

## O GENEZIE MINERALIZACJI WÓD ARTEZYJSKICH NIECKI MAZOWIECKIEJ

**Z**AGADNIENIE GENEZY MINERALIZACJI WÓD podziemnych ma znaczenie nie tylko teoretyczne, lecz również w dużym stopniu praktyczne, co się wiąże przede wszystkim z możliwością bieżącego i perspektywicznego wykorzystywania wód podziemnych (ze względu na ich jakość) w przemyśle i w gospodarce komunalnej.

Praktyczne znaczenie problemu genezy mineralizacji szczególnie jasno uwypukla się w przypadku artezyjskich wód niecki mazowieckiej.

Wody te, intensywnie eksploatowane zwłaszcza na terenie wielkiej Warszawy, charakteryzują się dość pożądaną zawartością jonu chlorkowego, osiągając w niektórych rejonach wartości graniczące z dopuszczalnymi, a nieraz wartości te nawet przekraczają.

Jak wiadomo, skład chemiczny wód podziemnych stale się zmienia. Na wielkość i kierunek tych zmian duży wpływ ma intensywność i rodzaj eksploatacji tych wód. Dlatego też istotne znaczenie dla praktyki ma uzyskanie odpowiedzi na pytanie, czy zwiększenie eksploatacji wód artezyjskich niecki mazowieckiej powoduje pogorszenie ich jakości czy też nie? Od odpowiedzi na to pytanie będą z kolei zależały decyzje kompetentnych władz w sprawie wydawania zezwoleń na budowę nowych ujęć wodnych.

W artykule niniejszym przedstawię własny pogląd na genezę wód artezyjskich niecki mazowieckiej na podstawie aktualnych materia-

łów z uwzględnieniem współczesnych teorii. Na wstępie jednak przestawię w dużym skrócie dotychczasowy rozwój poglądów związanych z tym problemem.

J. Lewiński w 1921 r. analizując zaobserwowany przez siebie fakt zwiększania się mineralizacji wód artezyjskich w rejonie Warszawy wraz z głębokością wyraża opinię, że wody zmineralizowane wznoszą się z głębi, a mianowicie z utworów kredowych.

Zagadnienie to porusza w 1939 r. („Gaz, Woda i Technika Sanitarna” tom XVIII) T. Kirkor. Sądzi on, że główne składniki mineralne tych wód są pochodzenia lokalnego, tj. że nie są przynieszone z zewnątrz, lecz wydługowane z tych utworów, w których woda przez czas długi się znajduje. Pogląd ten jest zgodny z rozpowszechnionym i popularnym niegdyś twierdzeniem, że „jaki skały, taka i woda”. Analizując pochodzenie poszczególnych składników wody T. Kirkor nie znajduje jednak wytłumaczenia genezy chlorków, ponieważ w otaczających trzeciorzędowych utworach niecki brak jest skał tego typu.

W latach 1940—42 wodami artezyjskimi niecki mazowieckiej zajmował się J. Samsonowicz, który poglądy J. Lewińskiego i T. Kirkora uznał za nie uzasadnione i mało prawdopodobne. Z faktu, że mineralizacja wód w zachodnim sektorze niecki jest znacznie większa niż w południowym i wschodnim, wyciągnął J. Samsonowicz wniosek, że źródło mineralizacji artezyjskich wód niecki mazowiec-

kiej leży na zachodzie. Źródłem tymi wg J. Samsonowicza są cechsztyńskie wysady solne. Solanki z okolic wysadów przedostają się przez utwory jurajskie i kredowe do trzeciorzędu, wzbogacając w Cl występujące w nich wody artezyjskie.

Na poparcie swej tezy podaje J. Samsonowicz fakt istnienia źródeł słonych w obrębie wału kujawsko-pomorskiego na linii Ciechocinek — Kowal — Łęczyca — Ozorków.

dzie (co stwierdzono na znacznej głębokości) niecki łódzkiej wody wykazują niską mineralizację 200—300 mg/l suchej pozostałości i od kilku do kilkunastu (rzadziej do kilkudziesięciu) mg/l Cl.

Z badań hydrogeologicznych niecki łódzkiej (prowadzonych przez IG) wynika, że występowanie i oddziaływanie wspomnianych słonych źródeł jest przestrzennie wyraźnie ograniczone. Nieraz w bardzo bliskim sąsiedztwie tych



Ryc. 1.

Q—T — czwartorzęd i trzeciorzęd, Kg — kreda górna, Kd — kreda dolna, Jg — jura górna, Jśr — jura środkowa, C — cechsztyń

Fig. 1

Q—T — Quaternary and Tertiary, Kg — Upper Cretaceous, Kd — Lower Cretaceous, Jg — Upper Jurassic, Jśr — Middle Jurassic, C — Zechstein.

Do faktu istnienia większej mineralizacji w zachodniej części niecki mazowieckiej jak również do faktu istnienia wspomnianych słonych źródeł i pewnego ich oddziaływania na wody artezyjskie niecki mazowieckiej nie można mieć zastrzeżeń. Rozpatrzmy jednak to zagadnienie na tle budowy geologicznej, biorąc pod uwagę następujące istotne czynniki (ryc. 1):

1. Zbocza wału kujawsko-pomorskiego od strony zachodniej są bardziej strome niż po stronie wschodniej.
2. Wysady cechsztynu leżą w bezpośrednim sąsiedztwie niecki łódzkiej a nie mazowieckiej.
3. Zachodnie zbocze wału jako bardziej strome jest prawdopodobnie bardziej splekane.
4. Eksploatacja wód podziemnych w niecce łódzkiej jest bardziej intensywna (zwłaszcza w rejonie Łodzi) niż w niecce mazowieckiej, co wpływa na znacznie większe obniżenie powierzchni depresyjnej w niecce łódzkiej w porównaniu do niecki mazowieckiej.
5. Mankiasty utwory górnej kredy podścielające trzeciorzędowe utwory niecki mazowieckiej wykazują, zwłaszcza w centralnej jej części, znikomą wodoprzepuszczalność.

Podane fakty upoważniają do twierdzenia, że niecka łódzka jest bardziej predystynowana do tego, aby wody w budujących ją utworach górnej i dolnej kredy były bardziej zasolone solankami cechsztyńskimi niż wody w trzeciorzędowych utworach niecki mazowieckiej. Tymczasem tak w górnej, jak i w dolnej kre-

solanek występują wody (w tych samych utworach) o znikomym stopniu zmineralizowania.

Przedstawione wyżej fakty upoważniają do zakwestionowania poglądu o bezpośrednim wpływie wysadów solnych cechsztynu na mineralizację wód niecki mazowieckiej.

Przed podaniem własnego poglądu na genezę przedstawię obraz chemizmu wód niecki na podstawie zawartości jonu chlorkowego jako najbardziej charakterystycznego i istotnego składnika wód niecki mazowieckiej.

Ryc. 2 pokazuje zmiany zawartości Cl w zależności od głębokości i odległości w różnych kierunkach od Warszawy, z czego wynika, że: a) zawartość Cl zwiększa się z głębokością b) zmienność zawartości Cl w różnych kierunkach poziomych jest niejednakowa, a mianowicie: w kierunku południowym i wschodnim ilość Cl maleje, a w kierunku zachodnim i półn.-zach. zwiększa się.

Zmiany zawartości Cl w czasie ujmuję tabela na s. 360 zestawiona dla szeregu oligoceńskich studzien wykonanych w centralnej części niecki.

Z tabeli wynika, że w ciągu prawie dwudziestu lat zawartość Cl w tych wodach nie wzrosła, lecz przeciwnie, stopniowo maleje.

W wodach występujących w utworach starszych od trzeciorzędu zmianę zawartości Cl z głębokością pokazuje ryc. 3, gdzie widać, że na granicy kredy i trzeciorzędu jest tzw. „próg” mineralizacyjny, gdzie zawartość Cl gwałtownie wzrasta od ok. 100—120 mg/l do ok. 800 mg/l. Od tej wielkości zawartość Cl nadal rośnie z głębokością, osiągając na głębo-

kości 2000 m kilkadziesiąt gramów w litrze. Z przedstawionego obrazu wynika, że w wodach artezyjskich niecki mazowieckiej istnieje pionowa i pozioma strefowość ich chemizmu.

Dla wyjaśnienia tego zjawiska rozważmy krótko obecne poglądy na genezę wód i ich skład chemiczny w basenach artezyjskich złożonych z utworów osadowych. Syntezę tych poglądów przedstawił w 1955 r. G. Kłamiński.

W genezie powstawania wód tego typu wyróżnia się 2 główne etapy: etap odpowiadający

Początkowo woda w osadach morskich pojawia się w czasie powstawania tych osadów w postaci tzw. wody sedymentacyjnej. Już od momentu powstawania osadu zawarta w nim woda zaczyna się zmieniać. W całym skomplikowanym procesie tych zmian dużą rolę odgrywają takie zjawiska, jak: wymiana jonowa między sedymentem a otaczającą go wodą, działanie mikroorganizmów, siły grawitacji itp.

Badania przeprowadzone w obecnych morzach wykazują, że skład chemiczny wody

Ryc. 2. Zmiana zawartości Cl<sup>-</sup> w artezyjskich wodach niecki mazowieckiej

1 — utwory pliocenu, 2 — utwory miocenu, 3 — utwory oligocenu, 4 — utwory kredy i jury, 5 — granica niecki mazowieckiej, 6 — zawartość Cl w mg/l i rok wykonania analizy

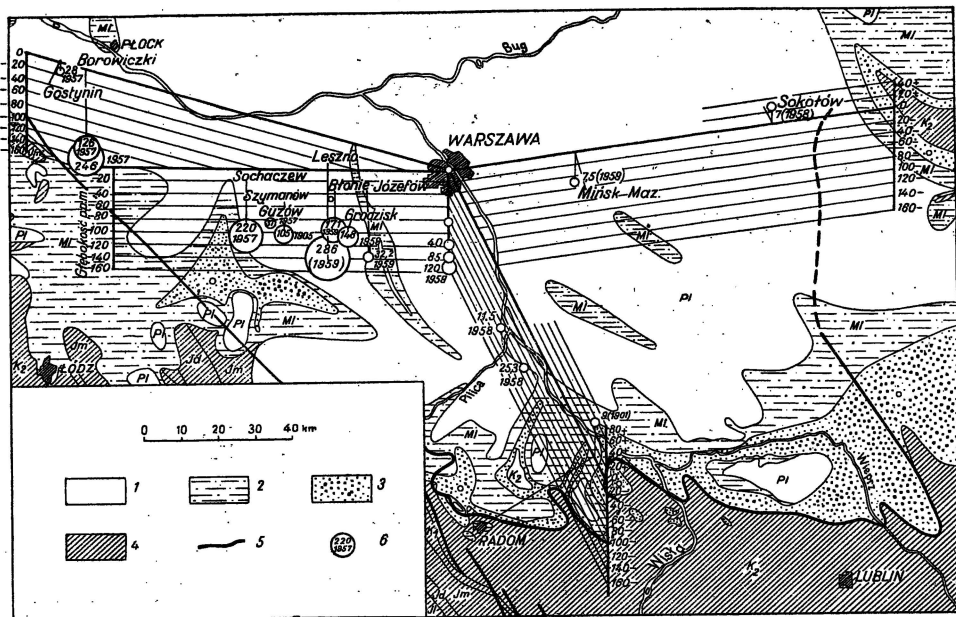
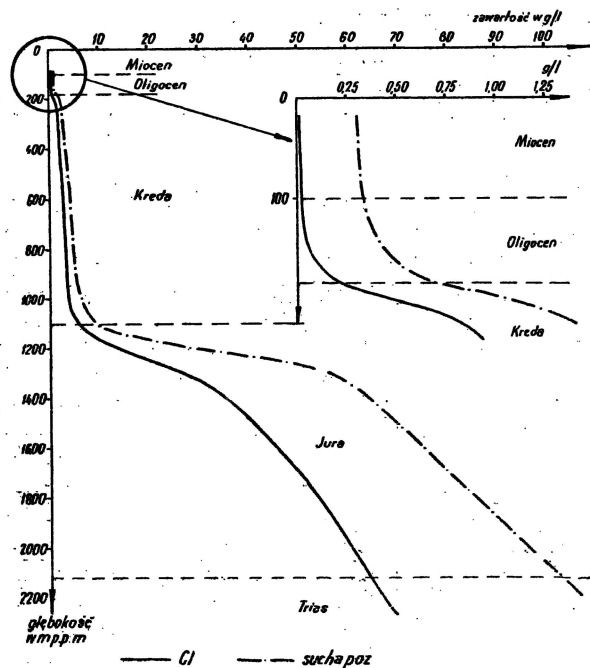


Fig. 2. Change of Cl<sup>-</sup> content in artesian waters of the Mazowsze syncline 1 — Pliocene deposits, 2 — Miocene deposits, 3 — Oligocene deposits, 4 — Cretaceous and Jurassic deposits, 5 — limit of the Mazowsze syncline, 6 — Cl<sup>-</sup> content (in mg/l) and the date of making the analysis

okresowi, kiedy rozpatrywany obszar był zalany morzem, oraz etap odpowiadający okresowi po wynurzeniu się tego obszaru spod powierzchni morza.

znajdującej się wewnątrz osadów na dnie mórz różni się dość istotnie od przeciętnego składu chemicznego wody morskiej nad tymi osadami. Zauważona została między innymi tendencja gromadzenia się w osadach najcięższej wody (tym samym najbardziej zasolonej), przy czym tendencja ta jest tym wyraźniejsza, im bardziej wodoprzepuszczalne są osady. W późniejszych etapach diagenety przy zagęszczaniu sedymentu niecała ilość wody przechodzi z powrotem do morza. Jest to pierwszy etap powstawania osadowych warstw wodonośnych wypełnionych zdiagenezowanymi wodami morskimi pochodzenia.

Wraz z wycofaniem się morza zaczyna się nowy długi i skomplikowany etap historii wód znajdujących się wewnątrz utworów osadowych. Etap ten wiąże się przede wszystkim z infiltracją wód atmosferycznych i stopniowym zastępowaniem zdiagenezowanych wód sedymentacyjnych wodami infiltracyjnymi. Wody pochodzące z infiltracji, zagłębiając się w baseny artezyjskie spotykają na swej drodze wody pochodzenia morskimi. Zaczyna się długi i skomplikowany proces powolnej migracji i zastępowania pierwotnych wód. Proces ten przebiega bardzo powoli (w skali czasu geologicznego) i prowadzi do stopniowej zmiany składu chemicznego. Procesowi wymiany wód towarzyszy proces współdziałania wód



Ryc. 3. Zmiana zawartości Cl i suchej pozostałości w wodach z głębokością

Fig. 3. Change of Cl content and of dry remnant in waters against the depth

infiltrujących z otaczającymi utworami geologicznymi.

Szybkość i kierunki tych przemian zależą od wielu czynników, z których duże znaczenie ma pierwotny skład chemiczny zbiornika sedymentacyjnego, tektonika, skład litologiczny, zdolności filtracyjne, rozległość obszarów infiltracji, klimat itp.

Procesy wymiany przebiegają stosunkowo szybko w górnych częściach zbiorników nie przykrytych utworami nieprzepuszczalnymi. W głębszych natomiast częściach, leżących pod nieprzepuszczalnymi utworami, wymiana jest bardziej utrudniona. Szybkość wymiany wzrasta wraz ze wzrostem przepuszczalności wodonośca (współczynnika filtracji) i rozległości obszarów infiltracji.

Wszelkie zapadliska będące basenami artezyjskimi znajdują się obecnie w różnych stadiach procesu wymiany wód i współdziałania z otaczającymi utworami.

W niektórych basenach tylko w zewnętrznych ich częściach widoczne są skutki procesów infiltracji, które nie doszły jeszcze do części środkowych tych basenów. Znane są jednocześnie i takie zbiorniki, w których proces wymiany wód jest już zakończony. Dużo natomiast jest basenów znajdujących się w stadium pośrednim.

Z przedstawionego zarysu genezy wód staje się jasna konieczność istnienia w pewnych okresach historii basenów artezyjskich pionowej i poziomej strefowości ich składu chemicznego.

Rozpatrując warunki hydrogeologiczne niecki mazowieckiej na tle przedstawionych wyżej poglądów, można wyciągnąć następujące wnioski pozwalające przypuszczać, że:

- proces wymiany starych wód pochodzenia morskiego na wody infiltracyjne nie został jeszcze ukończony,
- skład chemiczny wody w różnych rejonach morza oligoceńskiego nie był jednaki, a
- intensywność procesu wymiany nie jest jednaka we wszystkich kierunkach.

Dla poparcia tych wniosków przedstawiam następujące dane.

Przy wyjaśnieniu genezy wód podziemnych bardzo pomocny jest tak zwany wskaźnik

chlorowo-bromowy, tj. stosunek  $\frac{Cl}{Br}$ . Średnio dla wód morskich wynosi on około 300. Nie we wszystkich morzach wskaźnik ten jest jednaki. Zmienia się on w zależności od geologicznego otoczenia. Duży wpływ na zmianę wskaźnika ma obecność wysadów solnych powodująca duży jego wzrost. Tak np. wartość wskaźnika  $\frac{Cl}{Br}$  w Bałtyku wynosi 301, w Morzu Śródziemnym waha się od 277 do 334, w Morzu Kaspijskim 700—750, a w Morzu Aralskim 2071—2187.

Ze względu na stosunkowo niedużą mineralizację wód niecki mazowieckiej (występujących w utworach trzeciorzędowych), ustalenie zawartości bromu wymaga wiele pracy. Dysponuję dotychczas trzema oznaczeniami zawartości tego jonu. Próbką pobrana w centralnej części niecki wykazała wartość wskaźnika  $\frac{Cl}{Br}$  133,8, a próbki z zachodniej części niecki 805 i 1133.

Często przy ustalaniu genezy wód stosuje się wskaźnik bromowo-jodowy, czyli stosunek  $\frac{Br}{J}$ . Dla wód morskich jego wartość jest około 1300. W wodach podziemnych wskaźnik ten zwykle jest mniejszy w wyniku wyzwolania się jodu ze szczątków organicznych znajdujących się w osadzonym sedymentacie. Jakkolwiek

wskaźnik  $\frac{Br}{J}$  jest znacznie mniej stały w porównaniu do  $\frac{Cl}{Br}$ , to zwiększenie się zawartości J a zmniejszenie się wartości wskaźnika  $\frac{Br}{J}$  wskazuje na dużą rolę wód pochodzenia morskiego. Dysponuję tylko dwoma oznaczeniami tego wskaźnika. Uzyskane wartości wynoszą 0,306 i 1,25.

Oczywiście, jest to zbyt mała ilość analiz, by można było w sposób ostateczny i przekonujący udowodnić genezę mineralizacji artezyjskich wód niecki mazowieckiej. Wyniki te nie negują jednak wysuniętego wniosku, lecz wręcz przeciwnie, potwierdzają go zachęcając jednocześnie do dalszych badań tego typu.

Jak wiadomo, w czasie istnienia morza oligoceńskiego istniał już wał kujawsko-pomorski, a w jego obrębie istniały również wysady solne. Morze oligoceńskie dochodziło do wału, a miejscami wkraczało nań. Brak utworów kredowych na dużej przestrzeni wału pozwala przypuszczać istnienie działalności erozyjnej, w której wyniku materiał przenoszony był do morza oligoceńskiego. Działaniu erozyjnemu ulegały również i wysady solne wzbogacające zbiornik oligoceński, zwłaszcza w zachodniej jego części, w większe ilości jonu Cl.

W związku z tym przypuszczam, że w wodach, które znalazły się w osadach oligocenu, jeszcze w czasie istnienia morza zaryzowała się strefowość, która charakteryzowała się większą zawartością Cl w zachodnim sektorze niecki.

Na odkrytej mapie geologicznej niecki mazowieckiej widać (ryc. 2), że obszary infiltracji oligocenu i miocenu w południowym i wschodnim sektorze niecki są znacznie większe niż w zachodnim. Różnicę zdolności infiltracyjnych jeszcze bardziej pogłębia fakt, że Wisła, Wieprz i Tyśmienica przepływają na dużej przestrzeni bezpośrednio po wychodniach oligocenu

i miocenu. Z wstępnej analizy materiałów z terenu całej niecki wynika, że przepuszczalność mioceno-oligocenońskiego kompleksu wodonośnego w zachodnim sektorze niecki jest mniejsza niż w pozostałych.

Należy przypuszczać, że fakty te wpłynęły dość istotnie na to, że obecnie w sektorze zachodnim niecki mamy większą zawartość Cl w porównaniu do południowego i wschodniego.

Zatrzymam się z kolei nad czasem wymiany wód w obrębie niecki. Niezbędne dla tego parametry, jak: spadki hydrauliczne, współczynniki przepuszczalności i rzeczywiste prędkości przepływu są znane z dotychczasowych badań. Na wstępie należy jednak wyjaśnić mechanizm samej wymiany. Mioceno-oligocenoński kompleks wodonośny składa się z nieregularnie naprzemianległych warstw i wydłużonych soczewek piasków, pyłów i ilów, w których obrębie warunki i drogi przepływu wód są bardzo skomplikowane. Przy przepływie wód w ośrodku niejednorodnym, tj. złożonym z warstw o różnej przepuszczalności, wyróżnia się dwa skrajne przypadki: kierunek przepływu równoległy do granicy ośrodków o różnej przepuszczalności i kierunek prostopadły.

Z praw dynamiki wód podziemnych wiadomo, że w pierwszym przypadku mamy do czynienia z różnymi prędkościami przepływu w obu ośrodkach, przy czym prędkości proporcjonalne do współczynników przepuszczalności ośrodków. Przepływowi w tych warunkach towarzyszy pewne przenikanie wody z ośrodka o mniejszej przepuszczalności do ośrodka z większą. Natomiast w drugim przypadku prędkości przepływu są równe. W warunkach pośrednich na granicy dwóch ośrodków następuje załamywanie się strumieni.

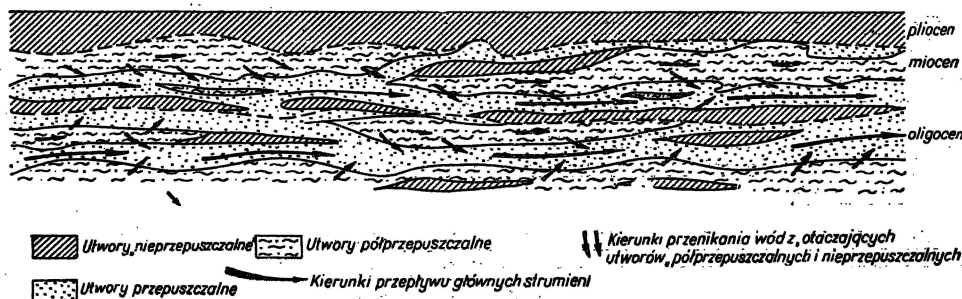
Budowa geologiczna bezpośrednio wpływa na hydrogeologiczne warunki w obrębie mioceno-oligocenońskiego kompleksu wodonośnego, co z kolei wpływa na cały proces wymiany wód. Przy tego rodzaju warunkach wymiana nie może następować w postaci systematycznie postępującego frontu wymiany, lecz przebiega znacznie bardziej skomplikowanymi drogami.

Warstwami o większej przepuszczalności, między którymi leżą warstwy i soczewki o małej przepuszczalności, płynie szereg strumieni skomplikowanymi drogami zgodnie jednak z generalnym kierunkiem spływu z SE na NW. Strumienie te zasilane są po drodze wodami znajdującymi się w otaczających warstwach o małej przepuszczalności, w tym również i z margli kredowych. Ryc. 4 przedstawia schemat omawianej wymiany.

Ponieważ proces wymiany w warstwach o małej przepuszczalności postępuje wolniej,

w związku z tym wspomniane przepływające strumienie wzbogacane są po drodze z otaczających warstw mało przepuszczalnych w wody bardziej zmineralizowane.

W praktyce hydrogeologicznej często spotykamy się z takimi zjawiskami, że w obrębie zbiornika wód podziemnych istnieją soczewki mało przepuszczalnych utworów, w których woda różni się znacznie większą mineralizacją w porównaniu do mineralizacji wody otaczającej tę soczewkę. Tak na przykład próbka ze studni wykonanej w 1959 r. w granicach zachodniej części niecki, wykazała zawartość 866 mg/l Cl. W studni tej zafiltrowane były utwory oligocenu (pyły i piaski ilaste) o bardzo małej wodonośności: ok. 5 m<sup>3</sup>/godz. przy 50 m depresji. Jednocześnie znane są w zachodnim sektorze niecki studnie położone bardziej na zachód (rejon Płocka), w których zawartość Cl jest kilkakrotnie mniejsza przy jed-



Ryc. 4. Fig. 4.

nocześnie znacznie większej przepuszczalności, a tym samym i wydajności.

Występujące w obrębie niecki mazowieckiej utwory miocenu i oligocenu można podzielić na trzy umowne klasy: utworów przepuszczalnych, półprzepuszczalnych i nieprzepuszczalnych. Średni udział warstw poszczególnych klas w miąższości całego kompleksu jest następujący:

- przepuszczalnych — 30%,
- półprzepuszczalnych — 67,5%,
- nieprzepuszczalnych — 2,5%.

Znając spadki hydrauliczne na drodze przepływu, współczynniki filtracji poszczególnych klas oraz drogę przepływu, otrzymałem następujące czasy przepływu od obszarów infiltracji do centralnej części niecki, tj. do Warszawy:

- dla utworów przepuszczalnych około 13 000 lat,
- średnio dla całej miąższości mioceno-oligocenońskiego kompleksu około 350 000 lat,
- dla utworów półprzepuszczalnych ok. 3 000 000 lat.

Z powyższych danych nasuwa się wniosek, że jakkolwiek wymiana w obrębie warstw przepuszczalnych nastąpiła już wiele razy, to przepływające w obrębie tych utworów strumienie są stale wzbogacane wodami z utworów półprzepuszczalnych, w których całkowita wymiana jeszcze nie nastąpiła. W związku z tym należy uważać, że w całym wodonośnym kom-

pleksie mioceniśko-oligoceniśkim proces wymiany trwa nadal. Uprzywilejowanie sektora zachodniego pod względem wiékszej zawartoŝci Cl, moim zdaniem, nale¿y tłumaczyó wiékszym zasoleniem tych wód w czasie istnienia morza oligoceniśkiego oraz mniejszà przepuszczalnoŝcià wodonośnego kompleksu mniej rozwiniętymi obszarami infiltracji w tym sektorze.

Z tak postawionej hipotezy o genezie mineralizacji artezyjskich wód niecki mazowieckiej wynika następujàcy wa¿ny wniosek praktyczny: eksploatacja wód artezyjskich przyspiesza naturalny proces wymiany starych wód pochodzenia morskiego na wody infiltracyjne, tj. prowadzi do zmniejszenia siê zawartoŝci Cl.

Dla ŝciśloŝci nale¿y dodaó, ¿e eksploatacja tych wód oprócz przyspieszenia procesu wymiany wód w całej niecce powoduje lokalnà wymianê wód miêdzy oligocenem a miocenem.

Ta lokalna wymiana ma jednà ujemnà stronê, ¿e wzbogaca wody oligocenu w czêŝci organiczne pochodzàce z miocenu. Dane z okresu ok. 60 lat eksploatacji tych wód ŝwiadczà, ¿e wpływyw tej lokalnej wymiany jest nieznaczny i praktycznie ujemnego znaczenia dotychczas nie miaò.

Na zakoñczenie chcê podkreŝlió koniecznoŝó rozpatrywania i interpretowania wyników analiz chemicznych omawianych wód na tle wszystkich warunków geologicznych i hydrogeologicznych. Takie bowiem czynniki, jak: przepuszczalnoŝó utworów, z których pobrana jest próbka wody, sàsiêdztwo bezpoŝredniego kontaktu z wodami czwartorzêdowymi, kierunek ruchu wody itp. majà bardzo istotny wpływy na jej jakoŝó.

### Zmiany zawartoŝci Cl w mg/l

Rok wydania analizy	Studnia				
	N 1	N 2	N 3	N 4	N 5
1935					69,0
1939			137,0	100,0	
1941				100,0	
1942					
1943					
1945	125,0	139,0	140,0	97,0	
1946	125,0	139,0	139,0		60,5
1947		139,0	139,0		
1954					
1957	120,0	134,9	133,0	95,2	

### SUMMARY

The origin of ground-waters and their mineralization is not only of theoretical but also of practical value. Practical aspect of this problem is very striking in the case of artesian waters of the Mazowsze syncline.

The author gives his own view on the origin of artesian waters in this syncline based on actual data with regard to contemporary theories.

### РЕЗЮМЕ

Проблема происхождения подземных вод и их минерализации имеет не только теоретическое, но также и практическое значение, что связано главным образом с возможностью использования подземных вод для нужд промышленности и населения в настоящем времени и в будущем.

Автор представляет собственные взгляды на происхождение химического состава артезианских вод этой мульды на основании актуальных материалов в соответствии с современными теориями.