze względu na zbyt małą miąższość,  $R_n = R_t = \bar{R} = 140$  omm,  $\lambda = 1,00$ ,  $d/d_n = 0,99$ .

Na utworach cenomańskich leżą osady koniakku (turonu?) w postaci margli silnie zapiaszczonych, mułowców szarych, wapnistych oraz piaskowców szarych, droбноziarnistych z glaukonitem, silnie zailonych. Wydzielono tu jeden kompleks o parametrach:  $H = 607,5$  m,  $h = 30,5$  m,  $dI_g = 0,40-0,51$  (średnio 0,47),  $dI_{ng} = 0,13$ ,  $G = 1,75$  deg/100 m,  $\xi = 0,44$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 15$  omm,  $R_t = 13,5$  omm,  $\bar{R} = 14,5$  omm,  $\lambda = 1,05$ ,  $d/d_n = 1,07$ . W spągowej części tego kompleksu, blisko kontaktu z cenomanem, obserwuje się podwyższenie oporności właściwej do około 20 omm.

W obrębie senonu wydzielono utwory santonu, kampanu i mastrychtu. Geofizycznie santon reprezentuje jeden kompleks, złożony z margli plamistych, szarych lub jasnoszarych z odcieniem zielonawym, miejscami silnie zapiaszczonych z częstymi wtrąceniami pirytu i zlepów muszlowych. Parametry geofizyczne tego kompleksu są następujące:  $H = 577,0$  m,  $h = 66,5$  m,  $dI_g = 0,34-0,54$  (średnio 0,47),  $dI_{ng} = 0,12$ ,  $G$  — nie dał się określić ze względu na silne zaburzenia krzywej PT,  $R_n = R_t = \bar{R} \approx 13,5$  omm,  $\lambda = 1,00$ ,  $d/d_n = 1,07$ .

Utwory kampanu to margle szare, dość zwięzłe, zapiaszczone, miejscami margle plamiste z wkładkami wapieni marglistych. Wydzielono tu dwa kompleksy geofizyczne o parametrach:

1)  $H = 510,5$  m,  $h = 100,5$  m,  $dI_g = 0,4-0,5$ ,  $dI_{ng} \approx 0,10$ ,  $G = 1,4$  deg/100 m,  $\xi = 0,35$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 17,5$  omm,  $R_t = 17,3$  omm,  $\bar{R} = 17,4$  omm,  $\lambda = 1,01$ ,  $d/d_n = 1,14$ .

2)  $H = 410,0$  m,  $h = 145,5$  m,  $dI_g = 0,40-0,50$  (średnio 0,46),  $dI_{ng} = 0,08-0,17$  (średnio 0,12),  $G = 1,5$  deg/100 m,  $\xi = 0,38$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 10,1$  omm,  $R_t = 9,9$  omm,  $\bar{R} = 10$  omm,  $\lambda = 1,01$ ,  $d/d_n = 1,06$ .

Mastrycht reprezentują margle szare, miejscami z odcieniem niebieskawym, zbite, dość silnie zapiaszczone, w części stropowej margle o odcieniu żółtawym, bardzo silnie zapiaszczone. Wydzielono tu dwa kompleksy geofizyczne, których parametry przedstawiają się następująco:

1)  $H = 264,5$  m,  $h = 127,5$  m,  $dI_g = 0,46$ ,  $dI_{ng} = 0,12$ ,  $G = 2,1$  deg/100 m,  $\xi = 0,54$  m.h.deg/kcal,  $R_n = 11,1$  omm,  $R_t = 10,9$  omm,  $\bar{R} = 11$  omm,  $\lambda = 1,01$ ,  $d/d_n = 0,98$ .

Wartości  $G$  i  $\xi$  należy traktować w tym kompleksie jako orientacyjne, gdyż określenie tych wielkości na niewielkiej głębokości następuje poważne trudności, ze względu na bliski kontakt płuczki z atmosferą i w związku z tym dość energiczną wymianę ciepła z otoczeniem. Z tego też powodu dla następnego kompleksu wartości  $G$  i  $\xi$  nie zostały w ogóle określone.

2)  $H = 137,0$  m,  $h = 136,4$  m,  $dI_g = 0,46$ ,  $dI_{ng} = 0,12$ ,  $R_n = 36,5$  omm,  $R_t = 33,5$  omm,  $\bar{R} = 35$  omm,  $\lambda = 1,04$ ,  $d/d_n = 1,00$ .

Ponad tym kompleksem występują utwory czwartorzędowe o miąższości około 0,6 m, które nie wchodzi już w zakres niniejszego opracowania.

Przedstawiona wyżej charakterystyka wydzielonych kompleksów geofizycznych odbiega nieco od prac wcześniejszych (J. Frydecki 1967a, 1968a). Wynika to z obserwacji mezozoiku w następnych otworach wiertniczych w Niece Nidziańskiej (J. Frydecki 1967b, 1968a; H. Jurkiewicz, J. Woźniński i in., 1967). Metodykę wydzielenia kompleksów i prowadzenia ich charakterystyki prowadzono w oparciu o prace L. Romana (1957, 1967) oraz J. Frydeckiego i L. Romana (1966); w stosunku do tych prac wprowadzono szereg nowych ujęć metodycznych (np. parametry  $R$ ,  $\lambda$ ,  $\xi$  itp.).

Zaproponowana wyżej metodyka przedstawiania obrazu geofizycznego profilu otworu wiertniczego daje przejrzysty, wstępnie już opracowany syntetyczny profil geofizyczny, według którego rozdzielenie na kompleksy stratygraficzne, określenie ich litologii i głębokości ich występowania staje się łatwiejsze. Widać też wyraźnie możliwość zastosowania takiej formy dla potrzeb geofizyki powierzchniowej. Podstawowe parametry w geoelektryce —  $T$  i  $S$  można już prosto wyliczyć ze wzorów (6), (7) czy (9). Wydzielenie kompleksów geofizycznych z podaniem ich charakterystyki fizycznej daje też możliwość wykorzystania ich jako poziomu odniesienia dla badań sejsmicznych. Określenie parametrów takich, jak  $dI_g$ ,  $dI_{ng}$  pozwala na wykorzystanie materiałów do charakterystyki kolektorskich skał zbiornikowych (J. Frydecki, w przygotowaniu do druku, S. Plewa, 1966). Ponadto poszukiwano dawno (L. Roman, 1967) takich parametrów kompleksów geofizycznych, które pozwalałyby na przeprowadzenie korelacji własności fizycznych skał między różnymi otworami wiertniczymi. Wstępne porównanie powyższych danych z wynikami otrzymanymi z takich otworów wiertniczych jak Węgleszyn IG 1, Węgrzynów IG 1 i inne pozwalają sądzić, że zaproponowany wyżej zestaw parametrów geofizycznych w kompleksie (fig. 1) może spełnić to zadanie.

Zakład Geofizyki  
Instytutu Geologicznego  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Nadesłano dnia 12 września 1968 r.

## PIŚMIENNICTWO

- FRYDECKI J. (1967a) — Wydzielenie kompleksów i interpretacja rzeczywistych oporności w otworze Jaronowice IG 1. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.
- FRYDECKI J. (1967b) — Interpretacja wyników karotażu w odwiercie Węgleszyn IG 1. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.
- FRYDECKI J. (1968a) — Zestawienie profili geofizycznych odwiertów Jaronowice IG-1 i Węgleszyn IG-1. Kwart. geol., 12, p. 422—423, nr 2. Warszawa.

- FRYDECKI J. (1968b) — Efektywność stosowania różnych kompleksów sond elektrometrii w geofizyce wiertniczej. *Geologia za Granicą*, 9, p. 80—91, nr 2. Warszawa.
- FRYDECKI J. (1968c) — Oznaczenia w geofizyce wiertniczej. *Prz. geol.* 16, p. 391—394, nr 8. Warszawa.
- FRYDECKI J. — (praca w przygotowaniu do druku) — Przyczynki metodyczne z zakresu geofizyki wiertniczej w aspekcie poszukiwań złóż bituminów. *Prz. geol.* Warszawa.
- FRYDECKI J., ROMAN L. (1966) — Interpretacja wyników karotażu w odwiercie oporowym Warszawa IG 1. *Arch. Inst. Geol.* (maszynopis). Warszawa.
- JAWOROWSKI K., JURKIEWICZ H., KOWALCZEWSKI Z. (1967) — Śimian i paleozoik z otworu wiertniczego Jaronowice IG 1. *Kwart. geol.*, 11, p. 21—38, nr 1. Warszawa.
- JURKIEWICZ H., WOJŃSKI J., KOWALCZEWSKI Z., LABĘCKI J. (1966) — Badanie struktur mezo-paleozoicznych na obszarze niecki Nidy; a) wiercenie Jaronowice. *Arch. Inst. Geol.* (maszynopis). Warszawa.
- JURKIEWICZ H., WOJŃSKI J., KOWALCZEWSKI Z., LABĘCKI J., FRYDECKI J. (1967) — Badanie struktur mezo-paleozoicznych na obszarze niecki Nidy; b) wiercenie Węgleszyn. *Arch. Inst. Geol.* (maszynopis). Warszawa.
- PLEWA S. (1966) — Regionalny obraz parametrów geotermicznych obszaru Polski. *Kraków*.
- ROMAN L. (1957) — Badania geofizyczne w otworze Kryniki IG-1. *Biul. Inst. Geol.*, 128, p. 5—27. Warszawa.
- ROMAN L. (1967) — Wydzielanie kompleksów i ich charakterystyka. *Kwart. geol.*, 11, p. 912—913, nr 4. Warszawa.
- ГОЛОБЦЫН В. Н. (1963) — Электроразведка. Киев.

Януш ФРИДЕЦКИ

### СИНТЕТИЧЕСКИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЗОЗОЯ В БУРОВОЙ СКВАЖИНЕ ЯРОНОВИЦЕ

#### Резюме

В настоящей статье представлены предложения, касающиеся обработки материалов промысловой геофизики. Примером является геофизическая характеристика мезозойских отложений, пройденных скважиной Яроновице ИГ-1. На основании геологических данных и геофизического разреза в нем выделено ряд геофизических комплексов, для которых дана подробная геофизическая характеристика. В характеристике учтены радиометрические ( $dI_g$ ,  $dI_{ng}$ ), тепловые ( $G$ ,  $\xi$ ), электрические ( $R_n$ ,  $R_t$ ,  $\bar{R}$ ,  $\lambda$ ) и механические ( $d/dn$ ) свойства пород. Представленная таким образом геофизическая характеристика пройденных отложений позволяет использовать ее для литостратиграфических, сейсмических, геоэлектрических целей, для количественной интерпретации свойств пород-коллекторов, а также для корреляции физических свойств между буровыми скважинами. На фиг. 1 (в польском тексте) представлен пример сопоставления стратиграфии с диаграммами, иллюстрирующими физические свойства геофизических комплексов, выделенных в мезозое буровой скважины Яроновице ИГ-1.

Janusz FRYDECKI

**SYNTHETIC GEOPHYSICAL PROFILE OF MESOZOIC  
FORMATIONS IN BORE HOLE JARONOWICE**

**S u m m a r y**

The present author proposes to apply a method of elaborating materials obtained from drilling geophysics. The example presented in the paper is based on the geophysical picture of the Mesozoic formations pierced through by bore hole Jaronowice IG-1. On the basis of both geological data and geophysical profile, geophysical complexes have been distinguished, for which an ample geophysical characteristic has been given. This characteristic comprises the following properties of rocks: radiometrical ( $dI/g$ ,  $dI/g$ ), thermal ( $G$ ,  $\xi$ ), electrical ( $R_n$ ,  $R_t$ ,  $\bar{R}$ ,  $\lambda$ ) and mechanical ( $d/dn$ ) properties. The geophysical picture of the formations considered is helpful in lithostratigraphical, seismic and geoelectrical elaborations, as well as in qualitative interpretation of reservoir rock features, and in correlation of physical properties between two bore holes. Fig. 1 (see Polish text) presents both the stratigraphy and the diagrams that demonstrate some physical properties of the geophysical complexes distinguished in the Mesozoic formations pierced by bore hole Jaronowice IG-1.