

WYNIKI OPRÓBOWANIA POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

OTWÓR WIERTNICZY KĘTRZYN IG 1

Wiercenie otworu zakończono w dniu 12 lutego 1965 r. na głęb. 1867,0 m w skałach krystalicznych podłoża. Podczas przewiercania utworów syluru i ordowiku na głęb. 1518,0–1595,0 m zaobserwowano wyraźne wycieki ropy naftowej i silny zapach bituminów. Opróbowanie poziomów zbiornikowych przeprowadzono zgodnie z projektem opróbowania, opracowanym przez S. Tyskiego, S. Depowskiego i L. Bojarskiego (fig. 51). Nadzór nad opróbowaniem sprawował L. Bojarski, specjalistyczny dozór pełnili natomiast W. Kowalczyk i M. Rybicki. Analizy ropy naftowej i gazu ziemnego wykonano w laboratorium Zakładu Geologii Złóż Ropy i Gazu Instytutu Geologicznego, natomiast analizy wód w Głównym Laboratorium Instytutu Geologicznego.

Zgodnie z projektem opróbowania otwór zarurowano do głęb. 1520,2 m kolumną rur $\varnothing$ 6½", którą następnie zamocementowano na całej długości.

Poziom 1520,2–1601,0 m – ordowik, sylur (wapienie)

Wynik:

- samoczynny wypływ solanki
- wydajność 0,5–2,0 m³/h

Badany poziom był przewiercany na przełomie listopada i grudnia 1964 r. Poziom zbiornikowy kambru odizolowano korkiem cementowym wykonanym na głęb. 1601,0–1660,0 m. Opróbowanie przeprowadzono w dniach 9–11 października 1965 r., badano poziom odsłonięty między stropem korka cementowego a butem rur $\varnothing$ 6½". Po szcerpaniu łyżką wiertniczą płuczki uzyskano samoczynny wypływ solanki w ilości 0,5–2,0 m³/h.

Sucha pozostałość solanki wynosiła 133 g/dm³, ciężar właściwy 1,0935 g/cm³, a odczyn był obojętny (pH = 7). Płyn scharakteryzowano jako 13,3% solankę typu chlorkowo-sodowo-wapniowego (tab. 27). Zwraca uwagę wysoka zawartość jonu bromkowego, wynosząca 2560 mg/dm³. Wartości wskaźników hydrochemicznych wynoszą:

$$\frac{rNa}{rCl} = 0,61 \quad \frac{rSO_4 \times 100}{rCl} = 0,24 \quad \frac{Cl}{Br} = 30,6$$

Wartość wskaźnika rNa/rCl wskazuje na całkowitą, bardzo szczelną izolację od powierzchni terenu i innych poziomów

wodonośnych. Jednocześnie niska wartość wskaźnika Cl/Br i znacznie niższa od 1 wartość wskaźnika $rSO_4 \times 100/rCl$ wskazuje na bliskie sąsiedztwo złóż bituminów.

Stwierdzono, że korek cementowy izolujący zawadnione piaskowce kambru nie został wykonany prawidłowo, co mogło umożliwiać dopływ do badanego poziomu solanki z dolnych partii otworu.

Poziom 1520,2–1530,0 m – sylur (wapienie)

Wynik:

- przypływ 2 ton ropy naftowej
- niewielki przypływ solanki

Wykonano korek bentonitowo-cementowy na głęb. 1530,0–1601,0 m. Opróbowano poziom o miąższości 9,8 m odsłonięty między stropem korka cementowego a butem rur $\varnothing$ 6½". Wymieniono płuczkę wiertniczą na wodę. W dniu 15 listopada 1965 r. szcerpano wodę do głęb. 570,0 m. Na powierzchni wody stwierdzono obecność kilkudziesięciocentymetrowej warstwy ropy naftowej. Po trwającej dwie doby stojce szcerpano z powierzchni wody 10 litrów ropy. W wyniku analizy ropy określono jej ciężar właściwy, który wynosił 0,818–0,843 g/cm³, a także dokonano podziału frakcji w zależności od temperatury: do 240°C wrze ok. 26% składników, do 310°C wrze ok. 45% składników, do 340°C wrze ok. 56% składników. Zawartość parafiny wynosiła 8–10%.

Z odgazowania 200 ml ropy otrzymano 13 ml gazu. Analiza wykazała, że suma węglowodorów wynosiła 8,48% obj., a składników palnych – 8,66% obj. Azot występował w ilości 83,4% obj. (tab. 28).

Do dnia 14 grudnia 1965 r. płyn złyżkowano do głęb. 1530,0 m, czyli do stropu korka izolującego spód otworu. Podczas szcerpywania płynu nie stwierdzono przypływu solanki, natomiast uzyskiwano emulsję ropną w ilości 0,5–1,0 l/d. Emulsja była zanieczyszczona łem płuczkowym, wydobywającym się ze szczelin kolektora.

Dalsze prace prowadzono zgodnie z ustaleniami zwołanej 16 grudnia 1965 r. w Instytucie Geologicznym narady z udziałem przedstawicieli Urzędu Górniczego, Przemysłu Naftowego, Przedsiębiorstwa Geologicznego z Warszawy (wykonawca prac) oraz Instytutu Geologicznego.

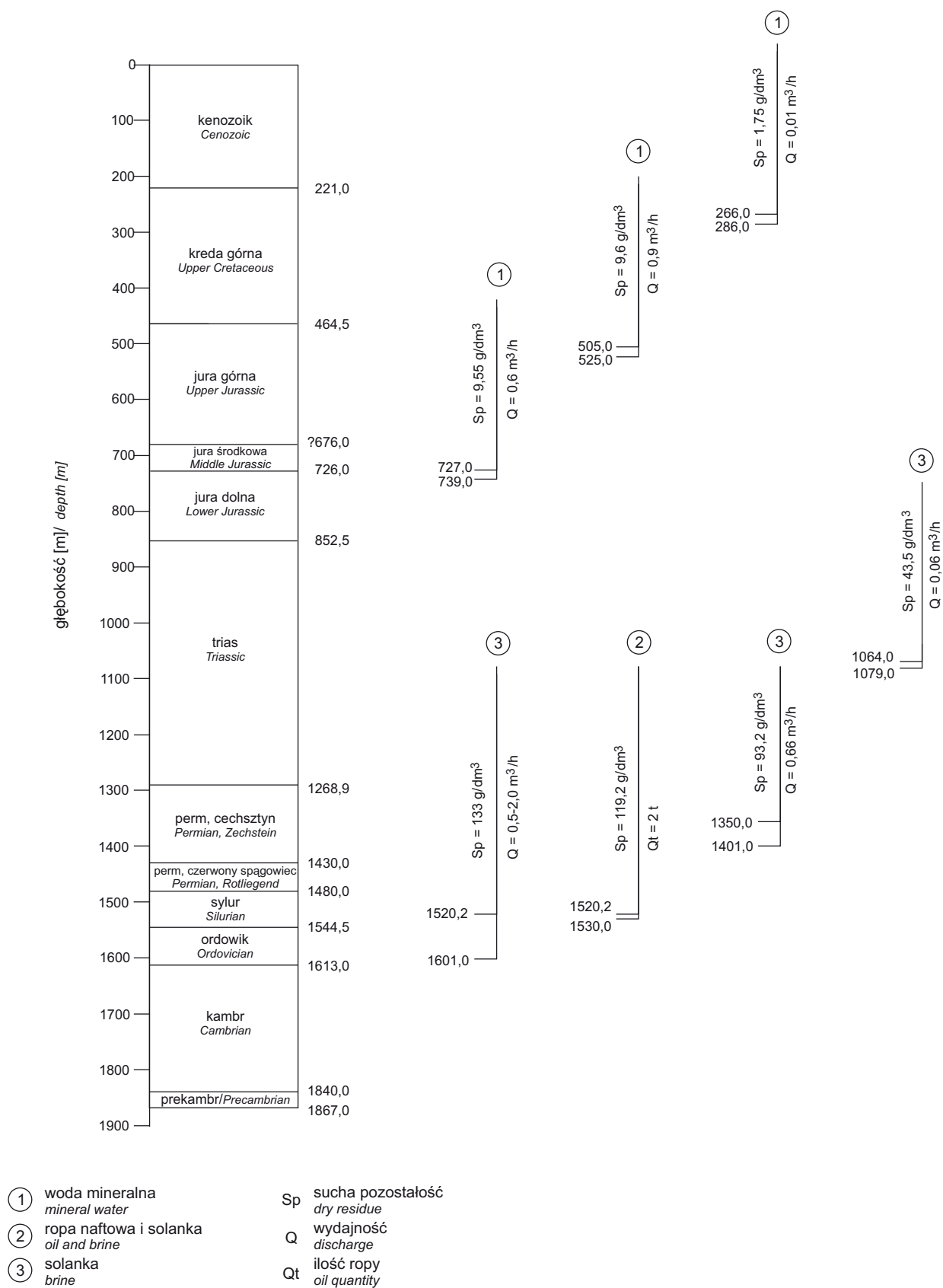


Fig. 51. Schemat opróbowania otworu wiertniczego Kętrzyn IG 1

Testing scheme of Kętrzyn IG 1 borehole

Tabela 27**Skład chemiczny solanki pobranej z głęb. 1520,2–1601,0 m (otwór wiertniczy Kętrzyn IG 1)**

Results of chemical analysis of brine sampled at 1520.2–1601.0 m interval (Kętrzyn IG 1 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	30 750,0	1 337,54	58,85
K ⁺	800,0	20,47	0,90
Ca ²⁺	13 050,0	651,52	28,67
Mg ²⁺	3 200,0	263,16	11,58
Fe ³⁺	0,0	0,00	0,00
Razem	47 800,0	2 272,69	100,00
Aniony			
Cl ⁻	78 400,0	2 211,57	98,30
HCO ₃ ⁻	48,0	0,79	0,04
SO ₄ ²⁻	258,0	5,37	0,24
Br ⁻	2 560,0	32,03	1,42
I ⁻	1,4	0,01	0,00
Razem	81 267,4	2 249,77	100,00
Łącznie	129 067,4	–	–

Tabela 28**Skład chemiczny gazu pobranego z głęb. 1520,2–1530,0 m (otwór wiertniczy Kętrzyn IG 1)**

Results of chemical analysis of gas sampled at 1520.2–1530.0 m interval (Kętrzyn IG 1 borehole)

Składnik	Zawartość [% obj.]
CH ₄	0,10
C ₂ H ₆	0,32
C ₃ H ₈	1,83
C ₄ H ₁₀	3,73
C ₅ H ₁₂	1,64
C ₆ H ₁₄	0,86
CO ₂	2,09
O ₂	4,56
H ₂	0,18
Ar	1,29
N ₂	83,40

W okresie od 19 grudnia 1965 r. do 25 stycznia 1966 r. wykonano sześciokrotnie wannę kwasową (80 litrów 34% HCl + 120 litrów wody + 1 litr formaliny). W wyniku tych zabiegów otwór oczyszczono, nie uzyskując jednak zwiększenia przepływu ropy, który nadal utrzymywał się w granicach 0,5–1,0 l/d. Nie zaobserwowano również przepływu solanki. W dniu 8 lutego 1966 r. wykonano zabieg hydroperforacji. Wykonawcą prac była ekipa Kopalnictwa Naftowego z Krosna. W odsłonięty pod rurami interwał głęb. 1520,2–1528,0 m wtłoczono pod ciśnieniem 250 at perforatorem kierunkowym o średnicy dyszy 5 mm ok. 4,5 m³ piasku kwarcowego Ø 0,3–0,5 mm z wodą. Przy próbie płukania otworu w celu usunięcia piasku po hydroperforacji przy odwrotnej cyrkulacji uzyskano chłonność złoża (ciśnienie 80 at, 3 m³ wody).

W dniu 13 lutego po wyciągnięciu z otworu rurek syfonowych zwierciadło płynu ustabilizowało się na głęb. 191,0 m. Z powierzchni płynu złyżkowano ok. 100 litrów emulsji ropnej zanieczyszczonej łem.

Dnia 14 lutego przy obniżeniu płynu do głęb. 800,0 m uzyskano 80 litrów emulsji ropnej zanieczyszczonej łem. W dniu 15 lutego po 8-godzinnej obserwacji otworu i po obniżeniu płynu do 1108,0 m uzyskano ok. 100 litrów emulsji ropnej zanieczyszczonej łem. W dniu 16 lutego po 8-godzinnej obserwacji otworu przy obniżonym płynie do głęb. 1108,0 m zebrano 15 litrów czystej ropy. Pobrano łyżką wiertniczą próbkę ropy naftowej w celu wykonania analizy. Była to lekka ropa średnioparafinowa o zawartości frakcji benzynowej ok. 18% obj. i naftowej ok. 34% obj. Ciężar właściwy ropy w temperaturze 20°C wynosił 0,8122 g/cm³, a w temperaturze 15°C wynosił 0,8135 g/cm³. Podział frakcji w zależności od temperatury wynosił: 180°C – 17,5%, 200°C – 25,5%, 240°C – 37,8%, 300°C – 59,0%.

W dniach 16–17 lutego podczas szczyptywania płynu do spodu otworu, to znaczy do stropu korka na głęb. 1530,0 m, uzyskano ok. 300 litrów emulsji ropnej nieco zanieczyszczonej łem. W dniu 18 lutego po 8-godzinnej obserwacji otworu uzyskano 15 litrów czystej ropy, a w dniu 19 lutego po 20-godzinnej obserwacji otworu uzyskano ok. 100 litrów ropy. Dnia 21 lutego po 43-godzinnej obserwacji otworu uzyskano ok. 200 litrów czystej ropy, a 22 lutego po 16 godzinach obserwacji 60 litrów czystej ropy naftowej. Dnia 18 lutego 1966 r. łyżką wiertniczą pobrano próbkę ropy naftowej. Ropę określono jako lekką, średnioparafinową. Zawartość frakcji benzynowej wynosiła ok. 19% obj., a frakcji naftowej ok. 33% obj. Ciężar właściwy ropy w temperaturze 20°C wynosił 0,8123 g/cm³, a w temperaturze 15°C wynosił 0,8137 g/cm³. Podział frakcji w zależności od temperatury wynosił: 180°C – 19,2%, 200°C – 26,5%, 240°C – 39,5%, 300°C – 60,5%.

Dnia 22 lutego 1966 r. wykonano zabieg wanny kwasowej przy podgrzaniu cieczy kwasującej do 50°C. Dnia 23 lutego uzyskano 50 litrów ropy naftowej, 25 lutego – 80 litrów, 3 marca – 180 litrów, a 7 marca – 70 litrów. Od dnia 8 marca ilość wydobywanej ropy uległa wyraźnemu zmniejszeniu do ok. 15 l/d, przy jednoczesnym wyraźnym przyplywie solanki w ilości 50–150 l/d.

Z dna otworu, znad stropu korka cementowego, pobrano łyżką próbkę solanki w celu wykonania analizy fizykochemicznej. Sucha pozostałość solanki wynosiła 119,2 g/dm³, ciężar właściwy wynosił 1,0848 g/cm³, a odczyn pH = 7,5. Solankę określono jako 11,9% chlorkowo-sodowo-wapniową (tab. 29). Wskaźniki hydrochemiczne wnoszą:

$$\frac{r_{\text{Na}}}{r_{\text{Cl}}} = 0,61 \quad \frac{r_{\text{SO}_4} \times 100}{r_{\text{Cl}}} = 1,42 \quad \frac{\text{Cl}}{\text{Br}} = 157,32$$

Wartości wskaźników wskazują na wody wypełniające zbiornik szczelny o całkowitej izolacji od powierzchni terenu i innych poziomów wodonośnych. Są to wody reliktowe, zmetamorfizowane.

Dnia 11 marca 1966 r. wykonano drugi zabieg hydroperforacji metodą hydroperforacji punktowej w odstępach 0,5 m, utrzymując dyszę w jednym punkcie przez 30 minut. Do dnia 29 marca szczypano codziennie ok. 180 l/d solanki oraz 6–15 litrów ropy. Do dnia 20 kwietnia codziennie szczypano ok. 100 litrów solanki i 6 litrów ropy naftowej. Dnia 21 kwietnia przeprowadzono szczelinowanie przy użyciu 12% HCl w ilości 10 m³ z dodatkiem 60 litrów formaliny i 50 litrów kwasu octowego. Chłonność złoża uzyskano przy 90 at. Po upływie 4 godzin złoże samoczynnie oddało kwas. Do dnia 21 maja przyływ ropy i solanki wynosił odpowiednio 20 i 230 l/d.

W związku ze stałym, lecz śladowym przyływem ropy naftowej w dniu 22 maja wykonano torpedowanie w interwale głęb. 1524,0–1528,0 m. Po torpedowaniu przyływ solanki wzrósł do ok. 350 l/d, ropy natomiast wynosił 7 l/d.

Ostatnim zabiegiem, mającym określić wartość złoża ropy, był przeprowadzony powtórnie zabieg szczelinowania. Szczelinowanie przeprowadzono 8 sierpnia 1966 r. przy użyciu dwukrotnie większej ilości cieczy kwasującej (użyto 20 m³ cieczy). W wyniku kwasowania uzyskano wzrost przyływu solanki do ok. 430 l/d oraz nieznaczny wzrost przyływu ropy do ok. 14 l/d.

Uzyskiwanie, pomimo wykorzystania wszystkich możliwych zabiegów udrażniających utwory kolektorskie, przez okres 9 miesięcy niewielkich, zaledwie litrowych, ilości ropy naftowej świadczy o istnieniu złoża o ilościach nieprzemysłowych. W związku z niewielkimi ilościami ropy naftowej oraz dopływem solanki badany interwał zlikwidowano korkiem cementowym do głęb. 1518,0 m, co umożliwiło opróbowanie poziomów zbiornikowych permu, triasu, jury i kredy. Ze wszystkich opróbowanych poziomów uzyskano przyływy solanek i wód mineralnych.

Poziom 1350,0–1401,0 m – perm, cechsztyń (dolomity, margle)

Wynik:

- samoczynny wypływ solanki
- wydajność 0,66 m³/h

Poziom udostępniono do badań przez perforację bezpociiskową rur Ø 6½". Perforację wykonano 9 września 1966 r., oddając 250 skutecznych strzałów. Po perforacji nastąpił samoczynny wypływ solanki w wysokości 0,66 m³/h. Dnia 9 września pobrano próbkę solanki w celu wykonania analizy fizykochemicznej. Solankę o suchej pozostałości, wyno-

Tabela 29

Skład chemiczny solanki pobranej z głęb. 1520,2–1530,0 m (otwór wiertniczy Kętrzyn IG 1)

Results of chemical analysis of brine sampled at 1520.2–1530.0 m interval (Kętrzyn IG 1 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	29 000	1 261,42	62,75
K ⁺	424	10,85	0,54
Ca ²⁺	10 000	499,25	24,84
Mg ²⁺	2 900	238,49	11,87
Fe ³⁺	ślady	0,00	0,00
Razem	42 324	2 010,01	100,00
Aniony			
Cl ⁻	73 000	2 059,24	98,27
HCO ₃ ⁻	78	1,28	0,06
SO ₄ ²⁻	1 400	29,14	1,39
Br ⁻	464	5,81	0,28
Razem	74 942	2 095,47	100,00
Łącznie	117 266	–	–

szącej 93,2 g/dm³, ciężar właściwy 1,0658 g/cm³ i odczynie obojętnym (pH = 7) scharakteryzowano jako 9,32% solankę chlorkowo-sodową (tab. 30). Wartości wskaźników hydrochemicznych wnoszą:

$$\frac{r_{\text{Na}}}{r_{\text{Cl}}} = 0,68 \quad \frac{r_{\text{SO}_4} \times 100}{r_{\text{Cl}}} = 3,08 \quad \frac{\text{Cl}}{\text{Br}} = 154,9$$

Wartości wskaźników wskazują na wody sedimentacyjne, reliktowe. Śladów bituminów nie stwierdzono.

Poziom 1064,0–1079,0 m – trias dolny, pstry piaskowiec środkowy (piaskowce)

Wynik:

- samoczynny wypływ solanki
- wydajność 0,06 m³/h

Poziom zbiornikowy odsłonięto, wykonując w dniu 17 września 1966 r. perforację bezpociiskową rur Ø 6½" w interwałach głęb. 1064,0–1069,0 i 1073,0–1079,0 m. Oddano łącznie 110 skutecznych strzałów. Po trwającej jedną dobę przerwie nastąpił samoczynny wypływ solanki w ilości 0,06 m³/h. Śladów bituminów nie stwierdzono. W dniu 24 września pobrano próbkę solanki w celu wykonania analizy fizykochemicznej. Sucha pozostałość solanki wynosiła 43,5 g/dm³, ciężar właściwy 1,0319 g/cm³, a odczyn pH = 7. Płyn określono jako 4,35% solankę chlorkowo-sodową (tab. 31). Wskaźniki hydrochemiczne wnoszą:

$$\frac{r_{\text{Na}}}{r_{\text{Cl}}} = 0,68 \quad \frac{r_{\text{SO}_4} \times 100}{r_{\text{Cl}}} = 8,23 \quad \frac{\text{Cl}}{\text{Br}} = 216,1$$

Tabela 30**Skład chemiczny solanki pobranej z głęb. 1350,0–1401,0 m (otwór wiertniczy Kętrzyn IG 1)**

Results of chemical analysis of brine sampled at 1350.0–1401.0 m interval (Kętrzyn IG 1 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	23 750,0	1 033,00	66,31
K ⁺	315,0	8,06	0,52
Ca ²⁺	5 900,0	294,56	18,91
Mg ²⁺	2 700,0	222,04	14,26
Fe ³⁺	0,1	0,01	0,00
Razem	32 665,1	1 557,67	100,00
Aniony			
Cl ⁻	54 200,0	1 528,91	96,68
HCO ₃ ⁻	61,0	1,00	0,06
SO ₄ ²⁻	2 260,0	47,04	2,98
Br ⁻	350,0	4,38	0,28
I ⁻	0,0	0,00	0,00
Razem	56 871,0	1 581,33	100,00
Łącznie	89 536,1	–	–

Wartości te wskazują na zbliżone warunki występowania solanek z badanego poziomu do tych z poziomu 1350,0–1401,0 m.

Poziom 727,0–739,0 m – jura dolna (piaskowce)

Wynik:

- samoczynny wypływ wody średnio zmineralizowanej
- wydajność 0,6 m³/h

W dniu 28 września 1966 r. sperforowano bezpociskowo rury Ø 6 5/8" i Ø 9 5/8" w interwale głęb. 727,0–739,0 m, oddając 120 skutecznych strzałów. Bezpośrednio po perforacji nastąpił samoczynny wypływ wody w ilości 0,6 m³/h. Śladów bituminów nie stwierdzono. Po upływie 24 godzin wypływ ustał z powodu powstania w otworze do głęb. 190,0 m korka piaszczystego. W dniu 30 września pobrano łyżką próbkę wody o suchej pozostałości, wynoszącej 9,55 g/dm³, ciężarze właściwym 1,0065 g/cm³ i pH = 7. Wodę określono jako 0,96% średnio zmineralizowaną typu chlorowo-sodowego (tab. 32). Wartości wskaźników hydrochemicznych wynoszą:

$$\frac{rNa}{rCl} = 0,87 \quad \frac{rSO_4 \times 100}{rCl} = 4,23 \quad \frac{Cl}{Br} = 257,1$$

Wartości te świadczą o utrudnionym kontakcie z wodami powierzchniowymi i infiltracyjnymi. Dopływ wody jest powolny, a ich wymiana nieznaczna.

Tabela 31**Skład chemiczny solanki pobranej z głęb. 1064,0–1079,0 m (otwór wiertniczy Kętrzyn IG 1)**

Results of chemical analysis of brine sampled at 1064.0–1079.0 m interval (Kętrzyn IG 1 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	10 650	463,25	63,78
K ⁺	102	2,61	0,36
Ca ²⁺	2 500	124,81	17,18
Mg ²⁺	1650	135,69	18,68
Fe ³⁺	0	0,00	0,00
Razem	14 902	726,36	100,00
Aniony			
Cl ⁻	24 200	682,65	92,10
HCO ₃ ⁻	58	0,95	0,13
SO ₄ ²⁻	2 700	56,20	7,58
Br ⁻	112	1,40	0,19
I ⁻	0	0,00	0,00
Razem	27 070	741,20	100,00
Łącznie	41 972	–	–

Tabela 32**Skład chemiczny wody pobranej z głęb. 727,0–739,0 m (otwór wiertniczy Kętrzyn IG 1)**

Results of chemical analysis of water sampled at 727.0–739.0 m interval (Kętrzyn IG 1 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	3 050	132,67	84,22
K ⁺	72	1,84	1,17
Ca ²⁺	255	12,73	8,08
Mg ²⁺	125	10,28	6,53
Fe ³⁺	0	0,00	0,00
Razem	3 502	157,52	100,00
Aniony			
Cl ⁻	5 400	152,33	94,42
HCO ₃ ⁻	140	2,29	1,42
SO ₄ ²⁻	310	6,45	4,00
Br ⁻	21	0,26	0,16
I ⁻	0	0,00	0,00
Razem	5 871	161,33	100,00
Łącznie	9 373	–	–

Poziom 505,0–525,0 m – jura górna (margle)

Wynik:

- samoczynny wypływ wody średnio zmineralizowanej
- wydajność 0,9 m³/h

Poziom do badań odsłonięto, perforując bezpociskowo w dniu 12 października w interwale głęb. 505,0–525,0 m rury Ø 6⁵/₈" i Ø 9⁵/₈". Oddano 200 skutecznych strzałów, uzyskując samoczynny wypływ wody średnio zmineralizowanej w ilości 0,9 m³/h. Dnia 14 października pobrano próbkę wody do analizy fizykochemicznej. Sucha pozostałość wynosiła 9,6 g/dm³, a ciężar właściwy 1,0077 g/cm³. Wodę scharakteryzowano jako 0,96% średnio zmineralizowaną typu chlorkowo-sodowego (tab. 33). Wartości wskaźników hydrochemicznych wynoszą:

$$\frac{r\text{Na}}{r\text{Cl}} = 0,85 \quad \frac{r\text{SO}_4 \times 100}{r\text{Cl}} = 0,46 \quad \frac{\text{Cl}}{\text{Br}} = 294,7$$

Warunki występowania wód są zbliżone do wód z poziomu 727,0–739,0 m. Śladów bituminów nie stwierdzono.

Poziom 266,0–286,0 m – kreda górna (gezy)

Wynik:

- samoczynny wypływ wody słabo zmineralizowanej
- wydajność 0,01 m³/h

Dnia 20 października perforowano bezpociskowo w interwale głęb. 266,0–286,0 m rury Ø 6⁵/₈" i Ø 9⁵/₈", oddając 200 skutecznych strzałów. Uzyskano samoczynny wypływ wody słabo zmineralizowanej w ilości 0,01 m³/h. W dniu 26 października pobrano próbkę wody do analizy laboratoryjnej. Była to woda o suchej pozostałości wynoszącej 1,75 g/dm³, ciężarze właściwym 1,0021 g/cm³ i odczynie obojętnym (pH = 7). Wodę określono jako 0,15% słabo zmineralizowaną typu chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowego (tab. 34). Wartość wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl wynosząca 1,65 świadczy, że jest to woda zalegająca w strefie aktywnej wymiany, z silnym kontaktem z wodami powierzchniowymi.

Tabela 33

**Skład chemiczny wody pobranej z głęb. 505,0–525,0 m
(otwór wiertniczy Kętrzyn IG 1)**

Results of chemical analysis of water sampled
at 505.0–525.0 m interval (Kętrzyn IG 1 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	3 100	134,84	80,90
K ⁺	72	1,84	1,10
Ca ²⁺	232	11,58	6,95
Mg ²⁺	224	18,42	11,05
Fe ³⁺	0	0,00	0,00
Razem	3 628	166,68	100,00
Aniony			
Cl ⁻	5 600	157,97	96,06
HCO ₃ ⁻	336	5,51	3,35
SO ₄ ²⁻	35	0,73	0,44
Br ⁻	19	0,24	0,15
I ⁻	0	0,00	0,00
Razem	5 990	164,45	100,00
Łącznie	9 618	–	–

Tabela 34

**Skład chemiczny wody pobranej z głęb. 266,0–286,0 m
(otwór wiertniczy Kętrzyn IG 1)**

Results of chemical analysis of water sampled
at 266.0–286.0 m interval (Kętrzyn IG 1 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	515,0	22,40	90,58
K ⁺	18,0	0,46	1,86
Ca ²⁺	20,0	1,00	4,04
Mg ²⁺	10,0	0,82	3,32
Fe ³⁺	0,9	0,05	0,20
Razem	563,9	24,73	100,00
Aniony			
Cl ⁻	480,0	13,54	53,82
HCO ₃ ⁻	665,0	10,90	43,32
SO ₄ ²⁻	33,0	0,69	2,74
Br ⁻	2,0	0,03	0,12
I ⁻	0,0	0,00	0,00
Razem	1 180,0	25,16	100,00
Łącznie	1 743,9	–	–

OTWÓR WIERTNICZY KĘTRZYN IG 2

Wiercenie zakończono dnia 28 stycznia 1964 r. na głęb. 1552,7 m w skałach krystalicznych podłoża. Otwór zarurowano kolumną rur $\varnothing 9\frac{1}{8}$ " do głęb. 712,3 m. Głębiej, do końcowej głębokości, otwór był nie zarurowany, co uniemożliwiło opróbowanie poziomów zbiornikowych starszych od poziomu jury górnej. Brak śladów węglowodorów w rdzeniu i w płucze wiertniczej podczas przewiercania poziomów starszych od jury górnej, jak również wyniki interpretacji karotaży geofizyki otworowej, wskazujące na brak węglowodorów, spowodowały, że zaniechano przeprowadzania kosztownych i długotrwałych prac związanych z rurowaniem dolnej partii otworu w celu przystosowania go do opróbowania. Opróbowano jedynie poziomy zbiornikowe jury górnej i kredy górnej (fig. 52). Parametry zbiornikowe głębszych, niebadanych poziomów wodonośnych, podaje się jedynie na podstawie opisu litologicznego przewierconych utworów oraz interpretacji karotaży geofizyki otworowej. Tworzące dno zbiornika skały podłoża krystalicznego posiadają charakter warstw nieprzepuszczalnych. Nieznaczne zawodnienie może występować jedynie w strefie wietrzeniowej. W utworach kambry poziomy charakteryzujące się znacznymi przypływami występują na głęb. 1505,5–1509,7 i 1530,7–1533,7 m w piaskow-

cach średnioziarnistych z żelazistymi oolitami. Utwory permu to przeważnie dolomity i wapienie pseudoolitowe i oolitowe oraz detrytyczne, podścielone zlepioncami czerwonego spągowca. Wszystkie, bardziej porowate, warstwy są wypełnione solankami. Solanki o mineralizacji nieprzekraczającej 40 g/dm³ występują w piaskowcach środkowego pstręgo piaskowca. W utworach jury dolnej występują wody o mineralizacji dochodzącej do 15 g/dm³. Utwory jury dolnej tworzą z piaszczystymi poziomami jury środkowej wspólny poziom wodonośny o dużych przypływach.

Opróbowanie otworu przeprowadzono na podstawie projektu opracowanego przez L. Bojarskiego. Poziomy do badań wyznaczili S. Depowski i L. Bojarski. Dozór opróbowania pełnili T. Kwolek i W. Kowalczyk. Analizy chemiczne wód wykonano w Głównym Laboratorium Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Poziom 712,3–750,0 m – jura górna (wapienie)

Wynik:

- przypływ wody średnio zmineralizowanej
- wydajność 1,5 m³/h

Otwór od spodu do głęb. 780,0 m zapelniono pastą łożowocementową, zużywając 9,3 ton cementu oraz 28 m³ płuczki, a następnie na głęb. 750,0–780,0 m wykonano korek cementowy używając cementu „Portland 350”. Opróbowano poziom odsłonięty między stropem korka cementowego a butem rur $\varnothing 9\frac{1}{8}$ ". Poziom opróbowano przez szczypanie wody łyżką wiertniczą.

Przed rozpoczęciem szczypania zwierciadło wody w otworze było na głęb. 69,8 m. W dniu 25 lutego 1964 r. szczypano 90 łyżek, a w dniu 26 lutego – 127 łyżek. Łącznie szczypano 65 m³ wody. Poziom hydrostatyczny po trwającej 22 godziny stojce ustabilizował się na głęb. 20 m poniżej terenu. Przypływ wody określono na 1,5 m³/h. W dniu 27 lutego pobrano próbkę wody w celu wykonania analizy fizykochemicznej. Suma składników stałych wynosiła 6834 mg/dm³, ciężar właściwy 1,006 g/cm³, a odczyn był obojętny (pH = 7). Wodę scharakteryzowano jako 0,7% średnio zmineralizowaną chlorkowo-sodową (tab. 35). Wartości wskaźników hydrochemicznych wynoszą:

$$\frac{r_{\text{Na}}}{r_{\text{Cl}}} = 0,78 \quad \frac{r_{\text{SO}_4} \times 100}{r_{\text{Cl}}} = 3,89 \quad \frac{\text{Cl}}{\text{Br}} = 2,9$$

Wartości wskaźników wskazują na wody sedymentacyjne, reliktowe, występujące w zbiorniku o dobrej i długo trwającej izolacji od wód współczesnej infiltracji.

Po zakończeniu opróbowania badany poziom odizolowano korkiem cementowym założonym na głęb. 530,0–580,0 m. W dniu 3 marca sprawdzono szczelność korka. Po szczypaniu wody do głęb. 520,0 m stwierdzono brak przypływu, co świadczyło o szczelności korka.

Tabela 35

Skład chemiczny wody pobranej z głęb. 712,3–750,0 m (otwór wiertniczy Kętrzyn IG 2)

Results of chemical analysis of water sampled at 712.3–750.0 m interval (Kętrzyn IG 2 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺ + K ⁺	2 046	89,00	79,32
Ca ²⁺	183	9,14	8,15
Mg ²⁺	171	14,06	12,53
Fe ³⁺	0	0,00	0,00
Razem	2 400	112,20	100,00
Aniony			
Cl ⁻	4 060	114,53	94,21
HCO ₃ ⁻	146	2,39	1,97
SO ₄ ²⁻	214	4,46	3,67
I ⁻ + Br ⁻	14	0,18	0,15
Razem	4 434	121,56	100,00
Łącznie	6 834	–	–

Poziom 506,0–518,0 m i 525,0–529,0 – kreda górna (wapienie)

Wynik:

- przyływ wody słabo zmineralizowanej
- wydajność 1,112 m³/h

W dniu 21 marca 1964 r. wykonano perforację bezpoci-skową rur $\varnothing 9\frac{5}{8}$ " na głęb. 525,0–529,0 i 506,0–518,0 m. Oddano 160 skutecznych strzałów. Po perforacji szcerpywano płyn złożowy obniżając lustro wody do głęb. 532,0 m. Po upływie 18 godzin od zakończenia szcerpywania poziom płynu w otworze podniósł się do głęb. 356,0 m. Obniżono poziom płynu do głęb. 402,0 m i kontynuowano szcerpywanie w celu określenia wydajności poziomu. Stwierdzono, że przyływ wyniósł 1,112 m³/h przy depresji 25 m. Łącznie podczas badań szcerpano 21,4 m³ płynu złożowego.

W dniu 22 marca pobrano próbkę wody do analizy fizykochemicznej. Suma składników stałych wody wynosiła 2637,5 mg/dm³, ciężar właściwy 1,0013 g/cm³, a odczyn pH = 7. Wodę scharakteryzowano jako 0,25% słabo zmineralizowaną chlorkowo-sodową (tab. 36). Wartość wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl, wynosząca 1,05, świadczy o kontakcie z wodami zwykłymi strefy aktywnej wymiany.

Po zakończeniu opróbowania badany poziom odizolowano korkiem cementowym założonym na głęb. 298,0–335,0 m.

Poziom 276,0–293,0 m – kreda górna (piaski drobno-ziarniste, glaukonitowe)

Wynik:

- przyływ wody słabo zmineralizowanej
- wydajność 0,432 m³/h

W dniu 7 kwietnia 1964 r. wykonano perforację bezpoci-skową rur $\varnothing 9\frac{5}{8}$ " na głęb. 278,0–293,0 m oddając 150 skutecznych strzałów. Bezpośrednio po perforacji przeprowadzono szcerpywanie płynu złożowego. Szcerpano łącznie 8,8 m³ płynu utrzymując poziom płynu w otworze na głęb. 298,0 m. Po 18-godzinnej stójce poziom podniósł się do głębokości 211,0 m poniżej terenu. Przyływ określony szcerpywaniem wyniósł 0,432 m³/h. Dnia 9 kwietnia pobrano próbkę wody do badań laboratoryjnych. Suma składników stałych wynosiła 3983,0 mg/dm³, a ciężar właściwy 1,0017 g/cm³. Wodę scharakteryzowano jako 0,27% słabo zmineralizowaną wodorowęglanowo-wapniowo-sodową (tab. 37). Wskaźnik hydrochemiczny rNa/rCl wynoszący 2,82, przy niskiej mineralizacji, świadczy o silnym kontakcie z wodami współczesnej infiltracji.

Po zakończeniu badań otwór zlikwidowano korkiem cementowym założonym na głęb. 0,0–70,0 m.

Tabela 36

Skład chemiczny wody pobranej z głęb. 506,0–518,0 i 525,0–529,0 m (otwór wiertniczy Kętrzyn IG 2)

Results of chemical analysis of water sampled at 506,0–518,0 and 525,0–529,0 m interval (Kętrzyn IG 2 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺ + K ⁺	959,0	41,71	94,27
Ca ²⁺	22,0	1,10	2,49
Mg ²⁺	17,0	1,40	3,17
Fe ³⁺	0,5	0,03	0,07
Razem	998,5	44,24	100,00
Aniony			
Cl ⁻	1 285,0	36,25	86,37
HCO ₃ ⁻	205,0	3,36	8,01
SO ₄ ²⁻	144,0	2,30	5,48
I ⁻ + Br ⁻	5,0	0,06	0,14
Razem	1 639,0	41,97	100,00
Łącznie	2 637,5	–	–

Tabela 37

Skład chemiczny wody pobranej z głęb. 276,0–293,0 m (otwór wiertniczy Kętrzyn IG 2)

Results of chemical analysis of water sampled at 276,0–293,0 m interval (Kętrzyn IG 2 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺ + K ⁺	474	20,62	39,91
Ca ²⁺	622	31,05	60,09
Mg ²⁺	0	0,00	0,00
Fe ³⁺	0	0,00	0,00
Razem	1 096	51,67	100,00
Aniony			
Cl ⁻	259	7,31	14,50
HCO ₃ ⁻	2 620	42,93	85,18
SO ₄ ²⁻	7	0,15	0,30
I ⁻ + Br ⁻	1	0,01	0,02
Razem	2 887	50,40	100,00
Łącznie	3 983	–	–

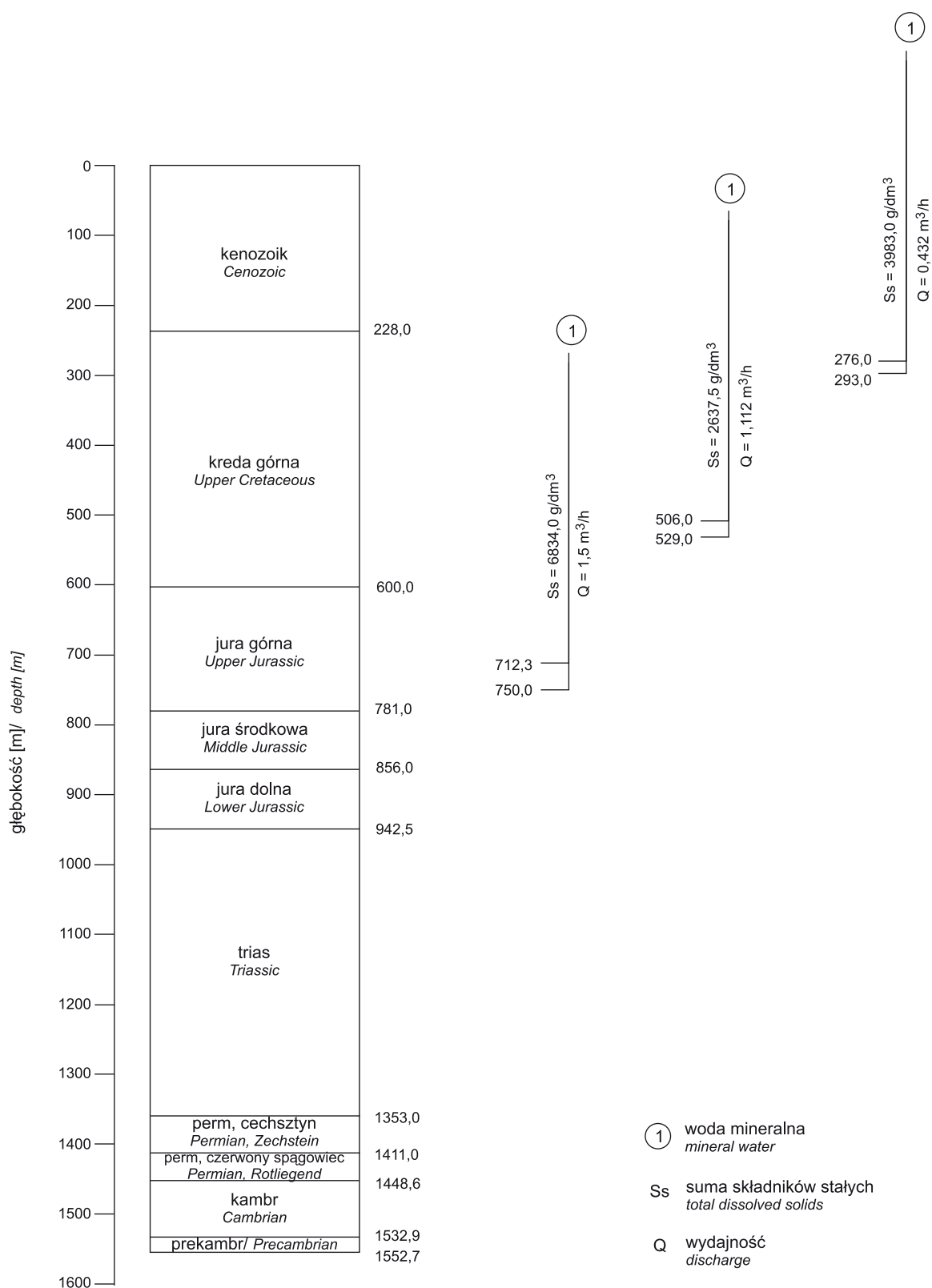


Fig. 52. Schemat opróbowania otworu wiertniczego Kętrzyn IG 2

Testing scheme of Kętrzyn IG 2 borehole

PODSUMOWANIE

Podczas opróbowania otworu wiertniczego Kętrzyn IG 1 uzyskano z wapieni sylurskich, występujących na głęb. 1520,2–1530,0 m, śladowy przypływ ropy naftowej. Podczas trwania badań (ok. 9 miesięcy) przeprowadzano specjalne zabiegi mające na celu zwiększenie przypływu, mimo to uzyskano zaledwie 2 tony ropy naftowej. Po stwierdzeniu jedynie śladowego, nie mającego znaczenia przemysłowego, przypływu ropy z jednoczesnym dopływem z tego samego poziomu solanki, opróbowany poziom zlikwidowano korkiem cementowym.

Badania fizykochemiczne wód nawierconych otworami Kętrzyn IG 1 i Kętrzyn IG 2 wykazały wyraźną strefowość ich występowania. W stropowych partiach utworów kredowych i w utworach kenozoicznych występują wody słabo zmineralizowane typu wodorowęglanowo-sodowego lub wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowego o mineralizacji nieprzekraczającej 4 g/dm³, znajdujące się w strefie intensywnej infiltracji z powierzchni terenu. Poziomy starsze stanowią zbiorniki wód typu chlorkowo-sodowo-wapniowego lub chlorkowo-sodowego o mineralizacji wzrastającej wraz z głębokością występowania od ok. 10 do ponad 130 g/dm³. Wyniki analiz laboratoryjnych wód pobranych podczas wiercenia otworu Kętrzyn IG 1 wykazały, że wraz z głębokością zmniejsza się procentowa zawartość jonów sodowych na korzyść jonów wapniowych, podobnie w poziomach leżących poniżej utworów kredowych jony wodorowęglanowe są zastępowane jonami chlorkowymi (fig. 53). Poziomy głębsze stanowią zbiorniki izolowane od wód infiltrujących współcześnie. Leżą one w strefie perspektywicznej pod względem hydrochemicznym dla zachowania się złóż węglowodorów. W otworze Kętrzyn IG 2 poziomów starszych od jurajskiego ze względów technicznych nie opróbowano.

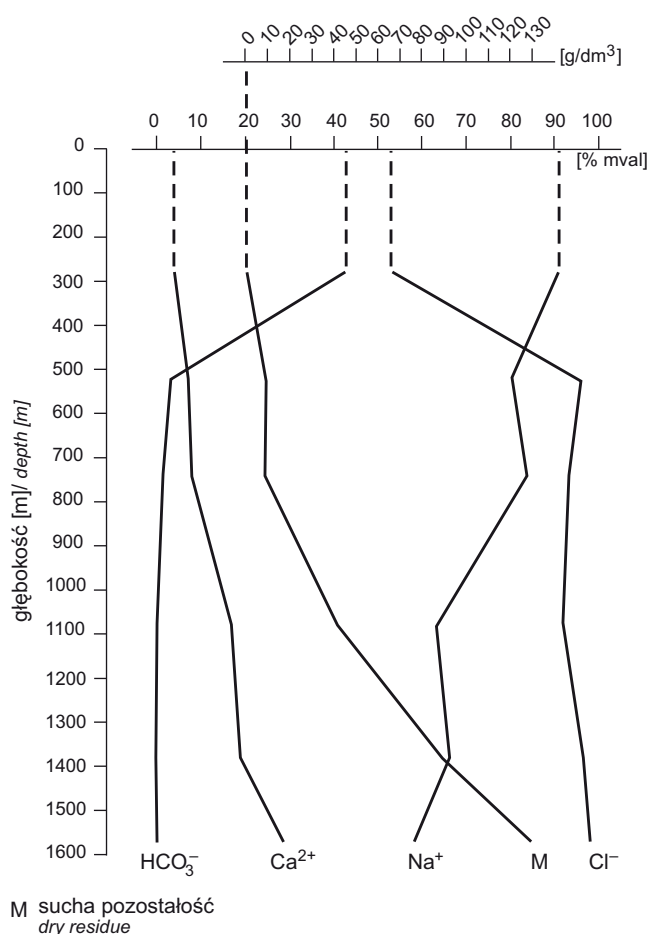


Fig. 53. Profil hydrochemiczny (otwór wiertniczy Kętrzyn IG 1)

Hydrochemical profile (Kętrzyn IG 1 borehole)