

WYNIKI BADAŃ GEOFIZYCZNYCH

Sylwia KIJEWSKA, Katarzyna SOBIENÍ

INTERPRETACJA DANYCH SEJSMICZNYCH

Otwór Gorzów Wielkopolski IG 1 położony jest w centralnej części tzw. bloku Gorzowa (Dadlez, 1974; Narkiewicz, Dadlez, 2008; Karnkowski, 2010) położonego na północnym pograniczu monokliny przedsudeckiej i sąsiadującego od północnego wschodu z niecką szczecińską. Na obszarze bloku Gorzowa od lat 70. XX w. do dnia dzisiejszego pomierzono liczne profile sejsmiczne 2D oraz wykonano kilkanaście zdjęć sejsmicznych 3D. Jest to rejon, w którym w obrębie cechsztyńskiego dolomitu głównego są zlokalizowane bogate złoża ropy naftowej i gazu ziemnego (Cze-

kański i in., 2010).

W celu zobrazowania budowy strukturalnej w najbliższej okolicy otworu wiertniczego Gorzów Wielkopolski IG 1, wykorzystano profil WA170184 (fig. 74). Profil ten został pomierzony w 1984 r. przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w Warszawie. Omawiany otwór jest zlokalizowany w odległości 250 m na północ od analizowanej linii sejsmicznej. Na podstawie stratygrafii otworu Gorzów

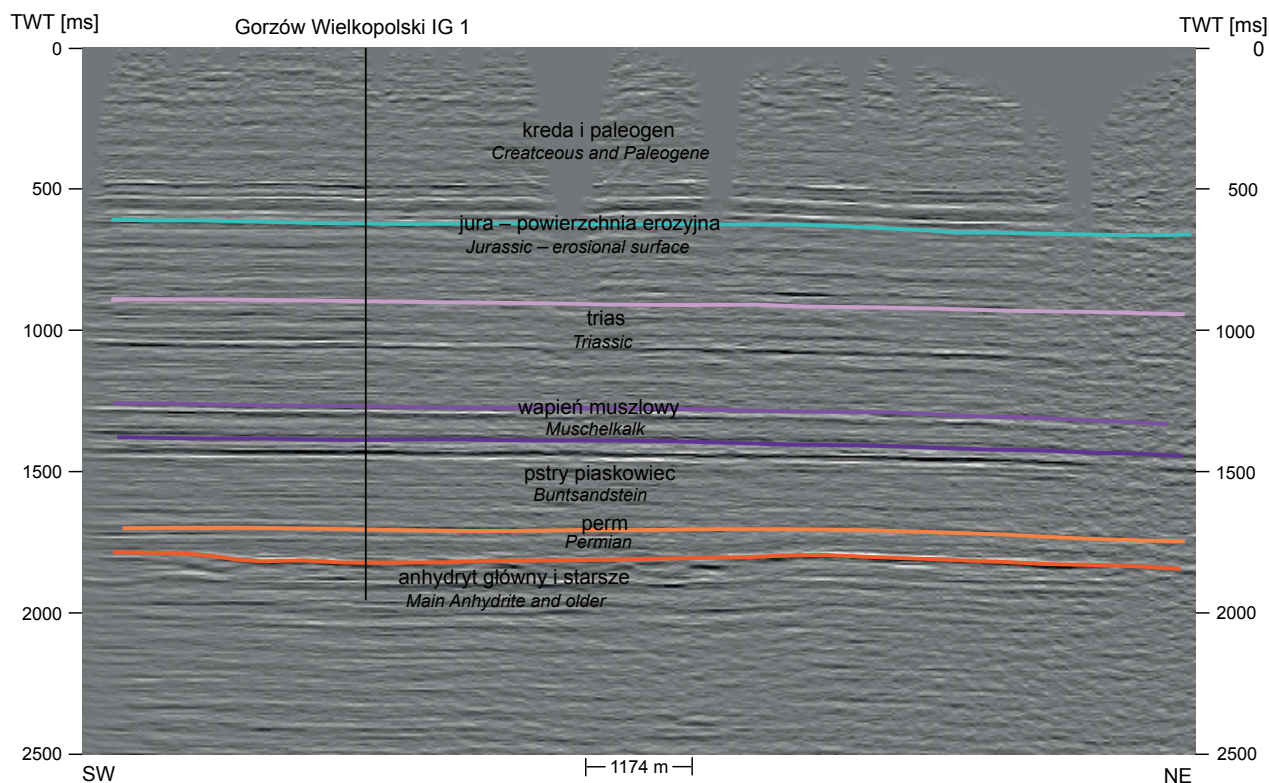


Fig. 74. Interpretacja fragmentu profilu sejsmicznego WA170184

A part of interpreted seismic profile WA170184

Wielkopolski IG 1 z 1964 r. zweryfikowanej w 2008 roku oraz wykorzystując dostępne pomiary prędkości średnich dla analizowanego otworu, było możliwe powiązanie czasowych danych sejsmicznych do głębokościowych danych z otworu. Profil jest relatywnie średniej jakości. Osłabienie sygnału fal sejsmicznych w części NE prezentowanego fragmentu profilu (fig. 74), a także miejscowy brak zapisu sygnału wynikał prawdopodobnie z warunków terenowych (mokradła, tereny zabudowane). W rejonie otworu Gorzów Wielkopolski IG 1 można śledzić wyraźne refleksy związane z anhydrytem głównym, stropem permu, pstrym piaskowcem, wapieniem muszlowym, stropem triasu oraz stropem jury – który jest powierzchnią erozyjną (brak wyższej jury środkowej, jury górnej i niższej kredy dolnej). Strop kredy znajduje się w otworze na głębokości 177,5 m i jego kontynuacja jest trudna do prześledzenia ze

względem na złą jakość profilu w jego najwyższej części, implikowaną przez inny, głębszy cel zrealizowanych badań sejsmicznych. W obrazie sejsmicznym można zauważyć prostą budowę i monoklinalne ułożenie warstw. Brak jest widocznych zmian miąższości zinterpretowanych warstw, choć na podstawie informacji z otworów obserwuje się jej nieznaczny wzrost ku NE. Ze względu na brak w najbliższej okolicy otworu przewierającego cechsztyń i sięgającego głębiej zalegających warstw (dopiero w położonym na NE otworze Strzelce Krajeńskie IG 1 występuje ok. 700 m utworów czerwonego spągowca), oraz z powodu tłumienia energii sejsmicznej przez ewaporaty, nie można wiarygodnie interpretować charakteru podłoża cechsztyńu. Z obserwacji przebiegu refleksów podcechsztyńskich wydaje się jednak, że budowa strukturalna nie powinna być bardzo skomplikowana.

Michał ROMAN, Andrzej GŁUSZYŃSKI

ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ GEOFIZYKI OTWOROWEJ

W otworze Gorzów Wielkopolski IG 1 zostały wykonane badania geofizyczne w 7 odcinkach pomiarowych. Badania wykonywane były w okresie od 1.10.1957 r. do 22.03.1959 r. Pomiary przeprowadzono przy użyciu standardowej aparatury radzieckiej. Wyniki badań radiometrycznych nie były kalibrowane ani standaryzowane, jednostki w których rejestrowano te profilowania to impulsy/minutę.

Scyfrowane dane pomiarowe znajdują się w formacie plików LAS w CBDG (numer identyfikacyjny CBDG otworu 83469).

W otworze wykonano następujące pomiary:

- profilowanie średnicy otworu PŚr (CALI),
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma PG (GR),
- profilowanie neutron-gamma (PNG),
- profilowanie potencjałów samoistnych (PS),
- profilowanie oporności płuczki (POpl),
- profilowanie oporności (PO) sondami: EL03 – M1.0A-0.1B; EL07 – M2.5A0.25B; EL09 – M2.5A0.5B, EL26 – M8.0A0.5B.

W tabeli 20 zostały przedstawione dokładne interwały głębokościowe scyfrowanych profilowań geofizyki otworowej wraz z datą wykonania pomiaru. Graficzne zestawienie scyfrowanych pomiarów znajduje się na figurze 75.

Połączone i znormalizowane wyniki profilowania gamma dla całego otworu przedstawia figura 76. Znajduje się na niej również profilowanie średnicy otworu wiertniczego z oznaczonymi za pomocą strzałek głębokościami łączenia odcinków badań. Profilowanie gamma zostało znormal-

izowane z użyciem metodyki opisanej w pracy Szewczyka (2000).

Z uwagi na złą jakość danych geofizyki otworowej oraz brak laboratoryjnych oznaczeń parametrów petrofizycznych, opracowanie profili porowatości bądź gęstości było niemożliwe. Ponadto, ze względu na znaczny zakres rdzenia, pomiary geofizyki otworowej mają ograniczone znaczenie np. dla opracowania profilu litologicznego. Omawiane pomiary geofizyczne mają więc w zasadzie znaczenie historyczne.

Na figurze 77 przedstawiono mineralizację wód pobranych z sześciu warstw wodonośnych (z głębokości 565, 720, 750, 1000, 1055 i 2049 m) na tle mineralizacji wód z innych otworów wykonanych na obszarze Niżu Polskiego. Wartości mineralizacji są wyższe niż średnie wartości mineralizacji wód dla otworów z obszaru Niżu Polskiego obliczone metodą najmniejszych kwadratów.

Figura 78 pokazuje zmniejszanie się oporności skał i zwiększanie się amplitud anomalii na krzywej potencjałów naturalnych w miarę zwiększania się zasolenia wód. Jak widać poniżej głębokości 150 metrów następuje wyraźny spadek oporności spowodowany najprawdopodobniej wzrostem mineralizacji wód podziemnych.

W rdzeniu, na odcinkach dolnego i środkowego pstręgo piaskowca z otworu Gorzów Wielkopolski IG 1, wykonano ręczne pomiary profilowania gamma, które pozwoliły na bardziej szczegółowe wyniki niż pomiary wykonane w otworze (Roman i in., 2001). Wyniki tych badań mogą pozwolić na dokładne głębokościowe powiązanie krzywej karotażowej do rdzeni.

Tabela 20

**Wykaz scyfrowanych profilowań geofizyki otworowej
w otworze Gorzów Wielkopolski IG 1**

List of well logs from the Gorzów Wielkopolski IG 1 borehole

Data wykonania badań	Rodzaj wykonanych badań (skrót)	Interwał głębokościowy badań [m]
1.10.1957	PŚr	5,50–492,75
	PO: EL03	7,25–462,25
	PO: EL07	8,50–465,5
	POpl	50,50–482,75
31.12.1957	POpl	450,25–1 306,75
	PS	450,50–1 287,50
	PO: EL07	450,75–1 282,75
	PO: EL03	451,25–1 294,75
	PŚr	480,25–1 309,75
31.03.1958	PG	4,25–708,75
	PNG:	5,25–1 707,75
	PS	1 269,75–1 741,75
	PŚr	1 275,25–1 747,75
	PO: EL03	1 275,25–1 749,50
	PO: EL07	1 276,25–1 749,25
	POpl	1 286,25–1 749,50
30.06.1958	POpl	1 722,50–2 314,25
	PS	1 726,25–2 222,75
	PŚr	1 732,50–2 204,75
	PO: EL03	1 742,50–2 206,50
	PO: EL07	1 751,25–2 197,75
30.09.1958	PŚr	2 187,25–2 599,75
	PS	2 195,50–2 589,75
	PO: EL03	2 198,25–2 505,50
	PO: EL03	2 198,25–2 508,50
31.12.1958	PO: EL26	2 491,25–2 856,75
	PO: EL07	2 492,50–2 854,75
	PŚr:	2 499,25–2 899,50
31.01.1959	PNG	1 700,25–2 891,75
	PG	1 710,25–2 993,25
	PS	2 493,25–2 992,25
22.03.1959	POpl	2 850,25–3 094,25
	PS	2 850,25–3 099,50
	PO: EL07	2 850,50–3 099,50
	PŚr	2 851,25–3 095,25
	PO: EL26	2 852,25–3 099,50
	PNG	2 886,25–3 099,50

PŚr – profilowanie średnicy; PO – profilowanie oporności (EL – gradientowe; EN – potencjałowe); POpl – profilowanie oporności płuczki; PS – profilowanie potencjałów samoistnych; PG – profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma; PNG – profilowanie neutron-gamma

PŚr – caliper; PO – conventional electrical log (EL – lateral, EN – normal); POpl – mud resistivity log; PS – spontaneous potential log; PG – gamma ray log; PNG – neutron-gamma ray log

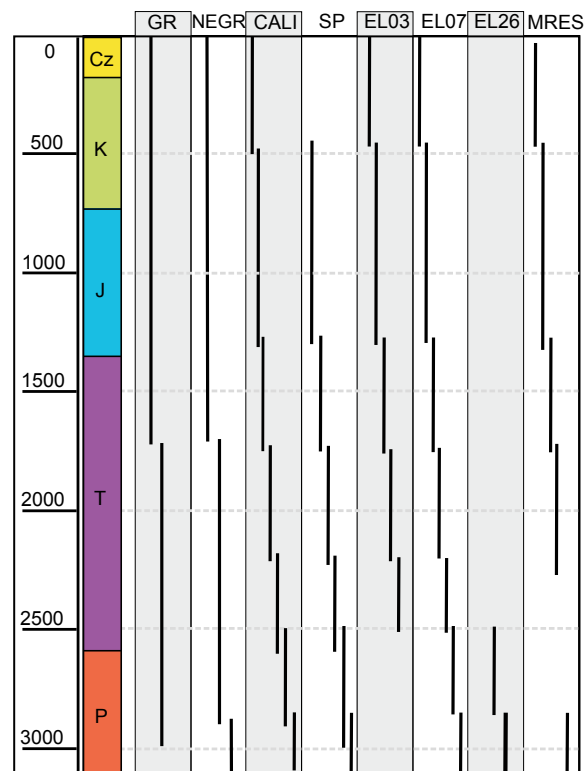


Fig. 75. Schematyczne zestawienie scyfrowanych badań geofizyki otworowej wykonanych w otworze Gorzów Wielkopolski IG 1

GR – profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma; NEGR – profilowanie neutron-gamma; CALI – profilowanie średnicy; SP – profilowanie potencjałów naturalnych; EL – gradientowe profilowania oporności; MRES – profilowanie oporności płuczki

Schematic presentation of digitalized well logging measurements performed in the Gorzów Wielkopolski IG 1 borehole

GR – gamma ray log; NEGR – neutron-gamma log; CALI – caliper; SP – spontaneous potential log; EL – lateral conventional electrical log; MRES – mud resistivity log

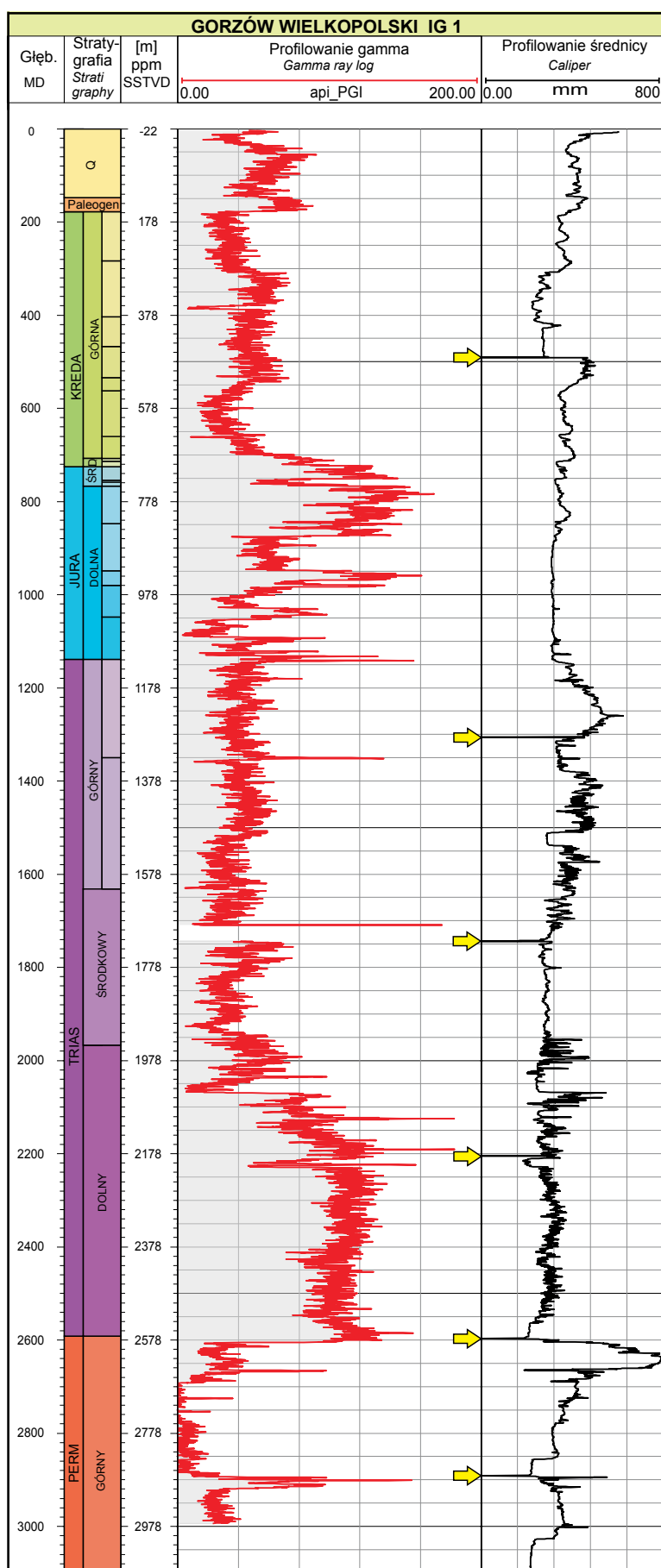


Fig. 76. Unormowane wartości profilowania gamma i profilowanie średnicy (strzałkami zaznaczono miejsca połączeń odcinków pomiarowych)

Normalized values of the natural gamma ray log and caliper (arrows indicates connection points between individual log intervals)

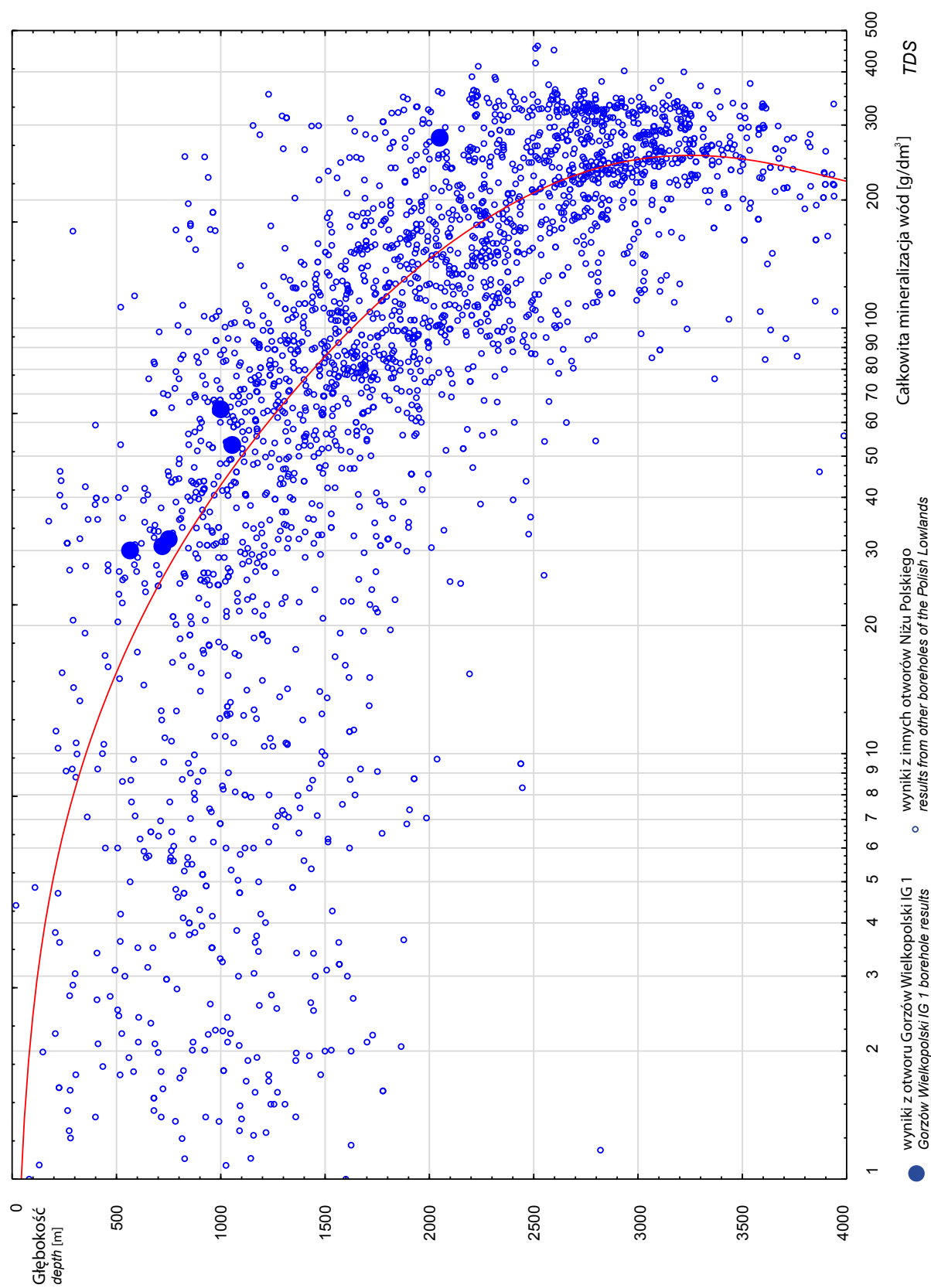


Fig. 77. Mineralizacja wód podziemnych badanych poziomów zbiornikowych na tle mineralizacji wód Niziny Polskiego
Groundwater mineralization of the tested aquifers against the groundwater mineralization in the Polish Lowlands.

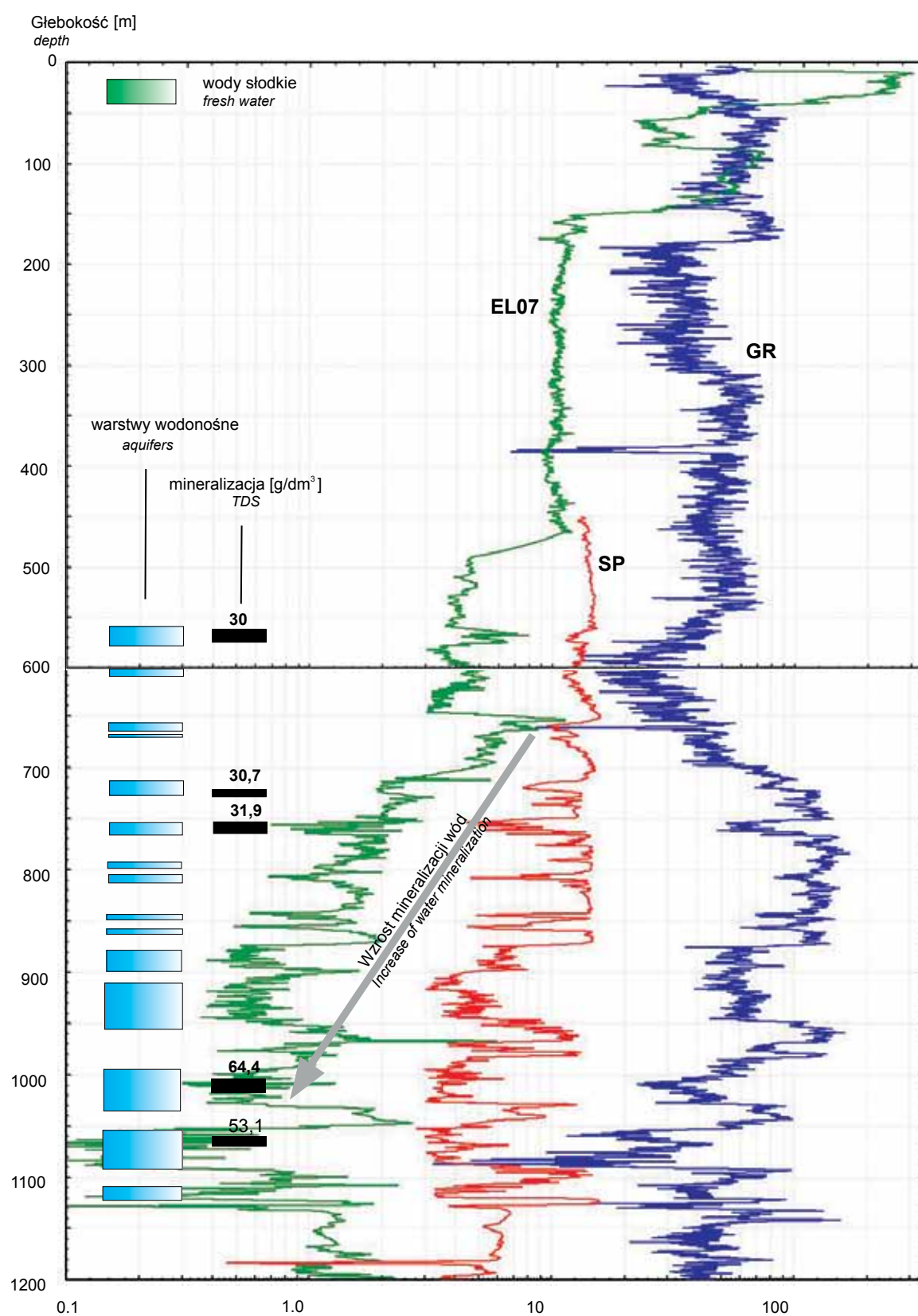


Fig. 78. Zestawienie wybranych krzywych geofizyki wiertniczej z mineralizacją wód podziemnych

EL07 – gradientowe profilowanie oporności, SP – profilowanie potencjałów samoistnych, GR – profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma

Some of the well logs juxtaposed to ground water mineralization

EL07 – lateral conventional electrical log, SP – spontaneous potential log, GR – gamma ray log

Lidia DZIEWIŃSKA, Waldemar JÓŹWIAK

OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW PRĘDKOŚCI ŚREDNICH Z OTWORU WIERTNICZEGO GORZÓW WIELKOPOLSKI IG 1

Profilowanie prędkości średnich w otworze Gorzów Wielkopolski IG 1 wykonało Przedsiębiorstwo Geofizyki Przemysłu Naftowego w Krakowie.

Prace pomiarowe wykonano w maju 1958 roku przy pomocy analogowej aparatury radzieckiej typu SS-26-51-D oraz geofonu głębinowego typu SIS-49. Głębokość wykonania pomiaru wynosiła jedynie 1750 m przy głębokości całkowitej wiercenia 3100,2 m, a interwał pomiarowy przyjęto co 25 m. Takie ustalenie interwału pomiaru podyktowane zostało dosyć dużym zróżnicowaniem przekroju stratygraficzno-litologicznego.

Prace strzelnicze zostały dokonane z 6 otworów (punktów) strzałowych, usytuowanych następująco:

PS1a	d = 70 m	A60°	N = +0,81 m
PS1	d = 60 m	A60°	N = +0,57 m
PS2	d = 155 m	A350°	N = -0,25 m
PS3a	d = 210 m	A60°	N = +0,88 m
PS3	d = 250 m	A60°	N = +0,56 m
PS4	d = 100 m	A330°	N = +0,81 m
PS5	d = 150 m	A60°	N = +0,81 m
PS6	d = 160 m	A140°	N = -0,14 m

gdzie:

d – odległość punktu strzałowego (PS) od głębokiego otworu;

A – azymut mierzony w punkcie głębokiego otworu w kierunku punktu strzałowego;

N – wysokość względna otworu strzałowego w stosunku do wylotu głębokiego otworu.

Położenie otworów strzałowych zostało określone w stosunku do kierunku przebiegu profilu sejsmicznego zlokalizowanego w pobliżu wiercenia. Ze względu na trudności terenowe otwory nie zostały usytuowane dokładnie pod spodziewanym azymutem oraz w założonej odległości, co obrazuje powyższe zestawienie.

Prace strzałowe wykonano przy użyciu środków wybuchowych – dynamitu skalnego. Wielkość ładunków wybuchowych oraz głębokość strzelania, dla poszczególnych punktów strzałowych, wahały się w następujący sposób:

Nr PS	Wielkość ładunku [kg]	Głębokość strzelania h [m]	Średnia głębokość strzelania [m]
1a, 1	0,025–0,050	9–11	9,1
2	0,600–1,000	2–10	4,5
3a, 3	0,050–0,500	4–10	6,4
4	0,050–0,500	8–14	8,9
5	0,100–0,600	7–14	9,8
6	0,100–0,600	10–12	10

W celu kontroli głębokości strzelania na poszczególnych punktach strzałowych zastosowano geofony korekcyjne – K₁, w odległości nie większej niż 5 m. W celu kontroli

momentu wybuchu ustawiono w pobliżu głębokiego otworu geofon korekcyjny K₂.

Obliczenia wykonano na podstawie rejestracji czasu przyścia fali w pierwszych impulsach.

Pierwsze impulsy fali sejsmicznej, dochodzące do geofonu głębinowego, rejestrowano jednocześnie na trzech równolegle podłączonych kanałach, stosując różne parametry wzmocnienia i filtracji: 1 (filtracja 0, wzmocnienie 9), 2 (filtracja 0, wzmocnienie 2), 3 (filtracja 3, wzmocnienie 9).

Zapisy geofonów korekcyjnych rejestrowano na oddzielnych kanałach odpowiednio: geofon K₂ na kanale 4, geofon K₁ na PS 1 i 4 na kanale 5, geofon K₁ na PS 2 i 5 na kanale 6 i geofon korekcyjny K₁ na PS 3 i 6 na kanale 7.

W celu dokładnego rejestrowania momentu wybuchu stosowano specjalną linię notującą moment wybuchu ładunku sejsmicznego (sposób pętli). Do pomiaru użyto dobrej jakości kabla karotażowego, 3-żyłowego typu KTO-4. Zakłóceń na seismografach nie stwierdzono.

Jakość materiału, wpływającego ostatecznie na wiarygodność opracowania końcowego, oceniono w sposób następujący:

Punkt strzałowy PS	Interwał [m]		Jakość materiału		
	od	do	dobra	dostateczna	zła
1	0	1750		+	
2	0	1750		+	
3	0	1000		+	
3	1000	1750	+		
4	0	150		+	
4	150	1750	+		
5	0	1750		+	
6	0	200			+
6	200	1750		+	

Wartość oceny zawiera pewność korelacji, jakość impulsu oraz maksymalny błąd w określeniu występowania fali.

Do obliczenia krzywej prędkości średnich przyjęto, jako poziom odniesienia poziom pomiaru, czyli 20 m n.p.m. przy wysokości otworu wynoszącej 22,1 m n.p.m.

Głębokość zredukowana do poziomu odniesienia została obliczona ze wzoru:

$$h_r = h - h_{po} \pm N \pm \Delta h$$

gdzie:

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

h – głębokość zanurzenia geofonu głębinowego, [m];

h_{po} – głębokość poziomu odniesienia, [m];

Δh – różnica głębokości między h_{po} i poziomem odniesienia w metrach.

Czas obserwowany na sejsmogramach przeliczono na czas poprawiony zgodnie ze wzorem:

$$t_p = t_{obs} + t_h$$

gdzie:

t_p – czas poprawiony

t_{obs} – czas obserwowany

t_h – poprawka wynikająca z głębokości punktu wzbudzenia, poziomu odniesienia, miąższości strefy małych prędkości, prędkości w tej strefie i prędkości pod nią.

Redukcję czasu do pionu dokonano przy założeniu jednorodności ośrodka od punktu wybuchu do głębokości zanurzenia geofonu.

Czas zredukowany (t_r) dla poszczególnych punktów wzbudzenia liczono na podstawie wzoru:

$$t_r = \frac{h_r}{\sqrt{h_r^2 + d^2}} \times t_p$$

gdzie:

d – odległość danego PS od głębokiego otworu, m

W celu wyeliminowania anizotropii ośrodka obliczono średni czas redukowany (t_r), jako średnią arytmetyczną pomiarów czasu zredukowanego z poszczególnych punktów wzbudzenia.

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

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

Wszystkie wartości h , t_r , V_{sr} zestawiono w tabeli 21.

Uzyskane wyniki stanowiły podstawę do konstrukcji krzywych prędkości średnich (fig. 79A) i hodografu pionowego (fig. 79B). Do wykreślenia krzywej prędkości średnich wykorzystano wartości uśrednione z poszczególnych punktów wzbudzenia (PS).

Przedstawiony na figurze 79B hodograf pionowy wskazuje na zależność między wzrostem głębokości a czasem rejestracji.

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 zmierzone zmieniają się przypadkowo z punktu na punkt w granicach błędu pomiarowego. Warunkiem jej wykorzystania jest jednakowy odstęp między punktami pomiarowymi.

Podaną metodę zastosowano do wygładzania odczytów czasu z pomiarów prędkości średnich w celu obliczenia prędkości interwałowych bez przypadkowych skoków wartości wywołanych błędami pomiaru czasu. Krzywe wygła-

dzone prędkości interwałowych obliczono w celu wyznaczenia stref maksymalnych gradientów prędkości, które odpowiadają granicom prędkościowym poszczególnych kompleksów.

Krzywe prędkości obliczono wyrównując pomiary czasu zredukowane do pionu przy pomocy splotu z odpowiednim filtrem. Przetwarzanie to polegało na przeliczaniu wartości czasu i prędkości do poziomu odniesienia pomiaru i ich interpolacji dla znormalizowanych przedziałów głębokości co 20 m. Następnie wyznaczone wartości wygładzono przy użyciu specjalnego programu poprzez zastosowanie operacji splotu z filtrem trójkątnym stosując 20 razy filtr 0.25, 0.5, 0.25. Celem tych przekształceń, które miały usunąć przypadkowe odchylenia poszczególnych danych pomiarowych wynikających z niedokładności pomiarów było przygotowanie materiałów do obliczenia prędkości interwałowych.

Przy pierwszym wygładzaniu zostały zmniejszone przypadkowe skoki wartości spowodowane ich zaokrągleniem do 1 ms lub błędami pomiarowymi. Kolejne powtarzanie wymienionych wyżej operacji spowodowało zaokrąglenie załamań (hodografu), wynikłych ze zmian prędkości w kolejnych warstwach. W ten sposób powstały dodatkowe zbiory obejmujące przetworzone pomiary czasu po ich zredukowaniu do poziomu odniesienia, zinterpretowaniu wartości co 20 m i wygładzeniu oraz odpowiadające im wartości prędkości średnich.

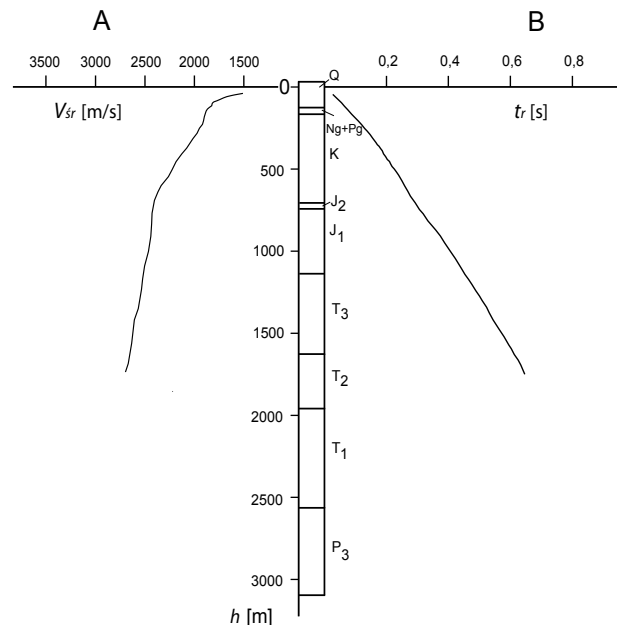


fig. 79. Wykres prędkości średnich (A) i hodograf pionowy (B) (poziom odniesienia 20,0 m n.p.m.)

Average seismic velocity (A) and travel-time curve (B) (reference level 20.0 m a.s.l.)

Tabela 21

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

h [m]	t_r [s]	V_{sr} [m/s]	h [m]	t_r [s]	V_{sr} [m/s]
1	2	3	1	2	3
46	0,028000	1520	517	0,233000	2219
67	0,042000	1690	521	0,234000	2226
92	0,052000	1769	540	0,240000	2250
96	0,053000	1811	542	0,241000	2249
117	0,064000	1828	546	0,243000	2247
121	0,066000	1833	565	0,245000	2306
140	0,075000	1867	567	0,250000	2268
142	0,076000	1868	571	0,251000	2275
146	0,077000	1896	590	0,252000	2341
165	0,087000	1897	592	0,259000	2286
167	0,089000	1876	596	0,257000	2319
168	0,090000	1867	615	0,262000	2347
170	0,091000	1868	617	0,265000	2328
190	0,099000	1919	621	0,265000	2343
192	0,102000	1882	640	0,271000	2362
196	0,103000	1903	646	0,272000	2375
215	0,113000	1903	665	0,277000	2401
217	0,113000	1920	667	0,280000	2382
221	0,115000	1922	671	0,282000	2379
240	0,126000	1905	690	0,286000	2413
242	0,124000	1952	692	0,288000	2403
246	0,125000	1968	696	0,289000	2408
265	0,137000	1934	715	0,297000	2407
267	0,135000	1978	717	0,297000	2414
271	0,137000	1978	721	0,298000	2419
290	0,148000	1959	742	0,306000	2425
292	0,148000	1973	746	0,308000	2422
296	0,149000	1987	765	0,312000	2452
315	0,157000	2006	767	0,317000	2420
317	0,156000	2032	771	0,319000	2417
321	0,159000	2019	790	0,321000	2461
340	0,166000	2048	792	0,329000	2407
342	0,168000	2036	796	0,330000	2412
346	0,168000	2060	815	0,334000	2440
365	0,178000	2051	817	0,338000	2417
367	0,177000	2073	821	0,340000	2415
371	0,179000	2073	840	0,343000	2449
390	0,188000	2074	842	0,348000	2420
392	0,187000	2096	846	0,349000	2424
396	0,188000	2106	865	0,353000	2450
415	0,194000	2139	867	0,360000	2408
417	0,196000	2128	871	0,361000	2413
421	0,196000	2148	890	0,363000	2452
440	0,202000	2178	892	0,368000	2424
442	0,203000	2177	896	0,372000	2409
446	0,207000	2155	915	0,375000	2440
465	0,212000	2193	917	0,378000	2426
467	0,214000	2182	921	0,380000	2424
471	0,215000	2191	940	0,381000	2467
490	0,220000	2227	942	0,386000	2440
492	0,224000	2196	946	0,391000	2419
496	0,223000	2224	965	0,390000	2474
515	0,230000	2239	967	0,393000	2461

Tabela 21 cd.

1	2	3	1	2	3
971	0,319000	2417	1415	0,476000	2553
990	0,321000	2461	1416	0,480000	2533
991	0,329000	2407	1422	0,482000	2535
997	0,330000	2412	1440	0,487000	2546
1015	0,334000	2440	1390	0,472000	2523
1016	0,338000	2417	1391	0,475000	2520
1022	0,340000	2415	1397	0,481000	2522
1040	0,343000	2449	1415	0,476000	2553
1041	0,348000	2420	1416	0,480000	2533
1047	0,349000	2424	1422	0,482000	2535
1065	0,353000	2450	1440	0,487000	2546
1066	0,360000	2408	1416	0,480000	2533
1072	0,361000	2413	1422	0,482000	2535
1090	0,363000	2452	1440	0,487000	2546
1091	0,368000	2424	1441	0,553000	2606
1097	0,372000	2409	1447	0,556000	2603
1115	0,375000	2440	1465	0,558000	2625
1116	0,378000	2426	1466	0,561000	2613
1122	0,380000	2424	1472	0,564000	2610
1140	0,381000	2467	1490	0,566000	2633
1141	0,386000	2440	1491	0,568000	2625
1147	0,391000	2419	1497	0,572000	2617
1165	0,390000	2474	1515	0,577000	2626
1166	0,393000	2461	1516	0,578000	2623
1172	0,399000	2434	1522	0,580000	2624
1190	0,401000	2469	1540	0,583000	2642
1191	0,402000	2465	1541	0,583000	2643
1197	0,405000	2462	1547	0,589000	2626
1213	0,412000	2464	1565	0,593000	2639
1215	0,413000	2460	1566	0,591000	2650
1216	0,412000	2481	1572	0,596000	2638
1222	0,422000	2464	1591	0,601000	2647
1240	0,421000	2473	1597	0,605000	2640
1241	0,419000	2499	1615	0,606000	2665
1247	0,426000	2500	1616	0,607000	2662
1265	0,432000	2468	1622	0,610000	2659
1266	0,429000	2499	1640	0,616000	2662
1272	0,432000	2523	1641	0,615000	2668
1290	0,437000	2497	1647	0,622000	2648
1291	0,440000	2493	1665	0,623000	2673
1297	0,443000	2517	1666	0,623000	2674
1315	0,444000	2514	1672	0,632000	2646
1316	0,447000	2510	1690	0,632000	2674
1322	0,450000	2533	1691	0,634000	2667
1340	0,457000	2497	1703	0,634000	2686
1341	0,457000	2510	1704	0,637000	2675
1347	0,462000	2522	1715	0,638000	2688
1365	0,462000	2524	1716	0,640000	2681
1366	0,466000	2515	1740	0,643000	2706
1372	0,469000	2537	1741	0,646000	2695
1397	0,481000	2522			

Powyższe informacje są zawarte w banku danych prędkościowych, utworzonym w latach 90. XX wieku w Zakładzie Geofizyki Państwowego Instytutu Geologicznego dla potrzeb interpretacji sejsmicznych prac powierzchniowych.

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 czasu wygładzonego 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 o miąższości powyżej 100 m. Maksymalne i minimalne wartości obliczonych prędkości odpowiadają uśrednionym wartościom kompleksów warstw o prędkościach zmniejszonych lub zwiększonych w porównaniu z sąsiednimi.

Zestawienie uśrednionych wartości V_w (prędkość wygładzona), V_i (prędkość interwałowa), V_k (prędkość kompleksowa) obliczonych z pomiarów czasu wygładzonego zawiera [tabela 22](#). Krzywe prędkości wygładzonych, interwałowych i kompleksowych przedstawiono na [figurze 80](#). Wykresy powyższe wzbogacono profilem stratygraficznym wiercenia, co umożliwia bezpośrednie powiązanie zmian prędkości z kompleksami stratygraficzno-litologicznymi przekroju geologicznego w otworze oraz z refleksami sejsmicznymi.

Przedstawiona na [figurze 79](#) krzywa prędkości średnich wykazuje stopniowy, ale zróżnicowany wzrost od 1500 m/s do prawie 2700 m/s charakteryzujący utwory kenozoiku, kredy, jury i triasu górnego oraz górne warstwy triasu środkowego. Wykres można podzielić na trzy główne części. Pierwszą część do głębokości zalegania kenozoiku charakteryzuje najgwałtowniejszy wzrost prędkości do 1000 m/s. Na następnym długim odcinku, około 550-metrowym, odpowiadającym występowaniu osadów kredy, wzrost prędkości jest już łagodniejszy i mieści się w granicach od 1900 do 2400 m/s. Po tym odcinku, do końca pomiaru przebieg krzywej jest łagodny, utrzymujący prędkości średnie miejscami prawie na równym poziomie.

Można przyjąć, że mamy do czynienia z liniową zależnością między czasem przybycia fali sejsmicznej a głębokością, jakiej dotyczą rejestracje.

Prędkości kompleksowe ([fig. 80](#)) dla poszczególnych geologicznych utworów kenozoicznych i kredowych wykazują stopniowy schodkowy wzrost wraz z głębokością i wynoszą odpowiednio: 2250 m/s, 2700 m/s, 2900 m/s i 2950 m/s, co pozostaje w związku m.in. z udziałem skał węglanowych w profilu litologicznym wiercenia. Ta zależność jeszcze wyraźniej zaznacza się w granicach kontrastu prędkości interwałowych, wydzielających osady kampanu z podziałem na górny i dolny, santonu oraz przedziału koniak – cenoman z zaakcentowaniem utworów turonu. Znaczny spadek prędkości interwałowej i kompleksowej (o 350 m/s) jest związane z granicą w spągu osadów kredy.

W prędkościach kompleksowych utworów jury natomiast wydatnie zaznacza się dwudzielność profilu. Część

Tabela 22

Zestawienie uśrednionych wartości V_i , V_k , V_w obliczonych z czasu wygładzonego

Averaged V_i , V_k and 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	1840	1853	1790	900	2541	2589	2634
40	1840	1853	1820	920	2768	2589	2691
60	1840	1853	1851	940	2768	2589	2747
80	1840	1853	1888	960	2768	2899	2800
100	1840	1853	1926	980	2768	2899	2847
120	2010	1994	1962	1000	2768	2899	2887
140	2010	1994	1995	1020	2938	2899	2919
160	2010	1994	2027	1040	2938	2899	2942
180	2010	1994	2060	1060	2938	2899	2952
200	2010	2251	2097	1080	2938	2899	2950
220	2219	2251	2140	1100	2938	2899	2938
240	2219	2251	2189	1120	2903	2899	2921
260	2219	2251	2245	1140	2903	2899	2904
280	2219	2251	2306	1160	2903	2952	2892
300	2219	2251	2371	1180	2903	2952	2889
320	2532	2251	2439	1200	2903	2952	2894
340	2532	2251	2506	1220	2960	2952	2909
360	2532	2679	2571	1240	2960	2952	2934
380	2532	2679	2629	1260	2960	2952	2970
400	2532	2679	2677	1280	2960	2952	3017
420	2758	2679	2715	1300	2960	2952	3073
440	2758	2679	2745	1320	3178	2952	3131
460	2758	2679	2772	1340	3178	3189	3179
480	2758	2679	2803	1360	3178	3189	3209
500	2758	2898	2844	1380	3178	3189	3215
520	2976	2898	2895	1400	3178	3189	3199
540	2976	2898	2954	1420	3138	3189	3172
560	2976	2898	3012	1440	3138	3189	3143
580	2976	2972	3056	1460	3138	3189	3122
600	2976	2972	3077	1480	3138	3189	3110
620	2983	2972	3068	1500	3138	3189	3106
640	2983	2972	3030	1520	3117	3189	3108
660	2983	2972	2968	1540	3117	3189	3112
680	2983	2972	2891	1560	3117	3189	3118
700	2983	2972	2809	1580	3117	3189	3129
720	2633	2972	2729	1600	3117	3189	3151
740	2633	2589	2656	1620	3311	3189	3190
760	2633	2589	2595	1640	3311	3189	3254
780	2633	2589	2549	1660	3311	3189	3344
800	2633	2589	2520	1680	3311	3189	3452
820	2541	2589	2510	1700	3311	3189	3560
840	2541	2589	2517	1720	3360	3240	3642
860	2541	2589	2542	1740	3360	3240	3640
880	2541	2589	2582				

h – głębokość; V_i – prędkość interwałowa; V_k – prędkość kompleksowa; V_w – prędkość wygładzona

h – depth; V_i – interval velocity; V_k – complex velocity; V_w – smoothed velocity

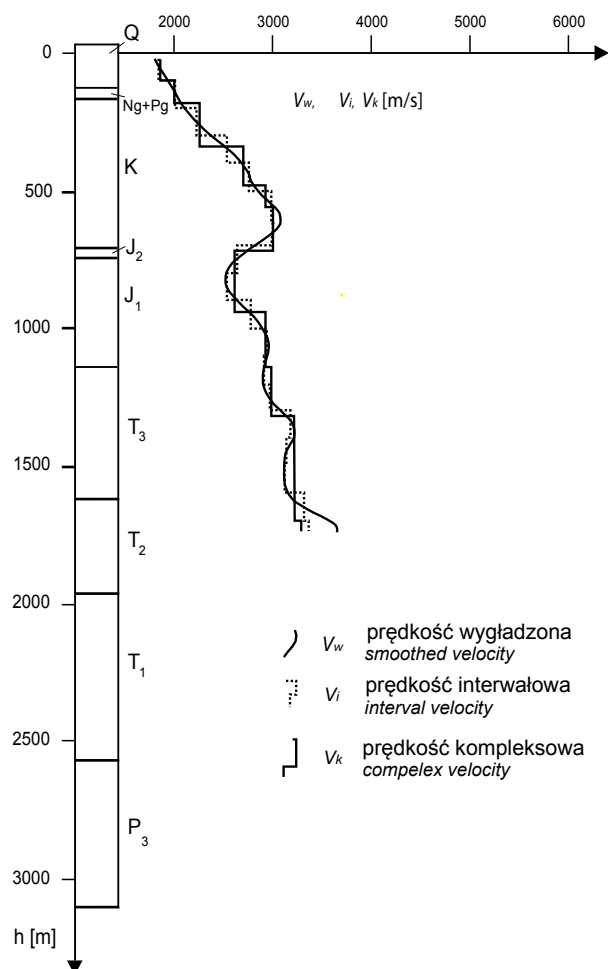


Fig. 80. Wykresy prędkości wygładzonych (V_w), interwałowych (V_i) i kompleksowych (V_k) (poziom odniesienia 20,0 m n.p.m.)

Smoothed velocity (V_w), interval velocity (V_i) and complex velocity (V_k) (reference level 20.0 m a.s.l.)

górną o prędkości 2600 m/s obejmuje jurę środkową o małej miąższości oraz warstwy toarku i pliensbachu jury dolnej. Ponowny wzrost prędkości do wartości 2900 m/s ma miejsce na granicy pliensbachu i synemuru, wydzielając dolne ogniwa jury dolnej oraz warstw przystopowych triasu górnego. Dość ostry charakter tej granicy wskazuje na różnice składu litologicznego w profilu otworu, co potwierdzają również zanotowane zmiany wartości prędkości interwałowej.

Dalszy przebieg krzywej w zasięgu utworów triasowych, wskazuje na nieznaczny wzrost prędkości kompleksowej do wartości 2950 m/s, odpowiadającej występowaniu utworów noryku. Wykres prędkości interwałowych dzieli ten kompleks na dwie warstwy: górną – o mniejszych wartościach i dolną – o większych. Dolna granica prędkości 2950 m/s zanotowana na krzywych kompleksowych i interwałowych poprowadzona jest w okolicach stropu serii gipsowej kajpru górnego (karnik), któremu odpowiada wzrost prędkości na obu wykresach. Wartość prędkości kompleksowej 3200 m/s obejmuje cały przedział utworów kajprowych. Mały wzrost do 3250 m/s następuje dopiero na granicy z utworami górnego wapienia muszlowego i wskazuje na przejście osadów piaszczysto-ilastych w wapienne. Natomiast na krzywej prędkości interwałowej zaznacza się dodatkowo kontrast prędkości na granicy triasu górnego i dolnego wydzielający osady kajpru dolnego.

Zróznicowanie prędkości daje ogólnie podstawy do wyróżnienia na wykresach (fig. 80) trzech odcinków odpowiadających kolejno: utworom kredy o systematycznym wzroście wartości wraz z głębokością, jury środkowej i górnej części jury dolnej o mniejszej wartości i pozostały obejmujący dolną część jury dolnej i trias o stosunkowo małych zmianach (z wyjątkiem granicy noryk–karnik) oscylujących w granicach 2900–3200 m/s.

Wykonanie pomiarów prędkości fal sejsmicznych umożliwia właściwą interpretację głębokościową przekrojów sejsmicznych w otoczeniu głębokiego otworu wiertniczego.

Opracowanie danych geofizyki otworowej wykonano m.in. w programie Techlog, który został udostępniony PIG-PIB przez Schlumberger Information Solutions w celu prowadzenia prac naukowo-badawczych.