

WYNIKI OPRÓBOWAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH

WSTĘP

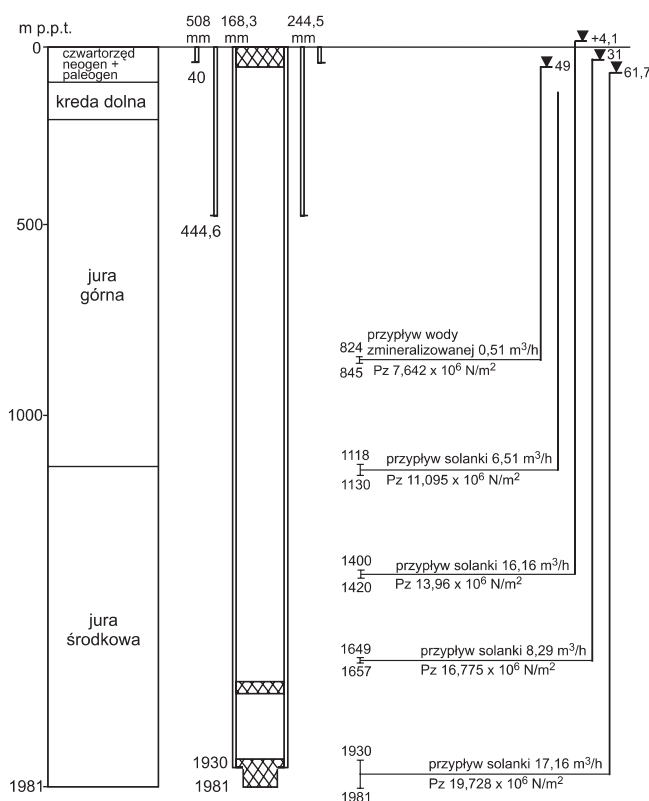
Celem opróbowania hydrogeologicznego otworu wiertniczego Ciechocinek IG 2 była ocena warunków hydrochemicznych i hydrodynamicznych poziomów wodonośnych jury środkowej i drugorzędnie jury górnej oraz kredy. Jednym z ważniejszych celów badań było określenie możliwości zachowania się węglowodorów w opróbowanych poziomach.

Badania przeprowadzono próbnikiem rurowym typu KII-95. Opróbowania przeprowadziła ekipa Zespołu Opróbowania i Cementowania Przedsiębiorstwa Robót Wiertniczych i Górniczych w Warszawie. Opróbowano 5 poziomów zbiornikowych: 4 poziomy jury środkowej i 1 poziom jury górnej (fig. 35).

Dozór specjalistyczny z ramienia Instytutu Geologicznego w trakcie opróbowania pełnili A. Sokołowski i Z. Sowiński. Nadzór nad badaniami sprawował L. Bojarski. Poziomy zbiornikowe do badań wytypowali J. Szewczyk i L. Bojarski. Analizy chemiczne solanek i wód zmineralizowanych wykonali A. Chabło, E. Górecka i E. Maciołek w laboratorium Zakładu Geochemii i Chemii Analitycznej Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Fig. 35. Schemat opróbowania otworu

Scheme of borehole testing



OPRÓBOWANIE POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Opróbowany poziom: 1930–1981 m (jura środkowa – piaskowce)

Przypływ solanki

Przypływ $17,16 \text{ m}^3/\text{h}$

Ciśnienie złożowe $P_z = 19,728 \times 10^6 \text{ N/m}^2$

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 28–29 maja 1990 r., po zakończeniu głębinienia otworu. Badania wykonano w otworze niezarurowanym, pod butem rur o $\varnothing 168,3 \text{ mm}$, metodą jednokrotnego odcięcia przypływu (fig. 36). Zastosowano 100% depresję wywołania przypływu. Uzyskano następujące wyniki (fig. 36):

I okres przypływu: ciśnienie od $19,286 \times 10^6$ do $19,630 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, czas – 505 minut;

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie od $19,630 \times 10^6$ do $19,728 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, czas – 80 minut.

Efektywny czas przypływu wyniósł 25 min. W tym czasie do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło $7,15 \text{ m}^3$ solanki. Średni przypływ wyniósł $17,16 \text{ m}^3/\text{h}$. Zwierciadło solanki ustabilizowało się na głębokości 61,7 m. Ujemna wartość skin efektu ($-4,5$) świadczy o braku uszkodzenia strefy przyodwiertowej. Współczynnik przepuszczalności wynosił 291 mD, co świadczy o bardzo korzystnych właściwościach zbiornikowych opróbowanych piaskowców. Ciśnienie złożowe wyniosło $19,728 \times 10^6 \text{ N/m}^2$.

Pobrano próbkę solanki charakteryzującej się następującymi właściwościami fizykochemicznymi: mineralizacja ogólna – $98\,377,44 \text{ mg/dm}^3$, sucha pozostałość – $94\,828 \text{ g/dm}^3$, ciężar właściwy – $1,063 \text{ g/cm}^3$, $\text{pH} = 7,48$.

W tabeli 9 przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych solanki. Duża wartość wskaźników hydrochemicznych

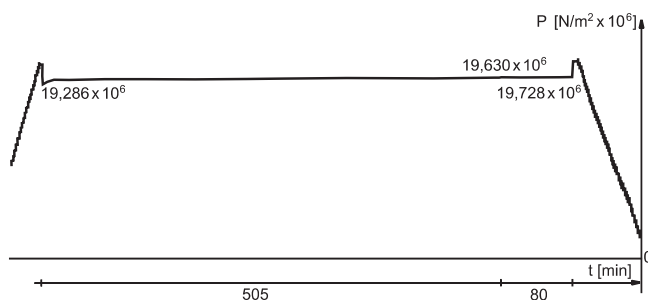


Fig. 36. Opróbowanie poziomu 1930–1981 m

Testing of 1930–1981 m interval

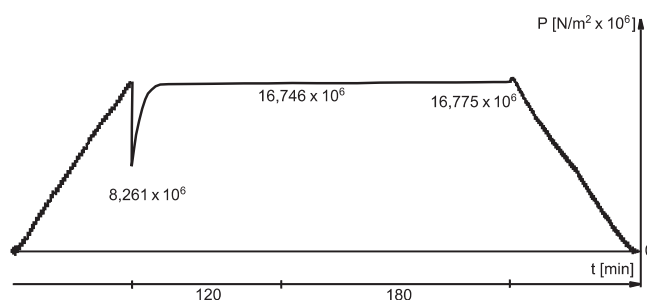


Fig. 37. Opróbowanie poziomu 1649–1657 m

Testing of 1649–1657 m interval

$r_{Na} : r_{Cl} = 0,89$ i $r_{Cl} : r_{Br} = 659$ oraz zawartość $NaCl - 91\%$ świadczą o powiązaniu genetycznym solanki z solami kamiennymi występującymi w obrębie struktury solnej Ciechoćka. Na podstawie wartości wskaźników hydrochemicznych należy stwierdzić, że niewielki stopień zaawansowania przemian chemicznych wskazuje na brak w spągowych partiach utworów jury środkowej korzystnych warunków do zachowania się złóż węglowodorów.

Po usunięciu z otworu wiertniczego próbnika, w dniach 29–30 maja 1990 r. przeprowadzono obserwację zachowania się płuczki wiertniczej w aspekcie możliwości uzyskania samowypływu. Samowypływu nie uzyskano.

Po zakończeniu opróbowania badany poziom zlikwidowano korkiem cementowym do głębokości 1700 m.

Opróbowany poziom: 1649–1657 m (jura środkowa – piaskowce)

Przyływ solanki

Przyływ $8,29 \text{ m}^3/\text{h}$

Ciśnienie złożowe $P_z = 16,775 \times 10^6 \text{ N/m}^2$

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 5–6 maja 1990 r. w otworze zarurowanym kolumną rur o $\varnothing 168,3 \text{ mm}$. Poziom zbiornikowy udostępniono do badań poprzez perforację. Opróbowanie wykonano metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 37). Zastosowano 100% depresję wywołania przyływu. Uzyskano następujące wyniki (fig. 37):

I okres przyływu: ciśnienie od $8,261 \times 10^6$ do $16,746 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, czas – 120 minut;

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie od $16,746 \times 10^6$ do $16,775 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, czas – 180 minut.

Efektywny czas przyływu wyniósł 39 min. Do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło w tym czasie $5,46 \text{ m}^3$ solanki. Średni przyływ wyniósł więc $8,29 \text{ m}^3/\text{h}$. Zwierciadło statyczne solanki ustabilizowano na głębokości 31 m. Ciśnienie złożowe wyniosło $16,775 \times 10^6 \text{ N/m}^2$. Promień zasięgu badania wyniósł 234,5 m, co świadczy o dalekim drenażu skał zbiornikowych. Średnia przepuszczalność badanych piaskowców jest bardzo duża, efektywny współczynnik przepuszczalności wynosi 684 mD. Wydajność potencjalną określono na $87,6 \text{ m}^3/\text{h}$. Dodatnia wartość skin efektu (+9,7) świadczy o uszkodzeniu strefy przyodwiertowej. Po usunięciu uszkodzenia (metodą kopalnianą) wydajność potencjalna może wzrosnąć.

Podczas opróbowania pobrano próbkę solanki do badań fizykochemicznych. Solankę określono jako 6% wodę chlorowo-sodową o ciężarze właściwym $1,04 \text{ g/cm}^3$ i $\text{pH} = 6,8$. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli 10.

Solanka ta charakteryzuje się mineralizacją niższą o około 30% od solanki występującej w poziomie zbiornikowym zalegającym na głębokości 1930–1981 m, jednak wartość wska-

Tabela 9

Wyniki badań chemicznych solanki pobranej podczas opróbowania poziomu zbiornikowego 1930–1981 m

Results of chemical analysis of brine sampled at 1930–1981 m interval

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
kationy			
Na ⁺	34 500	1500	90,96
K ⁺	296	7,57	0,46
Ca ²⁺	1950	97,1	5,89
Mg ²⁺	508	41,8	2,54
Fe ²⁺	0,36	0,019	0,00
Mn ²⁺	0,83	0,03	0,00
Li ⁺	2,84	0,4	0,02
Sr ²⁺	94,8	2,16	0,13
Cu ²⁺	<0,1	0,003	0,00
Pb ²⁺	<0,2	0,001	0,00
Ni ²⁺	<0,2	0,006	0,00
Zn ²⁺	3,6	0,011	0,00
Razem	37 356,93	1649,10	100,00
aniony			
Cl ⁻	59 900	1690	98,83
Br ⁻	91	1,14	0,07
J ⁻	4,2	0,033	0,00
F ⁻	0,31	0,016	0,00
HCO ₃ ⁻	561	9,19	0,54
SO ₄ ²⁻	464	9,66	0,56
Razem	61 020,51	1710,04	100,00

Tabela 10

Wyniki badań chemicznych solanki pobranej podczas opróbowania poziomu zbiornikowego 1649–1657 m

Results of chemical analysis of brine sampled at 1649–1657 m interval

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
kationy			
Na ⁺	20500	890	85,82
K ⁺	282	7,21	0,70
Ca ²⁺	1710	85,2	8,22
Mg ²⁺	608	50	4,82
Fe ²⁺	45,4	2,44	0,24
Mn ²⁺	2,06	0,07	0,01
Li ⁺	3,52	0,5	0,05
Sr ²⁺	54,9	1,25	0,12
Cu ²⁺	<0,1	0,003	0,00
Pb ²⁺	<0,2	0,001	0,00
Ni ²⁺	<0,2	0,006	0,00
Zn ²⁺	5,5	0,016	0,02
Razem	23 211,88	1036,84	100,00
aniony			
Cl ⁻	36100	1020	98,36
Br ⁻	61	0,76	0,07
J ⁻	3,2	0,02	0,00
F ⁻	0,76	0,04	0,00
HCO ₃ ⁻	976	16	1,55
SO ₄ ²⁻	12	0,25	0,02
Razem	37 152,96	1037,07	100,00

ników hydrochemicznych $r_{Na} : r_{Cl} = 0,87$ i $r_{Cl} : r_{Br} = 591$ również wskazuje na niewielki stopień zaawansowania przemian chemicznych, a więc na brak korzystnych warunków do zachowania się złóż węglodorów.

Opróbowany poziom zbiornikowy zlikwidowano na głębokości 1450 m korkiem aluminiowym.

Opróbowany poziom: 1400–1420 m (jura środkowa – piaskowce, ilowce)

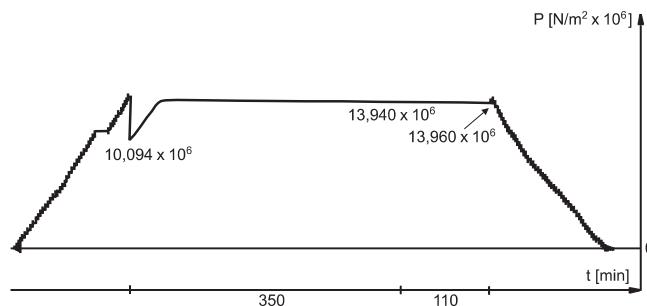
Przyływ solanki

Przyływ 16,16 m³/h

Ciśnienie złożowe $P_z = 13,96 \times 10^6$ N/m²

Opróbowanie przeprowadzono dnia 7 czerwca 1990 r. Poziom zbiornikowy udostępniono do badań poprzez perforację rur o $\varnothing$ 168,3 mm. Opróbowanie wykonano metodą jednokrotnego odcięcia przyływu. Zastosowano 100% depresję wywołania przyływu. Uzyskano następujące wyniki (fig. 38):

I okres przyływu: ciśnienie od $10,094 \times 10^6$ do $13,940 \times 10^6$ N/m², czas – 350 minut;


Fig. 38. Opróbowanie poziomu 1400–1420 m

Testing of 1400–1420 m interval

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie od $13,940 \times 10^6$ do $13,960 \times 10^6$ N/m², czas – 110 minut.

W trakcie trwającego 17,6 minut efektywnego przyływu do przewodu wiertniczego dopłynęło 4,739 m³ solanki. Średni przyływ wyniósł 16,16 m³/h. Ciśnienie złożowe ustabilizowało się na poziomie $13,96 \times 10^6$ N/m². Zwierciadło statyczne solanki stwierdzono na wysokości 4,1 m. Efektywny współczynnik przepuszczalności wyniósł 849,7 mD. Ujemna wartość skin efektu (–0,8) wskazuje, że strefa przyodwiertowa nie została uszkodzona. Promień zasięgu badania wynosił 122 m. Badany poziom charakteryzuje się korzystnymi warunkami zbiornikowymi.

Badania chemiczne wykazały, że w opróbowanym poziomie zbiornikowym jury środkowej występuje 4,4% solanka chlorkowo-sodowo-wapniowa, żelazista, bromkowa, jodkowa. Skład chemiczny solanki podano w tabeli 11.

Solanka charakteryzuje się ciężarem właściwym wynoszącym 1,027 g/cm³, suchą pozostałością – 43 652 mg/dm³ i pH = 6,4. Charakteryzuje się także niewielkim stopniem przeobrażeń chemicznych, o czym świadczy wartość wskaźnika hydrochemicznego $r_{Na} : r_{Cl} = 0,92$. Zwraca uwagę nieco podwyższona zawartość jonu jodkowego – 12 mg/dm³.

Badany poziom zlikwidowano korkiem aluminiowym zapiętym na głębokości 1160,2 m.

Opróbowany poziom: 1118–1130 m (jura środkowa – piaskowce)

Przyływ solanki

Przyływ 6,51 m³/h

Ciśnienie złożowe $P_z = 11,095 \times 10^6$ N/m²

Opróbowanie przeprowadzono dnia 9 czerwca 1990 r. w otworze zarurowanym kolumną rur o $\varnothing$ 168,3 mm. Poziom zbiornikowy udostępniono do badań poprzez perforację. Opróbowanie wykonano metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 39). Zastosowano 100% depresję wywołania przyływu. Uzyskano następujące wyniki (fig. 39):

I okres przyływu: ciśnienie od $8,182 \times 10^6$ do $11,036 \times 10^6$ N/m², czas – 110 minut;

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie od $11,036 \times 10^6$ do $11,095 \times 10^6$ N/m², czas – 60 minut.

Tabela 11

Wyniki badań chemicznych solanki pobranej podczas opróbowania poziomu zbiornikowego 1400–1420 m

Results of chemical analysis of brine sampled at 1400–1420 m interval

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
kationy			
Na ⁺	13300	579	81,53
K ⁺	213	5,45	0,77
Ca ²⁺	1610	80,3	11,31
Mg ²⁺	420	34,6	4,87
Fe ²⁺	169	9,08	1,28
Mn ²⁺	4,96	0,18	0,03
Li ⁺	2,32	0,33	0,05
Sr ²⁺	40,2	0,91	0,13
Cu ²⁺	0,05	0,001	0,00
Pb ²⁺	<0,1	0,0009	0,00
Ni ²⁺	0,14	0,004	0,00
Zn ²⁺	7,64	0,234	0,03
Razem	15 767,41	710,0899	100,00
aniony			
Cl ⁻	22200	627	92,16
Br ⁻	39	0,48	0,07
J ⁻	12	0,09	0,01
F ⁻	0,83	0,04	0,01
HCO ₃ ⁻	3110	51	7,50
SO ₄ ²⁻	81	1,69	0,25
Razem	25 442,83	680,3	100,00

Tabela 12

Wyniki badań chemicznych solanki pobranej podczas opróbowania poziomu zbiornikowego 1118–1130 m

Results of chemical analysis of brine sampled at 1118–1130 m interval

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
kationy			
Na ⁺	13100	572	84,05
K ⁺	230	5,88	0,86
Ca ²⁺	2040	102	14,97
Mg ²⁺	0,28	0,023	0,00
Fe ²⁺	0,14	0,0075	0,00
Mn ²⁺	0,05	0,0018	0,00
Li ⁺	1,31	0,189	0,03
Sr ²⁺	26,7	0,609	0,09
Cu ²⁺	0,05	0,0015	0,00
Pb ²⁺	<0,09	0,0008	0,00
Ni ²⁺	0,14	0,0047	0,00
Zn ²⁺	0,14	0,0042	0,00
Razem	15 398,9	680,7215	100,00
aniony			
Cl ⁻	21600	603	93,33
Br ⁻	45	0,563	0,09
J ⁻	8,5	0,067	0,01
F ⁻	0,83	0,0043	0,01
HCO ₃ ⁻	1970	32,2	4,94
SO ₄ ²⁻	275	5,73	0,88
CO ₃ ²⁻	144	4,8	0,74
Razem	24 043,33	646,3643	100,00

Efektywny czas przepływu wynosił 30,6 minuty. W tym czasie do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 3,32 m³ płynu: początkowo 2,05 m³ zasolonej płuczki wiertniczej, a następnie 1,27 m³ solanki. Średni przepływ wyniósł 6,51 m³/h. Wydajność potencjalną badanego poziomu określono na 96,6 m³/h. Dodatnia wartość skin efektu (+1,6) świadczy o wyraźnym uszkodzeniu strefy przyodwiertowej. Po usunięciu uszkodzenia wydajność potencjalna będzie większa. Współczynnik przepuszczalności wyniósł 285 mD, a promień zasięgu badania – 133 m. Zwierciadła statycznego solanki nie ustabilizowano – ostatni pomiar wykazał, że zalega ono na głębokości 123,5 m.

W tabeli 12 podano wyniki badań chemicznych solanki pobranej w trakcie opróbowania.

Jest to 3,9% solanka chlorkowo-sodowo-wapniowa, bromkowa, jodkowa. Ciężar właściwy solanki wynosi 1,026 g/cm³, sucha pozostałość 40 702 mg/dm³, a pH = 10,6. Wysoka wartość pH jest związana z zanieczyszczeniem solanki płuczką wiertniczą. Podczas opróbowania nie stwier-

dzono żadnych objawów wskazujących na możliwość występowania węglowodorów. Na brak w badanym poziomie korzystnych warunków do zachowania się złóż węglowodorów wskazuje również wysoka wartość wskaźnika hydrochemicz-

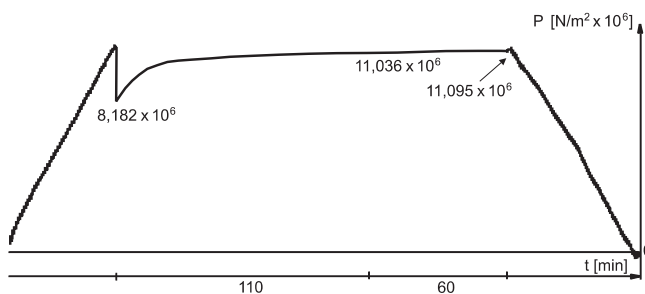


Fig. 39. Opróbowanie poziomu 1118–1130 m

Testing of 1118–1130 m interval

Tabela 13

Wyniki badań chemicznych solanki pobranej podczas opróbowania poziomu zbiornikowego 824–845 m

Results of chemical analysis of brine sampled at 824–845 m interval

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
kationy			
Na ⁺	3990	173	56,03
K ⁺	196	5,01	1,62
Ca ²⁺	1850	92,6	29,90
Mg ²⁺	211	17,4	5,61
Fe ²⁺	365	19,6	6,33
Mn ²⁺	6,18	0,22	0,07
Li ⁺	0,65	0,09	0,03
Sr ²⁺	39,8	0,9	0,29
Cu ²⁺	0,03	0,0009	0,00
Pb ²⁺	<0,06	0,0005	0,00
Ni ²⁺	0,2	0,007	0,00
Zn ²⁺	12,5	0,382	0,12
Razem	6671,42	309,2104	100,00
aniony			
Cl ⁻	1900	53,5	27,76
Br ⁻	1	0,012	0,01
J ⁻	25	0,197	0,10
F ⁻	1,5	0,079	0,04
HCO ₃ ⁻	7990	131	68,05
SO ₄ ²⁻	374	7,79	4,04
Razem	10 291,5	192,578	100,00

nego $rNa : rCl = 0,98$ charakterystyczna dla wód o niewielkim stopniu zaawansowania przemian chemicznych.

Badany poziom po zakończeniu opróbowania zlikwidowano korkiem aluminiowym zapiętym na głębokości 1160 m.

Opróbowany poziom: 824–845 m (jura górna – margle, wapienie)

Przyływ wody zmineralizowanej

Przyływ 0,51 m³/h

Ciśnienie złożowe $P_z = 7,642 \times 10^6$ N/m²

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 12–13 czerwca 1990 r. Poziom do badań udostępniono poprzez perforację bezpociskową rur o $\varnothing$ 168,3 mm. Opróbowanie wykonano metodą dwukrotnego odcięcia przyływu przy 100% depresji wywołania przyływu. Uzyskano następujące wyniki (fig. 40):

I okres przyływu: ciśnienie od $0,471 \times 10^6$ do

$7,250 \times 10^6$ N/m², czas – 240 minut;

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie od $7,250 \times 10^6$ do $7,642 \times 10^6$ N/m², czas – 70 minut;

II okres przyływu: ciśnienie od $7,308 \times 10^6$ do $7,642 \times 10^6$ N/m², czas – 210 minut.

W trakcie trwającego 300 minut efektywnego czasu przyływu do przewodu wiertniczego wpłynęło 2,558 m³ wody. Przyływ wyniósł 0,51 m³/h. Wydajność potencjalną badanego poziomu określono na 2 m³/h. Wartość skin efektu wynosi +16,3, co wskazuje na znaczne uszkodzenie strefy przyodwiertowej, a więc ograniczenie przyływu. Po usunięciu uszkodzenia wydajność potencjalna może wzrosnąć do wartości 6,6 m³/h. Efektywny współczynnik przepuszczalności wyniósł 15,8 mD, a promień zasięgu badania – 49 m. Ciśnienie złożowe wyniosło $7,642 \times 10^6$ N/m. Zwierciadło statyczne wody zalega na głębokości 49 m.

Wyniki badań chemicznych wody pobranej podczas opróbowania przedstawiono w tabeli 13.

Wodę scharakteryzowano jako 1,7% wodę wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowo-wapniową, fluorkową, jodkową. Ciężar właściwy wody wynosi 1,014 g/cm³, zasadowość ogólna – 131 mval/dm³, a pH = 6,24. Wysoka wartość wskaźnika hydrochemicznego $rNa : rCl = 3,25$, obecność jonu wodorowęglanowego i mineralizacja wody znacznie niższa niż w poziomach głębszych świadczy, że badany poziom znajduje się w strefie aktywnej wymiany, w której zaznacza się wpływ wód infiltracyjnych.

Otwór zlikwidowano korkiem cementowym na głębokości 0–50 m.

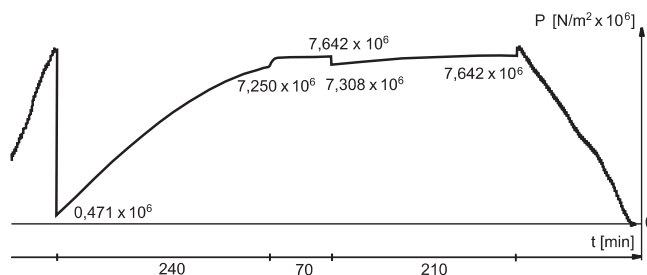


Fig. 40. Opróbowanie poziomu 824–845 m

Testing of 824–845 m interval

UWAGI KOŃCOWE

W wyniku opróbowień hydrogeologicznych otworu wiertniczego Ciechocinek IG 2 rozpoznano warunki hydrodynamiczne i hydrochemiczne utworów jury środkowej i górnej. Utwory jury środkowej charakteryzują się korzystnymi właściwościami zbiornikovymi, o czym świadczą wysokie wartości przepływów ($6,51\text{--}17,16\text{ m}^3/\text{h}$) oraz przepuszczalności ($k = 285\text{--}850\text{ mD}$). Utwory jury górnej mają niekorzystne właściwości zbiornikowe, przepływy są niewielkie ($0,51\text{ m}^3/\text{h}$), podobnie jak przepuszczalność ($k = 15,8\text{ mD}$).

Utwory jury środkowej leżą w strefie ciśnień złożowych o wartościach nieco przekraczających ciśnienie hydrostatyczne, a utwory jury górnej mają ciśnienie złożowe niższe od ciśnienia hydrostatycznego. Prawie wszystkie poziomy jury środkowej nie wykazują samowypływów i tylko poziom zbiornikowy występujący na głębokości $1400\text{--}1420\text{ m}$ charakteryzuje się ciśnieniami artezyjskimi.

Podczas badań nie stwierdzono objawów występowania węglowodorów. Opróbowane poziomy zbiornikowe utworów jury środkowej i górnej są wypełnione solankami i wodami

zmineralizowanymi o bardzo słabym stopniu przemian chemicznych, co świadczy o istnieniu niekorzystnych warunków do zachowania się złóż węglowodorów.

W profilu hydrochemicznym stwierdzono wyraźny wzrost mineralizacji wód oraz zmniejszanie się wartości wskaźnika hydrochemicznego $r\text{Na} : r\text{Cl}$ wraz z głębokością (fig. 41).

Wysoka, wynosząca $0,89$, wartość wskaźnika hydrochemicznego $r\text{Na} : r\text{Cl}$ przy wysokiej, przekraczającej 90 g/dm^3 , mineralizacji solanki pobranej z najgłębszego poziomu wskazuje na ługowanie znajdujących się w pobliżu pokładów soli kamiennej. Najpłytszy, górnourajski poziom zbiornikowy jest w znacznym stopniu zasilany infiltrującymi z powierzchni wodami zwykłymi. Wpływ zasilania zmniejsza się w miarę wzrostu głębokości, na co wskazuje malejąca wartość wskaźnika $r\text{Na} : r\text{Cl}$.

Woda występująca w płytszych poziomach może być wykorzystywana jedynie do kąpieli rekreacyjnych w basenach. Balneologiczne wykorzystanie wody nie wydaje się uzasadnione z uwagi na działające w pobliżu duże, o rozwiniętej infrastrukturze zdrojowej uzdrowisko Ciechocinek.

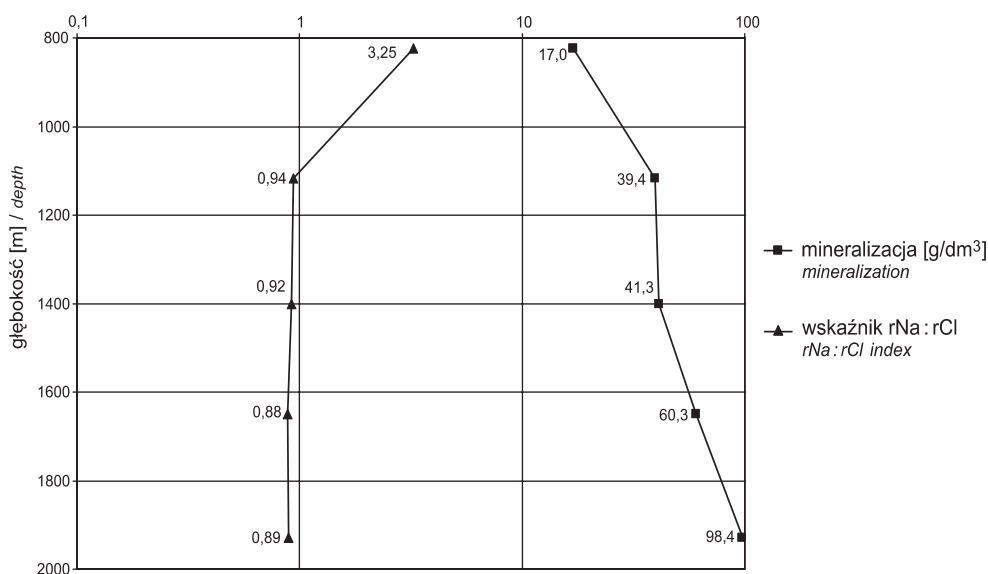


Fig. 41. Schematyczny profil hydrogeochemiczny otworu wiertniczego Ciechocinek IG 2

Schematic hydrogeochemical profile of Ciechocinek IG 2 borehole