

WYNIKI BADAŃ GEOFIZYKI WIERTNICZEJ Z OTWORU WILKÓW 1

otwór Wilków 1 wykonano w początkowym okresie stosowania metod geofizyki wiertniczej w badaniach otworów w Polsce. Przepuszczalnie nie wszystkie wyniki badań zachowały się do dzisiaj. W teźce otworu Wilków 1 były

dostępne jedynie papierowe wersje niektórych profilowań (6 załączników) oraz karta otworu. W związku z powyższym ustalenie całkowitego zakresu badań wykonanych w tym otworze nie jest możliwe.

ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ

Badania geofizyczne w otworze Wilków 1 zostały wykonane przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych, Dział Geofizyki Kopalnianiej od 3.04.1962 r. do 5.04.1962 r. w jednym odcinku pomiarowym. Badania zarejestrowano przy użyciu aparatur produkcji radzieckiej typu AKS/L-51M (sondowanie oporności) oraz NGGK-57 (profilowanie gamma). W nagłówkach pozostałych profilowań brak informacji o typie użytej aparatury. Wykonano następujące pomiary (w nawiasach powszechnie stosowane skróty anglojęzyczne) – [fig. 31](#)¹:

- profilowanie średnicy otworu PŚr (CALI),
- profilowanie naturalnego promieniowania gamma PG (GR),
- profilowanie potencjałów samoistnych PS (SP),

- profilowanie oporności płuczki POpl (MRES),
- sondowanie oporności sondami potencjałowymi i gradientowymi o rozstawach (kolejne profilowania oporności PO): M0,25A0,05B; M0,5A0,1B; M2,5A0,25B; M4,0A0,5B; M8,0A0,5B; B8,0A0,5M (gdzie: A, B – elektrody prądowe, M – elektroda pomiarowa, odległości między elektrodami w metrach).

W [tabeli 6](#) przedstawiono interwały wykonanych profilowań wraz z datą ich wykonania oraz głębokością i średnicą otworu podczas wykonywania danych pomiarów. Otwór Wilków 1 był rdzeniowany w całym profilu, co tłumaczy stosunkowo skąpy zestaw pomiarów zrealizowanych w otworze.

ZAKRES SCYFROWANYCH PROFILI

Pomiary geofizyki wiertniczej w otworze Wilków 1 nie są dostępne w Centralnej Bazie Danych Geologicznych CBDG (nr otworu 48305), a wykonane badania nie zostały dotychczas scyfrowane. W związku z tym opracowanie istniejących pomiarów geofizycznych (Narod. Arch. Geol. nr arch. 67633) wymagało ich wcześniejszej digitalizacji, które przeprowadzono przy użyciu opracowanego w PIG-PIB programu „Karoskan” i przedstawiono na [figurze 31](#).

Do cyfrowania wybrano zestaw podstawowych dostępnych profilowań, to jest:

- profilowanie średnicy PŚr,

- średnicę nominalną wiercenia (z karty otworu i nagłówków profilowań),
- profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma PG,
- profilowanie oporności sondą potencjałową spągową,
- profilowanie krzywizny otworu PK.

Dostępne w analogowych materiałach profilowanie średnicy obejmuje jedynie środkowy fragment profilu (interwał 177,6–713,0 m).

¹ Figura 31 znajduje się na wklejce.

Tabela 6

Wykaz badań geofizyki otworowej wykonanych w otworze Wilków 1

List of well logs from the Wilków1 borehole

Data wykonania badań Date of measurement	Rodzaj wykonanych badań (skrót) Type of measurement (abbreviated)	Interwał głębokościowy badań Depth interval [m]	Głębokość otworu podczas wykonywania badań Driller's depth during measurement [m]	Średnica nominalna otworu Caliper [mm]
1	2	3	4	5
3.04.1962 r.	PO: M0,25A0,05B	177,6–954,0	957,6	143 w interwale 0,0–21,6 m rury – 356 mm, a w interwale 21,6–177,6 m rury – 228,6 mm (wg karty otworu nominalna średnica 216 do 910 m, reszta bez zmian)
	PO: M0,5A0,1B	177,0–954,0		
	PO: M2,5A0,25B	177,6–954,0		
	PO: M4,0A0,5B	179,8–954,0		
	PO: M8,0A0,5B	183,7–954,0		
	PO: B8,0A0,5M	178,6–954,0		
	PS	175,2–949,5		
4.04.1962 r.	PG	1,4–955,2	957,6	
	POpl	177,6–707,0		
	PŚr	177,6–713		
5.04.1962 r.	PK	20–940		

POpl – profilowanie oporności płuczki, PŚr – profilowanie średnicy, PO – profilowanie oporności (A, B – elektrody prądowe, M – elektroda pomiarowa, odległości między elektrodami w metrach), PG – profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma, PS – profilowanie naturalnych potencjałów, PK – profilowanie krzywizny otworu. Pogrubiono czcionkę w przypadku profilowań dostępnych w formie cyfrowej

POpl – mud resistivity log, PŚr – caliper, PO – conventional electrical log (A, B – current electrodes, M – measurement electrode, distances between electrodes are expressed in meters), PG – gamma ray log, PS – spontaneous potential log, PK – borehole deviation log. The font has been bolded in the case of digitalized curves

Profilowanie gamma jako jedyne obejmuje cały profil otworu (interwał 1,4–955,2 m), niestety w nagłówku tego profilowania brak informacji o jednostce i skali, w związku z czym przyjęto arbitralnie skalę od 0 do 250 jednostek umownych.

Sondowanie oporności (zestaw klasycznych profilowań oporności PO wykonanych sondami o różnych rozstawach, czyli o różnych zasięgach radialnych profilowań) i profilowanie naturalnych potencjałów PS obejmują środkową część profilu – interwał ok. 180–954 m. Spośród dostępnych pomiarów sondowania oporności scyfrowano profilowanie wykonane sondą potencjałową o rozstawie B8,0A-

0,5M (gdzie: A, B – elektrody prądowe, M – elektroda pomiarowa, odległości między elektrodami w metrach), nazwanej, w konwencji używanej w Centralnej Bazie Danych Geologicznych CBDG, EN27. Spośród dostępnych profilowań wybrano to, wykonane sondą o największym rozstawie, charakteryzujące się największym zasięgiem radialnym, sięgającym skał niezmiennych wpływem filtracji płuczki z otworu.

Z uwagi na znaczące skrzywienie otworu zdecydowano się również scyfrować profilowanie krzywizny otworu PK, obliczyć i przedstawić w planie odejście otworu od pionu poniżej głębokości 180 m (fig. 32).

OCENA JAKOŚCI DANYCH

Profilowanie średnicy otworu odbiega od nominalnej średnicy wiercenia odczytanej z karty otworu w sposób nietypowy – niemal w całym profilu mierzona średnica otworu jest mniejsza od średnicy nominalnej. Może to wynikać z błędu pomiarowego, zastosowania złego rodzaju płuczek i/lub technik wiercenia, obecnych naprężeń tektonicznych lub plastycznych właściwości zalegających na stosunkowo niewielkich głębokościach skał ilastych. Przy wprowadzeniu średnicy nominalnej z nagłówków profilo-

owań (143 mm od buta rur na głębokości 177,3 m do dna otworu) mierzona średnica otworu odbiega od średnicy nominalnej w sposób typowy dla otworów wykonywanych w tym okresie. Użycie ildowej płuczki i koronek rolkowych bądź widiowych spowodowało powstanie rozmyć powiększających średnicę otworu średnio o ok. 45 mm w stosunku do nominalnej średnicy wiercenia 143 mm. W świetle powyższych faktów średnica nominalna odczytana z nagłówków profilowań wydaje się być tą prawidłową.

Prawdopodobnie otwór ten poszerzono po wykonaniu pomiarów geofizyki wiertniczej (i tę średnicę wpisano do karty otworu) lub w karcie otworu znajduje się błąd.

Profilowanie krzywizny otworu wykazało znaczące, jak na tak płytki otwór, wychylenie osi otworu od pionu. Wychylenie to rosło systematycznie i w pobliżu końca otworu osiągnęło 18° , w związku z czym odejście otworu od pionu wyniosło minimum 167 m (obliczone metodą graficzną w dokumentacji odejście wynosi 163,9 m), a rzeczywista głębokość pionowa otworu jest mniejsza co najmniej o ok. 20,9 m od mierzonej głębokości wiertniczej. Na figurze 7 umieszczono, obok skali głębokości wiertniczej (MD p.p.t.), obliczoną rzeczywistą głębokość pionową (TVD) odniesioną do powierzchni terenu (p.p.t.). Obliczenia te wykonano dla punktów położonych poniżej głębokości 180 m – od tej głębokości dostępne są pomiary azymutu kierunku pochylenia otworu, umożliwiające te obliczenia. Powyżej tej głębokości odchylenia od pionu nie przekroczyły 4° i ich wpływ na analizowane parametry jest zaniedbywalny.

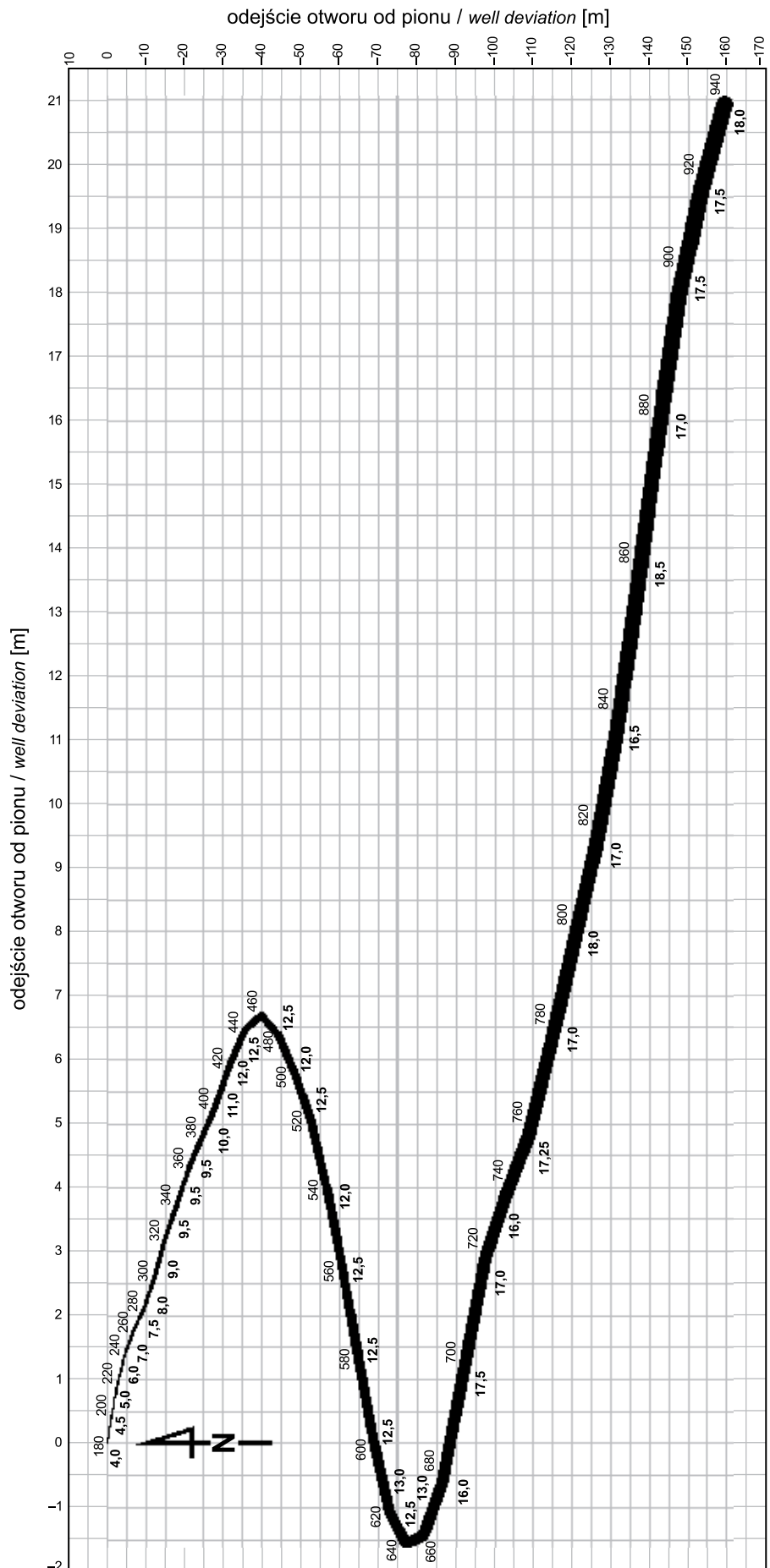
Profilowanie gamma nie było kalibrowane ani standaryzowane,

→
Fig. 32. Odejście od pionu otworu Wilków 1 poniżej głębokości 180 m widziane w planie

Głębokości podano normalną czcionką, kąt odchylenia czcionką pogrubioną po drugiej stronie trajektorii otworu. Wielkość punktów obrazuje przybliżoną niepewność pomiarową. Skala południkowa jest znacznie przewyższona w stosunku do skali równoleżnikowej

Longitude and latitude standoff of Wilków 1 borehole trajectory from vertical, below the depth of 180 m

Depths fonts are standard style, deviations fonts are bolded and located at the other side of wellbore trajectory. The dimension of the points shows the approximate measurement and calculation uncertainty. Longitude scale is far surpassed than the latitude scale



nie podano również skali ani jednostek pomiaru, co uniemożliwia jego rekaliczację. Profilowanie naturalnej promieniotwórczości PG do głębokości 177,6 m prowadzono w zarurowanym otworze, przez co promieniowanie pochodzące od skał było osłabiane podczas przenikania przez cement, rury okładzinowe i płuczkę. W praktyce uniemożliwia to proste porównywanie natężenia promieniowania gamma w tych odcinkach. W miejscach powiększonej średnicy otworu następuje zwykle spadek intensywności rejestrowanego promieniowania gamma. Profilowanie zarejestrowano w wysokiej rozdzielczości, jednak stosunkowo wysoka prędkość pomiaru (720 m/h)

i prawdopodobnie niska wydajność ówczesnie wykorzystanego licznika scyntylicyjnego powodują, że spora część mniejszych anomalii może być szumem statystycznym. Z uwagi na niewielką głębokość otworu oraz krótki czas pozostawiania sondy w otworze, można przyjąć, że temperatura sondy nie podwyższyła się znacząco i jej praca była stabilna.

Profilowanie oporności elektrycznej wydaje się być dobrej jakości, należy jednak pamiętać, że klasyczne pomiary oporności rejestrują jedynie pozorne oporności ośrodka skalnego.

INTERPRETACJA PROFILOWAŃ GEOFIZYKI WIERTNICZEJ

Na figurze 7 przedstawiono zestawienie stratygrafii, profilowania średnicy wraz ze średnicą nominalną, profilowania naturalnej promieniotwórczości gamma PG oraz profilowania oporności PO.

Utwory wieku sylurskiego wydają się być monotonnie wykształcone w postaci skał drobnoklastycznych. Nie związany ze zmianami litologii efekt zmiany średnicy zarurowania na głębokości 21,6 m oraz końca buta rur na głębokości 177,6 m wyraźnie manifestuje się na PG jako skokowe i systematyczne wzrosty natężenia promieniowania gamma. Obserwowane w ludlowie odstępstwo od antykorelacji krzywej PG z PO może wynikać z obecności, w generalnie ilastych skałach, interwałów wzbogaconych w materiał grubszej frakcji, zawierający więcej węgla wapnia bądź krzemionki, co mogło spowodować wzrost ich sztywności i powstanie spękań podczas deformacji. Powstała sieć spękań z kolei mogła wpłynąć na zmniejszenie oporności pozornej.

W leżących niżej utworach wzrost PG jest silnie skorelowany ze zmniejszaniem się oporności, co jest związane z przewodzeniem prądu przez minerały ilaste. Utwory ordowiku charakteryzują się obniżoną promieniotwórczością i podwyższoną opornością (poza dwoma warstwami w górnej części karadoku), co jest związane głównie ze zwiększoną zawartością węgla wapnia (por. „Szczegółowy opis litologiczny”).

Skały wieku kambryjskiego charakteryzują się prawdopodobnie podwyższonym w stosunku do ordowickich zaileniem (por. „Szczegółowy opis litologiczny”), co przejawia się dodatnią anomalią na PG oraz spadkiem oporności na krzywej PO. Spadek oporności może być również związany z rozwiniętą siecią spękań i uskoków w tych utworach.

Powstałe znaczące skrzywienie otworu, obserwowane na profilowaniu krzywizny PK, i spowodowane tym odejście otworu od pionu (fig. 32) wynika zapewne z dużego upadu przewierczanych warstw skalnych, co może powodować skrzywienie pionowej trajektorii otworu podczas przewiercania skał o różnej twardości.

Dla otworu Wilków 1 nie ma informacji o wykonanych pomiarach termicznych (nawet temperatury maksymalnej na dnie odwiertu), w związku z czym nie przeprowadzono analizy tych własności ośrodka skalnego. Gęstość strumienia ciepłego dla rejonu otworu wynosi ok. 70 mW/m² (Górecki, 2006; Szewczyk, Gientka, 2009) i jest nieco podniesiona w porównaniu z resztą obszaru wału świętokrzyskiego (średnio ok. 65 mW/m²).

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

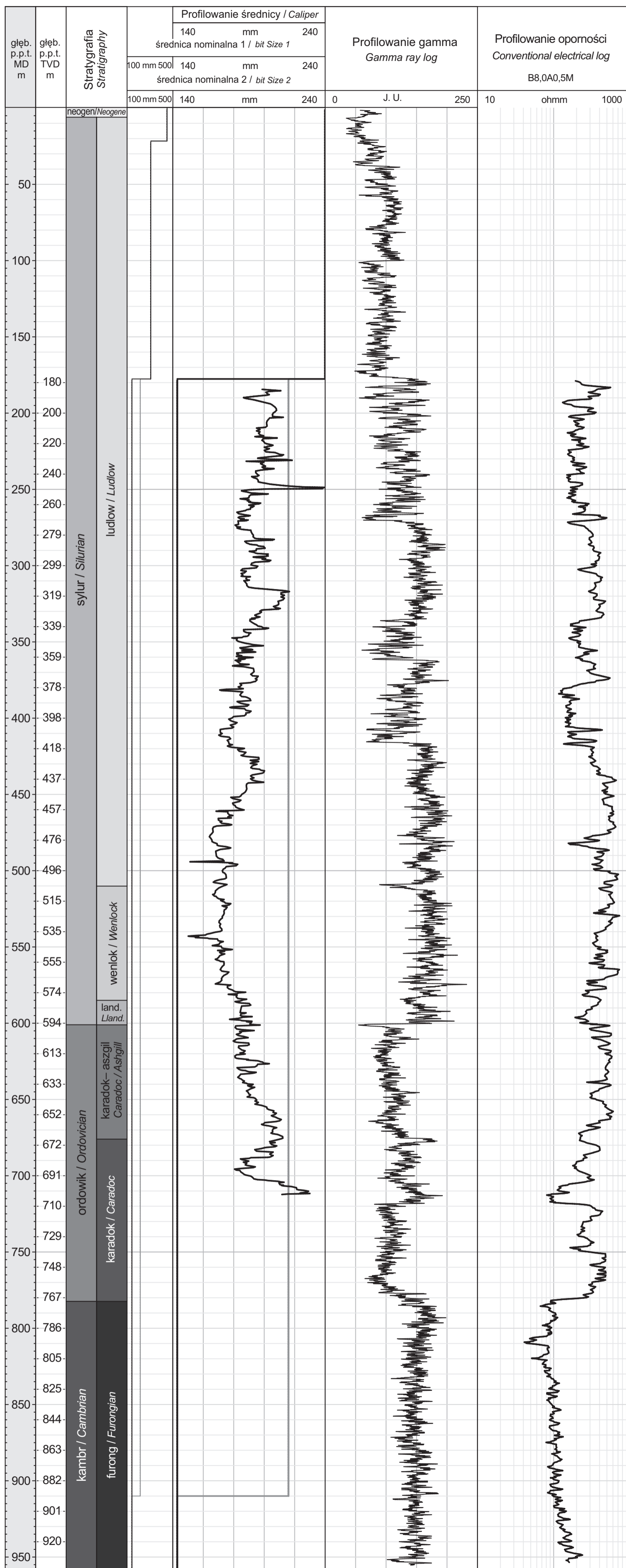


Fig. 31. Zestawienie scyfrowanych profilowań w otworze Wilków 1

Średnice nominalne (obie wersje) i profilowanie średnicy, profilowania gamma (w jednostkach umownych – J.U.), klasyczne profilowanie oporności sondą potencjalową. Podano głębokość pomierzoną (MD) i obliczoną głębokość pionową (TVD), obie odniesione do poziomu terenu (p.p.t.)

Layout of digitalized logs in Wilków 1 borehole

Bit size (both versions) and caliper, gamma ray log (expressed in arbitrary units – J.U.), conventional normal resistivity log. Depth scale is expressed in measured depth (MD) and true vertical depth (TVD) scale, both of them refer to the ground level (p.p.t)