

Stanisław DEPOWSKI, Irina SĄPUŁA

## Wyniki badań termicznych wykonanych w południowo-wschodniej części Nizy Polskiego

W związku z badaniem budowy geologicznej i perspektyw ropogazoności Nizy Polskiego realizowany jest począwszy od 1955 r. program głębokich wierceń podstawowych i parametrycznych. W wielu z tych wierceń wykonywane są również pomiary stopnia geotermicznego mające obecnie coraz większe znaczenie w geofizyce i geologii naftowej. W stosunkowo znacznym zakresie pomiary termiczne zrealizowano w otworach podstawowych i parametrycznych odwierconych w południowo-wschodniej części Nizy Polskiego. Otwory objęte tymi badaniami położone są w obrębie trzech różnych jednostek geologicznych (W. Pożaryski, 1964), a mianowicie w obniżeniu podlaskim, na wyniesieniu podlasko-lubelskim i w warszawsko-lubelskiej części synklinorium brzeźnego. Profile litologiczno-stratygraficzne otworów wykorzystane w niniejszej pracy zostały opracowane przez geologów Instytutu Geologicznego z Zakładu Geologii Struktur Wgłębnych Nizy Polskiego.

W artykule podano wyniki badań termicznych wykonanych w 8 otworach wiertniczych, przy czym w obniżeniu podlaskim usytuowane zostały otwory Mielnik IG i Żebrak IG, w zachodniej obniżonej części wyniesienia podlasko-lubelskiego otwór Radzyń IG, a w warszawsko-lubelskiej części synklinorium brzeźnego otwory Magnuszew IG, Żyrzyn IG, Dorohuczka IG, Tyszowce IG i Tomaszów Lub. IG. Miały one umożliwić poznanie stratygrafii i wykształcenia litofacjalnego pokrywy osadowej, uzyskanie bezpośrednich informacji o podłożu krystalicznym, otrzymanie danych do oceny prognoz ropogazoności badanych jednostek geologicznych I rzędu i określenia kierunków prac poszukiwawczych ropy i gazu. W związku z powyższym wykonywano w poszczególnych otworach prace badawcze w możliwie dużym zakresie, a więc przeprowadzono także profilowanie termiczne dla określenia stopnia geotermicznego.

Pomiary temperatury przeprowadzano przy pomocy elektrycznych termometrów oporowych. Otwory były na ogół zarurowane, ale rury dają tak nieznaczną zmianę temperatury, że można było tego nie uwzględniać. We wszystkich otworach za miarodajne przyjęto pomiary wykonane w warunkach ogólnie ustalonego reżimu cieplnego. Okres przestojów był dostateczny (W. N. Dachnow, D. J. Djakonow, 1952) dla wystarczająco dokładnego pomiaru rzeczywistych temperatur warstw (tab. 1), a przed-

Tabela 1

Otwór	Okres wiercenia	Głębokość otworu w m	Data pomiaru	Prześtój doby	Interwał pomiaru w m
Tyszowce IG	1.X.1959 r. —21.VI.1961 r.	2418,5	15.VII.1962 r.	12	42 —1945
Tomaszów Lubelski IG	21.II.1963 r. —14.IX.1965 r.	3000	21.XII.1961 r.	11	133 —2525
Dorohuczka IG	28.XI.1959 r. —8.X.1962 r.	2750	28.XI.1962 r.	10	50 —2420
Żyrzyn IG	19.VI.1960 r. —22.XII.1961 r.	2555,4	25.X.1962 r.	3,3	11 —2180
Magnuszew IG	28.V.1956 r. —7.VI.1958 r.	3000	31.XII.1958 r.	14	64,5—2550
Radzyń IG	6.I.1960 r. —11.IX.1961 r.	1721	1.X.1961 r.	10	50 —1697
Żebrak IG	30.VII.1957 r. —14.VII.1959 r.	2472,2	19.IV.1960 r.	14	12 —1343
Mielnik IG	20.VIII.1959 r. —14.VI.1960 r.	1813,1	8.IX.1960 r.	12	10 —1725

kości pomiaru według prac doświadczalnych były niewątpliwie dostosowane dla przejścia przez termometr temperatury otaczającego środowiska skalnego.

We wszystkich otworach przeprowadzono obliczenia średnich wartości geotermicznego gradientu i stopnia dla wydzielonych litologicznych kompleksów skał i dla stratygraficznych granic wg następujących wzorów (W. N. Dachnow, D. J. Djakonow, 1952):

$$G_{100} = 100 \frac{t_2 - t_1}{h_2 - h_1} \text{ } ^\circ\text{C}/100 \text{ m} \quad (1)$$

$$\bar{H} = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \text{ (m/1 } ^\circ\text{C)} \quad (2)$$

gdzie:  $t_2$  i  $t_1$  — temperatura skał, pomierzone odpowiednio na głębokości  $h_2$  i  $h_1$ ,  
 $G$  — gradient geotermiczny,  
 $H$  — stopień geotermiczny.

Dla dokładniejszego obliczenia średnich wartości gradientu geotermicznego W. N. Dachow, D. J. Djakonow (1952) proponują zastosowanie wzoru:

$$G_{100} = 100 \frac{t - t_d}{h - h_d} \text{ } ^\circ\text{C}/100 \text{ m} \quad (3)$$

gdzie:  $t$  — temperatura określona na przyjętej głębokości  $h$ ,  
 $t_d$  — temperatura dolnej granicy warstwy o stałej temperaturze, leżącej na głębokości  $h_d$ .

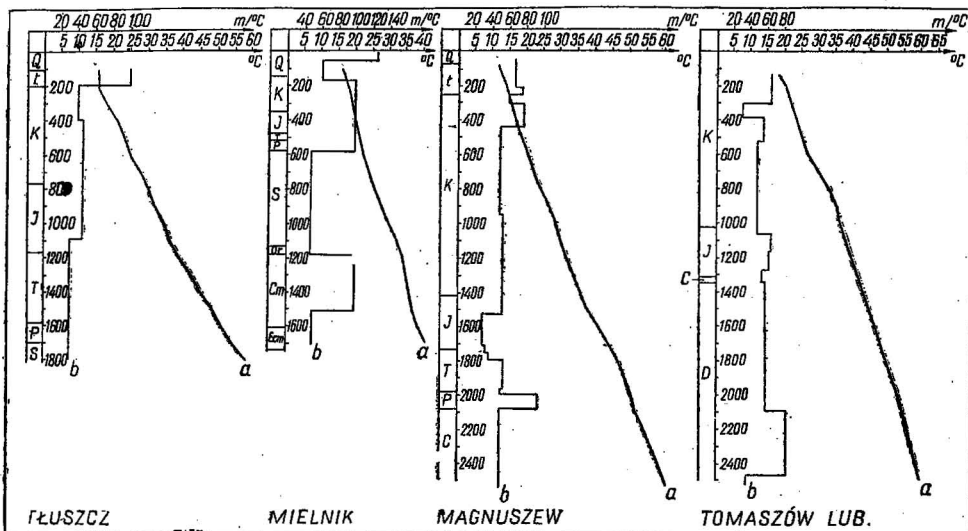


Fig. 1. Profile geotermiczne otworów: Tłuszcz IG, Mielnik IG, Magnuszew IG, Tomaszów Lubelski IG

Geothermal sections of bore holes: Tłuszcz IG, Mielnik IG, Magnuszew IG, Tomaszów Lubelski IG

a — krzywa zmian temperatury; b — krzywa zmian stopnia geotermicznego  
a — curve of temperature variations; b — curve of geothermal gradient variations

Nadmienia się, że we wschodniej części Nizy Polskiego poziom stałej temperatury  $t_d$  wynoszący średnio  $9^\circ\text{C}$  występuje na głębokości około 25 m (S. Depowski, 1960).

W tabeli 3 podano rezultaty obliczeń średniej wartości gradientu i stopnia geotermicznego dla poszczególnych kompleksów litologicznych na przykładzie otworu Tomaszów Lub. IG, które wyróżniają się na termogramach różnymi kątami nachylenia do osi głębokości (fig. 1). Te zmiany przebiegu krzywej temperatur prawdopodobnie są wywołane składem litologicznym skał różnego wieku i innymi właściwościami fizycznymi skał, jak porowatość, gęstość, wilgotność itp. Przyrost temperatury wraz z głębokością we wszystkich trzech otworach następuje nierównomiernie i stosunkowo powoli (tab. 2). Na przykład w otworze Dorohuczka IG temperatura na głębokości 2425 m wynosi  $64,7^\circ\text{C}$ , a w otworze Tomaszów Lub. IG na głębokości 2523 m —  $60,7^\circ\text{C}$ . Zmiana wartości stopnia geotermicznego następuje w tych otworach różnie. W otworze Tomaszów Lub. IG gradient geotermiczny stopniowo maleje wraz z głębokością (tab. 3, fig. 1). Obliczenia przeprowadzone w stosunku do warstwy stałej temperatury w interwale 25–2523 m wykazały, że dla tego otworu wartość średniego geotermicznego gradientu wynosi  $2,07^\circ\text{C}/100\text{ m}$ . W otworze Tyszowce początkowo następuje obniżenie wartości gradientu geotermicznego — do głębokości 1094 m, a więc do stropu górnego karbonu. Następnie zaznacza się mały wzrost wartości gradientu w karbonie i dewonie i aż do końcowej głębokości pomiaru gradient pozostaje prawie nie zmieniony. Średnia wartość gradientu geotermicznego w przedziale 25–1945 m wynosi  $2,22^\circ\text{C}/100\text{ m}$ . W otworze Dorohuczka IG też na

początku wartość gradientu zmniejsza się do głębokości 765 m, a zatem do dolnej granicy wapieni jurajskich. Potem do głębokości 1667 m gradient nieznacznie wzrasta i w utworach karbonu (do głębokości 2394 m) wartości gradientu prawie nie zmieniają się. Dopiero w osadach dewonu występuje pewien wzrost gradientu. Średnia wartość gradientu geotermicznego w interwale 25÷2425 m wynosi 2,32°C/100 m. W przedziale pomiaru od 52 do 2425 m wartość ta wynosi 2,22°C/100 m. W wymienionych trzech otworach pomiary temperatury rozpoczęto poniżej granicy warstwy o stałej temperaturze, dlatego wyliczenie średniego gradientu geotermicznego według rzeczywistej temperatury tej warstwy nie jest możliwe. Wartość średniego gradientu geotermicznego w przedziale 25÷1945 m wynosi dla otworów Tomaszów Lub. IG i Dorohuczka IG 2,26°C/100 m, a dla otworu Tyszowce IG — 2,22°C/100 m.

Tabela 2

Głębokość w m	Magnuszew IG	Tomaszów Lub. IG	Dorohuczka IG	Żyrzyn IG	Tyszowce IG	Radzyń IG	Mielnik IG	Żebrak IG
100	12,2°	—	13,5°	12,0°	14,0°	20,8°	16,0°	8,6°
200	14,0°	19,8°	15,2°	13,5°	15,6°	21,8°	17,7°	11,35°
300	15,5°	21,8°	16,6°	14,9°	17,4°	22,8°	18,8°	13,45°
400	16,8°	23,6°	18,2°	15,8°	18,9°	24,0°	19,8°	15,5°
500	18,4°	25,5°	19,6°	17,0°	20,4°	24,9°	20,8°	17,4°
600	20,3°	27,7°	21,1°	18,3°	21,8°	26,0°	21,9°	19,4°
700	22,2°	30,0°	22,4°	19,6°	23,0°	27,0°	23,8°	21,85°
800	24,2°	32,8°	23,6°	20,8°	24,5°	28,5°	26,0°	24,2°
900	26,7°	34,8°	24,7°	22,1°	26,8°	30,0°	28,0°	26,4°
1000	28,6°	35,9°	27,2°	23,4°	29,2°	30,8°	30,2°	29,4°
1100	30,3°	37,9°	30,0°	24,8°	31,0°	31,5°	32,3°	31,9°
1200	32,3°	39,1°	33,0°	25,2°	34,0°	32,6°	34,0°	34,35°
1300	34,3°	40,8°	36,1°	28,0°	35,7°	33,4°	35,2°	35,9°
1400	36,0°	42,5°	39,0°	30,0°	39,3°	34,2°	36,2°	—
1500	38,0°	44,4°	42,0°	32,3°	41,8°	35,3°	37,2°	—
1600	40,8°	46,2°	45,0°	34,6°	44,8°	36,4°	38,9°	—
1700	44,2°	48,1°	48,0°	37,3°	47,0°	37,7°	41,0°	—
1800	47,2°	50,2°	49,4°	39,3°	49,4°	—	—	—
1900	49,0°	51,8°	41,4°	51,0°	—	—	—	—
2000	50,9°	53,3°	53,7°	43,7°	—	—	—	—
2100	52,0°	54,8°	56,8°	46,0°	—	—	—	—
2200	54,3°	56,3°	58,8°	—	—	—	—	—
2300	56,5°	57,3°	61,2°	—	—	—	—	—
2400	58,5°	58,2°	63,2°	—	—	—	—	—
2500	60,5°	60,0°	—	—	—	—	—	—

Rozpatrując geotermogramy otworów Magnuszew IG (fig. 1) i Żyrzyn IG można zauważyć, że największa zmiana gradientów wyliczonych dla poszczególnych kompleksów litologicznych następuje w otworze Magnuszew IG dwukrotnie: na głębokości 1544 m, przy przejściu kredy w iłow-

cowe osady wieku jurajskiego oraz na głębokości 2096 m, przy przejściu z anhydrytów wieku permskiego w mułowcowo-iłowcowe utwory karbonu. Ogółem (fig. 1) w profilu otworu Magnuszew IG wydzielono 13 kompleksów, dla których zostały wyliczone średnie wartości gradientów i stopni geotermicznych tak w odniesieniu do warstwy o stałej temperaturze, jak i w granicach samych kompleksów. Zwierciadło słupa płuczki w otworze znajdowało się na głębokości 62 m. Od tej głębokości prowadzono obliczenia. Średnia wartość gradientu geotermicznego w przedziale 62÷2565 m wynosi 1,97°C/100 m, a po przeliczeniu w stosunku do warstwy stałej temperatury — 2,06°C/100 m. Według S. Depowskiego (1960) średnia wartość gradientu geotermicznego dla otworu Magnuszew IG w przedziale 300÷2550 m wynosi 2,03°C/100 m, a wg L. Romana (1962) 1,98°C/100 m. Wartości te różnią się zaledwie setnymi częściami stopnia i mogą być w zasadzie przyjęte za poprawne.

Tabela 3

Stratygrafia	Otwór Tomaszów Lub. IG (11 dób przestoju)			
	Litologia	$h_1 - h_2$ m	°C/100 m	m/1°C
Kreda	Margle	133— 300	1,56	64,2
		25— 300	4,22	23,7
	Opoka	300— 380	3,37	29,6
		25— 380	4,03	24,8
Jura	Margle	380— 520	1,71	56,0
		25— 520	3,39	29,4
	Wapienie	520—1061	2,07	48,3
		25—1061	2,70	37,0
	Dolomity	1061—1158	1,55	64,7
25—1158		2,51	38,4	
Howce	1158—1277	1,60	62,6	
	25—1277	2,51	39,8	
Karbon	Wapienie, zlepienie, dolomity	1277—1340	1,59	53,0
		25—1340	2,46	40,6
Dewon	Wapienie	1340—2096	1,76	56,9
		25—2096	2,20	45,3
	Dolomity	2096—2469	1,20	82,9
		25—2469	2,05	48,7
Howce	2469—2523	2,78	36,0	
	25—2523	2,07	48,3	

W otworze Żyrzyn IG do głębokości 1160, a więc do spągu jury następuje stopniowe dosyć szybkie zmniejszanie się wartości stopnia geotermicznego, wyliczonych dla poszczególnych kompleksów litologicznych. Następnie w karbonie — do głębokości 2180 m wielkości gradientów nie-

znacznie rosną. Wartość gradientu w interwale 25÷2180 m z uwzględnieniem  $t_d$  wynosi  $1,84^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ , a wg faktycznych danych  $1,38^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ . Rzeczywista temperatura jest nieco zawyżona na głębokości 25 m w stosunku do  $t_d$ . Ten nieznaczny wzrost spowodowany jest najprawdopodobniej wpływem obiegu płuczki wiertniczej.

Tabela 4

Nazwa otworu	Wartości gradientów geotermicznych $^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$												
	Q	t	K	J	T	P	C	D	S	Or	Cm	Ecm	Pł
Mielnik IG	6,34	—	3,05	2,71	2,17	2,24	—	—	2,17	2,15	1,89	1,89	—
Magnuszew IG	8,96	2,71	1,98	2,13	2,12	2,07	2,06	—	—	—	—	—	—
Żebrak IG	1,67	1,32	1,82	2,07	2,17	2,12	2,13	—	—	—	—	—	—
Radzyń IG	—	—	3,44	2,72	—	—	2,23	—	—	—	1,75	1,70	1,71
Żyrzyn IG	7,27	3,91	1,48	1,45	—	—	1,84	—	—	—	—	—	—
Dorohucza IG	—	—	2,06	1,90	—	—	2,28	2,32	—	—	—	—	—
Tyszowce IG	—	—	2,14	2,05	—	—	2,23	2,22	—	—	—	—	—
Tomaszów Lub. IG	—	—	2,74	2,48	—	—	2,46	2,39	—	—	—	—	—

Pomiar temperatury w otworze Żebrak IG podobnie jak w Magnuszewie IG, Żyrzynie IG zakończono w piaskowcach karbonu. Do głębokości 150 m termogram przedstawia bardzo zmienną krzywą, a temperatura na głębokości poziomu neutralnego jest nieco niższa od średniej rocznej regionu — o  $1,4^{\circ}\text{C}$ . Prawdopodobnie wiąże się to z wpływem wód powierzchniowych. W przedziale 150÷1343 m średnia wartość gradientu geotermicznego wynosi  $2,29^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ , obliczona natomiast z uwzględnieniem  $t_d$  wynosi  $2,13^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ , a wg rzeczywistych danych uzyskanych z pomiarów —  $2,23^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ . Ostatecznie dla otworu Żebrak IG przyjęto gradient geotermiczny  $2,29^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ , a średni stopień geotermiczny  $43,7\text{ m}/1^{\circ}\text{C}$ . S. Plewa (1966) oblicza średnią wartość gradientu geotermicznego w tym otworze dla przedziału 200÷1000 m na  $2,23^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ .

Tabela 5

Otwór	Interwał głębokości m	$^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$	$\text{m}/1^{\circ}\text{C}$
Tomaszów Lub. IG	25÷2523	2,07	47,1
Tyszowce IG	25÷1945	2,22	45,1
Dorohucza IG	25÷2425	2,32	43,1
Magnuszew IG	25÷2565	2,06	48,5
Żyrzyn IG	25÷2180	1,84	54,3
Żebrak IG	150÷1343	2,29	43,7
Radzyń IG	25÷1700	1,71	58,4
Mielnik IG	25÷1725	1,65	59,1

W otworze Radzyń IG obserwuje się stopniowe zmniejszanie średnich wartości gradientów geotermicznych wyliczonych w stosunku do poziomu stałej temperatury dla 10 kompleksów litologicznych. Pomiar temperatury przeprowadzono od głębokości 50 m. Temperatura na tej głębokości

wynosi  $19,5^{\circ}\text{C}$ . Jeśli wiadomo, że na głębokości 25 m średnia roczna temperatura w omawianym regionie wynosi około  $9^{\circ}\text{C}$ , to trudno uważać dane z pomiarów za właściwe temperatury skał. W górnej części profilu temperatury są zawyżone, a w dolnej zaniżone, tzn. że po 10-dniowej „stójce” otworu miały jeszcze wpływ ślady płuczki wietrniczej. Wobe

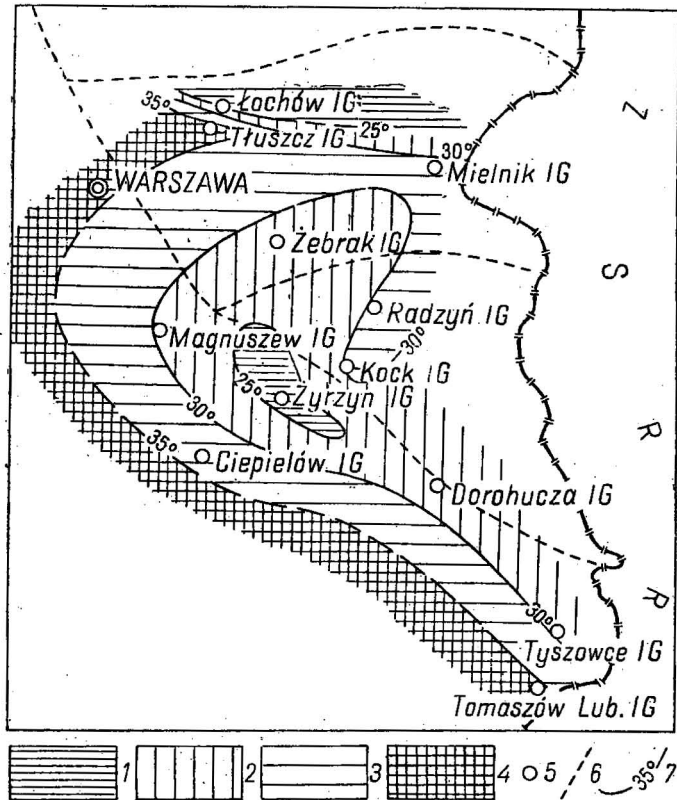


Fig. 2. Mapa rozkładu temperatur na głębokości 1000 m  
Map of temperature distribution at a depth of 1000 m.

1 — strefa temperatur poniżej  $25^{\circ}\text{C}$ ; 2 — strefa temperatur od  $25^{\circ}$  do  $30^{\circ}\text{C}$ ; 3 — strefa temperatur od  $30^{\circ}$  do  $35^{\circ}\text{C}$ ; 4 — strefa temperatur powyżej  $35^{\circ}\text{C}$ ; 5 — otwory w których przeprowadzono pomiary temperatury; 6 — granice jednostek geologicznych; 7 — izotermy

1 — zone of temperatures below  $25^{\circ}\text{C}$ ; 2 — zone of temperatures from  $25^{\circ}$  to  $30^{\circ}\text{C}$ ; 3 — zone of temperatures from  $30^{\circ}$  to  $35^{\circ}\text{C}$ ; 4 — zone of temperatures above  $35^{\circ}\text{C}$ ; 5 — bore holes, in which temperature measurements were made; 6 — boundaries of geological units; 7 — isotherms

tego obliczoną dla przedziału  $25\div 1700$  m średnią wartość gradientu geotermicznego ( $1,71^{\circ}\text{C}/100$  m) można uważać tylko za zbliżoną do faktycznej.

W profilu otworu Mielnik IG (fig. 1) wydzielono 6 kompleksów litologicznych, dla których wyliczono średnie wartości gradientów i stopni geotermicznych. Obserwuje się stopniowe zmniejszanie się średnich war-

tości gradientów obliczonych w stosunku do poziomu stałej temperatury. Najbardziej ostrą zmianę gradientu zarejestrowano na granicy utworów jurajskich i kredowych, podobnie jak w otworze Radzyń IG. Na głębokości 25 m temperatura w otworze wynosi  $15,7^{\circ}\text{C}$ , a więc jest wyższa od średniej rocznej temperatury tego poziomu w obniżeniu podlaskim.

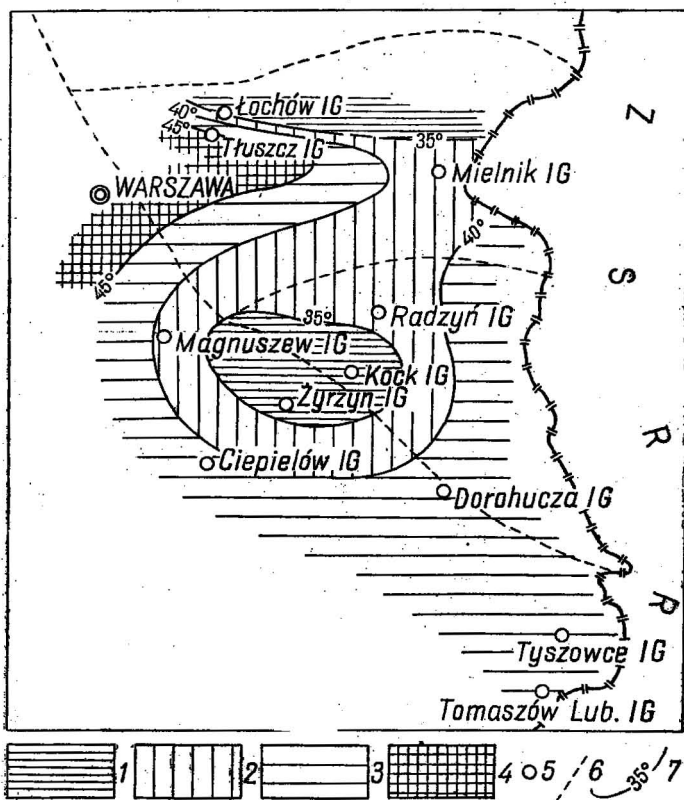


Fig. 3. Mapa rozkładu temperatur na głębokości 1500 m.  
Mapa of temperature distribution at a depth of 1500 m.

1 — strefa temperatur poniżej  $35^{\circ}\text{C}$ ; 2 — strefa temperatur od  $35^{\circ}$  do  $40^{\circ}\text{C}$ ; 3 — strefa temperatur od  $40^{\circ}$  do  $45^{\circ}\text{C}$ ; 4 — strefa temperatur powyżej  $45^{\circ}\text{C}$ ; 5 — otwory w których przeprowadzono pomiary temperatury; 6 — granice jednostek geologicznych; 7 — izotermy

1 — zone of temperatures below  $35^{\circ}\text{C}$ ; 2 — zone of temperatures from  $35^{\circ}$  to  $40^{\circ}\text{C}$ ; 3 — zone of temperatures from  $40^{\circ}$  to  $45^{\circ}\text{C}$ ; 4 — zone of temperatures above  $45^{\circ}\text{C}$ ; 5 — bore holes, in which temperature measurements were made; 6 — boundaries of geological units; 7 — isotherms

To znaczy, że pomimo dość długiego postoju (12 dni) w górnej części profilu zachowały się jeszcze ślady płuczki wiertniczej. Obliczone z uwzględnieniem średniej rocznej temperatury wartości geotermicznego gradientu dla głębokości  $25\div 1725\text{ m}$  wynoszą  $1,91^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ , a według rzeczywistych danych —  $1,40^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ . Uśredniona wartość gradientu wynosi około  $1,65^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ .



Według S. Plewy (1966) średnia wartość gradientu geotermicznego dla tego otworu w przedziale 200÷1500 m wynosi 1,56°C/100 m.

W świetle powyższych rozważań można przyjąć dla omawianych otworów następujące średnie wartości gradientów i stopni geotermicznych (tab. 5).

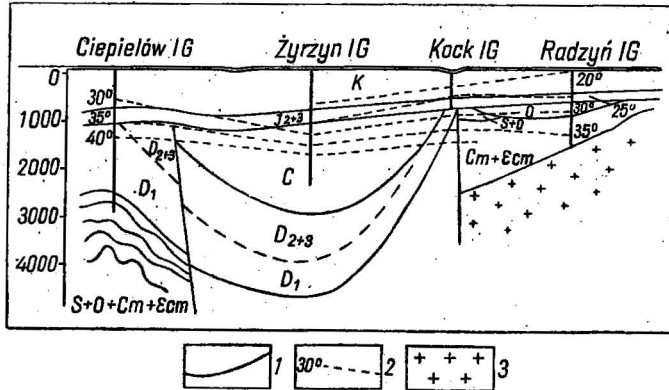


Fig. 4. Przekrój geotermiczny Ciepielów—Radzyń  
Geothermal section Ciepielów—Radzyń

1 — granice stratygraficzne; 2 — izotermy; 3 — podłoże krystaliczne; Ecm — eokambr, Cm — kambr, O — ordowik, S — sylur, D — dewon, C — karbon, J — jura, K — kreda

1 — stratigraphical boundaries; 2 — isotherms; 3 — crystalline basement; Ecm — Eo-Cambrian, Cm — Cambrian, O — Ordovician, S — Silurian, D — Devonian, C — Carboniferous, J — Jurassic, K — Cretaceous

Średnie wartości gradientów geotermicznych dla poszczególnych kompleksów stratygraficznych wyliczone wg wzoru (3) podano w tabeli 4. W strefie synklinorium brzeżnego (otwory Magnuszew IG, Dorohuczka IG, Tomaszów Lub. IG, Tyszowce IG) w poszczególnych kompleksach litologicznych średnie wartości stopni i gradientów geotermicznych są zbliżone, z wyjątkiem otworu Żyrzyn IG. Charakter rozkładu pola cieplnego w ujęciu regionalnym przedstawiony został na mapach temperatur dla głębokości 1000 i 1500 m (fig. 2 i 3). Na głębokości 1000 m temperatury zmieniają się od 25 do 35°C, na głębokości 1500 m od 35 do 45°C. W obu wypadkach rozkład temperatur jest bardzo podobny. Strefy najniższych temperatur występują w obrębie otworu Żyrzyn IG i w kierunku północno-wschodnim od otworu Łochów IG, przy czym na głębokości 1500 m strefa ta znacznie się rozszerza wokół otworu Żyrzyn IG i obejmuje rejon otworu Kock IG. Najbardziej ogrzana jest strefa występująca na południowy zachód od otworu Tłuszcz IG, która, być może, rozciąga się aż do otworu Tomaszów Lub. IG. Najbardziej ostre przejście od maksymalnej do minimalnej temperatury na tym obszarze następuje pomiędzy pobliskimi otworami Tłuszcz IG i Łochów IG. Różnica temperatur w obu otworach wynosi 10°C. Tłumaczyć to można istnieniem między omawianymi otworami uskoku lub nawet całej strefy uskokowej (B. Areń, 1967). Możliwe także, że na wzrost temperatury w obrębie otworu Tłuszcz IG 1 mają wpływ intruzje skał wylewnych

w kambrze, które choć nie stwierdzone w tym otworze, to jednak miały miejsce w niedaleko położonych otworach Okuniew IG i Płońsk IG na głębokościach ok. 3850 m. Jak widać z fig. 4 otwór Żyrzyn IG położony jest w obrębie nisko zapadniętego bloku tektonicznego, (A. Krassowska, 1965), co być może, jest jedną z przyczyn lokalnego obniżenia temperatury w tym rejonie.

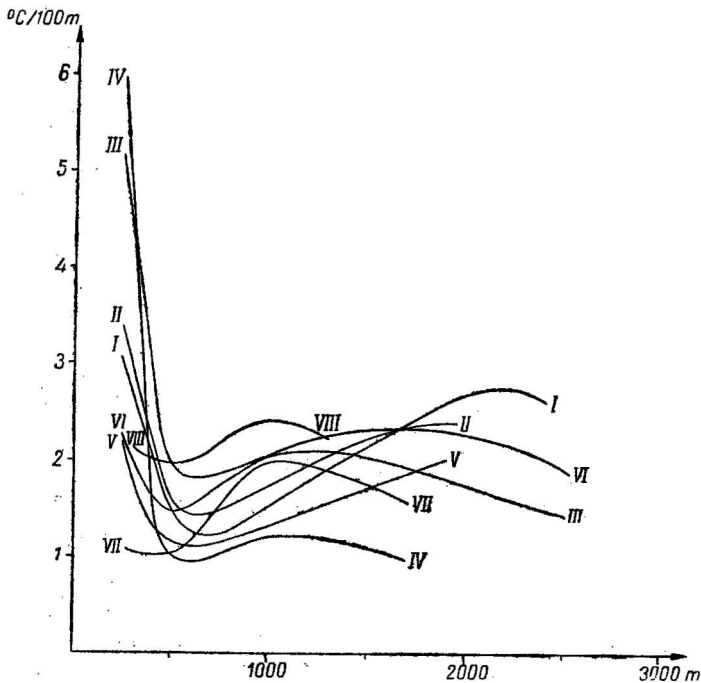


Fig. 5. Wykres zależności średnich wartości gradientów geotermicznych od głębokości

Diagram of dependence of mean values of thermal gradients upon the depth

otwory wiertnicze (bore holes): I — Dorohucza IG, II — Tyszowce IG, III — Tomaszów Lubelski IG, IV — Radzyń IG, V — Żyrzyn IG, VI — Magnuszew IG, VII — Mielnik IG, VIII — Żebrak IG

Geotermiczną charakterystykę badanych rejonów najlepiej (wg zaleceń podanych przez W. N. Dachnowa i D. J. Djakonowa, 1952) oddaje średnia wartość geotermicznych gradientów wyliczonych w przedziałach głębokości: 25÷250 m, 250÷500 m, 500÷1000 m, 1000÷2000 m i od 2000 do końca pomiaru. Rezultaty obliczeń dla tych interwałów zestawiono w tabeli 6 i przedstawiono na wykresie (fig. 5). Z wykresu widać, że we wszystkich rozpatrywanych otworach w przedziale 250÷500 m następuje obniżenie geotermicznego gradientu. Minimalne jego wartości dla wszystkich otworów występują w przedziale 500÷800 m. Głębiej średnia wartość geotermicznego gradientu rośnie, a następnie znowu nieco spada.

Dla otworów Tomaszów Lub. IG, Mielnik IG, Żebrak IG, Radzyń IG, maksymalne wartości gradientów występują w przedziale głębokości

Tabela 6

Nazwa otworu	Wartości gradientów geotermicznych °C/100 m				
	25÷250 m	250÷500 m	500÷1000 m	1000÷2000 m	2000— do końca pomiaru
Żebrak IG	2,18	1,96	2,40	—	—
Radzyń IG	5,95	1,00	1,20	—	—
Mielnik IG	1,11	1,04	1,88	—	—
Żyrzyn IG	2,18	1,16	1,32	1,98	—
Tyszowce IG	3,38	1,56	1,74	2,37	—
Dorohucza IG	3,07	1,48	1,52	2,65	2,59
Tomaszów Lub. IG	5,16	1,92	2,10	1,74	1,43
Magnuszew IG	2,31	1,48	2,04	2,23	1,86

1000÷1400 m; dla otworów Tyszowce IG, Żyrzyn IG i Magnuszew IG — 1500÷1900 m, a dla otworu Dorohucza około 2200 m. W. N. Dachnow i D. J. Djakonow (1952) twierdzą, że wielkości geotermicznego gradientu wzrastają na obszarach stosunkowo płytkiego zalegania skał krystalicznych. Na odwrót przy badaniu geotermicznego gradientu w samych skałach podłoża krystalicznego następuje jego wyraźne zmniejszenie, wskazujące na mniejszy cieplny opór skał krystalicznych w porównaniu ze skałami osadowymi. Prócz tego wzrost geotermicznego gradientu z głębokością następuje przy przejściu z wyżej leżących osadów węglanowych o niskim oporze cieplnym do osadów terygenicznych o stosunkowo wysokim oporze cieplnym. Zgodnie z tym taki wzrost gradientu geotermicznego z głębokością (fig. 5) obserwować można we wszystkich otworach przy przejściu z osadów węglanowych (wapienie, opoki, margle) do osadów piaskowcowo-mułowcowych.

### WNIOSKI

W wyniku interpretacji pomiarów termicznych wykonanych w 8 otworach położonych w południowo-wschodniej części Nizy Polskiego ustalono, że średnie wartości geotermicznych gradientów wahają się w granicach od 1,65°C/100 m do 2,32°C/100 m i wobec tego mieszczą się w granicach przyjętych dla obszarów platformowych i obszarów fałdowanych (wg W. N. Dachnow i D. J. Djakonow (1925) od 0,76°C/100 m do 3°C/100 m).

Stosunkowo wysokie wartości stopnia geotermicznego w otworach Mielnik IG (59,1 m/1°C) i Radzyń IG (58,4 m/1°C) charakterystyczne są dla platformy wschodnioeuropejskiej. Na przykład na terytorium Białorusi (wg N. G. Bielakow, 1954) średnia wartość stopnia geotermicznego wynosi 65 m/1°C. Dla warszawsko-lubelskiej części synklinorium brzeżnego średnie wartości stopnia geotermicznego wahają się natomiast w granicach od 43,1 do 54,3 m/1°C.

## PIŚMIENNICTWO

- ARENŃ B. (1967) — Paleozoik obniżenia podlaskiego. Kwart. geol., 11, p. 529—546, nr 3. Warszawa.
- DEPOWSKI S. (1960) — Pomiar stopnia geotermicznego w wierceniu oporowym Magnuszew. Prz. geol., 8, p. 475—476, nr 9. Warszawa.
- KRASSOWSKA A. (1965) — Przekrój geologiczny Puławy—Radzyń. Kwart. geol., 9, p. 53—63, nr 1. Warszawa.
- PLEWA S. (1966) — Regionalny obraz parametrów geotermicznych obszaru Polski. Pr. geofiz., 1, Wyd. Geofiz. i Geolog. Kraków.
- POŻARYSKI W. (1964) — Zarys tektoniki paleozoiku i mezozoiku Niżu Polskiego. Kwart. geol., 8, p. 1—41, nr 1. Warszawa.
- ROMAN L. (1962) — Pomiar termiczne w otworze Magnuszew. Kwart. geol. 6, p. 350—359, nr 2. Warszawa.
- БЕЛЯКОВ Н. Ф. (1954) — Геотермические измерения в Белоруссии. Нефтяное Хозяйство, 32, стр. 50—51, № 11. Москва.
- ДАХНОВ В. Н., ДЬЯКОНОВ Д. И. (1952) — Термические исследования скважин. Гостопте хиздат. Москва.

Станислав ДЕПОВСКИ, Ирина САПУЛА

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕРМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ,  
ВЫПОЛНЕННЫХ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПОЛЬСКОЙ НИЗМЕННОСТИ**

Резюме

В статье представлены результаты термических исследований, проведенных в 8 скважинах: Мельник ИГ и Жебрак ИГ, расположенных в подлясской впадине, Радзынь ИГ — в западной части подляско-люблинского поднятия, Магнушев ИГ, Жижин ИГ, Дорохуча ИГ, Тышовце ИГ и Томашув Любельский ИГ — в варшавско-люблинской части берегового синклиниория.

Термические измерения проводились главным образом для определения геотермической ступени и в связи с этим старались их выполнить в условиях возможно установившегося теплового режима. В результате интерпретации результатов измерений было определено, что средние значения геотермических градиентов изменяются в пределах от  $1,65^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  до  $2,32^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . Сравнительно высокие усредненные значения геотермической ступени в скважине Мельник ИГ ( $59,4\text{ м}/1^{\circ}\text{C}$ ) и в скважине Радзынь ИГ ( $58,4\text{ м}/1^{\circ}\text{C}$ ) можно принять за достаточно типичные для западной, краевой части восточноевропейской платформы. В скважине Жебрак ИГ среднее значение геотермической ступени равно  $43,7\text{ м}/1^{\circ}\text{C}$ . В пределах варшавско-люблинской части берегового синклиниория средние значения геотермической ступени колеблются в пределах  $43,1\text{ м}/1^{\circ}\text{C}$  до  $54,3\text{ м}/1^{\circ}\text{C}$ .

Stanisław DEPOWSKI, Irina SAPUŁA

**RESULTS OF THE THERMAL EXAMINATIONS MADE IN THE  
SOUTH-EASTERN PART OF POLISH LOWLAND**

**S u m m a r y**

The article deals with the results of the thermal examinations made in 8 bore holes: Mielnik IG and Żebrak IG — located in the Podlasie depression, Radzyń IG — in the western part of the Podlasie—Lublin elevation, Magnuszew IG, Żyrzyn IG, Dorohucza IG, Tyszowce IG, and Tomaszów IG — in the Warsaw—Lublin part of the marginal synclinorium.

Thermal measurements have been made to examine geothermal gradient. Consequently, these measurements have been carried on under conditions of fairly stabilized thermal regime. The interpretation of the results allows the authors to state that the main values of the thermal gradient range from 1.65°C/100 m to 2.32°C/100 m. The relatively high values of the averaged geothermal gradient in bore holes Mielnik IG (59,4 m/1°C) and Radzyń IG (58,4 m/1°C) may be thought to be typical of the western, marginal part of the East—European platform. In bore hole Żebrak IG, the averaged geothermal gradient amounts to 43.7 m/1°C. On the other hand, within the Warsaw—Lublin part of the marginal synclinorium, the mean values of the geothermal gradient range from 43.1 to 54.3 m/1° C.