

ZBIGNIEW ZIĘTKOWIAK

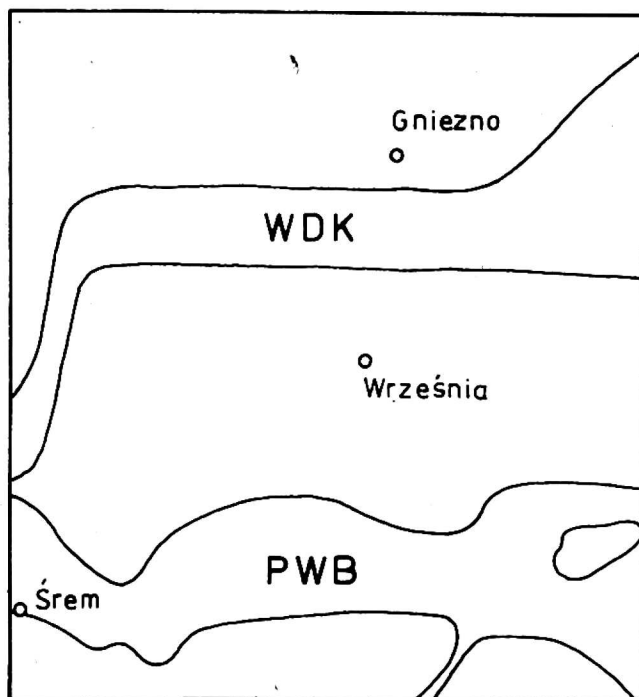
CHEMIZM WÓD PODZIEMNYCH I JEGO ZMIENNOŚĆ REGIONALNA NA PRZYKŁADZIE WYBRANEJ CZĘŚCI WIELKOPOLSKI ŚRODKOWEJ

ZARYS TREŚCI

W pracy przedstawiono wyniki badań nad określeniem składu chemicznego wód podziemnych czwartorzędu i trzeciorzędu. Wyznaczono także granice tła ogólnego dla tych wód oraz określono wartości charakterystyczne tła chemicznego dla dużych zwartych jednostek hydrogeologicznych różniących się między sobą sposobem wykształcenia warstw wodonośnych.

WSTĘP

Dla obszaru o powierzchni 5 070 km², mieszczącego się w granicach przyjętych dla mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:200 000 arkusz Gniezno, charakteryzującego się dużą zmiennością warunków hydrogeologicznych w obrębie warstw czwartorzędowych i częściowo trzeciorzędowych zebrano dane umożliwiające określenie tła chemicznego zwykłych wód użytkowych tego obszaru. Do określenia tła ogólnego oraz charakterystyk regionalnych wykorzystano dane zawarte w 782 dokumentacjach, z których 415 dotyczyło wód miocenijskich, a pozostałe 367 wód czwartorzędowych. Z dokumentacji dotyczą-



Rys. 1. Szkic zasięgu obszaru badań

cych wód czwartorzędowych wybrano, do wyznaczenia tła chemicznego dużych jednostek hydrogeologicznych, 225 dokumentacji z których 146 dotyczyło Wielkopolskiej Doliny Kopalnej, a 79 Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej. Granicę tych jednostek (rys. 1) wyznaczono w wykonanym wcześniej opracowaniu (A. Kaniecki, Z. Ziętkowiak 1984).

Zawarte w dokumentacjach dane umożliwiły wyznaczenie metodą graficzną oraz prostymi metodami obliczeniowymi podstawowych parametrów rozkładu poszczególnych składników. Dały także podstawy do wskazania składników najsilniej różnicujących wody wydzielonych jednostek obliczeniowych. Wszystkie obliczenia matematyczno-statystyczne zostały wykonane w Ośrodku Informatyki UAM.

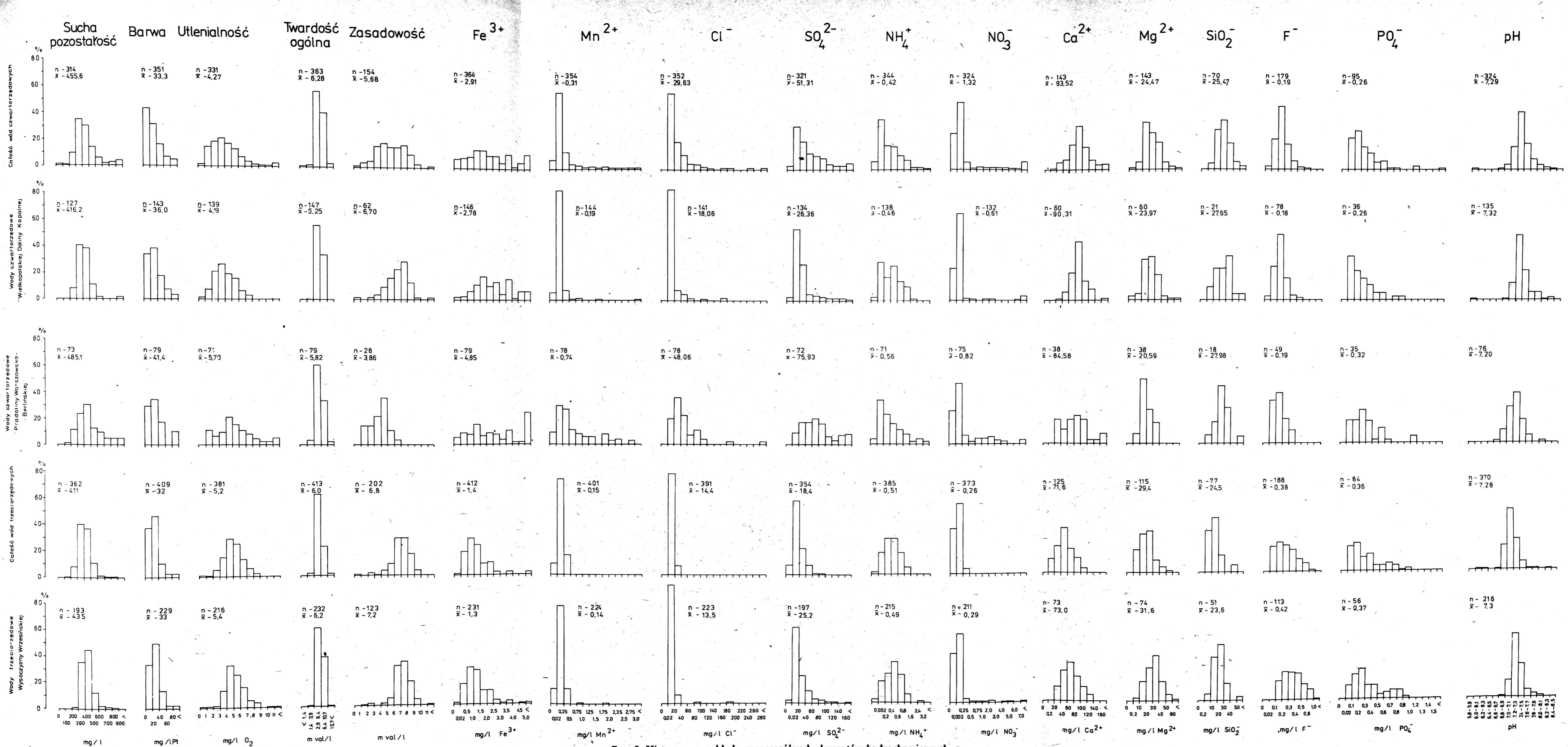
OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

Cechą charakterystyczną obszaru opracowania jest strefowo przestrzenna zmienność wodonośności utworów czwartorzędowych. Na tle obszarów bezwodnych lub mało zasobnych wyróżniają się dwa, rozciągające się równoleżnikowo, zbiorniki wód podziemnych: Wielkopolska Dolina Kopalna i Pradolina Warszawsko-Berlińska oddzielone od siebie obszarem Wysoczyzny Wrzesińskiej (J. Kondracki 1978). Zbiorniki te w sposób zdecydowany różnią się warunkami występowania wód podziemnych.

W Wielkopolskiej Dolinie Kopalnej zasobne poziomy wodonośne o miąższościach przeciętnych od 15 do 25 m zalegają na głębokości zmieniającej się od 15 do 40 m p.p.t. w części zachodniej, do głębokości mieszczących się w przedziale od 40 do 70 m p.p.t. w części środkowej i wschodniej. Piaski i żwiry poziomu użytkowego Wielkopolskiej Doliny Kopalnej przykryte są zwartą pokrywą glin zwałowych. W Pradolinie Warszawsko-Berlińskiej główny poziom wodonośny znajduje się natomiast w zalegających na powierzchni piaskach i żwirach aluwialnych, posiadających miąższości zmieniające się od kilku do około 30 m. Poza granicami wyróżnionych jednostek wody czwartorzędowe ze względu na małe wydajności oraz niewielki zasięg przestrzenny poziomów użytkowych eksploatowane są w nieznacznym stopniu. Na obszarach mało zasobnych lub pozbawionych użytkowych poziomów wodonośnych w czwartorzędzie, eksploatowane są wody miocенskie.

Miocенski poziom wodonośny jest, z wyjątkiem niewielkiej części obszarów wschodnich gdzie występuje wyspowo, poziomem występującym powszechnie. Z na ogół mało zasobnych piasków i żwirów oraz osadów zastoiskowych miocenu, zalegających na głębokościach zmieniających się od 100 do 130 m p.p.t. w części północnej i środkowej przez 30 do 60 m p.p.t. w części południowo-wschodniej do 100—160 m p.p.t. w części południowej, uzyskiwane są najczęściej wydajności mieszczące się w przedziale od 30 do 50 m³/h.

Kontakt poziomów wodonośnych czwartorzędu i miocenu, zgodnie z dotychczasowym rozpoznaniem hydrogeologicznym, jest ograniczony, a jeśli



Rys. 2. Histogramy rozkładu poszczególnych elementów hydrochemicznych
 n — ilość oznaczeń przyjętych do obliczeń, x̄ — średnia zawartość danego składnika

występuje to tylko lokalnie w części południowo-wschodniej obszaru opracowania. Ze względu na niewielką liczbę wykonanych oznaczeń chemicznych nie charakteryzowano wód głębszego podłoża — głównie wód kredowych — eksploatowanych na niewielkim obszarze, ograniczonym do okolic miejscowości Słupca, Staw i Zagórów.

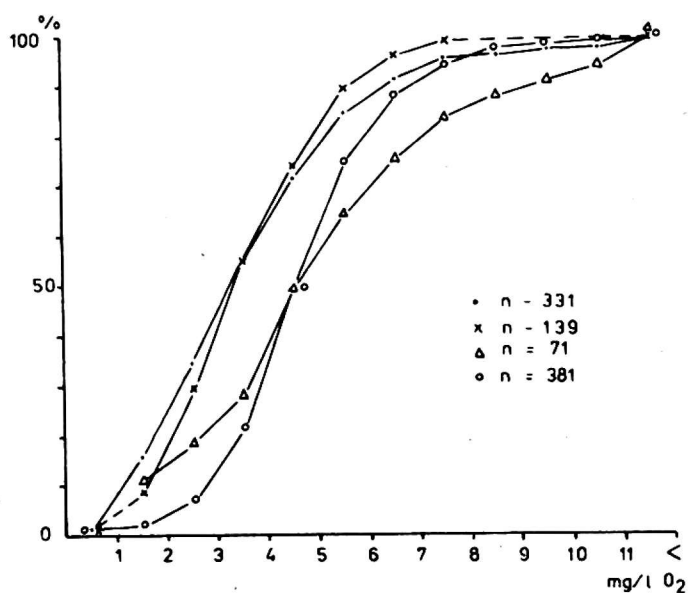
CHEMIZM WÓD PODZIEMNYCH

Wykonane obliczenia oraz wykreślone na ich podstawie histogramy wskazują na występowanie znacznych różnic w składzie chemicznym wód należących do różnych pięter wodonośnych, a także sygnalizują występowanie znacznych zmian w składzie chemicznym wód należących do jednego piętra.

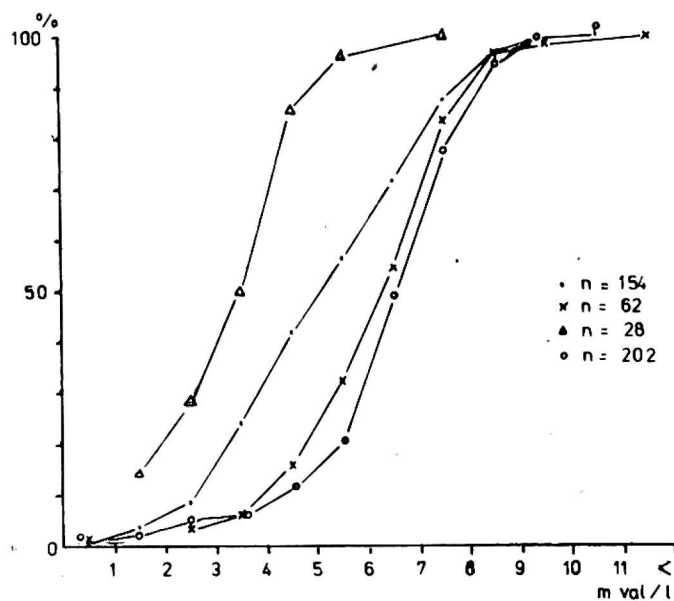
Na tle ogólnego składu chemicznego wód czwartorzędowych (rys. 2) wyraźnie zaznaczają się różnice chemizmu wód ujmowanych z poziomów dobrze izolowanych lub nie izolowanych od powierzchni przez materiały nieprzepuszczalne lub słabo przepuszczalne. Wyraźnie widoczne różnice w wartościach średnich, jak i w rozkładzie poszczególnych parametrów, potwierdzają konieczność ustalania dla obszarów o zróżnicowanych warunkach hydrogeologicznych, oprócz ogólnego tła hydrochemicznego, również tła regionalnego. Niezbędność takiego postępowania, szczególnie dobrze widoczna w przypadku wód czwartorzędowych, była już sygnalizowana wcześniej (K. Schoeneich 1966; Z. Płoch-niewski 1973; T. Błaszyk, J. Górski 1977, D. Małecka 1977). Porównanie histogramów dotyczących ogółu wód ujmowanych z warstw miocenijskich z histogramami ogółu wód czwartorzędowych wskazuje na występowanie znacznych różnic także między tymi wodami. Dotyczy to szczególnie takich parametrów jak: utlenialność, zasadowość, żelazo, mangan, chlorki, siarczany, fluorki. Stwierdzone różnice chemizmu wód należących do wymienionych pięter są silnie podkreślone w przypadku porównania wód czwartorzędowych, z płytko zalegających w rejonie Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej poziomów wodonośnych, z wodami miocenijskimi. Porównanie wód miocenijskich z wodami czwartorzędowymi Wielkopolskiej Doliny Kopalnej nie daje już podstaw do tak zdecydowanego wskazania parametrów różnicujących.

Generalnie, na podstawie zmian obserwowanych w rozkładzie jak i w wartościach średnich (rys. 2) można powiedzieć, że elementami różnicującymi wody trzeciorzędowe i czwartorzędowe, niezależnie od przyjętych podziałów na bloki obliczeniowe, są zasadowość i żelazo. Stwierdzona odmienność składu chemicznego wód zaliczonych do poszczególnych bloków obliczeniowych znajduje pełne potwierdzenie w przebiegu krzywych kumulacyjnych, dotyczących utlenialności (rys. 3), zasadowości (rys. 4), zawartości żelaza (rys. 5), manganu (rys. 6), chlorków (rys. 7), siarczanów (rys. 8) i fluorków (rys. 9). Pozostałe składniki nie wykazują tak dużego zróżnicowania. Przykładem są diagramy opracowane dla twardości ogólnej (rys. 10) i odczynu (rys. 11).

Analiza wykresów oraz posiadanych materiałów obliczeniowych umożliwiła

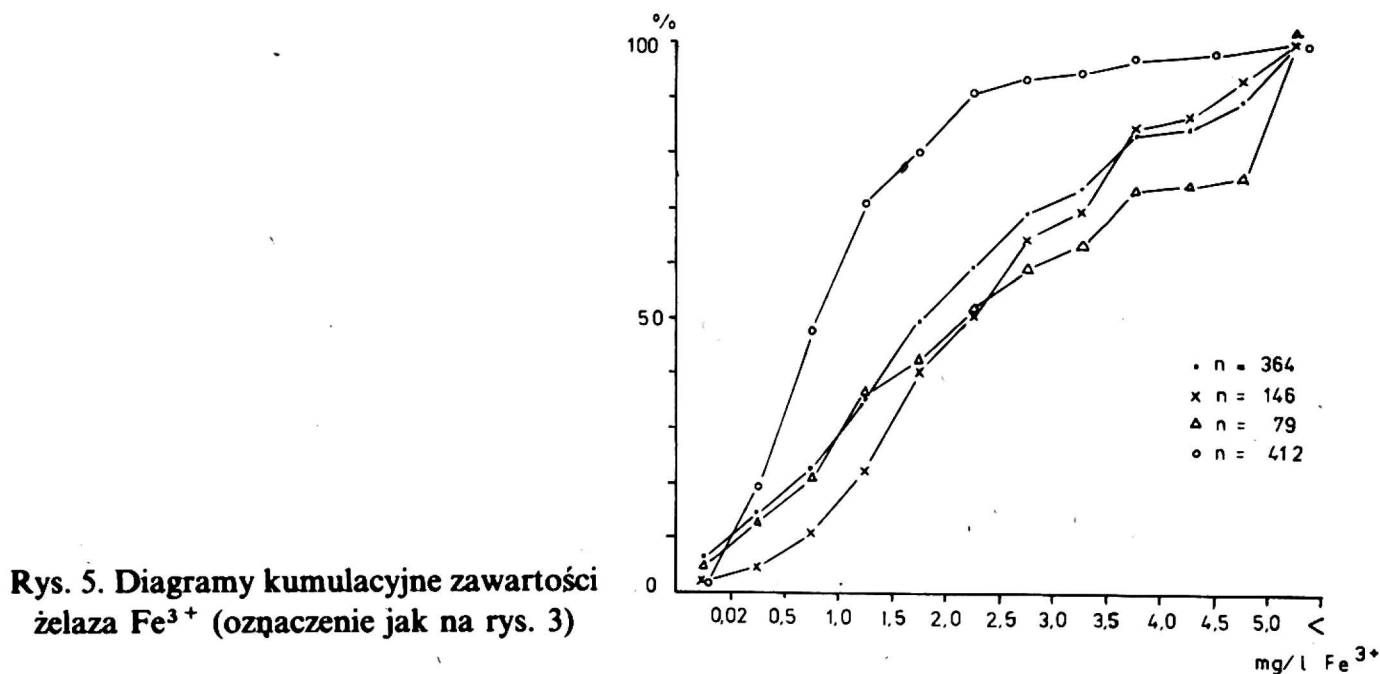


Rys. 3. Diagramy kumulacyjne utlenialności

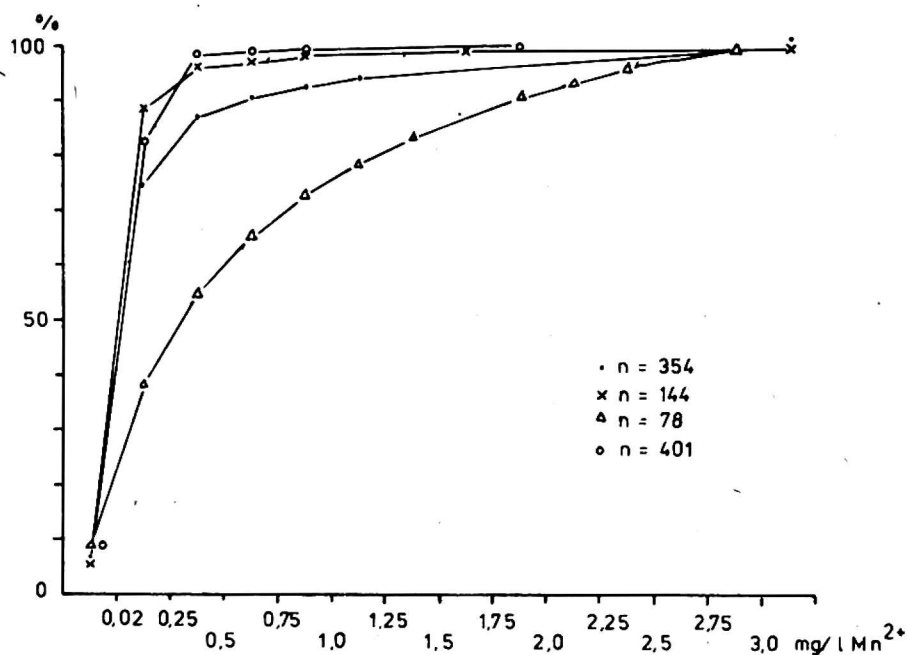


Rys. 4. Diagramy kumulacyjne zasadowości (oznaczenie jak na rys. 3)

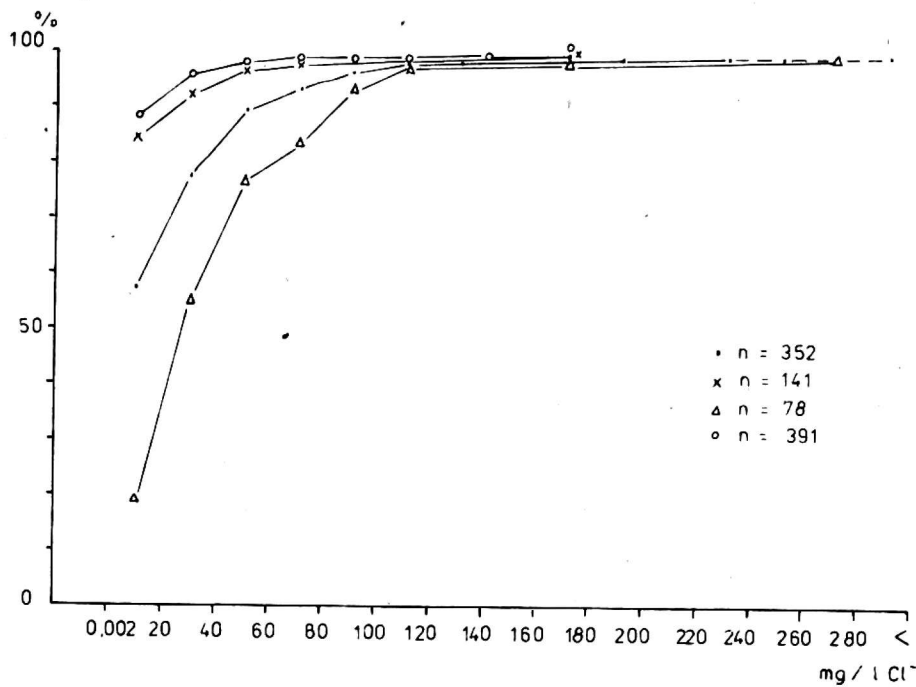
— ogół wód czwartorzędowych, x — ogół wód czwartorzędowych Wielkopolskiej Doliny Kopalnej, Δ — ogół wód czwartorzędowych Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, ○ — ogół wód trzeciorzędowych, n — liczba oznaczeń



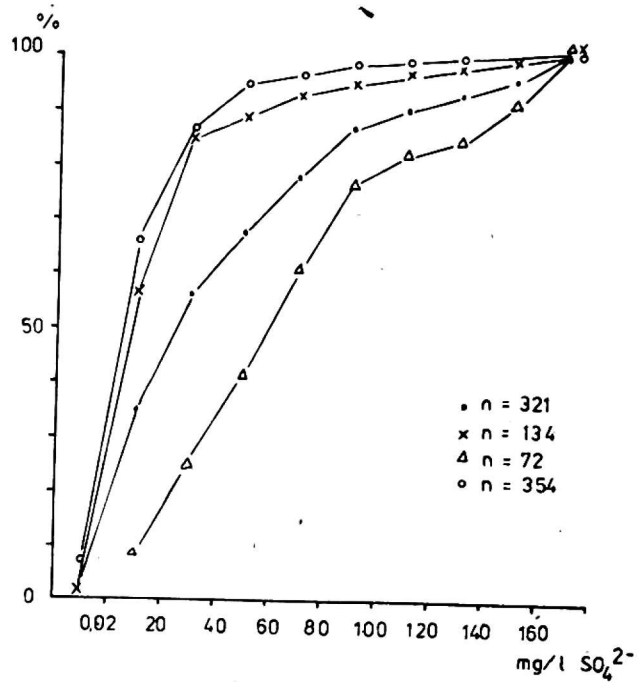
Rys. 5. Diagramy kumulacyjne zawartości żelaza Fe^{3+} (oznaczenie jak na rys. 3)



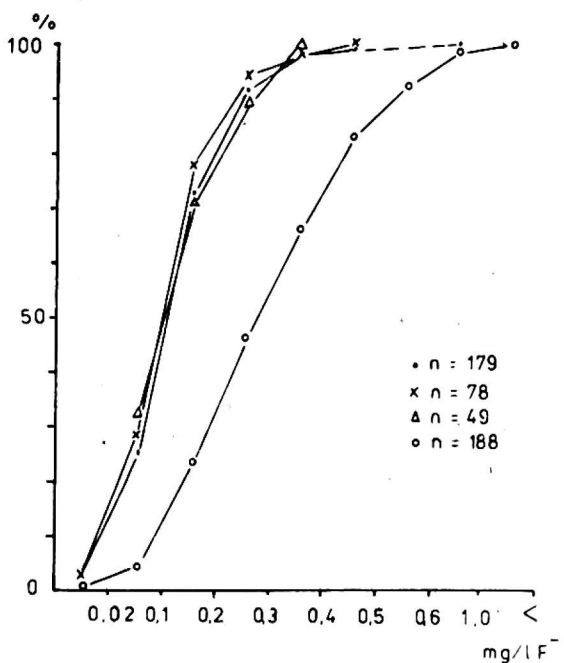
Rys. 6. Diagramy kumulacyjne zawartości manganu Mn^{2+} (oznaczenie jak na rys. 3)



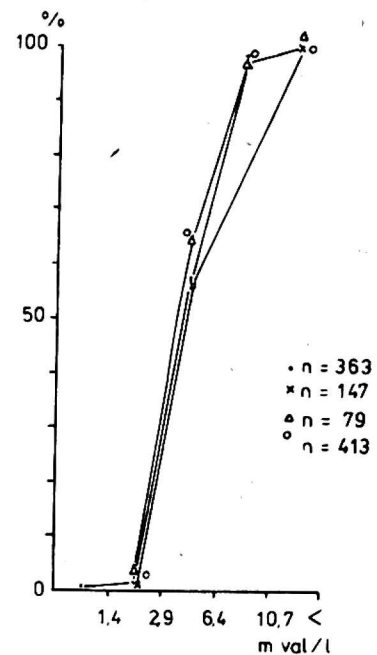
Rys. 7. Diagramy kumulacyjne zawartości chlorków Cl^- (oznaczenie jak na rys. 3)



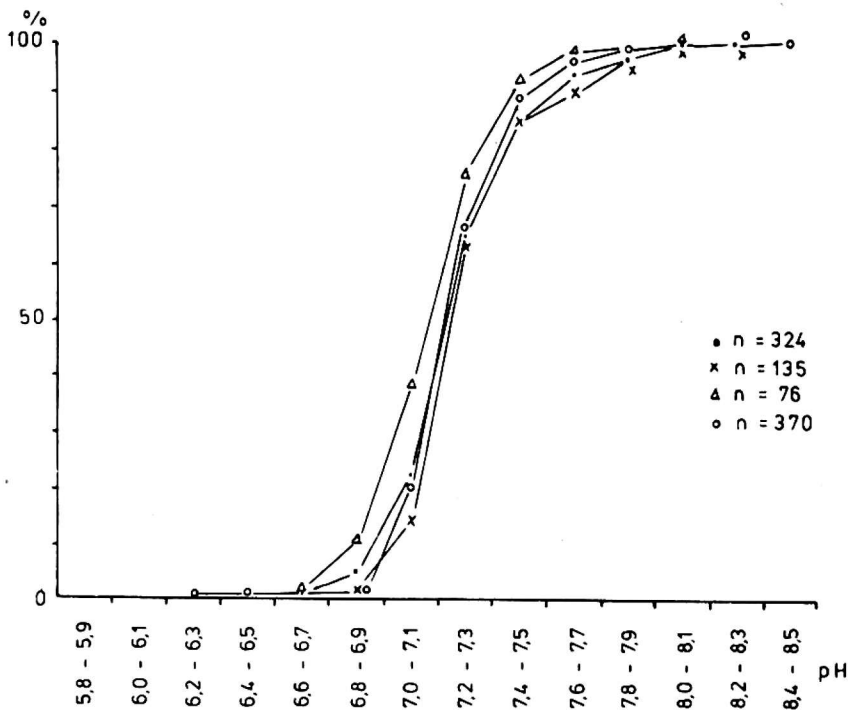
Rys. 8. Diagramy kumulacyjne zawartości siarczanów SO_4^{2-} (oznaczenie jak na rys. 3)



Rys. 9. Diagramy kumulacyjne zawartości fluorków F^- (oznaczenie jak na rys. 3).



Rys. 10. Diagramy kumulacyjne twardości ogólnej (oznaczenie jak na rys. 3)



Rys. 11. Diagramy kumulacyjne odczynu pH (oznaczenie jak na rys. 3)

wykonanie zestawienia zawierającego podstawowe parametry rozkładu oznaczanych elementów hydrochemicznych. W zakres tła, którego granicą przeważnie są przedziały grupujące co najmniej 10% wykonanych oznaczeń, wliczono wartości najczęściej występujące w wodach podziemnych (M. Chodorowska-Kwiecień, B. Kawalec 1977, A. Macioszczyk 1977). W zestawieniu tym, podobnie jak w zamieszczonych wykresach, najsilniej zaznaczają swą indywidualność wody Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej (tab. 1). Ich odrębność przejawia się w wielu przypadkach w znacznym, na tle pozostałych wód, poszerzeniu granic tła oraz w występowaniu wartości znacznie wyższych od najczęściej spotykanych, nie mieszczących się w przyjętym podziale w zakresie tła (żelazo, mangan, chlorki, siarczany).

Potwierdzeniem statystycznej istotności różnic w wartościach średnich zawartości poszczególnych składników są wyniki testowania testem *t* Studenta, obejmujące porównanie wód czwartorzędowych z trzeciorzędowymi, wód Wielkopolskiej Doliny Kopalnej i Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej między sobą oraz z wodami Wysoczyzny Wrzesińskiej. Wyniki testowania przedstawia tabela 2.

Odmienność chemizmu wód badanych jednostek, niezależnie od stwierdzonych różnic w zawartości poszczególnych składników, znajduje także potwierdzenie w wynikach zastosowanej do ich porównania analizy wariancji. Jak stwierdzono, stosując tę metodę, składnikami wpływającymi w sposób istotny na zróżnicowanie ogółu wód czwartorzędu i trzeciorzędowego są utlenialność, zasadowość, żelazo i chlorki. W przypadku Wielkopolskiej Doliny Kopalnej, Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej i Wysoczyzny Wrzesińskiej, składnikami wywierającymi największy wpływ na stwierdzone zróżnicowanie tych wód, są: utlenialność, twardość ogólna, zasadowość, żelazo, mangan, chlorki i siarczany.

Wyniki zastosowanych testów potwierdzają, że zauważone prawidłowości są istotne statystycznie.

Najwyraźniejsze zróżnicowanie chemizmu wód badanych jednostek (tab. 2) występuje w przypadku porównania czwartorzędowych wód Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej z wodami trzeciorzędowymi Wysoczyzny Wrzesińskiej, dalej ogółu wód czwartorzędu i trzeciorzędu oraz Wielkopolskiej Doliny

Tabela 1

Zestawienie wartości tła wybranych elementów hydrochemicznych wód podziemnych

Elementy hydrochemiczne	Parametry rozkładu elementów hydrochemicznych w wodach: *				
	czwartorzędowych	czwartorzędowych Wielkopolskiej Doliny Kopalnej	czwartorzędowych Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej	trzeciorzędowych	trzeciorzędowych Wysoczyzny Wrzesińskiej
Sucha pozostałość [mg/l]	$\frac{300-600}{300-400} \cdot 87$	$\frac{300-600}{300-400} \cdot 89$	$\frac{200-700}{400-500} \cdot 77$	$\frac{300-600}{300-400} \cdot 88$	$\frac{300-600}{400-500} \cdot 93$
Barwa [mg/l Pt]	$\frac{0-60}{0-20} \cdot 89$	$\frac{0-60}{20-40} \cdot 88$	$\frac{0-80}{20-40} \cdot 81$	$\frac{0-60}{20-40} \cdot 94$	$\frac{0-60}{20-40} \cdot 95$
Utlenialność [mg/l O ₂]	$\frac{1-6}{3-4} \cdot 83$	$\frac{2-6}{3-4} \cdot 81$	$\frac{1-8}{4-5} \cdot 84$	$\frac{3-7}{4-5} \cdot 81$	$\frac{3-7}{4-5} \cdot 85$
Twardość ogólna [mval/l]	$\frac{2,9-10,7}{2,9-6,4} \cdot 96$	$\frac{2,9-10,7}{2,9-6,4} \cdot 94$	$\frac{2,9-10,7}{2,9-6,4} \cdot 94$	$\frac{2,9-10,7}{2,9-6,4} \cdot 95$	$\frac{2,9-10,7}{2,9-6,4} \cdot 98$
Zasadowość [mval/l]	$\frac{3-9}{4-5} \cdot 88$	$\frac{4-9}{7-8} \cdot 89$	$\frac{1-6}{4-5} \cdot 96$	$\frac{5-9}{6-8} \cdot 83$	$\frac{6-9}{7-8} \cdot 83$
Żelazo [mg/l Fe ³⁺]	$\frac{0-4}{1-2} \cdot 83$	$\frac{0,5-4}{1,5-2} \cdot 88$	$\frac{0-4}{1-1,5} \cdot 75$	$\frac{0,02-2,5}{0,5-1} \cdot 89$	$\frac{0,02-2,5}{0,5-1,0} \cdot 90$
Mangan [mg/l Mn ²⁺]	$\frac{0,02-0,5}{0,02-0,25} \cdot 80$	$\frac{0,02-0,25}{0,02-0,25} \cdot 83$	$\frac{0,02-0,75}{0,02-0,25} \cdot 65$	$\frac{0,0-0,5}{0,02-0,25} \cdot 98$	$\frac{0,0-0,5}{0,02-0,25} \cdot 98$
Chlorki [mg/l Cl ⁻]	$\frac{0-60}{0-20} \cdot 89$	$\frac{0-20}{0-20} \cdot 84$	$\frac{0-60}{20-40} \cdot 77$	$\frac{0-20}{0-20} \cdot 88$	$\frac{0-20}{0-20} \cdot 92$
Siarczany [mg/l SO ₄ ²⁻]	$\frac{0-100}{0-20} \cdot 86$	$\frac{0-40}{0-20} \cdot 84$	$\frac{20-100}{60-80} \cdot 68$	$\frac{0-40}{0-20} \cdot 86$	$\frac{0-60}{0-20} \cdot 89$
jon amonowy [mg/l NH ₄]	$\frac{0,002-0,8}{0,002-0,2} \cdot 84$	$\frac{0,002-1,6}{0,002-0,2} \cdot 97$	$\frac{0,002-0,8}{0,002-0,2} \cdot 82$	$\frac{0,002-0,8}{0,2-0,6} \cdot 91$	$\frac{0,002-0,8}{0,4-0,6} \cdot 92$
jon azotanowy [mg/l NO ₃]	$\frac{0-0,25}{0,002-0,25} \cdot 78$	$\frac{0-0,25}{0,002-0,25} \cdot 91$	$\frac{0-0,25}{0,002-0,25} \cdot 72$	$\frac{0-0,25}{0,002-0,25} \cdot 90$	$\frac{0-0,25}{0,002-0,25} \cdot 90$
Wapń [mg/l Ca ²⁺]	$\frac{60-120}{80-100} \cdot 69$	$\frac{60-140}{80-100} \cdot 82$	$\frac{20-120}{80-100} \cdot 87$	$\frac{20-120}{60-80} \cdot 95$	$\frac{20-120}{60-80} \cdot 94$
Magnez [mg/l Mg ²⁺]	$\frac{10-40}{10-20} \cdot 84$	$\frac{10-40}{20-30} \cdot 85$	$\frac{10-40}{10-20} \cdot 92$	$\frac{10-50}{30-40} \cdot 89$	$\frac{10-50}{30-40} \cdot 90$
Krzemiany [mg/l SiO ₂ ⁻]	$\frac{10-40}{20-30} \cdot 87$	$\frac{10-40}{30-40} \cdot 81$	$\frac{10-40}{20-30} \cdot 89$	$\frac{10-40}{20-30} \cdot 89$	$\frac{10-40}{20-30} \cdot 91$
Fluorki [mg/l F ⁻]	$\frac{0,02-0,3}{0,1-0,2} \cdot 89$	$\frac{0,02-0,3}{0,1-0,2} \cdot 92$	$\frac{0,02-0,4}{0,1-0,2} \cdot 100$	$\frac{0,1-0,6}{0,2-0,3} \cdot 79$	$\frac{0,1-0,6}{0,2-0,3} \cdot 91$
Fosforany [mg/l PO ₄ ⁻]	$\frac{0,02-0,4}{0,1-0,2} \cdot 83$	$\frac{0,02-0,4}{0,02-0,1} \cdot 83$	$\frac{0,02-0,4}{0,2-0,3} \cdot 77$	$\frac{0,02-0,5}{0,2-0,3} \cdot 74$	$\frac{0,02-0,5}{0,2-0,3} \cdot 75$
odczyn	$\frac{7,0-7,5}{7,2-7,3} \cdot 81$	$\frac{7,0-7,5}{7,2-7,3} \cdot 84$	$\frac{7,0-7,5}{7,2-7,3} \cdot 83$	$\frac{7,0-7,5}{7,2-7,3} \cdot 89$	$\frac{7,0-7,5}{7,2-7,3} \cdot 89$

* wartość tła \times procentowy udział analiz w zakresie tła dominujące wartości koncentracji

Tabela 2

Istotność różnic wartości średnich na poziomie: α — 0,05 x, α — 0,01 xx

Składniki	Porównywanie wody z warstw wodonośnych *			
	Q i T	WDK PWB	WDK T-W	PWB T-W
Sucha pozostałość				x
Barwa	x			
Utlenialność		xx	xx	x
Twardość ogólna		xx		xx
Zasadowość	xx	xx		xx
Żelazo	xx	x	xx	xx
Mangan	xx	xx		xx
Chlorki	xx	x		xx
Siarczany	xx	xx		xx
Azot amonowy				
Azot azotanowy	x			xx
Odczyn				xx

* Q — wody czwartorzędowe, WDK — wody czwartorzędowe Wielkopolskiej Doliny Kopalnej, PWB — wody czwartorzędowe Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, T — wody mioceńskie, T-W — wody mioceńskie Wysoczyzny Wrzesińskiej

Kopalnej i Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej. Najmniejsze różnice występują, tak jak już zauważono wcześniej, przy porównaniu wód czwartorzędowych Wielkopolskiej Doliny Kopalnej z trzeciorzędowymi Wysoczyzny Wrzesińskiej. Istotnie statystycznie różnice w wartościach średnich dotyczą w tym przypadku tylko dwóch składników, utlenialności i zawartości żelaza. Różnice w składzie chemicznym wód, należących do czwartorzędowych warstw wodonośnych znajdują swoje uzasadnienie w zróżnicowanym sposobie ich wykształcenia. Wyraźna odrębność wód obszarów pradolinnych, sygnalizowana we wcześniejszych pracach (Z. Płochniewski, J. Pich 1966; Z. Płochniewski 1973; T. Błaszyk i J. Górski 1977), znajduje pełne potwierdzenie w uzyskanych wynikach. Znacznie wyższe od przeciętnych, zawartości żelaza, manganu, chlorków i siarczanów, z towarzyszącymi im podwyższonymi wartościami barwy i utlenialności, są następstwem zróżnicowania składu i sposobu wykształcenia warstw wodonośnych oraz znacznej zmienności stanów pozostających we wzajemnym kontakcie wód powierzchniowych i podziemnych. Wahania stanów, intensywne przepłukiwanie warstwy aeracji przez infiltrujące wody opadowe oraz obniżone wartości pH przyczyniają się do uruchamiania nagromadzonego w znacznych ilościach w osadach aluwialnych żelaza i manganu (W. Hermanowicz 1956, Z. Płochniewski 1973, T. Błaszyk, J. Górski 1977). Uruchamianiu tych składników w wodach podziemnych pradolinny sprzyjać mogą dodatkowo kwasy taninowe, pochodzące z zanieczyszczeń ściekami przemysłowymi wód powierzchniowych i podziemnych. Wyższe od przeciętnych zawartości chlorków i siarczanów oraz podwyższone wartości utlenialności są także typowe dla płytko zalegających wód podziemnych. Dzięki znacznym wahaniom zwierciadła ułatwione jest

uruchomienie siarczanów pochodzących z rozkładu materii organicznej. Podwyższone wartości dotyczące występowania chlorków odzwierciedlają bardziej wpływ zanieczyszczeń niż działania procesów naturalnych.

Wody ujmowane z warstw wodonośnych Wielkopolskiej Doliny Kopalnej wykazują wiele cech charakterystycznych dla wód pochodzenia infiltracyjnego, występujących w utworach wodnolodowcowych, przykrytych glinami zwałowymi. Średnie zawartości żelaza — 2,78 mg/l Fe^{3+} i manganu 0,19 mg/l Mn^{2+} odpowiadają wartościom wyliczonym dla wód występujących w podobnych warunkach hydrogeologicznych na wybranych obszarach Polski północnej i centralnej (Z. Płochniewski 1973). Cechą charakterystyczną wód poziomów zakrytych, wynikającą ze sposobu ich zasilania, są wyższe w stosunku do wód poziomów odkrytych wartości zasadowości i twardości ogólnej, przy niższej utlenialności, zawartości chlorków i siarczanów.

Naturalna, będąca następstwem różnic w sposobie wykształcenia warstw wodonośnych oraz zachodzących w nich procesów chemicznych, odmiennosc wód w obrębie warstw czwartorzędowych oraz porównywanych ze sobą wód Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej i Wysoczyzny Wrzesińskiej prawie zanika, przy porównaniu tych ostatnich z wodami Wielkopolskiej Doliny Kopalnej. Różnice dotyczą zasadniczo tylko dwóch składników — utlenialności i zawartości żelaza.

Podwyższone wartości utlenialności wód trzeciorzędowych, będące następstwem ich kontaktu z węglami brunatnymi miocenu, oraz wysoki udział żelaza w wodach czwartorzędowych, charakterystyczny dla wód zalegających w utworach wodnolodowcowych, potwierdzają brak występowania bezpośredniego kontaktu między tymi wodami. Podwyższenie zawartości żelaza w wodach czwartorzędowych, szczególnie w partiach spągowych wodonośca, może też być spowodowane ich kontaktem z zalegającymi w podłożu osadami pliocenu.

PODSUMOWANIE

Różnice w sposobie wykształcenia warstw wodonośnych, szczególnie piętra czwartorzędowego, znajdują odbicie w składzie chemicznym wód podziemnych. Najsilniej zarysowana odmiennosc wód piętra czwartorzędowego, oddzielonego od głębszego podłoża przez ily plioceńskie, występuje w przypadku porównywania wód z poziomów zakrytych z wodami poziomów odkrytych. Płytko występujące wody poziomów odkrytych swój skład chemiczny uzależniają przede wszystkim od zmieniających się warunków procesów wietrzenia w strefie objętej zasięgiem zmian położenia zwierciadła. Na skład chemiczny tych wód wywierają wpływ także wody opadowe oraz zanieczyszczenia przemysłowe, komunalne i rolnicze. Wody czwartorzędowe poziomów zakrytych, przez wydłużenie drogi i czasu infiltracji wód opadowych, osiągają pewien stan równowagi, zbliżony do stanu równowagi dynamiczno-dyfuzyjnej. Skład chemiczny tych wód jest w znacznym stopniu uzależniony od procesów wymiany składników ze środowiskiem skalnym.

Wody miocénskie, występujące pod pokrywą ilów pliocénskich oddzielających je od wód czwartorzędowych, zaliczane są także do wód zasilanych przez wody infiltracyjne. Na obszarze badań zasilanie to jest jednak znacznie utrudnione, dlatego też wody miocenu, pozostające w dłuższym kontakcie ze skałą macierzystą, osiągają stan równowagi chemicznej. Odmienny skład chemiczny wód podziemnych, zaliczonych do przyjętych umownie pięciu bloków obliczeniowych, jest odzwierciedleniem procesów chemicznych w wodach zbiorników nie posiadających bezpośredniego kontaktu między sobą.

*Instytut Geografii Fizycznej
Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu
Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej*

LITERATURA

- Błaszyk T., Górski J., 1977: Środowisko hydrochemiczne w utworach pradolinnych oraz jego przeobrażenia w warunkach zmian reżimu wód podziemnych. Biul. Geol., T. 21, Warszawa.
- Chodorowska-Kwiecień M., Kawalec B., 1977: Składniki chemiczne Roztocza Rawskiego i ich tło. Biul. Geol., T. 21, Warszawa.
- Hermanowicz W., i in., 1956: Badania nad ujęciem wody z piasków spod dna Wisły. Gaz, Woda, nr 12, Warszawa.
- Kaniecki A., Ziętkowiak Z., 1984: Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:200 000 ark. Gniezno. IG. (w druku).
- Kondracki J., 1978: Geografia fizyczna Polski. PWN Warszawa.
- Macioszczyk A., 1973: Chemizm wód podziemnych występujących w utworach miocenu niżowego Polski. Biul. IG., nr 277, Warszawa.
- Macioszczyk A., 1977: Wyznaczanie tła i anomalii hydrochemicznych w badaniach hydrogeologicznych. Biul. Geol., T. 21, Warszawa.
- Małecka D., 1977: Chemizm wód podziemnych środkowego Podhala. Biul. Geol., T. 21, Warszawa.
- Płochniewski Z., Pich J., 1966: Żelazo i mangan w wodach podziemnych różnych środowisk hydrochemicznych. Kw. Geol., T. 10, Warszawa.
- Płochniewski Z., 1973: Występowanie żelaza i manganu w wodach podziemnych utworów czwartorzędowych. Biul. IG, nr 277, Warszawa.
- Schoeneich K., 1966: Chemizm wód podziemnych piętra czwartorzędowego. Gaz, Woda, nr 5, t. 11, Warszawa.

CHEMISTRY OF GROUNDWATER AND ITS REGIONAL VARIABILITY, AS EXEMPLIFIED BY A SELECTED PORTION OF MIDDLE GREATER POLAND

Summary

The chemical composition of communal waters occurring in the Quaternary and Tertiary water-bearing strata has been established on the basis of 782 documentary proofs for middle Greater Poland which is covered by a 1:200,000-scale hydrogeological map of Poland, a sheet for Gniezno.

Irrespective of the general hydrochemical background, mean particular constituent contents and values of dominant intervals, their counterparts have been determined for the hydrogeological units recognized (Table 1). For the purpose of presenting separate characteristics, two groundwater

basins were distinguished in the Quaternary strata. As concerns one of them, lying in the Greater Poland Fossil Valley, water-bearing strata lie beneath a continuous cover of bulder clays at the depths ranging from 15 m below ground surface in the western portion to 70 m below ground surface in the middle and eastern portions. The other continuous area of the Quaternary water-bearing strata occurrence is situated within the Warsaw-Berlin Pradolina. Alluvial sands lying at the surface from a water-bearing horizon in the pradolina.

Out of the total Tertiary waters, data concerning water intake from the Września Plateau are selected for separate consideration. The plateau is nearly devoid of communal Quaternary water-bearing horizons and separates delimited Quaternary basins from one another.

The analysis of plots and the calculations provided the basis for determining hydrochemical elements which displayed highest variability in case a comparison was made between waters belonging to the calculation blocks recognized (Table 2). Components which differentiate the waters under investigation include permanganate value, alkalinity, iron and chlorides. They have been established using the variance analysis in case the total Quaternary and Tertiary waters are compared.

On comparison between the Quaternary and Tertiary waters occupying the groundwater basins delimited, a number of differentiating elements increases to comprise total hardness, manganese and sulfate contents. The Warsaw—Berlin Pradolina waters that differ, to the highest degree, in chemical composition from the overall background contribute a lot to the increase in the number of differentiating elements.

Variations in the chemical composition give an indication of the lacking immediate contact between the Tertiary and Quaternary waters, as has been reported before (Kaniecki, Ziętkowiak 1984) and point to the absence of influence of deep bedrock water on their chemistry.

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Sketch-map of study area extent.

Fig. 2. Histograms of distribution of particular hydrochemical elements.

n — a number of symbols used for calculation, \bar{x} — mean given constituent contents.

Fig. 3. Cumulative diagrams of permanganate value

· — total Quaternary water, × — total Quaternary water in Greater Poland Fossil Valley,

Δ — total Quaternary water in Warsaw—Berlin Pradolina, o — total Tertiary water,

n — number of symbols.

Fig. 4. Cumulative diagrams of alkalinity (for symbols see Fig. 3).

Fig. 5. Cumulative diagrams of iron Fe^{3+} contents (for symbols see Fig. 3).

Fig. 6. Cumulative diagrams of manganese Mn^{2+} contents (for symbols see Fig. 3).

Fig. 7. Cumulative diagrams of chloride Cl^- contents (for symbols see Fig. 3).

Fig. 8. Cumulative diagrams of sulfates SO_4^{2-} contents (for symbols see Fig. 3).

Fig. 9. Cumulative diagrams of fluoride F^- contents (for symbols see Fig. 3).

Fig. 10. Cumulative diagrams of total hardness (for symbols see Fig. 3).

Fig. 11. Cumulative diagrams of pH values (for symbols see Fig. 3).