

WYNIKI BADAŃ GEOFIZYCZNYCH

Michał Grzegorz ROMAN

WYNIKI BADAŃ GEOFIZYKI WIERTNICZEJ

ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ

W otworze Nieświń PIG 1 pomiary geofizyki wiertniczej wykonano w 7 odcinkach pomiarowych. Badania wykonywane były przez grupy karotażowe Geofizyki Toruń z Bazy Geofizyki Otworowej w Wołominie od 2.01.1990 r. do 23.08.1990 r. Pomiar wykonano analogowymi aparaturami, następnie w latach dziewięćdziesiątych część profilowań zostało scyfrowanych. Scyfrowane dane pomiarowe znajdują się w formacie plików LAS w Centralnej Bazie Danych Geologicznych (numer identyfikacyjny CBDG otworu 16013, nazwa: „Nieświń PIG-1”), oryginalne analogowe materiały znajdują się w Narodowym Archiwum Geologicznym pod nr 132615.

Do dokumentacji otworu Nieświń PIG 1 załączono następujące pomiary (w nawiasach podano skróty stosowane w plikach .las w CBDG („_C” oznacza profilowanie kompozytowe powstałe z połączenia badań odcinkowych):

- profilowanie średnicy otworu PŚr (CALI, CALI_C – to profilowanie w odcinku 1998–2259 m było zarejestrowane błędnie – poprawiona wersja przedstawiona jest na figurze 4),
- profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma PG (GR),
- profilowanie neutron-gamma PNG (NEGR),
- profilowanie gamma-gamma PGG (GGDN),
- profilowanie neutron-neutron PNN (CNL),
- profilowanie potencjałów samoistnych PS (SP),
- profilowanie oporności PO sondami o rozstawach: A0,4M0,1N (EL02), A1,0M0,1N (EL03), A2,0M0,5N (EN10_C, EL09 lub EL07), A4,0M0,5N (EL14), A8,0M1,0N (EL26), N6,0M0,5A (EL09_C, EN10 lub EN 20),
- sterowane profilowanie oporności P0st (LL3 – w postaci analogowej dostępne często tylko w postaci krzywej zlogarytmowanej),

- sterowane mikroprofilowanie oporności mP0st (ML – w postaci analogowej dostępne często tylko w postaci krzywej zlogarytmowanej),
- profilowanie akustyczne PA (T1, T2, DT),
- profilowanie cementomierzem akustycznym PAc, PAcT2 (PAc, CBT2),
- profilowanie temperatury przy ustalonej równowadze temperatury PTu (TEMU),
- profilowanie krzywizny otworu PK.

W tabeli 23 przedstawiono dokładne interwały wykonanych profilowań geofizyki otworowej wraz z datą ich wykonania i ówczesną głębokością (wg miary geofizycznej), nominalną średnicą otworu (lub średnicą rur). Część profilowań zaznaczonych kursywą została scyfrowana z krokiem próbkowania 0,25 m i jest dostępna w CBDG w postaci 133 plików o rozszerzeniu .BKR (pliki tekstowe, zawierające pojedyncze profilowania kompatybilne z systemem GEOFLOG – Szewczyk, 1996) oraz 19 plików formatu .las (pliki tekstowe zawierające zestandaryzowany nagłówek z informacjami o otworze i odcinku, grupujący część/całość krzywych z odcinka pomiarowego kompatybilny ze współcześnie stosowanymi programami zachodniej produkcji¹), zawierających odcinkowe, źródłowe pomiary, dwa pliki .las z pomiarami połączonymi i/lub znormalizowanymi oraz dwa pliki .las, zawierające wyniki pomiarów prędkości średnich. We wszystkich ww. plikach głębokości podano w metrach pod poziomem morza wg miary geofizycznej, nie uwzględniając poprawki na skrzywienie otworu.

Połączone i znormalizowane wyniki profilowania naturalnej promieniotwórczości gamma i neutron-gamma przedstawiono na figurze 4. Znajduje się na niej również między innymi profilowanie średnicy otworu wiertniczego z oznaczonymi za pomocą strzałek głębokościami łączenia

¹ W niektórych przypadkach, aby plik ten mógł być wczytany do bazy danych programu, pliki należy zmodyfikować poprzez usunięcie odstępów pomiędzy znakami „~A”, znajdującymi się nad oznaczeniami poszczególnych kolumn („DEPTH” itd.) a tymi oznaczeniami, tak aby znalazły się one w jednej linii i były oddzielone jedną spacją. Niezgodność wynika prawdopodobnie z istnienia różnych wersji standardu .las.

Tabela 23

**Wykaz badań geofizycznych wykonanych
w otworze Nieświń PIG 1 załączonych
do dokumentacji wynikowej (stan na 2017 r.)**

List of well logs from the Nieświń PIG 1 borehole attached
to the final well report (state for 2017)

Odcinek badaństrefowych Interval of zonal measurements	Data wykonania badań Date of measurement	Głębokość otworu [m] i średnica nominalna otworu (lub rury) [mm] Borehole depth [m] and borehole (or pipe) nominal diameter [mm]	Symbol pomiaru (badania) Symbol of measurement	Interwał głębokościowy badań Measurement depth interval [m]
1	2	3	4	5
1	2.01. 1990	233 438 mm	PŚr PO: N6.0M0.5A PO: A2.0M0.5N PS PK	24–230 24–227 24–227 24–230 5–230
2	3.08. 1990	2356 (244 mm)	PK	750–2346
3	25–26.01. 1990	735 311 mm	PG PNG PO: N6.0M0.5A PO: A2.0M0.5N PO: A0.4M0.1N PO: A1.0M0.1N PO: A2.0M0.5N PO: A4.0M0.5N PO: A8.0M1.0N POst PŚr PS PK PA PGG	0–735 0–735 230–715 230–715 520–715 520–715 520–715 520–715 520–715 520–730 230–728 230–715 200–725 230–729 230–728
4	20–21.03. 1990	1252	PG PGG PNG PŚr PS PA PO: N6.0M0.5A PO: A2.0M0.5N PO: A0.4M0.1N	660–1251 660–1250 660–1251 660–1251 660–1250 660–1250 660–1245 660–1245 660–1243
4	20–21.03. 1990	1252	PO: A1.0M0.1N PO: A2.0M0.5N PO: A4.0M0.5N PO: A8.0M1.0N POst PK PO: N6.0M0.5A PO: A2.0M0.5N PS PŚr	660–1243 660–1243 660–1243 660–1243 660–1250 700–1250 230–1245 230–1245 230–1251 200–1251

Tabela 23 cd.

1	2	3	4	5
5	9–10.05. 1990	1758	PG PGG PNG PO: N6.0M0.5A PO: A2.0M0.5N PO: A0.4M0.1N PO: A1.0M0.1N PO: A2.0M0.5N PO: A4.0M0.5N PO: A8.0M1.0N POst PA PŚr PK PŚr PO: N6.0M0.5A PO: A2.0M0.5N mPOst	1200–1757 1200–1757 1200–1758 1200–1753 1200–1753 1190–1757 1190–1757 1190–1757 1190–1757 1190–1757 1190–1757 1200–1757 1200–1757 1225–1750 200–1778 230–1751 230–1751 505–1758
6	22–23.05. 1990	1872	PG PGG PNG PO: N6.0M0.5A PA PS PŚr PK POst mPOst PO: A0.4M0.1N PO: A1.0M0.1N PO: A2.0M0.5N PO: A4.0M0.5N PO: A8.0M1.0N PO: N6.0M0.5A PO: A2.0M0.5N PObj PS PI PŚr	1700–1872 1700–1872 1700–1872 1700–1867 1700–1872 1700–1867 1700–1872 1725–1870 1700–1870 1700–1871 1700–1867 1700–1867 1700–1867 1700–1867 1700–1867 230–1872 230–1872 231–1872 234–1872 530–1872 194–1872
7	19–20.06. 1990	2266 216 mm	PG PGG PNG PO: N6.0M0.5A PO: A2.0M0.5N PŚr PK PS x 2 PO: A0.4M0.1N PO: A1.0M0.1N PO: A2.0M0.5N PO: A4.0M0.5N PO: A8.0M1.0N POst mPOst PA PG PNN	1820–2265 1868–2265 1820–2265 1868–2260 1868–2260 1868–2259 1850–2265 1868–2265 1868–2260 1868–2260 1868–2260 1868–2260 1868–2260 1868–2264 1868–2264 1820–2264 1800–2265 1810–2265
8	19.06. 1990	(0–1872 m: 244 mm; 0–233 m: 340 mm)	PAc	0–1868

Tabela 23 cd.

1	2	3	4	5
9	03.08. 1990		PŚr x 3	2245–2343
			PK	2250–2343
			PG	2200–2343
			PGG	2200–2343
			PO: N6.0M0.5A	2200–2337
			PO: A2.0M0.5N	2200–2337
			PNG	2200–2343
			PA	2200–2340
			PŚr	2200–2343
			PO: A0.4M0.1N	2210–2337
			PO: A1.0M0.1N	2210–2337
			PO: A2.0M0.5N	2210–2337
			PO: A4.0M0.5N	2210–2337
			PO: A8.0M1.0N	2210–2337
			POst	2210–2339
			mPOst	2210–2339
			PS	1868–2343
			PO: N6.0M0.5A	1868–2337
			PO: A2.0M0.5N	1868–2337
			PŚr	1837–2343
			PG	2210–2343
			PNN	2210–2343
11	23.08. 1990		PTu (po 10 dniach stójki) x2	25–2343

odcinków badań, średnica nominalna wiercenia oraz profilowania oporności i akustyczne. Profilowanie neutron-gamma i profilowanie gamma znormalizowano z użyciem metodyki opisanej w pracy Szewczyka i in. (2001). Ponadto, w otworze Nieświń PIG 1 profilowanie gamma zostało zestandaryzowane *post factum* (zrekalibrowane) do jednostek [API] i połączone z użyciem metodyki opisanej w pra-

cy Szewczyka (2000a) – krzywa GR_S w pliku „nie1_s.las” dostępnym w CBDG.

PG – profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma, PNG – profilowanie neutron-gamma, PS – profilowanie naturalnych potencjałów, PO – klasyczne profilowanie oporności (A,B – elektrody prądowe, M – elektroda pomiarowa, odległości między elektrodami w metrach), PK – profilowanie krzywizny otworu, PŚr – profilowanie średnicy, PTu – profilowanie temperatury w ustalonych warunkach termicznych, PNN – profilowanie neutron-neutron, PI – profilowanie indukcyjne, POst – sterowane profilowanie oporności (laterolog), mPOst – sterowane mikroprofilowanie oporności (mikrolaterolog), PGG – profilowanie gamma-gamma, PA – profilowanie akustyczne, PAc – profilowanie cementomierzem akustycznym. Pogrubiono czcionkę w wypadku profilowań dostępnych w formie cyfrowej.

PG – gamma ray log, PNG – neutron-gamma ray log, PS – spontaneous potential log, PO – conventional electrical log (A,B – current electrodes, M – measurement electrode, distances between electrodes are expressed in meters), PK – deviation log, PŚr – caliper, PTu – temperature log in stable conditions, PNN – neutron log, PI – induction log, POst – laterolog, mPOst – microlaterolog, PGG – gamma-gamma log, PA – acoustic log, PAc – cement bound log. The font has been bolded in the case of digitalized curves.

cy Szewczyka (2000a) – krzywa GR_S w pliku „nie1_s.las” dostępnym w CBDG.

W zasobach CBDG znajdują się również 244 wyniki oznaczeń na próbkach rdzenia, wykonywane w czasie wiercenia oraz 9 wykonanych prawdopodobnie później (być może inną metodyką): porowatości efektywnych i całkowitych oraz przepuszczalności w kierunku poziomym i pionowym. Ponadto zarówno dla próbek rdzenia, jak i okruszowych określano zawartość kalcytu i dolomitu (Szewczyk, 2005). Dla otworu Nieświń PIG 1 obliczono również średnie gęstości przewierconych warstw skalnych z poszczególnych okresów na podstawie 910 oznaczeń gęstości (Rosowiecka i in., 2011). Wyniki części tych oznaczeń zaprezentowano na figurze 4.

OCENA JAKOŚCI DANYCH

Generalnie jakość wykonanych pomiarów jest dobra (Tracz, 1991), należy jednak pamiętać o ograniczeniach stosowanego ówczesnie sprzętu oraz analogowych metod rejestracji:

1. wyniki badań radiometrycznych nie były kalibrowane ani standaryzowane, jednostki, w których rejestrowano te profilowania to impulsy na minutę;
2. wykonane w otworze klasyczne pomiary oporności w wariantach potencjałowym i gradientowym mierzą pozorne oporności skał;
3. proces cyfrowania analogowo zarejestrowanych krzywych powoduje zwiększenie niepewności pomiaru. Możliwe są również błędy grube – zauważono np. podpisanie cyfrowej wersji krzywych potencjałowego profilowania oporności (*normal* – w zasobach CBDG oznaczane jako EN) jako profilowanie gradientowe (*lateral*

– EL), scyfrowanie niewiarygodnego (Tracz, 1991) pomiaru średnicy i włączenie go do krzywych kompozytowych (plik „nie10.las” w zasobach CBDG).

Większe rozmycia ścian otworu wpływały na jakość rejestrowanych pomiarów geofizyki wiertniczej (zwłaszcza radiometrii) w interwałach: 0–97, 735–990, 1350–1522, 1559–1726, 1981–2260, 2327–2336 m (silne rozmycie soli cechsztyńskiej). Otwór nie osiągnął zakładanej głębokości 3000 m z uwagi na ciągle i bardzo intensywne zaciskanie ścian na jego spodzie (Kowalczewski i in., 1991b). Prawdopodobnie z tego samego powodu nie wykonano pomiarów geofizycznych w jego dolnej części (ryzyko przechwycenia sond pomiarowych).

Profilowanie krzywizny otworu zostało pomierzone z krokiem 25 m w całym profilu odwiertu, a następnie ręcznie scyfrowane, przeliczone² (metodą stycznych) i zwi-

² Operacje te wykonano w pełni cyfrowo. Jest to jedne z pierwszych sposobów wykorzystania techniki komputerowej w pomiarach geofizyki wiertniczej w Polsce (w dodatku wykonany na sprzęcie krajowej produkcji) – z uwagi na brak możliwości cyfrowej rejestracji krzywych, pozostałe pomiary (wymagające mniejszego kroku próbkowania) były interpretowane tradycyjnymi, „analogowymi” metodami.

zualizowane. Profilowanie krzywizny otworu nie wykazało odchylenia od pionu do głęb. 750 m. W pozostałym odcinku nie zarejestrowano znaczących odchyleń od pionu (maksymalnie wyniosły one $3^{\circ}45'$, zwykle nie przekraczały 2°), odejście otworu od punktu początkowego wyniosło w rzucie poziomym 42,93 m, otwór jest – generalnie rzecz biorąc – pochylony w kierunku południowo-zachodnim (Fifielska, Król, 1990).

Wszystkie wykonane pomiary (a co za tym idzie, ich interpretacje) są obciążone zmianami średnic otworu. Efekt ten jest najwyraźniej widoczny w miejscach zmiany nomi-

nalnej średnicy wiercenia (patrz fig. 4) czy w interwale 1982–2261 m. Znaczne rozmycia ścian otworu były tam spowodowane stosowaniem solno-skrobiowej płuczki, która rozpuszczała przewiercone pokłady soli kamiennej. Poniżej głębokości 1881 m, na zapis sond geofizyki otworowej, duży wpływ ma wysoka mineralizacja płuczki. Zniekształcenia te są najsilniejsze w przypadku pomiarów elektrometrycznych (zmniejszenie pseudooporności) oraz sond neutronowych (intensywniejsza absorpcja neutronów przez chlor zawarty w płuczce).

INTERPRETACJA PROFILOWAŃ GEOFIZYKI WIERTNICZEJ

W otworze tym, co najmniej czterokrotnie analizowano dane geofizyki wiertniczej (Nowak, Płachta, 1990; Tracz, 1991; Nowak, Kubik, 2003; Szewczyk, 2005).

W dwóch pierwszych opracowaniach skupiono się na wydzieleniu kompleksów litologicznych (litostratygraficznych) oraz ustaleniu parametrów zbiornikowych i nasycenia kolektorów, korzystając przy tym bezpośrednio z nieskalibrowanych pomiarów. Niestety, w każdym z analizowanych poziomów kolektorskich, uzyskano 100% nasycenie przestrzeni porowej wodą złożową. Należy tu zaznaczyć iż, w tekście dokumentacji Tracz (1991) dość dokładnie opisano metodykę interpretacji.

W pracy Nowaka i Kubika (2003) skupiono się na precyzyjnym przetworzeniu (uzgodnienie głębokościowe profilowań, poprawki na warunki otworowe) i zrekalibrowaniu dostępnych profilowań (przeliczenia imp/min na jednostki fizyczne w pomiarach radiometrycznych, eliminacja zjawiska zaniku cykli w profilowaniu akustycznym), a następnie wykonano kompleksową interpretację litologiczno-złożową za pomocą programu ANALIT-PLUS (wersja ANAL NC/n). Parametry dostosowywano indywidualnie w odcinkach interpretacyjnych, mierzących zwykle kilka, kilkadziesiąt metrów. Obliczony profil posłużył do konstrukcji syntetycznego profilowania czasu interwałowego, na podstawie którego skonstruowano sejsmogram syntetyczny, korzystając z programu SynTool Pakietu Open Works firmy Landmark. Uzyskane wyniki posłużyły do konwersji czasowo-głębokościowej wykonywanego zdjęcia sejsmicznego. Wyniki interpretacji, w postaci cyfrowej, zostały prawdopodobnie zdeponowane u wykonawcy zdjęcia – firmy Geofizyka Kraków, niedawno przejętej przez Geofizykę Toruń.

W ramach prac finansowanych przez NFOŚiGW w PIG-PIB wykonano analizę za pomocą systemu GEOFLOG (Szewczyk, 2005). Dane dotyczące litologii, zestawione z profilowaniem naturalnej promieniotwórczości gamma i profilowaniem neutron-gamma, zostały skalibrowane z oznaczeniami porowatości efektywnej i gęstości na próbkach (łącznie 149^3 oznaczeń). Uwzględnienie litologii i porowatości efektywnej pozwala stwierdzić czy dana war-

stwa ma charakter zbiornikowy czy też jest warstwą izolacyjną (Górecki, 2006).

Gęstość objętościowa została obliczona dla całego profilu za pomocą wzoru:

$$\rho = \rho_m (1 - \Phi - V_{sh}) + \rho_w \Phi + \rho_{sh} V_{sh}$$

gdzie:

ρ_m – gęstość szkieletu skalnego ustalona za pomocą typu litologii,

Φ – porowatość całkowita wyznaczona na podstawie profilowania neutron gamma poprawionego na wpływ zailenia i skalibrowanego do próbek,

V_{sh} – procent objętościowy minerałów ilastych ustalony na podstawie profilowania gamma,

ρ_w – gęstość wody,

ρ_{sh} – gęstość minerałów ilastych.

Trafność wyboru parametrów sterujących była kontrolowana poprzez porównanie, obliczonej na podstawie modelu litologicznego, krzywej czasu interwałowego fali P (DT) z rzeczywistymi wartościami DT pomierzonymi sondą akustyczną w otworze (średni błąd kwadratowy pomiędzy tymi wartościami zestawionymi na wykresie krzyżowym a linią trendu dla całego profilu otworu wyniósł $R=0,783$). W interwałach o znacznym zaileniu (por. fig. 4), bądź zeszcelinowanych (można się ich spodziewać przy dnie otworu) sposób ten może zawodzić z uwagi na zjawisko tzw. zaniku cykli (przeskoku faz – [ang.] *cycle skipping*).

10 dni po zakończeniu wiercenia dwukrotnie zrealizowano profilowanie temperatury w warunkach uznanych ówczennie za ustalone. Wyraźne odbieganie temperatury przypowierzchniowej, ekstrapolowanej z profilowania temperatury ustalonej, od średniorocznej temperatury pomierzonej na podstawie danych meteorologicznych ($GST = 9,1^{\circ}C$), jak i nieregularny charakter zarejestrowanych wartości temperatur, szczególnie w górnej części otworu, świadczy o braku całkowitej stabilizacji warunków termicznych w otworze. Otwór wiertniczy Nieświń PIG 1

³ Rozbieżność z podaną wcześniej liczbą dostępnych analiz wynika prawdopodobnie z wykonania ich w późniejszym okresie.

znajduje się w północno-wschodniej części dodatniej anomalii strumienia ciepłego, w której centrum leży otwór Radwanów IG 1. Obliczona, na podstawie opisanego wcześniej modelu litologicznego, gęstość strumienia ciepłego wynosi ok. 83,0 mW/m². Dokładna metodyka obliczeń opisana jest w pracy Szewczyka i Gientki (2009). Temperatura ustabilizowana na głębokości ok. 1500 metrów, tj. poza zasięgiem głębokościowym glacialnych zmian klimatycznych, wynosi ok. 48°C.

Lidia DZIEWIŃSKA, Waldemar JÓŹWIĄK

OPRACOWANIE POMIARÓW SEJSMOMETRYCZNYCH

Sprawozdanie z pomiarów sejsmometrycznych w otworze wiertniczym Nieświń PIG 1, wykonanych przez Grupę Sejsmometrii Wiertniczej, obejmuje prędkości sejsmiczne, pionowe profilowanie sejsmiczne i profilowanie akustyczne. Wyniki zostały opracowane w lutym 1991 r. przez Wydział Sejsmometrii Wiertniczej Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa w Geofizyce Kraków.

Prace pomiarowe w otworze Nieświń PIG 1 wykonano aparaturą SN-338 sondą pięciogeofonową z interwałem pomiarowym 20 m metodą dynamitową z trzech punktów wzbudzania (PW) usytuowanych w różny sposób.

Dla 1 punktu wzbudzania (PW 1) przyjęto odległość od głębokiego otworu 105 m i azymut mierzony w punkcie głębokiego otworu w kierunku PW 35 stopni. Dla punktu wzbudzania 2 (PW 2) przy takim samym azymucie odległość PW od głębokiego otworu wynosiła 335 m. Punkt wzbudzania 3 (PW 3) usytuowano w odległości 110 m od głębokiego otworu przy azymucie różnym od dwóch pozostałych wynoszącym 140 stopni. Niwelacja, czyli wysokość względna PW w stosunku do wylotu otworu wiertniczego, dla wszystkich punktów wynosi 0 m. Wykształcenie litologiczne warstw przypowierzchniowych w przedziale głębokościowym 0–16 m zostało określone jako piasek, glina i żwir zailony oraz w interwale 16–27 m jako margiel.

Dobór odpowiednich warunków wzbudzania poprzedziło mikroprofilowanie prędkości, wykonane dla trzech punktów strzelania. Interwał pomiarowy wynosił 0–2340 m, przy głębokości końcowej otworu 2356 m. Poziom odniesienia pomiarów przyjęto zgodnie z wysokością wylotu głębokiego otworu geologicznego, tj. 255 m n.p.m.

W ramach prac dokumentacyjnych profilowania akustycznego sporządzono załącznik graficzny kalibracji krzywej profilowania akustycznego w otworze zawierający:

- wykres ΔT po kalibracji,
- wykres krzywej różnicowej,
- wykresy prędkości warstwowych (V_w) i współczynników odbicia po I i II stopniu uśrednienia – w skali głębokościowej,
- wykresy prędkości warstwowych i współczynników odbicia po I i II stopniu uśrednienia – w skali czasowej,
- hodograf Tv_a z punktami kalibracji.

Na figurze 4 zestawiono wybrane wyniki ciągłej interpretacji krzywych wg Szewczyka (2005) oraz końcowe wyniki interpretacji w wydzielonych poziomach kolektorskich wg Tracza (1991).

Dostępne wyniki interpretacji wskazują na brak obecności węglowodorów w całym profilu odwiertu. Kwestią otwartą pozostaje oczywiście najniższa część odwiertu – zaciskanie się ścian otworu uniemożliwiło wykonanie wielu pomiarów, a co za tym idzie ich wiarygodną interpretację.

Dodatkowo opracowano załącznik zawierający wykres V_w i współczynników odbicia w skali sekcji czasowej uzupełniony w przedziale 0–233 m prędkością kompleksową (V_k) uzyskaną z prędkości średnich z PW 3.

Obliczenia wykonano na maszynie cyfrowej EMR-6135. Głębokość zredukowaną wyznaczono wg wzoru:

$$h_r = h_{pom} - h_{odn}$$

gdzie:

h_r – głębokość zredukowana punktu pomiarowego do poziomu odniesienia [m],

h_{pom} – głębokość zanurzenia geofonu głębinowego [m],

h_{odn} – głębokość poziomu odniesienia [m] (z uwzględnieniem niwelacji i głębokości strzelania).

Redukcję czasów do pionu wykonano metodą, która zakłada jednorodność ośrodka od punktu wybuchu do głębokości zanurzania geofonu wg wzoru:

$$t_r = \frac{h_r}{\sqrt{h_r^2 - d^2}} \cdot t_p$$

gdzie:

t_r – czas zredukowany [s],

h_r – głębokość zredukowana punktu pomiarowego do poziomu odniesienia [m],

t_p – czas poprawiony [s],

d – odległość punktu strzałowego PS od głębokiego otworu [m].

Poprawki czasowe liczono wg wzoru:

$$d_t = \frac{h - h_{odn}}{V_o}$$

gdzie:

h – głębokość strzelania [m],

V_o – prędkość fali w utworach przypowierzchniowych w strefie małych prędkości (SMP), która dla otworu wiertniczego Nieświń PIG 1 wynosi 1650 m/s.

Wartości h_r i t_r posłużyły do obliczenia prędkości średnich (V_{sr}) zgodnie ze wzorem:

$$V_{sr} = \frac{h_r}{t_r}$$

Obliczenia wykonano przy pomocy odpowiedniego programu komputerowego. Charakter zmian prędkości w funkcji głębokości zilustrowano w odpowiednich tabelach i na wykresach. Zestaw wartości h_r , t_r i (V_{sr}) zestawiono w tabeli (tab. 24). Uzyskane wyniki stanowiły podstawę do konstrukcji krzywych prędkości średnich (fig. 56A) i hodografu pionowego (fig. 56B). Wykres prędkości średnich i hodograf pionowy stanowią graficzne uśrednienie krzywych uzyskanych z trzech punktów wzbudzenia. Do takiego postępowania upoważniał stosunkowo mały rozrzut pomierzonych wielkości przy wzbudzeniu z trzech różnych punktów. Przedstawione wykresy wskazują na zależność między wzrostem głębokości a czasem rejestracji i prędkością średnią. Widać systematyczny wzrost prędkości wraz ze wzrostem głębokości.

Pomiar pionowego profilowania sejsmicznego (PPS) w otworze Nieświń PIG 1 wykonano z trzech punktów wzbudzenia, których odległości od głębokiego otworu wynosiły odpowiednio: 105, 335 i 110 m. Zarejestrowane na taśmach magnetycznych wyniki pomiarów opracowano na centrali cyfrowej MS-421 w systemie SYSIS z zastosowaniem filtracji 50 Hz i filtracji spłotowej 10/20 – 42/48, otrzymując sejsmogram zbiorczy PPS. Obróbkę wstępną wykonano sposobem demultipleksacji przy kroku próbkiowania 200/100 m/s.

Dla dokładniejszej korelacji fal wykonano filtrację wielokanałową na kierunkach „+–”, „+” oraz „–”. W metodyce opracowania wykorzystano następujące funkcje: Dystant, Centrage, Filtre, Normalis, Egadyn, D Boude, F Boude. W celu dokładniejszego dowiązania głębokościowego i czasowego fal odbitych wprowadzono do sejsmogramu zbiorczego PPS poprawki dodatkowe, uzyskując sekcję czasową PPS w skali 2T.

W celu uzyskania lepszej rozdzielczości obrazu falowego zastosowano na sekcji czasowej PPS filtrację wielokanałową oraz filtrację wachlarzową.

Opracowując wyniki pomiaru PPS do analizy, wzięto pod uwagę następujące materiały:

- sejsmogramy zbiorcze PPS – z PS 1, PS 2 i PS 3,
- czasowe przekroje sejsmiczne wykonane na podstawie PPS – z PS 1, PS 2 i PS 3.

Otrzymane wyniki są dosyć niskiej jakości. Na sejsmogramach zbiorczych (np. fig. 57), zarejestrowanych dla poszczególnych PS, można zidentyfikować następujące refleksy:

- na czasie ok. 0,62 s z głęb. ok. 960 m – słaby refleks, pochodzący z utworów kajpru dolnego,
- na czasie ok. 0,73 s z głęb. ok. 1120 m – refleks związany ze spągami środkowego wapienia muszlowego,
- na czasie ok. 0,81 s z głęb. ok. 1340–1360 m – refleksy, pochodzące z pogranicza pstrego piaskowca górnego (retu) i pstrego piaskowca środkowego,
- na czasie ok. 0,91 s z głębokości ok. 1550 m – refleks związany z utworami środkowego pstrego piaskowca,

- na czasie ok. 1,18 s z głębokości ok. 2120 m – refleks, pochodzący z utworów cechsztynu (najstarsza sól kamienna NaI),
- na czasach ok. 1,45 s i 1,56 s – grupa refleksów związanych z utworami karbonu, położonymi poniżej dna głębokiego otworu.

W celu wyznaczenia poszczególnych kompleksów prędkościowych, a szczególnie ich średnich wartości, zastosowano sposób wygładzania wartości pomiarów geofizycznych.

Metoda ta może być stosowana w przypadku, gdy wartości pomierzone zmieniają się przypadkowo z punktu na punkt w granicach błęd pomiarowych. Warunkiem możliwości jej wykorzystania jest stały odstęp między punktami pomiarowymi. Podany sposób zastosowano do wygładzania czasów z pomiarów prędkości średnich z zadaniem obliczenia prędkości interwałowych, bez przypadkowych skoków wartości wywołanych błędami pomiaru czasu. Krzywe wygładzone prędkości interwałowych obliczono w celu wyznaczenia stref maksymalnych gradientów prędkości, które odpowiadają granicom prędkościowym poszczególnych kompleksów.

Krzywe prędkości obliczono, wyrównując zmierzone czasy, zredukowane do pionu, przy pomocy spłotu z odpowiednim filtrem. Przetwarzanie to polegało na przeliczaniu czasów i prędkości do poziomu odniesienia pomiaru i interpolacji tych wartości dla znormalizowanych przedziałów głębokości, co 20 m. Następnie czasy te wygładzono specjalnym programem, przez zastosowanie operacji spłotu z filtrem trójkątnym, stosując 20 razy filtry 0,25 i 0,50. Celem tych przekształceń, usuwających przypadkowe odchylenia poszczególnych danych pomiarowych, wynikających z niedokładności pomiarów, było przygotowanie materiałów do obliczenia prędkości interwałowych. Przy pierwszym wygładzaniu zostają zmniejszone przypadkowe skoki wartości czasów, spowodowane zaokrągleniem ich wartości do 1 ms lub błędami pomiarowymi. Kolejne powtarzanie wymienionych operacji powoduje zaokrąglenie załamów (hodografu) spowodowanych zmianami prędkości w kolejnych warstwach. W ten sposób powstały dodatkowe zbiory, obejmujące przetworzone czasy pomiarów po ich zredukowaniu do poziomu odniesienia, wyinterpretowaniu wartości co 20 m i wygładzeniu oraz odpowiadające im wartości prędkości średnich.

Powyższe informacje są zawarte w banku danych prędkościowych utworzonych w latach 90. XX wieku w Zakładzie Geofizyki PIG na potrzeby interpretacji refleksyjnych prac sejsmicznych. Bank ten przekazano do Centralnej Bazy Danych Geologicznych PIG-PIB.

Różnice wartości czasów pomiędzy kolejnymi wygładzeniami są spowodowane zmianami prędkości w warstwach o określonej miąższości. Zjawisko to wykorzystano do wyznaczenia granic kompleksów prędkościowych w miejscach maksymalnych bezwzględnych wartości różnic czasów wygładzonych n i $n+1$ razy. Granice kompleksów wyznacza się w miejscach maksymalnych gradientów prędkości interwałowych. Przy tym sposobie obliczeń wydzielają się wyraźnie tylko kompleksy prędkościowe

Tabela 24

Zestawienie wartości głębokości (h), średniego czasu zredukowanego (t_r) i prędkości średnich (V_{sr})Depth (h), reduced time (t_r) and average velocity (V_{sr}) values

h [m]	t_r [s]	V_{sr} [m/s]	h [m]	t_r [s]	V_{sr} [m/s]
20	0,027000	1010	1200	0,365667	3282
40	0,034667	1154	1220	0,368667	3309
60	0,043000	1395	1240	0,373333	3321
80	0,049667	1611	1260	0,377000	3342
100	0,056333	1775	1280	0,382667	3345
120	0,063000	1905	1300	0,386333	3365
140	0,069333	2019	1320	0,389667	3388
160	0,076333	2096	1340	0,395000	3392
180	0,082667	2177	1360	0,399000	3409
200	0,088667	2256	1380	0,405000	3407
220	0,094333	2332	1400	0,409333	3420
240	0,100333	2392	1420	0,413333	3435
260	0,107000	2430	1440	0,418333	3442
280	0,114000	2456	1460	0,422667	3454
300	0,119000	2521	1480	0,428333	3455
320	0,124000	2581	1500	0,433000	3464
340	0,129333	2629	1520	0,437667	3473
360	0,135333	2660	1540	0,441667	3487
380	0,141667	2682	1560	0,446000	3498
400	0,148333	2697	1580	0,451667	3498
420	0,155000	2710	1600	0,456000	3509
440	0,162333	2710	1620	0,460333	3519
460	0,168667	2727	1640	0,465333	3524
480	0,174667	2748	1660	0,470000	3532
500	0,180333	2773	1680	0,474333	3542
520	0,184667	2816	1700	0,479333	3547
540	0,190667	2832	1720	0,483333	3559
560	0,196000	2857	1740	0,488667	3561
580	0,202333	2867	1760	0,493000	3570
600	0,207667	2889	1780	0,497000	3581
620	0,212333	2920	1800	0,502000	3586
640	0,218667	2927	1820	0,507000	3590
660	0,225000	2933	1840	0,511000	3601
680	0,231667	2935	1860	0,515000	3612
700	0,236667	2958	1880	0,518667	3625
720	0,242333	2971	1900	0,521333	3645
740	0,248667	2976	1920	0,524667	3659
760	0,253333	3000	1940	0,527667	3677
780	0,259333	3008	1960	0,530333	3696
800	0,265333	3015	1980	0,534000	3708
820	0,271333	3022	2000	0,538000	3717
840	0,276667	3036	2020	0,541333	3732
860	0,283333	3035	2040	0,545000	3743
880	0,289667	3038	2060	0,549000	3752
900	0,295667	3044	2080	0,553333	3759
920	0,301000	3056	2100	0,557333	3768
940	0,306667	3065	2120	0,562333	3770
960	0,312333	3074	2140	0,566667	3776
980	0,318667	3075	2160	0,570333	3787
1000	0,323667	3090	2180	0,574667	3794
1020	0,328333	3107	2200	0,578333	3804
1040	0,332667	3126	2220	0,583333	3806
1060	0,337000	3145	2240	0,587000	3816
1080	0,342667	3152	2260	0,592333	3815
1100	0,345667	3182	2280	0,597333	3817
1120	0,348333	3215	2300	0,601333	3825
1140	0,353333	3226	2320	0,605333	3833
1160	0,357667	3243	2340	0,608333	3847
1180	0,361333	3266			

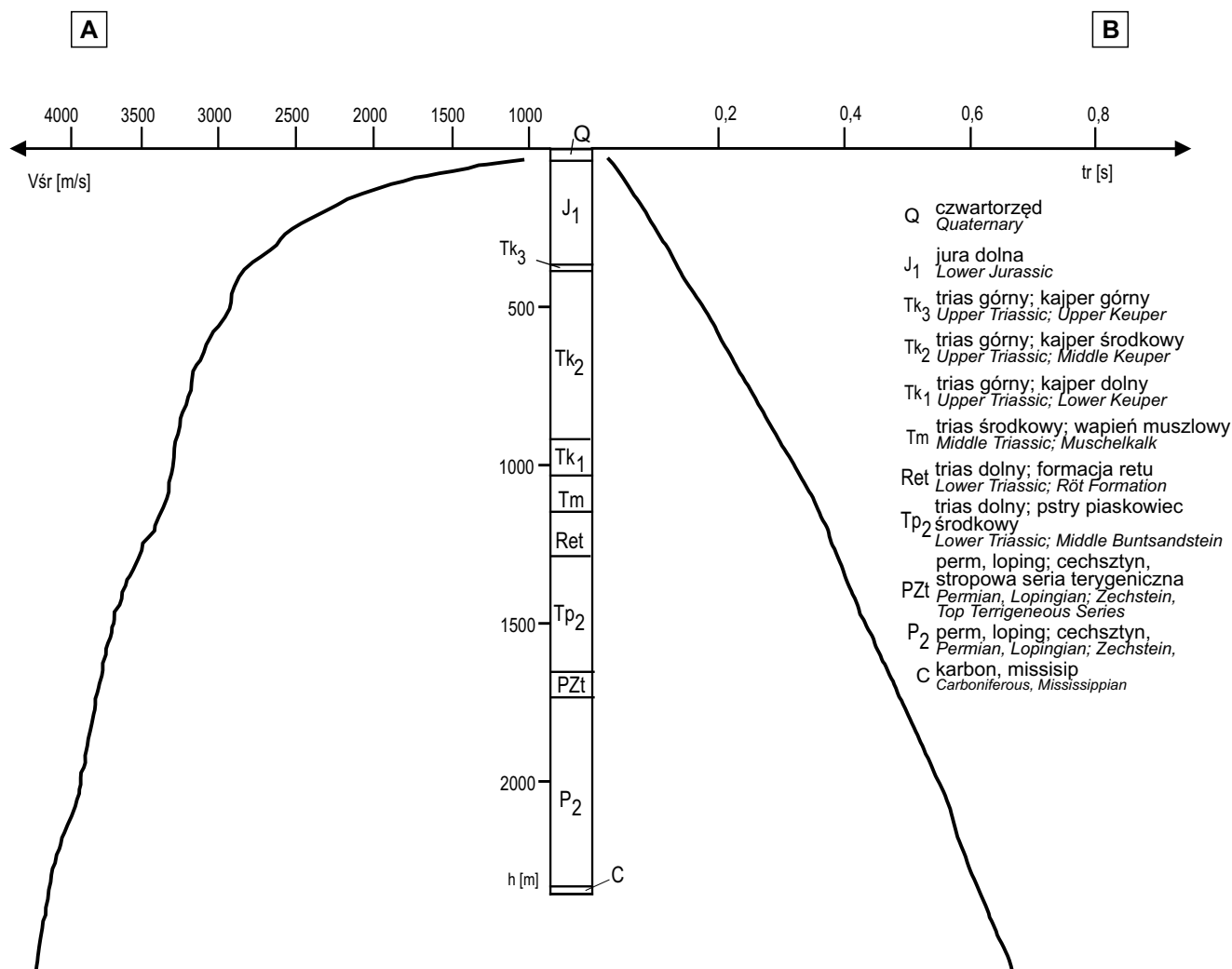


Fig. 56. Wykres prędkości średnich (A) i hodograf pionowy (B) (poz. odn. 255,0 m n.p.m.)

Average seismic velocity (A) and travel-time curve (B) (reference level 255.0 m a.s.l.)

o miąższości powyżej 100 m. Maksymalne i minimalne wartości prędkości, obliczonych z czasów wygładzonych, odpowiadają uśrednionym wartościom kompleksów warstw o prędkościach zmniejszonych lub zwiększonych w porównaniu z sąsiednimi. Zestawienie uśrednionych wartości V_w (prędkości wygładzone), V_i (prędkości interwałowe) i V_k (prędkości kompleksowe), obliczonych z czasów wygładzonych, zawarto w tabeli 25. Krzywe prędkości wygładzonych, interwałowych i kompleksowych przedstawiono na figurze 58. Zestawienie wykresów prędkości z profilem geologicznym wiercenia umożliwia powiązanie zmian prędkości z kompleksami stratygraficzno-litologicznymi w otworze.

Charakterystyczną cechą wszystkich trzech krzywych prędkości jest ich wyraźna kilkudzielność. Pierwszy kompleks prędkościowy, o wartości średniej 2050 m/s, w profilu geologicznym otworu obejmuje utwory kenozoiku i najwyższą część jury dolnej do głęb. około 130 m, odpowiadającej zaleganiu przysuskiej formacji rudonośnej. Kontrast prędkości o wartości ~1150 m/s, zanotowany przy spągu tej formacji, wyznacza do głęb. 510 m następny kompleks ju-

rajsko-triasowy, o średnich prędkościach kompleksowych, zawierających się w granicach 3000–3250 m/s. Obejmuje on jurę dolną, kajper górny oraz część warstw ze Studziannej kajpru środkowego, tworząc jeden przedział osadów o podobnym wykształceniu litologicznym w postaci naprzemianległych serii generalnie mułowcowo-iłowcowo-piaszczystych. Prędkościowa granica między jurą a triasem – kajprem pokrywa się na wykresach z głębokością stropu kajpru, przyjętą w profilu litostratygraficznym otworu. Wyznaczona niedużym kontrastem prędkości 250 m/s świadczy o zbliżonym składzie litologicznym w stosunku do nadległego. Od tego miejsca aż do głęb. 1070 m utwory kajpru środkowego, dolnego i górnego wapienia muszlowego tworzą kompleks, w którym można wyróżnić trzy odcinki o prędkościach kompleksowych w m/s kolejno: 3500 (dolna część warstw ze Studziannej), 3250 (warstwy gipsowe dolne), 3700 (dolna część warstw gipsowych dolnych, kajper dolny, wapień muszlowy górny). Zastanawiający jest spadek prędkości w interwale głęb. 750–822 m, odpowiadającym warstwom gipsowym dolnym, gdzie, z powodu obecności siarczanów, powinien nastąpić jej wzrost, a nie

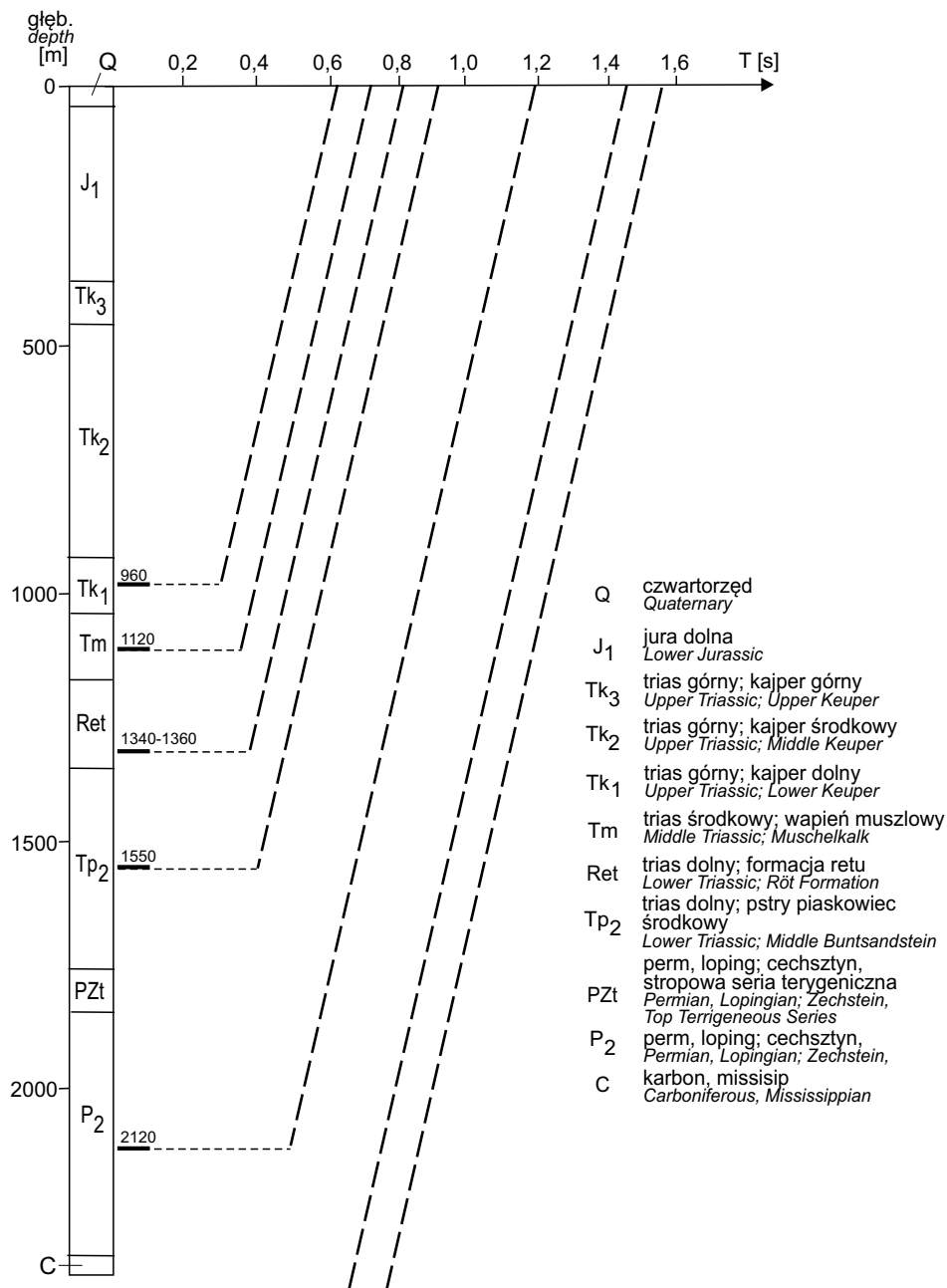


Fig. 57. Pionowe profilowanie sejsmiczne (PPS) (poz. odn. 255,0 m n.p.m.)

Vertical Seismic Profiling (VSP) (reference level 255.0 m a.s.l.)

spadek. Powodem takiej sytuacji może być fakt, że siarczany występują tu w obrębie osadów iłowcowo-mułowcowych, a nie węglanów, jak ma to miejsce w przypadku wapienia muszlowego środkowego czy anhydrytu górnego (A1g) sekwencji cechsztyń. Wzrost prędkości na głębokości 860 m, może wiązać się ze zmianą litologii osadów z iłowcowo-mułowcowych na węglanowe – margle dolomityczne i wapień. Dodatkowo na krzywej prędkości kompleksowej zaznacza się anomalna strefa w okolicach głęb. 650–700 m (warstwy gipsowe górne) o zanizonych prędkościach około 3100 m/s, która nie znajduje potwierdzenia na wykresie prędkości interwałowych. Należy zauważyć, że w zakresie występowania utworów od formacji skłóbskiej

jury dolnej do warstw gipsowych dolnych kajpru wzrost prędkości z głębokością jest minimalny. Na ok. 730 m odcinku, obejmującym cały ten interwał, prędkość kompleksowa wzrasta tylko o 450 m/s z 3250 do 3700 m/s. Wyniki pozwalają przyjąć dla ww. odcinka profilu jedną średnią wartość prędkości kompleksowej około 3400 m/s. Najczęściej obniżenie prędkości wskazuje na wzrost obecności materiału ilastego, a wyższe wartości reprezentują zwiększony udział piaskowców.

Charakterystyczny dla tego otworu jest bardzo duży, wywołany kontrastem prędkości 1000 m/s na głęb. około 1070 m, skokowy wzrost prędkości kompleksowej do 4800 m/s. Wartość ta dotyczy ok. 240 m profilu, obejmują-

Tabela 25

Zestawienie wartości głębokości (h), uśrednionych prędkości interwałowych (V_i), prędkości kompleksowej (V_k) i prędkości wygładzonej (V_w), obliczonych z czasu wygładzonego

Depth (h), averaged interval velocity (V_i), complex velocity (V_k) and smoothed velocity (V_w) values calculated from smoothed time

h [m]	V_i [m/s]	V_k [m/s]	V_w [m/s]	h [m]	V_i [m/s]	V_k [m/s]	V_w [m/s]
20	1878	2041	1905	1200	4909	4799	4909
40	1878	2041	1928	1220	4758	4799	4860
60	1878	2041	1940	1240	4758	4799	4800
80	1878	2041	2153	1260	4758	4799	4730
100	1878	2041	2394	1280	4758	4799	4654
120	2864	2041	2631	1300	4758	4799	4579
140	2864	3192	2835	1320	4414	4327	4506
160	2864	3192	2992	1340	4414	4327	4438
180	2864	3192	3104	1360	4414	4327	4378
200	2864	3192	3182	1380	4414	4327	4330
220	3297	3192	3240	1400	4414	4327	4295
240	3297	3192	3287	1420	4262	4327	4272
260	3297	3192	3324	1440	4262	4327	4258
280	3297	3192	3351	1460	4262	4327	4254
300	3297	3192	3361	1480	4262	4327	4257
320	3298	3192	3351	1500	4262	4327	4266
340	3298	3192	3322	1520	4287	4327	4276
360	3298	3192	3282	1540	4287	4327	4286
380	3298	3192	3244	1560	4287	4507	4293
400	3298	3277	3221	1580	4287	4507	4297
420	3287	3277	3222	1600	4287	4507	4301
440	3287	3277	3249	1620	4319	4507	4305
460	3287	3277	3300	1640	4319	4507	4313
480	3287	3277	3365	1660	4319	4507	4322
500	3287	3277	3430	1680	4319	4507	4334
520	3510	3502	3485	1700	4319	4507	4351
540	3510	3502	3519	1720	4456	4507	4375
560	3510	3502	3531	1740	4456	4507	4411
580	3510	3502	3525	1820	5145	4507	4838
600	3510	3502	3506	1840	5145	4507	5039
620	3465	3502	3484	1860	5145	4507	5265
640	3465	3502	3465	1880	5145	4507	5489
660	3465	3090	3454	1900	5145	5676	5679
680	3465	3090	3451	1920	5746	5676	5799
700	3465	3090	3454	1940	5746	5676	5830
720	3449	3454	3458	1960	5746	5676	5776
740	3449	3238	3458	1980	5746	5676	5658
760	3449	3238	3451	2000	5746	5676	5502
780	3449	3238	3436	2020	5113	5676	5333
800	3449	3238	3419	2040	5113	4810	5171
820	3408	3440	3403	2060	5113	4810	5031
840	3408	3692	3395	2080	5113	4810	4919
860	3408	3692	3399	2100	5113	4810	4836
880	3408	3692	3420	2120	4726	4810	4778
900	3408	3692	3458	2140	4726	4810	4737
980	3660	3692	3825	2160	4726	4810	4705
1000	3660	3692	3973	2180	4726	4810	4679
1020	4380	3692	4137	2200	4726	4810	4660
1040	4380	3692	4311	2220	4719	4810	4656
1060	4380	3692	4484	2240	4719	4810	4675
1080	4380	4799	4641	2260	4719	4810	4724
1100	4380	4799	4770	2280	4719	4810	4797
1120	4909	4799	4864	2300	4719	4810	4877
1140	4909	4799	4922	2320	4600	4788	4941
1160	4909	4799	4944	2340	4600	4780	4851
1180	4909	4799	4938				

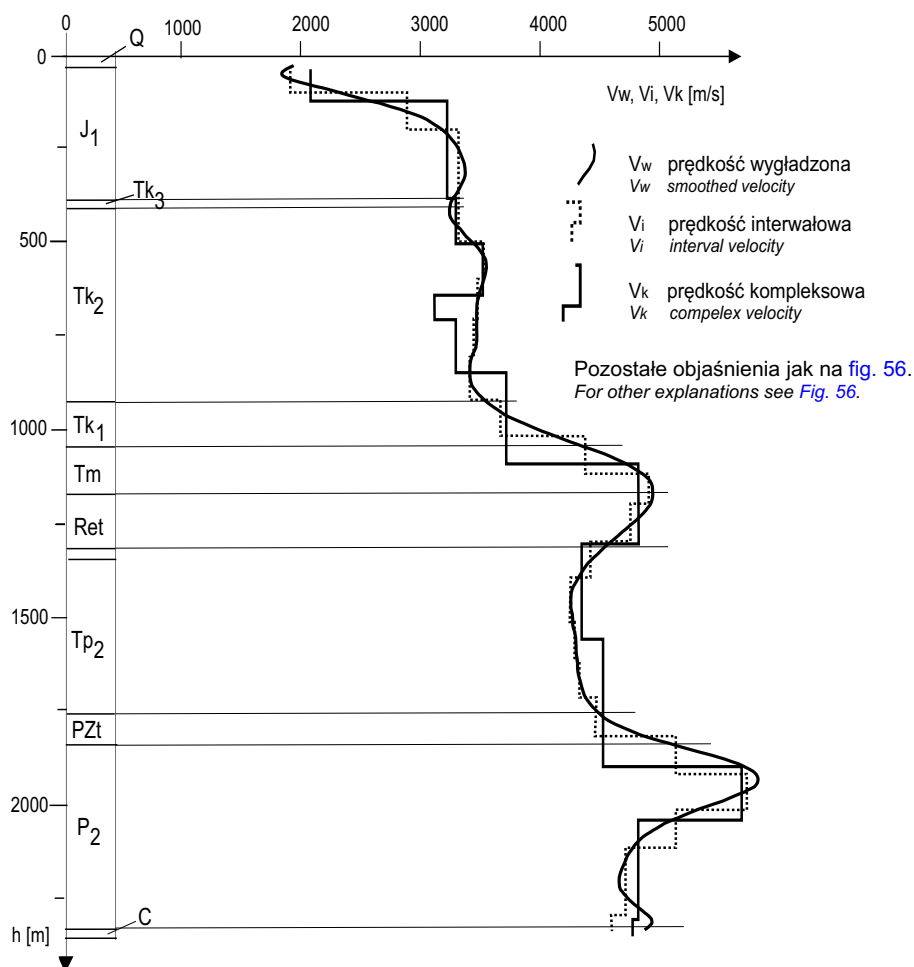


Fig. 58. Wykresy prędkości wygładzonych (V_w), interwałowych (V_i) i kompleksowych (V_k) (poz. odn. 255,0 m n.p.m.)

Smoothed velocity (V_w), interval velocity (V_i) and complex velocity (V_k) (reference level 255.0 m a.s.l.)

cego wapien muszlowy środkowy, wapien muszlowy dolny oraz większą część retu. Takie odwzorowanie w pomiarach sugeruje dwudzielność wapienia muszlowego: odcinek górny, odpowiadający górnemu wapieniowi oraz dolny, obejmujący środkowy i dolny wapien muszlowy oraz ret do głęb. 1310 m. Wysokie wartości prędkości kompleksowej w dolnym odcinku omawianego interwału wynikają z dominujących tu serii węglanowych (wapienie i dolomity), zawierających anhydryty. Także w przypadku krzywej prędkości interwałowej zaznacza się wzrost wartości na odcinku odpowiadającym utworom dolnego wapienia muszlowego. Od głęb. 1310 m następuje stopniowy spadek wartości na krzywych prędkościowych. Kompleks 535 m, o wartościach zawartych w przedziale 4350–4500 m/s, odpowiada w profilu geologicznym najniższym warstwom retu, utworom pstrego piaskowca środkowego oraz stropowej serii terygenicznej cechsztynu, co oznacza (potwierdza) podobne mułowcowo-iłowcowo-piaszczyste wykształcenie litologiczne tych osadów. Nieznaczny kontrast na głęb. około 1550 m może być związany ze wzrostem ilości piaskowców ku spągowi pstrego piaskowca.

Utwory cechsztyńskie charakteryzują się najbardziej zróżnicowanym obrazem na wszystkich wykresach prę-

dkościowych. Krzywa prędkości kompleksowych wydziela odcinek górny, o prędkości 4500 m/s, odpowiadający wspomnianej już stropowej serii terygenicznej i cyklotemu trzeciemu (PZ3). Wykres prędkości interwałowych z większą dokładnością odwzorowuje złożoną budowę cechsztynu, wydzielając precyzyjnie zarówno strop, jak i spąg cyklotemu PZ3. Na głęb. 1890 m, wyznaczającej przejście do cyklotemu drugiego PZ2, obserwuje się gwałtowny wzrost wartości prędkości kompleksowej do 5700 m/s, najwyższej zanotowanej w całym profilu otworu. Kontrast prędkości, wyznaczającej 140 m odcinek profilu, wynosi ~1200 m/s. Podkreśla go też „maksimum” na krzywej prędkości interwałowej, zlokalizowane w warstwach anhydrytowych A1g. Na głęb. około 2030 m, w obrębie najstarszej soli kamiennej (Na1) występuje kolejna zmiana gradientu, wyrażona ujemnym kontrastem prędkości. Do końca pomiaru prędkość kompleksowa wynosi 4800 m/s.

Obliczone prędkości interwałowe, prędkości kompleksowe, a także dane o przekroju litologiczno-stratygraficznym otworu pozwoliły na wydzielenie sześciu kompleksów o możliwie jednolitej i zbliżonej charakterystyce prędkościowej. Zestawienie tych kompleksów podające głębokości dolnych granic kontrastów prędkościowych, odpowia-

dające im średnie prędkości kompleksowe oraz ew. interwał zmian prędkości w ich obrębie przedstawia się następująco:

- Kz + J₁ (formacja zarzecka) do głęb. 130 m – 2050 m/s,
- J₁ + Tk₃₋₁ + Tm₃ do głęb. 1070 m – 3400 m/s przy interwale zmian 3200–3700 m/s,
- Tm₂ i Tm₁ + ret (Tp₃) do głęb. 1310 m – 4800 m/s,
- Tp₃₋₁ + PZt do głęb. 1845 m – 4400 m/s przy interwale zmian 4350–4500 m/s,
- PZ3+PZ1(Na1+A1d+Ca1) do głęb. 2340 m – 4750 m/s (zmienność 4500–4800 m/s),
- PZ2 + PZ1 (A1g+BrA1) w głęb. 1890–2030 m – 5700 m/s.

Z zestawienia i analizy materiałów pochodzących z wyników pomiarów PPS (m.in. [fig. 57](#)) wynika, iż granice wyraźnych kontrastów prędkości korelują się z granicami litologiczno-stratygraficznymi. Jedną z najbardziej wyraźnych granic kontrastu prędkości występuje w triasie między wapieniem górnym i środkowym. Wzrost prędkości kompleksowej wynosi tu 1100 m/s. Na sejsmogramach zbiorczych z pomiarów PPS wyznaczono refleksy pochodzące z kajpru dolnego oraz ze spągu środkowego wapienia muszlowego, które korelują się z granicami wyznaczonymi na krzywych prędkości interwałowych. Podobnie odbicia z pogranicza

retu i środkowego pstrego piaskowca znajdują odzwierciedlenie na wykresie prędkości interwałowych. Refleks pochodzący z utworów cechsztynu koreluje się z granicą kontrastu na krzywej interwałowej w miejscu odpowiadającym najstarszej soli kamiennej.

Prędkość, jako pochodna czasu, jest zależna od zmian w profilu geologicznym przewierconych warstw. Ilość możliwych do rozróżnienia warstw zależy od kontrastu właściwości sprężystych między utworami nadległymi i podścielającymi oraz stosunku miąższości danej warstwy do interwału, jaki określa prędkość. Obserwowane kontrasty prędkości są efektem zmian w wykształceniu litologicznym poszczególnych ogniw litostratygraficznych. Efektem tego jest określenie granic między nimi. Otrzymane wyniki stanowią znaczący materiał do uaktualnienia modelu prędkości, niezbędnego do prawidłowego głębokościowego opracowania materiałów sejsmicznych z rejonu wiercenia Nieświń PIG 1 i jego otoczenia. Uwzględnienie w rozkładach prędkości wyników z pomiarów w otworze wiertniczym Nieświń PIG 1, sięgających prawie 2340 m, ułatwia korelację i przyporządkowanie poziomów refleksyjnych na przekrojach do poszczególnych pięter permo-mezozoiku i karbonu.