

## O KONIECZNOŚCI BADAŃ CHEMIZMU I JAKOŚCI WÓD GRUNTOWYCH W OTOCZENIU SZTUCZNYCH ZBIORNIKÓW WÓD POWIERZCHNIOWYCH

UKD 556.313/314:627.8(20 Włocławek+Zegrzynek):502.7:338.984.2(232.243.61)

W prowadzonych przez Instytut Geologiczny badaniach hydrogeologicznych poczesne miejsce zajmują zagadnienia genezy składu i własności fizyczno-chemicznych zwykłych wód podziemnych, występujących w środowisku naturalnym; jak też i zakłóconym w wyniku gospodarczej działalności człowieka. Przeprowadzono m.in. wieloletnie studia hydrogeochemiczne w otoczeniu zbiornika włocławskiego i zegrzyńskiego na obszarze dolin rzecznych centralnej części Niecki Mazowieckiej. Badania te pozwoliły sformułować ogólne cechy środowiska hydrogeochemicznego w obrębie tego regionu oraz uchwycić wpływ spiętrzenia wód rzecznych na zmianę chemizmu i jakości wód gruntowych.

Pierwszą charakterystyczną cechą środowiska hydrogeochemicznego dolin rzecznych centralnej części Niecki Mazowieckiej jest to, że określa je bardzo wiele czynników naturalnych, które można uszeregować w następującej kolejności (według ich znaczenia w kształtowaniu chemizmu wód gruntowych): warunki geologiczne, stosunki glebowe, warunki hydrogeologiczne, stosunki biocenotyczne, warunki klimatyczne, hydrografia i geomorfologia. Uszeregowanie to jest efektem odpowiednich szacunków statystycznych, a więc należy traktować je jako dominujące w naturalnym środowisku przyrodniczym dolin rzecznych tego regionu.

Drugą cechą jest duża zmienność w czasie oraz w przestrzeni roli i intensywności oddziaływania poszczególnych czynników w kształtowaniu chemizmu wód gruntowych.

Do trzeciej cechy zalicza się bardzo dużą intensywność oraz wielkość zjawisk i procesów fizycznych, chemicznych i biochemicznych, decydujących o własnościach fizyczno-chemicznych wód gruntowych, ich mineralizacji ogólnej, typie składu chemicznego oraz o zmienności sezonowej i wieloletniej tych parametrów.

Ostatnią, czwartą cechą jest bezpośredni kontakt z procesami i zjawiskami powierzchniowymi oraz bardzo duża podatność na zagrożenie przez działalność gospodarczą człowieka. Aktywność człowieka wszędzie najbardziej zagraża przypowierzchniowej strefie gruntu, tzn. środowisku występowania wód gruntowych, jednak warunki hydrogeologiczne w obrębie dolin rzecznych (płytko występujący poziom

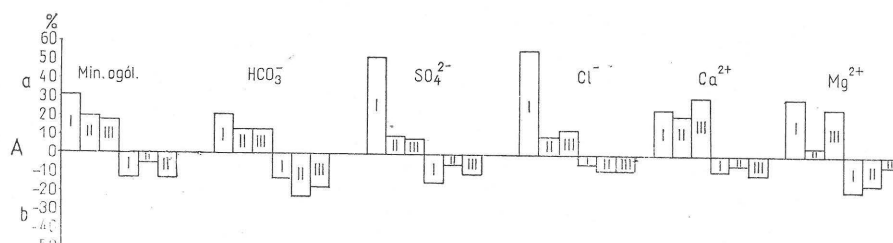
wód, brak izolacji od góry, łatwa bezpośrednia infiltracja opadów atmosferycznych) nie stwarzają żadnych przeszkód przed wpływem tej działalności, na ogół szkodliwej dla środowiska naturalnego.

Przeprowadzone wielokierunkowe badania w otoczeniu sztucznych zbiorników w Dębem i Włocławku wykazały, że obiekty te w różny sposób oddziałują na naturalne środowisko przyrodnicze dolin rzecznych. Prowadzi to do przeobrażeń w: biocenozie, krajobrazie, stosunkach hydrogeologicznych i glebowych oraz w chemizmie wód gruntowych (1—5).

Wody gruntowe są jednym z najważniejszych i najbardziej charakterystycznym elementem środowiska przyrodniczego dolin rzecznych. Z jednej strony warunki występowania, dynamika i własności fizyczno-chemiczne wód gruntowych są w znacznym stopniu zależne od tego środowiska, a z drugiej wody te same bardzo aktywnie i nieprzerwanie współtworząc środowisko przyrodnicze są motorem przebiegu prawie wszystkich procesów chemicznych i biochemicznych, warunkując migrację pierwiastków w postaci jonowej, molekularnej i koloidalnej oraz umożliwiając przemieszczanie się materii mineralnej i organicznej. Jest więc konieczne, aby w maksymalnym stopniu chronić naturalne środowisko występowania i kształtowania chemizmu wód gruntowych przed zakłóceniem wywołującym nieoczekiwane i często szkodliwe następstwa.

Wiadomo obecnie, iż w otoczeniu zbiornika zegrzyńskiego na Bugo-Narwi i włocławskiego na Wiśle zaszły duże zmiany w chemizmie wód gruntowych, powodujące przeważnie pogorszenie ich jakości pod względem pitnym. Stwierdzone zostało, że na obszarze wpływu piętrzenia wód powierzchniowych mineralizacja ogólna wód gruntowych i jej składniki główne ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) wykazują znaczny wzrost (ryc. 1). Ten kierunek zmian jest wynikiem ogólnego podniesienia się poziomu wód gruntowych oraz zjawisk i procesów temu towarzyszących (ługowanie soli z zawadnionej strefy aeracji, podglebia i gleby, ryc. 2).

Na pewnych obszarach przyzbiornikowych również obserwuje się proces zmniejszania się mineralizacji ogólnej i poszczególnych jej składników. Ma to miejsce przede wszystkim tam, gdzie zachodzi infiltracja wód zbiornikowych do utworów dolinnych. W tych

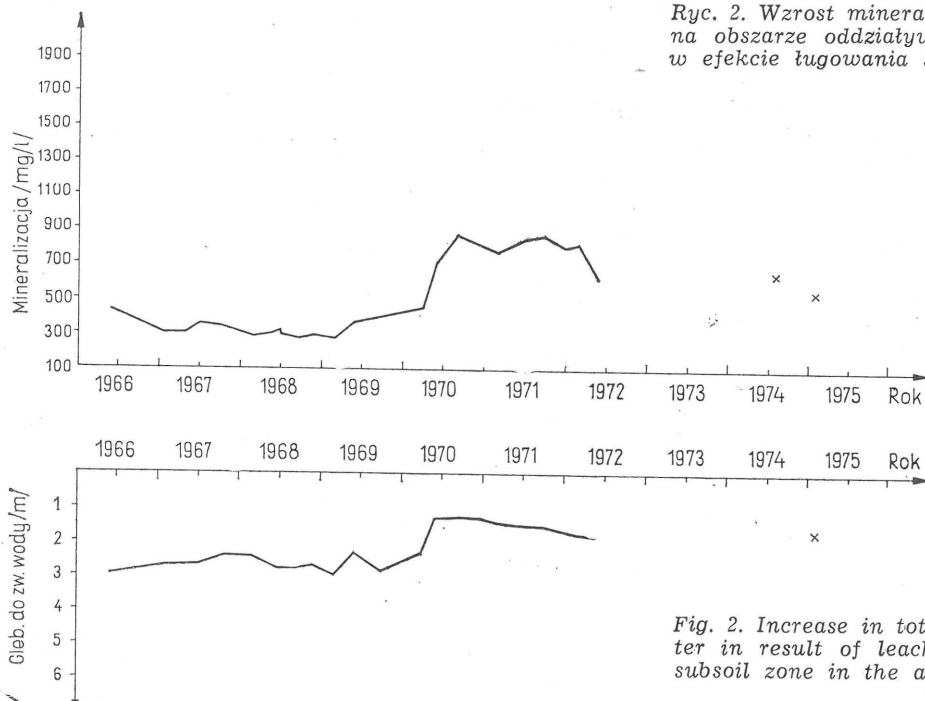


Ryc. 1. Statystyczna charakterystyka zmian mineralizacji ogólnej i składników głównych w 39 punktach obserwacyjnych w rejonie zbiornika włocławskiego. Wzrost lub zmniejszenie się średnich wieloletnich wartości poszczególnych elementów chemizmu wód gruntowych w porównywanych okresach przed i po spiętrzeniu wód Wisły: I — ponad 20%, II — 10—20%, III — poniżej 10%.

A — procent punktów obserwacyjnych ze stwierdzonym:  
a — wzrostem, b — zmniejszeniem.

Fig. 1. Statistical characteristics of changes in total mineralization and main components at 39 observational points in the area of the Włocławek reservoir. Increase or decrease of mean many-years' values of individual elements of groundwater chemistry in the analysed time intervals before and after water damming in the Vistula River:

I — over 20%, II — 10—20%, III — below 10%. A — percentage of points recording: a — increase, b — decrease.



Ryc. 2. Wzrost mineralizacji ogólnej wód gruntowych na obszarze oddziaływania zbiornika włocławskiego w efekcie ługowania soli z zawodnionej strefy podglebia.

Fig. 2. Increase in total mineralization of groundwater in result of leaching salt from water-saturated subsoil zone in the area affected by the Włocławek reservoir.

warunkach przebiega proces rozcieńczania wód gruntowych słabiej zmineralizowanymi wodami rzecznyymi (ryc. 3).

Częstym także zjawiskiem jest zmiana stosunków ilościowych anionów i kationów głównych, co nie koniecznie musi prowadzić do wzrostu lub zmniejszenia się mineralizacji ogólnej wód gruntowych. Innym natomiast efektem tej zróżnicowanej reakcji poszczególnych składników chemizmu wód gruntowych na zakłócenie środowiska naturalnego jest pewna zmiana w ich wzajemnych korelacjach i związkach funkcyjnych.

Podczas dotychczasowych badań w otoczeniu zbiornika włocławskiego i zegrzyńskiego stwierdzono zróżnicowaną reakcję ważniejszych parametrów własności fizyczno-chemicznych wód gruntowych na zakłócenia środowiska hydrogeochemicznego, wywołaną spiętrzeniem wód rzecznych, a mianowicie:

— utleniałość wykazuje zmiany niemal wyłącznie w kierunku wzrostu, co uwarunkowane jest ogólnym podniesieniem się poziomu wód gruntowych i zawodnieniem bogatej w związki organiczne strefy podglebia oraz gleby. Proces zwiększania się utleniałości szczególnie dominuje na obszarach o płytko występujących wodach gruntowych do 0,5 m;

— reżim termiczny wód gruntowych, będący funkcją środowiska przyrodniczego, uległ zmianie wraz z zakłóceniem tego środowiska. Efektem tego w rejonach przyzbiornikowych jest ogólny wzrost maksymalnych i obniżenie minimalnych temperatur wód gruntowych oraz zwiększenie amplitudy wahań temperatury;

— trudno o jednoznaczną ocenę wielkości i kierunku zmian twardości ogólnej wód gruntowych. Stwierdza się tylko na podstawie dotychczasowych badań, iż w strefach brzegowych zbiorników pojawiają się na ogół wyraźnie wyższe wartości twardości w porównaniu ze stanem pierwotnym, tj. z okresu przed spiętrzeniem wód rzecznych;

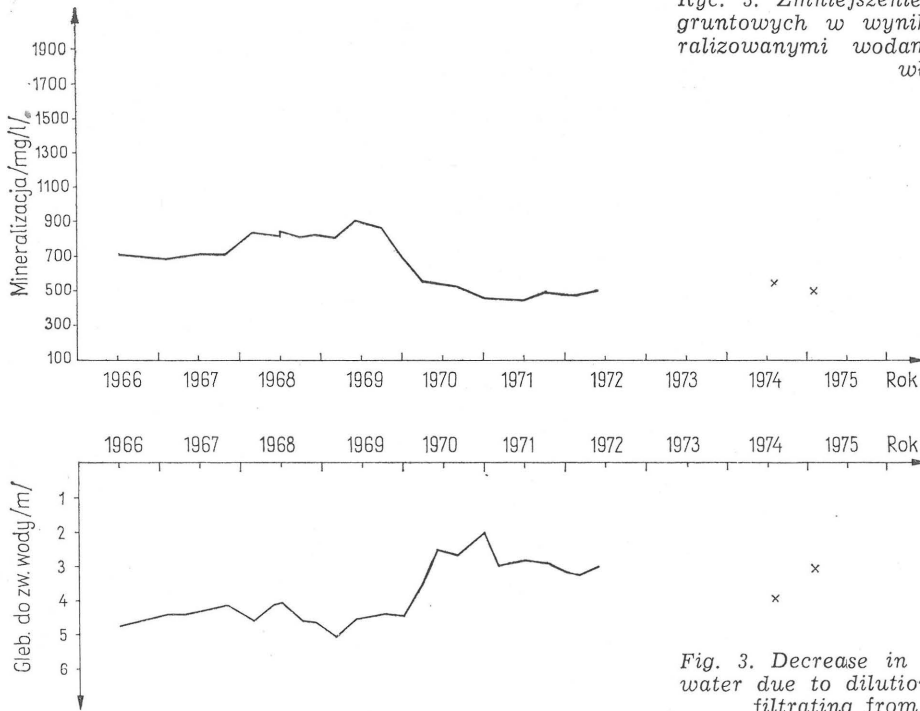
— charakter odczynu wód gruntowych w otoczeniu zbiorników nie ulega uchwytym zmianom w efekcie zakłócenia i przeobrażenia naturalnego środowiska hydrogeochemicznego.

Stwierdzone dotychczasowymi badaniami wielkości i kierunki zmian składu oraz własności fizyczno-chemicznych wód gruntowych w otoczeniu sztucznych zbiorników wód powierzchniowych powinny zwrócić uwagę na ten problem, w związku z zakrojonym na szeroką skalę planem budownictwa wodnego

go w Polsce. W programie zagospodarowania Wisły tylko na odcinku przebiegającym przez Nieckę Mazowiecką dyskutuje się budowę kolejnych stopni piętrzących: Wyszogród, Warszawa Północ, Warszawa Południe, Góra Kalwaria, Ostrów i Piotrowice. Trzeba bezwzględnie liczyć się z tym, że realizacja tego programu doprowadzi do poważnych zmian naturalnego środowiska dolin rzecznych regionu mazowieckiego.

W związku z powyżej przedstawionymi uwagami należy pamiętać, że centralna, dolinna część Niecki Mazowieckiej jest obszarem newralgicznym tego regionu pod względem przyrodniczym (węzeł hydrologiczny, strefa drenażu wód podziemnych, park narodowy, parki krajobrazowe, strefy chronionego krajobrazu), gospodarczym (przemysł, ujęcia wód podziemnych i powierzchniowych) i społecznym (stolica kraju, duże zagęszczenie ludności, tereny rekreacyjne). A zatem wraz z realizacją „Programu Wisła” należy prowadzić kompleksowe badania środowiska przyrodniczego dolin rzecznych, aby w maksymalnym stopniu móc ograniczyć i przeciwdziałać szkodliwym wpływom gospodarczej działalności człowieka (6). W tych kompleksowych planach badań środowiska dolinnego jedną z naczelnych pozycji powinny zająć zagadnienia genety składu i własności fizyczno-chemicznych oraz jakości wód gruntowych. Wody te, jako jeden z najważniejszych elementów środowiska przyrodniczego (poza wszelkimi aspektami naukowymi) mają ogromne znaczenie praktyczne: na obszarach dolinnych Niecki Mazowieckiej są niemal wyłącznie źródłem zaopatrzenia w wodę pitno-gospodarczą gęsto zamieszkującej te tereny ludności wiejskiej.

Przy opracowywaniu planu badań hydrogeologicznych w rejonach projektowanych stopni piętrzących należy wyjść od zdefiniowania cech środowiska hydrogeochemicznego w obrębie dolin rzecznych oraz od stwierdzonych głównych kierunków zmian składu i własności fizyczno-chemicznych. A więc wskazane jest w pierwszej kolejności rozpoznanie środowiska przyrodniczego występowania wód gruntowych: warunki geologiczne, stosunki glebowe, warunki hydrogeologiczne, stosunki biocenotyczne, warunki klimatyczne, hydrograficzne i geomorfologiczne. Po tym etapie prac można dopiero przystąpić do zaplanowania i zrealizowania odpowiednich obserwacji oraz badań hydrogeochemicznych: wyznaczenie sieci punktów obserwacyjnych umożliwiających prowadzenie pomiarów na 3–5 lat przed spiętrzeniem wód po-



Ryc. 3. Zmniejszenie się mineralizacji ogólnej wód gruntowych w wyniku rozcieńczenia słabiej zmineralizowanymi wodami infiltrującymi ze zbiornika wrocławskiego.

Fig. 3. Decrease in total mineralization of groundwater due to dilution by less mineralized water infiltrating from the Wrocław reservoir.

wierzchniowych i kontynuowanie do 3—4 lat po utworzeniu zbiornika, określenie częstotliwości pobierania próbek wody do analiz fizyczno-chemicznych oraz sprecyzowanie zakresu oznaczeń parametrów chemizmu wód gruntowych, przy czym szczególną uwagę należy zwrócić na oznaczenie żelaza, manganu i związków azotowych, gdyż w znacznym stopniu decydują one o jakości wód wykorzystywanych dla celów pitnych.

Bezwzględnie wskazane jest również zaprojektowanie odpowiednich badań wpływu zanieczyszczeń antropogenicznych (produkty ropne, fenole, metale ciężkie, chlorki, związki azotowe, siarczanowe i fosforowe, substancje organiczne, herbicydy, pestycydy itd.) na chemizm wód gruntowych w warunkach zmian środowiskowych wywołanych piętrzeniem wód rzecznych. Badaniami hydrochemicznymi należy objąć także wody powierzchniowe na danym terenie, a przede wszystkim w rzece podlegającej piętrzeniu.

Dotychczasowe badania hydrogeologiczne w rejonach przyzbiornikowych wskazują na potrzebę uzupełnienia powyżej nakreślonego zakresu badań chemizmu wód gruntowych o odpowiednie prace mające na celu uchwycenie ewentualnego wpływu piętrzenia wód rzecznych na występujące w danym rejonie wody poziomów głębszych. Np. na obszarze Warszawy ważne byłoby zbadanie ewentualnego oddziaływania zbiorników na wody poziomu mioceńskiego i oligoceńskiego.

Wszystkie prace badawcze powinny być tak zaprojektowane i przeprowadzone, aby zapewniły zgromadzenie takich informacji i danych, które pozwoliłyby na:

— wszechstronne scharakteryzowanie środowiska hydrogeochemicznego;

— ustalenie tła (przed powstaniem zbiornika), składu i własności fizyczno-chemicznych wód gruntowych w utworach dolinnych;

— śledzenie procesu zmian stosunków hydrogeochemicznych podczas piętrzenia wód powierzchniowych oraz przez kilka lat po zapełnieniu zbiornika;

— opracowanie prognozy głównych kierunków i wielkości zmian składu oraz własności fizyczno-chemicznych wód gruntowych w utworach dolinnych dla potrzeb projektowania hydrotechnicznego i ochrony środowiska naturalnego.

#### LITERATURA

1. Kardasz P. — Zmiany reżimu wód podziemnych na zawałach zbiornika wodnego w Dębem w latach 1961—1968. Bud. Wodne 1968 z. 16, cz. III. Zesz. Nauk. Polit. Krak.
2. Kryszan C., Sokołowski J. — Oddziaływanie piętnień na stosunki wodne i przyrodnicze terenów rolniczych zawałi. Ibidem.
3. Mazur Z., Sychowicz M., Zarzycki K. — Kształtowanie się nowych zespołów roślinnych na terenie zbiornika wodnego w Goczałkowicach. Gosp. Wodna 1958 nr 11.
4. Mickiewicz B. — Wpływ piętrzenia Jeziora Zegrzyńskiego na wzrost drzewostanów sosnowych uroczyska Kępiście. Seria: Gospodarowanie Zasobami Wodnymi 1972 nr 12. Mat. Bad. IGW Warszawa.
5. Pich J. — Zmiana składu chemicznego wód podziemnych w wyniku powstawania sztucznych zbiorników wód powierzchniowych. Inst. Geol., Pr. Hydrogeol. Seria Specjalna 1974, z. 7.
6. Różycki S. Z. — Zarys geologii i geomorfologii Mazowsza w nawiązaniu do działalności człowieka. Czas. Geogr. 1969 z. 2.

#### SUMMARY

Hydrogeological surveys of areas adjoining the reservoirs at Wrocław on the Vistula River and Zegrze on Bugo-Narew River made it possible to explain the influence of damming water in a river on changes in composition and physico-chemical properties of groundwaters. The changes usually result in increase in total mineralization and share of major components of groundwaters in valley deposits. The changes in physico-chemical properties of waters, i.e. in oxidability, general hardness and temperature are also disadvantageous. They result in marked determination of quality from the point of view of use of groundwater for drinking and other purposes.

The studies hitherto carried out unequivocally showed the necessity to initiate complex surveys on natural environment of river valleys as the environment should be seriously disturbed in connection

with large-scale hydrotechnical building in the frame of the „Wisła Programme”. In the surveying, much attention should be paid to studies on chemistry of groundwaters because of their utmost importance for the natural environment of river valleys and economy.

The design of hydrogeochemical surveys of areas of future surface water reservoirs should be outlined in a way making possible appropriate recognition of natural environment of groundwaters in valley deposits, establishment of background, composition and physico-chemical properties of these waters, accurate definition of their changes, and elaboration of prognosis of major trends and magnitudes of changes in hydrochemistry due to river water damming.

## РЕЗЮМЕ

Гидрогеологическое изучение окружения водохранилищ — Влоцлавского на р. Висле и Нарви — позволило выяснить влияние поднятия уровня речных вод на изменение состава и физико-химических свойств грунтовых вод. Эти изменения приводят зачастую к увеличению в долинных образованиях общей минерализации грунтовых вод и ее главных компонентов. Также неблагоприятные изменения

обнаруживают физико-химические параметры, как окисляемость, общая жесткость и температура. В итоге этих превращений наблюдается явное ухудшение качества грунтовых вод в питьево-хозяйственном отношении.

Результаты до сих пор проведенных исследований укадывают на потребность приступить к комплексному изучению природной среды речных долин, которая в связи с гидротехническим строительством, в широком масштабе задуманным в „Программе Висла”, подвергается серьезному нарушению. В этом начинании важную позицию должны занимать исследования химизма грунтовых вод, как одного, из важнейших элементов природной среды речных долин, а также в виду их важного потребительского значения.

План гидрогеохимических исследований в районах будущих водохранилищ поверхностных вод должен быть составлен таким образом, чтобы обеспечил он детальное изучение природной среды грунтовых вод в долинных образованиях, позволил установить фоновый состав и физико-химические свойства этих вод и уточнить процессы происходящих изменений, а также создать возможность разработки прогноза главных направлений и размеров гидрохимических изменений, вызванных понижением уровня речных вод.