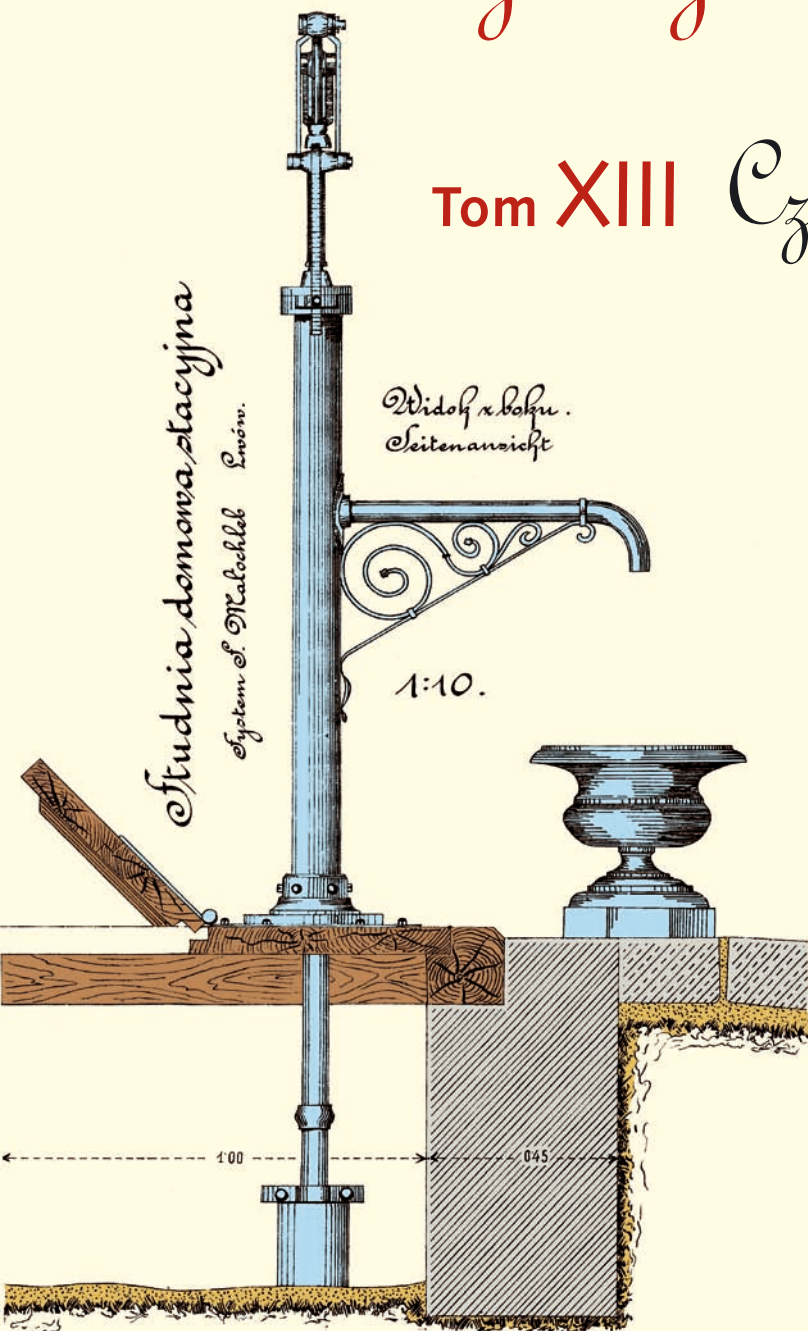


Współczesne problemy hydrogeologii

Tom XIII Część 2.





Wydanie publikacji zostało sfinansowane przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Recenzenci:

Jadwiga Szczepańska
Wojciech Ciężkowski
Józef Górski
Andrzej Kowalczyk
Ewa Krogulec
Grzegorz Malina
Jerzy Małecki
Marek Marciniak
Jacek Motyka
Marek Nawalany
Jan Przybyłek
Andrzej Rózkowski
Andrzej Sadurski
Andrzej Szczepański
Stanisław Staško
Stanisław Witczak
Andrzej Zuber

Redakcja: Andrzej Szczepański, Ewa Kmiecik, Anna Żurek

Teksty artykułów w częściach 2. i 3. zostały wydrukowane z wersji elektronicznej dostarczonej przez Autorów, metodą bezpośredniej reprodukcji (*camera ready*)

Projekt okładki i stron tytułowych: Andrzej Tomaszewski

Na okładce: fragment projektu studni miejskiej we Lwowie z 1906 roku
— ze zbiorów prof. **Antoniego S. Kleczkowskiego** (1922–2006)

Korekta: Zespół

Skład komputerowy systemem $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$: pre $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ t, www.pretext.com.pl

Druk: ROMA-POL, www.romapol.pl

ISBN-13 978-83-88927-16-4

Katarzyna Karwacka, Andrzej Rodzoch

Zmiany chemizmu wód podziemnych w rejonie ujęcia miejskiego w Koninie na przestrzeni 40 lat jego eksploatacji

Changes in Chemical Composition of Groundwater in the Area of the Konin Communal Intake for 40 Years of its Exploitaion

Słowa kluczowe

ujęcie wody w dolinie rzecznej, zmiany chemizmu wód na skutek ich eksploatacji

Key words

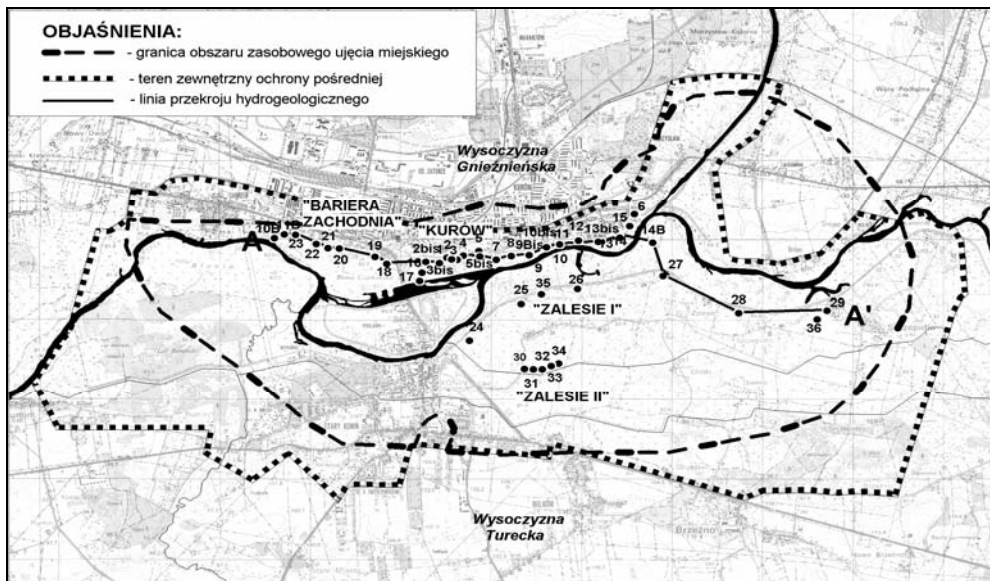
groundwater intake in a river valley, changes in chemical composition of groundwater due to exploitation

Abstract

The communal groundwater intake in Konin is an interesting example of an intake located in the river valley. It is exploiting marlstone fissured formation of upper cretaceous which is covered with river sediments of a little thickness. Many years' exploitation of the intake has formed a deep depression cone in the cretaceous aquifer in spite of almost direct contact with the alluvial aquifer of the Warta river valley. An interesting question would be to estimate how the quality of the water of this communal intake has been changing for 40 years of its exploitation.

WPROWADZENIE

Miasto Konin zaopatrywane jest obecnie w wodę przez 18 studni ujęcia "Kurów", zlokalizowanych na tarasie zalewowym oraz skarpie prawego brzegu rzeki Warty, w odległości od 70 m do 300 m od jej koryta. Pozostałe, liczne studnie zlokalizowane na terenie miasta oraz w obrębie tzw. "Bariery Zachodniej" i barier: "Zalesie I" i "Zalesie II", są nieczynne lub eksploatowane jedynie okazjonalnie (rys. 1). Dolina Warty w rejonie Konina to płaski obszar, lekko nachylony w kierunku zachodnim, o szerokości 2,5–3,0 km. Rzędne terenu wahają się w granicach 80,5–84,0 m n.p.m. Od północy obszar doliny ograniczony jest Wysoczyzną Gnieźnieńską o rzędnych terenu dochodzących w obrębie miasta do około 108,0 m n.p.m., a od południu Wysoczyzną Turecką o rzędnych sięgających maksymalnie do 186,9 m n.p.m. w rejonie tzw. Złotej Góry

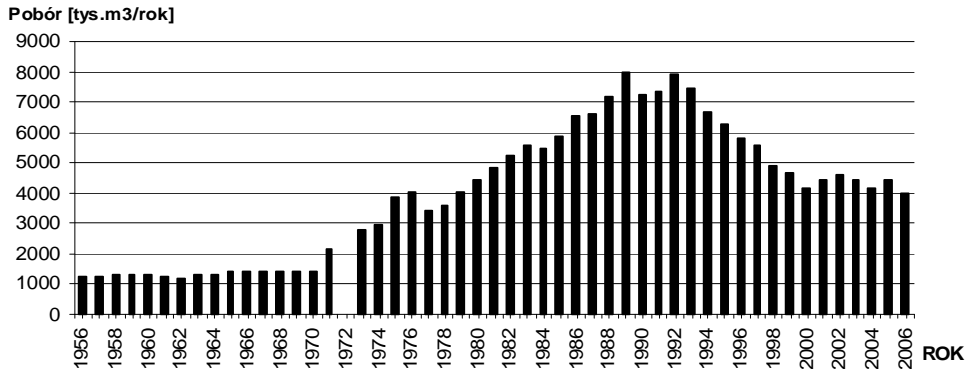


Rysunek 1. Lokalizacja komunalnego ujęcia wód podziemnych w Koninie, skala 1: 60 000

Figure 1. Localization of the communal groundwater intake in Konin, scale 1: 60000).

Ujęcie miejskie pracuje w ramach zasobów eksploatacyjnych zatwierdzonych w 1986 r. w kat. B w wysokości $Q = 2970 \text{ m}^3/\text{h}$ przy $S = 21\text{--}38 \text{ m}$ (rzędne 45–60 m.n.p.m) dla fragmentu doliny Warty o powierzchni $18,6 \text{ km}^2$, w tym dla ujęcia „Kurów” w wysokości $Q = 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ i $S = 35 \text{ m}$. (Pleczyński J i in., 1986). Obecnie ujęcie eksploatowane jest z wydajnością około $460 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresjach eksploatacyjnych rzędu 25–45 m, co świadczy o poważnych błędach w ocenie zasobów z roku 1986. Weryfikacja zasobów dokonana w 2006 r. (Rodzoch i in., 2006a), maksymalne możliwości eksploatacyjne ujęcia ustaliła na około $800 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji rzędu 47,0 m.

Ujęcie Kurów eksploatowane jest od 1956 r. i jak wynika z załączonego wykresu (rys. 2) maksymalny pobór przypadał na przełom lat 80 i 90 XX wieku. Od roku 2000 ustabilizował się na mniej więcej stałym poziomie. Dobrze prowadzona archiwizacja analiz wód wykonanych na przestrzeni lat funkcjonowania ujęcia, pozwala na dokonanie analiz zmian chemizmu wód wywołanych jego eksploatacją.



Rysunek 2. Pobór wody na ujęciu Kurów w Koninie w latach 1956-2005

Figure 2. Groundwater pumpage in Kurow intake in the period 1956-200

BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

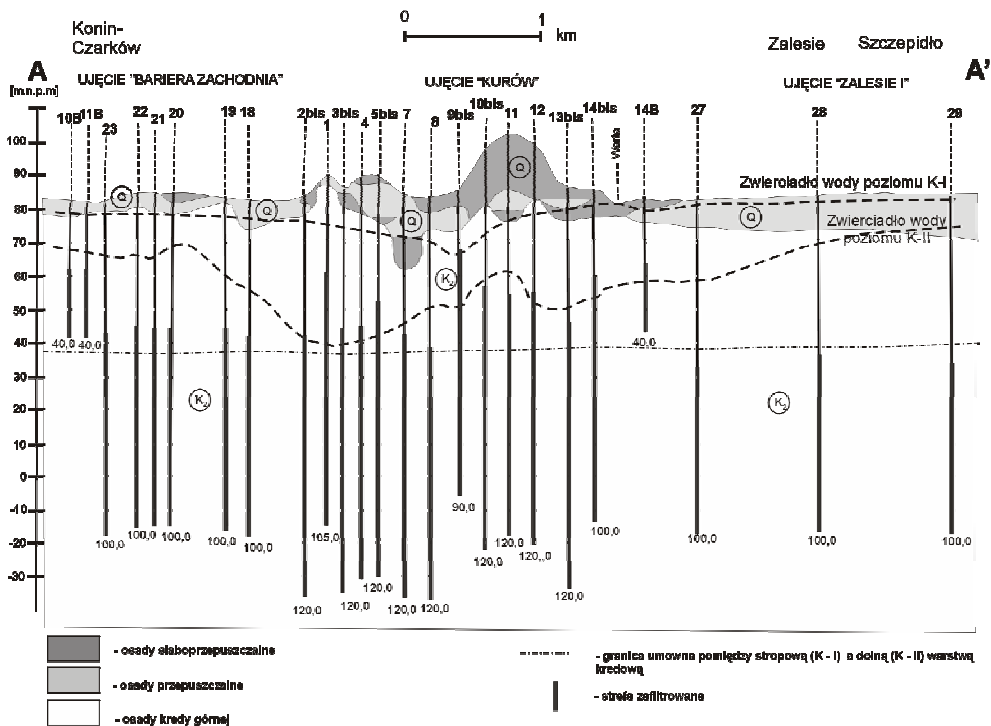
Koniński odcinek doliny Warty znajduje się w obrębie synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego. Budowa geologiczna doliny jest wyjątkowo dobrze rozpoznana licznymi wierceniami sięgającymi do głębokości około 120 m. Na powierzchni występują dolinne osady czwartorzędowe o zmiennej miąższości rzędu 5–10 m, wykształcone głównie w formie piasków rzecznych z lokalnymi przeławieniami mułków i torfów. W obrębie wysoczyzn miąższość czwartorzędowej jest znacznie większa i dochodzi do 40-50 m. Osady czwartorzędowe zalegają bezpośrednio na utworach marglisto-wapiennych kredy górnej.

W obrębie obszaru zasobowego ujęcia miejskiego (rys. 1) występują dwa poziomy wodonośne o charakterze użytkowym: kredowy (główny) i czwartorzędowy (podrzędny), ujmowany lokalnie studniami kopanymi (rys. 3).

Poziom czwartorzędowy, związany z holoceniowymi osadami piaszczystymi, ma charakter swobodny a jego zwierciadło występuje na głębokości 0,5–2,0 m. Pozostaje w ścisłym związku hydraulicznym zarówno z wodami powierzchniowymi Warty i kanałów melioracyjnych, jak i ze stropowa częścią margli kredowych.

Poziom kredowy związany ze spękany marglami kredy górnej, występuje w obrębie doliny stosunkowo płytko, najczęściej na głębokości nie przekraczającej 10 m. Układ szczelin, ich gęstość jak i rozprzestrzenienie są bardzo zróżnicowane co powoduje, że poziom ten tworzy skomplikowany hydraulicznie system, w obrębie którego można wyróżnić dwie wyraźnie różniące się hydrodynamicznie warstwy: górną (K-I) i dolną (K-

II) (rys. 3). Dwudzielność ta jest czysto umowna i wynika ze zróżnicowanych warunków krążenia i zasilania stropowej i wglębnej części górotworu kredowego. Część stropowa jest gęściej uszczelniona z uwagi na występowanie szczelin wietrzeniowych i pozostaje prawie w bezpośrednim kontakcie z aluwiami doliny Warty. Część wglębna jest słabiej uszczelniona, a zasilanie pionowe jest bardzo utrudnione i odbywa się głównie za pośrednictwem pionowych szczelin pochodzenia tektonicznego. Pomiary zwierciadła wody wykonywane w otworach ujmujących warstwę K-I i K-II wykazują, że w warunkach aktualnej eksploatacji różnice w rzędnych zwierciadła wody pomiędzy tymi warstwami przekraczają 20 m (rys. 3). Na podstawie wykonanych ostatnio analiz modelowych (Rodzoch i in., 2006a), wielkość zasilania poziomu kredowego z warstwy aluwialnej (zasilanej z infiltracji opadów oraz z dopływu z rzek i kanałów) w obrębie obszaru zasobowego ujęcia, stanowi około 34% wielkości jego eksploatacji.



Rysunek 3. Przekrój hydrogeologiczny przez ujęcie miejskie w Koninie

Figure 3. Hydrogeological cross section across the communal groundwater intake in Konin

ZMIANY CHEMIZMU WÓD PODZIEMNYCH W OBSZARZE ZASOBOWYM UJĘCIA MIEJSKIEGO

Analizując charakter zmian składu chemicznego wód podziemnych ujmowanych na ujęciu „Kurów” posłużono się 681 analizami fizyko-chemicznymi, z czego 78 to analizy pełne wykonane w ramach monitoringu osłonowego ujęcia prowadzonego od 2002 r.

Wyniki dotychczasowych badań pozwalają stwierdzić, że w rejonie Konina, w obrębie kredowego piętra wodonośnego zarysowuje się wyraźna strefowość hydrochemiczna wód, objawiająca się zróżnicowaniem ich typu. W warstwie stopowej poziomu kredowego (K-I) wody są typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$, a warstwie dolnej (K-II) typu $\text{HCO}_3\text{-Na}$. W studniach bariery „Kurów”, ujmujących warstwę głębszą, woda ma z reguły typ $\text{HCO}_3\text{-Ca}$, co związane jest ze wzmożeniem przesączania wód z warstwy stropowej. W centralnej części ujęcia dochodzi do intensywnego mieszania się wód różnego typu i pojawiają się wody trzyjonowe: wodorowęglanowe ze zmienną ilością jonów sodu i wapnia. Spośród całej gamy badanych elementów fizyko-chemicznych wód podziemnych w rejonie doliny Warty, analizie szczegółowej poddano jedynie cztery składniki: amoniak, chlorki, siarczany i żelazo, podlegające najsilniejszym przemianom hydrochemicznym w warunkach eksploatacji ujęć wód. Zakresy zmian ich stężeń obserwowane w różnych latach eksploatacji ujęcia, przedstawiono w tabeli 1.

Zmiany stężenia amoniaku

Zawartość amoniaku w wodach podziemnych rejonu badań jest silnie zróżnicowana. Największe stężenie tego składnika na przestrzeni lat obserwuje się w wodach ujmowanych z poziomu czwartorzędowego w rejonie Zalesia (max 5,55 mg/l). W poziomie kredowym, w rejonie Kurowa większe stężenie tego składnika odnotowano w przypadku dolnego poziomu kredowego (K-II), co może być związane ze zwiększonym dopływem wód aluwialnych w centrum leja depresji. Podwyższone zawartości amoniaku, przekraczające często wartości dopuszczalne dla wód pitnych, ale nie przekraczające z reguły 1,0 mg/l, odnotowuje się w większości eksploatowanych studni w tym rejonie (studnia numer: 2bis, 4, 5, 7, 8, 13, 14, 15 i 17). Zmiany stężenia tego składnika obrazowo pokazano na przykładzie otworu nr 12 (rys. 4)

Zmiany stężenia żelaza

Zawartość żelaza w badanych wodach podziemnych jest bardzo zróżnicowana. Jego wartość waha się w szerokich granicach w poszczególnych studniach. Największe jego stężenie od początku istnienia ujęcia zaobserwowano w latach 80 i na przełomie 90 ubiegłego wieku. W rejonie „Kurowa” zawartość w wodzie tego składnika wahała się od 0,04–10,3 mg/l. Maksymalne stężenia notowane były w studniach numer: 3bis (max 6,0 mg/l), 10bis (max 8,0 mg/l) i 17 (max 10,3 mg/l). W tym okresie na ujęciu obserwuje się wzmożony wzrost poboru wody, co spowodowało intensywne zmiany warunków hydrochemicznych, ujawniających się m.in. wzrostem zawartości żelaza i dużą jego zmiennością. W pozostałym okresie jego stężenie w zasadzie nie przekracza 2 mg/l.

Tabela 1. Zakres zmian wybranych składników w wodach podziemnych w rejonie Konina

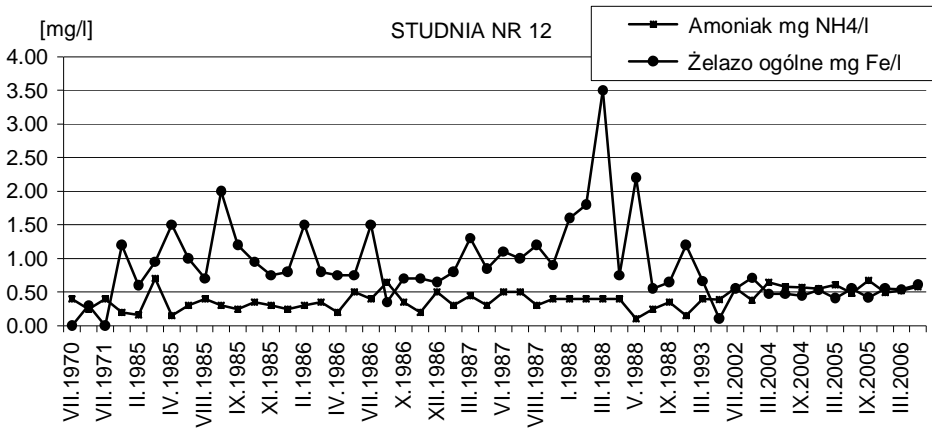
Table 1. Range of changes of the selected elements of the groundwater in the Konin region

Składnik wód podziemnych	Ujęcie:	KURÓW		ZACHODNIA		ZALEŚIE			Wymaganie dla wód pitnych*
		poziom czwartorzędowy	poziom kredowy (K-II)	poziom kredowy (K-I)	poziom kredowy (K-II)	poziom czwartorzędowy	poziom kredowy (K-I)	poziom kredowy (K-II)	
Amoniak [mg/l]	1968 - 1981	0,0-3,0	0,1-1,1						0,5
	1982 - 1984	0,0-3,25	0,12-1,4	0,0-0,65	0,3-0,67	0,0-1,5	0,0-1,5	0,48-1,34	
	1985 - 1993	nb	0,02-1,12	nb	nb	nb	nb	nb	
	2002 - 2006	nb	0,48-1,54	0,7-0,84	0,89-1,1	0,89-5,55	0,38-0,93	0,7-1,2	
Chlorki [mg/l]	1968 - 1981	105-160	15,0-88,0						250
	1982 - 1984	14,4-58,56	12,0-120,0	7,68-82,0	53,0-113,0	5,64-142,9	13,44-138,2	108,0-180,0	
	1985 - 1993	nb	4-125	nb	nb	nb	nb	nb	
	2002 - 2006	nb	32-118	136-145	29-47	22-134	27-103	43-122	
Siarczany [mg/l]	1968 - 1981	197-236	7,4-80,0						250
	1982 - 1984	22,22-57,61	6,4-55,1	6,17-72,01	nb	4,9-116,45	1,23-110,28	nb	
	1985 - 1993	nb	0-142	nb	nb	nb	nb	nb	
	2002 - 2006	nb	nw-97	228-298	nw	nw-29	nw-37	nw-38	
Żelazo [mg/l]	1968 - 1981	0,0-0,6	0,05-2,0						0,2
	1982 - 1984	nw-1,0	0,04-1,6	0,1-2,1	nw-0,1	0,05-1,8	0,1-1,7	0,01-0,08	
	1985 - 1993	nb	0,04-18	nb	nb	nb	nb	nb	
	2002 - 2006	nb	0,07-0,61	0,36-2,89	0,01-0,04	3,08-30,4	0,13-1,65	0,1-3,6	

*wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 19.XI.2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi

nw – nie wykryto danego składnika w badanej wodzie

nb – brak danych



Rysunek 4. Zmiany stężenia amoniaku i żelaza w studni nr 12 ujęcia Kurów

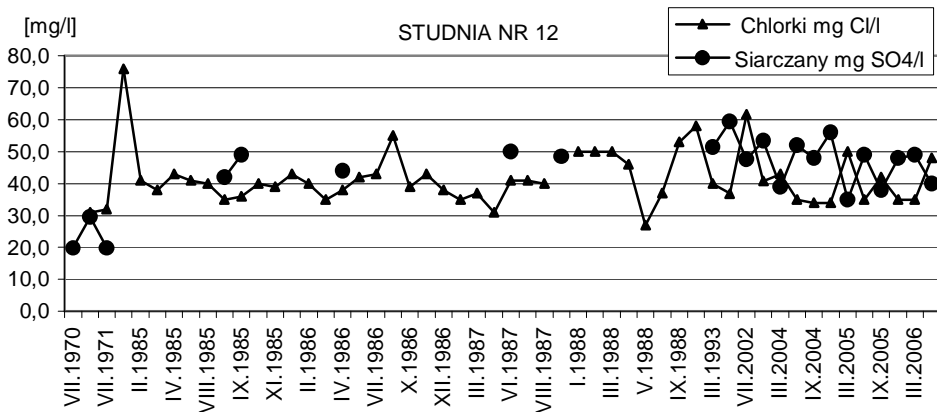
Figure 4. Ammonia and iron concentration changes in the well nr 12 of water intake Kurów

Zmiany stężenia chlorków

Zawartość chlorków w badanej wodzie jest dosyć zmienna. Potwierdzają to także wyniki badań prowadzone w ramach monitoringu osłonowego ujęcia. W przypadku "Bariery Zachodniej", w płytszych otworach (do 70 m) ujmujących górny poziom kredowy (K-I), w badanej wodzie obserwuje się wzrost stężenia tego składnika. Na przestrzeni ostatnich 20 lat istnienia ujęcia ich wartość wzrosła prawie 2-krotnie (max 145 mg/l). Podwyższone stężenie amoniaku oraz wysoka wartość chlorków może świadczyć o silnym dopływie zanieczyszczonych wód z wyższych poziomów i/lub kontakcie z wodami powierzchniowymi. W rejonie samego ujęcia "Kurów" zawartość w wodzie chlorków wykazuje dużą zmienność, ale nie widać wyraźnych trendów zmian jakości wody. Ich wartość w zasadzie waha się w granicach od 30–60 mg/l (rys. 5).

Zmiany stężenia siarczanów

Stężenie siarczanów w badanych wodach podziemnych jest bardzo zróżnicowane. W rejonie „Zalesia” wysokie stężenia tego składnika odnotowano w pierwszym okresie istnienia ujęcia (ponad 110 mg/l). Obecnie jego wartość jest zdecydowanie niższa i plasuje się w okolicach 40 mg/l. W studniach na ujęciu "Kurów" największe stężenie siarczanów odnotowano w latach 1985–1993 i wynosiło ono maksymalnie 142 mg/l. Na podstawie wyników ostatnich badań ich wartość jest znacznie niższa i wynosi 97 mg/l (tab. 1), a najwyższe stężenia notowane były w studniach nr 7 i 12 (rys. 5). W płytkich studniach "Bariery Zachodniej", o głębokości 70 m obserwuje się zdecydowany wzrost stężenia tego składnika na przestrzeni istnienia ujęcia, maksymalnie do 298 mg/l (tab. 1). Jest to prawdopodobnie przejaw działania lokalnego ogniska zanieczyszczenia.



Rysunek 5. Zmiany stężenia chlorków i siarczanów w studni nr 12 ujęcia Kurów

Figure 5. Chlorid and sulphate concentration changes in the well nr 12 of water intake Kurow

Na podstawie analizy archiwalnych wyników badań fizyko–chemicznych można wnioskować, że najbardziej zanieczyszczone są wody poziomu czwartorzędowego, kontaktujące się bezpośrednio z wodami powierzchniowymi, głównie z wodami rzeki Warty. W przypadku poziomu kredowego stosunkowo najgorszą i najbardziej zmienną jakością charakteryzowały się wody na ujęciu „Kurów”, co głównie związane było z przemianami hydrochemicznymi w centrum leja depresji i częściowo także z zanieczyszczeniami antropogenicznymi. Na przestrzeni lat 1968–1984 w studniach w tym rejonie obserwowano podwyższoną barwę, dużą mętność, wysokie było stężenie m.in. żelaza, manganu, amoniaku, azotanów oraz siarczanów. W niektórych studniach woda wyróżniała się stałym zapachem siarkowodoru oraz pojawiało się skażenie bakteriologiczne. W otworach na „Barierze Zachodniej” i „Zalesiu” wszystkie wyżej wymienione składniki fizyko – chemiczne występowały w znacznie mniejszych ilościach. Obecnie po uporządkowaniu gospodarki wodno – ściekowej w rejonie skarpy i tarasu zalewowego jakość wody w rejonie Kurowa uległa poprawie. Problem pojawiającego się skażenia bakteriologicznego został praktycznie wyeliminowany. Większość badanych wskaźników utrzymuje się w granicach I lub II klasy czystości wody (wg PIOS, 1995). Cały czas utrzymuje się jednak podwyższone stężenie amoniaku, wysoka jest również wartość przewodności elektrolitycznej właściwej. W rejonie tym najgorszą jakość wody obserwuje się w studni nr 17, zlokalizowanej najbliżej koryta rzeki Warty. Również w rejonie ujęcia „Zalesie” obserwuje się wysokie stężenie amoniaku, lokalnie zdarza się także wysokie stężenie żelaza i manganu. Natomiast w przypadku ujęcia „Bariera Zachodnia” nastąpiło pogorszenie jakości wody. Obserwacjami monitoringowymi zostały objęte obydwie warstwy kredy górnej. Zdecydowanie gorszej jakości jest woda ujmowana z poziomu górnego (K-I). Maksymalne wartości odnotowano w przypadku przewodności elektrolitycznej właściwej, podwyższona jest twardość ogólna, wysokie jest stężenie wapnia, amoniaku, żelaza i manganu. Okresowo pojawia się wysokie stężenie siarczanów

i fosforanów. Spośród składników specyficznych, w studniach kredowych obserwuje się cały czas wysoką i dość stabilną zawartość strontu, przekraczającą często wartości dopuszczalne dla III klasy jakości. W poziomie czwartorzędowym jego wartość mieści się w granicach I klasy czystości (Rodzoch A. i in. 2006 b).

WNIOSKI

Chemizm wód podziemnych w rejonie ujęcia miejskiego w Koninie jest mocno zróżnicowany i zmienny. Największe wahania stężeń poszczególnych składników obserwuje się w poziomie czwartorzędowym, będącym w bezpośrednim kontakcie z wodami powierzchniowymi. Wyraźnie podwyższone wartości obserwuje się zwłaszcza w przypadku żelaza, manganu i amoniaku. Jest to cecha charakterystyczna płytko występujących wód podziemnych obszarów dolin rzecznych i pradolin. W obrębie kredowego piętra wodonośnego lepszą jakością charakteryzują się wody głębokie (warstwa K-II), natomiast skład chemiczny wód poziomu górnego (K-I) jest bardziej zróżnicowany i bardziej zbliżony do tego obserwowanego w poziomie aluwialnym, z którym pozostaje prawie w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym. Z analizy zmienności składu chemicznego wód podziemnych w rejonie leja depresji ujęcia miejskiego na przestrzeni 40 lat jego eksploatacji wynika, że poważne zmiany hydrodynamiczne, jakie nastąpiły w obrębie górotworu kredowego, nie spowodowały znaczącego i trwałego pogorszenia jakości eksploatowanych wód. Skład chemiczny wód w poszczególnych studniach ujęcia "Kurów" jest dość znacznie zróżnicowany i uzależniony od charakteru kontaktu z wodami aluwii i wodami powierzchniowymi rzeki Warty. Obserwowane od lat zmiany mają charakter głównie sezonowy bez wyraźnego trendu pogarszania się jakości ujmowanych wód. Nie skutkują one koniecznością zmiany stosowanego dotąd sposobu uzdatniania wody na ujęciu.

Literatura:

1. Pleczyński J., Karpa M., 1986: *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych z utworów czwartorzędowo-kredowych w kat. B, dla ujęć komunalnych w Koninie*. Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu, oraz Ośrodek Badań Hydrogeologicznych i Modelowania Matematycznego w Poznaniu.
2. Rodzoch A. i inni, 2006 a: *Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne miejskiego ujęcia wód podziemnych w Koninie*. Archiwum BPiOW Hydroeko, Warszawa.
3. Rodzoch A. Muter K. Karwacka K., 2006 b: *Roczny raport z wykonanych prac w ramach monitoringu osłownego komunalnego ujęcia wód podziemnych dla miasta Konin. Rok 2004, 2005*. Archiwum BPiOW Hydroeko, Warszawa.
4. Staniewicz – Dubois H., 1995: *Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych*. PIOŚ, Warszawa.