

Stanisław DĄBROWSKI, Zdzisław OLEJNIK, Beata JANISZEWSKA

Hydroconsult Sp. z o.o., Poznań

JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH UJĘĆ MIASTA GНИЕZNA W TRAKCIE WIELOLETNIEJ EKSPLOATACJI

QUALITY OF GROUNDWATERS INTAKES IN THE COURSE OF MANY
YEARS EXPLOITATION IN GНИЕZNO

1. Wprowadzenie

Ilość i jakość wód podziemnych ujęć, wykorzystywanych do picia i dla potrzeb gospodarczych są głównymi nierozłącznymi parametrami wodociągów komunalnych. Jakość wód podziemnych decyduje o potrzebie i wielkości budowy stacji uzdatniania wód, a tym samym kosztach pozyskania wody w wodociągach. Tymczasem większość stacji uzdatniania wód budowana jest w oparciu o wyniki badań wód z okresu dokumentowania zasobów wód podziemnych, opartych najczęściej o wyniki krótkotrwałych próbnych pompowań. Z tej przyczyny przyjmowane prognozy co do kształtowania się jakości wód ujęcia eksploatowanego są w wielu przypadkach nietrafne. Aktualnie, w wyniku prowadzonych monitoringów jakości wód ujęć, najczęściej dużych komunalnych, można ocenić przyczyny zmian jakości wód na ujęciach. Z tych obserwacji, często nie publikowanych wynika, że największe zmiany w jakości wód, głównie parametrów fizyczno – chemicznych obserwuje się na ujęciach wód gruntowych położonych w dolinach rzecznych, w których bilansach znaczną rolę odgrywa jakość wód powierzchniowych infiltrujących do warstw eksploatowanych, a także dopływ zanieczyszczeń, tu np. ujęcia mosińskiego m. Poznania [4]. Natomiast znaczną stałość jakości wód wykazują ujęcia wód poziomów wgłębnych o ograniczonym kontakcie z powierzchnią terenu, wyrażoną długotrwałą ich odnawialnością. W jakości tych ujęć również obserwuje się często duże zmienności jakości wód między studniami, wynikiłże ze zmian środowiska hydrochemicznego warstwy wodonośnej.

Na podstawie już poczynionych obserwacji można przyjąć, że jakość wód podziemnych warstw wodonośnych kształtują czynniki:

- środowisko skalne warstwy wodonośnej,
- źródła zasilania i ich zmienność,
- czas dopływów wód z infiltracji opadowej i wód powierzchniowych,
- zawartość w warstwie domieszek w postaci materii organicznej i ilastej,
- procesy hydrogeochemiczne w wyniku w/w czynników,
- dopływów wód zasolonych i zmineralizowanych z podłoża wgłębne,
- dopływ zanieczyszczeń z powierzchni terenu.

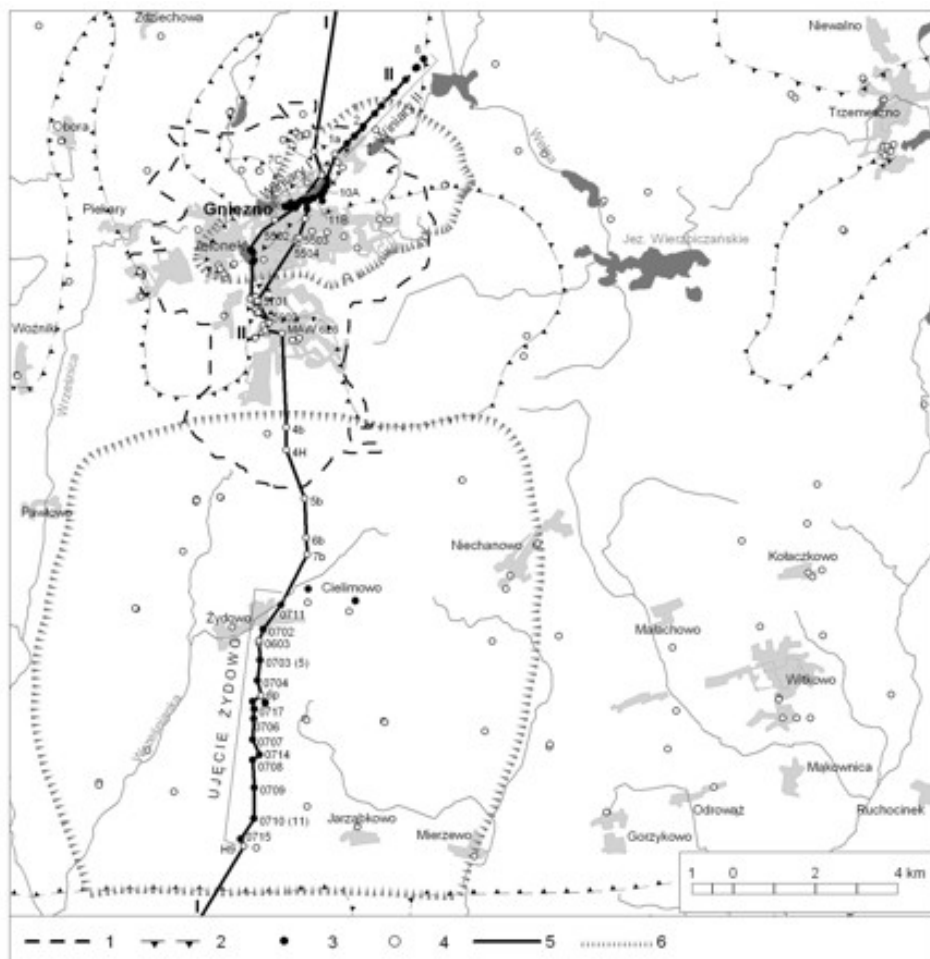
Istotnym czynnikiem stałości jakości wód dotąd niedocenionym są zmiany w zasilaniu z infiltracji opadów, zwłaszcza poziomu gruntowego w cyklu rocznym jak i w wieloletniu związanym z zmiennością warunków hydrometeorologicznych.

Prezentowane przykłady zmian jakości wód podziemnych ujęć m. Gniezna dotyczą ujęć wgłębnych dość dobrze i bardzo dobrze izolowanych piętra czwartorzędowego oraz trzeciorzędowego - miocenu. Mimo powyższego obserwuje się duże zmiany w składzie fizycznym – chemicznym między ujętymi poziomami wodonośnymi jak i studniami na ujęciu w zakresie części parametrów fizyczno - chemicznych. Poniżej przedstawia się je dla ujęć czwartorzędowych wgłębnych miasta: Żydowo i Winiary oraz z poziomu mioceńskiego Winiary I i Winiary II. Dane o jakości wód ujęcia autorzy otrzymali od PWiK w Gnieźnie, za co składają podziękowania.

2. Ujęcie wód podziemnych „Winiary I”

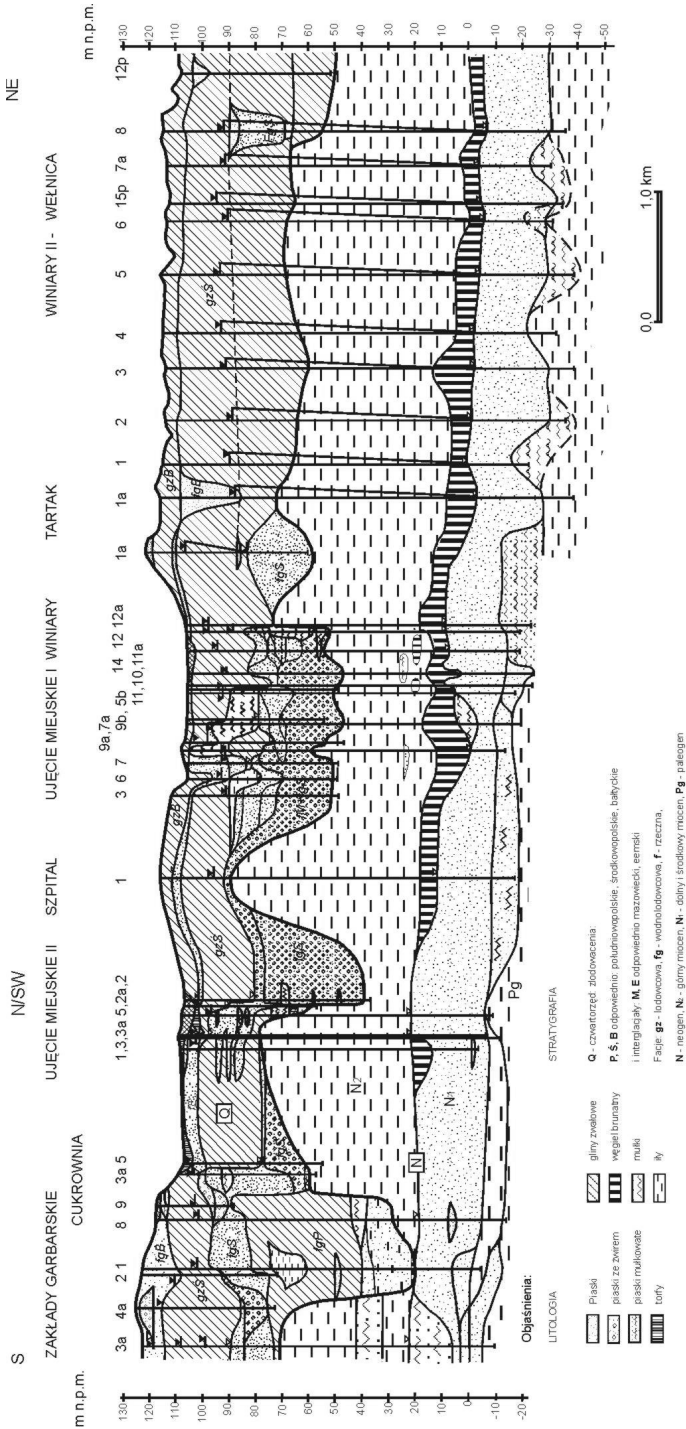
Ujęcie Winiary I usytuowane jest w północnej części Gniezna, na południowym brzegu jez. Winiary – rys. 1. Jest to najstarsze ujęcie miasta istniejące od 1888 r. Obecnie składa się z 15 studni: 10 czwartorzędowych i 5 trzeciorzędowych rozwiniętych na długości 1,1 km. Do eksploatacji ujęto tu lokalny czwartorzędowy zbiornik wód podziemnych oraz zbiornik regionalny poziomu mioceńskiego trzeciorzędu. Według dokumentacji hydrogeologicznej z 1982 r. zasoby ujęcia czwartorzędowego wynoszą $Q = 245,0 \text{ m}^3/\text{h}$, zaś poziomu mioceńskiego $Q = 60,0 \text{ m}^3/\text{h}$, w ramach ustalonych zasobów dla rejonu Gniezna. Ujęcie jest eksploatowane z wydatkiem ok. $220,0 \text{ m}^3/\text{h}$, z czego do 75% pochodzi z poziomu czwartorzędowego.

Ujęcie czwartorzędowe eksploatuje strukturę kopalną rynny lodowcowej, doliny rzecznej ze starszych zlodowaceń i interglacjału mazowieckiego – rys. 2. Warstwę wodonośną budują piaski różnoziarniste, piaski ze żwirem i żwiry o zmiennej miąższości dochodzącej w profilach studni do 16,0 – 33,0 m. Parametry filtracyjne warstwy są korzystne i wahają się od 0,84 m/h do 9,0 m/h przy przewodności od 4,0 do 54,0 m^2/h . Zwierciadło wody poziomu wodonośnego ma charakter subartezyjski i w styczniu 2005 r. zalegało w studniach na głębokości od 11,5 do 16,7 m i kształtuje się w rejonie ujęcia na rzędnej 80,0 – 85,0 m n.p.m. Jest ono obniżone od stanu naturalnego o ok. 20,0 – 25,0 m, gdyż przed eksploatacją zalegało na rzędnych 104,5 – 105,0 m n.p.m. W układzie naturalnym poziom był drenowany w strefie współczesnych rynien glacialnych. Obecnie bazą drenażu poziomu nie są jeziora i ciek, lecz eksploatowane ujęcie Winiary I, a ciek i jeziora stały się źródłem jego zasilania. Zasilanie to jest ograniczone, z uwagi na istniejące zakumulowanie jez. Winiary



1 - granica m. Gniezna, 2 - granica struktury hydrogeologicznej wielkopolskiej doliny kopalnej, 3 - studnie ujęć komunalnych, 4 - inne otwory hydrogeologiczne piętra czwartorzędowego oraz neogenu i paleogenu, 5 - linie przekrojów hydrogeologicznych, 6 - granice obszarów zasobowych ujęć Żydowo i Winiary I

Rys. 1 Mapa rejonu ujęć wody dla m. Gniezna



Rys. 2 Przekrój hydrogeologiczny II - II

Jakość wód podziemnych ujęcia czwartorzędowego Winiary I. Wody tego ujęcia są wodami pitnymi z wyjątkiem zawartości związków żelaza i manganu oraz amoniaku występujących w ilościach ponadnormatywnych. Przyjmuje się, że amoniak jest pochodzenia geogenicznego i wiąże się z procesami rozkładu materii organicznej zawartej w warstwie wodonośnej jak i skałach nadkładu co objawia się dużą zawartością w wodzie siarkowodoru.

We wszystkich studniach ujęcia obserwuje się przekroczenia powyższych wielkości, lecz nierównomiernie w poszczególnych studniach, i tak żelaza od 1,5 – 3,5 mgFe/l do 10,0 – 15,0 mgFe/l, manganu do wielkości 0,6 mgMn/l oraz amoniaku od 0,4 do 2,1 mgN/l. Generalnie są to wody typu Ca – Mg – HCO₃ o mineralizacji do 0,85 mg/l przy przewodności 1000 – 1200 µS/l i twardości 330,0 – 600,0 mgCaCO₃/l. W trakcie monitorowanej jakości wód nie obserwuje się tendencji do pogarszania się jakości wody na całym ujęciu lecz utrzymujące się w studniach, różnice w zawartości parametrów i ich zmienność wynikają z lokalnego środowiska hydrochemicznego jak i kontaktów z powierzchnią terenu – rys. 3.

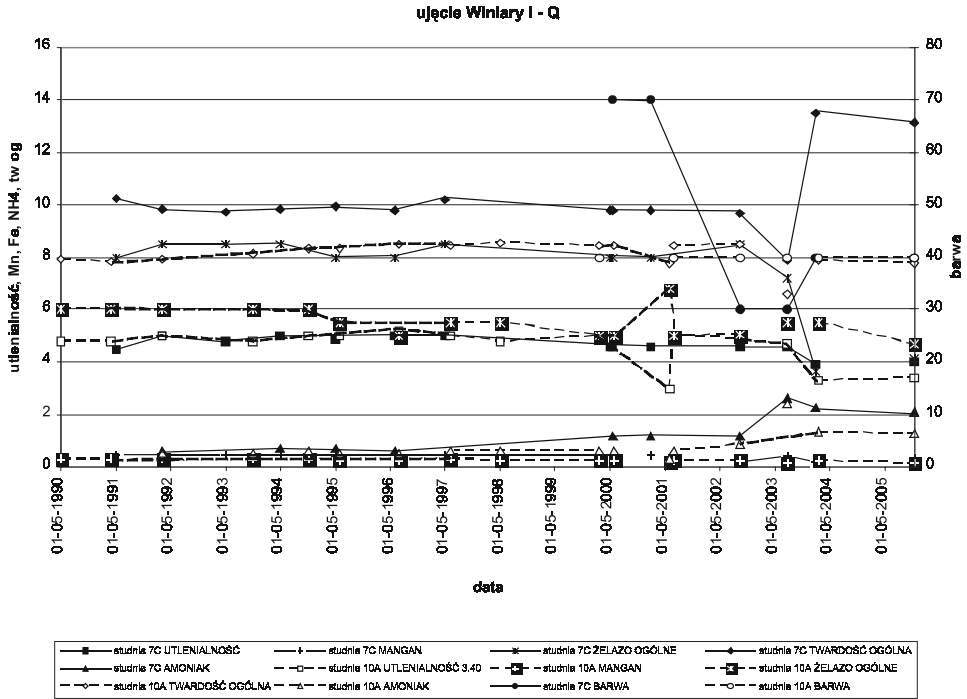
Generalnie w okresie lat 1990 – 2005 na tym ujęciu obserwuje się duże różnice między studniami w zawartości chlorków: 34,0 – 41,0 mgCl/l (10a); 75,0 – 84,0 mgCl/l (7c) oraz żelaza: 8,0 – 8,5 mgFe/l do 2002 r. w studni nr 7c i wyraźne zmniejszenie się tej zawartości do 3,7 – 4,0 mgFe/l od 2003 r. przy braku takiej tendencji w otworze 10a. Natomiast w obu tych otworach zaobserwowano wyraźny wzrost zawartości amoniaku z poziomu 0,6 – 0,7 mgN/l do 2,2 – 2,6 mgN/l i z poziomu 0,5 – 0,6 mgN/l do 1,3 – 2,4 mgN/l w otworze 10a po 2003 r. Powyższe należy wiązać z zanieczyszczeniem antropogenicznym.

Ujęcie trzeciorzędowe eksploatuje mioceński zbiornik wodonośny. Warstwę wodonośną tworzą piaski drobnoziarniste oraz średnioziarniste, lokalnie gruboziarniste o zmiennej miąższości od 5,0 do 30,0 m. Ujmowany poziom jest poziomem ciśnieniowym – subarteryjskim. Statyczne zwierciadło wody zalegało w zakresie głębokości 6,8 – 25,3 m p.p.t. (rzędna około 101,0 m n.p.m.).

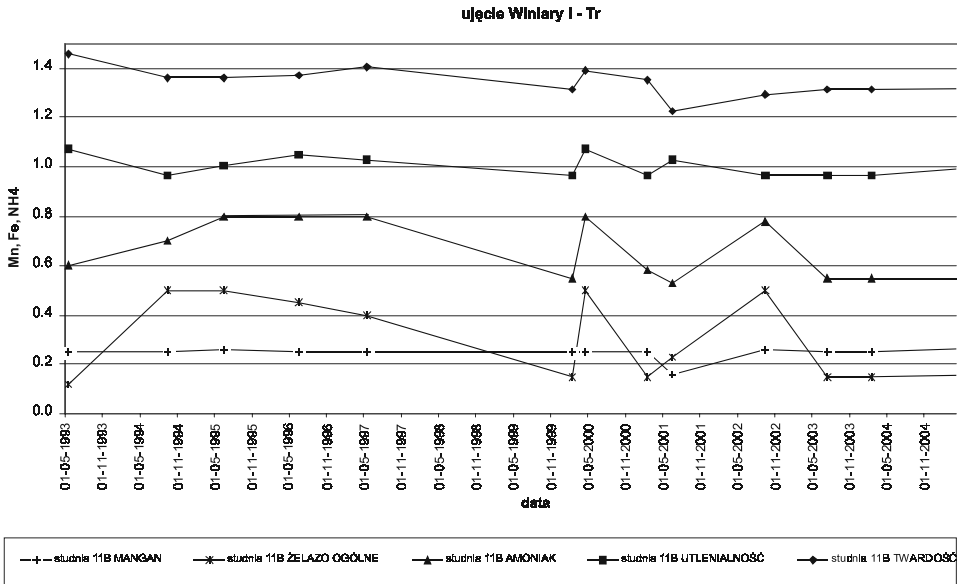
Parametry warstwy wodonośnej są następujące:

- przewodność: 1,5 – 30,0 m²/h,
- współczynnik filtracji: 0,14 – 2,23 m/h,
- zasobność sprężysta: 0,00014 do 0,00067,
- wydajność jednostkowa: 0,2 – 25,4 m³/h mS.

Wydatek jednostkowy uzależniony jest od granulacji warstwy wodonośnej oraz technicznego wykonania poszczególnych studni.



Rys. 3 Kształtowanie się parametrów fizyczno-chemicznych wody na ujęciu Winiary I – Q w latach 1990 – 2005



Rys. 4 Kształtowanie się parametrów fizyczno-chemicznych wody na ujęciu Winiary I – Tr w latach 1993 – 2005

Poziom mioceniński zasilany jest przez przesączenie się wód z poziomu czwartorzędowego oraz przez infiltrację wód opadowych w rejonach pozbawionych piaszczystych osadów czwartorzędowych. Według badań modelowych moduł odnawialności wynosi $M_o = 1,37 \text{ m}^3/\text{h km}^2$.

Ujmowany poziom w sposób naturalny chroniony jest przed przenikaniem do niego zanieczyszczeń. Warstwami izolacyjnymi są słabo przepuszczalne gliny i ropy górno miocenijskie.

Jakość wód podziemnych. Wody miocenijskie są wodami słodkimi o mineralizacji ogólnej ok. 540 mg/l.

W odniesieniu do normy dla wody do picia powszechnie przekroczona jest zawartość manganu, którego maksymalne wartości – 0,35 mgMn/l oznaczono w studni nr 2b, najczęściej do 0,25 mgMn/l. Przekroczenie maksymalnych dopuszczalnych stężeń związków żelaza, w wielkości do 0,5 mgFe/l zanotowano w studniach 11b, 15a i 16a, które od 2001 r. uległo zmniejszeniu do 0,15 mgFe/l. Powszechnie poza studnią 15a obserwuje się przekroczenie stężenia amoniaku. Maksymalnie wynosi ono 1,2 mgN/l w studni 16a. W studni tej od 1992 r. notuje się stały wzrost stężenia z 0,7 mgN/l do 1,2 mgN/l. Podobną tendencję obserwuje się w studni nr 2c, kiedy w 1992 r. zawartość amoniaku wynosiła 0,7 mgN/l, a w 2005 r. – 1,0 mgN/l. Natomiast w studni 11b obserwuje się stabilizację tego związku z tendencją do spadku z 0,6 – 0,8 mgN/l do 0,55 mgN/l. Wykres zawartości wybranych parametrów i ich zmienność dla studni reprezentatywnej nr 11 b przedstawiono na rys. 4. Natomiast pozostałe parametry fizyczno – chemiczne wykazują pewną stałość.

Woda poziomu miocenijskiego posiada wyczuwalny zapach siarkowodoru, którego obecność, podobnie jak amoniaku, należy wiązać z procesami geogenicznymi zachodzącymi w warstwie wodonośnej o regionalnym rozprzestrzenieniu. Stężenia pozostałych parametrów charakteryzujących chemizm wód, w tym metali ciężkich nie budzą zastrzeżeń.

Reasumując należy stwierdzić, że ujmowane wody poziomu trzeciorzędowego charakteryzują się stabilnym składem fizyczno – chemicznym przy wahaniach poszczególnych wielkości parametrów fizyczno – chemicznych jak żelazo i amoniak. Pomimo przekroczeń najwyższych dopuszczalnych stężeń dla wody pitnej niektórych parametrów uzdatnianie wody nie nastęrcza większych trudności.

3. Ujęcie Winiary II z poziomu miocenijskiego

Komunalne ujęcie wód podziemnych Winiary II dla m. Gniezna zlokalizowane jest poza granicami miasta wzdłuż trasy Gniezno – Strzyżewo – Pytlewo – rys. 1. Aktualnie składa się ono z dziewięciu studni o głębokościach 130,0 – 155,0 m rozwiniętych w formie liniowej bariery na długości około 3,0 km. Do eksploatacji ujęto regionalny miocenijski zbiornik wód podziemnych.

Prace nad budową rozpoczęto w latach 1979 – 1980 od wierceń trzech otworów poszukiwawczych – miocenijskich. Rozbudowa ujęcia nastąpiła po roku 1985. Przy zastosowaniu badań modelowych ustalono zasoby eksploatacyjne z formacji czwartorzędowej i trzeciorzędowej. Ujęcie posiada zasoby w ilości $Q = 280,0 \text{ m}^3/\text{h}$ w ramach zasobów pięttra trzeciorzędowego rejonu Gniezna określonych w ilości $Q = 931,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Aktualnie pobór wody z ujęcia wynosi do $118,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ujmowana warstwa jest częścią regionalnego zbiornika wód podziemnych poziomu mioceńskiego Wielkopolski. Budowę geologiczną rejonu ujęcia przedstawiono na przekroju hydrogeologicznym – rys. 5.

W rejonie ujęcia miąższość osadów wodonośnych wynosi od 17,0 do 30,0 m. Nadkład stanowią górnio - mioceńskie iły poznańskie oraz utwory czwartorzędowe wykształcone głównie jako gliny morenowe. Mioceńskimi osadami wodonośnymi są przede wszystkim piaski drobnoziarniste. Poziom mioceński jest poziomem ciśnieniowym – subartezyskim. W okresie budowy ujęcia zwierciadło wody stabilizowało się w zakresie głębokości 19,7 – 28,5 m poniżej terenu (rzędna 91,0 – 97,0 m n.p.m.). Przy pracy ujęcia w latach 1999 - 2000 z $Q = 280,0 \text{ m}^3/\text{h}$ zwierciadło wody zalegało na rzędnej 85,0 – 86,0 m n.p.m.

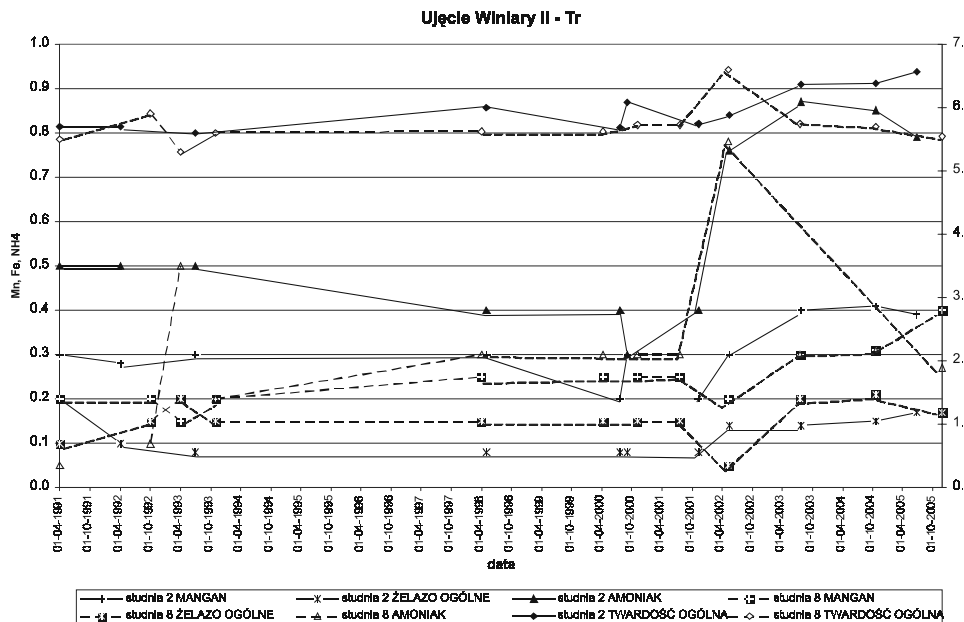
Parametry warstwy wodonośnej są następujące:

- przewodność: 5,0 – 10,0 m²/h,
- zasobność sprężysta: 0,00014 do 0,00067,
- współczynnik filtracji: 0,05 – 0,86 m/h; średnio ok. 0,2 m/h,
- wydajność jednostkowa: 2,25 – 4,13 m³/h mS.

Wartość wydajności jednostkowej uzależniona jest od technicznego wykonania studni jak również od wykształcenia granulometrycznego warstwy wodonośnej.

W warunkach naturalnych zasilanie poziomu następuje na drodze infiltracji opadów przez kompleks słabo przepuszczalnych glin i ilów oraz przesączania z lokalnych poziomów czwartorzędowych. Moduł zasilania wg badań modelowych wynosi 1,16 m³/h km².

Jakość wód podziemnych. Analiza wyników badań wykazała, że na ujęciu „Winiary II” w ciągu dwudziestoletniej eksploatacji ujęcia nie obserwuje się tendencji w kierunku zmian jakości wód. W odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych stężeń parametrów dla wód do picia powszechnie przekroczona jest zawartość manganu. Ich wielkość z poziomu 0,2 mgMn/l wzrosła od 2002 r. do 0,3 - 0,4 mgMn/l (studnia nr 2). Zawartość amoniaku jest najczęściej na poziomie zbliżonym bądź równym do stężenia 0,4 - 0,5 mgN/l. Niemniej jednak od 2002 r.



Rys. 5 Kształtowanie się parametrów fizyczno-chemicznych wody na ujęciu Winiary II – Tr w latach 1991 – 2005

notowane są stężenia wyższe, osiągające wartości do 0,87 mgN/l. Nieakceptowalny jest zapach wody z powodu obecnego w dużych ilościach siarkowodoru – do 0,36 mgH₂S/l. Obecny w wodzie amoniak oraz siarczki i siarkowodor są pochodzenia geogenicznego. Ich pochodzenie należy wiązać z procesami zachodzącymi w warstwie wodonośnej i skałach nadległych trzeciorzędu zawierających substancje organiczne.

Zawartość związków żelaza na ogół nie przekracza wielkości 0,1 - 0,2 mgFe/l choć sporadycznie oznaczono je na poziomie od 0,6 mgFe/l w studni nr 7A – 1993 r. do 1,0 mgFe/l (studnia nr 1A – 1985 r.).

Stężenia pozostałych parametrów nie budzą zastrzeżeń. Zawartość metali ciężkich jest do dwóch rzędów wielkości niższa niż najwyższe dopuszczalne stężenia.

Wykresy kształtowania się wybranych parametrów jakościowych wody w latach 1991 – 2005 ze studni 2 i 8 ujęcia komunalnego dla m. Gniezna „Winiary II” przedstawiono na rys. 5. Obserwowane od 2001 r. zwiększenie się zawartości w wodzie ujęcia amoniaku i manganu należy wiązać z wyraźnym zmniejszeniem się wydajności ujęcia od 1999 r. z ok. 160,0 m³/h do ok. 100,0 m³/h.

4. Ujęcie wód podziemnych „Żydowo” dla m. Gniezna

1. Komunalne ujęcie wód podziemnych „Żydowo” m. Gniezna zlokalizowane jest na południe od miasta, wzdłuż szosy do Wrześni, od wsi Żydowo do Czeluścina – rys. 1. Składa się ono aktualnie z 10 studni o głębokościach 75,0 – 89,0 m, rozwiniętych w formie liniowej bariery na długości ok. 10,0 km. Do eksploatacji ujęto regionalny,

czwartorzędowy zbiornik wód podziemnych wielkopolskiej doliny kopalnej, stanowiący GZWP nr 144 Dolina Kopalna Wielkopolska (Dąbrowski, 1990).

Prace nad budową rozpoczęto w latach 1970 – 1972 od wykonania dokumentacji hydrogeologicznej i zatwierdzenia zasobów eksploatacyjnych w kat. B, w ilości 1 000,0 m³/h przy depresji $S = 34,0$ m. W roku 1977 odwiercono barierę 12 studni, wykonano badania modelowe dla wycinka doliny kopalnej ustalając obszar zasilania i obszar zasobowy ujęcia przy eksploatacji z wydatkiem 1 000,0 m³/h. W związku z tym, że w obszarze zasobowym znalazły się inne ujęcia wiejskie o zasobach 568,0 m³/h, dla ujęcia miasta Gniezna ustalono w 1978 r. ostatecznie zasoby eksploatacyjne w ilości $Q = 432,0$ m³/h, przy depresji $S_r = 24,0$ m i w studniach $S_s = 34,0$ m. Aktualnie pobór wód z ujęcia wynosi ok. 250,0 m³/h.

Struktura hydrogeologiczna kopalnej doliny o przebiegu równoleżnikowym ma w tym rejonie szerokość 10,0 – 13,0 km i miąższość osadów wodonośnych od 11,0 do 40,0 m, średnio 20,0 – 25,0 m, zalegających pod nakładem kompleksu glin morenowych o miąższości 50,0 – 65,0 m. Osadami wodonośnymi są tu piaski ze żwirem i żwiry w części spągowej, wyżej piaski średnioziarniste i drobnoziarniste tworzące cykl sedymentacyjny – rys. 6.

Poziom wielkopolskiej doliny kopalnej jest poziomem ciśnieniowym subarteryjским. Historyczne zwierciadło wody stabilizowało się na głębokości 11,0 – 16,0 m poniżej terenu. Poziom zwierciadła wody w roku 2001 wykazał, że zalega ono na głębokości 13,8 – 18,4 m (rzędna 98,7 – 100,3 m n.p.m.) przy pracującym ujęciu.

Parametry warstwy wodonośnej są następujące:

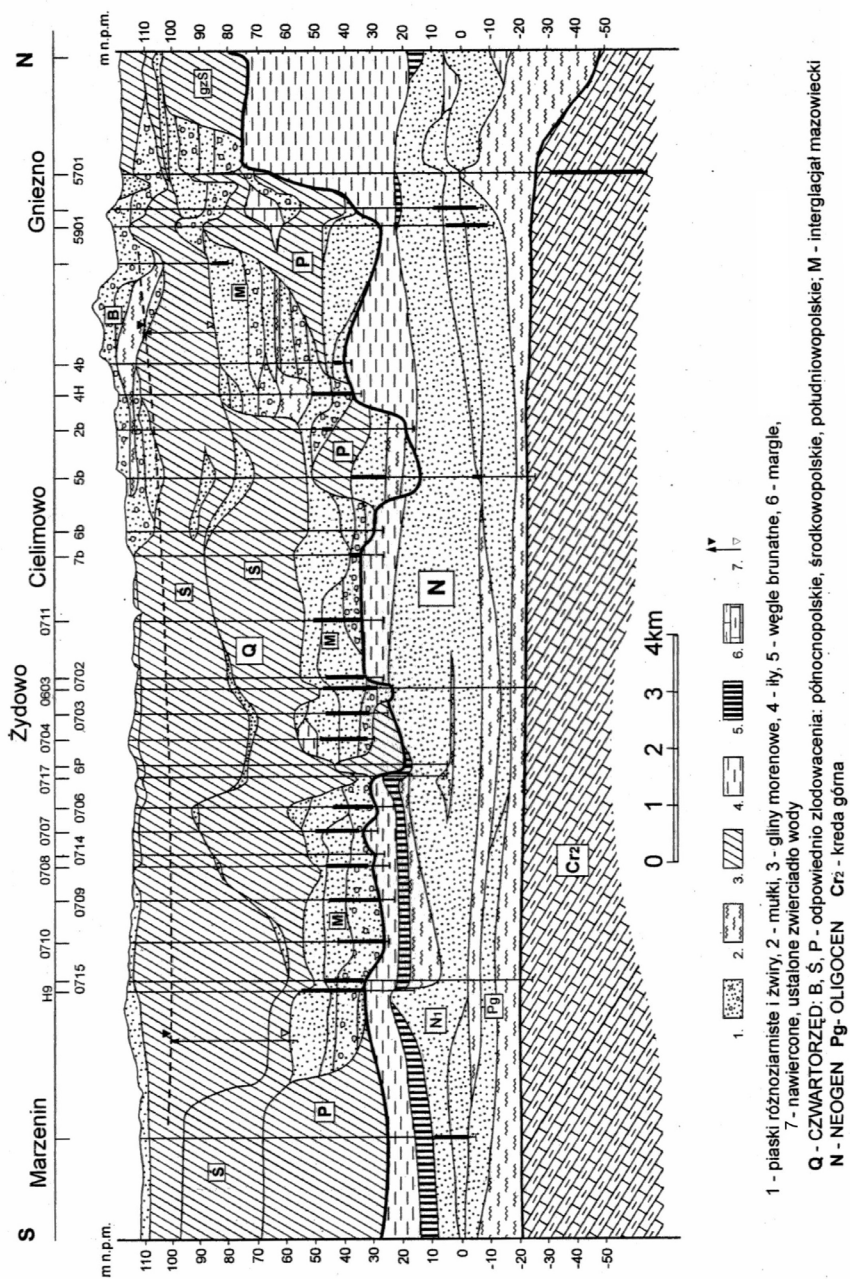
- przewodność – 4,0 – 55,0 m²/h,
- zasobność sprężysta – 0,012 – 0,015,
- współczynnik filtracji – 0,58 – 4,67 m/h,
- wydajność jednostkowa – 8,26 – 19,5 m³/h/mS.

Wydatek jednostkowy jest uzależniony od uziarnienia warstwy i technicznego wykonania studni i wynosi od 5 do 20 m³/h m.

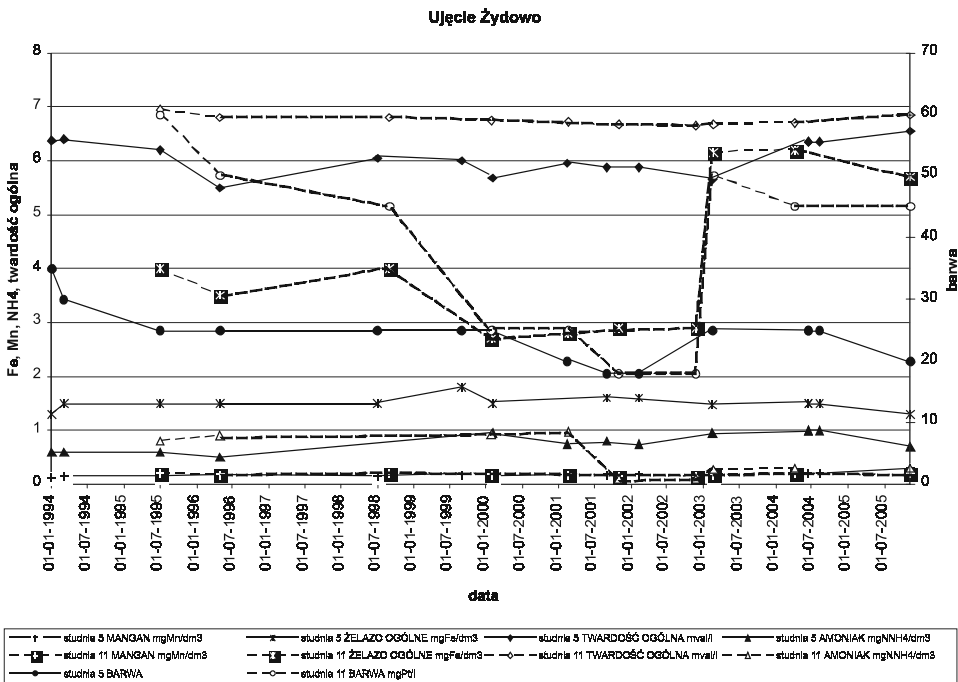
W warunkach naturalnych zasilanie poziomu następuje na drodze infiltracji opadów poprzez nakład glin zwałowych o charakterze słabo przepuszczalnym i przesączania się wód z niedużych przewarstwień w obrębie glin i wynosi tu 3,84 m³/h km². W warunkach eksploatacji ujęcia ujęty poziom zasilany jest również z przesączania się wód z niższej zalegającego poziomu mioceńskiego.

Jakość wód podziemnych odpowiada wymogom dla wód do picia za wyjątkiem zawartości związków żelaza i manganu występujących w ilościach ponadnormatywnych. Są to wody typu Ca-Mg-HCO₃, o mineralizacji 0,5 – 0,7 g/l i twardość 280,0 – 350,0 mgCaCO₃/l.

Analiza wyników badań wód od uruchomienia ujęcia „Żydowo” w 1993 roku nie wykazuje tendencji w kierunku zmian jej parametrów. Powszechnie nadal przekroczona jest zawartość manganu i żelaza (maksymalne stężenia manganu dochodzą do 0,2 mg Mn/l, a żelaza do 6,0 mg Fe/l, przy średniej od 1,5 do 2,5 mg Fe/l.) oraz zawartość siarkowodoru. Zawartość amoniaku pochodzenia geogenicznego jest najczęściej na poziomie 0,5 – 0,8 mg N/l, przy czym od 2001 r. w studni nr 11 obserwuje się spadek jego zawartości do 0,1 – 0,29 mg N/l. Pochodzenie amoniaku i siarkowodoru należy wiązać z procesami zachodzącymi w warstwie wodonośnej i skałach nadległych zawierających materię organiczną. Stężenia pozostałych parametrów jak i metali ciężkich nie budzą zastrzeżeń. Kształtowanie się wybranych parametrów fizyczno – chemicznych na ujęciu przedstawiono dla studni nr 5 i 11 w latach 1993 – 2005 wg danych MPWiK w Gnieźnie – rys. 7.



Rys. 6 Przekrój hydrogeologiczny I - I



Rys. 7 Kształtowanie się parametrów fizyczno-chemicznych wody na ujęciu Żydowo w latach 1994 – 2005

5. Podsumowanie i wnioski

1. Analiza kształtowania się parametrów fizyczno – chemicznych ujęć wód podziemnych m. Gniezna wykazuje dość duże różnice parametrów między studniami na linii bariery, lecz ich znaczną stałość w latach obserwacji 1991 – 2005 r. Największe zmiany przestrzenne i czasowe parametrów dotyczą zawartości związków żelaza i amoniaku, w mniejszym zaś manganu.
2. Zmiany parametrów fizyczno – chemicznych na ujęciach są wynikiem przede wszystkim lokalnych warunków hydrogeochemicznych warstwy wodonośnej jak i jej zasilania, w tym zmian w wielkości poboru wody. Przy zmniejszeniu się wydatku ujęcia Winiary II zaobserwowano wyraźny wzrost zawartości w wodzie amoniaku i manganu.
3. Największą zmienność w zawartości żelaza, amoniaku, utlenialności i twardości cechuje się ujęcie czwartorzędowe Winiary I, co można wiązać z wpływem zanieczyszczeń antropogenicznych na procesy hydrogeochemiczne w warstwie, z uwagi na lokalnie niepełną izolację utworami słabo przepuszczalnymi od powierzchni terenu i jez. Winiarskiego.

4. Wody z poziomów czwartorzędowych posiadają większą twardość, zawartość związków żelaza oraz chlorków i siarczanów niż ujęcia z poziomu miocenijskiego trzeciorzędu, a także cechuje je zwiększona podatność na zmiany składu fizyczno – chemicznego wody.
5. Wody z ujęć komunalnych m. Gniezna zarówno z utworów czwartorzędowych i trzeciorzędowych są wodami przydatnymi do spożycia po redukcji związków żelaza i manganu oraz amoniaku w ilościach ponadnormatywnych i z reguły wykazujących dużą zmienność zawartości między studniami oraz czasową związaną z wydatkiem ujęcia – jego zasilaniem.
6. Parametry fizyczno – chemiczne ujęć winny być monitorowane w sposób ciągły w odniesieniu do poszczególnych studni, gdyż występuje znaczna zmienność parametrów również w warstwach wodonośnych wglębnych dobrze izolowanych od powierzchni terenu.

Bibliografia

- [1] Dąbrowski S., Olejnik Z., Trzeciakowska M., 2001 r. – Aneks do „Dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód podziemnych z utworów czwartorzędowych rejonu ujęć komunalnych miasta Gniezna i z utworów trzeciorzędowych rejonu Gniezna” opracowanej w 1982 r. oraz do Aneksu do ww. dokumentacji opracowanej w 1992 r. w Przedsiębiorstwie Geologicznym we Wrocławiu Oddział w Poznaniu zawierający propozycję strefy ochronnej ujęcia komunalnego „WINIARY II” dla m. Gniezna. „Hydroconsult” Sp. z o.o. Poznań.
- [2] Dąbrowski S., Olejnik Z., Trzeciakowska M., 2001 r. – Aneks do „Dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód podziemnych z utworów czwartorzędowych rejonu ujęć komunalnych miasta Gniezna i z utworów trzeciorzędowych rejonu Gniezna” opracowanej w 1982 r. oraz do Aneksu do ww. dokumentacji opracowanego w 1992 r. w Przedsiębiorstwie Geologicznym we Wrocławiu Oddział Projektów i Dokumentacji Geologicznych w Poznaniu zawierający propozycję strefy ochronnej ujęcia komunalnego „WINIARY I” dla m. Gniezna. „Hydroconsult” Sp. z o.o. Poznań.
- [3] Dąbrowski S., Olejnik Z., Trzeciakowska M., 2002 r. – Aneks do „Dokumentacji ujęcia wody podziemnej z utworów czwartorzędowo – trzeciorzędowych” opracowanej w 1972 oraz do „Aneksu” do ww. dokumentacji opracowanego w 1978 r. w Przedsiębiorstwie Hydrogeologicznym w Poznaniu zawierający propozycję strefy ochronnej ujęcia komunalnego dla miasta Gniezna w rejonie miejscowości Żydowo. „Hydroconsult” Sp. z o.o. Poznań.
- [4] Liszkowska E., Górski J., Przybyłek J., 1997 r. – Hydrogeologiczna koncepcja rozwiązania problemu kolizji autostrady A – 2 z ujęciem wody „Dębina” w Poznaniu. Współczesne Problemy Hydrogeologii. Tom VIII. Poznań.
- [5] Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2002 r. – Hydrogeochemia. Strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. Wydawnictwo PWN. Warszawa.

