

# WYNIKI BADAŃ GEOFIZYCZNYCH

Piotr KRZYWIEC

## INTERPRETACJA DANYCH SEJSMICZNYCH

Otwory wiertnicze Brześć Kujawski IG 1, IG 2 i IG 3 są ulokowane w kujawskim segmencie bruzdy śródpolskiej, w najbliższym sąsiedztwie poduszki solnej Smólak lub Brześć (por. Dadlez, Marek, 1998). Znajdują się one w bliskim sąsiedztwie profilu sejsmicznego 18-VI-78T, obrazującego budowę piętra cechsztyńskiego-mezozoicznego (fig. 3, 39). Najgłębszy otwór, Brześć Kujawski IG 1, odwiercono ponad osiową strefą tej poduszki, zaś dwa kolejne otwory kalibrujące profil – na południowo-zachodniej flance. W żadnym z omawianych otworów nie dowieziono podłoża cechsztyńskiego. Pierwszy otwór, przebijając kompleks jurajski i triasowy, nawiercił utwory cechsztyńskie, dwa pozostałe zakończono w utworach jurajskich.

Dowiązania głębokościowych danych otworowych (stratygrafia, karotaże) do czasowych danych sejsmicznych dokonano wykorzystując pomiary prędkości średnich.

Profil 18-VI-78T charakteryzuje się stosunkowo wysoką jakością pola falowego. Utwory pstrygo piaskowca oraz wa-

pienia muszlowego charakteryzują się stosunkowo stałą miąższością, co wskazuje na brak ruchów soli cechsztyńskich. Zasadnicze zmiany miąższości obserwuje się w obrębie utworów triasu górnego – ich profil, przewiercony przez otwór Brześć Kujawski IG 1, charakteryzuje się, ponad poduszką solną, znaczną redukcją miąższości. Jednoznacznie wskazuje to na intensywne ruchy soli w obrębie tej części basenu osadowego bruzdy śródpolskiej. Zjawisko późnotriasowej tektoniki solnej miało charakter regionalny (szersze omówienie – patrz Krzywiec, 2006a; Krzywiec i in., 2006). Analogiczne redukcje miąższości – choć na mniejszą skalę – są obserwowane w obrębie kompleksu dolnojurajskiego. Utwory jury środkowej charakteryzują się raczej stałym rozkładem miąższości, co wskazuje na wygaśnięcie ruchów soli i związanej z tym tektoniki solnej.

Finalnym etapem ewolucji tektonicznej omawianego fragmentu bruzdy śródpolskiej była późnokredowo-paleogeńska inwersja, która doprowadziła do uniesienia osiowej części

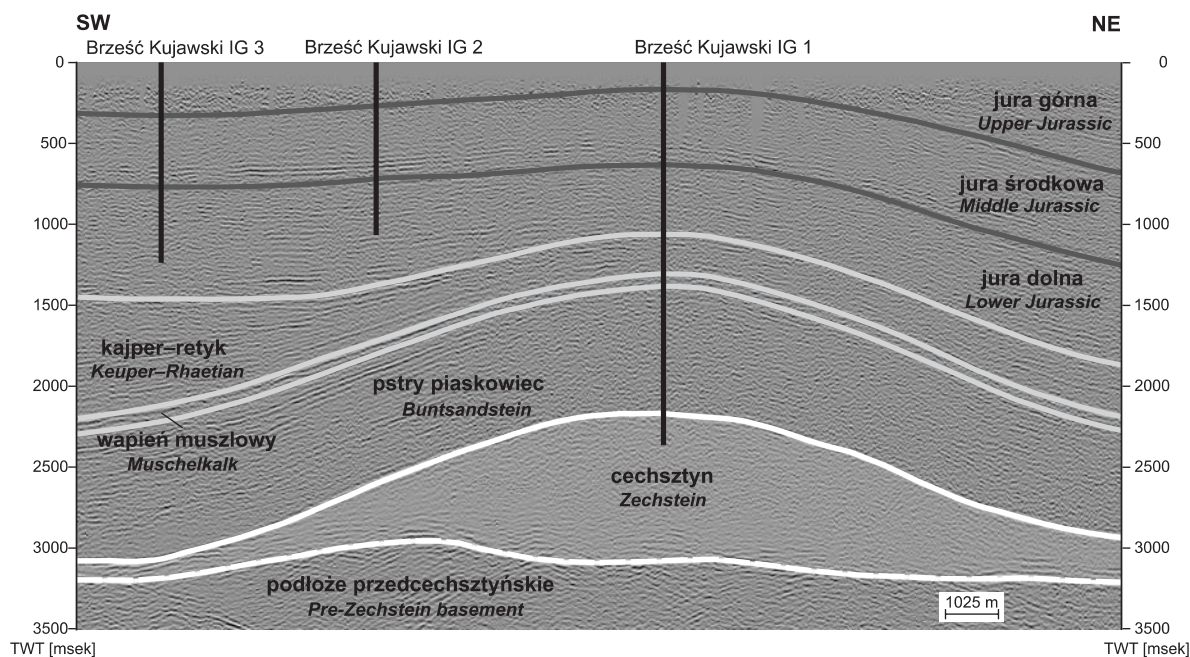


Fig. 39. Zinterpretowany profil sejsmiczny 18-VI-78T skalibrowany przez otwory wiertnicze Brześć Kujawski IG 1, IG 2 i IG 3

Interpreted seismic profile 18-VI-78T calibrated by the Brześć Kujawski IG 1, IG 2 and IG 3 boreholes

basenu i uformowania wału śródpolskiego (szersze omówienie – patrz Krzywiec, 2006b; Krzywiec i in., 2006). Poinwersyjna erozja usunęła całość kredowej pokrywy osado-

wej, w związku z czym obecnie nie ma możliwości przeanalizowania przebiegu procesu inwersji na tym obszarze na podstawie danych sejsmicznych.

Jan SZEWCZYK

## WYNIKI BADAŃ GEOFIZYKI WIERTNICZEJ

### ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ

We wszystkich analizowanych otworach wiertniczych wykonano badania geofizyczne. Badania prowadzono sukcesywnie w trakcie głębenia otworów w tzw. odcinkach badań strefowych. Rodzaje wykonanych badań dla omawianych otworów przedstawiono w formie graficznej na figurze 40, gdzie pokazano również numery katalogowe przyjęte dla poszczególnych badań w systemie interpretacyjnym GEOFLOG. Dokonany wybór odcinków głębokościowych badań był związany

z konstrukcją otworów, a także z potrzebą zachowania przyjętej zasady nieprzekraczania 300-metrowej długości badanych odcinków. Badania te wykonano odpowiednio:

- W otworze Brześć Kujawski IG 1 – w 12 odcinkach pomiarowych w okresie od 2.09.1986 do 16.02.1988 r.
- W otworze Brześć Kujawski IG 2 – w 6 odcinkach pomiarowych w okresie od 4.01.1988 do 20.04.1988 r.

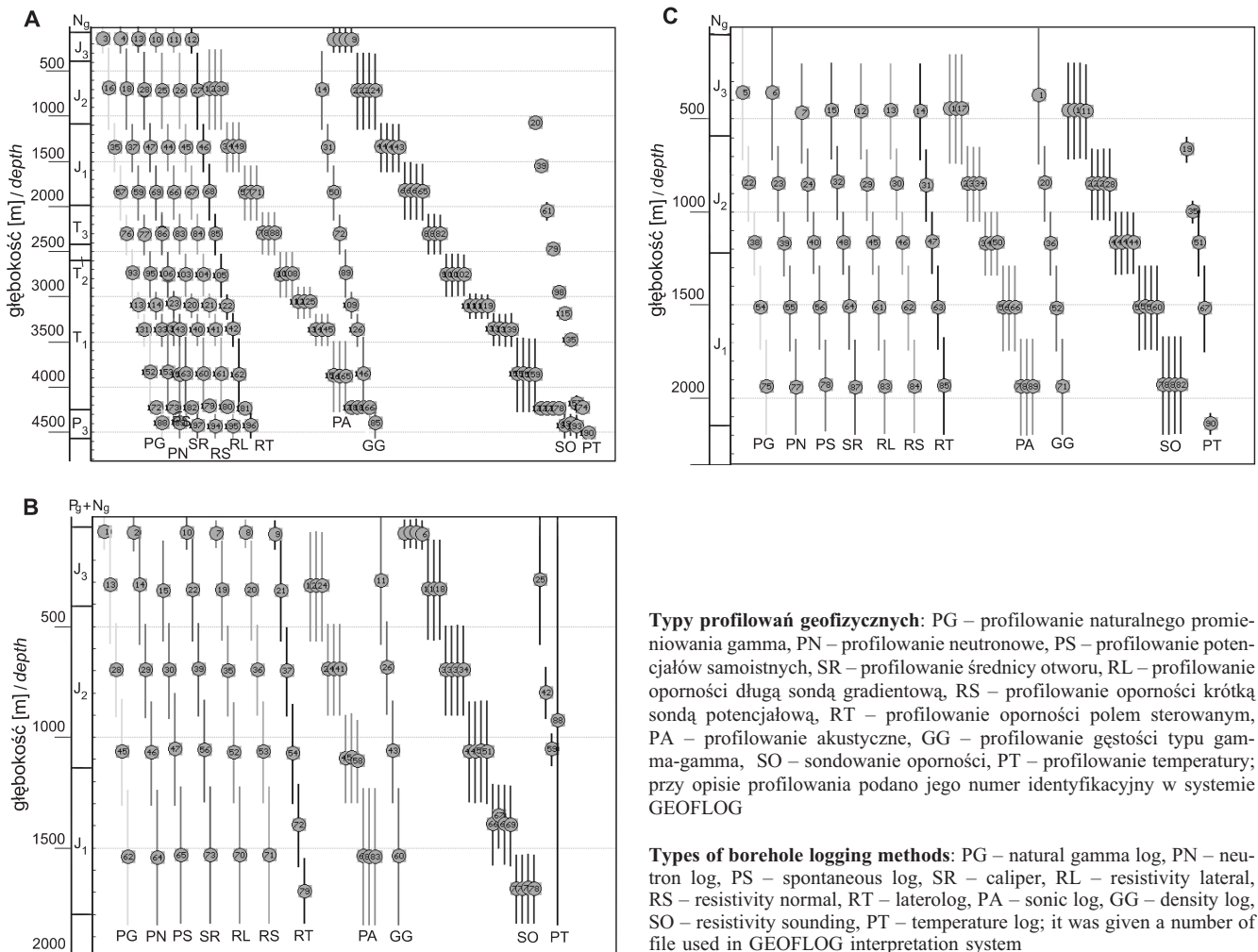
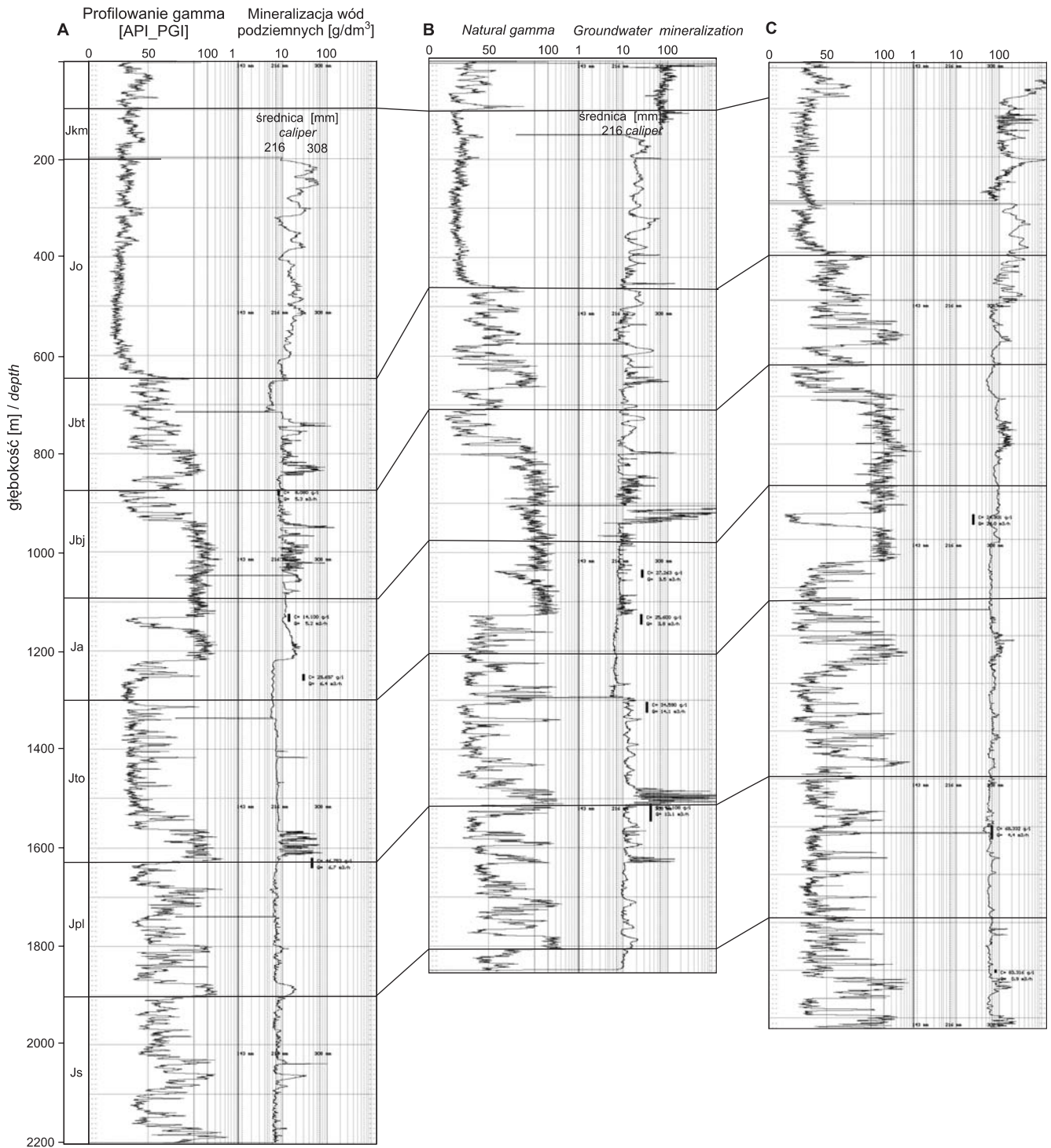


Fig. 40. Schematyczne zestawienie typów badań geofizycznych wykonanych w otworach wiertniczych Brześć Kujawski IG 1 (A), IG 2 (B) i IG 3 (C)

Schematic presentation of types of well logging methods performed in the Brześć Kujawski IG 1 (A), IG 2 (B) and IG 3 (C) boreholes



**Fig. 41. Unormowane wartości profilowania naturalnego promieniowania gamma w otworach wiertniczych Brześć Kujawski IG 1 (A), IG 2 (B) i IG 3 (C)**

Na wykresie profilowania średnicy otworu wskazano miejsca połączeń poszczególnych odcinków pomiarowych; przedstawiono również odcinki rdzeniowane

Normalized values of natural gamma logs in the Brześć Kujawski IG 1 (A), IG 2 (B) and IG 3 (C) boreholes

A depth point is shown on caliper logs for joined of runs of well logs

- W otworze Brześć Kujawski IG 3 – w pięciu odcinkach pomiarowych w okresie od 3.03.1987 do 22.10.1987 r.

Wykonawcą badań była firma GEOFIZYKA Toruń z bazy Toruń bądź Wołomin.

Wszystkie badania wykonano przy użyciu standardowych aparatów analogowych produkcji radzieckiej, w niektórych przypadkach z zastosowaniem sond pomiarowych polskiej produkcji (przede wszystkim w pomiarach akustycznych). Zastosowane w badaniach radiometrycznych (PG, PN oraz PGG) sondy radiometryczne nie były kalibrowane ani standaryzowane. Wyniki profilowań uzyskane tymi metodami opisywano w nieporównywalnych jednostkach zliczeń intensywności promieniowania (imp./min).

Odcinki poszczególnych badań strefowych miały minimum 50-metrowe zakładki (powtórzenia) głębokościowe w stosunku do wcześniej wykonanych badań w odcinku wyżej leżącym, a część badań każdorazowo wykonywano w całej niezarurowanej części profilu. W odniesieniu do większości metod badawczych, w odcinkach profilu o największym zróżnicowaniu parametrów petrofizycznych, wykonywano badania kontrolne w odcinkach nie mniejszych niż 50 m. Głównym celem tych badań było określenie stopnia stabilności pracy stosowanych układów pomiarowych.

Praktycznie w profilach wszystkich otworów wiertniczych wykonano pełny zestaw badań geofizycznych możliwych wówczas do wykonania w Polsce. Jakość wyników badań geofizycznych uzyskanych przy pomocy standardowych analogowych aparatów karotażowych odpowiada najwyższemu możliwemu wówczas do uzyskania. Omawiane otwory badawcze praktycznie kończyły równocześnie okres wiertniczego rozpoznania węgłnej budowy Polski, prowadzonego w okresie po II wojnie światowej przez Państwowy Instytut Geologiczny. Poczynając od roku 1992 badania geofizyczne w otworach wiertniczych są wykonywane przez Górnictwo Naftowe i Gazownictwo, przy pomocy aparatury cyfrowej firmy Halliburton. Uzyskiwane za ich pośrednictwem dane geofizyczne odpowiadają współczesnym standardom światowym.

Zdecydowana większość wykonanych dotychczas na obszarze Polski otworów wiertniczych została zbadana przy pomocy aparatów analogowych geofizycznych, z zastosowaniem niekalibrowanych sond pomiarowych.

Prowadzone w Państwowym Instytucie Geologicznym od początku lat 90. XX w. systematyczne prace metodyczne oraz interpretacyjne, były oparte, w głównej mierze, na danych z otworów z rejonu Brześcia Kujawskiego (a także prowadzo-

nych równoległe prac badawczych w rejonie Ciechocinka oraz Wojszyc).

Ze względu na zrealizowany w tych otworach obszerny zakres badań laboratoryjnych parametrów petrofizycznych, a także petrograficznych w omawianych otworach, uzyskane dane stanowią niezwykle cenny materiał faktograficzny do analiz metodycznych.

Analizy tych danych doprowadziły w początkach lat 90. XX w. do utworzenia systemu baz danych geofizyczno-geologicznych wraz z systemem interpretacyjnym GEOFLOG integrującym te dane (Szewczyk, 1994). Umożliwiło to również rozwiązanie szeregu ważnych zagadnień metodycznych niezbędnych do interpretacji omawianych danych, w tym:

- cyfrowych opisów litologii (Gientka, Szewczyk, 1996);
- kalibracji sond neutronowych danymi laboratoryjnymi (Szewczyk, 1998a, b);
- konstrukcji syntetycznych profilowań akustycznych (Szewczyk, 1998b);
- standaryzacji statystycznej danych radiometrycznych (Szewczyk, 2000);
- obliczeń gęstości objętościowej uwzględniających zmienność składu mineralnego skał (Szewczyk, 2000);
- obliczeń przewodności cieplnej skał oraz wartości gęstości strumienia cieplnego (Szewczyk, 2001).

Wyniki tych badań umożliwiły m.in. wykonanie systematycznych prac interpretacyjnych w odniesieniu do ponad 300 kluczowych głębokich otworów badawczych, głównie z obszaru Niżu Polskiego.

Wyniki źródłowych danych pomiarowych zarejestrowane bezpośrednio w formie analogowej w skali głębokościowej 1:500 zostały zdigitalizowane, unormowane oraz wprowadzone w formie Centralnej Bazy Danych Geologicznych. W wyniku tych prac utworzono, zarówno w odniesieniu do wyników badań odcinkowych, jak i do danych połączonych i unormowanych, zbiory danych geofizycznych w formacie LAS (Logging ASCII Standard). Dane te w postaci cyfrowej są dostępne w CBDG pod numerami katalogowymi: dla otworu Brześć Kujawski IG 1 – pod numerem 10872, Brześć Kujawski IG 2 – 10873 oraz Brześć Kujawski IG 3 – 10873.

Na [figurze 41](#) przedstawiono zbiorcze wyniki unormowanych i połączonych wartości naturalnego promieniowania gamma, a także profilowania średnicy otworu, ze wskazaniem głębokości połączenia poszczególnych odcinków badań. Wskazano równocześnie odcinki profilu, w których wykonywano badania hydrogeologiczne.

## CEL BADAŃ GEOFIZYCZNYCH

Podstawowym celem badawczym postawionym do rozwiązania w omawianych otworach wiertniczych było:

- określenie w połączeniu z danymi wiertniczymi (rdzeniami oraz próbkami okrucowymi) litologii skał występujących w profilu;
- ustalenie zmienności głębokościowej parametrów fizycznych skał niezbędnych do wydzielenia skał wykazujących właściwości zbiornikowe;

- wydzielenie warstw przepuszczalnych ze wskazaniem warstw kluczowych dla ustalenia możliwości występowania bituminów oraz uzyskania informacji istotnych dla rozpoznania hydrogeologicznego;
- ustalenie modeli zmienności głębokościowej parametrów fizycznych, wykorzystywanych w analizach wyników powierzchniowych geofizycznych metod badawczych (głównie grawimetrii oraz sejsmiki);

- określenie stanu technicznego otworu w zakresie niezbędnym do jego właściwej realizacji oraz warunków i możliwości wykonywania badań hydrogeologicznych,

zarówno w trakcie prowadzenia wiercenia (badania próbnikami złoża), jak i po jego zakończeniu (badania przez perforacje rur okładzinowych).

## WYNIKI BADAŃ GEOFIZYCZNYCH

### Wyniki laboratoryjnych badań parametrów petrofizycznych

Jednym z celów badawczych w otworach wiertniczych Brześć Kujawski IG 1, IG 2 i IG 3 było uzyskanie informacji na temat głębokościowej zmienności parametrów petrofizycznych skał występujących w profilu. Ważnym źródłem informacji na ten temat były wyniki laboratoryjnych badań rdzeni wiertniczych.

W zakres laboratoryjnych badań parametrów petrofizycznych próbek pobranych z rdzeni wiertniczych wchodziły badania:

- gęstości objętościowej (w stanie powietrzno-suchym);
- gęstości właściwej;
- porowatości całkowitej;
- porowatości efektywnej;
- przepuszczalności w kierunku poziomym oraz pionowym;
- zawartości kalcytu oraz dolomitu (parametry te badano zarówno w odniesieniu do rdzeni wiertniczych, jak i próbek okruchowych).

Ogółem wykonano badania tych parametrów w odniesieniu do 1391 próbek (727 + 308 + 356 próbek) rdzeniowych oraz okruchowych. Jednym z ważnych elementów interpretacyjnych była wykonana *post factum* kalibracja danych geofizycznych (główne radiometrycznych), które, jak już wspomniano wcześniej, pozbawione są tego elementu. Znaczny zakres rdzeniowania profili wykonanych wierceń we wszystkich omawianych otworach wiertniczych oraz liczne badania laboratoryjne parametrów petrofizycznych rdzeni wiertniczych pozwoliły na unikatowe w skali całego Niżu Polskiego rozpoznanie cech fizycznych utworów mezozoicznych.

Na figurze 42 przedstawiono podstawowe informacje dotyczące wyników tych badań. Są to zestawienia głębokościowe odpowiednio: porowatości całkowitej oraz efektywnej, gęstości objętościowej oraz właściwej, a także przepuszczalności oraz relacje między tymi parametrami. Zdecydowanie różnymi właściwościami petrofizycznymi charakteryzują się utwory młodszego mezozoiku (kreda, jura) w stosunku do utworów starszego mezozoiku (trias). Utwory młodszych for-

macji mają zdecydowanie wyższą porowatość w porównaniu z utworami formacji starszych. Wyraźną zmienność, niekiedy znaczną nawet w obrębie tych samych typów litologicznych, wykazuje gęstość właściwa. Wskazuje to na konieczność uwzględniania zmienności tego parametru w interpretacjach geofizycznych, również wykonywanych współcześnie aparaturami cyfrowymi z sondami kalibrowanymi. Bardzo słaba korelacja istnieje między porowatością efektywną a przepuszczalnością skał praktycznie dla wszystkich formacji. Utrudnia to m.in. ocenę właściwości filtracyjnych badanych warstw, a tym samym określanie wydajności poszczególnych warstw wodonośnych. Ma to istotne znaczenie przy ocenie perspektyw ujęcia wód podziemnych dla celów geotermicznych czy balneologicznych. W przypadku prowadzenia ewentualnych dalszych badań, których celem będzie próba zwiększenia dokładności wyników interpretacji, do prowadzonych analiz powinny być włączone również dane elektrometryczne (zarówno sondowania oporności, jak profilowania potencjałów samoistnych).

### Wyniki interpretacji danych geofizycznych

Wyniki badań geofizycznych wykorzystano zarówno w trakcie ustalania profilu litologicznego-stratygraficznego, jak i przy wyborze warstw wodonośnych, bądź ich fragmentów, istotnych dla rozpoznania parametrów hydrogeochemicznych oraz hydrodynamicznych wód podziemnych. W ramach prac interpretacyjnych opracowano m.in.:

- cyfrowy opis profilu wiertniczego (LITO);
- warstwowy (GEO) oraz objętościowy (VOL) geofizyczny profil litologiczny;
- określenie wielkości przesunięć głębokościowych między głębokościami określanymi na podstawie długości przewodu wiertniczego a głębokościami określanymi na podstawie pomiarów;
- kalibrację *post factum* profilowań radiometrycznych na podstawie laboratoryjnych danych petrofizycznych;
- obliczenie porowatości całkowitej oraz efektywnej, gęstości objętościowej oraz prędkości fal akustycznych;

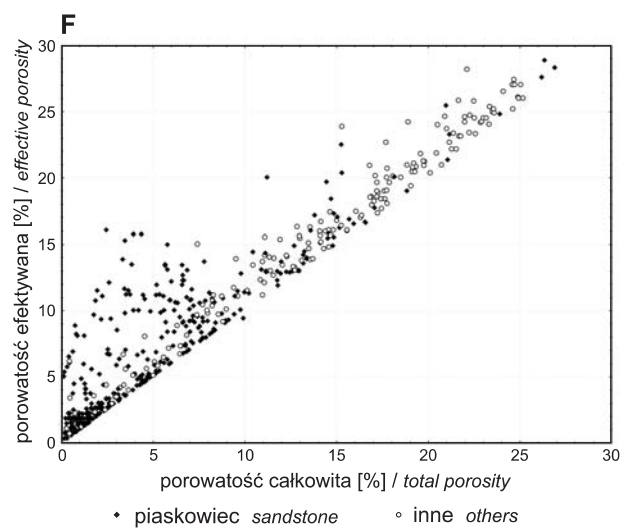
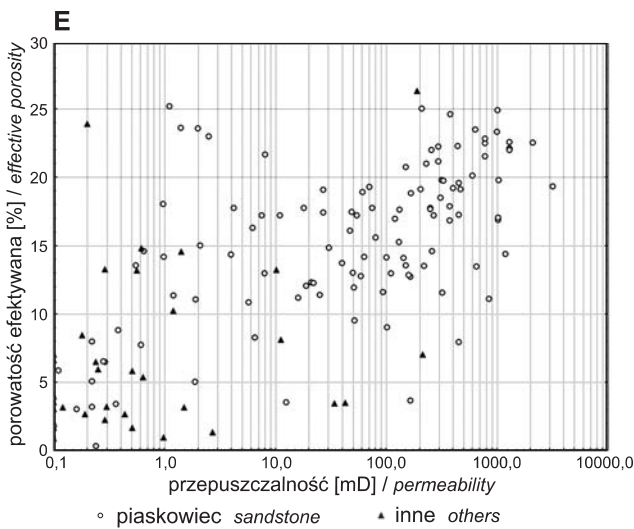
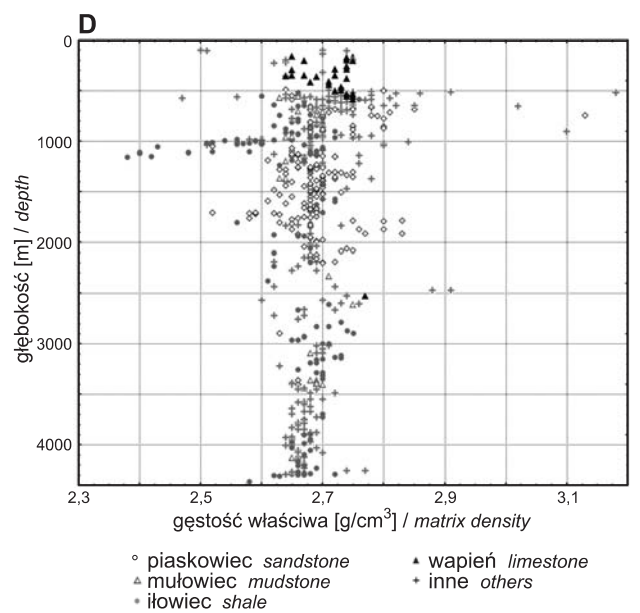
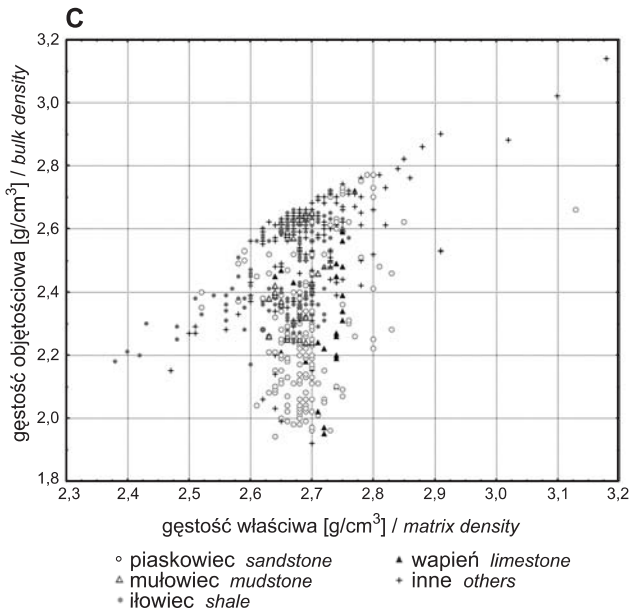
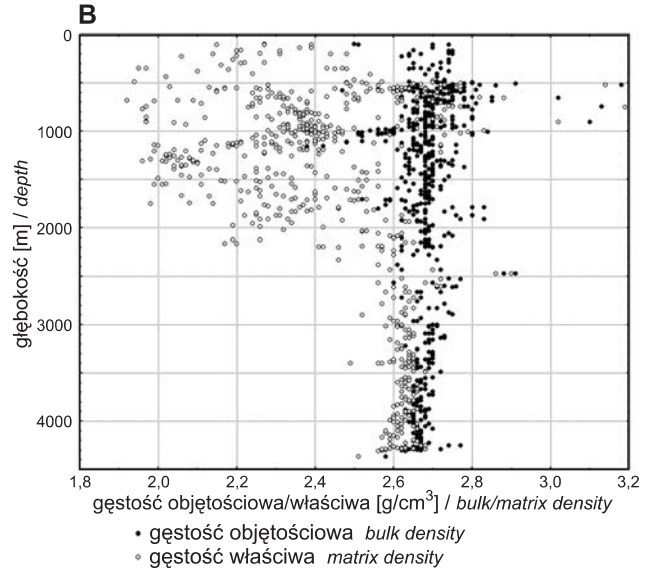
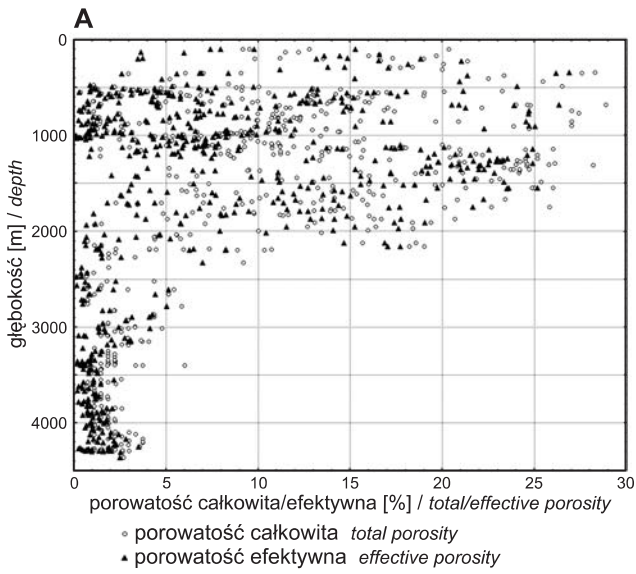


**Fig. 42. Zbiorcze zestawienie graficzne wyników laboratoryjnych badań parametrów petrofizycznych**

**A** – porowatość całkowita oraz efektywna, **B** – gęstość właściwa oraz objętościowa, **C** – gęstość objętościowa w funkcji gęstości właściwej, **D** – gęstość właściwa dla podstawowych typów litologicznych, **E** – porowatość efektywna w funkcji przepuszczalności, **F** – porowatość efektywna w funkcji porowatości całkowitej

Depth diagram of results of petrophysical parameters

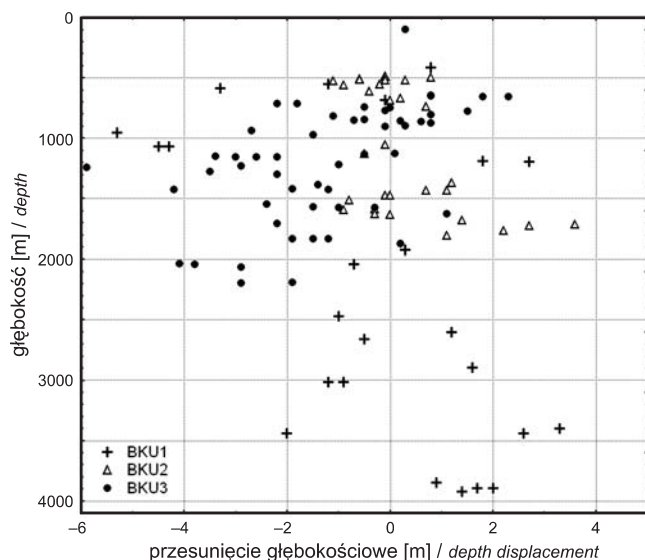
**A** – total or effective porosity, **B** – matrix or bulk density, **C** – bulk density versus matrix density, **D** – matrix density for main types of lithology, **E** – effective porosity versus permeability, **F** – effective porosity versus total porosity



- obliczenie przewodności cieplnej skał wraz z określeniem wielkości gęstości strumienia ciepłego.

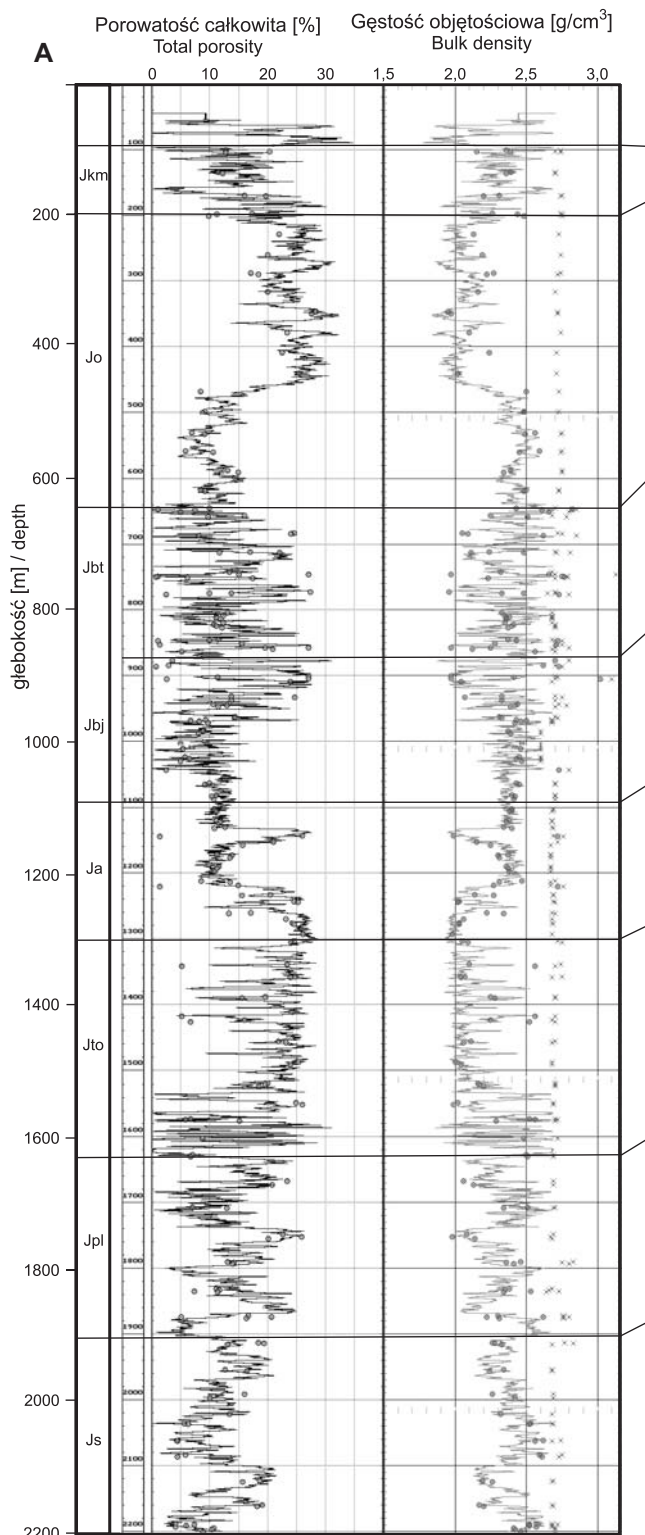
### Cyfrowy opis profilu litologicznego

Punktem wyjściowym do prac interpretacyjnych było opracowanie cyfrowego wiertniczego profilu litologicznego opartego zarówno na rdzeniach wiertniczych, jak i próbkach okruchowych. Przy stosowaniu tego opisu przyjęto oryginalną metodę opisu cyfrowego litologii zaproponowaną przez Gientkę i Szewczyka (1996). Metoda ta wraz z opracowanymi procedurami informatycznymi pozwala na uzyskanie unormowanego cyfrowego opisu rdzeni wiertniczych oraz próbek okruchowych w formie umożliwiającej jego numeryczne przetwarzanie i stosowanie w procedurach interpretacyjnych systemu GEOFLOG (lub innych systemów po odpowiednim dostosowaniu struktury danych). Uzyskiwany tym sposobem cyfrowy opis litologii przenoszono (i uogólniano) na warstwowy profil geofizyczny (GEO), opracowywany na podstawie analiz profiliowań geofizycznych. W procesie interpretacji uwzględniano zarówno wzajemne przesunięcia głębokościowe obydwu typów informacji, jak i niepełny uzysk rdzenia. Na figurze 43 przedstawiono wielkość przesunięć głębokościowych w poszczególnych otworach wiertniczych. W interpretacjach danych rdzeniowych, w przypadku niepełnego jego uzysku, przyjęto zasadę dowiązywania głębokościowego do stropu odcinka rdzeniowanego.



**Fig. 43.** Przesunięcie między głębokościami wiertniczymi określanymi na podstawie długości przewodu wiertniczego, a głębokościami geofizycznymi opartymi na długości kabla geofizycznego

Depth displacement between drillers and well logging depths

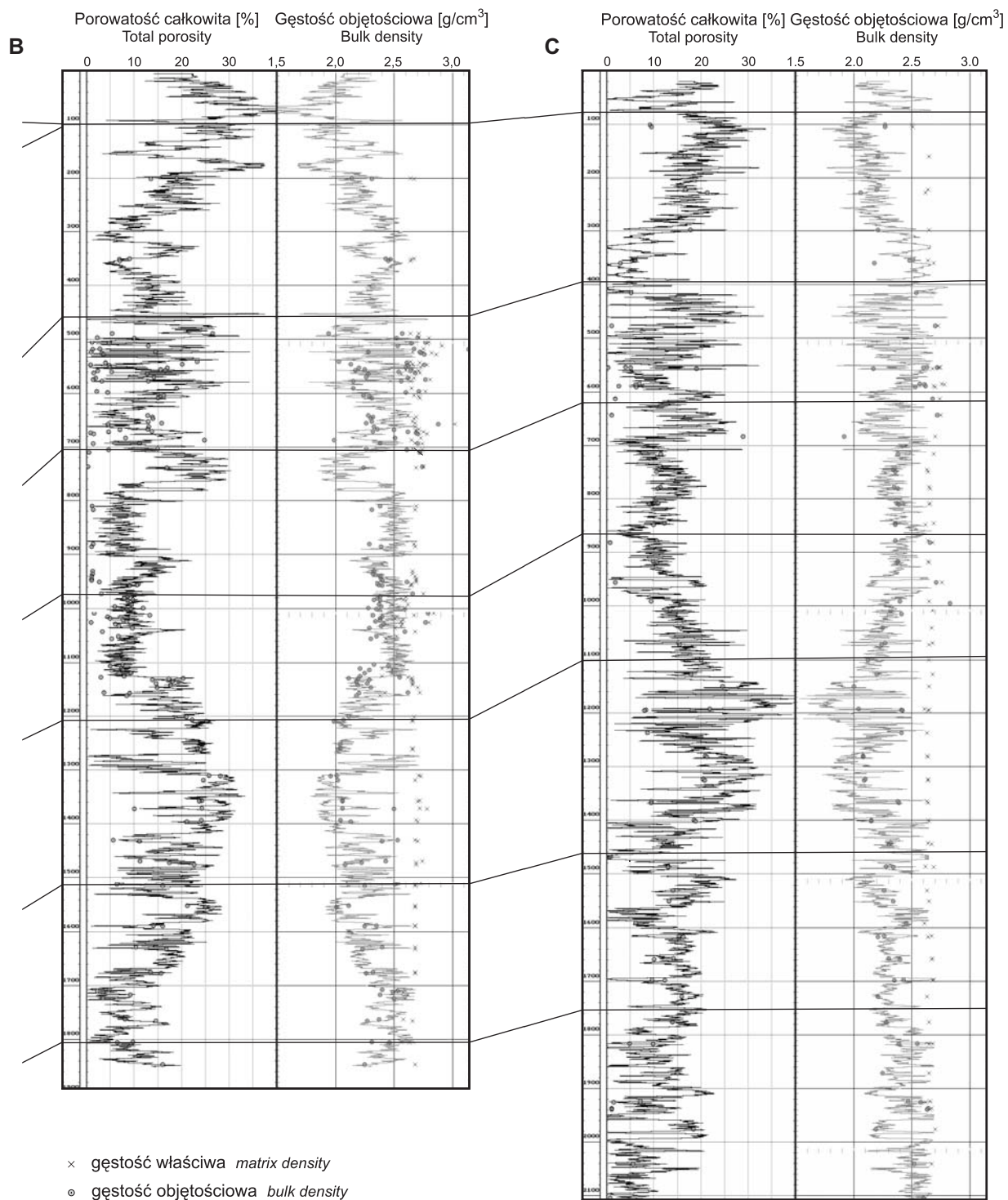


**Fig. 44.** Zestawienie głębokościowe

A – Brześć Kujawski IG 1, B – Brześć Kujawski IG 2,

Results of calculation

A – Brześć Kujawski IG 1, B – Brześć Kujawski IG 2,

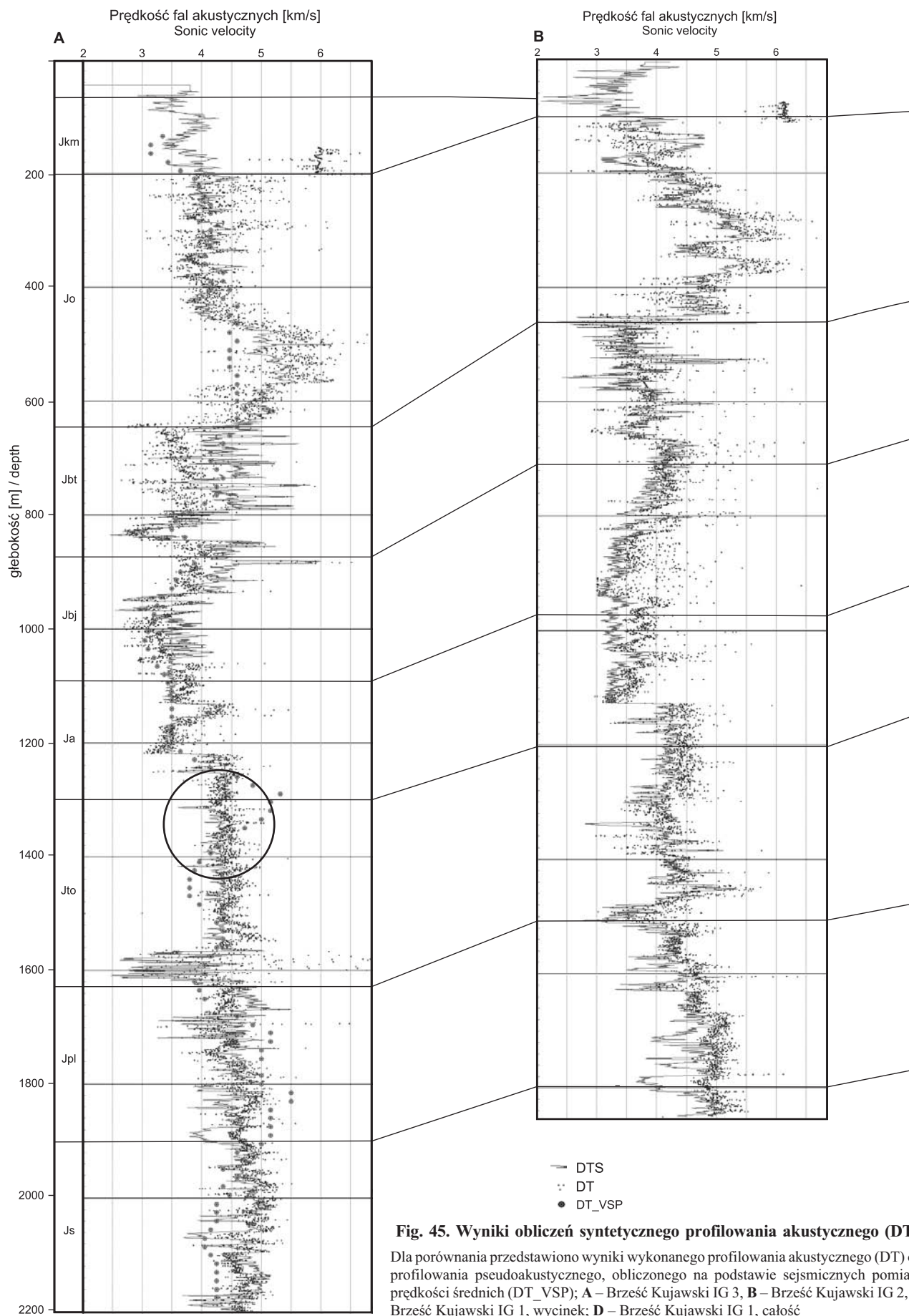


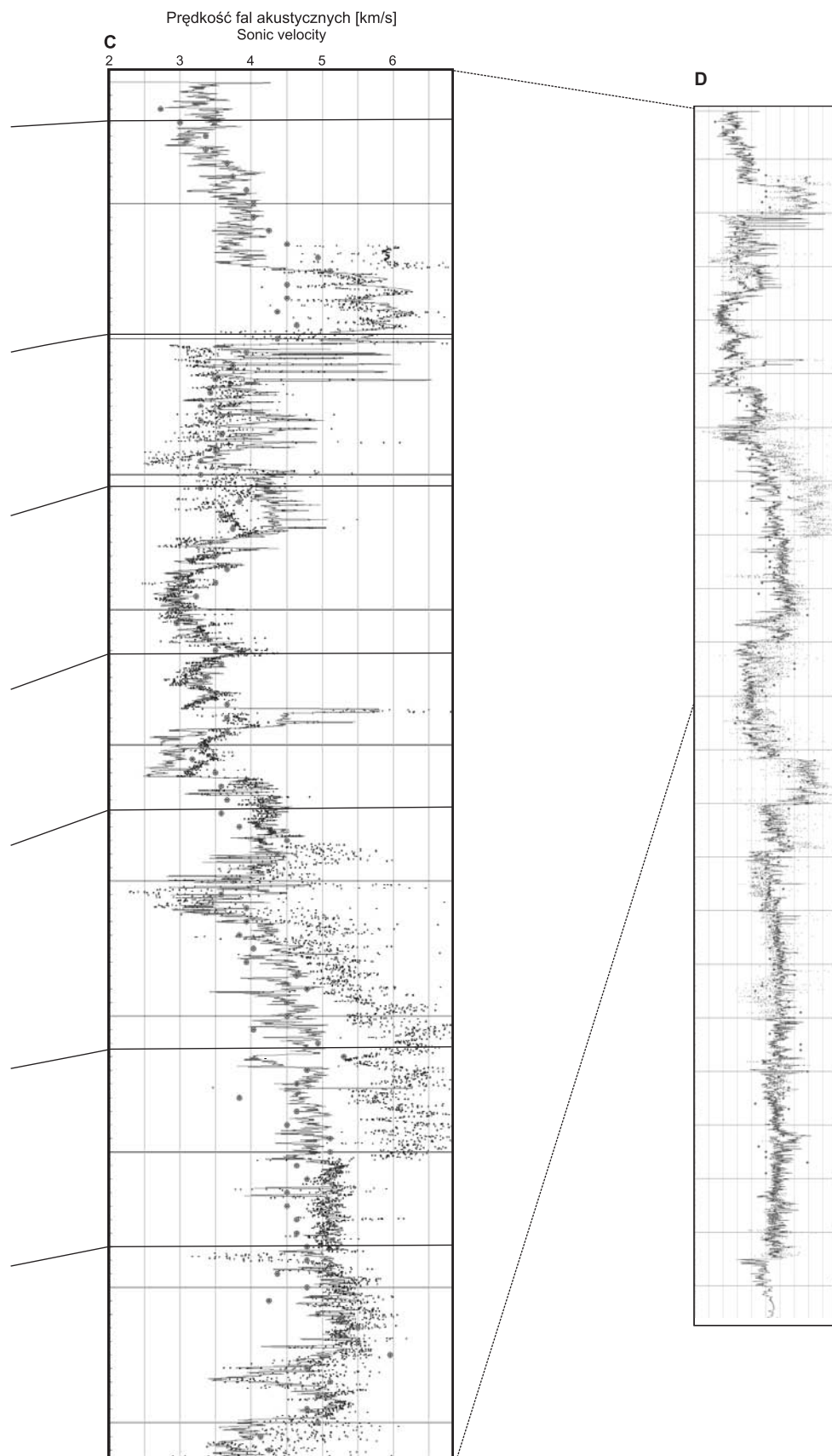
### wyników obliczeń porowatości całkowitych oraz gęstości objętościowej

C – Brześć Kujawski IG 3; dla porównania pokazano wyniki badań laboratoryjnych analogicznych parametrów petrofizycznych (kropki) of total porosity and bulk density

C – Brześć Kujawski IG 3; for comparison the results of calculation with point laboratory petrophysical data (dots) are shown

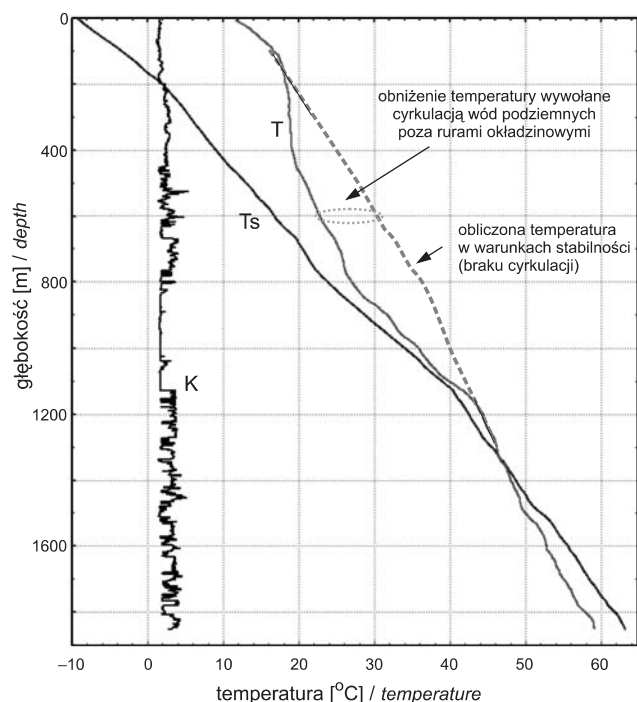






Calculated synthetic sonic log (DTS)

A comparison with results of sonic log (DT) and pseudo-sonic log is shown, based on calculation of vertical seismic profile data (VSP); **A** – Brześć Kujawski IG 3; **B** – Brześć Kujawski IG 2; **C** – Brześć Kujawski IG 1, cutting; **D** – Brześć Kujawski IG 1, whole



**Fig. 46. Temperatura obserwowana ( $T$ ) oraz obliczona ( $T_s$ ) w otworze wiertniczym Brześć Kujawski IG 2**

W górnej części profilu (<1100 m) widoczne wyraźne zaburzenie równowagi termicznej

Observed ( $T$ ) and calculated ( $T_s$ ) palaeotemperature in Brześć Kujawski IG 2 borehole

A temperature disturbance in upper part (<1100 m) of profile is clearly visible



### Profile gęstościowe oraz porowatościowe

Ważnym elementem interpretacyjnym w przypadku badanych otworów wiertniczych była wykonywana *post fatum* kalibracja stosowanych w badaniach sond radiometrycznych. Metody wykonywania kalibracji opisano we wcześniejszych pracach Szewczyka (1998a, 2000; Szewczyk, Gientka, 1998). Uzyskiwane tym sposobem informacje pozwalają na obliczenie objętościowego profilu litologicznego (VOL) badanych profili wiertniczych, uwzględniającego zarówno istniejący opis litologii, jak i parametry petrofizyczne badanych skał, uzyskiwane na podstawie badań laboratoryjnych. W zastosowanej procedurze interpretacyjnej przyjęto 3-składnikowy model objętościowy skały (przestrzeń porowa + zailenie + szkielet skały). Poprawność przyjmowanych parametrów metodycznych, jak i wybieranych tzw. głębokościowych odcinków metodycznych (o stałych parametrach interpretacyjnych), oceniano metodą iteracyjną zarówno na podstawie zgodności uzyskiwanych wyników z wynikami badań labora-

toryjnych (porowatości i gęstości), jak i zgodności obliczonej prędkości fal akustycznych z jej obserwowanymi wartościami. Głębokości łączenia poszczególnych odcinków badań z definicji wybierano jak głębokości początkowe wspomnianych wcześniej odcinków metodycznych.

Na figurze 44 przedstawiono wyniki obliczeń porowatości całkowitej i gęstości objętościowej w stanie powietrzno-suchym dla wszystkich trzech analizowanych otworów wiertniczych. W procedurach interpretacyjnych nie stosowano w odniesieniu do profiliowań radiometrycznych przeliczeń do tzw. anomalii fizycznych (*vide* Czubek, 1973), nie wprowadzono również poprawek na zmienność średnicy wierceń.

Otrzymane wyniki interpretacji porównywano z wynikami badań parametrów fizycznych uzyskanymi na podstawie badań laboratoryjnych. Prezentowane wyniki mogą być wykorzystane w analizach związanych z pozyskiwaniem energii geotermalnej, hydrogeologii, czy też w modelowaniach wyników powierzchniowych badań geofizycznych, takich jak badania sejsmiczne czy grawimetryczne.

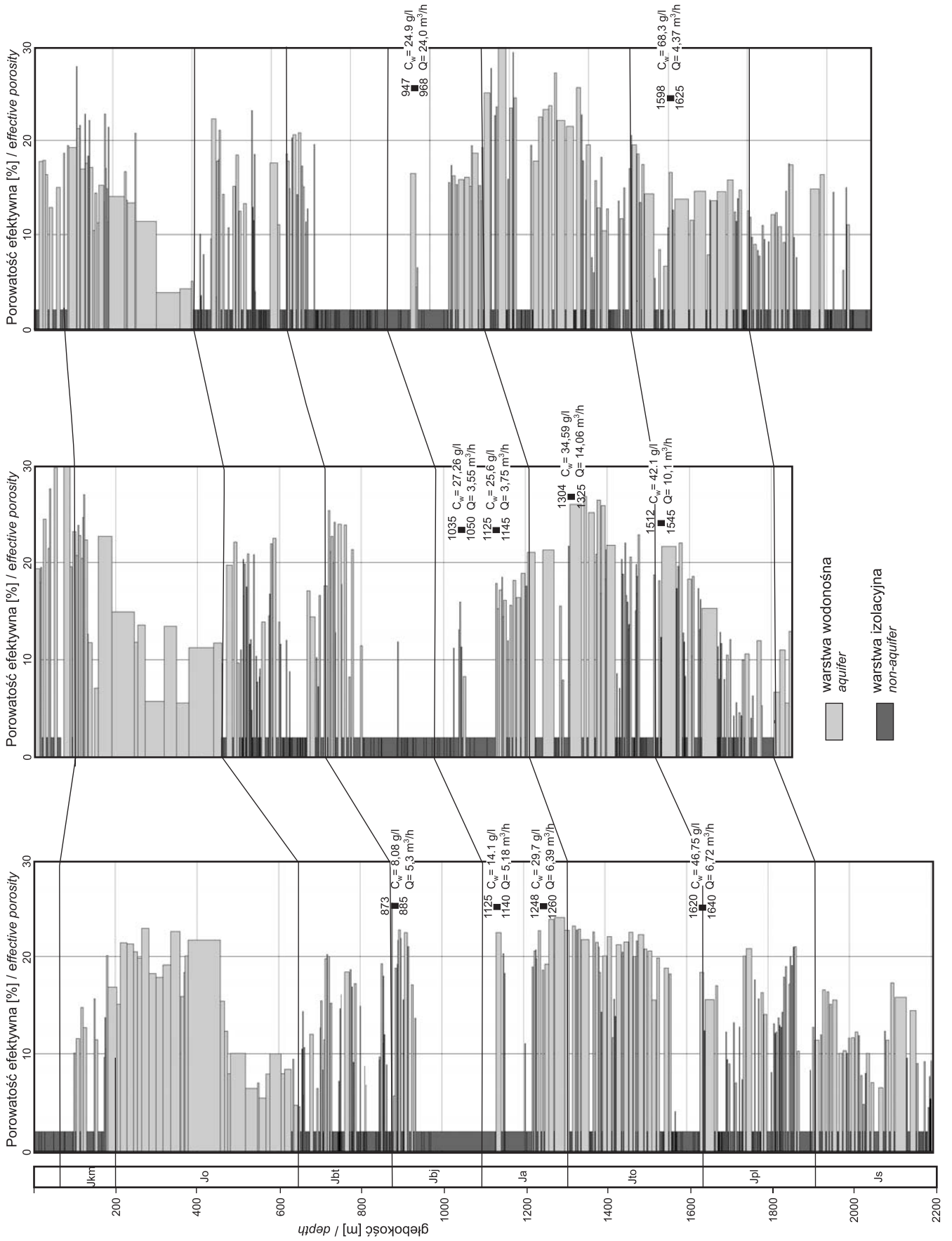


**Fig. 47. Warstwy wodonośne oraz izolacyjne w profilach otworów wiertniczych Brześć Kujawski IG 1, IG 2 i IG 3 określone na podstawie interpretacji danych geofizycznych**

Podano średnią wartość porowatości efektywnej dla tych warstw. Wskazano interwały głębokościowe, w których wykonano badania hydrogeologiczne – podano wielkość obserwowanych przypływów (w  $\text{m}^3/\text{h}$ ) oraz mineralizację wód (w  $\text{g}/\text{dm}^3$ )

Aquifers and non-aquifers in the Brześć Kujawski IG 1, IG 2 and IG 3 boreholes based on geophysical well logging data interpretation

Average effective porosity of aquifers and depth intervals with hydrogeological tests results (discharge in  $\text{m}^3/\text{h}$  and total mineralization in  $\text{g}/\text{dm}^3$  are shown)



### Prędkości fal akustycznych oraz sejsmicznych

Wyniki bezpośrednich rejestracji w trakcie badań prędkości fal akustycznych (DT) ze względu na złą jakość stosowanego sprzętu pomiarowego, w tym brak kompensacji wpływu otworu, nie pozwalały na uzyskanie dostatecznie wiarygodnego rozpoznania tej ważnej, szczególnie dla badań sejsmicznych, cechy fizycznej skał występujących w profilach. Jednym z efektów wykonanych prac interpretacyjnych było, wspomniane już wcześniej, obliczenie objętościowego profilu litologiczno-porowatościowego (VOL). Rozwiązując zadanie, określane w fizyce jako zadanie „wprost”, obliczono wartość tzw. syntetycznego profilowania akustycznego (DTS). Zastosowaną metodykę obliczeń przedstawiono we wcześniejszej pracy autora (Szewczyk, 1998a). W procedurze interpretacyjnej przyjęto model Hana i in. (1986), uwzględniający wpływ ciśnienia litostatycznego. Na figurze 45 zestawiono głębokościowe wyniki obliczonych wartości prędkości akustycznych (DTS) z wynikami bezpośrednich pomiarów akustycznych (DT) oraz tzw. sejsmicznymi prędkościami pseudoakustycznymi (DT\_VSP) określonymi na podstawie pionowych profilowań prędkości fal sejsmicznych. Uzyskany wynik obliczeń prędkości fali akustycznej pozwala na efektywną weryfikację poprawności zapisu bezpośredniego pomiaru (jeśli ten istnieje), lub też wypełnia wiedzę na temat tego ważnego parametru fizycznego we fragmentach otworów, w których brak bezpośrednich pomiarów akustycznych. Większość otworów wiertniczych wykonanych przed rokiem 1978 jest całkowicie pozbawiona tego typu pomiarów, bądź też uzyskiwane wyniki są obarczone znacznymi błędami. W przedstawionych wynikach obserwowana jest wyraźnie lepsza zgodność obliczonych wartości DTS z wynikami DT\_VSP w stosunku do bezpośrednich pomiarów prędkości fal akustycznych (DT).

Uwagę zwracają małe wartości wszystkich typów prędkości w obrębie otworów jury dolnej oraz triasu górnego, związane z płytkim zaleganiem tych otworów (i wynikającym z tego faktu zmniejszeniem się ciśnienia litostatycznego). W otworze Brześć Kujawski IG 3, w spągowej części otworów aalenu i stropowej części toarku jest widoczny, zaznaczony kółkiem na figurze 45, wpływ upadu warstw na obserwowane wartości prędkości typu DT\_VSP.

Uzyskane dane dotyczące rozpoznania prędkościowego (łącznie z obliczonymi wartościami gęstości objętościowych) mogą stanowić materiał wyjściowy do prowadzenia szczegółowych modeli sejsmicznych oraz gravimetrycznych na omawianym obszarze.

### Warunki geotermiczne

Pomiar temperatury w warunkach zbliżonych do ustalonych wykonano jedynie w otworze Brześć Kujawski IG 2. Pomiar ten przeprowadzono po 12 dobach od ustania cyrkulacji

płuczki wiertniczej w otworze. Na figurze 46 przedstawiono zarówno wartości obserwowanej temperatury (T), jak i obliczonych wartości paleotemperatury (Ts).

W odniesieniu do otworów Brześć Kujawski IG 1 oraz IG 3 mierzono temperaturę w warunkach nieustabilizowanych termicznie, nad dnem otworów (odpowiednik tzw. pomiarów termometrem maksymalnym).

Przy pomocy metody opisanej przez autora we wcześniejszej pracy (Szewczyk, 2001), obliczono wartości przewodności cieplnej dla profili omawianych otworów, a następnie wartości gęstości ziemskiego strumienia ciepłego. W obliczeniach tych uwzględniono wpływ czynnika paleoklimatycznego na wartość strumienia (Szewczyk, 2002). Wartość strumienia wyniosła odpowiednio: 80,1 (Brześć Kujawski IG 1); 88,3 (IG 2) oraz 86,8  $\text{mWm}^{-2}$  (IG 3). Wszystkie trzy analizowane otwory wiertnicze znajdują się w strefie podwyższonych wartości strumienia, związanych ze wschodnią granicą zasięgu warwyscydów zdefiniowaną przez Pożaryskiego i in. (1992).

### Warstwy wodonośne, mineralizacja wód podziemnych

Jednym z ważnych celów badawczych w omawianych otworach wiertniczych, zgodnie z przyjętymi założeniami badawczymi, było wydzielenie warstw wodonośnych, ze szczególnym uwzględnieniem warstw mogących potencjalnie zawierać bituminy. Na figurze 47 przedstawiono profile omawianych otworów wiertniczych z wydzielonymi poziomami wodonośnymi, wraz z obliczoną dla nich średnią porowatością efektywną, a także lokalizację oraz podstawowe wyniki wykonanych opróbowań poziomów wodonośnych. Na figurze 48 przedstawiono zestawienie mineralizacji wód podziemnych z badanych poziomów wodonośnych na tle wartości mineralizacji obserwowanych na Niżu Polskim. Linia ciągłą zaznaczono wartość średnią mineralizacji, obliczoną metodą najmniejszych kwadratów.

Wody podziemne dla badanego obszaru wykazują relatywnie niższą mineralizację w stosunku do wartości średnich obserwowanych na obszarze Niżu Polskiego. Jest to szczególnie widoczne w przebiegu zmienności mineralizacji obserwowanej w otworze Brześć Kujawski IG 3 (nie jest tu wykluczony wpływ filtratu płuczki wiertniczej na wielkości obserwowanej mineralizacji wody).

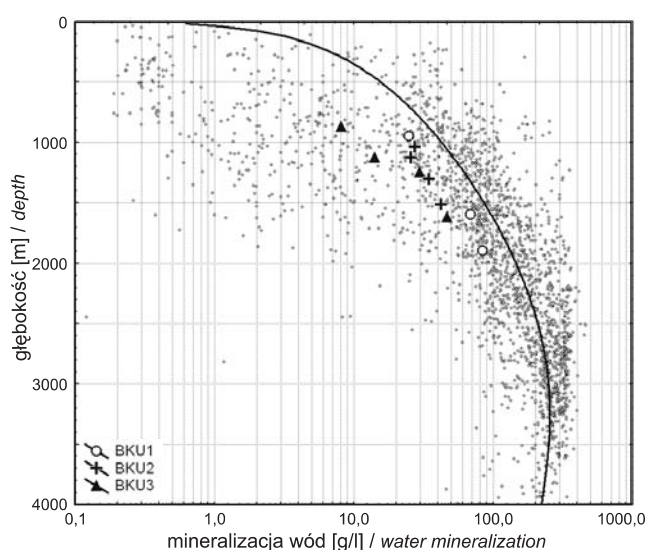
Wysłodzenie wody może być związane z prawdopodobną infiltracją wody z płytszych poziomów wodonośnych o niskiej mineralizacji, w kierunku głębszych poziomów (descenzja wód). Bezpośrednim dowodem na możliwość występowania tego zjawiska jest zaobserwowana pionowa cyrkulacja wód w przestrzeni pozarurowej, prowadząca do obniżenia temperatury w otworze Brześć Kujawski IG 2 do głęb. ok. 1070 m. Niezależnym potwierdzeniem tego zjawiska były wyraźne zaniki płuczki wiertniczej do tej głębokości, obserwowane w trakcie wykonywania wiercenia.

**Fig. 48. Mineralizacja wód uzyskana w trakcie opróbowień na tle zmienności mineralizacji wód na obszarze Niziu Polskiego**

Pokazana została wartość średnia mineralizacji tych wód obliczona metodą najmniejszych kwadratów

Results of tests with all results for Polish Lowlands in the background

Mean value of water mineralisation calculated by the method of last squares is shown



## PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ GEOFIZYCZNYCH

Wykonane badania z zakresu geofizyki wiertniczej umożliwiły rozpoznanie zarówno profilu litologicznego, jak i podstawowych cech petrofizycznych utworów występujących w profilach wszystkich trzech analizowanych otworów wiertniczych. Uzyskane w tych otworach wyniki, zarówno geofizyczne, jak i geologiczne, mają istotne znaczenie dla procesu właściwego wykorzystania danych archiwalnych z innych otworów wykonanych na obszarze Niziu Polskiego. Zdecydowaną większość wykonanych dotychczas na obszarze Polski otworów wiertniczych zbadano przy pomocy aparatur analogowych geofizycznych z zastosowaniem niekalibrowanych sond pomiarowych. Można z dużym prawdopodobieństwem przypuszczać, że przyrost liczby nowych otworów wiertniczych na obszarze Polski będzie znikomy. Przyrost nowych informacji na temat budowy geologicznej będzie w głównej

mierze bazował na właściwej interpretacji już istniejących danych archiwalnych.

Problem właściwej interpretacji, m.in. wyników badań geofizycznych jest, i pozostanie, fundamentalnym problemem badawczym. Ze względu na unikatowy, obszerny zakres badań geofizycznych, petrofizycznych, petrograficznych, a także innych wykonanych w omawianych otworach wiertniczych, uzyskane dane stanowią niezwykle cenny materiał faktograficzny dla analiz metodycznych, związanych z badaniami utworów mezozoicznych na Niziu Polskim. Są to jednocześnie bardzo cenne informacje metodyczne, niezbędne dla właściwej interpretacji parametrów geofizycznych uzyskanych metodami współcześnie stosowanymi w badaniach aparaturami cyfrowymi typu Halliburton.

Lidia DZIEWIŃSKA, Waldemar JÓZWIAK

## PROFILOWANIE PRĘDKOŚCI ŚREDNICH (BRZEŚĆ KUJAWSKI IG 1 I IG 3) ORAZ PIONOWE PROFILOWANIE SEJSMICZNE (BRZEŚĆ KUJAWSKI IG 1)

W rejonie Brześcia Kujawskiego znajdują się dwa otwory wiertnicze, w których przeprowadzono pomiary prędkości średnich. Są to Brześć Kujawski IG 1, nawiercający osady cechsztynu, oraz Brześć Kujawski IG 3, zakończony w utworach jury dolnej.

W otworze **Brześć Kujawski IG 1** pomiary sejsmometryczne, profilowanie prędkości średnich i pionowe profilowanie sejsmiczne wykonało Przedsiębiorstwo Geofizyki Górnictwa Naftowego Kraków w styczniu 1988 r. Pomiarami objęto odcinki do 4000 m ( $V_{sr}$ ) przy głębokości końcowej

otworu 4573 m. Prace wykonano aparaturą SERCEL SN 338 oraz sondą pięciogeofonową, stosując interwał pomiaru 20 m. W celu doboru odpowiednich warunków strzelania wykonano mikroprofilowanie otworów strzałowych oraz dynamikę. Prace strzałowe, których średni ładunek wynosił 1,0–2,0 kg, wykonano z dwóch punktów strzałowych. Parametry punktów strzałowych (PS) wynosiły:

PS 1 d = 110 m A = 240° N = 0,0 m  
PS 2 d = 730 m A = 240° N = 0,0 m

gdzie:

- d – odległość punktu wzbudzenia (strzelania) od głębokiego otworu (w m),  
 A – azymut mierzony w punkcie głębokiego otworu w kierunku punktu wzbudzenia (strzelania),  
 N – wysokość względna punktu wzbudzenia (strzelania) w stosunku do otworu wiertniczego (niwelacja).

Do obliczenia krzywej prędkości średnich przyjęto, jako poziom odniesienia, poziom wylotu otworu, tj. 90 m n.p.m. Jakość materiałów podstawowych została oceniona w 67% całego interwału pomiarowego jako dobra i w 33% jako dostateczna, zarówno dla PS 1, jak i dla PS 2. Redukcję czasu wykonano metodą, która zakłada jednorodność ośrodka od punktu wzbudzenia do głębokości zanurzenia geofonu. Rejestracji dokonano na taśmach cyfrowych i na papierze oscylograficznym. Sejsmogramy oscylograficzne wykorzystano do opracowania prędkości średnich.

Taśmy z zapisem cyfrowym z pomiarów PPS (pionowe profilowanie sejsmiczne) przetworzono na centrali cyfrowej MS 421, przeprowadzając między innymi normalizację zapisu, odpowiednią filtrację i wyrównanie dynamiki. Na sejsmogramie zbiorczym wykonano, dla dokładniejszej korelacji fal odbitych i w celu wyeliminowania z tła zakłóceń, sumowanie kierunkowe.

W otworze wiertniczym **Brześć Kujawski IG 3** profilowanie prędkości średnich wykonało Przedsiębiorstwo Geofizyki Górnictwa Naftowego Toruń w październiku 1987 r. Pomiarów wykonano metodą bezdynamitową aparaturą CS 5G i sondą jednogefonową typu NT przy interwale pomiarowym 15 m. Prace prowadzono z trzech punktów wzbudzenia (PW) usytuowanych:

PW 1	d = 100 m	A = 280°	N = 0 m
PW 2	d = 50 m	A = 20°	N = 0 m
PW 1	d = 50 m	A = 160°	N = 0 m

Do obliczenia krzywej prędkości średnich przyjęto, jako poziom odniesienia wysokość pomiaru, czyli 0 m n.p.m., przy wysokości wylotu otworu wynoszącej 95 m n.p.m. Pomiarom objęto odcinki do głębokości 2080 m, przy głębokości końcowej otworu 2204 m. Redukcję do pionu wykonano zakładając jednorodność ośrodka, a więc prostoliniowy przebieg promienia sejsmicznego.

Dla obydwu otworów wiertniczych, Brześć Kujawski IG 1 i IG 3 głębokość zredukowana do poziomu odniesienia została obliczona ze wzoru:

$$hr = h - hpo \pm N \pm \Delta h$$

gdzie:

- hr – głębokość zredukowana punktu pomiarowego,  
 h – głębokość zanurzenia geofonu głębinowego,  
 hpo – średnia głębokość wzbudzenia,  
 Δh – różnica głębokości między hpo i poziomem odniesienia w metrach.

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

$$tp = tobs + \Delta th$$

gdzie:

- tp – czas poprawiony;  
 tobs – czas obserwowany;  
 Δth – poprawka wynikająca z głębokości punktu wzbudzenia (strzelania), poziomu odniesienia, miąższości strefy małych prędkości, prędkości w tej strefie i prędkości pod nią.

W przypadku otworu Brześć Kujawski IG 1, do obliczenia poprawki Δth pomiędzy średnią głębokością wzbudzenia a poziomem odniesienia, przyjęto prędkość dla PS 1 – 1090 m/s, a dla PS 2 – 930 m/s. W otworze Brześć Kujawski IG 3 pomiaru SMP (strefa małych prędkości) pozwoliły wyznaczyć wartości: dla PW 1 do głębokości 1,2 m – 300 m/s i dla PW 2 oraz 3 do głębokości 1,7 m – 1350 m/s.

Czas zredukowany dla poszczególnych punktów wzbudzenia liczono na podstawie wzoru:

$$tr = \frac{hr}{\sqrt{hr^2 + d^2}} \times tp$$

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

Wartości hr i tr posłużyły do obliczenia prędkości średnich (Vsr) zgodnie ze wzorem:

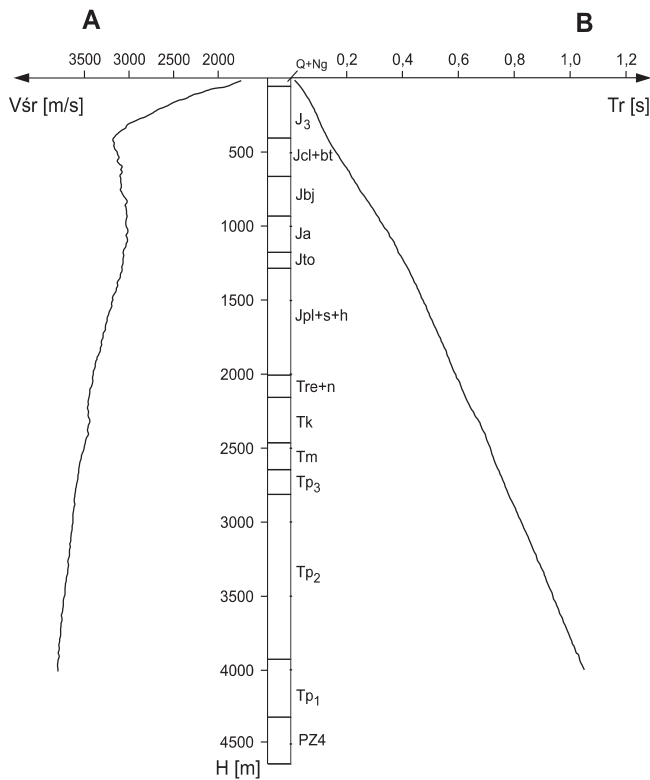
$$Vsr = \frac{hr}{tr}$$

Wszystkie wyliczone wartości zestawiono w tabelach 31 (Brześć Kujawski IG 1) i 32 (IG 3). Obliczenia wykonano przy pomocy odpowiedniego programu komputerowego.

Uzyskane wyniki stanowiły podstawę do konstrukcji krzywych prędkości średnich (fig. 49A, 51A) i hodografu pionowego (fig. 49B, 51B). Do wykreślenia krzywych prędkości średnich wykorzystano wartości uśrednione z poszczególnych punktów wzbudzenia. Przedstawiony na figurach 49B i 51B hodograf pionowy wskazuje na zależność między wzrostem głębokości a czasem rejestracji.

W celu wyznaczenia poszczególnych kompleksów prędkościowych, a szczególnie ich średnich wartości, zastosowano wygładzanie wartości pomiarów geofizycznych. Metoda ta może być stosowana w przypadku, gdy wartości zmierzone zmieniają się przypadkowo z punktu na punkt w granicach błęd 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



**Fig. 49. Wykres prędkości średnich (A) i hodograf pionowy (B) (otwór Brześć Kujawski IG 1, poz. odn. 90 m n.p.m.)**

*Tr* – średni czas zredukowany, *Vsr* – prędkość średnia, *H* – głębokość; oznaczenia stratygraficzne wg słownika kodowego systemu SADOG (Geonafta)

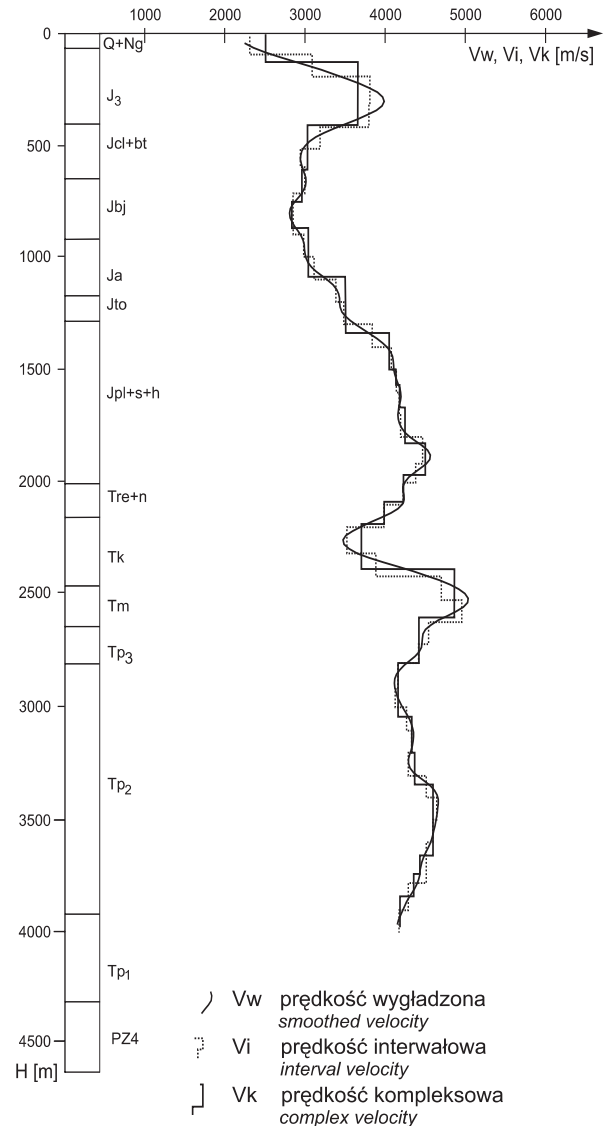
Average seismic velocity (A) and travel-time curve (B)  
(Brześć Kujawski IG 1 borehole, reference level 90 m a.s.l.)

*Tr* – average reduced time, *Vsr* – average velocity, *H* – depth; stratigraphical symbols according to the SADOG coding system of Geonafta

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 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 przez zastosowanie operacji splotu z filtrem trójkątnym, stosując 20 razy filtr 0,25; 0,5 i 0,25. 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 spowodowane ich zaokrągleniem do 1 ms lub błędami pomiarowymi. Kolejne powtarzanie wymienionych wyżej operacji powoduje zaokrąglenie załamania (hodografu) spowodowanych zmianami prędkości w kolejnych



**Fig. 50. Wykresy prędkości wygładzonych (*Vw*), interwałowych (*Vi*) i kompleksowych (*Vk*) (otwór Brześć Kujawski IG 1; poz. odn. 90 m n.p.m.)**

Oznaczenia stratygraficzne wg słownika kodowego systemu SADOG (Geonafta)

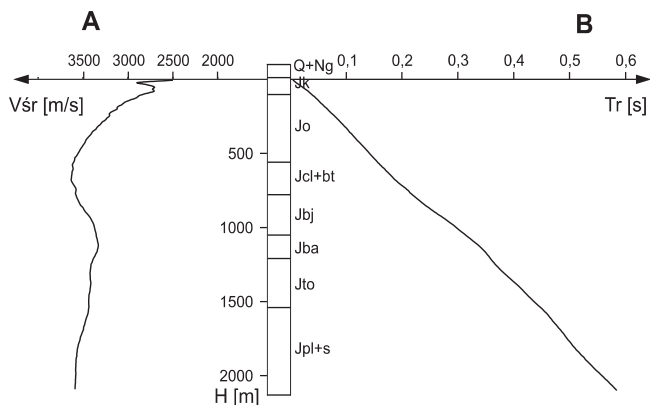
Smoothed velocity (*Vw*), interval velocity (*Vi*) and complex velocity (*Vk*) (Brześć Kujawski IG 1 borehole; reference level 90 m a.s.l.)

Stratigraphical symbols according to the SADOG coding system of Geonafta

warstwach. W ten sposób powstały dodatkowe zbiory obejmujące przetworzone pomiary czasu 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 utworzonym w latach 90. XX w. w Zakładzie Geofizyki PIG dla potrzeb interpretacji prac sejsmicznych.



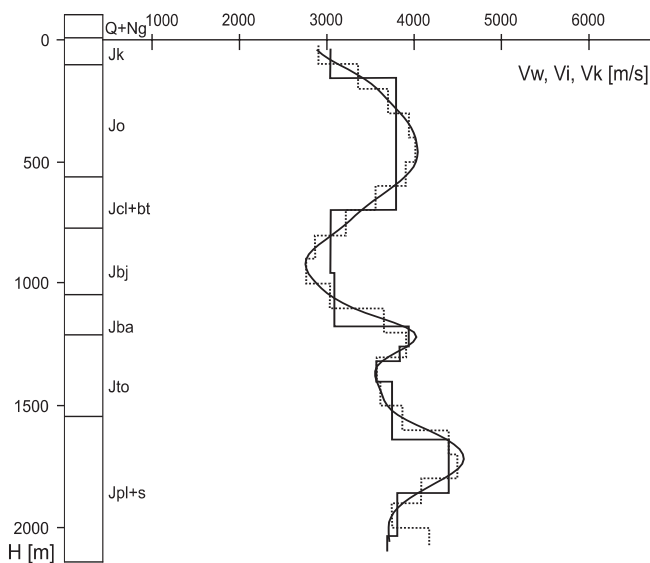


**Fig. 51. Wykres prędkości średnich (A) i hodograf pionowy (B) (otwór Brześć Kujawski IG 3, poz. odn. 0 m n.p.m.)**

Objaśnienia przy figurze 49

Average seismic velocity (A) and travel-time curve (B) (Brześć Kujawski IG 3 borehole, reference level 0 m a.s.l.)

For explanations see Figure 49



**Fig. 52. Wykresy prędkości wygładzonych ( $V_w$ ), interwałowych ( $V_i$ ) i kompleksowych ( $V_k$ ) (otwór Brześć Kujawski IG 3; poz. odn. 0 m n.p.m.)**

Objaśnienia na figurze 50

Smoothed velocity ( $V_w$ ), interval velocity ( $V_i$ ) and complex velocity ( $V_k$ ) (Brześć Kujawski IG 3 borehole; reference level 0 m a.s.l.)

For explanations see Figure 50

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 przedstawiono w tabelach 33 (Brześć Kujawski IG 1) i 34 (IG 3). Krzywe prędkości wygładzonych, interwałowych i kompleksowych przedstawiono na figurach 50 (Brześć Kujawski IG 1) i 52 (IG 3).

Powyższe wykresy wzbogacono profilem stratygraficznym wiercenia, co umożliwia bezpośrednie powiązanie zmian prędkości z kompleksami stratygraficzno-litologicznymi przekroju geologicznego w otworze oraz z refleksami sejsmicznymi.

Obserwowane na wykresach (fig. 50, 52) duże zmiany prędkości są związane ze zmienną litologią skał geologicznych. Zasadniczy wpływ mają tu utwory oksfordu o dużej miąższości, wykształcone w facji wapiennej. W otworze wiertniczym Brześć Kujawski IG 3 facja ta ku górze przechodzi w marglisto-piaszczyste osady kimerydu. Granica kontrastu prędkości w stropie jury środkowej jest związana z przystropowymi piaskowcami. Zróżnicowane prędkości dolnych pięter jury środkowej (bajos, aalen), łączone ze zmianami facjalnymi – przejścia facji ilastej w fację piaszczystą, jest zdominowane przez bardzo wyraźny wzrost wartości na głębokości odpowiadającej spągowi aalenu górnego. W utworach jury dolnej obok granicy kontrastu prędkości odpowiadającej przystropowej serii osadów piaskowcowych występuje bardzo wyraźna granica w stropowych warstwach pliensbahu.

Charakterystyka utworów triasu ogranicza się do otworu wiertniczego Brześć Kujawski IG 1 (fig. 51). Wapień muszlowy wykształcony w facji marglisto-wapiennej zaznacza się na wykresach w postaci kompleksu o dużych wartościach prędkości. W pozostałych osadach triasu, wykształconych głównie jako piaskowce i mułowce, zaznaczają się podwyższone prędkości w dolnych warstwach gipsowych kajpru górnego i w przyspągowych wapieniach osadów retu.

Uzyskane wyniki korelacji rejestrowanych granic kontrastów prędkości z granicami geologicznymi dostarczają danych do identyfikacji granic odbijających na przekrojach sejsmicznych (jury górnej, środkowej i dolnej, kajpru, wapienia muszlowego oraz górnego pstręgo piaskowca) oraz ich interpretacji głębokościowej.

Wyniki pomiaru PPS w otworze Brześć Kujawski IG 1 charakteryzują się brakiem refleksów pochodzących z utworów płytszych, przy stosunkowo dobrej czytelności refleksów z utworów zalegających głębiej. Uzyskana rozdzielczość pozwala na uzupełnienie informacji o położeniu granic sejsmicznych poniżej dna głębokiego odwiertu. Obraz falowy zarejestrowany z PS 1 na PS 2 zawiera refleksy pochodzące z granic sejsmicznych znajdujących się poniżej najgłębszego punktu rejestracji PPS. W wyniku ekstrapolacji zidentyfikowano odbicia:

– na czasie  $t = 2,12$  s z głęb. ok. 4330 m refleks z przystropowych utworów cechsztynu  $Z_{3-4}$  (PS 1);

– na czasie  $t = 3,06-3,26$  s z głęb. ok. 6080–6480 m szereg refleksów ze spągu cechsztynu  $Z_1'$  (PS 1, PS 2). Refleksy te ( $Z_1'$  i  $Z_{3-4}$ ) znajdują potwierdzenie zarówno na głębokościowym przekroju sejsmicznym profilu W18-VI-78T przebiegającym przez głęboki otwór geologiczny Brześć Kujawski IG 1, jak i na mapach granic refleksyjnych  $Z_1'$  i  $Z_{3-4}$  z dokumentacji tematu „Włocławek-Płock” rejon „Inowrocław-Toruń” 1978/79.

Wykresy prędkości średnich i prędkości kompleksowych pozwalają określić model prędkościowy, według którego mogą być opracowane przekroje i mapy głębokościowe oraz miąższościowe.

**Tabela 31**

**Zestawienie wartości głębokości ( $H$ ), czasu zredukowanego ( $Tr$ ) i prędkości średnich ( $V_{\text{sr}}$ ) dla otworu wiertniczego Brześć Kujawski IG 1**

Depth ( $H$ ), reduced time ( $Tr$ ) and average velocity ( $V_{\text{sr}}$ ) values for the Brześć Kujawski IG 1 borehole

$H$ [m]	$Tr$ 1 [s]	$Tr$ 2 [s]	$Tr$ [s]	$V_{\text{sr}}$ [m/s]
1	2	3	4	5
20	0,0160	0,0070	0,0115	1739
40	0,0300	0,0140	0,0220	1818
60	0,0420	0,0210	0,0315	1905
80	0,0500	0,0270	0,0385	2078
100	0,0580	0,0340	0,0460	2174
120	0,0650	0,0400	0,0525	2286
140	0,0730	0,0460	0,0595	2353
160	0,0780	0,0520	0,0650	2462
180	0,0840	0,0580	0,0710	2535
200	0,0900	0,0640	0,0770	2597
220	0,0940	0,0700	0,0820	2683
240	0,1010	0,0750	0,0880	2727
260	0,1060	0,0800	0,0930	2796
280	0,1100	0,0840	0,0970	2887
300	0,1140	0,0890	0,1015	2956
320	0,1180	0,0940	0,1060	3019
340	0,1250	0,0990	0,1120	3036
360	0,1290	0,1040	0,1165	3090
380	0,1330	0,1100	0,1215	3128
400	0,1390	0,1140	0,1265	3162
420	0,1440	0,1200	0,1320	3182
440	0,1500	0,1280	0,1390	3165

$H$ [m]	$Tr$ 1 [s]	$Tr$ 2 [s]	$Tr$ [s]	$V_{\text{sr}}$ [m/s]
1	2	3	4	5
460	0,1550	0,1350	0,1450	3172
480	0,1620	0,1420	0,1520	3158
500	0,1700	0,1490	0,1595	3135
520	0,1770	0,1560	0,1665	3123
540	0,1840	0,1630	0,1735	3112
560	0,1880	0,1700	0,1790	3128
580	0,1960	0,1770	0,1865	3110
600	0,2050	0,1850	0,1950	3077
620	0,2090	0,1920	0,2005	3092
640	0,2180	0,1980	0,2080	3077
660	0,2220	0,2040	0,2130	3099
680	0,2290	0,2110	0,2200	3091
700	0,2340	0,2190	0,2265	3091
720	0,2420	0,2250	0,2335	3084
740	0,2490	0,2310	0,2400	3083
760	0,2520	0,2390	0,2455	3096
780	0,2610	0,2460	0,2535	3077
800	0,2700	0,2540	0,2620	3053
820	0,2790	0,2620	0,2705	3031
840	0,2880	0,2680	0,2780	3022
860	0,2910	0,2750	0,2830	3039
880	0,2990	0,2820	0,2905	3029

Tabela 31 cd.

1	2	3	4	5
900	0,3070	0,2880	0,2975	3025
920	0,3130	0,2950	0,3040	3026
940	0,3210	0,3010	0,3110	3023
960	0,3250	0,3080	0,3165	3033
980	0,3310	0,3150	0,3230	3034
1000	0,3400	0,3200	0,3300	3030
1020	0,3470	0,3290	0,3380	3018
1040	0,3550	0,3360	0,3455	3010
1060	0,3580	0,3420	0,3500	3029
1080	0,3660	0,3490	0,3575	3021
1100	0,3740	0,3550	0,3645	3018
1120	0,3780	0,3610	0,3695	3031
1140	0,3850	0,3660	0,3755	3036
1160	0,3880	0,3710	0,3795	3057
1180	0,3930	0,3770	0,3850	3065
1200	0,4000	0,3850	0,3925	3057
1220	0,4060	0,3900	0,3980	3065
1240	0,4130	0,3960	0,4045	3066
1260	0,4180	0,4020	0,4100	3073
1280	0,4230	0,4080	0,4155	3081
1300	0,4300	0,4150	0,4225	3077
1320	0,4340	0,4200	0,4270	3091
1340	0,4400	0,4260	0,4330	3095
1360	0,4430	0,4310	0,4370	3112
1380	0,4460	0,4360	0,4410	3129
1400	0,4550	0,4410	0,4480	3125
1420	0,4580	0,4460	0,4520	3142
1440	0,4650	0,4510	0,4580	3144
1460	0,4680	0,4550	0,4615	3164
1480	0,4700	0,4590	0,4645	3186
1500	0,4790	0,4650	0,4720	3178
1520	0,4820	0,4700	0,4760	3193
1540	0,4900	0,4750	0,4825	3192
1560	0,4920	0,4810	0,4865	3207
1580	0,4970	0,4850	0,4910	3218
1600	0,5010	0,4900	0,4955	3229
1620	0,5040	0,4950	0,4995	3243
1640	0,5100	0,5010	0,5055	3244
1660	0,5130	0,5060	0,5095	3258
1680	0,5190	0,5100	0,5145	3265

1	2	3	4	5
1700	0,5250	0,5160	0,5205	3266
1720	0,5290	0,5190	0,5240	3282
1740	0,5330	0,5250	0,5290	3289
1760	0,5380	0,5310	0,5345	3293
1780	0,5410	0,5350	0,5380	3309
1800	0,5480	0,5410	0,5445	3306
1820	0,5510	0,5460	0,5485	3318
1840	0,5590	0,5490	0,5540	3321
1860	0,5610	0,5550	0,5580	3333
1880	0,5630	0,5580	0,5605	3354
1900	0,5660	0,5660	0,5660	3357
1920	0,5690	0,5690	0,5690	3374
1940	0,5760	0,5730	0,5745	3377
1960	0,5800	0,5780	0,5790	3385
1980	0,5830	0,5820	0,5825	3399
2000	0,5870	0,5900	0,5885	3398
2020	0,5910	0,5940	0,5925	3409
2040	0,5990	0,5990	0,5990	3406
2060	0,6030	0,6060	0,6045	3408
2080	0,6070	0,6090	0,6080	3421
2100	0,6110	0,6110	0,6110	3437
2120	0,6170	0,6160	0,6165	3439
2140	0,6230	0,6200	0,6215	3443
2160	0,6270	0,6250	0,6260	3450
2180	0,6300	0,6310	0,6305	3458
2200	0,6370	0,6370	0,6370	3454
2220	0,6410	0,6410	0,6410	3463
2240	0,6470	0,6480	0,6475	3459
2260	0,6540	0,6540	0,6540	3456
2280	0,6610	0,6580	0,6595	3457
2300	0,6690	0,6660	0,6675	3446
2320	0,6770	0,6720	0,6745	3440
2340	0,6810	0,6750	0,6780	3451
2360	0,6860	0,6790	0,6825	3458
2380	0,6910	0,6830	0,6870	3464
2400	0,6970	0,6920	0,6945	3456
2420	0,7010	0,6950	0,6980	3467
2440	0,7030	0,6980	0,7005	3483
2460	0,7080	0,7020	0,7050	3489
2480	0,7110	0,7070	0,7090	3498

Tabela 31 cd.

1	2	3	4	5
2500	0,7150	0,7120	0,7135	3504
2520	0,7210	0,7140	0,7175	3512
2540	0,7240	0,7160	0,7200	3528
2560	0,7290	0,7210	0,7250	3531
2580	0,7310	0,7250	0,7280	3544
2600	0,7340	0,7300	0,7320	3552
2620	0,7390	0,7330	0,7360	3560
2640	0,7430	0,7380	0,7405	3565
2660	0,7490	0,7440	0,7465	3563
2680	0,7530	0,7480	0,7505	3571
2700	0,7580	0,7530	0,7555	3574
2720	0,7630	0,7570	0,7600	3579
2740	0,7660	0,7620	0,7640	3586
2760	0,7710	0,7650	0,7680	3594
2780	0,7760	0,7690	0,7725	3599
2800	0,7800	0,7740	0,7770	3604
2820	0,7840	0,7790	0,7815	3608
2840	0,7880	0,7840	0,7860	3613
2860	0,7940	0,7900	0,7920	3611
2880	0,8010	0,7950	0,7980	3609
2900	0,8060	0,7970	0,8015	3618
2920	0,8110	0,8020	0,8065	3621
2940	0,8160	0,8060	0,8110	3625
2960	0,8210	0,8110	0,8160	3627
2980	0,8270	0,8160	0,8215	3628
3000	0,8320	0,8210	0,8265	3630
3020	0,8360	0,8250	0,8305	3636
3040	0,8410	0,8300	0,8355	3639
3060	0,8450	0,8350	0,8400	3643
3080	0,8510	0,8390	0,8450	3645
3100	0,8550	0,8430	0,8490	3651
3120	0,8610	0,8470	0,8540	3653
3140	0,8640	0,8520	0,8580	3660
3160	0,8700	0,8570	0,8635	3660
3180	0,8740	0,8600	0,8670	3668
3200	0,8790	0,8660	0,8725	3668
3220	0,8840	0,8710	0,8775	3670
3240	0,8880	0,8740	0,8810	3678

1	2	3	4	5
3260	0,8910	0,8780	0,8845	3686
3280	0,8970	0,8860	0,8915	3679
3300	0,9010	0,8920	0,8965	3681
3320	0,9070	0,8950	0,9010	3685
3340	0,9110	0,9010	0,9060	3687
3360	0,9140	0,9040	0,9090	3696
3380	0,9190	0,9080	0,9135	3700
3400	0,9230	0,9120	0,9175	3706
3420	0,9280	0,9150	0,9215	3711
3440	0,9310	0,9210	0,9260	3715
3460	0,9350	0,9270	0,9310	3716
3480	0,9410	0,9310	0,9360	3718
3500	0,9450	0,9330	0,9390	3727
3520	0,9500	0,9350	0,9425	3735
3540	0,9540	0,9410	0,9475	3736
3560	0,9590	0,9470	0,9530	3736
3580	0,9640	0,9500	0,9570	3741
3600	0,9680	0,9540	0,9610	3746
3620	0,9710	0,9570	0,9640	3755
3640	0,9780	0,9630	0,9705	3751
3660	0,9810	0,9690	0,9750	3754
3680	0,9850	0,9720	0,9785	3761
3700	0,9900	0,9770	0,9835	3762
3720	0,9940	0,9820	0,9880	3765
3740	1,0000	0,9860	0,9930	3766
3760	1,0050	0,9910	0,9980	3768
3780	1,0080	0,9950	1,0015	3774
3800	1,0130	0,9990	1,0060	3777
3820	1,0160	1,0030	1,0095	3784
3840	1,0230	1,0070	1,0150	3783
3860	1,0270	1,0110	1,0190	3788
3880	1,0310	1,0150	1,0230	3793
3900	1,0390	1,0230	1,0310	3783
3920	1,0410	1,0270	1,0340	3791
3940	1,0430	1,0330	1,0380	3796
3960	1,0470	1,0370	1,0420	3800
3980	1,0520	1,0440	1,0480	3798
4000	1,0570	1,0490	1,0530	3799

Tabela 32

**Zestawienie wartości głębokości ( $H$ ), czasu zredukowanego ( $Tr$ ) i prędkości średnich ( $V_{\text{sr}}$ ) dla otworu wiertniczego Brześć Kujawski IG 3**

Depth ( $H$ ), reduced time ( $Tr$ ) and average velocity ( $V_{\text{sr}}$ ) values for the Brześć Kujawski IG 3 borehole

$H$ [m]	$Tr$ 1 [s]	$Tr$ 2 [s]	$Tr$ 3 [s]	$Tr$ [s]	$V_{\text{sr}}$ [m/s]
1	2	3	4	5	6
10	0,0030	0,0040	0,0050	0,0040	2500
25	0,0060	0,0100	0,0100	0,0087	2885
40	0,0120	0,0150	0,0160	0,0143	2791
55	0,0180	0,0210	0,0220	0,0203	2705
70	0,0240	0,0260	0,0270	0,0257	2727
85	0,0290	0,0320	0,0330	0,0313	2713
100	0,0340	0,0360	0,0370	0,0357	2804
115	0,0390	0,0400	0,0410	0,0400	2875
130	0,0430	0,0450	0,0460	0,0447	2910
145	0,0470	0,0490	0,0500	0,0487	2979
160	0,0510	0,0530	0,0540	0,0527	3038
175	0,0560	0,0570	0,0580	0,0570	3070
190	0,0600	0,0610	0,0620	0,0610	3115
205	0,0660	0,0650	0,0660	0,0657	3122
220	0,0700	0,0680	0,0700	0,0693	3173
235	0,0730	0,0730	0,0740	0,0733	3205
250	0,0780	0,0770	0,0790	0,0780	3205
265	0,0820	0,0810	0,0830	0,0820	3232
280	0,0860	0,0850	0,0870	0,0860	3256
295	0,0910	0,0880	0,0900	0,0897	3290
310	0,0950	0,0920	0,0940	0,0937	3310
325	0,0980	0,0960	0,0980	0,0973	3339
340	0,1020	0,1000	0,1020	0,1013	3355
355	0,1050	0,1030	0,1060	0,1047	3392
370	0,1090	0,1070	0,1100	0,1087	3405
385	0,1120	0,1110	0,1140	0,1123	3427
400	0,1150	0,1150	0,1180	0,1160	3448
415	0,1180	0,1190	0,1220	0,1197	3468
430	0,1220	0,1230	0,1260	0,1237	3477
445	0,1260	0,1270	0,1290	0,1273	3495
460	0,1290	0,1310	0,1330	0,1310	3511
475	0,1320	0,1350	0,1370	0,1347	3527
490	0,1350	0,1390	0,1410	0,1383	3542
505	0,1390	0,1430	0,1440	0,1420	3556

$H$ [m]	$Tr$ 1 [s]	$Tr$ 2 [s]	$Tr$ 3 [s]	$Tr$ [s]	$V_{\text{sr}}$ [m/s]
1	2	3	4	5	6
520	0,1420	0,1470	0,1480	0,1457	3570
535	0,1450	0,1510	0,1510	0,1490	3591
550	0,1480	0,1550	0,1560	0,1530	3595
565	0,1510	0,1590	0,1600	0,1567	3606
580	0,1540	0,1630	0,1640	0,1603	3617
595	0,1590	0,1670	0,1680	0,1647	3613
610	0,1640	0,1710	0,1720	0,1690	3609
625	0,1680	0,1750	0,1750	0,1727	3620
640	0,1720	0,1790	0,1790	0,1767	3623
655	0,1760	0,1830	0,1830	0,1807	3625
670	0,1800	0,1870	0,1870	0,1847	3628
685	0,1840	0,1910	0,1910	0,1887	3631
700	0,1890	0,1960	0,1950	0,1933	3621
715	0,1940	0,2010	0,2000	0,1983	3605
730	0,1990	0,2060	0,2050	0,2033	3590
745	0,2040	0,2110	0,2100	0,2083	3576
760	0,2080	0,2150	0,2140	0,2123	3579
775	0,2120	0,2190	0,2180	0,2163	3582
790	0,2170	0,2240	0,2220	0,2210	3575
805	0,2220	0,2290	0,2260	0,2257	3567
820	0,2270	0,2340	0,2310	0,2307	3555
835	0,2320	0,2390	0,2360	0,2357	3543
850	0,2370	0,2440	0,2410	0,2407	3532
865	0,2430	0,2500	0,2470	0,2467	3507
880	0,2480	0,2550	0,2530	0,2520	3492
895	0,2540	0,2600	0,2580	0,2573	3478
910	0,2600	0,2660	0,2640	0,2633	3456
925	0,2660	0,2720	0,2700	0,2693	3434
940	0,2710	0,2780	0,2760	0,2750	3418
955	0,2760	0,2840	0,2820	0,2807	3403
970	0,2820	0,2890	0,2870	0,2860	3392
985	0,2880	0,2940	0,2920	0,2913	3381
1000	0,2930	0,2990	0,2970	0,2963	3375
1015	0,2980	0,3040	0,3020	0,3013	3368

Tabela 32 cd.

1	2	3	4	5	6
1030	0,3030	0,3090	0,3070	0,3063	3362
1045	0,3080	0,3140	0,3120	0,3113	3357
1060	0,3130	0,3190	0,3170	0,3163	3351
1075	0,3180	0,3240	0,3220	0,3213	3345
1090	0,3230	0,3290	0,3270	0,3263	3340
1105	0,3280	0,3340	0,3320	0,3313	3335
1120	0,3330	0,3390	0,3370	0,3363	3330
1135	0,3380	0,3430	0,3410	0,3407	3332
1150	0,3420	0,3470	0,3450	0,3447	3337
1165	0,3460	0,3510	0,3490	0,3487	3341
1180	0,3490	0,3540	0,3520	0,3517	3355
1195	0,3520	0,3570	0,3560	0,3550	3366
1210	0,3550	0,3600	0,3590	0,3580	3380
1225	0,3580	0,3640	0,3620	0,3613	3390
1240	0,3620	0,3670	0,3650	0,3647	3400
1255	0,3660	0,3700	0,3680	0,3680	3410
1270	0,3700	0,3740	0,3720	0,3720	3414
1285	0,3740	0,3780	0,3760	0,3760	3418
1300	0,3780	0,3820	0,3800	0,3800	3421
1315	0,3830	0,3860	0,3840	0,3843	3422
1330	0,3880	0,3910	0,3880	0,3890	3419
1345	0,3920	0,3960	0,3920	0,3933	3419
1360	0,3960	0,4010	0,3970	0,3980	3417
1375	0,4000	0,4060	0,4020	0,4027	3415
1390	0,4040	0,4100	0,4070	0,4070	3415
1405	0,4080	0,4140	0,4110	0,4110	3418
1420	0,4120	0,4180	0,4150	0,4150	3422
1435	0,4160	0,4220	0,4190	0,4190	3425
1450	0,4190	0,4260	0,4230	0,4227	3431
1465	0,4230	0,4300	0,4270	0,4267	3434
1480	0,4270	0,4340	0,4320	0,4310	3434
1495	0,4310	0,4380	0,4360	0,4350	3437
1510	0,4360	0,4420	0,4400	0,4393	3437
1525	0,4410	0,4460	0,4440	0,4437	3437
1540	0,4460	0,4500	0,4490	0,4483	3435
1555	0,4500	0,4540	0,4530	0,4523	3438

1	2	3	4	5	6
1570	0,4540	0,4580	0,4570	0,4563	3440
1585	0,4570	0,4620	0,4610	0,4600	3446
1600	0,4600	0,4650	0,4650	0,4633	3453
1615	0,4630	0,4690	0,4680	0,4667	3461
1630	0,4660	0,4720	0,4710	0,4697	3471
1645	0,4700	0,4750	0,4740	0,4730	3478
1660	0,4730	0,4790	0,4780	0,4767	3483
1675	0,4760	0,4820	0,4810	0,4797	3492
1690	0,4800	0,4860	0,4850	0,4837	3494
1705	0,4830	0,4890	0,4880	0,4867	3503
1720	0,4860	0,4920	0,4910	0,4897	3513
1735	0,4890	0,4950	0,4940	0,4927	3522
1750	0,4920	0,4980	0,4970	0,4957	3531
1765	0,4960	0,5010	0,5010	0,4993	3535
1780	0,4990	0,5040	0,5040	0,5023	3543
1795	0,5020	0,5070	0,5070	0,5053	3552
1810	0,5060	0,5110	0,5100	0,5090	3556
1825	0,5100	0,5140	0,5130	0,5123	3562
1840	0,5140	0,5180	0,5170	0,5163	3564
1855	0,5180	0,5210	0,5200	0,5197	3570
1870	0,5230	0,5250	0,5240	0,5240	3569
1885	0,5270	0,5280	0,5270	0,5273	3575
1900	0,5310	0,5320	0,5310	0,5313	3576
1915	0,5350	0,5360	0,5350	0,5353	3577
1930	0,5390	0,5400	0,5390	0,5393	3578
1945	0,5430	0,5440	0,5430	0,5433	3580
1960	0,5470	0,5480	0,5470	0,5473	3581
1975	0,5510	0,5530	0,5510	0,5517	3580
1990	0,5550	0,5580	0,5550	0,5560	3579
2005	0,5590	0,5620	0,5590	0,5600	3580
2020	0,5630	0,5660	0,5630	0,5640	3582
2035	0,5670	0,5700	0,5670	0,5680	3583
2050	0,5710	0,5740	0,5710	0,5720	3584
2065	0,5750	0,5780	0,5750	0,5760	3585
2080	0,5790	0,5820	0,5790	0,5800	3586
2095	0,5830	0,5860	0,5830	0,5840	3587

Tabela 33

**Zestawienie uśrednionych wartości prędkości interwałowej ( $V_i$ ), prędkości kompleksowej ( $V_k$ ) i prędkości wygładzonej ( $V_w$ ) obliczonych z czasu wygładzonego dla otworu wiertniczego Brześć Kujawski IG 1**

Averaged interval velocity ( $V_i$ ), complex velocity ( $V_k$ ) and smoothed velocity ( $V_w$ ) values calculated from smoothed time for the Brześć Kujawski IG 1 borehole

$H$ [m]	$V_i$ [m/s]	$V_k$ [m/s]	$V_w$ [m/s]
1	2	3	4
20	2311	2497	–
40	2311	2497	2237
60	2311	2497	2346
80	2311	2497	2489
100	2311	2497	2656
120	3085	2497	2837
140	3085	2497	3020
160	3085	3652	3197
180	3085	3652	3365
200	3085	3652	3522
220	3815	3652	3666
240	3815	3652	3793
260	3815	3652	3893
280	3815	3652	3958
300	3815	3652	3979
320	3800	3652	3952
340	3800	3652	3881
360	3800	3652	3775
380	3800	3652	3643
400	3800	3652	3501
420	3191	3652	3361
440	3191	3021	3233
460	3191	3021	3127
480	3191	3021	3045
500	3191	3021	2987
520	2944	3021	2952
540	2944	3021	2935
560	2944	3021	2933
580	2944	3021	2943
600	2944	3021	2961
620	2990	3021	2981
640	2990	2955	2997
660	2990	2955	3002

$H$ [m]	$V_i$ [m/s]	$V_k$ [m/s]	$V_w$ [m/s]
1	2	3	4
680	2990	2955	2993
700	2990	2955	2967
720	2865	2955	2927
740	2865	2955	2881
760	2865	2955	2838
780	2865	2825	2808
800	2865	2825	2795
820	2851	2825	2803
840	2851	2825	2828
860	2851	2825	2865
880	2851	2825	2904
900	2851	3032	2939
920	2978	3032	2964
940	2978	3032	2978
960	2978	3032	2985
980	2978	3032	2991
1000	2978	3032	3003
1020	3111	3032	3029
1040	3111	3032	3072
1060	3111	3032	3132
1080	3111	3032	3203
1100	3111	3032	3277
1120	3386	3496	3341
1140	3386	3496	3388
1160	3386	3496	3413
1180	3386	3496	3422
1200	3386	3496	3423
1220	3487	3496	3431
1240	3487	3496	3453
1260	3487	3496	3494
1280	3487	3496	3556
1300	3487	3496	3633
1320	3840	3496	3720

$H$ [m]	$V_i$ [m/s]	$V_k$ [m/s]	$V_w$ [m/s]
1	2	3	4
1340	3840	3496	3808
1360	3840	4044	3890
1380	3840	4044	3961
1400	3840	4044	4017
1420	4078	4044	4057
1440	4078	4044	4081
1460	4078	4044	4092
1480	4078	4044	4095
1500	4078	4044	4098
1520	4140	4129	4108
1540	4140	4129	4128
1560	4140	4129	4151
1580	4140	4129	4171
1600	4140	4176	4184
1620	4171	4176	4185
1640	4171	4176	4178
1660	4171	4176	4166
1680	4171	4176	4156
1700	4171	4244	4151
1720	4192	4244	4154
1740	4192	4244	4168
1760	4192	4244	4195
1780	4192	4244	4239
1800	4192	4244	4302
1820	4468	4244	4377
1840	4468	4244	4454
1860	4468	4499	4518
1880	4468	4499	4552
1900	4468	4499	4545
1920	4391	4499	4502
1940	4391	4499	4433
1960	4391	4499	4354
1980	4391	4225	4285

**Tabela 33 cd.**

1	2	3	4
2000	4391	4225	4236
2020	4219	4225	4213
2040	4219	4225	4213
2060	4219	4225	4223
2080	4219	4225	4226
2100	4219	3984	4206
2120	3984	3984	4152
2140	3984	3984	4062
2160	3984	3984	3946
2180	3984	3984	3818
2200	3984	3984	3691
2220	3518	3698	3582
2240	3518	3698	3504
2260	3518	3698	3467
2280	3518	3698	3479
2300	3518	3698	3540
2320	3882	3698	3647
2340	3882	3698	3793
2360	3882	3698	3966
2380	3882	3698	4152
2400	3882	3698	4337
2420	4709	4862	4512
2440	4709	4862	4668
2460	4709	4862	4801
2480	4709	4862	4907
2500	4709	4862	4984
2520	4958	4862	5022
2540	4958	4862	5016
2560	4958	4862	4965
2580	4958	4862	4875
2600	4958	4862	4764
2620	4548	4862	4652
2640	4548	4417	4559
2660	4548	4417	4495

1	2	3	4
2680	4548	4417	4462
2700	4548	4417	4452
2720	4411	4417	4451
2740	4411	4417	4441
2760	4411	4417	4412
2780	4411	4417	4362
2800	4411	4417	4298
2820	4165	4417	4231
2840	4165	4162	4173
2860	4165	4162	4132
2880	4165	4162	4111
2900	4165	4162	4106
2920	4138	4162	4111
2940	4138	4162	4125
2960	4138	4162	4143
2980	4138	4162	4167
3000	4138	4162	4196
3020	4273	4162	4228
3040	4273	4162	4261
3060	4273	4162	4292
3080	4273	4332	4316
3100	4273	4332	4333
3120	4338	4332	4342
3140	4338	4332	4344
3160	4338	4332	4340
3180	4338	4332	4330
3200	4338	4332	4314
3220	4294	4332	4296
3240	4294	4367	4282
3260	4294	4367	4280
3280	4294	4367	4300
3300	4294	4367	4343
3320	4508	4367	4408
3340	4508	4367	4483

1	2	3	4
3360	4508	4367	4554
3380	4508	4596	4606
3400	4508	4596	4637
3420	4645	4596	4650
3440	4645	4596	4650
3460	4645	4596	4645
3480	4645	4596	4638
3500	4645	4596	4630
3520	4602	4596	4621
3540	4602	4596	4609
3560	4602	4596	4597
3580	4602	4596	4583
3600	4602	4596	4568
3620	4507	4596	4547
3640	4507	4596	4522
3660	4507	4596	4494
3680	4507	4596	4468
3700	4507	4430	4447
3720	4507	4430	4434
3740	4507	4430	4426
3760	4507	4430	4419
3780	4507	4353	4407
3800	4421	4353	4385
3820	4304	4353	4355
3840	4304	4353	4320
3860	4304	4353	4285
3880	4304	4183	4255
3900	4304	4183	4229
3920	4172	4183	4205
3940	4172	4183	4181
3960	4172	4183	4158
3980	4172	4183	4141
4000	4172	4183	–



Tabela 34

**Zestawienie uśrednionych wartości prędkości interwałowej ( $V_i$ ), prędkości kompleksowej ( $V_k$ ) i prędkości wygładzonej ( $V_w$ ) obliczonych z czasu wygładzonego dla otworu wiertniczego Brześć Kujawski IG 3**

Averaged interval velocity ( $V_i$ ), complex velocity ( $V_k$ ) and smoothed velocity ( $V_w$ ) values calculated from smoothed time for the Brześć Kujawski IG 3 borehole

$H$ [m]	$V_i$ [m/s]	$V_k$ [m/s]	$V_w$ [m/s]
1	2	3	4
20	2936	3049	–
40	2936	3049	2890
160	2936	3049	2953
80	2936	3049	3037
100	2936	3049	3136
120	3376	3049	3241
140	3376	3049	3344
160	3376	3813	3435
180	3376	3813	3513
200	3376	3813	3577
220	3709	3813	3633
240	3709	3813	3684
260	3709	3813	3736
280	3709	3813	3788
300	3709	3813	3840
320	3942	3813	3888
340	3942	3813	3931
360	3942	3813	3965
380	3942	3813	3992
400	3942	3813	4012
420	4032	3813	4026
440	4032	3813	4035
460	4032	3813	4039
480	4032	3813	4034
500	4032	3813	4019
520	3914	3813	3991
540	3914	3813	3949
560	3914	3813	3897
580	3914	3813	3835
600	3914	3813	3766
620	3575	3813	3692
640	3575	3813	3616
660	3575	3813	3539
680	3575	3057	3464
700	3575	3057	3395

$H$ [m]	$V_i$ [m/s]	$V_k$ [m/s]	$V_w$ [m/s]
1	2	3	4
720	3233	3057	3330
740	3233	3057	3269
760	3233	3057	3206
780	3233	3057	3139
800	3233	3057	3065
820	2889	3057	2988
840	2889	3057	2914
860	2889	3057	2849
880	2889	3057	2800
900	2889	3057	2770
920	2795	3057	2761
940	2795	3057	2771
960	2795	3097	2799
980	2795	3097	2838
1000	2795	3097	2887
1020	3055	3097	2943
1040	3055	3097	3008
1060	3055	3097	3086
1080	3055	3097	3183
1100	3055	3097	3303
1120	3668	3097	3446
1140	3668	3097	3607
1160	3668	3097	3768
1180	3668	3965	3907
1200	3668	3965	3998
1220	3921	3965	4025
1240	3921	3965	3989
1260	3921	3856	3908
1280	3921	3856	3807
1300	3921	3856	3708
1320	3586	3592	3629
1340	3586	3592	3577
1360	3586	3592	3555
1380	3586	3592	3556
1400	3586	3765	3572

$H$ [m]	$V_i$ [m/s]	$V_k$ [m/s]	$V_w$ [m/s]
1	2	3	4
1420	3628	3765	3596
1440	3628	3765	3618
1460	3628	3765	3638
1480	3628	3765	3660
1500	3628	3765	3692
1520	3875	3765	3743
1540	3875	3765	3816
1560	3875	3765	3912
1580	3875	3765	4025
1600	3875	3765	4146
1620	4391	3765	4263
1640	4391	4429	4367
1660	4391	4429	4452
1680	4391	4429	4514
1700	4391	4429	4552
1720	4502	4429	4564
1740	4502	4429	4546
1760	4502	4429	4500
1780	4502	4429	4429
1800	4502	4429	4338
1820	4088	4429	4237
1840	4088	4429	4135
1860	4088	3829	4038
1880	4088	3829	3951
1900	4088	3829	3875
1920	3761	3829	3814
1940	3761	3829	3767
1960	3761	3829	3734
1980	3761	3829	3715
2000	3761	3829	3708
2020	4176	3829	3708
2040	4176	3714	3712
2060	4176	3714	3716
2080	4176	3714	–