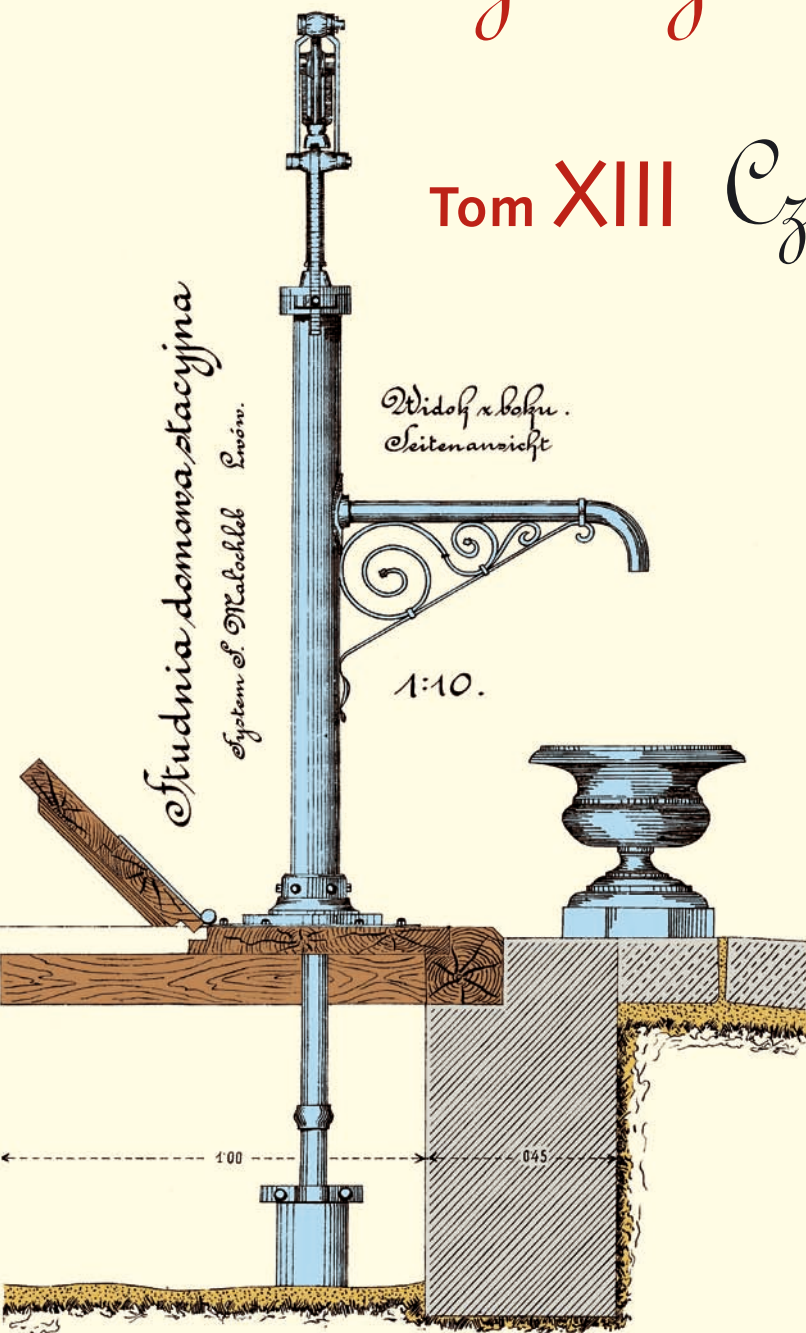


Współczesne problemy hydrogeologii

Tom XIII Część 3.





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 Staśko
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 Sawicka

Rynna brwinowska i jej znaczenie dla kształtowania się lokalnych i regionalnych warunków hydrogeologicznych

Brwinowska Buried Valley and its Role in Forming Local and Regional Hydrogeological Conditions

Słowa kluczowe rynna brwinowska, niecka mazowiecka, badania izotopowe, ascenzja

Key words Brwinowska Buried Valley, Mazovian basin, isotopic studies, ascent flow

Abstract Brwinowska Buried Valley is a Quaternary buried structure situated in the central part of Mazovian basin. Isotopic groundwater studies and evaluation of hydrogeological conditions of the Brwinowska Buried Valley not only allowed to observe differences in vertical groundwater flow in this structure, but also to point out the relation with the Mazovian basin. It is also claimed that in the southern part of the Brwinowska Buried Valley groundwater from the Quaternary series recharge the oligocene aquifer of the Mazovian basin. Present results of the research show that in the northern part of this structure the groundwater ascent flow is possible.

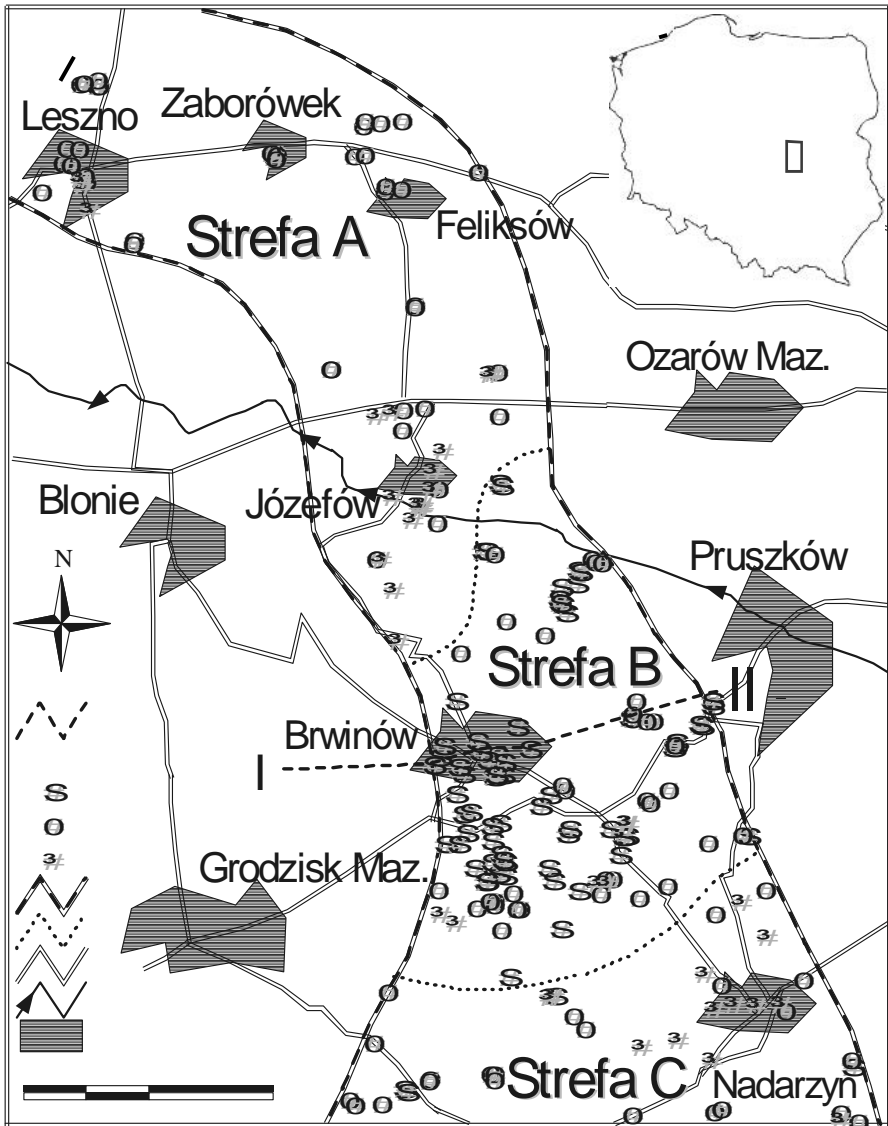
Wstęp

Czwartorzędowe doliny kopalne występujące dość licznie na terenie Mazowsza rzadko stają się przedmiotem szczegółowych badań hydrogeologicznych. Często są one jednak najlepszymi strukturami dla zaopatrzenia w wodę, zwłaszcza na obszarach o znacznym na nią zapotrzebowaniu, takich jak gęsto zaludnione rejony strefy podwarszawskiej, gdzie złej jakości wód powierzchniowych towarzyszy brak lub występowanie mało zasobnych czwartorzędowych poziomów wodonośnych.

Jedną z najważniejszych, ze względu na jej znaczenie użytkowe, struktur kopalnych na terenie Mazowsza jest kopalna dolina brwinowska. Położona jest w centralnej części niecki mazowieckiej, jej przebieg stwierdzono dotychczas na łącznej długości około 60 kilometrów, z czego dobrze rozpoznana jest część północna (na północ od linii Nadarzyn-Książenice) (rys. 1) Odcinek ten ma dokładnie wyznaczone granice wschodnie i zachodnie, jego szerokość rzadko przekracza ok. 5 km, przy maksymalnych głębokościach sięgających ok. 200 m. Natomiast przebieg odcinka południowego doliny kopalnej jest mniej czytelny ze względu na rozmycie na poszczególnych etapach erozji oraz łączące z nią mniejsze formy dolinne o przebiegu SW-NE występujące na przykład w okolicy Misuł-Książenice, czy Radonic-Owczarni. Powoduje to zwiększenie się szerokości struktury nawet do kilkunastu kilometrów i jest przyczyną poważnych trudności w precyzyjnym ustaleniu jej granic (rys. 1). Dlatego przedmiotem niniejszego opracowania będzie tylko wspomniany wyżej północny fragment brwinowskiej doliny kopalnej zwany dalej „ryną brwinowską”, czyli rejon na północ od linii Nadarzyn-Sięstrzeń-Książenice po okolice Borzęcina-Zaborowa-Leszna.

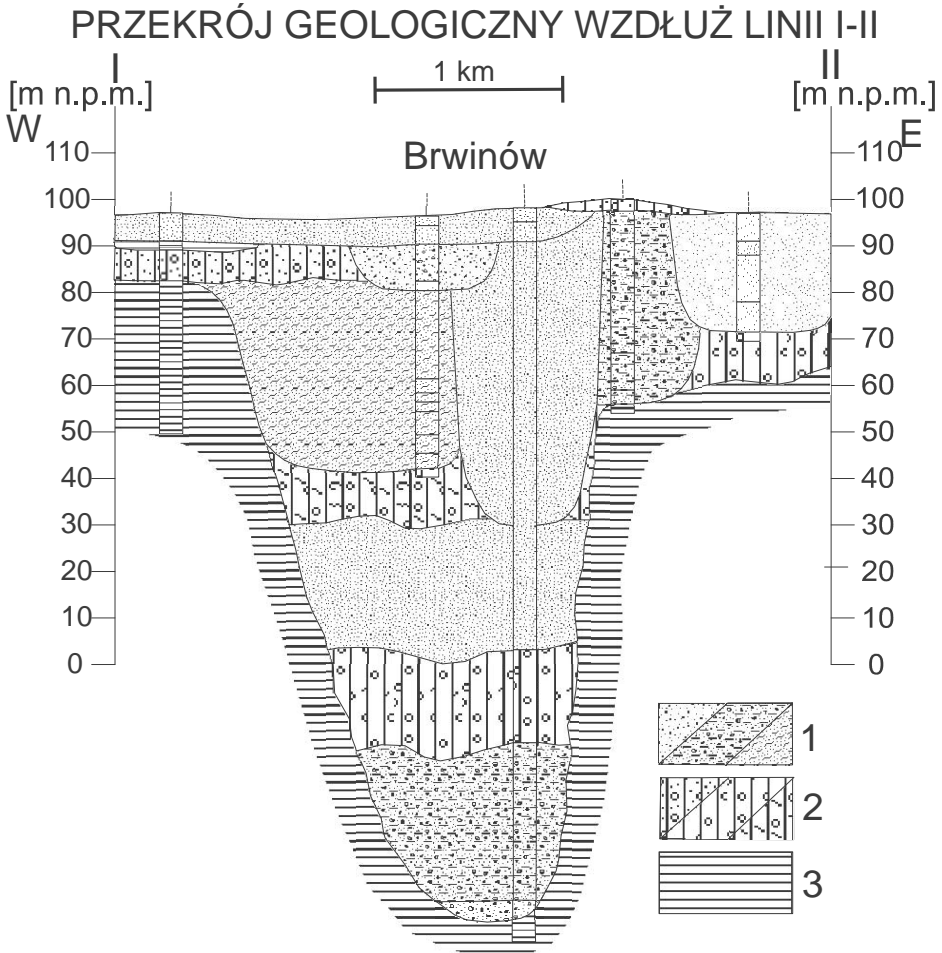
Położenie i charakterystyka hydrogeologiczna ryny brwinowskiej

W rejonie ryny brwinowskiej wydzielono trzy strefy pokrywające się z jednostkami fizyczno-geograficznymi i geomorfologicznym (rys. 1) oraz wyraźnie zróżnicowane pod względem budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych. Strefa A (północna) rozciągająca się na terenie poziomu błońskiego i strefa C (południowa) należąca do Wysoczyzny Mszczonowskiej, to obszary o przewadze utworów interglacjalnych, glacialnych i fluwioglacjalnych. Są to głównie: piaski, gliny i mułki z lokalnie występującymi zaburzeniami glacictektonicznymi w postaci kier iłłów pliocenkich. Występują tu izolowane kompleksy wodonośne o napiętym zwierciadle wód. Strefa B (centralna) to obszar stożków napływowych, zbudowana z miąższach osadów piaszczysto-zwirowych, pozbawiona nadkładu i stanowiąca strefę bezpośredniej infiltracji wód opadowych.



Rysunek 1. Mapa dokumentacyjna rynny brwinowskiej z podziałem na strefy.
 Objasnienia: 1 – linia przekroju geologicznego; 2 – studnie ujmujące: a – kompleks I, b – kompleks II, c – kompleks III; 3 – granice rynny brwinowskiej; 4 – strefy; 5 – drogi; 6 – rzeka Utrata; 7 – miasta

Figure 1. Location map of the Brwinowska Buried Valley with current zoning
 Explanation: 1 – line of a geological cross-section; 2 – Wells of: a – series I, b – series II, c – series III; 3 – borders of the Brwinowska Buried Valley; 4 – zones; 5 – roads; 6 – Utrata river; 7 – towns



Rysunek 2. Przekrój geologiczny. Objaśnienia: 1 – piasek drobnoziarnisty, piasek gliniasty, piasek pylasty ; 2 – glina piaszczysta, glina, glina pylasta; 3 – il
Figure 2. Geological cross-section. Explanation: 1 – fine sand, loamy sand, dusty sand; 2 – sandy clay; clay, dusty clay; 3 – silt

W sumie, w obrębie rynny brwinowskiej udało się wyróżnić w profilu pionowym trzy kompleksy wodonośne o różnym stopniu rozwinięcia i występowania (Ciechanowska i in., 1976; Sawicka, 2005):

- I kompleks wodonośny występuje w strefie centralnej (B) i jest tam ujmowany powszechnie, tylko sporadycznie ujmowany jest strefie południowej (C), nie występuje zaś w strefie północnej (A). Jego miąższość z reguły przekracza 40 m i dochodzi do 100 m, nie jest izolowany od powierzchni terenu (rys. 1–2);

- II kompleks wodonośny występuje na całej długości rynny, ujmowany jest powszechnie, jego średnia miąższość to ok. 20 m, osiągać może 60 m; izolowany jest od powierzchni terenu 30-40 metrową warstwą glin zwałowych (rys. 1–2);
- III kompleks występuje na całej długości rynny, ujmowany jest jednak rzadko, najczęściej w strefie północnej (A), w strefie centralnej (B) tylko sporadycznie, średnia miąższość wynosi ok. 22 m, osiągać może 40 m; jest izolowany od powierzchni terenu 50-70 metrową warstwą mułków i ilów (osady zastoiskowe) (rys. 1–2).

Regionalne i lokalne drogi krążenia wód podziemnych

Niezwykle istotnym problemem związanym ze złożonymi i wciąż niezadowolająco poznаныmi warunkami hydrogeologicznymi jest ustalenie dróg krążenia wód podziemnych w obrębie samej rynny oraz występowania więzi hydraulicznych zwłaszcza z utworami niżej leżącymi. Przez fakt występowania rynny w centralnej części niecki mazowieckiej, wzajemne relacje obu struktur oraz możliwość mieszania się wód z utworów czwartorzędowych z wodami utworów neogeńskich – miocenu i oligocenu, nie zostały do tej pory jednoznacznie ustalone, a rola rynny brwinowskiej w zasilaniu i/lub drenażu poziomu oligoceńskiego niecki mazowieckiej może okazać się niezwykle istotna i ciekawa.

Utwory czwartorzędowe rynny brwinowskiej najczęściej oddzielone są od utworów neogeńskich warstwą ilów plioceńskich, na ogół o miąższości 20-30 m, lecz lokalny brak tych osadów stwarza możliwość kontaktów hydraulicznych między różnowiekowymi utworami wodonośnymi, gdyż miejscami utwory czwartorzędowe leżą na miocenijskich (okolice Brwinowa, Nadarzyna) bądź kontaktują się bezpośrednio z utworami oligocenu (Józefów, Świącice).

Z badań izotopowych (^{14}C i ^{36}Cl) wód z utworów oligocenu prowadzonych w zachodniej części niecki mazowieckiej, przeprowadzonych przez Nowickiego w 2001 r., wynika iż brwinowska dolina kopalna przynajmniej na swoim południowym odcinku (na południe od Brwinowa i Nadarzyna), jest ważną strefą zasilania dla warstw wodonośnych miocenu i oligocenu niecki mazowieckiej. Wskazują na to m.in. podwyższone zawartości radiowęgla w wodach z utworów oligocenu, które można uznać za stosunkowo młode, o „wieku” szacowanym na 2-3 tys. lat (Nowicki, 2001).

O ułatwionym kontakcie między wodami z utworów czwartorzędowych oraz miocenijskich i oligoceńskich świadczyć mogą również duże stężenia trytu obserwowane w przeszłości na tym obszarze. Dzięki badaniom trytowym prowadzonym na Stacji Hydrogeologicznej I/211 Brwinów wiadomo, że koncentracja trytu w wodach z utworów czwartorzędowych była w latach 70. znaczna i wahała się od 19 do 84 TU (tab. 1). Jednocześnie notowane stężenia trytu w wodach z utworów miocenijskich wynosiły okresowo ponad 40 TU, a w wodach z utworów oligoceńskich ok. 2-10 TU (Paderewski, Walendziak, 1976). Wzbogacenie wód w ten izotop świadczy o dopływie wód infiltrujących w okresie prowadzenia prób z bronią jądrową w latach pięćdziesiątych. Uważa się, że warunki intensywnego pompowania sprzyjają zasilaniu wodonośnych utworów miocenijskich i oligoceńskich niecki

mazowieckiej w wody z utworów czwartorzędowych, a dopływ wód infiltracyjnych można szacować na ok. 20 lat (Nowicki, 2001).

Aktualne badania trytowe wód z kompleksów czwartorzędowych pokazują dużo niższe stężenia tego izotopu w omawianym rejonie (Brwinów, Podkowa Leśna), obserwuje się tam koncentracje rzędu kilku jednostek TU (tab. 2), zaś wody z utworów neogenu są beztrytowe (Nowicki, 2001).

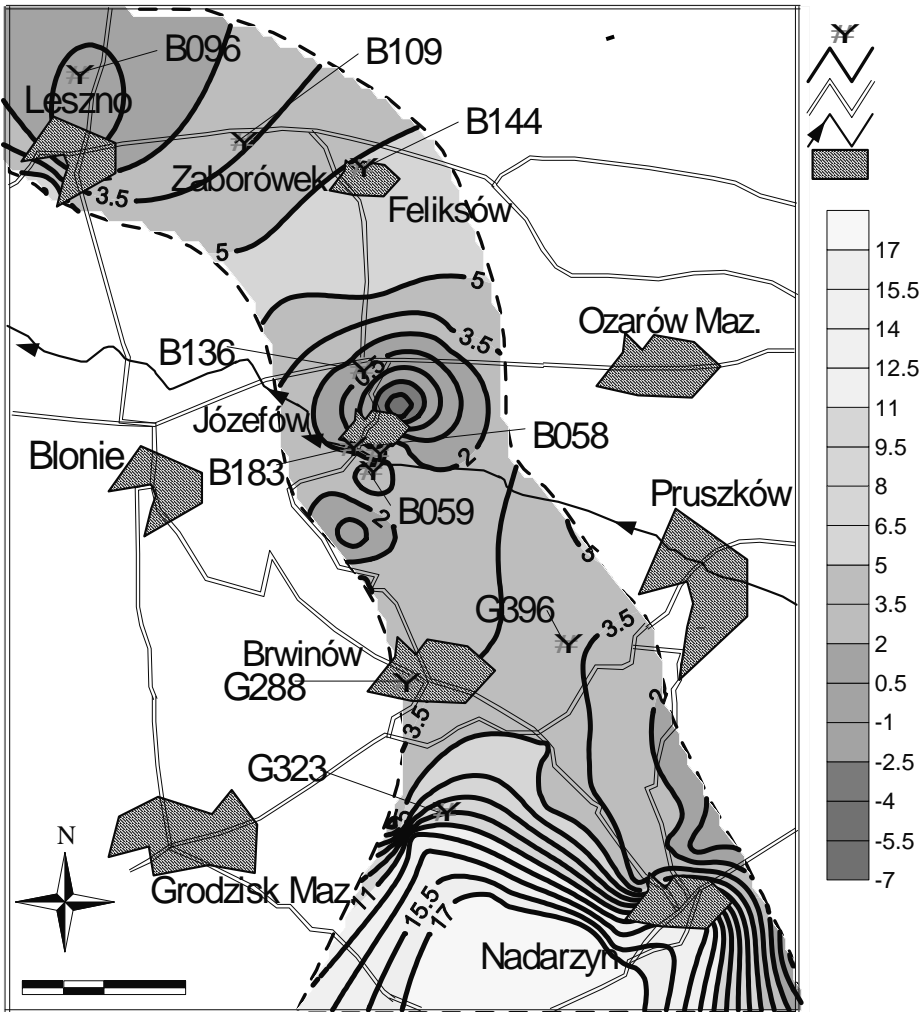
Tabela 1. Stężenia trytu w wodach podziemnych ze Stacji Hydrogeologicznej I/211 Brwinów (Paderewski, Walendziak, 1976)

Table 1. Tritium units in groundwater sampled at Hydrogeological Station I/211 Brwinów (Paderewski, Walendziak, 1976)

Czwartorzęd – studnia I/211-3 głębokość 85 m		Miocen – studnia I/211-2 głębokość 181 m		Oligocen – studnia I/211-1 głębokość 235 m	
Data wykonania analizy	Zawartość trytu [TU]	Data wykonania analizy	Zawartość trytu [TU]	Data wykonania analizy	Zawartość trytu [TU]
18.09.1975	41 ± 2	18.09.1975	40 ± 2	21.10.1975	2 ± 2
06.10.1975	84 ± 4	06.10.1975	46 ± 2	29.10.1975	3 ± 2
20.10.1975	55 ± 2	20.10.1975	43 ± 2	06.04.1976	10 ± 5
20.11.1975	22 ± 2				
22.11.1975	25 ± 2				
26.11.1975	19 ± 2				
28.11.1975	19 ± 2				

Czynnikiem sprzyjającym pionowemu przepływowi wód podziemnych między warstwami wodonośnymi w tym rejonie są znaczne różnice ciśnień między zwierciadłami omawianych warstw wodonośnych. Swobodne zwierciadło wód podziemnych w utworach czwartorzędowych kształtuje się nawet kilkanaście metrów powyżej poziomu piezometrycznego wód z utworów oligocenu (rys. 3).

W centralnej i północnej części rynny brwinowskiej sytuacja ta ulega zmianie, różnice ciśnień nie są już tak duże, a miejscami zaznaczają się nawet wyższe (o kilka metrów) ciśnienia piezometryczne w utworach oligocenkich. Taki rozkład ciśnień wskazuje na regionalne zróżnicowanie kierunków przepływu. W strefach tych np. rejonie Józefowa (rys. 3) nie można już jednoznacznie stwierdzić, że rynna brwinowska odgrywa rolę zasilającą w stosunku do utworów wodonośnych oligocenu.



Rysunek 3. Mapa różnicy ciśnień piezometrycznych między III kompleksem wodonośnym a poziomem oligoceńskim. Objasnienia: 1 – miejsce opróbowania trytowego (2004-2006); 2 – izolinie różnicy ciśnień piezometrycznych między III kompleksem wodonośnym a oligoceńskim poziomem wodonośnym; 3 – drogi; 4 – rzeka Utrata; 5 – miasta

Figure 3. Map of the difference between the peizometric water level in the III series of the Quaternary aquifer and oligocene aquifer. Explanation: 1 – tritium samples (2004-2006); 2 – isoline of the difference between the peizometric water level in the III series of the Quaternary aquifer and oligocene aquifer; 3 – roads; 4 – Utrata River; 5 – towns

Należy rozważyć, czy możliwe jest zjawisko odwrotne i ascenzja wód z utworów oligoceńskich. Niestety przeprowadzone badania geofizyczne oraz niewystarczające dane hydrodynamiczne uniemożliwiają precyzyjne zlokalizowanie stref kontaktowych oraz

ograniczają rozpoznanie stopnia mieszania się wód poszczególnych poziomów wodonośnych. Wnioskować o tych zjawiskach można jedynie pośrednio, np. poprzez analizę warunków hydrogeochemicznych, wyników badań izotopowych i porównywania ciśnień w poszczególnych warstwach wodonośnych.

W okolicach Świąc i Józefowa, oprócz wspomnianego już możliwego odwrócenia kierunku przepływu wód między poziomami wodonośnymi, stwierdzono również podwyższone stężenia strontu i podwyższoną barwę w wodach z najgłębszego kompleksu czwartorzędowego, mogące sugerować istnienie dopływu wód z utworów oligoceńskich. (Ciechanowska i in., 1976).

Inną wskazówką mogą być wyniki współczesnego opróbowania trytowego, które prezentują się niezmiernie interesująco, bowiem omawiana centralna strefa rynny brwinowskiej cechuje się bardzo niskimi stężeniami trytu lub występowaniem wód beztrytowych w utworach czwartorzędowych (tab. 2).

Tabela 2. Stężenia trytu w wodach podziemnych z utworów czwartorzędowych rynny brwinowskiej (badania aktualne autorki)

Table 2. Tritium units in groundwater from the Quaternary deposits of the Brwinowska Buried Valley, based on the current author's research

Nr studni	Data wykonania analizy	Głębokość [m]	Zawartość trytu [TU]
B183	10.12.2004	130	0,1 ± 0,4
B058	10.12.2004	101	3,2 ± 0,4
B059	10.12.2004	161	0,5 ± 0,4
B136	10.12.2004	80	0,0 ± 0,3
G288	10.12.2004	63	5,5 ± 0,4
G396	19.09.2006	58	0,6 ± 0,2
G232	19.09.2006	56	9,18 ± 0,3
B109	19.09.2006	52	10,07 ± 0,1
B096	19.09.2006	70	15,79 ± 0,5
B144	19.09.2006	38,5	9,28 ± 0,4

Trudno jednoznacznie stwierdzić, czy spowodowane jest to wyłącznie warunkami ciśnieniowymi (wymuszonymi przez eksploatację wód z utworów oligocenu), czy również samą głębokością studni i miąższym nadkładem osadów słaboprzepuszczalnych. Zdecydowanie większe stężenia trytu (ok. 10-15 TU w roku 2006) obserwuje się w wodach ze studni zlokalizowanych na północnym krańcu rynny (Julinek, Zaborówek, Feliksów), gdzie poziom ustabilizowanego zwierciadła wód z utworów czwartorzędowych jest położony kilka metrów powyżej poziomu piezometrycznego wód z utworów oligoceńskich.

Podsumowanie

Zasygnalizowane tu problemy, wydają się mieć duże znaczenie zarówno w skali lokalnej, jak i regionalnej. Rozpoznanie dróg krążenia wód podziemnych w obrębie rynny brwinowskiej i kontaktów hydraulicznych między poszczególnymi kompleksami czwartorzędowymi jest niezbędne zważywszy na dotychczasowe ustalenia, które uwidoczniły niekorzystne trendy przekształceń chemizmu wód podziemnych. Skład chemiczny wód we wszystkich ujmowanych kompleksach czwartorzędowych ulega bowiem zmianom w skali czasu, a antropopresja ma wyraźny wpływ na chemizm wód nawet w najgłębiej położonym kompleksie wodonośnym (Sawicka, 2005).

Regionalna rola całej struktury hydrogeologicznej wydaje się niezmiernie istotna zważywszy na fakt bezpośrednich kontaktów wód z utworów czwartorzędowych z wodami utworów miocenu i oligocenu niecki mazowieckiej. Dotychczas nie udało się jednoznacznie ustalić, czy na całej długości rynny brwinowskiej dochodzi do zasilania warstw wodonośnych niecki mazowieckiej, tak jak ma to miejsce w południowym odcinku struktury. Istnieje wiele wskazówek na to, iż na odcinku północnym przedostawanie się wód z utworów czwartorzędowych do niżej leżących jest wyraźnie utrudnione, a być może istnieją strefy ascencji wód z utworów oligoceńskich. Obrazuje to jak złożona i różnicowana jest rynna brwinowska oraz jaskrawo uwidacznia niezadowalający stopień rozpoznania.

Literatura

- Ciechanowska E. i in. 1976: *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych z utworów czwartorzędowych zlewni rzeki Utraty*. Kombinat Geologiczny Północ. Zakład Projektów i Dokumentacji Geologicznych w Warszawie. PIG CAG (maszynopis).
- Nowicki Z., 2001: „*Wiek*” wód podziemnych występujących w utworach oligocenu na E i S niecki mazowieckiej na podstawie oznaczeń izotopowych ^{14}C i ^{36}Cl . Raport z projektu badawczego KBN nr rejestracyjny 9T12B04118. Arch.KBN. Warszawa 2001.
- Paderewski J., Walendziak J., 1976: *Dokumentacja badań radiometrycznych wykonanych na terenie Stacji w Brwinowie*. PIG CAG (maszynopis).
- Sawicka K., 2005: *Charakterystyka rynny brwinowskiej wraz z oceną chemizmu i jakości wód podziemnych*. [W:] Współczesne Problemy Hydrogeologii, tom XII, Toruń 2005, 655-661.