

Stanisław PAWŁOWSKI

Srednie prędkości sejsmiczne osadów mezozoiku i starszego paleozoiku Lubelszczyzny (otwór Dyle)

WSTĘP

Badania sejsmiczne szeroko stosowane w poszukiwaniach struktur wglębnych wymagają dla ścisłych opracowań odpowiednio gęstej sieci stanowisk, dla których określone zostały prędkości średnie. Znajomość rozkładu szybkości w profilu głębokościowym warunkuje w dużej mierze prawidłowe obliczenie głębokości ujawnionych horyzontów sejsmicznych. Jak dotychczas dysponujemy nielicznymi zestawieniami danych dla prędkości średnich w Polsce.

Z konieczności i z reguły w tych warunkach parametry prędkości średnich są dedukowane i przyjmowane na podstawie kalkulacji wstępnych, według poznanych własności sejsmicznych skał z sondowań na terenach badanych i sąsiednich lub w otworach nieraz dość odległych od obszaru poszukiwań. Końcowy efekt opracowań kosztownych prac sejsmicznych bywa więc obciążony znacznym błędem. Tym większe znaczenie przypisać należy każdemu nowemu oświetleniu regionalnych zagadnień prędkości średnich.

Rozpracowany niżej przykład badań prędkości średnich, wykonanych w jednym z głębszych otworów Lubelszczyzny, przedstawia pod tym względem szczególnie interesujący przypadek. Profil badanego otworu reprezentuje część osadów miocenu, kredy, jury (malm i dogger) oraz ordowiku i częściowo kambru (nie przebitego). Ponieważ pomiary zostały wykonane w otworze od 100 do 2150 m, w odstępach co 50 m, uzyskaliśmy materiały dla charakterystyki własności sprężystych osadów mezozoiku i części paleozoiku Lubelszczyzny, tak odnośnie prędkości średnich, jak i prędkości wyróżniających się kompleksów litostratygraficznych oraz ich zmienności.

Pomiary zostały wykonane w lutym 1965 r. na zlecenie Instytutu Geologicznego przez grupę pomiarów prędkości średnich przemysłu naftowego. Sprawozdanie przedstawił kierownik Wydziału Interpretacji Geofizycznej — mgr J. Smolik. Z uwagi na metodycznie interesujący przykład obliczeń prędkości w otworze odchylonym od pionu, obliczenia, interpre-

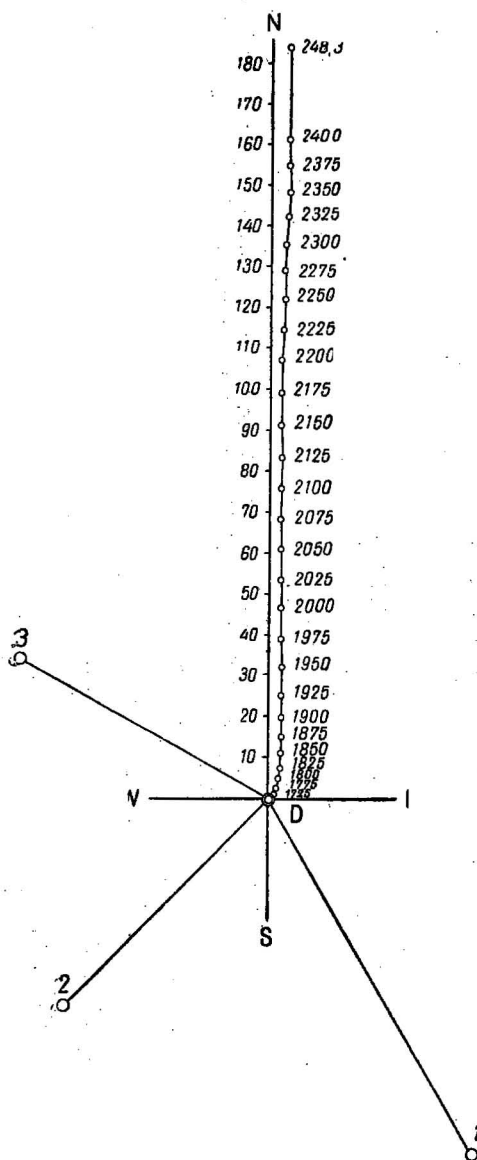


Fig. 1. Lokalizacja otworu D i otworów strzałowych 1, 2, 3 oraz rzut stropu otworu D z głębokości podanej (1925 m) na powierzchnię

Situation of bore hole D and of shot holes 1, 2, 3, and projection of the bottom of the bore hole D from the given depth (1925 m) on the surface

tacje oraz dyskusja wyników wykonane zostały niezależnie w nawiązaniu do profilu geologicznego w pracowni Zespołu Prof. dr St. Pawłowskiego w kwietniu 1965 r.

WYNIKI POMIARÓW I ANALIZA ICH DOKŁADNOŚCI

Pomiary wykonano dla trzech punktów strzałowych, oznaczonych na szkicu sytuacyjnym (fig. 1) liczbami 1, 2, 3. Ponieważ badany otwór okazał się pionowy jedynie do głębokości 1700 m, na szkicu zaznaczone zostały rzuty spągu otworu od głębokości 1700 do 2400 m. Odchylenie wzdłuż stałego kierunku (bardzo zbliżonego do południka) wyraża się w dziesiątkach metrów, a w skrajnym przypadku na głębokości 2400 m osiąga 162 m. Uwzględnienie tego faktu w rachunku ma znaczenie dla metodyki obliczeń badanych prędkości z uwagi na bardziej skomplikowaną drogę przebiegu promienia sejsmicznego niż to się zwykle zakładać w przypadku otworu ściśle pionowego.

Jako wyjściowe elementy do przeliczeń przyjęto obserwowane okresy nadejścia impulsów (t_{obs}) według danych przemysłu naftowego, ponieważ oryginalne sejsmogramy nie zostały dołączone do sprawozdania z pomiarów. Ponadto uwzględniono analogiczne redukcje na głębokość strzelania, tj. dla pierwszego otworu strzałowego — 6 m, dla otw. drugiego — 4 m, dla otw. trzeciego — 3—5 m oraz zmieniające się korekty opracowywanych sejsmogramów (t_r) w granicach od $-5,5$ milisekund do $+4,0$ milisekund.

Odległości geofonów od punktu strzałowego „D” oraz odległości w poziomie punktu strzałowego do rzutu geofonu głębiny na powierzchnię zostały ustalone analitycznie na podstawie posiadanych danych. Wyniki posłużyły do obli-

czenia współczynnika $K = \frac{H}{D}$, przy pomocy którego zredukowano okres nadejścia impulsów: $t_{zred} = K \cdot t_{obs}$, który odpowiada okresowi nadejścia impulsów dla odległości liczonej w pionie. Te ostatnie były podstawą dla dalszych obliczeń.

Współczynniki „K” zmieniają w naszym przypadku wartość w granicach od 0,6821 do 0,9994.

Prędkości średnie dla danej głębokości (H) zostały obliczone ze wzoru $V_{sr} = \frac{H_{sr}}{t_{zred}}$. Stałe odstępki kolejnych stanowisk pomiarowych (geofonów) w odstępach co 50 m i odpowiadające im różnice czasu nadejścia impulsu sejsmicznego umożliwiają obliczenie prędkości interwałowych (V_{int}).

Błędy obliczonych wielkości wynikają z błędów przyjętych do rachunku wartości H , względnie D oraz z błędów obserwacji sejsmicznych (m_v).

Z dużym prawdopodobieństwem przyjąć można, że błąd wyznaczenia wielkości H nie przekracza 2 m, błąd zaś wielkości 50 m — odstepu pomiędzy kolejnymi geofonami — nie przekracza 20 cm.

Jakość uzyskanych sejsmografów była przeciętnie dobra i dostatecznie dobra, za wyjątkiem części sejsmografów z punktu strzałowego 1 i 2. Słabsze obserwacje oznaczono w tabeli gwiazdkami. Przeciętnie przyjąć można, że błąd wyznaczenia momentu nadejścia impulsu sięga 2 milisekund. Oznacza to, że błąd wyznaczenia różnicy okresów dla interwału 50 m może osiągnąć wielkość 0,004 sek.

Błąd względny obliczonej prędkości średniej uwzględnia wpływy niedokładności pomiaru głębokości i pomiaru Δt , według wzoru:

$$\frac{m_v}{V} = \frac{m_H}{H} + \frac{m_{\Delta t}}{\Delta t}$$

Z analizy wzoru wynika, że błąd względny drugiego wyrazu rozwinięcia jest kilkakrotnie większy od błędu pierwszego członu i (praktycznie biorąc) określa błąd względny obliczonej prędkości średniej:

$$\frac{m_v}{V} = \frac{m_{\Delta t}}{\Delta t}$$

lub inaczej

$$m_v = \frac{m_{\Delta t}}{\Delta t^2} \cdot H$$

Dla przyjętych parametrów $m_{\Delta t} = \pm 0,003$ sek w badanym terenie na głębokości 1000 m liczyć się trzeba z błędem określenia szybkości średniej ± 24 m/sek, dla głębokości 2000 m — ± 19 m/sek.

Analiza błędów prędkości średnich na podstawie 126 obserwacji dla trzech stanowisk strzałowych (łącznie) prowadzi do określenia średniego błędu pojedynczego wyznaczenia prędkości (w zakresie głębokości 100÷2150 m) $m_v = \pm 25,1$ m/sek, a więc zgodnie z wyżej obliczonym prawdopodobnym błędem. Błąd ten mógłby ulec zmniejszeniu przy bar-

dziej precyzyjnym wyznaczaniu czasu. Dla lepszej ilustracji zagadnienia podaję, że dla otworu strzałowego 1 błąd ten określa liczba $m_v = \pm 27,4$ m/sek, dla otworu 2 — $m_v = \pm 22,2$ m/sek, dla otworu 3 — $m_v = \pm 25,6$ m/sek., a więc w zasadzie bardzo podobnie, według danych z 42 obserwacji dla każdego otworu.

Dyskusja błędów średnich upoważnia oceniać średni błąd obliczonych średnich prędkości dla danej głębokości na ± 18 — 20 m/sek.

Obserwacje kolejno następujących stałych odstępów geofonów głębinowych umożliwiają rozpoznanie zmieniających się prędkości w określonym (50 m) interwale. Błąd tej wielkości może być, jak już powiedziano, nieco większy — rzędu 0,004 sek.

Na błąd względny wyznaczenia prędkości interwałowej wpływa błąd względny określenia interwału 50 m — $m_{50} = \pm 0,2$ m oraz błąd względny określenia odpowiedniej różnicy czasu.

Stosunek obu błędów względnych wyraża się jak: 1 : 40, co praktycznie oznacza, że błąd względny różnicy czasu determinuje błąd względny wyznaczenia prędkości interwałowej.

Dla przeciętnych parametrów $\Delta t = 0,017$ sek, $m_{\Delta t} = 0,004$ sek, $H = 50$ m, $V = 3000$ m/sek. oczekiwać należy błędu $m_v = \pm 1200$ m/sek.

Błąd ten rośnie proporcjonalnie do określonej prędkości interwałowej:

$$m_v = \frac{m_{\Delta t} \cdot V}{\Delta t}.$$

Wyniki pomiarów prędkości zostały obliczone niezależnie dla wszystkich 42 obserwacji z trzech stanowisk strzałowych (tab. 1, 2, 3). Materiał zebrany pozwala ustalić miarę osiągniętej dokładności wyników, zgodnie z regułami rachunku średnich błędów.

Należy zauważyć, że stosowalność tego prawa dostatecznie uzasadnia całość materiałów, w szczególności fakt dużego udziału błędów przypadkowych, na co wskazuje szybkie zanikanie różnic pomiędzy wyprowadzonymi średnimi. Średnie wartości prędkości interwałowych wykazują dużą zgodność w określonym interwale litostratygraficznym i określone zróżnicowanie pomiędzy nimi (tabele 5, 6, 7). Średni błąd pojedynczego wyznaczenia prędkości według obserwacji z pierwszego punktu strzałowego $m_{v1} = \pm 341$ m/sek, z otworu 2 — $m_{v1} = \pm 296$ m/sek, z otworu 3 — $m_{v1} = \pm 332$ m/sek.

Niewielkie stwierdzone różnice dowodzą, że pomiary były o zbliżonej dokładności i nie wykazały znaczniejszych różnic w anizotropii ośrodków, w szczególności dotyczy to płytszych mezozoicznych osadów.

Według tych danych dokładności średniej arytmetycznej z trzech niezależnych wyznaczeń oceniać należy na ± 241 m/sek, co oznaczałoby, że średni błąd określenia prędkości interwałowej odpowiada błędowi pomiaru różnicy czasu zaledwie rzędu milisekundy, a więc znacznie poniżej granicy dopuszczalnej tolerancji (4 milisekundy).

Jest interesujące, że ocenę dokładności wyznaczenia prędkości w interwałach 50-metrowych można przeprowadzić jeszcze na innej drodze.

Średnie wartości prędkości interwałowych na odcinku 150÷650 m (tab. 6) wykazują minimalny wznost (od 2454 m/sek, do 2664 m/sek) odchylając się w obie strony od średniej prędkości dla kompleksu 150÷

÷650 m 2542 m/sek. \pm 23 m/sek. 10 wyznaczeń kolejnych prędkości pozwala uznać, że na wymienionym odcinku występują osady o podobnej charakterystyce sprężystości. Błąd pojedynczego wyznaczenia prędkości w tym przypadku nie przekracza \pm 73 m/sek, co oznacza prawie 3-krotnie wyższe dokładności niż to określiły wyniki wyżej podane (\pm 241 m/sek.).

Podobnie wyróżnia się następny jednorodny kompleks, na głębokości 650÷850 m, o średnich prędkościach 3549 m/sek. \pm 36 m/sek. Błąd pojedynczego wyznaczenia prędkości na tym odcinku również określa wartość \pm 73 m/sek, a więc znacznie mniej niż to określiły początkowe operacje rachunkowe. Dowodzi to znacznego udziału szybko niwelujących się w średnich wartościach błędów przypadkowych.

Następny charakterystyczny kompleks, na głębokości 850÷1200 m, charakteryzuje przeciętna prędkość 4610 m/sek. \pm 95 m/sek. Błąd pojedynczego wyznaczenia (gdyby przyjąć, że kompleks jest jednorodny) szacować należy liczbą \pm 252 m/sek.

Dalsze dane, jak wynika ze znanego zróżnicowania litologicznego, w daleko większym stopniu określają niejednorodności mniejszych kompleksów i dlatego nie byłoby prawidłowe zbyt daleko uśredniać wyniki, a przynajmniej — podobnie jak wyżej — obliczać błędy średnie.

Trzeba podkreślić wyjątkowo niewielkie błędy obliczonych wielkości i interesujące zróżnicowanie prędkości różnych kompleksów.

WYNIKI BADAŃ

Pomiar prędkości w otworze wykazał zmienną ich charakterystykę w profilu głębokościowym. Zestawienie przeciętnych wyników przedstawia tabela 5 oraz wykres (fig. 2). Wyniki obliczeń podane są do metrów, jakkolwiek błędy obliczonych prędkości są wielokrotnie wyższe. Wyniki charakteryzują wartości średnie z trzech przeprowadzonych niezależnych pomiarów.

PRĘDKOŚCI ŚREDNIE

Od głębokości 100 do 150 m prędkości średnie zmieniają się w niewielkim zakresie 1845÷2070 m/sek, przeciętna około 2000 m/sek. Prędkości te odnoszą się do skał miocenijskich i zwietrzałych osadów górnej kredy.

Od głębokości 200 m prędkości średnie (a w szczególności prędkości interwałowe) charakteryzują właściwości skał górnej kredy, pod względem litologicznym dość jednolite. Prędkości średnie rosną od 2106 m/sek. systematycznie, ale niejednostajnie tak, że na głębokości 1000 m osiągają 2784 m/sek, na głębokości 2000 m 3555 m/sek.

Szczegółowsza analiza materiałów pozwala rozpoznać granice kompleksów, wyróżniające się zmienną dynamiką. Widoczne są one na krzywej prędkości średnich, ale w szczególności w sposób bardzo wyrazisty na krzywej różniczkowej, po wyodrębnieniu stałego średniego przyrostu prędkości, który w tym przypadku przyjąć można $+ 80$ m/sek na 100 m.

Krzywa (2) podkreśla stanowiska zwrotne w przyrostach szybkości średnich na głębokości 150, 350, 650, 850, 1050, 1250, 1450, 1550 i 2150 m.

Wyniki obliczeń prędkości średnich i interwałowych z punktu strzałowego 1

PS I	Lp.	H	H _{gr}	H _{gr}	a	D	$\frac{H_{gr}}{D}$	t _{obs}	t _r	t _{obs}	t _{zred}	Δt	V _{gr}	V _i
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1	100	94	50	100	137,8	0,6821	70	-2	68	46,4		2026	
	2	150	144	50	100	175,3	8215	90	-2	88	72,3	25,9	1992	1931
	3	200	194	50	100	218,1	8895	103,5	-2	101,5	90,3	18,0	2148	2778
	4	250	244	50	100	263,5	9260	116	.	116	107,4	17,1	2272	2924
	5	300	294	50	100	310,4	9472	136	.	136	128,8	21,4	2283	2336
	6	350	344	50	100	358,2	9604	156	.	156	149,8	21,0	2297	2381
	7	400	394	50	100	406,5	9693	178	-2	176	170,6	20,8	2310	2404
	8	450	444	50	100	455,0	9760	194	-3,5	190,5	185,9	15,3	2388	3268
	9	500	494	50	100	504,0	9802	213	-3,5	209,5	205,4	19,5	2405	2564
	10	550	544	50	100	553,0	9837	232	-1	231	227,2	21,8	2394	2294
	11	600	594	50	100	602,5	9859	250	-1	249,0	245,5	18,3	2420	2732
	12	650	644	50	100	651,6	9884	270	-1	269	265,9	20,4	2422	2451
	13	700	694	50	100	701,0	9900	283	-2,5	280,5	277,7	11,8	2499	4237
	14	750	744	50	100	750,5	9914	297	-2,5	294,5	292,0	14,3	2548	3417
	15	800	794	50	100	800,4	9920	313	-2,5	310,5	308,0	16,0	2578	3125
	16	850	844	50	100	850,0	9930	326	-4	322	319,7	11,7	2640	4273
	17	900	894	50	100	899,5	9939	336	-4	332	330,0	10,3	2709	4855
	18	950	944	50	100	949,5	9943	347	-4	343	341,0	11,0	2768	4845
	19	1000	994	50	100	999,0	9953	356	0	356	354,3	13,3	2806	3760
	20	1050	1044	50	100	1048,8	9955	366	0	366	364,4	10,1	2856	4951
PS I	21	1100	1094	50	100	1098,7	9958	377	0	377	375,4	11,0	2914	4545
	22	1150	1144	50	100	1148,4	9962	393	0	393	396,5	16,1	2922	3105
	23	1200	1194	50	100	1198,3	9964	405	0	405	403,5	12,0	2959	4167
	24	1250	1244	50	100	1248,0	9968	417,5	0	417,5	416,2	12,7	2989	3937
	25	1300	1294	50	100	1297,9	9970	426	-4	422	420,7	4,5	3076	11111
	26	1350	1344	50	100	1347,7	9973	435	-4	431	429,8	9,1	3127	5495
	27	1400	1394	50	100	1397,6	9974	443,5	-4	439,5	438,3	8,1	3180	5883
	28	1450	1444	50	100	1447,5	0,9976	450	0	450	448,9	10,6	3218	4717
	29	1500	1494	50	100	1497,4	0,9977	460	0	460	458,9	10,0	3256	5000
	30	1550	1544	50	100	1547,2	9979	470	0	470	469,0	10,1	3292	4951
	31	1600	1594	50	100	1597,1	9981	479,5	-0,5	479	478,1	9,1	3334	5495
	32	1650	1644	50	100	1647,0	9982	489,5	-0,5	489	488,1	10,0	3368	5000
	33	1700	1694	50	100	1697,0	9983	500,5	-0,5	500	499,2	10,6	3394	4717
	34	1750	1744	50	101	1746,9	9984	510	-4	506	505,2	6,0	3452	8334
	35	1799,9	1793,9		103	1796,8	9984	522	-4	518	517,2	12,0	3468	4162
	36	1849,4	1843,4		108,5	1846,8	9982	532	-4	528	527,0	9,8	3499	5050
	37	1898,6	1892,6		117	1896,2	9981	544	-4	540	539,0	12,0	3512	4100
	38	1947,0	1941,0		128	1945,2	9978	552	-4	548	546,8	7,8	3550	6210
	39	1995,0	1989,0		141	1994,0	9975	561	-4	557	555,6	8,8	3580	5460
	40*	2043,0	2037,0		155	2043,8	9967	572	-5,5	566,5	564,6	9,0	3608	5334
	41*	2090,6	2084,6		169	2091,4	9968	582	-5,5	576,5	574,6	10,0	3628	4760
	42	2138,2	2132,2		184	2140,1	9963	589	-5,5	583,5	581,4	6,8	3667	7000

Wyniki obliczeń prędkości średnich i interwałowych z punktu strzałowego 2

Tabela 2

PS II	Lp.	H	H _{sr}	H _{tr}	a	D	$\frac{H_{tr}}{D}$	t _{obs}	t _r	t _{obs}	t _{zred}	Δt	V _{tr}	V _i
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1	100	96	50	70	118,9	8074	57	3,5	60,5	48,8	25,1	1967	1992
	2	150	146	50	70	162,1	9007	78,5	3,5	82	73,9	20,6	1975	2427
	3	200	196	50	70	208,4	9405	97	3,5	100,5	94,5	20,4	2074	2451
	4	250	246	50	70	255,9	9614	120	-0,5	119,5	114,9	17,0	2141	2941
	5	300	296	50	70	304,2	9731	136	-0,5	135,5	131,9	18,5	2244	2703
	6	350	346	50	70	353,0	9802	154	-0,5	153,5	150,4	17,5	2300	2857
	7	400	396	50	70	402,2	9846	172,5	-2	170,5	167,9	20,3	2358	2463
	8	450	446	50	70	451,5	9878	192,5	-2	190,5	188,2	21,7	2370	2304
	9	500	496	50	70	500,9	9902	212,5	-2	210,5	209,9	20,2	2363	2475
	10	550	546	50	70	550,4	9920	233	-1	232	230,1	18,7	2373	2674
	11	600	596	50	70	600,1	9932	251,5	-1	250,5	248,8	20,1	2395	2488
	12	650	646	50	70	649,8	9941	271,5	-1	270,5	268,9	14,6	2402	3425
	13	700	696	50	70	699,8	9946	286	-1	285	283,5	12,7	2455	3937
	14	750	746	50	70	749,4	9955	298,5	-1	297,5	296,2	13,6	2519	3676
	15	800	796	50	70	799,1	9962	312	-1	311	309,8	17,1	2569	2924
	16	850	846	50	70	849,9	9966	328	2	328	326,9	11,0	2588	4546
	17	900	896	50	70	898,8	9969	337	2	339	337,9	10,1	2652	4950
	18	950	946	50	70	948,6	9973	347	2	349	348,0	46,2	2718	4330
	19	1000	996	50	70	998,5	9975	—	—	—	—	46,2	—	4330
	20	1050	1046	50	70	1048,4	9977,2	—	—	—	—	46,2	—	4330
PS II	21	1100	1096	50	70	1098,2	9980	—	—	—	—	46,2	—	4330
	22	1150	1146	50	70	1148,2	9981	391	4	395	394,2	9,1	2907	4330
	23	1200	1196	50	70	1198,1	9983	400	4	404	403,3	14,0	2966	5494
	24	1250	1246	50	70	1248,0	9984	414	4	418	417,3	10,1	2986	3571
	25	1300	1296	50	70	1297,9	9985	426	2	428	427,4	8,0	3032	5941
	26	1350	1346	50	70	1347,8	9987	434	2	436	435,4	10,0	3091	6250
	27	1400	1396	50	70	1397,8	9987	444	2	446	445,4	5,6	3134	5000
	28	1450	1446	50	70	1447,7	9988	451,5	0	451,5	451,0	8,5	3206	8928
	29	1500	1496	50	70	1497,6	9989	460	0	460	459,5	10,0	3256	5882
	30	1550	1546	50	70	1547,6	9990	470	0	470	469,5	15,1	3293	5000
	31	1600	1596	50	70	1597,5	9991	485	0	485	484,6	9,0	3293	3311
	32	1650	1646	50	70	1647,5	9991	494	0	494	493,6	12,0	3335	5555
	33	1700	1694	50	70	1695,4	9992	504	2	506	505,6	10,9	3350	4167
	34*	1750	1744	49,9	72	1745,5	9991	514	3	517	516,5	11,0	3377	4587
	35*	1799,9	1793,9	49,5	76	1795,6	9991	525	3	528	527,5	11,0	3401	4545
	36*	1849,4	1843,4	49,2	81	1845,2	9990	536	3	539	538,5	4,9	3423	4500
	37	1898,6	1892,6	48,4	87,5	1894,7	9989	540,5	3,5	544	543,4	12,9	3483	10041
	38	1947,0	1941,0	48,0	98	1943,4	9988	553,0	4	557	556,3	9,8	3489	3752
	39	1995,0	1989,0	48,0	111	1992,1	9984	563	4	567	566,1	7,5	3513	4898
	40	2043,0	2037,0	47,6	123	2045,2	9958	574	2	576	573,6	11,1	3551	6400
	41	2090,6	2084,6	47,6	137,5	2089,1	9978	584	2	586	584,7	5,8	3565	4288
	42	2138,2	2132,2	47,6	151,5	2137,3	9974	590	2	592	590,5	—	3611	8207

Wyniki obliczeń prędkości średnich i interwałowych z punktu strzałowego 3

PS III	Lp.	H	H _{sr}	H _{sr}	α	D	$\frac{H_{sr}}{D}$	t _{obs}	t _r	t _{obs}	t _{zred}	Δt	V _{sr}	V _i
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1	100	95	50	70	118,0	8051	60	-3	57	45,9	27,1	2070	1845
	2	150	145	50	70	161,0	9007	84	-3	81	73,0	20,1	1986	2488
	3	200	195	50	70	207,4	9403	102	-3	99	93,1	22,2	2095	2252
	4	250	245	50	70	254,9	9612	121	-1	120	115,3	19,9	2125	2513
	5	300	295	50	70	303,2	9730	140	-1	139	135,2	17,2	2182	2907
	6	350	345	50	70	352,0	9801	156,5	-1	155,5	152,4	23,8	2264	2101
	7	400	395	50	70	401,2	9845	178	1	179	176,2	18,4	2242	2118
	8	450	445	50	70	450,5	9878	196	1	197	194,6	20,3	2287	2463
	9	500	495	50	70	499,9	9902	216	1	217	214,9	19,1	2303	2618
	10	550	545	50	70	549,5	9918	236	0	236	234,0	16,7	2329	2994
	11	600	595	50	70	599,2	9930	252,5	0	252,5	250,7	17,8	2373	2809
	12	650	645	50	70	648,7	9943	270	0	270	268,5	17,1	2402	2994
	13	700	695	50	70	698,5	9950	288	-1	287	285,6	16,1	2433	3105
	14	750	745	50	70	748,3	9956	304	-1	303	301,7	12,0	2469	4167
	15	800	795	50	70	798,2	9960	316	-1	315	313,7	15,2	2534	3290
	16	850	845	50	70	847,8	9967	330	0	330	328,9	10,1	2569	4951
	17	900	895	50	70	897,7	9970	340	0	340	339,0	12,0	2640	4167
	18	950	945	50	70	947,6	9972	352	0	352	351,0	9,1	2692	5495
	19	1000	995	50	70	997,5	9975	360	1	361	360,1	9,0	2763	5555
	20	1050	1045	50	70	1047,4	9977	369	1	370	369,1	14,1	2831	3546
PS III	21	1100	1095	50	70	1097,3	9979	383	1	384	383,2	7,8	2858	6411
	22	1150	1145	50	70	1147,3	9980	392,5	-1	391,5	391,0	11,2	2928	4464
	23	1200	1195	50	70	1197,2	9982	404	-1	403	402,2	12,8	2971	3906
	24	1250	1245	50	70	1246,9	9985	416,5	-1	415,5	415,0	11,6	3000	4310
	25	1300	1295	50	70	1296,3	9990	427	0	427	426,6	10,2	3036	4902
	26	1350	1345	50	70	1346,8	9987	437	0	437	436,4	9,7	3082	5155
	27	1400	1395	50	70	1397,6	9981	447	0	447	446,1	7,4	3127	6757
	28	1450	1445	50	70	1446,6	9989	454	0	454	453,5	11,0	3186	4545
	29	1500	1495	50	70	1496,6	9989	465	0	465	464,5	8,0	3219	6250
	30	1550	1545	50	70	1546,6	9990	473	0	473	472,5	8,1	3270	6173
	31	1600	1595	50	70	1596,5	9991	484	-3	481	480,6	7,0	3319	7143
	32	1650	1645	50	70	1646,5	9991	491	-3	488	487,6	13,0	3374	3846
	33	1700	1694	50	70	1695,4	9992	504	-3	501	500,6	13,0	3384	3846
	34	1750	1744	50	70,5	1745,4	9992	514	0	514	513,6	9,9	3395	5040
	35	1799,9	1793,9	50	70,6	1795,6	9991	524	0	524	523,5	11,1	3427	4460
	36	1849,4	1843,4	50	68,0	1844,6	9993	535	0	535	534,6	11,1	3448	4433
	37	1898,6	1892,6	50	65,5	1893,8	9994	547	-1	546	545,7	8,0	3468	6050
	38	1947,0	1941,0	50	64,0	1942,2	9994	557,5	-3,5	554	553,7	5,0	3505	9600
	39	1995,0	1989,0	50	65,0	1990,1	9994	562,5	-3,5	559	558,7	9,0	3560	5334
	40	2043,0	2037,0	50	69,0	2038,3	9994	571,0	-3	568	567,7	15,8	3588	3139
	41	2090,6	2084,6	50	76,0	2086,4	9991	586,0	-3	583	582,5	4,0	3579	11900
	42	2138,2	2132,2	50	85,0	2133,9	9992	591,0	-4	587	586,5		3636	

Zestawienie wyników obliczeń prędkości średnich i interwałowych

Tabela 4

L.p.	H	Prędkości średnie			Przeciętna prędkość średnia $\frac{1+2+3}{3}$	Prędkości interwałowe			Przeciętna prędkość interwałowa $\frac{1+2+3}{3}$
		Punkt strz. 1	Punkt strz. 2	Punkt strz. 3		Punkt strz. 1	Punkt strz. 2	Punkt strz. 3	
1	100	2026	1967	2070	2022				
2	150	1992	1975	1986	1984	1931	1992	1845	1923
3	200	2148	2074	2095	2106	2778	2427	2488	2564
4	250	2272	2141	2125	2179	2924	2451	2251	2542
5	300	2283	2244	2182	2236	2336	2941	2513	2563
6	350	2297	2300	2264	2287	2381	2703	2907	2664
7	400	2310	2358	2242	2303	2404	2857	2101	2454
8	450	2388	2370	2287	2334	3268	2453	2118	2613
9	500	2405	2363	2303	2344	2564	2304	2463	2444
10	550	2394	2373	2329	2362	2294	2475	2618	2462
11	600	2420	2395	2373	2393	2732	2674	2994	2533
12	650	2422	2402	2402	2406	2451	2488	2809	2583
13	700	2499	2455	2433	2455	4237	3425	2924	3529
14	750	2548	2519	2469	2505	3497	3937	3105	3513
15	800	2578	2569	2534	2553	3125	3676	4167	3656
16	850	2640	2588	2569	2588	4273	2924	3290	3496
17	900	2709	2652	2640	2656	4855	4546	4951	4784
18	950	2768	2718	2692	2715	4545	4950	4167	4554
19	1000	2806	.	2763	2784	3760	4330	5495	4528
20	1050	2865	.	2831	2848	4951	4330	5555	4945
21	1100	2914	.	2858	2886	4545	4330	3546	4140
22	1150	2922	2907	2928	2919	3105	4330	6411	4615
23	1200	2959	2966	2971	2965	4167	5494	4964	4708
24	1250	2989	2986	3000	2992	3937	3571	3906	3805
25	1300	3047	3032	3036	3038	5883	5941	4310	7121
26	1350	3127	3091	3082	3090	5495	6250	4902	5549
27	1400	3180	3134	3127	3138	5883	5000	5155	5346
28	1450	3218	3206	3186	3203	4717	8928	6757	6801
29	1500	3256	3256	3219	3243	5000	5882	4545	5142
30	1550	3292	3293	3270	3285	4951	5000	6250	5400
31	1600	3334	3293	3319	3314	5495	3311	6173	4993
32	1650	3368	3335	3374	3358	5000	5555	7143	5899
33	1700	3394	3350	3384	3376	4717	4167	3846	4243
34	1750	3452	3377	3395	3408	8334	4587	3846	5589
35	1800	3468	3401	3427	3432	4162	4545	5040	4582
36	1850	3499	3423	3448	3457	5050	4500	4460	4670
37	1900	3512	3483	3468	3488	4100	10041	4433	6191
38	1950	3550	3489	3505	3515	6210	3752	6050	5337
39	2000	3580	3513	3560	3551	5460	4898	9600	6653
40	2050	3608	3551	3588	3582	5334	6400	5334	5689
41	2100	3628	3569	3579	3591	4760	4288	3139	4062
42	2150	3667	3611	3636	3638	7000	8207	11900	9036

Przeciętne prędkości średnie, interwałowe i kompleksowe

Tabela 5

L. p.	Głębokość w m	Prędkość średnia w m/sek	Zmiany prędkości średniej w m/sek	Prędkość interwałowa w m/sek	Prędkość kompleksowa
1	100	2022	+22	1923	
2	150	1984	-56	2564	
3	200	2106	+26	2542	
4	250	2179	+59	2563	
5	300	2236	+66	2664	
6	350	2287	+87	2454	2542 ± 23 m/sek
7	400	2303	+63	2613	
8	450	2334	+54	2444	
9	500	2344	+24	2462	
10	550	2362	+2	2533	
11	600	2393	-7	2583	
12	650	2406	-34	3529	
13	700	2455	-24	3513	3549 ± 36 m/sek
14	750	2505	-15	3656	
15	800	2553	-7	3496	
16	850	2588	-12	4784	
17	900	2656	+16	4554	
18	950	2715	+35	4528	4610 ± 95 m/sek
19	1000	2784	+64	4945	
20	1050	2848	+88	4140	
21	1100	2886	+86	4615	
22	1150	2919	+79	4708	
23	1200	2965	+85	3805	
24	1250	2992	+72	7121	
25	1300	3038	+78	5549	
26	1350	3090	+90	5346	
27	1400	3138	+98	6801	
28	1450	3203	+123	5142	
29	1500	3243	+123	5400	
30	1550	3285	+125	4993	
31	1600	3314	+114	5899	
32	1650	2258	+118	4243	
33	1700	3376	+96	5589	
34	1750	3408	+88	5589	
35	1800	3432	+72	4670	
36	1850	3457	+57	6191	
37	1900	3488	+48	5337	
38	1947	3515	+35	6653	
39	1995	3551	+31	5689	
40	2043	3582	+22	4062	
41	2091	3591	-9	9036	
42	2138	3638	-2		

Naturalne jest, że wymierzone granice tylko w sposób zgeneralizowany określają zmiany własności elastycznych, ponieważ co 50 m rozmieszczone były stanowiska pomiarowe. Tym niemniej wśród nich (względnie w ich pobliżu) znalazły się granice poziomów stratygraficznych kredy i jury, ściśle na głębokości 1053,9 m oraz jury i paleozoiku na głębokości 1547,4 m.

Według tego sposobu charakterystyki dodatkowo zróżnicowane zostały osady kredy. Osady kampanu (150÷350 m) cechuje stosunkowo znaczny wzrost prędkości, osady turonu (350÷650 m) podobny ubytek prędkości.

Utwory koniak i turonu (650÷850 m) charakteryzuje stosunkowo nieznaczny wzrost prędkości, znacznie szybszy w turonie i cenomanie niż w koniak.

Tabela 6

Obliczenie średniej prędkości kompleksowej osadów kampanu i santonu

Głębokość w m	L. p.	Prędkość interwałowa w m/sek	Odczylenie od średniej V w m/sek	VV
150	1	2564	+22	484
200	2	2542	0	0
250	3	2563	+21	441
300	4	2664	+122	14884
350	5	2454	-98	9604
400	6	2613	+71	5041
450	7	2444	-98	9604
500	8	2462	-80	6400
550	9	2532	-10	100
600	10	2583	+41	1681
650		śr. 2542 ± 23		VV = 48239

Osady jury (1053,9÷1547,4 m) — głównie górnej — cechują się mało zmiennymi prędkościami średnimi. Największe przyrosty wykazuje dolna część malmu i osady doggeru, co zresztą dotyczy również sąsiadującej serii paleozoiku starszego, nie do odróżnienia pod tym względem od charakterystyki mezozoiku.

PRĘDKOŚCI INTERWAŁOWE I KOMPLEKSOWE

W stosunku do prędkości średnich, przedstawiających całą pewnych wielkości w funkcji głębokości, prędkości wyodrębnionych kompleksów przedstawiają daleko wyraźniejszy związek z litologicznym wykształceniem osadów. Pod tym względem przykład badanego otworu jest wielce charakterystyczny i instruktywny.

Daje się wydzielić 5 kompleksów różnej miąższości, w obrębie których prędkości podlegają niewielkim zmianom.

Kompleks pierwszy obejmuje osady miocenu i częściowo zwietrzałe warstwy kredy, do głębokości 150 m; cechuje się on prędkościami około 2000 m/sek.

Kompleks drugi (głębokość 150÷650 m) w obrębie osadów kampanu i santonu cechuje prędkość kompleksowa 2542 m/sek. \pm 23 m/sek. Błąd pojedynczego wyznaczenia prędkości kompleksowej szacuje się na \pm 73 m/sek. (patrz tabela 6).

Kompleks trzeci (głębokość 650÷850 m) w obrębie osadów koniaku i turonu cechuje prędkość kompleksowa 3549 m/sek. \pm 36 m/sek.

Kompleks czwarty (głębokość 850÷1200 m) w obrębie osadów kredy i częściowo malmu cechuje prędkość 4610 m/sek \pm 25 m/sek. W stropie (50 m) górnej jury (1050÷1100 m) można zauważyć nieco zmniejszone prędkości — 4140 m/sek.

Tabela 7

Obliczenie średniej prędkości kompleksowej osadów koniaku i turonu

Głębokość w m	Prędkość interwałowa w m/sek	Odchylenie od średniej V w m/sek	VV
650	3529	-20	400
700	3513	-36	1296
750	3656	+107	11449
800	3496	-53	2809
850			
	śr. 3549		VV=15954

W kompleksie piątym poniżej 1200 m do 2150 m (pozycje 23—42 tab. 5, kol. 5) w obrębie osadów malmu, doggeru (do 1547,4 m) oraz starszego paleozoiku (ordowik + kambr — do 2138 m) występują wysoko sprężyste kompleksy skalne o zróżnicowanym litologicznym składzie: wapienie, dolomity i anhydryty jury, mułowce i iłowce, miejscami piaskowce zwięzłe paleozoiku o zróżnicowanych prędkościach interwałowych od 3805 do 9036 m/sek. Co najwyżej wyprowadzić daje się przeciętną prędkość 5585 m/sek, którą posiłkować się można przy syntetycznym ujmowaniu zagadnienia, dopuszczając znaczny błąd tej wielkości, rzędu

kilkuset metrów. Zapewne 50 m odstęp pomiędzy kolejnymi pomiarami wymaga tu dyskusji. W obrębie tego interwału znajduje się granica nieciągłości pomiędzy paleozoikiem i mezozoikiem, słabo albo i wcale nie

Tabela 8
Obliczenie średniej prędkości kompleksowej osadów

Głębokość w m	L. p.	Prędkość interwałowa w m/sek	Odchylenie od średniej V w m/sek	VV
850	1	4784	+174	30276
900	2	4554	-56	3136
950	3	4528	-82	6724
1000	4	4945	+335	112225
1050	5	4140	-470	220900
1100	6	4615	+5	25
1150	7	4708	+98	2604
1200		4610		VV = 382930

zaakcentowana wynikami pomiarów prędkości. Wniosek ten może mieć swoje konsekwencje przy analizie terenowych pomiarów sejsmicznych, w których trudno będzie o ujawnienie powierzchni granicznych stropu paleozoiku.

KORELACJA SEJSMICZNYCH PRĘDKOŚCI KOMPLEKSOWYCH ZE SCHEMATYCZNYM PROFILEM STRATYGRAFICZNYM OTWORU DYLE

Syntetyczny profil geologiczny otworu Dyle przedstawia się następująco.

Głębokość w m

Opis litologiczny

0,00 ÷ 83,00	Plejstocen i miocen: piaski i wapienie detrytyczne.
83,00 ÷ 1053,90	Kreda: margle i wapienie margliste, na głębokości 1044,8 ÷ 1048,0 m mułowce piaszczyste z glaukonitem i fosforytami.
1053,90 ÷ 1547,00	Jura: wapienie i wapienie margliste, dolomity, na głębokości 1541 ÷ 1547,5 m oolity żelaziste.
1547,00 ÷ 1930,30	Ordowik: mułowce szare i mułowce ciemne z wkładkami piaskowców, nachylone.
1930,30 ÷ 2328,00	Kambr: przekładaniec mułowcowo-piaskowcowy, silnie zmięty i przefalowany, zwięzły.

W tabeli 9 zestawione zostały obok siebie dane dotyczące charakterystyki geologicznej i sejsmicznej odpowiednich kompleksów.

Z tabeli 5 i 9 rozpatrywanych łącznie wynika małe zróżnicowanie prędkości sejsmicznych w obrębie osadów kampanu i santonu do głębokości 650 m, gdzie następuje nagła zmiana prędkości o blisko 40% (1007 m/sek).

Tabela 9

Tablica porównawcza profilu stratygraficznego i prędkości sejsmicznych kompleksowych

Kompleks	Głębokość w m	Stratygrafia	Prędkość kompleksowa w m/sek	Różnice prędkości kompleksowej
1	100	kampan	2000	+542
	150			
2	650	kreda	2542 ± 23	+1007
		santon		
3	850	koniak	3549 ± 36	+1061
		turon		
4	1200	cenoman 1053.9	4610 ± 25	+982
		jura		
5 a	1500	1547.4	5592 ±	-531
5 b	1800	ordowik 1819	5061	+339
5 c	1947	1930	5400	+960
5 d	2138	kambr	6360	

W granicach błędów obserwacji prawie stała prędkość 3549 m/sek. dotyczy do głębokości 850 m w obrębie osadów koniaku i częściowo turonu. Odtąd prędkości stają się skokowo większe, blisko o 30% (o 1061 m/sek) i charakteryzują się wielkością 4610 m/sek aż do głębokości 1200 m. W obrębie tego kompleksu — prawie jednorodnego pod względem sejsmicznym — znalazła się granica kontaktowa osadów jury i kredy (1053,9 m), bardzo słabo zarejestrowana w obrębie prędkości interwałowych (1000, 1050, 1100 m). Wynika to, być może, ze zbyt dużego (50 m) odstepu pomiędzy geofonami pomiarowymi. Mniejszy odstęp miałby wpływ na ewentualne wyodrębnienie różnic.

Od głębokości 1200 m prędkości sejsmiczne wykazują duże oscylacje aż do końca otworu wokół przeciętnej wartości 5585 m/sek. Według danych sejsmicznych brak jest kryterium dla wydzielenia na tym odcinku charakterystycznych kompleksów sejsmicznych. W tym przypadku podział na kompleksy mniejsze przeprowadzono przy udziale informacji geologicznych, o wyrazistych granicach kompleksów stratygraficznych: na głębokości 1547,7 m pomiędzy osadami paleozoiku i mezozoiku, na głębokości

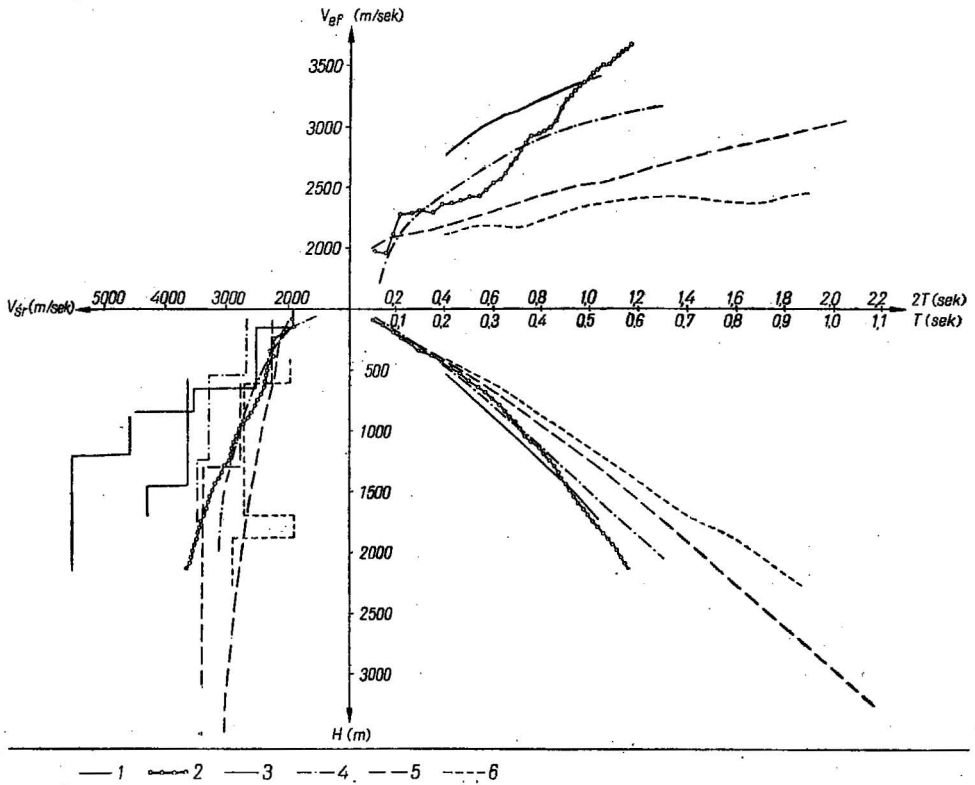


Fig. 2. Zmiany prędkości w otworze D w zależności od głębokości i czasu nadejścia fali sejsmicznej

Change of velocity in bore hole D depending upon depth and travel time of seismic wave

1 — prędkości kompleksowe — interwałowe wg obliczeń autora; 2 — prędkości średnie wg obliczeń autora; 3 — prędkości średnie z sondażu sejsmicznego w pobliżu otworu; 4 — prędkości przyjmowane dla obliczeń profilu sejsmicznego Korytków—Kryłów; 5, 6 — krzywe teoretyczne

1 — complex-interval velocities according to author's calculations; 2 — mean velocities according to author's calculations; 3 — mean velocities of a seismic logging in the vicinity of bore hole; 4 — velocities accepted in calculations made for seismic profile Korytków—Kryłów; 5—6 — theoretical curves

bokości 1819 m pomiędzy osadami arenigu i tremadoku w obrębie ordowiku i na głębokości 1930 m pomiędzy osadami kambru i ordowiku.

Przy takich założeniach rachunek wykazuje dla osadów jury (1200 ± 1500 m) prędkość kompleksową 5592 m/sek, dla osadów ordowiku (1550 ÷ 1800 m) — 5061 m/sek, (1800 ÷ 1947 m) — 5400 m/sek i dla osadów kambru przeciętnie 6360 m/sek. Podkreślić należy znaczne wahania wartości wokół wielkości przeciętnych. Większe zagęszczenie obserwacji, a więc mniejszy od 50 m odstęp geofonów pomiarowych — być może — wykazałoby lepszą korelację wyników z charakterystyką litologiczną.

Kolejne wartości prędkości kompleksowych układają się w interesującym szeregu: 2542, 3549, 4610, 5585 m, w którym przyrost prędkości sięga około 1000 m. Należy podkreślić, że błędy wyznaczonych wielkości są stosunkowo niewielkie, co wskazuje na realność określonych danych.

Aby wskazać na zasadnicze różnice w nowym ujęciu prędkości w stosunku do dotychczas przyjmowanych, w opracowaniach sejsmicznych grup terenowych przemysłu naftowego i PPG, na podstawie sondażu i wierceń, zestawione zostały na jednym diagramie różne warianty oceny prędkości (fig. 2) dla omawianego terenu.

Różnice są znaczne i dowodzą znaczenia prawidłowo określonych własności sprężystych skał w praktyce sejsmicznej. W innym przypadku obracamy się w sferze znacznych dowolności i znacznych błędów, w szczególności przy rozwiązywaniu zadań określenia głębokości horyzontów sejsmicznych, poniżej 1500 m, co stwarza trudności ich interpretacji geologicznej.

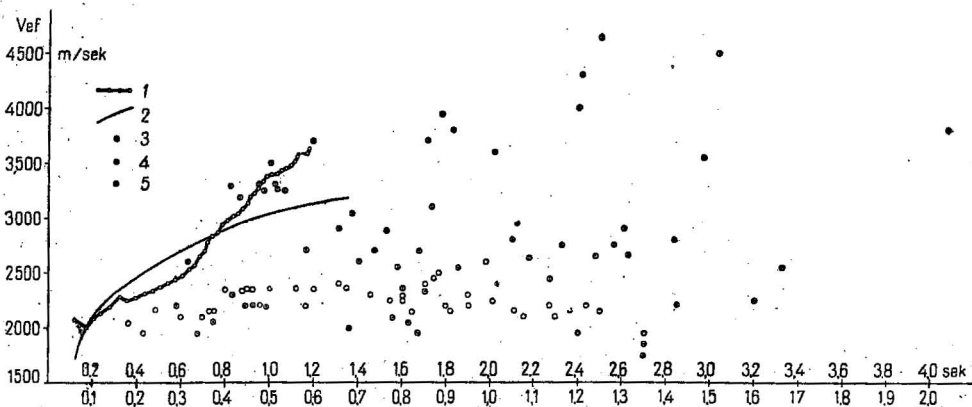


Fig. 3. Porównawcze zestawienie wyników pomiarów prędkości efektywnych dla otworu Dyle i jego okolicy
Comparison of results of measuring effective velocities for bore hole Dyle and for its vicinity

1 — profilowanie sejsmiczne otworu Dyle wg autora; 2 — głębokie sondowanie w okolicy otworu wg Orłowa; 3 — sondowanie refleksyjne na profilu 8-111-64, PS-17725; 4 — sondowanie refleksyjne na profilu 1a-111-64, PS-4875; 5 — sondowanie refleksyjne na profilu 1a-111-64, PS-8810

1 — seismic logging in bore hole Dyle, according to the present author; 2 — deep sounding in the vicinity of bore hole, according to Orlov; 3 — reflection sounding along the section 8-111-64, PS-17725; 4 — reflection sounding along the section 1a-111-64, PS-4875; 5 — reflection sounding along the section 1a-111-64, PS-8810

Jak wykazano wyżej, przebieg krzywych z obserwacji prędkości w otworze Dyle wykazuje pewne odchylenia w zależności od profilu litostratygraficznego, co jest do wytłumaczenia. Inaczej — w sposób wyraźnie uproszczony — rzecz tę definiują wszystkie pozostałe diagramy. Największe zmiany charakterystyki dotyczą prędkości interwałowych oraz krzywej wykazującej zależność prędkości efektywnej od okresu czasu. Krzywa przecina kolejno krzywą z profilu Korytków—Kryłów oraz krzywą z sondami wykonaną w 1964 roku, kierując się pod innym kątem do osi współrzędnych niż pozostałe.

Na figurze 3 przedstawione zostały wyniki obliczeń prędkości efektywnych w funkcji czasu dla otworu Dyle oraz według sondowań refleksyjnych i refrakcyjnych w pobliżu otworu.

Linia głębokiego sondażu była odległa od otworu o 1,5 km, punkty strzałowe profilowania, dla których obliczono prędkość według hodogra-

fów refleksyjnych, były rozmieszczone wokół otworu Dyle, w odległości 4,0—9,5 km.

Z wykresu widać różnice zachodzące w charakterystyce prędkości. Krzywa z głębokiego sondowania jest najbliższa rzeczywistej, uzyskanej z badań w otworze. Natomiast wyniki uzyskane z hodografów refleksyjnych wykazują duży rozrzut z pewnym zagęszczeniem wokół prędkości 2000—2700 m/sek. Nie można ich traktować jako reprezentatywnych dla charakterystyki zmian własności sprężystych w profilu głębokościowym. Są one obarczone zapewne systematycznym błędem.

Instytut Geologiczny
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 31 maja 1968 r.

Станислав ПАВЛОВСКИ

**СРЕДНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ СКОРОСТИ
ОТЛОЖЕНИЙ МЕЗОЗОЯ И ДРЕВНЕГО ПАЛЕЗОЯ ЛЮБЕЛЬСЧИЗНЫ
(СКВАЖИНА ДЫЛЕ)**

Резюме

Автором были подвергнуты анализу результаты измерений сейсмических скоростей в скважине Дыле. Геологический разрез скважины представляет отложения миоцена, мела и юры, а также ордовика и кембрия Люблинского района. Были вычислены средние, интервальные и комплексные скорости и их ошибки.

Отложения кайнозоя и мезозоя характеризуются довольно систематическим ростом скоростей с увеличением глубины и в зависимости от литостратиграфических комплексов. Отложения древнего палеозоя характеризуются иным, более дифференцированным, циклом изменений скоростей.

На примере анализа результатов замеров в скважине Дыле, автор обращает внимание на различие между оценочными скоростями (по различным предварительным предположениям) и фактически наблюдаемыми, что в результате ограничивает точность структурных сейсмических карт построенных на основании приблизительных скоростей.

Stanisław PAWŁOWSKI

**MEAN SEISMIC VELOCITIES OF THE MESOZOIC AND OLDER PALAEOZOIC
DEPOSITS IN THE LUBLIN REGION, BORE HOLE DYLE**

Summary

The author analyses the results of the measurements of seismic velocities made in bore hole Dyle. The geological series pierced by the bore hole consists of Miocene, Cretaceous, Jurassic, Ordovician and Cambrian deposits. Mean, interval and complex velocities, as well as their errors have been calculated.

Both the Cainozoic and Mesozoic deposits are characterized by fairly systematic increase in velocity, depending upon the depth and the lithostratigraphic complexes. The Older Palaeozoic formations are distinguished by a different, more changing cycle of velocity variation.

Based on the results of the measurements made in bore hole Dyle, the author stresses the differences that exist between the estimative velocities (according to various preliminary assumptions) and the observed velocities that, in consequence, restrict the exactness of the structural seismic maps elaborated on the basis of approximate velocities.