

PODOBIENSTWO GŁĘBOKICH WÓD MINERALNYCH W POŁUDNIKOWYM PRZEKROJU PRZEZ POLSKĘ

UKD 556.314(24:181m0/1000).001.362(084.28:160)(438 Władysławowo-Przemysł)

Wszyscy zajmujący się lub tylko zainteresowani wodami podziemnymi zdają sobie sprawę z powszechnej mineralizacji tych wód na pewnych głębokościach. Rozważając ten fakt, często ogranicza się to zagadnienie do pokrywy osadowej, jednak pojawianie się wód mineralnych i ich zmienność można obserwować i w skałach krystalicznych zarówno w zasięgu ich występowania na powierzchni, jak i pod seriami osadowymi.

Mniej oczywisty jest fakt systematycznego wzrostu mineralizacji wraz z głębokością. Rzeczywiście, na znacznych głębokościach wykrywano swego rodzaju wysłodzenie wód, abstrahując od zniekształceń otrzymanych wartości hydrochemicznych wynikających z techniki badań. Problem ten nie jest przedmiotem rozważań autorów. W granicach Polski bowiem nie osiągnięto dotychczas poziomu tak zasadniczej inwersji. Spadki mineralizacji na pewnych odcinkach profilów hydrochemicznych są bardzo częste, w tym i w naszym kraju. Są one związane z warunkami krążenia wód, do czego między innymi należy zaliczyć kontakty hydrauliczne różnych poziomów, a przede wszystkim złoża soli wpływające na środowisko wodne. Na południu Polski rolę taką spełniają sole wieku miocenijskiego, na Niżu Polskim zaś – głównie cechsztyńskiego.

Inwersje hydrochemiczne naruszają wprawdzie klasycznie rozumiany profil pionowej strefowości, jednak ogólna tendencja wzrostu mineralizacji wraz z głębokością jest niewątpliwa.

PROFIL HYDROCHEMICZNY

Wzrostowi mineralizacji wód podziemnych wraz z głębokością towarzyszy na ogół zmniejszanie różnic w składzie wód mineralnych. Interpretując to zjawisko teoretycznie, spodziewać się można zbliżania się charakteru

wód, a nawet wyraźnego ich podobieństwa na pewnych głębokościach. Głębokości te są bardzo zróżnicowane w poszczególnych regionach, czego pośrednim wyrazem jest samo pojawianie się wód mineralnych (ich strop). Na stosunkowo niedużym obszarze Polski ma to miejsce od zera (np. delta Wisły w rejonie Kamienia Pomorskiego) do około 1200 m głębokości (np. rejon Łodzi). W różny sposób kształtują się profile hydrochemiczne w poszczególnych obszarach.

W 1971 r. autorzy dokonali próby zinterpretowania przekrojów hydrochemicznych prowadzonych przez polską część Karpat i zapadliska przedkarpackiego (Kwartalnik Geologiczny, t. 15 nr 2 s. 465–472, 1971). Interpretacja ta pozwoliła na wykazanie znacznego podobieństwa mineralizacji wód na większych, w skali rozpoznania, głębokościach. Odrębność porównywanych wówczas regionów mogła początkowo nasuwać myśl o głębiej sięgającym zróżnicowaniu hydrochemicznym.

ZMIENNOŚĆ HYDROCHEMICZNA WZDŁUŻ WYBRANEGO PRZEKROJU

Przystępując obecnie do scharakteryzowania przekroju hydrochemicznego przez Polskę, biegnącego ogólnie południkowo od Władysławowa do Przemysła (ryc. 1) stwierdzić trzeba, że w stosunku do długości stopień udokumentowania jest mniejszy; wzdłuż znacznego odcinka niżowego warunki hydrochemiczne nie podlegają jednak takim zmianom, jak w Karpatach.

Znaczna część materiałów, którymi dysponowali autorzy, nie może być uważana jako zupełnie pewna, co wiąże się ze sposobem opróbowania otworów. Niektóre wyniki tego opróbowania okazały się niemiernodajne, głównie w następstwie wpływu płuczki wiertniczej. Nie zostały

one uwzględnione w opracowaniu, co nie znaczy, że w przyjętych punktach wykluczyć można całkowicie techniczne mankamenty badań.

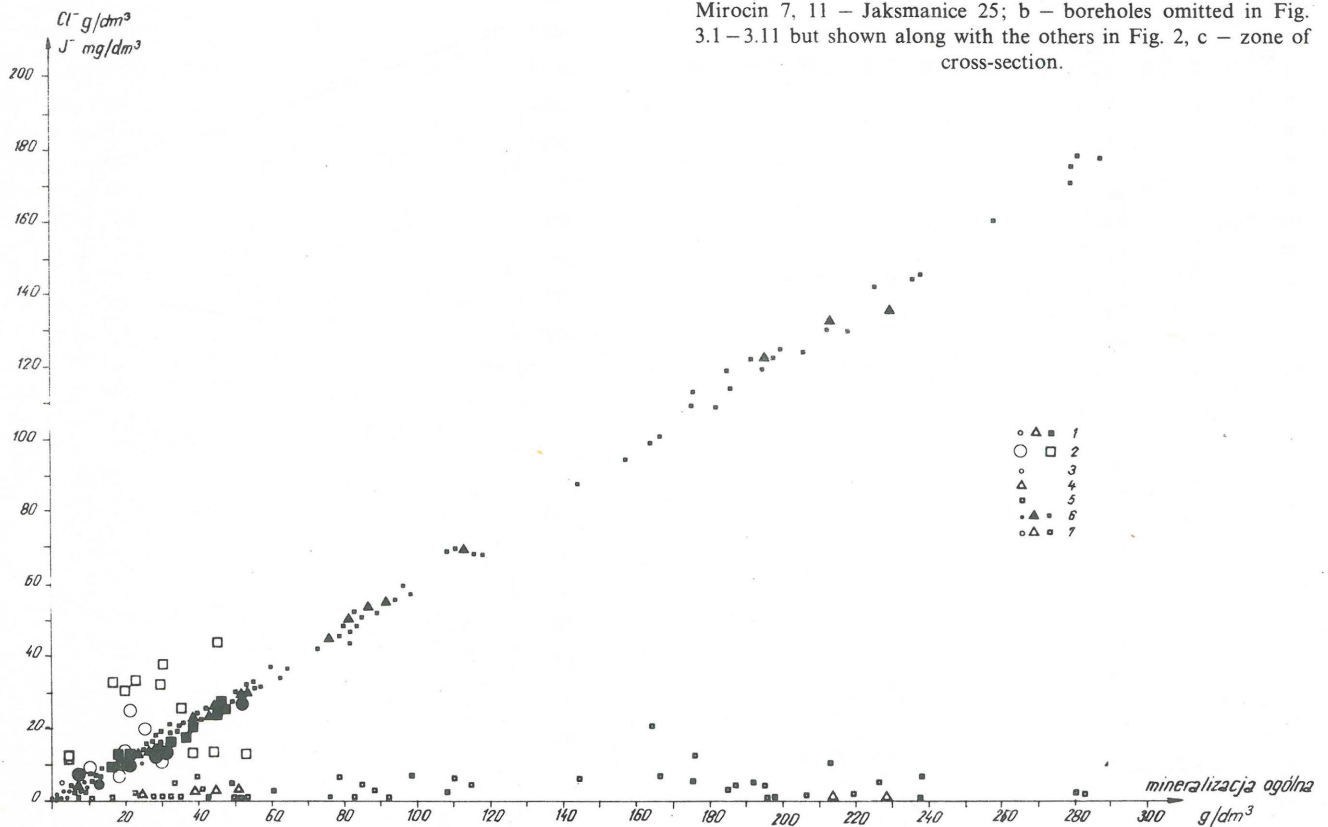
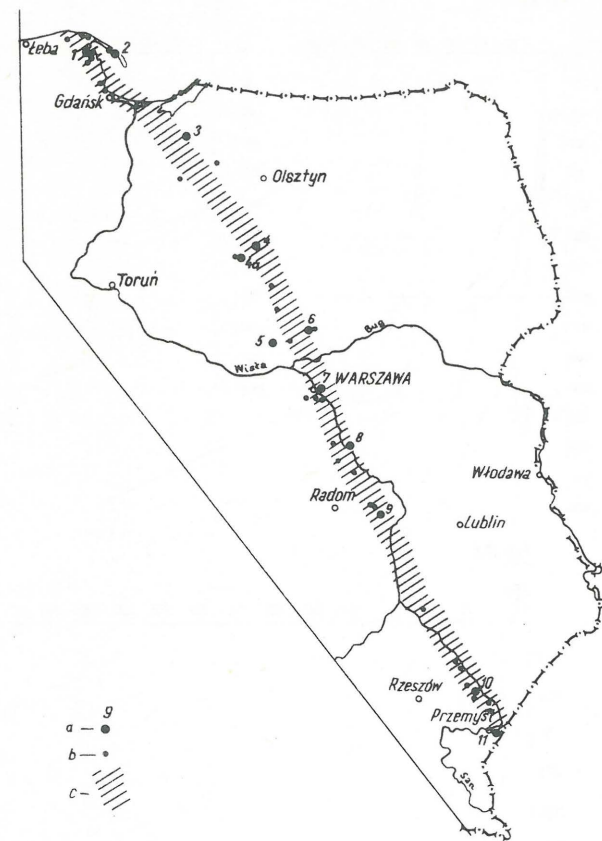
Pomijając tym razem Karpaty, rozważymy teraz chemizm wód mineralnych wzdłuż pasa biegnącego od Przemyśla, więc zapadliska przedkarpackiego, przez kredowy region lubelsko-radomski do jednostek tektonicznych Niziu Polskiego – niecki brzeźnej, syneklizy perybałtyckiej – kończąc na tzw. wyniesieniu Łęby. Na wybranym odcinku uwzględniono blisko 50 otworów, wykorzystując 140 analiz. Pobieranie próbek wody odbywało się w różny sposób, głównie za pomocą próbników, w mniejszym stopniu przez szczyrpywanie, sporadycznie przez pompowanie. Najbar-

Ryc. 1. Szkic sytuacyjny przekroju hydrochemicznego.

a – otwór wiertniczy (numer zgodny z tabelą i ryc. 3.1–3.11). 1 – Chłapowo IG-1, 2 – Jastarnia IG-1, 3 – Pasłek IG-1, 4 – Nidzica IG-1, 4a – Działdowo 2, 5 – Płońsk 1, 6 – Pułtusk 1, 7 – Okuniew IG-1, 8 – Wilga IG-1, 9 – Ciepiałów IG-1, 10 – Mirocin 7, 11 – Jaksmanice 25. b – otwory wiertnicze pominięte na ryc. 3.1–3.11, a uwzględnione wraz z innymi na ryc. 2, c – strefa przekroju.

Fig. 1. Location of the hydrochemical section.

a – borehole (number as given in Table and Fig. 3.1–3.11): 1 – Chłapowo IG-1, 2 – Jastarnia IG-1, 3 – Pasłek IG-1, 4 – Nidzica IG-1, 4a – Działdowo 2, 5 – Płońsk 1, 6 – Pułtusk 1, 7 – Okuniew IG-1, 8 – Wilga IG-1, 9 – Ciepiałów IG-1, 10 – Mirocin 7, 11 – Jaksmanice 25; b – boreholes omitted in Fig. 3.1–3.11 but shown along with the others in Fig. 2, c – zone of cross-section.



Ryc. 2. Ogólna mineralizacja, chlorki i jodki w wodach na wybranym przekroju.

Fig. 2. General mineralization, chlorides and iodides in waters along the selected cross-section.

Wody występujące na obszarach: 1 – Niziu Polskiego, 2 – zapadliska przedkarpackiego; głębokość występowania wód: 3 – do 500 m, 4 – 500–1000 m, 5 – ponad 1000 m; składniki chemiczne: 6 – Cl^- , 7 – I^- .

Waters occurring in areas of: 1 – Polish Lowlands, 2 – Carpathian Foredeep; depth of occurrence of waters: 3 – down to 500 m, 4 – 500–1000 m, 5 – over 1000 m; chemical components: 6 – Cl^- , 7 – I^- .

Fig. 3.1

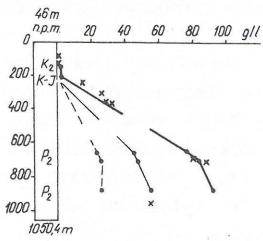


Fig. 3.2

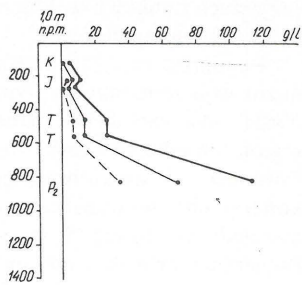


Fig. 3.4

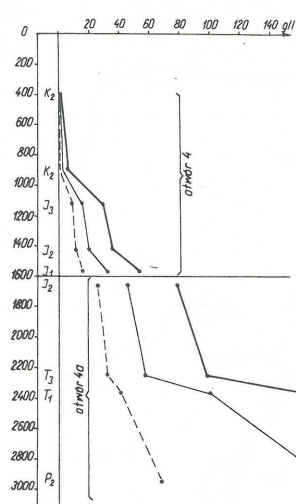


Fig. 3.5

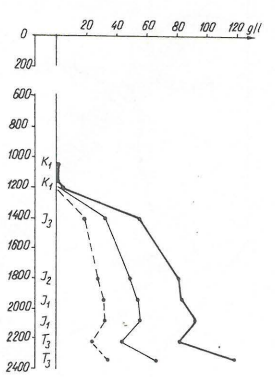


Fig. 3.3

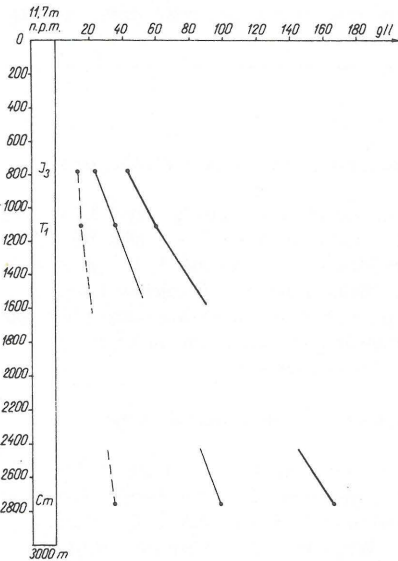


Fig. 3.8

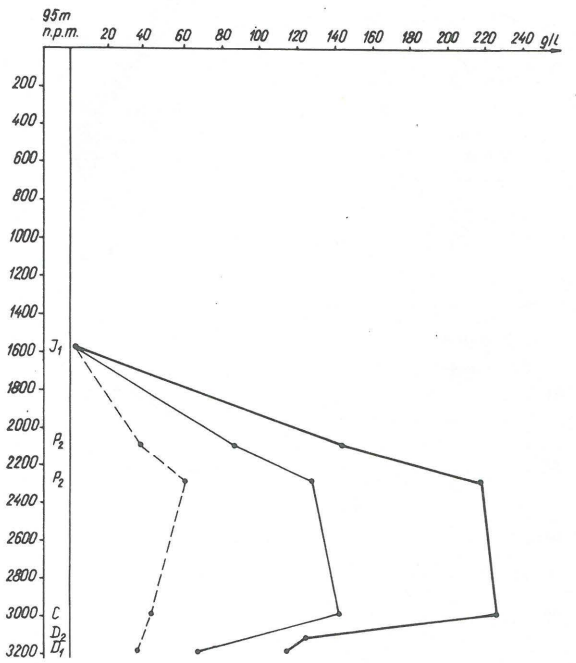


Fig. 3.6

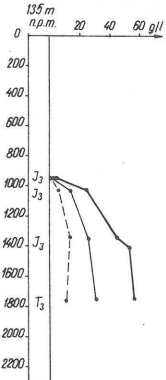


Fig. 3.7

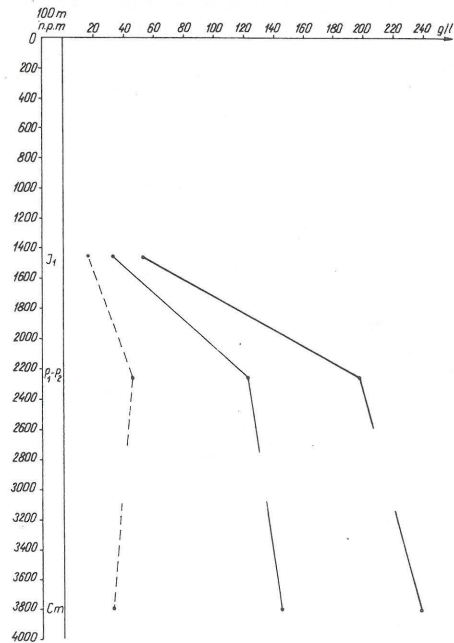


Fig. 3.9

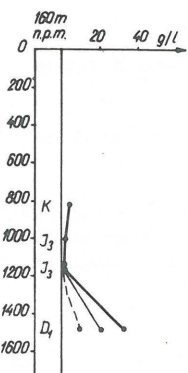


Fig. 3.10

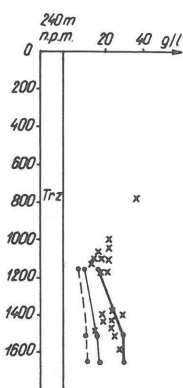
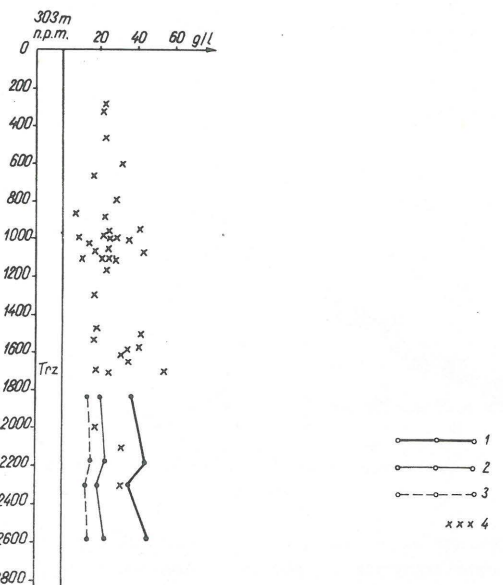


Fig. 3.11



dziej miarodajne są wyniki przy samowypływach, co miało miejsce w kilkunastu punktach.

Opisywany w 1971 r. tzw. przekrój krynicki miał w Karpatach odcinek związany z występowaniem szczaw, a z tym i przewagą anionu HCO_3^- do głębokości co najmniej 1000 m. Omawiany przekrój jest pozbawiony takich wód. Zdecydowaną przewagę wykazują teraz wody chlorkowe (Cl^-). Współwystępowanie HCO_3^- , a nawet przewaga tego anionu spotykana jest rzadko w wodach o mineralizacji powyżej 1–2 g/l i tylko na głębokościach niewiele odbiegających od stropu wód mineralnych (np. odcinek kredy lubelsko-radomskiej).

Jon SO_4^{2-} jako przeważający występuje jedynie w północnej strefie miocenu zapadliska przedkarpackiego, w serii gipsoożno-siarkowej (np. Lipa). Tam gdzie serie te występują głębiej, dominuje anion chlorkowy. W starszych piętach, głównie w jurze górnej, jon SO_4^{2-} występuje miejscami w ilości powyżej 20% mval/l.

Trudno nie wspomnieć przy omawianiu podjętego tematu o genezie wód mineralnych badanej strefy. Zwrócić należy głównie na wody mineralne wysuwa na plan pierwszy szeroko pojęte wody reliktowe. Przed kilkunastu laty autorzy wyrazili pogląd, że jako wody reliktowe traktować można przede wszystkim wody mineralne, wykazujące z reguły znaczny stopień stężenia, których wskaźniki hydrochemiczne różnią się od współcześnie mineralizowanych wód podziemnych. Sięgając do poprzednich sformułowań trzeba powtórzyć, że odróżnienie wód reliktowych od wód mineralizujących się współcześnie przez wyługowywanie złóż solnych jest utrudnione w wyniku istnienia pośrednich etapów tego wyługowywania. Jako przeciwieństwo wód reliktowych traktować należy wody podlegające wyraźnemu krążeniu, przy czym mogą to być zarówno wody mineralne, jak i zwykle. Na marginesie wspomnieć można, że quasistagnujący charakter mogą mieć paleohydrogeologicznie uwarunkowane głębokie wody zwykłe.

Na linii wybranego przekroju przez Polskę występują wody mineralne typu relikkowego, a na pewnym odcinku pogranicza kredy lubelsko-radomskiej i Niżu (na S od Warszawy) natrafia się na znacznej głębokości (ok. 1000 m) wody niezmineralizowane. Te głębokie strefy wód zwykłych jako hydrostruktury przetrwałe zaliczyć więc też można do „reliktowych”. Północna część przekroju wkracza w granice basenu cechsztyńskiego, a zatem i w zasięg występowania osadów solonośnych, które na północnym krańcu przekroju są znacznie wyniesione.

Charakterystykę hydrochemiczną wybranego przekroju przedstawiono graficznie, ograniczając ją do ogólnej mineralizacji oraz zawartości jonów Cl^- i Na^+ . Zawartość

jodu potraktowano marginesowo, nie podając tego składnika na wykresach dla poszczególnych otworów, a jedynie dla wykresu zbiorczego. Wykres ten (ryc. 2) pokazuje związek między ogólną mineralizacją wód a zawartością Cl^- i J^- . Pierwsza zależność jest przekonywująca i trudno byłoby dopatrywać się w tym liniowym układzie wyraźnego zróżnicowania regionalnego. Zależność ilości jodu od mineralizacji nie uwidacznia się niemal. Zarysowuje się pewna odrębność regionalna zapadliska przedkarpackiego i Niżu Polskiego. W pierwszym przypadku jod z utworów miocenu występuje w znacznie większych ilościach. Widzieć tu można zarysowującą się zależność ilości jodu od mineralizacji, przy niskich wartościach tej ostatniej. Dla niżu nie widać zupełnie tej zależności. Badane na tym obszarze wody pochodzą z utworów mezozoicznych i paleozoicznych.

Brom, jako drugi ze składników towarzyszących z reguły solankom, nie pokazany na wykresie, zachowuje się nieco odmiennie od jodu. Znacznie większe zawartości tego pierwiastka znajdujemy na niżu, gdzie przekracza on często 100 mg/l, niekiedy dochodząc do 2500 mg/l. I tu w wodach o mniejszym stężeniu dopatrzeć się można zależności bromu od ogólnej mineralizacji. Wraz ze wzrostem tej ostatniej zależność ta niemal zanika, wyłączając stężone płyny (ługi), które wzdłuż wybranej linii przekroju stwierdzono jedynie w otworze Działdowo 2.

ZMIENNOŚĆ HYDROCHEMICZNA W WYBRANYCH PUNKTACH

Wykresy mineralizacji wód z wybranych otworów, w których opróbowano co najmniej 3 strefy stratygraficzno-głębokościowe, pokazano na ryc. 3.1–3.11. Na wykresach odczytać można zmianę ogólnej mineralizacji, zawartości jonu chlorkowego oraz sodowego – wszystko w g/l. Kształt krzywej sodu w stosunku do chlorków wskazuje pośrednio na udział w składzie wody pozostałych głównych kationów, przede wszystkim Ca^{2+} , Mg^{2+} . Udział ten wzrasta wraz z oddalaniem się od siebie linii Na^+ i Cl^- , co obserwuje się przy większych mineralizacjach.

W obrazie graficznym oraz w zestawieniu składu chemicznego wód (tab.) zauważa się pewne różnice regionalne.

Dwa pierwsze badane punkty położone są w zasięgu syneklizy perybałtyckiej, z tym że otwór Chłapowo IG-1 wskazuje na wyniesienie utworów permsko-mezozoicznych (wyniesienie Łeby). Na głębokościach około 700–800 m charakter wód upodabnia się. Z innych punktów tego rejonu wiadomo, że głębiej wystąpić mogą na pewnym odcinku wody silnie stężone w seriach utworów solonośnych. Wielkość mineralizacji wód w tym rejonie jest ogólnie zgodna (ryc. 3.1.).

Trzeci punkt (Pasłek IG-1), znajdujący się w środkowej części syneklizy, wykazuje na głębokości około 800 m w utworach jury znacznie niższą mineralizację, a wody o zbliżonym składzie do poprzednich punktów znaleźć można dopiero na głębokościach poniżej 2000 m.

Otwór czwarty (Nidzica IG-1) reprezentuje pogranicze niecki brzeżnej i wyniesienia mazurskiego. Poniżej głębokości 2000 m przytoczono na wykresie dane z sąsiedniego otworu (Działdowo 2), co pozwoliło na dotarcie do wód silnie stężonych (ługi) w cechszynie. Strop wód mineralnych obniża się, a szybszy wzrost mineralizacji następuje na głębokości około 1500 m.

Następne 4 wykresy dotyczą punktów znajdujących się w granicach synklinorium warszawskiego, które jest częścią niecki brzeżnej. W otworach Płońsk 1, Pułtusk 1 i Okuniew IG-1 znajdujemy duże podobieństwo mineralizacji wód na głębokościach około 1400 m w wodach z utworów jury.



Ryc. 3.1–3.11. Profile hydrochemiczne w wybranych punktach na przekroju.

ryc. 3.1 – otw. 1, ryc. 3.2 – otw. 2, ryc. 3.3 – otw. 3, ryc. 3.4 – otw. 4/4a itd. 1 – ogólna mineralizacja, 2 – Cl^- , 3 – Na^+ , 4 – ogólna mineralizacja w otworach położonych w odległości kilku kilometrów od otworu charakteryzowanego na wykresie.

Fig. 3.1–3.11. Hydrochemical sections in selected points along the section.

Fig. 3.1 – borehole 1, Fig. 3.2 – borehole 2, Fig. 3.3 – borehole 3, Fig. 3.4 – borehole 4/4a, etc. 1 – general mineralization, 2 – Cl^- , 3 – Na^+ , 4 – general mineralization in boreholes a few kilometers distant from the borehole shown in the graph.

SKŁAD CHEMICZNY WÓD PODZIEMNYCH

| Nr otworu | Opróbowana strefa głębokości w m | Mineralizacja wody (g/l) i główne jony |
|-----------|----------------------------------|--|
| 1 | K ₂ K-J | 0,47 1,64 Cl-Na |
| | P ₂ | 76,0 Cl-Na |
| | P ₂ | 83,3 Cl-Na |
| | P ₂ | 92,2 Cl-Na-Ca |
| | | |
| 2 | K ₂ | 4,85 Cl-Na |
| | J | 11,3 Cl-Na |
| | J | 9,1 Cl-Na |
| | T | 26,9 Cl-Na |
| | T | 25,9 Cl-Na |
| | P ₂ | 113,3 Cl-Na |
| 3 | J ₃ | 43,4 Cl-Na |
| | T ₁ | 60,3 Cl-Na-Ca |
| | Cm | 164,3 Cl-Na-Ca |
| 4 | K ₂ | 1,4 Cl-HCO ₃ -Na |
| | K ₂ | 1,4 |
| | K ₂ | 6,3 Cl-Na |
| | J ₂ | 29,5 Cl-Na |
| | J ₂ | 35,7 Cl-Na |
| | J ₁ | 53,0 Cl-Na |
| 4a | J ₂ | 78,6 Cl-Na |
| | T ₃ | 98,4 Cl-Na |
| | T ₁ | 166,4 Cl-Na-Ca |
| | P ₂ | 288,2 Cl-Na-Mg |
| | | |
| 5 | K ₁ | 1,4 Cl-HCO ₃ -Na |
| | K ₁ | 1,9 Cl-Na |
| | K ₁ | 4,2 Cl-Na |
| | J ₃ | 55,4 Cl-Na |
| | J ₂ | 80,8 Cl-Na |
| | J ₂ | 82,4 Cl-Na |
| | J ₁ | 92,7 Cl-Na |
| | J ₁ | 81,3 Cl-Na |
| | T ₃ | 118,0 Cl-Na |
| | T ₃ | |
| 6 | J ₃ | 5,2 Cl-Na |
| | J ₃ | 25,4 Cl-Na-Ca |
| | J ₃ | 45,6 Cl-Na |
| | J ₂ | 53,0 |
| | T ₃ | 54,8 Cl-Na-Mg-Ca |
| 7 | J ₁ | 52,9 Cl-Na |
| | P ₁ -P ₂ | 197,0 Cl-Na-Ca |
| | Cm ₁₋₂ | 238,5 Cl-Ca-Na |
| 8 | J ₁ | 3,5 Cl-Na |
| | P ₂ | 144,5 Cl-Na-Ca |
| | P ₂ | 218,0 Cl-Na-Ca |
| | C | 226,5 Cl-Na-Ca |
| | D ₂ | 125 |
| | D ₁ | 115,2 Cl-Na |
| 9 | K ₁₋₂ | 4,7 Cl-Na |
| | J ₃ | 3,3 SO ₄ -Cl-Na |
| | J ₃ | 1,7 Cl-HCO ₃ -SO ₄ -Na |
| | J ₃ | 1,6 Cl-HCO ₃ -Na |
| | D ₁ | 33,2 Cl-Na |
| 10 | Tr | 15,5 Cl-Na |
| | Tr | 29,4 Cl-Na |
| | Tr | 30,3 Cl-Na |
| 11 | Tr | 37,6 Cl-Na |
| | Tr | 43,9 Cl-Na |
| | Tr | 35,2 Cl-Na |
| | Tr | 45,8 Cl-Na |

w strefie tej następuje zakłócenie w postaci inwersji na odcinku perm-dewon, której przyczyną mogą być wody zasalane w cechszynie. Znajdujemy się tu w rejonie wspomnianego wyżej głębszego wysłodzenia wód. Zauważamy, że na głębokości 1500-1600 m mineralizacja wód w jurze dolnej wynosi zaledwie około 3 g/l. Potem następuje szybki wzrost mineralizacji.

Kolejny otwór Ciepeliów IG-1 związany jest z częścią niecki brzeżnej na odcinku kredy lubelsko-radomskiej. W dalszym ciągu punkt ten leży w strefie głębokiego wysłodzenia wód i na głębokości 1500 m ogólna mineralizacja nie przekracza 40 g/l, a w górnej jurze (1200 m) wody niewiele różnią się od zwykłych.

Przekrój nasz przebiega w pewnej odległości od wschodnich, wyniesionych elementów paleozoicznych Gór Świętokrzyskich. W odległości 40 km na SW stwierdzono występowanie w utworach kambru na głębokości 1500 m wody o stężeniu aż 154 g/l (Cl-Na, Br).

W zapadlisku przedkarpackim obserwujemy od głębokości ponad 1000-1500 m niewielki gradient hydrogeochemiczny. Na przykład w otworze Jaksmanice 25 na odcinku 1700-2600 m zanika niemal wzrost mineralizacji. Wszędzie utrzymuje się typ wód Cl-Na. Na całym przewierconym obiekcie „Jaksmanice” zauważa się również brak wyraźnej zależności mineralizacji od głębokości (ryc. 3.11). W rejonie Mirocina (ryc. 3.10) potwierdza się ta niezależność w strefie rozpoznania.

ZAKOŃCZENIE

Z przytoczonego materiału wynika, że różnice regionalne w mineralizacji i składzie wód zarysowują się wprawdzie w badanym przekroju, lecz dotyczy to głównie przesunięć głębokościowych. Takie przesunięcia w dół występuje wyraźnie w południowej części synklinorium warszawskiego. Wyodrębnia się również zapadlisko przedkarpackie, w którym cechą charakterystyczną jest brak na pewnym odcinku wzrostu już osiągniętej mineralizacji wraz z głębokością. Na odcinku tym przejawiają się nawet drobne inwersje hydrochemiczne.

Wymieniane wyżej „większe głębokości” są rzędu paru tysięcy metrów. Jak wspomniano wyżej, brak w Polsce rozpoznania hydrochemicznego w jeszcze głębszych strefach, gdzie mineralizacja może wykazywać spadek.

SUMMARY

Chemical diversity of mineral waters from natural outflows and shallow drillings is widely known to decrease along with depth. Waters encountered at large depths in individual points are as a rule characterized by more and more similar chemical composition but depths at which the latter phenomenon is recorded may be varying from one region to another.

Highly condensed and almost fully saturated waters are subjected to physico-mechanical regularities in markedly higher degree than clearly undersaturated ones from shallower zones. The influence of rock medium in deep-seated zones (except for those of halogenic complexes) on development of water composition appears much smaller than in the case of that typical of shallow zones. Hydrochemical sections through the area of southern Poland, presented by us in 1971 (Kwart. Geol., vol. 15, no. 2, 1971, pp. 465-472), showed similarity in type of waters from deep-seated zones. Here this question is analysed with reference to another hydrochemical section through the area of Poland.

W otworze Pułtusk 1 zauważa się spadek udziału Na⁺ z głębokością. Otwór w Okuniewie charakteryzuje głębsze strefy, ze wzrostem mineralizacji do kambru. W Wildze

In comparisons of the above mentioned hydrochemical sections through the Carpathians and their foreland (Carpathian Foredeep), we were dealing with the case of occurrence of top surface of mineral waters at shallow depths. The section presented here, from the area of Carpathian foreland to the Baltic Sea, displays high variability in depth of occurrence of top surface of the waters. Mineralization over 2 g/l is found almost at terrain surface in the Vistula River delta and at about 1,000 m depths in the Lublin – Radom region. However, the diversity of sections and hydrochemical gradients is not found to bear any clear influence on the recorded uniformity in composition of waters at large depths.

In analysing typical processes of increase in water mineralization along with depth, the question of eventual presence of zones of large-amplitude hydrogeochemical inversion, known from various parts of the world (but, up to the present, not from area of our country), is left aside.

The enclosed figures show relations between total mineralization and contents of ions Cl^- and J^- as well as hydrochemical profiles evidencing a trend to uniformization of water chemistry along with depth in individual areas.

РЕЗЮМЕ

Известно, что химическое разнообразие минеральных вод, наблюдаемое в естественных излияниях и неглубоких скважинах, уменьшается с глубиной. Обычно на больших глубинах состав вод в разных точках всё более похож на себя. Глубина, на которой наблюдается это явление, разная в разных районах.

Сильно насыщенные, близкие к полному насыщению воды, подвергаются в значительно большей степени физико-химическим закономерностям, чем циркулирующие в более мелких зонах воды далёкие к насыщению. Скальная среда глубоких зон, кроме галогенных комплексов, играет меньшую роль в формировании состава воды, чем это имеет место в более мелких зонах.

Авторы представили в 1971 г. гидрохимические разрезы из территории южной Польши, указывая на похожий тип глубинных вод (Геологический Квартальный Журнал, т. 15, № 2; 1971). В настоящей статье авторы рассматривают этот вопрос на фоне другого гидрохимического разреза в Польше.

Сравнивая раньше гидрохимические разрезы в Карпатах и на их Предгорье (Предкарпатский прогиб) рассматривались территории с мелко расположенной кровлей минеральных вод. В настоящее время, на предкарпатско-балтийском разрезе, в этой области наблюдается значительная неоднородность. Минерализация выше 2 г/л встречается почти от поверхности земли (дельта Вислы) до около 1000 м (люблинско-радомский район). Разнообразие разрезов и гидрохимических горизонтов не оказывает существенного влияния на наблюдаемую однообразность состава глубинных вод.

Рассматривая процесс типичного увеличения минерализации вод с глубиной, авторы не обращаются к зонам эвентуальной гидрохимической инверсии с большой амплитудой, находящимся в разных местах земной коры, которых в Польше до сих пор не обнаружено.

Графически представлена связь между общей минерализацией и содержанием Cl^- и J^- , а также гидрохимические разрезы для избранных точек, из которых видно увеличение сходства состава вод с глубиной.