

## Ocena przekształceń chemizmu wód podziemnych w warunkach eksploatacji ujęcia Stara Łubianka-Dobrzyca dla Piły

Justyna Jażdżewska<sup>1,2</sup>

Groundwater chemistry changes during exploitation (Stara Łubianka-Dobrzyca well field). Prz. Geol., 63: 780–785.

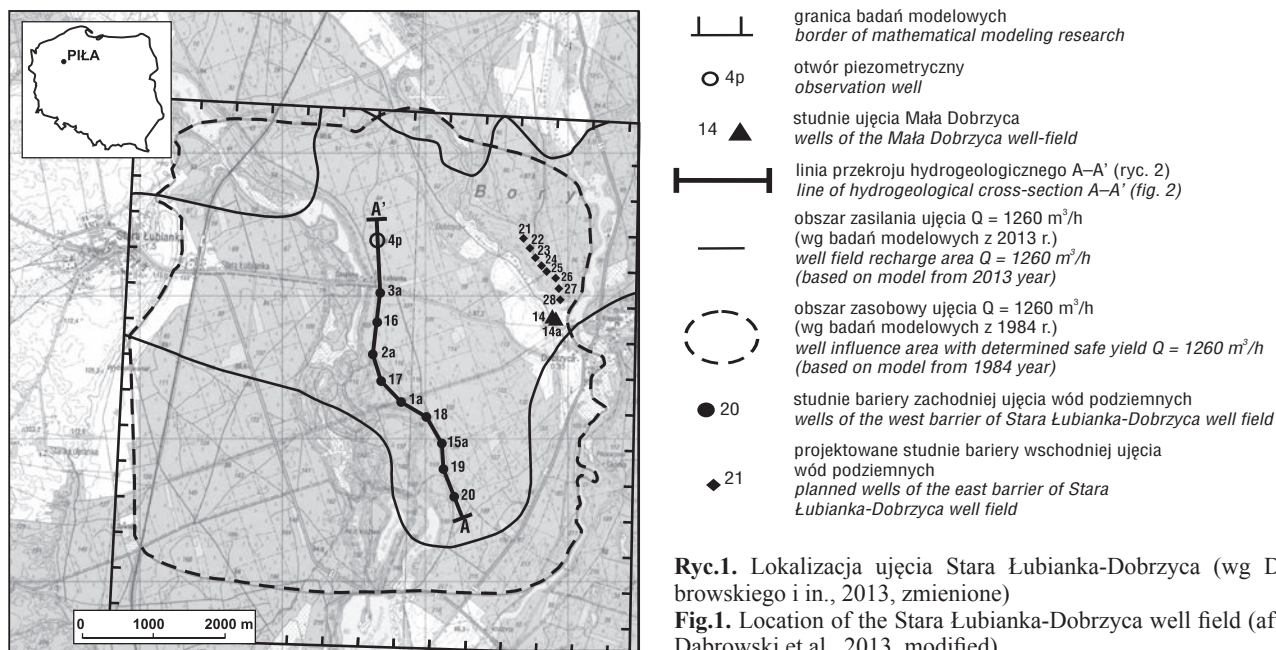
*Abstract.* Stara Łubianka-Dobrzyca well field location is unique in a regional scale due to character of land-use in the recharge area, dominated by forest (about 80% of the area is covered by forest). In the article the evaluation of groundwater chemistry changes during the well field exploitation had been made. For this purpose the detail analysis of land use was carried out. Data derived from groundwater flow model was also use for analyses. The study demonstrates that despite of lack groundwater chemistry changes, due to well field development it will be necessary to establish groundwater protection zone. The new protective monitoring system that includes both groundwater and surface water should be organized.

**Keywords:** factor analysis, groundwater chemistry origin, groundwater hydrogeochemical zoning

Ujęcie wód podziemnych z utworów czwartorzędowych Stara Łubianka-Dobrzyca, które działa od 2005 r., jest głównym źródłem zaopatrzenia w wodę ludności miasta Piły. Nowe ujęcie zastąpiło rozproszone na terenie Piły studnie ujmujące oligoceński poziom wód podziemnych oraz ujęcie przy ul. Chopina, eksploatujące poziom plejstoceński.

Ujęcie to jest zlokalizowane w odległości około 5 km na północ od Piły w międzyrzeczu Rudy, Piławy i Gwdy (ryc. 1). Lokalizacja ujęcia jest unikalna w skali regionalnej ze względu na sposób zagospodarowania obszaru zasobowego. Zdecydowaną większość terenu zajmuje kompleks lasów sosnowych, stanowiących naturalną ochronę jakości wód podziemnych.

W artykule dokonano oceny przekształceń składu chemicznego wód podziemnych eksploatowanych na ujęciu Stara Łubianka-Dobrzyca oraz podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie. W tym celu przeanalizowano szczegółowo sposób zagospodarowania terenu obszaru zasobowego ujęcia i jego otoczenia. Wykorzystano też wyniki badań modelowych przepływu wód podziemnych, przeprowadzonych w 1984 oraz w 2013 r. przy pomocy programu Sp2H (blok programowy Sp2) z biblioteki Hydrylib. Badania te miały na celu określenie zasobów eksploatacyjnych oraz prognozę eksploatacyjną ujęcia (Dąbrowski i in., 2013; Pleczyński & Hercka, 1984).



**Ryc.1.** Lokalizacja ujęcia Stara Łubianka-Dobrzyca (wg Dąbrowskiego i in., 2013, zmienione)

**Fig.1.** Location of the Stara Łubianka-Dobrzyca well field (after Dąbrowski et al., 2013, modified)

<sup>1</sup> Instytut Geologii, Zakład Hydrogeologii i Ochrony Wód, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Maków Polnych 16, 61-606 Poznań; jjazdz@amu.edu.pl.

<sup>2</sup> Zamiejscowy Ośrodek Dydaktyczny w Pile, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Kołobrzaska 15, 64-920 Piła.

## BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Budowę geologiczną oraz warunki hydrogeologiczne w rejonie ujęcia wód podziemnych ilustruje przekrój hydrogeologiczny (ryc. 2). Przekrój ten został wykonany wzdłuż bariery istniejących studni.

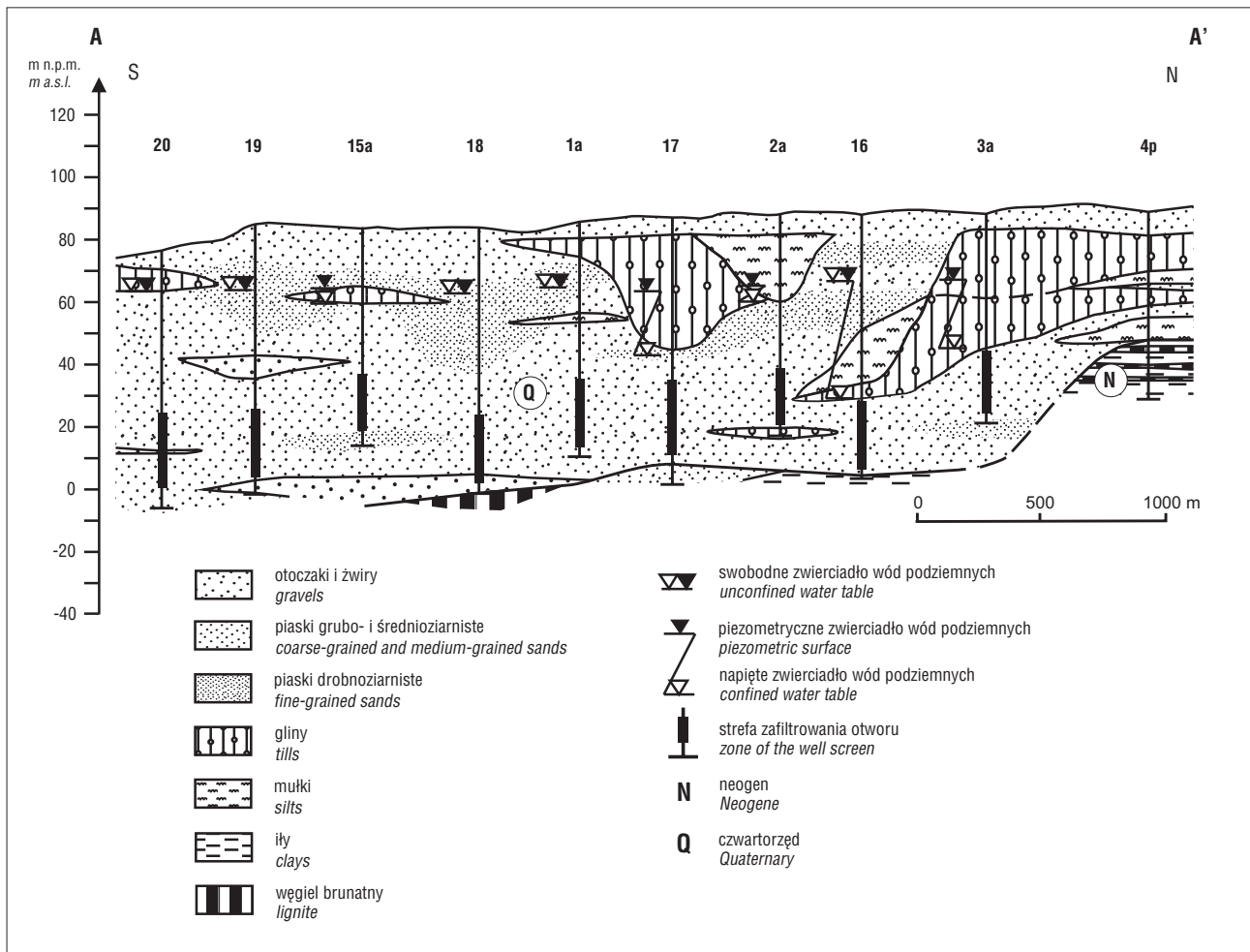
Najstarszymi utworami rozpoznanymi w rejonie badań są osady neogeńskie. Są to mioceneskie piaski drobnoziarniste, iły szarobrunatne i węgle brunatne. Strop utworów kenozoicznych zalega na zmiennej głębokości, od 0–5,0 m w rejonie bariery studni, do około 50 m w północnej części obszaru zasobowego ujęcia. Utwory czwartorzędowe są wykształcone w postaci plejstoceneskich osadów wodnolodowcowych i lodowcowych oraz holoceneskich osadów rzecznych i jeziornych.

W budowie geologicznej plejstocenu zaznacza się zmienność litologii osadów w kierunku S–N. Na utworach mioceneskich leży warstwa wodnolodowcowych utworów piaszczysto-zwirowych, których miąższość w południowej części bariery wynosi do 69,4 m. Młodsze utwory glacialne wykształcone w postaci glin występują na badanym obszarze w formie nieciągłych warstw, których miąższość osiąga 7 m (studnia 20 i 15a). Miąższość glin wzrasta w kierunku północnej części bariery do 37 m w rejonie studni 3a. Dalej na północ utwory plejstoceneskie są wykształcone głównie w postaci glin przewarstwio-

nych mułkami z niewielkimi wkładkami piasków. Utwory te nawiercono do głębokości 41 m. Na glinach tych zalegają różnoziarniste piaski o miąższości do 13 m.

Studnie ujęcia ujmują plejstoceneski poziom wód podziemnych, który jest związany z utworami sandrowymi Gwdy i Piławy. Granice zbiornika wód podziemnych są rozległe i obejmują całą dolinę wraz z sandrem Gwdy oraz poziom podglinowy, rozpoznany na terenie wysoczyzny. Warstwę wodonośną o zmiennej miąższości 24,0–69,4 m tworzą piaski różno- i średnioziarniste z przewarstwieniami żwirów i piasków drobnoziarnistych. Miąższość warstwy wodonośnej zmniejsza się ku północy. Współczynnik filtracji, wyznaczony na podstawie próbnych pompowań, wynosi 0,98–1,39 m/h (Pleczyński & Hercka, 1984).

Ujęty poziom wodonośny w rejonie występowania okien hydrogeologicznych charakteryzuje się swobodnym zwierciadłem wód podziemnych. W północnej części bariery studni zwierciadło jest napięte przez warstwę glin zwałowych i mułków. Obecność okna hydrogeologicznego oraz brak izolacji utworami słabo przepuszczalnymi powoduje wysoką podatność zbiornika wód podziemnych na zanieczyszczenia. Występujące w północnej części terenu gliny i mułki w nadkładzie warstwy wodonośnej zwiększają czas pionowej migracji potencjalnych zanieczyszczeń do warstwy wodonośnej. Jednak z powodu dopływów bocznych cały zbiornik wód podziemnych należy uznać za podatny na zanieczyszczenia. Dodatkowo wyso-



Ryc. 2. Przekrój hydrogeologiczny A–A'  
Fig. 2. Hydrogeological cross-section A–A'

ką podatność na zanieczyszczenia determinuje strefa aeracji o miąższości dochodzącej do 20 m, która jest zbudowana głównie z dobrze przepuszczalnych piasków średnio- i gruboziarnistych.

W warunkach naturalnych wody podziemne spływają ku południowemu wschodowi, do regionalnej bazy drenażu, którą jest dolina rzeki Gwda (ryc. 3). Zwierciadło wód podziemnych w rejonie bariery stabilizuje się na rzędnej 63,0–67,0 m n.p.m. i obniża się w kierunku zbiornika Koszyckiego.

Ujęcie Stara Łubianka-Dobrzyca składa się z 9 studni o głębokościach 67,0–86,5 m, tworzących barierę zachodnią o długości 3180 m. Obszar zasobowy ujęcia o powierzchni 40 km<sup>2</sup> wyznaczono w 1984 r. na podstawie badań modelowych (Pleczyński & Hercka, 1984). Granicę obszaru stanowią od wschodu – linia brzegowa Gwdy, od zachodu – krawędź wysoczyzny morenowej, od północy – zasięg występowania warstwy wodonośnej o miąższości większej niż 20 m, od południa – umowna linia, która odpowiada północnej granicy obszarów zasobowych ujęć wody z utworów czwartorzędowych udokumentowanych zasobach eksploatacyjnych w kat. B na terenie Piły.

Ponadto w obszarze zasobowym są eksploatowane dwie studnie ujęcia „Mała Dobrzyca”. Docelowo ujęcie ma zostać rozbudowane o barierę wschodnią, która początkowo miała być zlokalizowana wzdłuż prawego brzegu rzeki Piławy. Ostatecznie zdecydowano, że bariera ta zostanie przeniesiona na drugi brzeg rzeki (ryc. 1).

Zasoby eksploatacyjne ujęcia Stara Łubianka-Dobrzyca określono na 1260 m<sup>3</sup>/h, z czego 660 m<sup>3</sup>/h pochodzi z działającej bariery zachodniej i 600 m<sup>3</sup>/h z planowanej bariery wschodniej. Bilans krążenia wód podziemnych dla stanu naturalnego z 2005 r., przy założeniu istniejącej eksploatacji ujęcia „Mała Dobrzyca” (studnie 14 i 14a, ryc. 1) w wielkości 30 m<sup>3</sup>/h przedstawiono w tabeli 1.

Eksploatacja ujęcia wód podziemnych, skutkująca wytworzeniem depresji, powoduje wzrost spadków hydraulicznych i prędkości przepływu wód podziemnych. Włą-

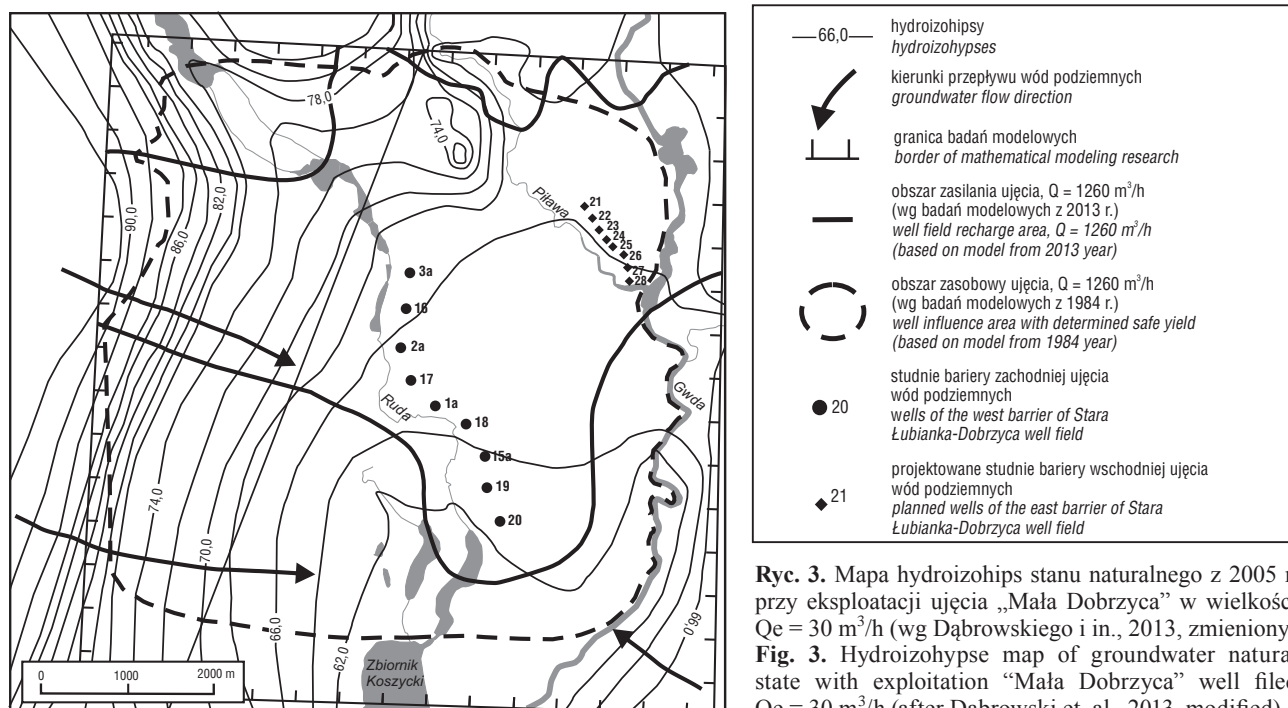
czenie drugiej bariery studni znacząco zwiększy również udział infiltrujących wód powierzchniowych w bilansie krążenia wód podziemnych (z 7,5 do 30%) (tab. 1). Sama bariera zachodnia, przy założeniu eksploatacji 660 m<sup>3</sup>/h jest zasilana w 48 % (co odpowiada 317 m<sup>3</sup>/h) – przez dopływ lateralny z wysoczyzny, strefą o szerokości około 6 km, pomiędzy miejscowościami Stara Łubianka i Zawada (ryc. 1), natomiast w 29% (tj. 191 m<sup>3</sup>/h) – przez infiltrację wód powierzchniowych z rzeki Rudy oraz w 23% (odpowiednio 152 m<sup>3</sup>/h) – przez infiltrację opadów atmosferycznych (Pleczyński & Hercka, 1984).

## ZAGOSPODAROWANIE TERENU I OCHRONA WÓD PODZIEMNYCH

Ujęcie oraz jego obszar zasobowy są zlokalizowane poza granicami Piły. Jego położenie charakteryzuje się wyjątkowo korzystnym zagospodarowaniem terenu pod względem ochrony jakości wód podziemnych – około 80% obszaru pokrywa bór sosnowy. Do potencjalnych ognisk zanieczyszczeń można zliczyć drogę krajową nr 11 oraz trasę kolejową.

Na obszarze zasobowym wyznaczono strefę ochrony wód podziemnych o powierzchni 36 km<sup>2</sup>, która pokrywa się z obszarem zasobowym ujęcia. Strefę wydzielono przy założeniu eksploatacji dwóch barier w wielkości 1260 m<sup>3</sup>/h, które miały być zlokalizowane w międzyrzeczu Rudy i Piławy. Na strefę tę miał się składać teren ochrony bezpośredniej oraz pośredniej. Na powierzchni terenu ochrony pośredniej wydzielono, na podstawie izochrony 30-dniowego i 25-letniego czasu przepływu wód, część wewnętrzną i zewnętrzną. W rzeczywistości teren ochrony pośredniej nie został ustanowiony.

W związku ze zmianą lokalizacji bariery wschodniej (przeniesieniu jej z prawego na lewy brzeg Piławy), badania modelowe przeprowadzono ponownie (Dąbrowski i in., 2013). Określony w badaniach, obszar spływu wody do ujęcia o powierzchni 25,47 km<sup>2</sup>, wskazuje na intensyfi-



Ryc. 3. Mapa hydroizohips stanu naturalnego z 2005 r. przy eksploatacji ujęcia „Mała Dobrzyca” w wielkości  $Q_e = 30 \text{ m}^3/\text{h}$  (wg Dąbrowskiego i in., 2013, zmieniony)  
**Fig. 3.** Hydroisohypse map of groundwater natural state with exploitation “Mała Dobrzyca” well filed  $Q_e = 30 \text{ m}^3/\text{h}$  (after Dąbrowski et al., 2013, modified)

**Tab.1.** Bilans krążenia wód podziemnych dla stanu naturalnego oraz przy założeniu eksploatacji dwóch barier ujęcia Stara Łubianka-Dobrzyca wg odwzorowania modelowego z 2013 r. (Dąbrowski i in., 2013).**Table 1.** The groundwater flow balance of natural and exploitation state for Stara Łubianka-Dobrzyca well field according to the groundwater flow model from 2013 year (Dąbrowski et al., 2013)

Składniki bilansu <i>Components of the balance</i>	Stan naturalny – przychody (2005 r.) <i>Natural state – inflow (year 2005)</i>		Eksploatacja – przychody (2013 r.) <i>State of the exploitation – inflow (year 2013)</i>	
	[m <sup>3</sup> /h]	[%]	[m <sup>3</sup> /h]	[%]
Infiltracja opadów <i>Recharging infiltration</i>	589,9	27,2	589,9	20
Dopływ lateralny <i>Lateral recharge</i>	1416	65,3	1462,4	49,7
Infiltracja z cieków i zbiorników wodnych <i>Bank infiltration</i>	163,4	7,5	893,9	30,3
Suma <i>Sum</i>	2169,3	100	2946,2	100
Składniki bilansu <i>Components of the balance</i>	Stan naturalny – rozchody <i>Natural state – outflow</i>		Eksploatacja – rozchody <i>State of the exploitation – outflow</i>	
	[m <sup>3</sup> /h]	[%]	[m <sup>3</sup> /h]	[%]
Eksploatacja <i>Exploitation</i>	30	1,4	1260	42,8
Odpływ lateralny <i>Lateral outflow</i>	9,3	0,4	9,2	0,3
Drenaż cieków i zbiorników wodnych <i>Groundwater drainage</i>	2130	98,2	1677	56,9
Suma <i>Sum</i>	2169,3	100	2946,2	100

kację dopływu wód podziemnych spoza obszaru modelu – od strony Starej Łubianki oraz Dobrzyca oraz ograniczenie dopływu od strony południowej (ryc. 1).

## DANE I METODY BADAŃ

Ocenę stanu chemicznego wód podziemnych ujęcia Stara Łubianka-Dobrzyca wykonano na podstawie wyników archiwalnych analiz chemicznych z 1997 r. oraz z lat 2005–2013. Do oceny naturalnego stanu wód podziemnych wykorzystano wyniki analiz chemicznych przeprowadzonych w okresie próbnych pompowań wszystkich studni bariery zachodniej (1997 r.). Natomiast oceny zmian aktualnego stanu chemicznego wód dokonano na podstawie wyników analiz fizyczno-chemicznych wykonywanych przez Laboratorium Miejskich Wodociągów i Kanalizacji w Pile w ramach monitoringu lokalnego wód podziemnych.

Chemizm wód podziemnych ujmowanych przez poszczególne studnie nie wykazuje znaczącego zróżnicowania, dlatego do analizy przekształceń wód podziemnych posłużono się średnimi arytmetycznymi. Średnie te obliczono na podstawie wyników analiz z całej bariery studni.

W analizie uwzględniono następujące wskaźniki chemiczne wody: twardość ogólną, zasadowość, żelazo, mangan, chlorki, siarczany oraz nieorganiczne związki azotu.

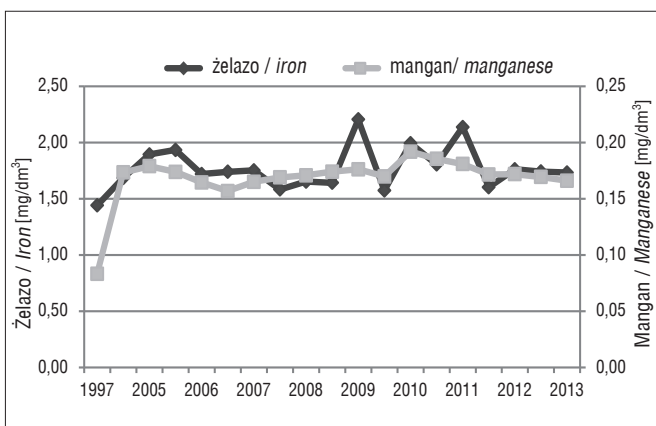
## CHEMIZM WÓD PODZIEMNYCH

Wody podziemne, eksploatowane przez barierę zachodnią ujęcia Stara Łubianka, w warunkach naturalnych charakteryzowały się niską mineralizacją, średnio zasadowym odczynem (7,1–7,6) oraz średnią twardością ogólną (3,2–6,4 mval/dm<sup>3</sup>). Typ wody określono jako wodorowęglano-wapniowy, a suchą pozostałość oznaczono w przedziale 90–300,0 mg/dm<sup>3</sup>. Stężenia chlorków i siarczanów były niskie, odpowiednio 4,6–10,0 i 2,0–20,5 mg/dm<sup>3</sup>. Zawartości takich parametrów, jak azotany i azotyny, utrzymywały się w wodzie w śladowych ilościach. Analizowane wody charakteryzowały się podwyższoną zawartością związków że-

laza (0,74–2,66 mg/dm<sup>3</sup>) oraz manganu 0,0–0,2 mg/dm<sup>3</sup>. Podwyższone stężenia tych parametrów są charakterystyczne dla wód występujących w czwartorzędowych utworach fluwioglacjalnych (Górski, 2003). Jon amonowy występował w wodach na poziomie 0,06–0,49 mg/dm<sup>3</sup>, tylko w jednej studni oznaczono jego podwyższoną zawartość na poziomie 0,64 mg/dm<sup>3</sup>.

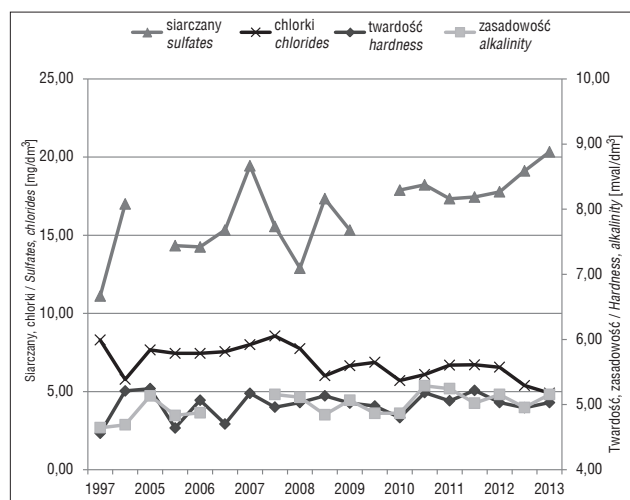
Od czasu uruchomienia eksploatacji w 2005 r. są zauważalne niewielkie zmiany chemizmu wód podziemnych, a stężenia parametrów chemicznych utrzymują się na niskim poziomie zbliżonym do naturalnego tła hydrogeochemicznego. Parametry statystyczne obliczone na podstawie analiz fizyczno-chemicznych z lat 1997 i 2005–2013 zostały przedstawione w tabeli 2.

Uruchomienie ujęcia Stara Łubianka-Dobrzyca miało wpływ na wzrost stężeń jonów żelaza i manganu w początkowej fazie eksploatacji (ryc. 4). Obniżenie zwierciadła wód odziemnych spowodowało zwiększenie miąższości strefy aeracji, a tym samym zmianę warunków redox.

**Ryc. 4.** Wykres zmian stężeń żelaza i manganu [mg/dm<sup>3</sup>] w studniach bariery zachodniej**Fig. 4.** The western barrier wells iron and manganese concentration diagram [mg/dm<sup>3</sup>]

**Tab. 2.** Parametry statystyczne wód podziemnych bariery zachodniej na podstawie analiz z lat 1997, 2005 i 2013**Table 2.** Statistical parameters of groundwater exploited by western barrier from years 1997, 2005 and 2013

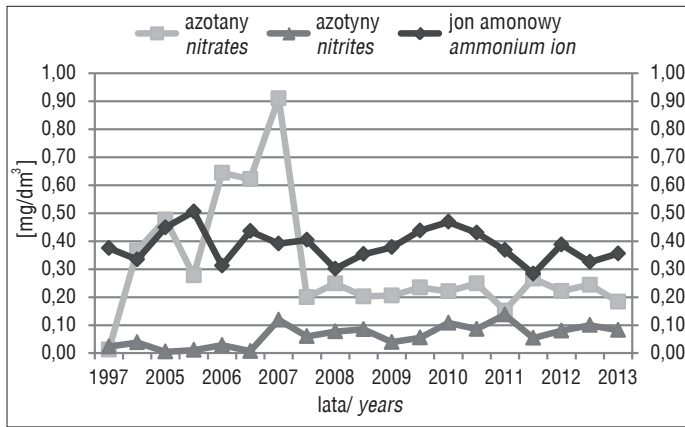
	Twardość ogólna <i>Total hardness</i>	Zasadowość <i>Alkalinity</i>	Siarczany <i>Sulphates</i>	Chlorki <i>Chlorides</i>	Żelazo <i>Iron</i>	Mangan <i>Manganese</i>	Jon amonowy <i>Ammonium ion</i>	Azotany <i>Nitrates</i>	Azotyny <i>Nitrites</i>
	[mval/dm <sup>3</sup> ]		[mg/dm <sup>3</sup> ]						
1997 – próbné pompowania <i>pumping tests</i>									
Maksimum <i>Maximum</i>	6,400	6,600	20,500	10,000	2,660	0,200	0,640	0,100	0,004
Minimum <i>Minimum</i>	3,200	3,400	2,000	4,600	0,740	0,000	0,060	0,000	0,001
Średnia <i>Mean</i>	4,560	4,644	11,111	8,300	1,441	0,083	0,375	0,013	0,003
Mediana <i>Median</i>	4,600	4,400	11,100	8,500	1,270	0,100	0,390	0,000	0,002
Odchylenie standardowe <i>Standard deviation</i>	0,877	0,913	6,043	1,711	0,516	0,063	0,163	0,033	0,001
2005 – początek eksploatacji ujęcia <i>beginning of the well field exploitation</i>									
Maksimum <i>Maximum</i>	5,920	5,200	36,000	7,000	2,780	0,198	0,560	3,300	0,010
Minimum <i>Minimum</i>	4,240	4,000	0,000	5,000	0,740	0,139	0,090	0,000	0,000
Średnia <i>Mean</i>	5,209	4,689	17,000	5,778	1,686	0,173	0,334	0,367	0,004
Mediana <i>Median</i>	5,360	4,800	19,000	5,000	1,610	0,177	0,330	0,300	0,005
Odchylenie standardowe <i>Standard deviation</i>	0,529	0,443	10,573	0,916	0,570	0,019	0,134	0,275	0,003
2013 – dane aktualne <i>actual data</i>									
Maksimum <i>Maximum</i>	5,520	6,600	45,000	5,700	2,260	0,183	0,480	1,654	0,022
Minimum <i>Minimum</i>	4,320	4,200	10,000	3,500	0,920	0,143	0,250	0,141	0,006
Średnia <i>Mean</i>	5,031	5,156	20,333	4,900	1,733	0,166	0,356	0,184	0,009
Mediana <i>Median</i>	5,200	5,000	18,000	5,000	1,690	0,171	0,350	0,165	0,006
Odchylenie standardowe <i>Standard deviation</i>	0,368	0,672	9,499	0,873	0,435	0,013	0,072	0,039	0,005

**Ryc. 5.** Wykres zmian stężeń siarczanów, chlorków oraz twardości i zasadowości w studniach bariery zachodniej**Fig. 5.** The western barrier wells total hardness, alkalinity, sulfates and chlorides concentration diagram

Doprowadziło to do utlenienia substancji organicznej i produkcji CO<sub>2</sub>, który wpływa na agresywność wód podziemnych i zwiększa rozpuszczalność manganu i żelaza (Górski, 1984).

Stężenia chlorków, zasadowości oraz twardości ogólne nie uległy większym zmianom w czasie eksploatacji. Zauważalna jest tendencja wzrostowa siarczanów (ryc. 5). Może być to spowodowane, tak jak w przypadku żelaza i manganu, utlenianiem substancji organicznej oraz siarczków (Górski, 2003).

Stężenia nieorganicznych związków azotu utrzymują się na niskim poziomie (ryc. 6). Wyjątkiem jest zauważalny w początkowych latach eksploatacji, wzrost stężenia azotanów. Mogło być to wywołane obecnością tego składnika w płytkich strefach warstwy wodonośnej. Natomiast zwiększenie spadków hydraulicznych i intensyfikacja przepływu wód podziemnych w warunkach eksploatacji może powodować migrację azotanów do głębszych stref systemu krążenia wód (Dragon & Górski, 2008).



Ryc. 6. Wykres zmian stężeń nieorganicznych związków azotu w wodach ze studni bariery zachodniej

Fig. 6. The western barrier wells ammonium ion, nitrates and nitrites concentration diagram

## WNIOSKI I PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza zmienności składu chemicznego wód w warunkach eksploatacji ujęcia Stara Łubianka-Dobrzyca nie wykazała znaczących zmian chemizmu wód. Takie wskaźniki chemiczne, jak azotany, chlorki i siarczany charakteryzują się stabilnością stężeń. Jest to związane ze sposobem zagospodarowania obszaru zasobowego ujęcia (przewaga obszarów leśnych), który wpływa na utrzymanie się dobrego stanu chemicznego eksploatowanych wód podziemnych. Należy jednak wziąć pod uwagę to, że taka sytuacja będzie się utrzymywała tylko pod warunkiem istnienia obecnego sposobu zagospodarowania terenu. Jest to szczególnie istotne w przypadku występowania okien hydrogeologicznych i swobodnego zwierciadła wód podziemnych, które determinują wysoką podatność zbiornika wód podziemnych na zanieczyszczenia.

Zagrożenie pogorszeniem się jakości wód podziemnych może pojawić się w sytuacji, gdy dojdzie do planowanej rozbudowy ujęcia. Z badań modelowych wynika, że

po uruchomieniu dwóch barier z wydajnością równą maksymalnym zasobom eksploatacyjnym, zmieni się obszar zasilania ujęcia, zwiększy się też udział infiltracji wód powierzchniowych w ogólnym bilansie krążenia wód.

W związku z powyższym, w ramach monitoringu osłonowego ujęcia, zaleca się prowadzenie badań jakości wód powierzchniowych rzek Rudy i Piławy, których infiltracja będzie stanowić łącznie 30,3% zasobów eksploatacyjnych ujęcia. Należałoby również objąć monitoringiem większą część obszaru zasobowego, wychodzącą poza teren międzyrzecza Rudy, Piławy i Gwdy. Zaleca się wykonać otwory obserwacyjne na linii dopływu wody podziemnej od wsi Stara Łubianka do bariery zachodniej. Pozwoliłyby to na wczesne wykrycie potencjalnych zanieczyszczeń, dopływających do eksploatowanych studni ujęcia, i podjęcie działań ochronnych.

Autorka pragnie podziękować Przedsiębiorstwu Miejskie Wodociągi i Kanalizacja w Pile za udostępnienie materiałów archiwalnych oraz Panu prof. UAM dr. hab. Krzysztofowi Dragonowi za pomoc w przygotowaniu artykułu.

## LITERATURA

- DRAGON K. & GÓRSKI J. 2008 – Przyczyny zanieczyszczenia wód podziemnych ujęcia Tursko dla miasta Pleszewa (województwo wielkopolskie). *Prz. Geol.*, 56 (6): 465–471.
- DĄBROWSKI S., HERCKA A., ZACZAŚ-JANECKA J., TRZECIAKOWSKA M. & PAWLAK A. 2013 – Projekt robót geologicznych na wykonanie ośmiu otworów studziennych eksploatacyjnych i wykonanie likwidacji pięciu otworów poszukiwawczych, w barierze wschodniej ujęcia komunalnego m Piły w rejonie Stara Łubianka – Dobrzyca. Hydroconsult, Poznań.
- GÓRSKI J. 1984 – Problemy racjonalnej eksploatacji zasobów wód podziemnych dolin i pradolin południowych. *Monografie*, 3: 113–121.
- GÓRSKI J. 2003 – Ujęcie wody Zawada k/Zielonej Góry – 30 lat po wystąpieniu katastrofalnych zmian jakości wody. [W:] Piekarek-Jankowska H., Jaworska-Szulc B. (red.), *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, tom. XI, Jastrzębia Góra: 135–142.
- PLECZYŃSKI J. & HERCKA A., 1984 – Dokumentacja zasobowa ujęcia wody podziemnej z utworów czwartorzędowych w m. Stara Łubianka – Dobrzyca. PG we Wrocławiu, Odział w Poznaniu.