

## WYNIKI BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH

### WYNIKI OPRÓBOWANIA POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Celem opróbowania otworów wiertniczych Jamno IG 1, IG 2 i IG 3 było przebadanie paleozoicznych i mezozoicznych poziomów zbiornikowych pod kątem możliwości zachowania się złóż ropy naftowej i gazu ziemnego oraz występowania wód mogących mieć zastosowanie gospodarcze. Poziomy do badań wytypowano na podstawie wyników karotaży geofizyki otworowej oraz na podstawie, stwierdzonych podczas wiercenia, śladów bitumiczości. Opróbowanie otworu Jamno IG 1

wykonała ekipa Przedsiębiorstwa Poszukiwań Naftowych w Pile, a otworów Jamno IG 2 i Jamno IG 3 ekipa Przedsiębiorstwa Geologicznego w Warszawie. Opróbowanie wszystkich trzech otworów przeprowadzono metodą łyżkowania, rurowe próbki złożyła w latach 60. ubiegłego wieku nie były w Polsce jeszcze stosowane. Ocenę możliwości zachowania się złóż bituminów dokonano na podstawie interpretacji wyników badań chemicznych solanek.

#### OTWÓR WIERTNICZY JAMNO IG 1

Badania przeprowadzono po zakończeniu wiercenia. Opróbowano 7 poziomów zbiornikowych: połączony poziom ordowiku i dewonu, 5 poziomów dewońskich oraz poziom dolnego triasu (fig. 68). Poziomy do badań wytypowali: R. Dadlez, Z. Depowski, J. Sokołowski i L. Bojarski. Nadzór nad opróbowaniem sprawował L. Bojarski, a specjalistyczny dozór w terenie pełnili E. Czujkowski i W. Wierzbicki. Analizy chemiczne solanek wykonały T. Latoszyńska i W. Zielińska w Głównym Laboratorium Chemicznym Instytutu Geologicznego, a analizy rozpuszczonego w solankach gazu wykonał M. Sztukowski w Laboratorium Skał Bitumicznych Zakładu Geologii Ropy i Gazu Instytutu Geologicznego.

**Opróbowany poziom: 2739–2751 m** – ordowik–?dolny dewon (iłowce, mułowce, piaskowce drobnoziarniste)

Wyniki:

brak przyływu.

Badania przeprowadzono w dniach 10–16.10.1967 r. Opróbowano poziom odsłonięty pod butem rur  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ ". Z otworu wyłyżkowano do spodu płuczkę i po trwającej 4 doby stojącej nie stwierdzono przyływu. Temperatura płuczki wiertniczej, pobranej łyżką z głębokości 2735 m, wynosiła 70°C przy temperaturze otoczenia wynoszącej 11°C.

Opróbowany poziom zlikwidowano korkiem cementowym założonym od spodu otworu (2801,5 m) do głębokości 2662 m.

**Opróbowany poziom: 2638–2645 i 2623–2630 m** – dewon środkowy (piaskowce drobnoziarniste z przewarstwieniami mułowców)

Wyniki:

przyływ solanki 0,22 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=40°C

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 24–29.10.1967 r. Poziomy do badań udostępniono poprzez perforację bezpocis-

kową kolumny rur  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ ", oddając 120 strzałów. W wyniku perforacji uzyskano niewielki przyływ solanki. Po perforacji przeprowadzono łyżkowanie, szcerpując łącznie około 120 m<sup>3</sup> płynu. Zwierciadło solanki w otworze podczas szcerpywania zalegało na głębokości 900 m. Po zakończeniu szcerpywania przeprowadzono stabilizację zwierciadła solanki w otworze. Zwierciadła solanki nie ustabilizowano (tab. 43). Średni przyływ w głębokości 673–300 m wyniósł 0,22 m<sup>3</sup>/h.

Tabela 43

#### Stabilizacja zwierciadła wody w otworze Jamno IG 1 (poziom 2638–2645 i 2623–2630 m)

Stabilization of groundwater table in Jamno IG 1 borehole (2638–2645 and 2623–2630 m interval)

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Głębokość zalegania zwierciadła solanki [m p.p.t.]
28.10.1967	2:00	673
28.10.1967	4:00	628
28.10.1967	6:00	603
28.10.1967	8:00	559
28.10.1967	10:00	490
28.10.1967	12:00	459
28.10.1967	14:00	432
28.10.1967	16:00	416
28.10.1967	18:00	397
28.10.1967	20:00	380
28.10.1967	22:00	357
29.10.1967	15:00	300

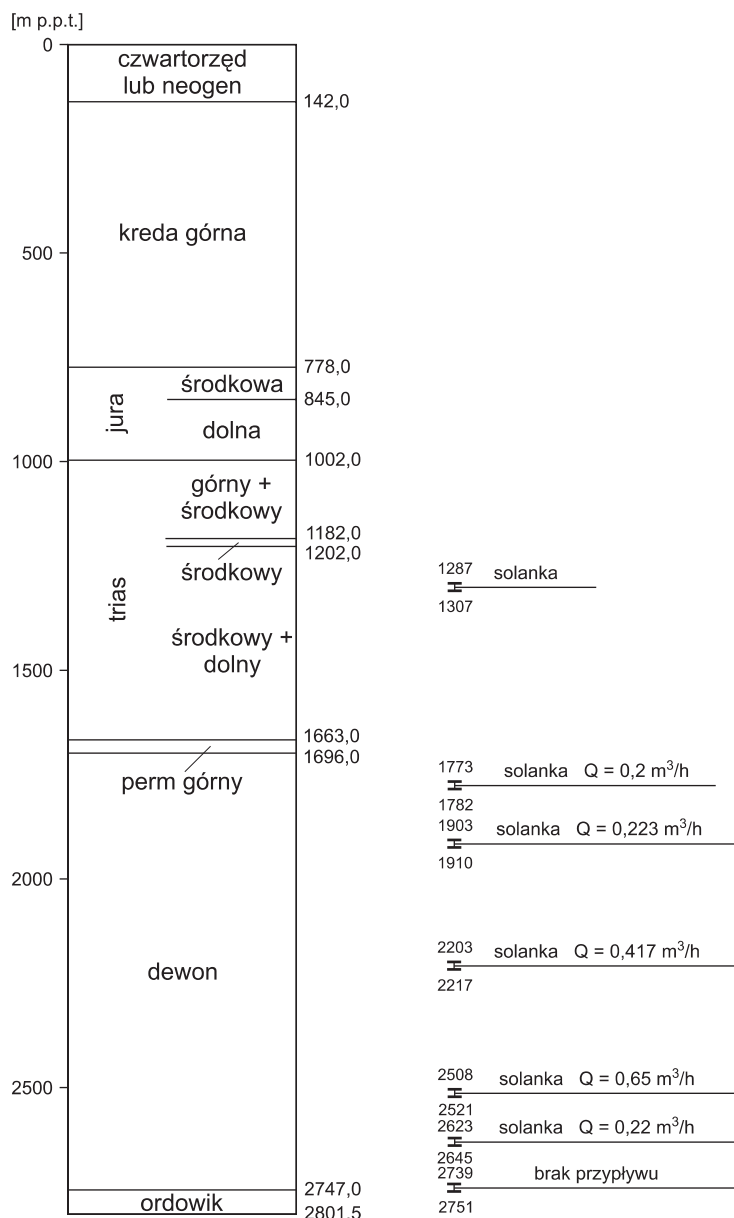


Fig. 68. Schemat opróbowania otworu Jamno IG 1

Scheme of Jamno IG 1 borehole testing

Tabela 44

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 2638–2645 i 2623–2630 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 1**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 2638–2645 and 2623–2630 m interval;  
Jamno IG 1 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	46 250	2 011,0	50,0
K <sup>+</sup>	1 130	28,9	0,7
Ca <sup>2+</sup>	32 500	1 621,0	40,3
Mg <sup>2+</sup>	4 400	363,0	9,0
Fe <sup>3+</sup>	281	1,5	0,0
<b>Suma</b>	<b>84 561</b>	<b>4 025,4</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	146 500	4 131,0	99,2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	550	7,3	0,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	101	1,7	0,0
Br <sup>-</sup>	1 850	23,2	0,6
<b>Suma</b>	<b>149 001</b>	<b>4 163,2</b>	<b>100,0</b>

Solanka pobrana z głębokości 2500 m miała temperaturę 40°C (przy temperaturze otoczenia wynoszącej 12°C). Wodę scharakteryzowano jako 23,8% solankę termalną, chlorkowo-sodowo-wapniową, żelazistą. Sucha pozostałość wynosiła 238,3 g/dm<sup>3</sup>, ciężar właściwy 1,1652 g/cm<sup>3</sup>, a pH=7 (tab. 44). Solanka odznacza się znacznym stopniem zmetamorfizowania ( $r_{Na}/r_{Cl}=0,49$ ), co jest charakterystyczne dla wód reliktowych, całkowicie izolowanych od wpływów zewnętrznych.

W solance stwierdzono występowanie gazu w ilości 22 ml/dm<sup>3</sup>. Gaz zawiera 29,73% obj. składników palnych, w tym 29,42% obj. węglowodorów nasyconych. Ponadto stwierdzono obecność dwutlenku węgla – 32,09% obj. i azotu – 38,05% obj. oraz gazów szlachetnych (argonu i helu) w łącznej ilości 0,13% obj.

Po zakończeniu badań opróbowany poziom zlikwidowano korkiem cementowym, którego strop znajdował się na głębokości 2530 m.

**Opróbowany poziom: 2508–2521 m** – dewon środkowy (piaskowce droбноziarniste z przewarstwieniami mułowców)

Wyniki:

przyływ solanki 0,65 m<sup>3</sup>/h

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 9–14.11.1967 r. Poziom udostępniono wykonując perforację rur  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ ". Rury perforowano oddając 130 strzałów. W wyniku perforacji uzyskano przyływ solanki. Po perforacji przeprowadzono łyżkowanie, szcerpując 127 m<sup>3</sup> płynu, czyli około 3 objętości otworu. W trakcie łyżkowania obserwowano zgazowanie solanki. Po szcerpianiu przeprowadzono stabilizację solanki. Zwierciadło statyczne zalegało na głębokości 270 m (tab. 45). Średni przyływ solanki wyniósł 0,65 m<sup>3</sup>/h.

Pobraną podczas łyżkowania wodę scharakteryzowano jako 20,1% solankę chlorkowo-wapniowo-sodową, żelazistą (tab. 46). Sucha pozostałość wynosiła 209 g/dm<sup>3</sup>, ciężar właściwy 1,1658 g/cm<sup>3</sup>, a pH=7. Wartość wskaźnika hydroche-

Tabela 45

**Stabilizacja zwierciadła wody w otworze Jamno IG 1  
(poziom 2508–2521 m)**

Stabilization of groundwater table in Jamno IG 1 borehole  
(2508–2521 m interval)

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Głębokość zalegania zwierciadła solanki [m p.p.t.]
13.11.1967	13:20	522,5
13.11.1967	13:40	505,5
13.11.1967	14:25	479,0
13.11.1967	15:00	462,0
13.11.1967	16:00	410,0
13.11.1967	17:00	379,0
13.11.1967	18:00	349,0
13.11.1967	20:00	324,0
13.11.1967	24:00	289,0
14.11.1967	4:00	270,0
14.11.1967	8:00	270,0
14.11.1967	12:00	270,0

Tabela 46

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 2508–2521 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 1**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 2508–2521 m interval;  
Jamno IG 1 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	33 000,0	1 435,0	40,0
K <sup>+</sup>	1 200,0	31,0	0,8
Ca <sup>2+</sup>	34 750,0	1 734,0	48,3
Mg <sup>2+</sup>	4 700,0	390,0	10,9
Fe <sup>3+</sup>	15,0	0,8	0,0
<b>Suma</b>	<b>73 665,0</b>	<b>3 590,8</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	131 400,0	3 705,0	99,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	325,0	6,8	0,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24,0	0,4	0,0
Br <sup>-</sup>	713,0	8,9	0,2
J <sup>-</sup>	0,6	–	0,0
<b>Suma</b>	<b>132 462,6</b>	<b>3 721,1</b>	<b>100,0</b>

micznego  $rNa/rCl=0,39$  wskazuje na całkowitą, bardzo szczelną i długotrwałą izolację od powierzchni terenu i innych poziomów wodonośnych. Wskaźniki  $Cl/Br$  wynoszący 184 oraz  $rSO_4 \times 100/rCl$  wynoszący 0,18 mogą wskazywać na bliskie sąsiedztwo złóż bituminów.

Pobrano trzy próby gazu uzyskanego z odgazowania solanki. W próbce pobranej dnia 10.11.1967 r. stwierdzono występowanie azotu w ilości 69,69% obj., metanu – 17,62% obj., dwutlenku węgla – 11,5% obj. oraz niewielkich domieszek argonu – 0,63% obj., etanu – 0,39% obj., propanu – 0,03% obj., helu – 0,03% obj. i wodoru – 0,03% obj. Suma węglowodorów wynosiła 18,04% obj., składników palnych 18,15% obj. i gazów szlachetnych 0,69% obj. Dwie próby gazu pobrano już po zakończeniu opróbowania. Próba pobrana 15.11.1967 r. zawierała zaledwie 2,43% obj. węglowodorów, a suma składników palnych wynosiła 6,26% obj. Dominującym składnikiem był azot występujący w ilości 92,10% obj. Gazy szlachetne występowały w łącznej ilości 1,64% obj. Próba pobrana 30.11.1967 r. zawierała 25,07% węglowodorów nasyconych, a składników palnych 25,21% obj.

Badany poziom zlikwidowano do głębokości 2225 m korciem cementowym.

**Opróbowany poziom: 2203–2217 m** – dewon środkowy (piaskowce drobnoziarniste z przewarstwieniami wapieni)

Wyniki:

przyływ solanki 0,417 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki  $T=36^{\circ}C$

Badania wykonano w okresie 23–26.01.1968 r. Poziom odsłonięto perforując rury  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ ". Oddano 140 strzałów uzyskując przyływ solanki. Po perforacji przeprowadzono łyżkowanie, szczerpując 64,56 m<sup>3</sup> płynu. Zwierciadło płynu w otworze podczas łyżkowania utrzymywało się na głębokości około 1500 m. Po łyżkowaniu wykonano stabilizację zwierciadła solanki, nie doprowadzając jednak, z powodu niewielkiego przyływu, do pełnej stabilizacji (tab. 47). Średni przyływ solanki określono na 0,417 m<sup>3</sup>/h.

Tabela 47

**Stabilizacja zwierciadła wody w otworze Jamno IG 1  
(poziom 2203–2217 m)**

Stabilization of groundwater table in Jamno IG 1 borehole  
(2203–2217 m interval)

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Głębokość zalegania zwierciadła solanki [m p.p.t.]
25.01.1968	12:00	1400
25.01.1968	16:00	1295
25.01.1968	20:00	1255
25.01.1968	24:00	1240
26.01.1968	8:00	1185
26.01.1968	12:00	1150
26.01.1968	14:00	1141
26.01.1968	16:00	1128

Tabela 48

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 2203–2217 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 1**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 2203–2217 m interval;  
Jamno IG 1 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	31 250,0	1 359,0	50,0
K <sup>+</sup>	700,0	18,0	0,7
Ca <sup>2+</sup>	21 350,0	1 065,0	39,2
Mg <sup>2+</sup>	3 300,0	273,0	10,1
Fe <sup>3+</sup>	14,0	1,0	0,0
<b>Suma</b>	<b>56 614,0</b>	<b>2 716,0</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	97 800,0	2 758,0	99,0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	460,0	9,6	0,3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	310,0	5,0	0,2
Br <sup>-</sup>	1 176,0	14,7	0,5
J <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,0
<b>Suma</b>	<b>99 746,0</b>	<b>2 787,3</b>	<b>100,0</b>

Temperatura solanki, pobranej łyżką wiertniczą z głębokości 2000 m, wynosiła 36°C przy temperaturze otoczenia 2°C. Wodę scharakteryzowano jako 15,4% solankę termalną, chlorkowo-sodowo-wapniową, żelazistą (tab. 48). Sucha pozostałość wynosiła 154,5 g/dm<sup>3</sup>, ciężar właściwy=1,1180 g/cm<sup>3</sup>, a pH=7. Solanka, pomimo niższej niż w głębszych poziomach mineralizacji, odznacza się wysokim stopniem metamorfizmu ( $r_{Na}/r_{Cl}=0,49$ ) oraz podwyższoną zawartością bromu, wynoszącą 1176 mg/dm<sup>3</sup>.

Solanka była bardzo słabo zgazowana. Głównym składnikiem otrzymanego z odgazowania próby solanki gazu był azot – 89,24% obj., a drugorzędnymi metan – 7,80% obj., etan – 0,19% obj. i wodór – 2,77% obj.

Badany poziom zlikwidowano korkiem cementowym.

**Opróbowany poziom: 1903–1910 m** – dewon górny (dolomity, wapienie, margle)

Wyniki:

przyływ solanki 0,223 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=26°C

Poziom opróbowano w dniach 30.01–8.02.1968 r. Po perforacji (70 strzałów) z otworu czerpano łyżką wiertniczą 153,7 m<sup>3</sup> płynu, uzyskując czystą solankę. W dniach 6–8.02.1968 r. przeprowadzono stabilizację zwierciadła solanki (tab. 49). Zwierciadło statyczne zalega na głębokości około 130 m. Średni przyływ wyniósł około 0,223 m<sup>3</sup>/h.

Z głębokości 1840 m pobrano łyżką próbę solanki, której temperatura po wydobyciu wynosiła 26°C. Wodę określono jako 19,5% solankę termalną, chlorkowo-sodowo-wapniową, jodkową (tab. 50). Solanka jest silnie zmetamorfizowana.

Tabela 49

**Stabilizacja zwierciadła wody w otworze Jamno IG 1  
(poziom 1903–1910 m)**

Stabilization of groundwater table in Jamno IG 1 borehole  
(1903–1910 m interval)

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Głębokość zalegania zwierciadła solanki [m p.p.t.]
06.02.1968	10:00	492
06.02.1968	11:00	457
06.02.1968	12:00	424
06.02.1968	13:00	393
06.02.1968	14:00	355
06.02.1968	15:00	324
06.02.1968	16:00	320
06.02.1968	17:00	300
06.02.1968	18:00	280
06.02.1968	19:00	264
06.02.1968	20:00	252
06.02.1968	24:00	195
07.02.1968	8:00	172
07.02.1968	12:00	155
07.02.1968	14:00	151
07.02.1968	16:00	141
07.02.1968	20:00	138
07.02.1968	24:00	135
08.02.1968	4:00	133
08.02.1968	8:00	131

Wartość wskaźnika hydrochemicznego  $r_{Na}/r_{Cl}$  wynosi 0,47. W podwyższonej ilości występuje jod (8 mg/dm<sup>3</sup>).

Opróbowany poziom zlikwidowano korkiem cementowym, którego strop znajdował się na głębokości 1800 m.

**Opróbowany poziom: 1773–1782 m** – dewon górny (dolomity)

Wyniki:

przyływ solanki 0,2 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=27°C

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 11–17.02.1968 r. Badany poziom odsłonięto perforując kolumny rur okładzinowych  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ " i  $\varnothing 9\frac{5}{8}$ ". Perforacji rur dokonano oddając 110 strzałów. W wyniku zabiegu uzyskano przyływ solanki. Z otworu szcerpano łyżką wiertniczą 150 m<sup>3</sup> płynu. Zwierciadło dynamiczne podczas szcerpywania utrzymywało się na głębokości 750 m. Kolejną czynnością była stabilizacja zwierciadła solanki (tab. 51). Pełnej stabilizacji nie uzyskano. Średni przyływ wyniósł około 0,2 m<sup>3</sup>/h.

Próba solanki pobrana łyżką wiertniczą z głębokości 1700 m posiadała temperaturę 27°C przy temperaturze otoczenia wynoszącej –2°C. Wodę określono jako 19,5% solankę termalną, chlorkowo-sodowo-wapniową, jodkową (tab. 52). Sucha pozostałość wynosiła 195,0 g/dm<sup>3</sup>, ciężar właściwy

Tabela 50

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 1903–1910 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 1**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 1903–1910 m interval;  
Jamno IG 1 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	37 500,0	1 631,0	48,6
K <sup>+</sup>	900,0	23,0	0,7
Ca <sup>2+</sup>	27 000,0	1 346,0	40,1
Mg <sup>2+</sup>	4 300,0	354,0	10,6
Fe <sup>3+</sup>	1,0	–	0,0
<b>Suma</b>	<b>69 701,0</b>	<b>3 354,0</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	127 000,0	3 580,0	99,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	502,0	10,5	0,3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	53,0	0,9	0,0
Br <sup>-</sup>	304,0	3,8	0,1
J <sup>-</sup>	8,0	–	0,0
<b>Suma</b>	<b>127 867,0</b>	<b>3 595,2</b>	<b>100,0</b>

Tabela 52

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 1773–1782 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 1**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 1773–1782 m interval;  
Jamno IG 1 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	36 250,0	1 576,0	49,2
K <sup>+</sup>	750,0	19,2	0,6
Ca <sup>2+</sup>	24 750,0	1 235,0	38,6
Mg <sup>2+</sup>	4 500,0	373,0	11,6
Fe <sup>3+</sup>	9,0	–	0,0
<b>Suma</b>	<b>66 259,0</b>	<b>3 203,2</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	121 650,0	3 430,0	99,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	506,0	10,5	0,3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25,0	0,4	0,0
Br <sup>-</sup>	281,0	3,5	0,1
J <sup>-</sup>	9,0	–	0,0
<b>Suma</b>	<b>122 471,0</b>	<b>3 444,4</b>	<b>100,0</b>

Tabela 51

**Stabilizacja zwierciadła wody w otworze Jamno IG 1  
(poziom 1773–1782 m)**

Stabilization of groundwater table in Jamno IG 1 borehole  
(1773–1782 m interval)

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Głębokość zalegania zwierciadła solanki [m p.p.t.]
16.02.1968	9:30	630
16.02.1968	10:30	617
16.02.1968	11:30	610
16.02.1968	12:30	601
16.02.1968	13:30	590
16.02.1968	14:30	581
16.02.1968	15:30	560
16.02.1968	19:30	492
16.02.1968	23:30	439
17.02.1968	4:30	410
17.02.1968	7:30	401

Tabela 53

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 1287–1307 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 1**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 1287–1307 m interval;  
Jamno IG 1 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	25 250,0	1 098,0	67,9
K <sup>+</sup>	270,0	7,0	0,4
Ca <sup>2+</sup>	7 050,0	351,0	21,7
Mg <sup>2+</sup>	2 000,0	162,0	10,0
<b>Suma</b>	<b>34 570,0</b>	<b>1 618,0</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	56 400,0	1 590,0	98,3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 050,0	21,9	1,3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	68,0	1,1	0,1
Br <sup>-</sup>	407,0	5,1	0,3
J <sup>-</sup>	5,0	–	0,0
<b>Suma</b>	<b>57 930,0</b>	<b>1 618,1</b>	<b>100,0</b>

1,404 g/cm<sup>3</sup>, a pH=7. Solanka, podobnie jak inne solanki występujące w utworach dewonu, uległa silnej metamorfozie, o czym świadczy wskaźnik hydrochemiczny  $r_{Na}/r_{Cl}$  wynoszący 0,46.

Opróbowany poziom zlikwidowano korkiem cementowym, którego strop znajdował się na głębokości 1315 m. Dodatkowo uszczelniono cementem przestrzeń międzyrurową  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ – $9\frac{5}{8}$ ".

**Opróbowany poziom: 1287–1307 m** – trias, pstry piaskowiec (piaskowiec drobnoziarniste, miejscami mułowcowe)

Wyniki:

przyływ solanki

Poziom udostępniono do badań perforując w dniu 24.02.1968 r. kolumnę rur  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ " i  $\varnothing 9\frac{5}{8}$ ". Oddano 200 strzałów. Po perforacji przystąpiono do szczywania płynu.

Podczas łyżkowania nastąpiła awaria polegająca na urwaniu się łyżki, którą wyinstrumentowano po kilku dobach. Po trwającej 48 godzin stójce, przy zamkniętym przewenterze, nie stwierdzono wzrostu ciśnienia na głowicy. Poziom statyczny zwierciadła solanki w otworze znajdował się na głębokości 38 m. Zakończono opróbowanie otworu.

Z głębokości 1000 m pobrano łyżką próbę wody określonej jako 9,45% solanka chlorkowo-sodowa-wapniowa, jodkowa (tab. 53). Wartość wskaźnika hydrochemicznego  $r_{Na}/r_{Cl}$  (wynosząca 0,69) wskazuje na dobrą i długo trwającą izolację od powierzchni terenu i na znikomy przepływ filtracyjny. Strefa występowania tego typu wód jest perspektywiczna dla złóż ropy naftowej i gazu ziemnego.

Po zakończeniu opróbowania otwór zlikwidowano, zakładając korek cementowy w głębokości 50–0 m.

## OTWÓR WIERTNICZY JAMNO IG 2

Opróbowanie przeprowadzono po zakończeniu wiercenia i po zlikwidowaniu spodu otworu korkiem cementowym, założonym na głębokości 2130–2090 m. Przebadano 4 poziomy zbiornikowe: jeden poziom dewoński i trzy poziomy permskie (fig. 69). Poziomy zbiornikowe wytypowali R. Dadlez i L. Bojarski. Nadzór nad opróbowaniem pełnił L. Bojarski, a specjalistyczny dozór w terenie F. Juszcak i E. Czajkowski. Analizy chemiczne solanek pobranych podczas opróbowania wykonały H. Jasińska i T. Latoszyńska w Głównym Laboratorium Chemicznym Instytutu Geologicznego.

**Opróbowany poziom: 1950–2090 m** – dewon ?dolny + środkowy (piaskowiec drobnoziarniste z licznymi przerostami mułowców, rzadziej iłowców)

Wyniki:

przyływ solanki 0,03 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=24°C

Opróbowano poziom w otworze niezarusowanym, odsłonięty pod butem rur  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ ". Z otworu szczypano 220 m<sup>3</sup> płynu. Poziom płynu podczas szczywania obniżał się maksymalnie do głębokości 150 m. Po oczyszczeniu solanki

**Tabela 54**

### Stabilizacja zwierciadła wody w otworze Jamno IG 2 (poziom 1950–2090 m)

Stabilization of groundwater table in Jamno IG 2 borehole (1950–2090 m interval)

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Głębokość zalegania zwierciadła solanki [m p.p.t.]
23.10.1966	8:00	142,0
23.10.1966	12:00	138,0
23.10.1966	14:00	136,0
23.10.1966	16:00	134,5
23.10.1966	18:00	133,0
23.10.1966	20:00	132,0
23.10.1966	22:00	131,0
23.10.1966	24:00	130,9
24.10.1966	2:00	129,5
24.10.1966	4:00	128,8
24.10.1966	6:00	128,0
24.10.1966	8:00	127,0
24.10.1966	20:00	126,5
24.10.1966	24:00	126,5
25.10.1966	2:00	126,5
25.10.1966	4:00	126,4

**Tabela 55**

### Wyniki badań chemicznych solanki pobranej z poziomu 1950–2090 m; otwór wiertniczy Jamno IG 2

Results of chemical analysis of brine sampled at 1950–2090 m interval; Jamno IG 2 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	35 000,0	1 552,0	55,8
K <sup>+</sup>	700,0	18,0	0,7
Ca <sup>2+</sup>	19 900,0	994,0	35,7
Mg <sup>2+</sup>	2 650,0	218,0	7,8
<b>Suma</b>	<b>58 250,0</b>	<b>2 782,0</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	94 150,0	2 655,0	98,2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 500,0	31,0	1,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	171,0	2,8	0,1
Br <sup>-</sup>	1 080,0	13,5	0,5
J <sup>-</sup>	6,0	–	0,0
<b>Suma</b>	<b>96 907,0</b>	<b>2 702,3</b>	<b>100,0</b>

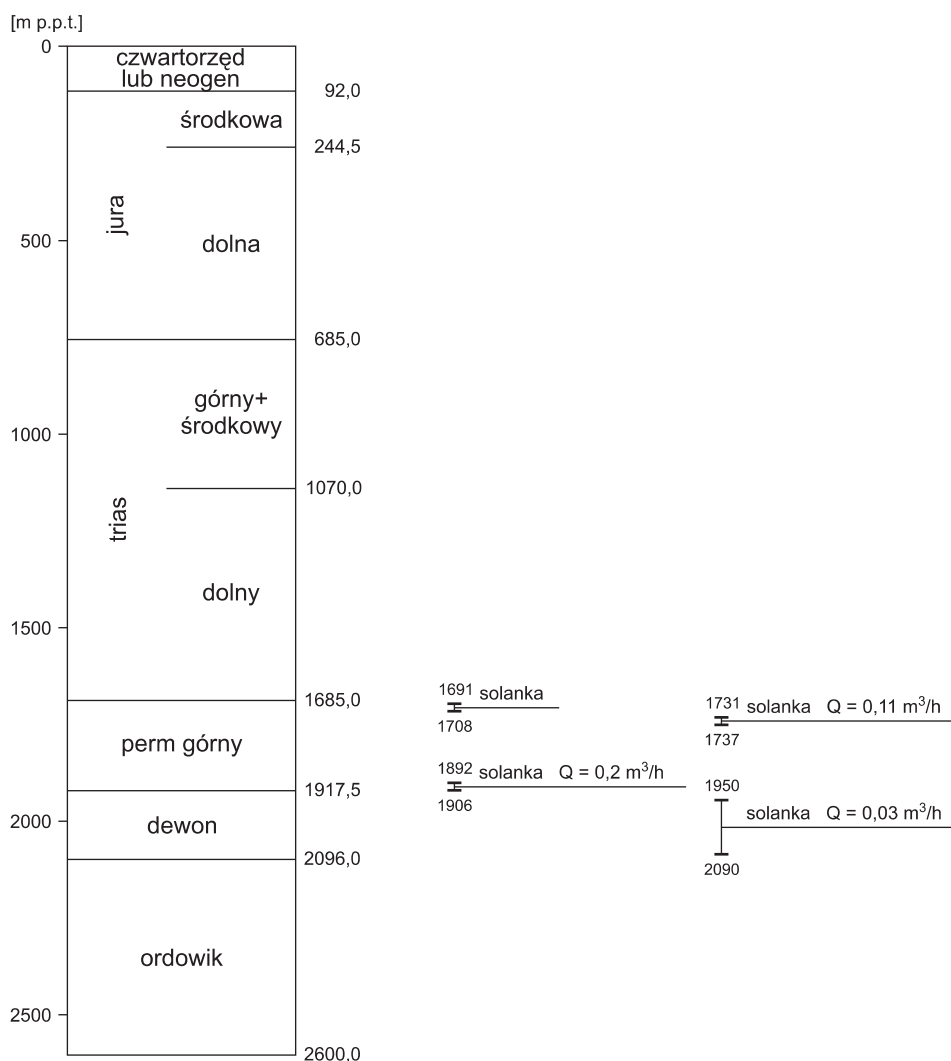


Fig. 69. Schemat opróbowania otworu Jamno IG 2

Scheme of Jamno IG 2 borehole testing

z płuczki, w dniach 23–25.10.1966 r. przeprowadzono jej stabilizację (tab. 54). Zwierciadło statyczne solanki ustabilizowało się na głębokości 126,4 m p.p.t. Przyływ mierzony na odcinku 142–130 m wyniósł 0,03 m<sup>3</sup>/h.

W dniu 24.10.1966 r. pobrano łyżką wiertniczą próbę solanki w celu wykonania analizy chemicznej. Temperatura próby na powierzchni terenu wynosiła 24°C przy temperaturze otoczenia 18°C. Sucha pozostałość wynosiła 156 g/dm<sup>3</sup>, ciężar właściwy 1,1186 g/cm<sup>3</sup>, a pH=7. Wodę scharakteryzowano jako 15,6% solankę termalną, chlorkowo-sodowo-wapniową, jodkową (tab. 55). Wskaźnik hydrochemiczny  $r_{Na}/r_{Cl}$ , wynoszący 0,58, świadczy o całkowitej i długotrwałej izolacji od powierzchni terenu i innych poziomów wodonośnych, stagnacji hydrodynamicznej jak również o bardzo wysokim zmetamorfizowaniu solanki.

Po zakończeniu badań poziom zlikwidowano, zakładając na głębokości 1960–1910 m korek cementowy.

**Opróbowany poziom: 1892–1906 m** – perm, czerwony spągowiec i cechsztyń (zlepieniec i wapienie)

Wyniki:

przyływ solanki 0,2 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=34°C

Poziom udostępniono do badań perforując w dniu 31.10.1966 r. kolumnę rur  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ ". Łącznie na odcinku 1906–1892 m oddano 140 strzałów uzyskując przyływ solanki. Po perforacji oczyszczono otwór szczerpując 157 m<sup>3</sup> płynu i przystąpiono do obserwacji przyływu (tab. 56). Zwierciadła statyczne solanki nie określono, przerywając stabilizację na głębokości 294 m. Przyływ solanki wyniósł 0,2 m<sup>3</sup>/h.

W dniu 8.11.1966 r. pobrano łyżką wiertniczą próbę solanki. Temperatura próby na powierzchni wynosiła 34°C przy temperaturze otoczenia 12°C. Sucha pozostałość wynosiła 161,5 g/dm<sup>3</sup>, ciężar właściwy 1,1196 g/cm<sup>3</sup>, a pH=7. Wodę

Tabela 56

**Stabilizacja zwierciadła wody w otworze Jamno IG 2  
(poziom 1892–1906 m)**

Stabilization of groundwater table in Jamno IG 2 borehole  
(1892–1906 m interval)

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Głębokość zalegania zwierciadła solanki [m p.p.t.]
05.10.1966	13:00	850,0
05.10.1966	15:00	799,0
05.10.1966	18:00	749,0
05.10.1966	20:00	713,0
05.10.1966	22:00	680,0
06.10.1966	2:00	625,0
06.10.1966	7:00	570,0
06.10.1966	13:00	548,0
06.10.1966	15:00	490,0
06.10.1966	17:00	470,0
06.10.1966	19:00	450,0
06.10.1966	21:00	435,0
06.10.1966	24:00	422,0
07.10.1966	2:00	412,0
07.10.1966	6:00	394,0
07.10.1966	8:00	383,0
07.10.1966	10:00	372,0
07.10.1966	12:00	363,5
07.10.1966	16:00	347,0
07.10.1966	20:00	330,0
07.10.1966	22:00	326,0
08.10.1966	2:00	313,0
08.10.1966	4:00	307,0
08.10.1966	6:00	303,5
08.10.1966	8:00	294,0

określono jako 16,15% solankę termalną, chlorkowo-sodowo-wapniowo-magnezową, jodkową (tab. 57). Wskaźnik hydrochemiczny  $rNa/rCl$  wynosi 0,54. Solanka pod względem stopnia zmetamorfizowania jest więc zbliżona do solanki występującej w poziomie dewońskim, natomiast wskaźnik  $Cl/Br$ , wynoszący 79, może wskazywać na bliskie sąsiedztwo złóż bituminów.

Badany poziom zlikwidowano do głębokości 1750 m korciem BOA.

Tabela 57

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 1892–1906 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 2**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 1892–1906 m interval;  
Jamno IG 2 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	35 000,0	1 552,0	52,7
K <sup>+</sup>	700,0	18,0	0,6
Ca <sup>2+</sup>	21 200,0	1 057,0	36,6
Mg <sup>2+</sup>	3 600,0	293,0	10,1
<b>Suma</b>	<b>60 500,0</b>	<b>2 890,0</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	99 500,0	2 800,0	98,2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 760,0	36,6	1,3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	79,0	1,3	0,0
Br <sup>-</sup>	1 260,0	15,8	0,6
J <sup>-</sup>	6,0	–	0,0
<b>Suma</b>	<b>102 605,0</b>	<b>2 853,7</b>	<b>100,0</b>

**Opróbowany poziom: 1731–1737 m – perm, cechsztyń  
(dolomit główny)**

Wyniki:

przyływ solanki 0,1 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=26°C

W dniu 2.11.1966 r. wykonano perforację rur  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ ", oddając w przelocie 1737–1731 m 80 strzałów. Po perforacji płyn zalegający w otworze, na głębokości 700 m, po około 30 godzinach podniósł się do poziomu 240 m p.p.t. W celu oczyszczenia otworu z płuczki szcerpano 193 m<sup>3</sup> płynu i przystąpiono do pomiarów przyływu (tab. 58). Poziomu statycznego solanki nie określono, przerywając stabilizację na głębokości 247 m. Przyływ określono na 0,1 m<sup>3</sup>/h.

Pobrana łyżką próba solanki posiadała na powierzchni terenu temperaturę 26°C, temperatury otoczenia nie pomierzono. Sucha pozostałość solanki wynosiła 191 g/dm<sup>3</sup>, ciężar właściwy 1,1365 g/cm<sup>3</sup>, a pH=7. Wodę scharakteryzowano jako 19,1% solankę termalną, chlorkowo-sodowo-wapniową, jodkową (tab. 59). Wskaźnik  $rNa/rCl$  (wynoszący 0,61) również świadczy o całkowitej izolacji poziomu, bardzo wysokim zmetamorfizowaniu oraz o możliwości występowania w badanym poziomie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Wartości wskaźników  $Cl/Br=0,61$  i  $rSO_4 \times 100/rCl=0,98$ , przy podanej wyżej wartości wskaźnika  $rNa/rCl$ , mogą wskazywać na bliskie sąsiedztwo złóż bituminów.



Tabela 58

**Stabilizacja zwierciadła wody w otworze Jamno IG 2  
(poziom 1731–1737 m)**

Stabilization of groundwater table in Jamno IG 2 borehole  
(1731–1737 m interval)

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Głębokość zalegania zwierciadła solanki [m p.p.t.]
18.11.1966	12:00	570
18.11.1966	14:00	473
18.11.1966	16:00	412
18.11.1966	18:00	383
18.11.1966	20:00	372
18.11.1966	24:00	349
19.11.1966	4:00	331
19.11.1966	8:00	317
19.11.1966	10:00	310
19.11.1966	15:00	294
19.11.1966	18:00	286
19.11.1966	21:00	279
19.11.1966	24:00	271
20.11.1966	3:00	265
20.11.1966	6:00	262
20.11.1966	9:00	257
20.11.1966	12:00	253
20.11.1966	15:00	250
20.11.1966	18:00	247

Tabela 60

**Stabilizacja zwierciadła wody w otworze Jamno IG 2  
(poziom 1691–1708 m)**

Stabilization of groundwater table in Jamno IG 2 borehole  
(1691–1708 m interval)

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Głębokość zalegania zwierciadła solanki [m p.p.t.]
07.12.1966	13:00	470,0
07.12.1966	15:00	446,5
07.12.1966	17:00	426,0
07.12.1966	19:00	403,0
07.12.1966	21:00	385,5
07.12.1966	23:00	371,0
08.12.1966	1:00	359,0
08.12.1966	3:00	349,0
08.12.1966	5:00	330,0
08.12.1966	9:00	321,0
08.12.1966	11:00	315,0
08.12.1966	13:00	312,0

Tabela 59

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 1731–1737 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 2**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 1731–1737 m interval;  
Jamno IG 2 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	47 000,0	2 044,0	61,4
K <sup>+</sup>	580,0	14,8	0,4
Ca <sup>2+</sup>	19 500,0	974,0	29,3
Mg <sup>2+</sup>	3 600,0	297,0	8,9
<b>Suma</b>	<b>70 680,0</b>	<b>3 329,8</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	119 000,0	3 350,0	98,2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 600,0	33,0	1,0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	153,0	2,5	0,1
Br <sup>-</sup>	1 130,0	14,1	0,4
J <sup>-</sup>	6,0	–	0,0
<b>Suma</b>	<b>121 889,0</b>	<b>3 399,6</b>	<b>100,0</b>

Tabela 61

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 1691–1708 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 2**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 1691–1708 m interval;  
Jamno IG 2 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	47 000,0	2 044,0	59,4
K <sup>+</sup>	720,0	18,4	0,5
Ca <sup>2+</sup>	21 800,0	1 086,0	31,5
Mg <sup>2+</sup>	3 600,0	297,0	8,6
<b>Suma</b>	<b>73 120,0</b>	<b>3 445,4</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	124 300,0	3 500,0	98,7
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1 300,0	27,2	0,8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	214,0	3,5	0,1
Br <sup>-</sup>	1 250,0	15,6	0,4
J <sup>-</sup>	5,0	–	0,0
<b>Suma</b>	<b>127 069,0</b>	<b>3 546,3</b>	<b>100,0</b>

W celu likwidacji opróbowanego poziomu zbiornikowego wykonano w głębokości 1760–1716 m korek cementowy.

**Opróbowany poziom: 1691–1708 m** – perm, cechsztyń (dolomit płytowy)

Wyniki:

przyływ solanki 0,11 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=22°C

W dniu 2.12.1966 r. w celu udostępnienia poziomu do badań wykonano perforację rur  $\varnothing 6\frac{3}{8}$ ", oddając w przelocie 1708–1691 m 170 strzałów. W wyniku perforacji uzyskano przyływ solanki. W celu oczyszczenia otworu z płuczki wiertniczej szcerpano 220 m<sup>3</sup> płynu i przystąpiono do obserwacji wzniosu solanki (tab. 60). Pomiary kontynuowano tylko

do głębokości 312 m, nie uzyskując pełnej stabilizacji. Przyływ określono na 0,11 m<sup>3</sup>/h.

W dniu 8.12.1966 r. pobrano łyżką próbę solanki. Temperatura solanki na powierzchni terenu wynosiła 22°C przy temperaturze otoczenia 8°C. Wodę o suchej pozostałości wynoszącej 202 g/dm<sup>3</sup>, ciężarze właściwym 1,1447 g/cm<sup>3</sup> i pH równym 7 określono jako 20,2% solankę termalną, chlorkowo-sodowo-wapniową, jodkową (tab. 61). Wartości wskaźników hydrochemicznych: rNa/rCl=0,58, Cl/Br=9,9 i rSO<sub>4</sub>×100/rCl=0,78, przy jednoczesnej obecności jonu jodkowego, wskazują na bliskie sąsiedztwo złóż ropy naftowej.

Po zakończeniu opróbowania otwór zlikwidowano do wierzchu.

### OTWÓR WIERTNICZY JAMNO IG 3

Opróbowanie przeprowadzono po zakończeniu wiercenia. Przebadano 7 poziomów zbiornikowych: jeden poziom dewonu, jeden połączony poziom cechsztyń i stropowej partii dewonu, dwa poziomy cechsztyń, dwa poziomy triasu i jeden poziom jury (fig. 70). Poziomy do badań wytypował Z. Depowski. Opróbowanie nadzorował L. Bojarski, a dozór nad badaniami sprawował F. Juszcak i A. Wierzbicki. Analizy chemiczne wód pobranych podczas opróbowania (z wyjątkiem analizy wody pobranej z utworów jury) wykonały H. Jasińska i T. Latoszyńska w Głównym Laboratorium Chemicznym Instytutu Geologicznego. Analizę wody z jurajskiego poziomu zbiornikowego wykonano pod kierunkiem A. Jarockiej w laboratorium PP „Obsługa Techniczna Uzdrowisk” w Warszawie. Pełną analizę wody pobranej z tego samego poziomu w 2002 r. wykonały A. Chrostowska, A. Dzierzbicka i I. Wardzińska w laboratorium Biura Projektów i Usług Technicznych Branży Uzdrowiskowej „Balneoprojekt” w Warszawie (d. PP „OTU”). Analizy gazu wykonał M. Sztukowski w Laboratorium Skał Bitumicznych Instytutu Geologicznego.

W części omawiającej opróbowanie poziomów zbiornikowych otworu Jamno IG 3 nie przedstawiono zestawień tabelarycznych stabilizacji solanek, ograniczając się jedynie do podania, za dokumentacją wynikową otworu, wyników łyżkowań. W dokumentacji, na podstawie której opracowano niniejszy rozdział, tych zestawień nie zamieszczono, a wszelkie materiały źródłowe są już niedostępne, przypuszczalnie zaginęły.

**Opróbowany poziom: 2103,4–2200 m** – dewon środkowy (piaskowce z wkładkami łupków)

Wyniki:

przyływ solanki 0,092 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=21°C

Opróbowanie rozpoczęto 6.02.1966 r. Badano poziom odsłonięty pod butem rur  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ ". Po oczyszczeniu otworu z płuczki wiertniczej uzyskano przyływ solanki w wysokości 0,092 m<sup>3</sup>/h przy depresji 37 m. Poziom statyczny solanki ustabilizowano na głębokości 176 m p.p.t.

Z głębokości 1200 m pobrano łyżką próbę wody w celu wykonania analizy chemicznej. Woda miała na powierzchni terenu temperaturę 21°C przy temperaturze otoczenia wynoszącej 0°C. Wodę o suchej pozostałości, wynoszącej 237,4 g/dm<sup>3</sup>, scharakteryzowano jako 23,7% solankę termalną, chlorkowo-sodo-

wo-wapniową, jodkową (tab. 62). Wartości wskaźników hydrochemicznych, wynoszące rNa/rCl=0,51; Cl/Br=123 i rSO<sub>4</sub>×100/rCl=0,21, wskazują na bliskie sąsiedztwo złóż bituminów.

W wyniku odgazowania próby solanki uzyskano czysty gaz składający się głównie z azotu – 44,84% obj., metanu – 37% obj. i dwutlenku węgla – 16,69% obj. W próbie stwierdzono niską zawartość propanu i etanu oraz śladowe ilości wodoru i helu przy pełnym braku węglowodorów cięższych.

Badany poziom zlikwidowano korkiem cementowym do głębokości 2080 m.

Tabela 62

**Wyniki badań chemicznych solanki pobranej z poziomu 2103,4–2200 m; otwór wiertniczy Jamno IG 3**

Results of chemical analysis of brine sampled at 2103,4–2200 m interval; Jamno IG 3 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	49 400,0	2 148,76	51,6
K <sup>+</sup>	1 050,0	26,86	0,6
Ca <sup>2+</sup>	32 000,0	1 597,60	38,4
Mg <sup>2+</sup>	4 700,0	386,51	9,3
Fe <sup>3+</sup>	35,0	1,88	0,1
<b>Suma</b>	<b>87 185,0</b>	<b>4 161,61</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	148 000,0	4 174,89	99,4
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	415,0	8,64	0,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	12,0	0,20	0,0
Br <sup>-</sup>	1 205,0	15,08	0,4
J <sup>-</sup>	29,0	0,23	0,0
<b>Suma</b>	<b>149 661,0</b>	<b>4 199,04</b>	<b>100,0</b>

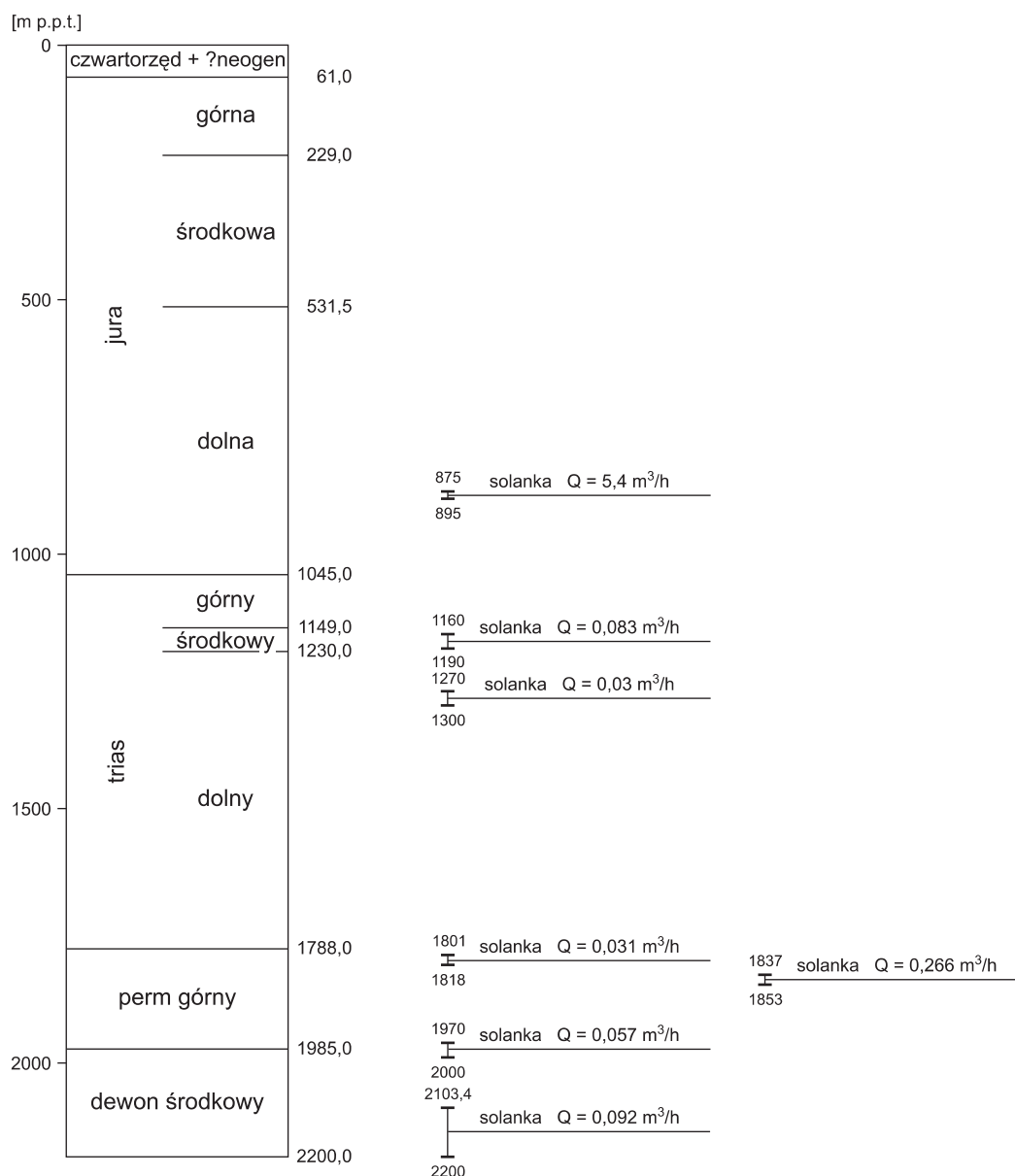


Fig. 70. Schemat opróbowania otworu Jamno IG 3

Scheme of Jamno IG 3 borehole testing

**Opróbowane poziomy:** 1990–2000 i 1970–1980 m – dewon środkowy, żywety i perm górny – czerwony spągowiec, cechsztyn (piaskowce, dolomity)

Wyniki:

przyływ solanki 0,057 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=21°C

Poziom do badań udostępniono perforując w dniu 22.02.1966 r. rury Ø 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub>". Oddano 200 strzałów, uzyskując przyływ solanki. Przyływ wyniósł 0,057 m<sup>3</sup>/h przy depresji 23 m. Poziom statyczny ustabilizowano na głębokości 197 m.

Z badanego poziomu pobrano łyżką wiertniczą próbę solanki o temperaturze na powierzchni terenu 21°C przy tempera-

turze otoczenia 7°C. Sucha pozostałość wynosiła 236 g/dm<sup>3</sup>. Wodę określono jako 23,6% solankę termalną, chlorkowo-sodowo-wapniową, żelazistą, jodkową (tab. 63). Wskaźniki hydrochemiczne ( $r_{Na}/r_{Cl}=0,51$ ;  $Cl/Br=123$  i  $SO_4 \times 100/r_{Cl}=0,21$ ) również wskazują na możliwość występowania w bliskim sąsiedztwie złóż bituminów.

Z solanki odgazowano czysty gaz odznaczający się wysoką zawartością metanu – 87,86% obj. i niewielkimi ilościami azotu i wodoru.

Badany poziom zlikwidowano korkiem cementowym do głębokości 1858 m.

Tabela 63

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 1990–2000 i 1970–1980 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 3**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 1990–2000 and 1970–1980 m intervals;  
Jamno IG 3 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	49 400,0	2 148,76	52,0
K <sup>+</sup>	1 020,0	26,09	0,6
Ca <sup>2+</sup>	32 000,0	1 597,60	38,7
Mg <sup>2+</sup>	4 370,0	359,38	8,7
Fe <sup>3+</sup>	2,5	0,13	0,0
<b>Suma</b>	<b>86 792,5</b>	<b>4 131,96</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	148 000,0	4 174,89	99,4
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	400,0	8,33	0,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	162,0	2,65	0,0
Br <sup>-</sup>	1 796,0	14,15	0,4
I <sup>-</sup>	30,0	1,58	0,0
<b>Suma</b>	<b>150 388,0</b>	<b>4 201,60</b>	<b>100,0</b>

Tabela 64

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 1837–1853 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 3**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 1837–1853 m interval;  
Jamno IG 3 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	51 250,0	2 229,23	53,6
K <sup>+</sup>	1 050,0	26,86	0,6
Ca <sup>2+</sup>	31 950,0	1 595,11	38,4
Mg <sup>2+</sup>	3 750,0	308,39	7,4
<b>Suma</b>	<b>88 000,0</b>	<b>4 159,59</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	145 600,0	4 107,19	99,1
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	592,0	12,32	0,3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	198,0	3,24	0,1
Br <sup>-</sup> +I <sup>-</sup>	1 780,0	22,27	0,5
<b>Suma</b>	<b>148 170,0</b>	<b>4 145,02</b>	<b>100,0</b>

**Opróbowany poziom: 1837–1853 m** – perm, cechsztyń  
(dolomity, wkładki anhydrytów)

Wyniki:

przyływ solanki 0,266 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=38°C

Poziom odsłonięto perforując dnia 24.02.1966 r. rury Ø 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub>". Po oddaniu 160 strzałów uzyskano przyływ solanki w ilości 0,266 m<sup>3</sup>/h. Poziomu statycznego solanki nie ustabilizowano, pomiary prowadzono do głębokości 1670 m.

Pobrana łyżką wiertniczą próba solanki posiadała, po wydobyciu na powierzchnię, temperaturę 38°C przy temperaturze otoczenia wynoszącej 3°C. Sucha pozostałość wynosiła 238 g/dm<sup>3</sup>. Wodę określono jako 23,8% solankę termalną, chlorkowo-sodowo-wapniową, jodkową (tab. 64). Wskaźniki hydrochemiczne ( $r_{Na/rCl}=0,54$  i  $r_{SO_4 \times 100/rCl}=0,30$ ) mogą wskazywać na bliskość złoża bituminów.

W wyniku odgazowania 1 dm<sup>3</sup> solanki uzyskano 108 ml gazu składającego się z azotu – 78,82% obj. i metanu – 20,62% obj. Ponadto stwierdzono obecność nikłych ilości etanu i wodoru.

Badany poziom zlikwidowano korkiem cementowym.

**Opróbowany poziom: 1801–1818 m** – perm, cechsztyń  
(dolomity, wkładki anhydrytów)

Wyniki:

przyływ solanki 0,031 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=38°C

Poziom odsłonięto 7.03.1966 r. perforując rury Ø 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub>" (oddano 170 strzałów). W wyniku zabiegu uzyskano niewielki przyływ solanki w wysokości 0,031 m<sup>3</sup>/h. Poziomu statycznego solanki nie ustabilizowano, prowadząc pomiary wzniosu jedynie do głębokości 1715 m.

Tabela 65

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 1801–1818 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 3**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 1801–1818 m interval;  
Jamno IG 3 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	52 000,0	2 261,85	76,1
K <sup>+</sup>	600,0	15,35	0,5
Ca <sup>2+</sup>	10 300,0	514,23	17,3
Mg <sup>2+</sup>	2 190,0	180,10	6,1
<b>Suma</b>	<b>65 090,0</b>	<b>2 971,53</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	108 800,0	3 069,11	98,2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2 070,0	43,09	1,4
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	324,0	5,31	0,2
Br <sup>-</sup> +I <sup>-</sup>	576,0	7,21	0,2
<b>Suma</b>	<b>111 770,0</b>	<b>3 124,72</b>	<b>100,0</b>

Pobrana łyżką próba solanki miała na powierzchni terenu temperaturę 38°C przy temperaturze otoczenia 0°C. Sucha pozostałość wynosiła 182,4 g/dm<sup>3</sup>. Wodę scharakteryzowano jako 18,2% solankę termalną, chlorkowo-sodową, jodkową (tab. 65). Wartość wskaźnika hydrochemicznego  $r_{Na/rCl}$  wynosi 0,74. Wartość ta nie wyklucza perspektywiczności poziomu pod kątem zachowania się złóż bituminów. Solanka jest, w porównaniu z solankami występującymi w głębszych poziomach, w mniejszym stopniu zmetamorfizowana. Jednak wartość wskaźnika  $r_{SO_4 \times 100/rCl}$  wynosi 1,40 i nie wskazuje na bliskie sąsiedztwo złóż bituminów.

Po zakończeniu opróbowania badany poziom zlikwidowano korkiem cementowym do głębokości 1305 m.

**Opróbowany poziom: 1270–1300 m** – trias dolny (piaskowce)

Wyniki:

przyływ solanki 0,03 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=26°C

W celu odsłonięcia poziomu do badań wykonano 16.03.1966 r. perforację rur  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ ". Oddano 160 strzałów uzyskując przyływ solanki w ilości 0,030 m<sup>3</sup>/h przy depresji 13 m. Zwierciadło solanki ustabilizowano na głębokości 226 m.

Pobrana łyżką próba solanki posiadała na powierzchni terenu temperaturę 26°C przy temperaturze otoczenia wynoszącej 4°C. Sucha pozostałość wynosiła 114,5 g/dm<sup>3</sup>. Wodę scharakteryzowano jako 11,45% solankę termalną, chlorkowo-sodowo-wapniową, jodkową (tab. 66). Wskaźniki hydrochemiczne  $r_{Na/rCl}=0,64$  i  $r_{SO_4 \times 100/rCl}=0,91$  mogą wskazywać na perspektywiczność opróbowanego poziomu pod kątem zachowania się bituminów.

Poziom po badaniach zlikwidowano korkiem cementowym.

**Tabela 66**

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 1270–1300 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 3**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 1270–1300 m interval;  
Jamno IG 3 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	29 000,0	1 261,42	65,3
K <sup>+</sup>	430,0	11,00	0,5
Ca <sup>2+</sup>	8 850,0	441,84	22,9
Mg <sup>2+</sup>	2 650,0	217,93	11,3
<b>Suma</b>	<b>40 930,0</b>	<b>1 932,19</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	69 800,0	1 968,97	98,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	862,0	17,94	0,9
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	72,0	1,18	0,1
Br <sup>-</sup> + J <sup>-</sup>	563,0	7,04	0,4
<b>Suma</b>	<b>71 297,0</b>	<b>1 995,13</b>	<b>100,0</b>

**Tabela 67**

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 1160–1190 m;  
otwór wiertniczy Jamno IG 3**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 1160–1190 m interval;  
Jamno IG 3 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	26 000,0	1 130,93	71,0
K <sup>+</sup>	430,0	11,00	0,7
Ca <sup>2+</sup>	5 750,0	287,07	18,0
Mg <sup>2+</sup>	1 990,0	163,65	10,3
<b>Suma</b>	<b>34 170,0</b>	<b>1 592,65</b>	<b>100,0</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	55 990,0	1 579,41	98,5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	861,0	17,92	1,1
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	51,0	0,84	0,1
Br <sup>-</sup> + J <sup>-</sup>	366,0	4,58	0,3
<b>Suma</b>	<b>57 268,0</b>	<b>1 602,75</b>	<b>100,0</b>

**Opróbowany poziom: 1160–1190 m** – trias środkowy (wapienie dolomityczne z iłowcami)

Wyniki:

przyływ solanki 0,083 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=26°C

Poziom udostępniono w dniu 22.03.1966 r. perforując rury  $\varnothing 6\frac{5}{8}$ ". Oddano 160 strzałów uzyskując przyływ solanki w ilości 0,083 m<sup>3</sup>/h przy depresji 286 m. Poziom statyczny solanki ustabilizowano po 44 godzinach na głębokości 874 m. Próba wydobytej łyżką solanki miała temperaturę 26°C przy temperaturze otoczenia 5°C. Sucha pozostałość wynosiła 93,4 g/dm<sup>3</sup>. Wodę scharakteryzowano jako 9,34% solankę termalną, chlorkowo-sodową, jodkową (tab. 67). Wartości wskaźników hydrochemicznych wynoszące  $r_{Na/rCl}=0,72$  i  $r_{SO_4 \times 100/rCl}=1,14$  wskazują na znacznie posunięty proces zmetamorfizowania wody, na izolację poziomu od powierzchni ziemi i na znikomy przepływ filtracyjny.

Po zakończeniu badań otwór zlikwidowano korkiem cementowym do głębokości 900 m.

**Opróbowany poziom: 875–895 m** – jura dolna (piaskowce)

Wyniki:

przyływ solanki 7,99 m<sup>3</sup>/h

temperatura wydobytej solanki T=23°C

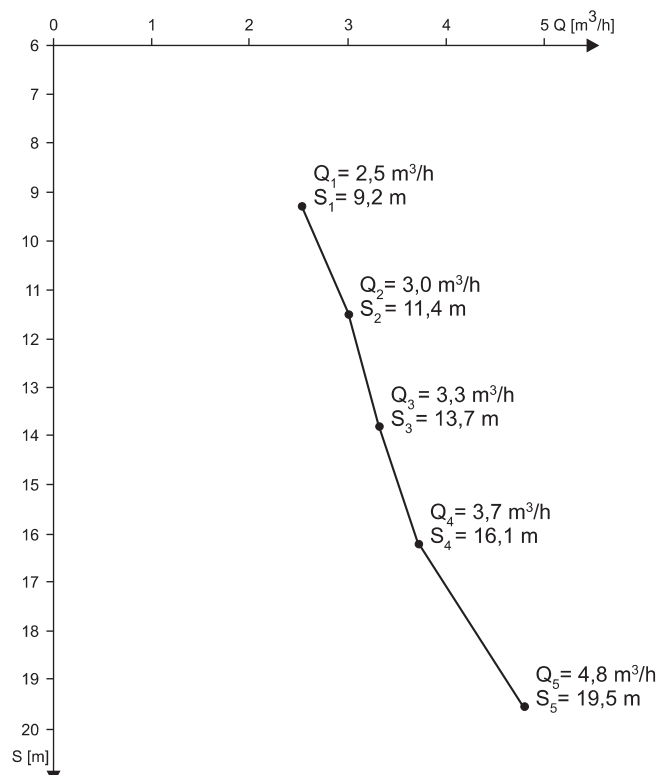
W dniu 28.03.1966 r. wykonano perforację rur  $\varnothing 9\frac{5}{8}$ ". Oddano 110 strzałów uzyskując samoczynny wypływ solanki. Bezpośrednio po perforacji wydajność na samowypływie wynosiła 7,99 m<sup>3</sup>/h, stopniowo wzrastając, aż do około 10 m<sup>3</sup>/h w dniu 7.04.1966 r. Po 12 godzinach od perforacji ciśnienie głowicowe wynosiło 1,8 at., co odpowiada poziomowi statycznemu na wysokości 18 m ponad terenem.

Tabela 68

**Wyniki badań chemicznych solanki  
pobranej z poziomu 875–895 m (1966 r.);  
otwór wiertniczy Jamno IG 3**

Results of chemical analysis of brine  
sampled at 875–895 m interval (1966 yr);  
Jamno IG 3 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	22 535,00	979,91	81,03
K <sup>+</sup>	150,50	3,85	0,32
Ca <sup>2+</sup>	2 840,80	141,76	11,72
Mg <sup>2+</sup>	1 007,80	82,88	6,85
Fe <sup>T</sup>	8,80	0,32	0,03
Mn <sup>2+</sup>	0,60	0,02	0,00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	10,40	0,58	0,05
<b>Suma</b>	<b>26 553,90</b>	<b>1 209,32</b>	<b>100,00</b>
Aniony			
Cl <sup>-</sup>	42 371,10	1 195,00	98,78
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	448,0	9,33	0,77
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	183,05	3,00	0,25
Br <sup>-</sup>	190,00	2,38	0,20
J <sup>-</sup>	0,30	–	0,00
<b>Suma</b>	<b>71 297,0</b>	<b>1 995,13</b>	<b>100,0</b>



**Fig. 71. Zależność wydajności od depresji  
(poziom 875–895 m, 1971 r., otwór Jamno IG 3)**

Relationship between discharge and depression  
(875–895 m interval, 1971 yr, Jamno IG 3 borehole)

Próba solanki wydobyta łyżką wiertniczą z głębokości 860 m miała temperaturę 26°C, natomiast temperatura solanki wydobywającej się z otworu samoczynnie wynosiła 23°C (przy temperaturze otoczenia 7°C). Niższa temperatura solanki wydobywającej się samoczynnie była spowodowana jej ochłodzeniem w trakcie przepływu przez górne partie otworu.

Analiza chemiczna solanki wykazała, iż suma składników stałych wynosi 69,76 g/dm<sup>3</sup>. Wodę scharakteryzowano jako 6,98% solankę termalną, chlorkowo-sodową (tab. 68). Wskaźnik hydrochemiczny  $r_{Na}/r_{Cl}$ , wynoszący 0,82, wskazuje na znacznie utrudniony kontakt solanki występującej w badanym poziomie z wodami infiltracyjnymi.

W dniu 2.04.1966 r. otwór Jamno IG 3 przekazano Zjednoczeniu „Uzdrowiska Polskie” w celu wykorzystania występujących w omawianym poziomie solanek w lecznictwie balneologicznym. W związku z koniecznością udokumentowania zasobów eksploatacyjnych ujęcia w dniach 16–22.12.1968 r. przeprowadzono próbną eksploatację. Prace prowadziła brygada PP „Obsługa Techniczna Uzdrowisk” pod nadzorem geologa uzdrowskiego z Kołobrzegu I. Bronikowskiej. Badania prowadzono przy wypływie samoczynnym. Uzyskano następujące wyniki:

Q<sub>1</sub> – 2,21 m<sup>3</sup>/h S<sub>1</sub> – 6 m  
Q<sub>2</sub> – 2,57 m<sup>3</sup>/h S<sub>2</sub> – 7 m  
Q<sub>3</sub> – 7,30 m<sup>3</sup>/h S<sub>3</sub> – 18 m

Depresję przyjęto zakładając, iż poziom statyczny solanki zalega na wysokości 18 m ponad terenem, co odpowiadało ciśnieniu głowicowemu 1,8 at. Zasobów eksploatacyjnych nie przedstawiono do zatwierdzenia.

W 1971 r. ponownie przeprowadzono próbną eksploatację. Badania wykonywała brygada PP „OTU”, a nadzór nad próbną eksploatacją sprawowała D. Szymańska. Eksploatację prowadzono w okresie 3–12.12.1971 r., również przy wypływie samoczynnym. Zwierciadło statyczne przyjęto na podstawie wskazań manometru (uwzględniając wysokość jego zamontowania) na poziomie 21,8 m ponad terenem. Uzyskano następujące wyniki (fig. 71):

Q<sub>1</sub> – 2,5 m<sup>3</sup>/h S<sub>1</sub> – 9,2 m  
Q<sub>2</sub> – 3,0 m<sup>3</sup>/h S<sub>2</sub> – 11,4 m  
Q<sub>3</sub> – 3,3 m<sup>3</sup>/h S<sub>3</sub> – 13,7 m  
Q<sub>4</sub> – 3,7 m<sup>3</sup>/h S<sub>4</sub> – 16,1 m  
Q<sub>5</sub> – 4,8 m<sup>3</sup>/h S<sub>5</sub> – 19,5 m

Wodę, na podstawie analiz prób pobranych podczas badań, scharakteryzowano jako 7,2% solankę termalną, chlorkowo-

-sodową, jodkową, żelazistą. Barwa solanki wynosiła 5 mg/l Pt, pH=7,10, a przewodnictwo właściwe w temperaturze 25°C – 0,0449 S/cm. Zasoby eksploatacyjne zatwierdzono w wysokości 5,4 m<sup>3</sup>/h przy samowypływie. Odwiert był zagłowiczony i przez wiele lat nie był wykorzystywany. W 2002 r. otworem zainteresował się Urząd Gminy w Mielnie i za zgodą miejscowego samorządu podjął prace zmierzające do wykorzystania tych wód. Wykonano badania stanu technicznego odwiertu przy pomocy geofizyki otworowej i jednocześnie dwukrotnie

(5 i 22.10.2002 r.) przez kilka godzin badano wydajność oraz pobrano próbę wody do analizy fizyko-chemicznej (tab. 69). W dniu 5.10.2002 r. wypływ był przydławiony (ciśnienie na głowicy wynosiło 1,6 at.), a wydajność wynosiła 2,88 m<sup>3</sup>/h. W dniu 22.10.2002 r. całkowicie odkręcono głowicę. Wydajność wynosiła przez 8 h ponad 6 m<sup>3</sup>/h i nie wykazywała tendencji spadkowych. Odwiert jest zamknięty stalowym denkiem skręcanym ośmioma śrubami z uszczelką gumową grubości 12 mm. Rurka odpływowa jest zabita drewnianym kołkiem.

Tabela 69

**Wyniki badań chemicznych solanki pobranej z poziomu 895–875 m (2002 r.);  
otwór wiertniczy Jamno IG 3**

Results of chemical analysis of brine sampled at 895–875 m interval (2002 yr);  
Jamno IG 3 borehole

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Kationy			
Na <sup>+</sup>	23 000,000	1 000,44	81,28
K <sup>+</sup>	159,000	4,07	0,33
Li <sup>+</sup>	1,100	0,16	0,01
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	16,350	0,91	0,07
Be <sup>2+</sup>	<0,010	–	–
Ca <sup>2+</sup>	2 797,600	139,61	11,34
Mg <sup>2+</sup>	972,200	80,00	6,50
Ba <sup>2+</sup>	<0,500	–	–
Sr <sup>2+</sup>	2150	4,91	0,40
Fe <sup>2+</sup>	19,270	0,69	0,06
Mn <sup>2+</sup>	2,340	0,09	0,01
Ag <sup>2+</sup>	0,007	0,00	0,00
Zn <sup>2+</sup>	<0,060	–	–
Cu <sup>2+</sup>	0,020	0,00	0,00
Ni <sup>2+</sup>	0,003	0,00	0,00
Co <sup>2+</sup>	<0,010	–	–
Pb <sup>2+</sup>	<0,010	–	–
Hg <sup>2+</sup>	<0,001	–	–
Cd <sup>2+</sup>	0,0002	0,00	0,00
Sb <sup>2+</sup>	<0,005	–	–
Se <sup>2+</sup>	<0,004	–	–
Al <sup>3+</sup>	<0,005	–	–
Cl <sup>3+</sup>	<0,010	–	–
Mo <sup>4+</sup>	0,003	0,00	0,00
Zr <sup>4+</sup>	<0,010	–	–
<b>Suma</b>	<b>4 206,2532</b>	<b>1 209,32</b>	<b>100,00</b>

Składnik	Zawartość		
	mg/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	% mval
Aniony			
F <sup>-</sup>	–	–	–
Cl <sup>-</sup>	42 371,10	1 195,00	98,78
Br <sup>-</sup>	190,00	2,38	0,20
I <sup>-</sup>	0,30	–	0,00
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	448,00	9,33	0,77
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	183,05	3,00	0,25
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	–	–	–
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	–	–	–
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	–	–	–
S <sup>2-</sup>	–	–	–
CN <sup>-</sup>	–	–	–
HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	–	–	–
<b>Suma</b>	<b>71 297,00</b>	<b>1 995,13</b>	<b>100,00</b>
Składnik		Zawartość	
Składniki niezdysonowane			
H <sub>2</sub> TiO <sub>3</sub>		<0,002	
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>		1,3	
HBO <sub>2</sub>		26,6	
Zanieczyszczenia organiczne			
ChZT (COD)		nie ozn.	
Fenole		<0,002	
Detergenty anionowe		<0,01	
DDT i jego metabolity		<0,0002	
Benzo-a-piren		<10 ng/dm <sup>3</sup>	
Suma WWA		<100 ng/dm <sup>3</sup>	
Węglowodory alifatyczne		0,000	
Węglowodory aromatyczne		0,000	

## PODSUMOWANIE

Opróbowane otwory znajdują się w strefie perspektywicznej pod względem możliwości zachowania się złóż węglowodorów. W trakcie badań nie zaobserwowano bezpośrednich śladów węglowodorów, jednak wskazują na to właściwości występujących w opróbowanych poziomach solanek.

Szczególnie perspektywiczne są utwory dewonu i permu (cechsztynu). Występują w nich silnie zmetamorfizowane solanki, są izolowane od innych poziomów wodonośnych, a wskaźniki hydrochemiczne jednoznacznie wskazują na możliwość wystąpienia bituminów. Wskaźniki hydrochemicz-

ne wód pobranych z utworów permu wskazują nawet na bliskie sąsiedztwo złóż bituminów.

W opróbowanych utworach triasu również występują silnie zmetamorfizowane, izolowane solanki, a wartości wskaźników hydrochemicznych nie wykluczają możliwości zachowania się bituminów.

Solanki występujące w otworze Jamno IG 3 w utworach jury dolnej mogą być wykorzystywane w lecznictwie balneologicznym. Zasoby eksploatacyjne poziomu są zatwierdzone w kategorii „B” w wysokości 5,4 m<sup>3</sup>/h przy depresji 21,6 m. Otwór jest obecnie zagłowiczony.