

## Monitoring stanów wód podziemnych w rejonie Śródmiejskiego Węzła Wodnego we Wrocławiu

Magdalena Worsa-Kozak<sup>1</sup>, Andrzej Kotowski<sup>1</sup>, Andrzej Wartalski<sup>1</sup>



M. Worsa-Kozak



A. Kotowski



A. Wartalski

Zagadnienia kontaktowania się wód powierzchniowych z podziemnymi, a przede wszystkim wpływu piętrzenia wód rzecznych na poziom wód podziemnych, nabierają szczególnego znaczenia na terenach zurbanizowanych. Dobrym przykładem jest tu Wrocław, miasto o dużych walorach architektonicznych, w którym w sąsiedztwie piętrzonej Odry znajdują się cenne, zabytkowe budowle i powstaje wiele nowoczesnych budynków. Stabilność tych budowli jest uzależniona od głębokości występowania najpłytszego poziomu wód podziemnych.

W 1959 r., po podniesieniu piętrzenia wód Odry o blisko 1 m, warunki wodne w rejonie Starego Miasta i Śródmieścia Wrocławia stały się niekorzystne dla budownictwa i istniejącej już infrastruktury miejskiej. Część zabytków uznawanych za element dziedzictwa kulturowego znalazła się pod wpływem podpiętrzonych wód podziemnych. Niektóre z nich trzeba było ratować przed zniszczeniem — np. Gmach Główny Uniwersytetu, Ossolineum i Bibliotekę na Piasku (Kajewski & Kowalski, 1966; Kajewski i in. 1992; Broś & Kowalski, 1993).

Teraz, po niemal 50 latach lansowane są plany obniżenia wysokości piętrzenia Odry do poziomu sprzed 1959 r. Pojawia się pytanie, jak taka ewentualna zmiana wpłynie na otoczenie? Kilkadziesiąt lat wysokich stanów wody na śródmiejskim odcinku Odry sprawiło, że warunki wodno-gruntowe w jej sąsiedztwie ustabilizowały się, a obiekty, którym wcześniej zagrażała woda, zostały wyposażone w efektywne systemy odwadniające. Dlatego podjęto decyzję o wykonaniu sieci monitoringu wód podziemnych w rejonie elektrowni wodnych Wrocław I i Wrocław II celem oceny aktualnych stosunków wodnych na tym terenie oraz sporządzenia prognoz.

### Historia badań

W rejonie Śródmiejskiego Węzła Wodnego we Wrocławiu monitoring wód podziemnych zaczęto prowadzić już ponad 100 lat temu. Podwaliny pod analizę stosunków wodnych obszaru miasta położyli już w 1874 r. niemieccy władarze Wrocławia (Breslauer Statistik, 1874–1916; Jacobi, 1876; Fischer, 1915). Została wówczas zorganizowana zwarta i regularna sieć obserwacyjna wód podziemnych, składająca się z 43 punktów pomiarowych, w której do roku 1922

dokonywano codziennych pomiarów stanów oraz temperatury wód. Powstanie Wrocławskiego Węzła Wodnego, a w szczególności Śródmiejskiego Węzła Wodnego, z dwiema elektrowniami wodnymi (1922–1925) na tzw. dolnym stopniu piętrzącym, spowodowało istotne zmiany warunków hydrologicznych i hydrogeologicznych na terenie Wrocławia. Niestety, lata zawirowań wojennych, politycznych i ekonomicznych spowodowały wieloletnie przerwy w badaniach stanów wód. W 1959 r. zwiększono poziom piętrzenia wód Odry na jazach elektrowni o 0,96 m, tj. do rzędnej 115,65 m n.p.m., co spowodowało podtopienie górnego stopnia Śródmiejskiego Węzła Wodnego i wielu okolicznych obiektów budowlanych. Dlatego w latach 60. i 70. XX wieku gwałtownie wzrosło zainteresowanie związkami wód piętrzonej Odry z wodami podziemnymi i zwrócono uwagę na konieczność szczegółowego rozpoznania warunków wodno-gruntowych na terenie Wrocławia (Kajewski & Kowalski, 1966; Kowalski, 1977, 1978). Dzięki rozlicznym dokumentacjom technicznym i geologicznym kolejne lata przynosiły coraz lepszą znajomość budowy geologicznej i hydrogeologicznej miasta. W latach 90. ubiegłego wieku powstało także kilka opracowań dotyczących sytuacji hydrologicznej wokół jazów elektrowni oraz skutków piętrzenia Odry (Rogala i in., 1994–1995; Wolski, 2001a, b). Jednakże od końca lat 70. do roku 2000 nie prowadzono już żadnych, trwających dłużej niż rok, badań monitoringowych wód podziemnych.

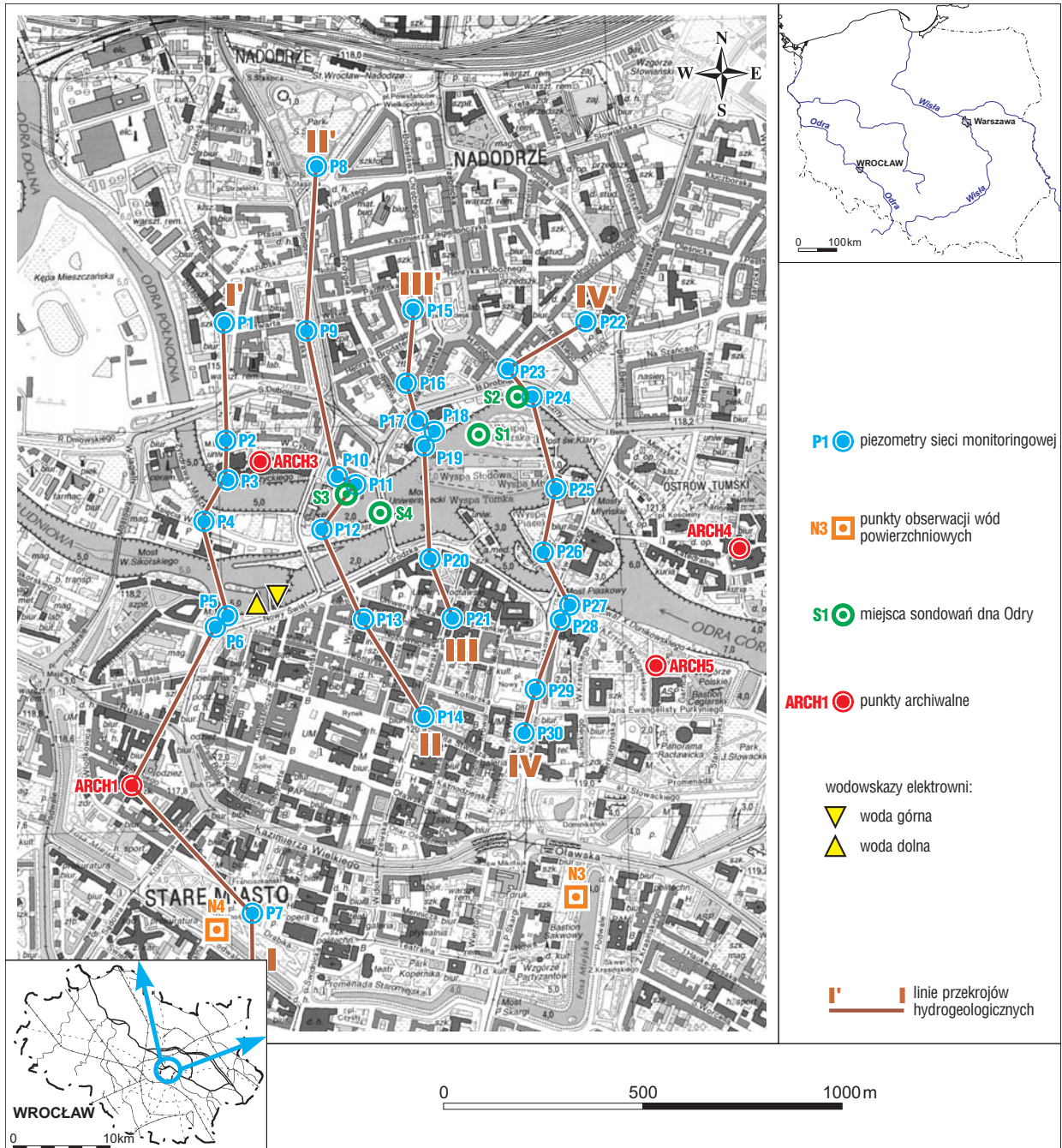
W związku z rozważanym obecnie obniżeniem piętrzenia wód Odry na jazach elektrowni wodnych we Wrocławiu, chcąc zbadać stan wód podziemnych w tym rejonie, utworzono sieć piezometrów służącą do stacjonarnych obserwacji stanów wody w pierwszym poziomie wodonośnym na terenie Starego Miasta i Śródmieścia Wrocławia. Zgodnie z umową, obserwacje terenowe trwały 1 rok, tj. od 1.04.2007 r. do 30.03.2008 r. (Kotowski i in., 2007b). Na zlecenie dyrekcji elektrowni Wrocław I i Wrocław II badania te wykonała Politechnika Wrocławska (Kotowski i in., 2007a).

### Cel i zakres badań

Celem prowadzonych badań jest ocena warunków hydrogeologicznych Starego Miasta i Śródmieścia Wrocławia oraz prognoza zmian stosunków wodnych po planowanym obniżeniu piętrzenia wody.

Do zakresu prac terenowych należały między innymi pomiary położenia zwierciadła wód podziemnych w sieci obserwacyjnej oraz badania stanów charakterystycznych wód Odry. Objęły one cotygodniowe pomiary położenia zwierciadła wody w 30 nowych piezometrach oraz w 4 dawniej wykonanych otworach, a także obserwacje stanów wody w Odrze oraz w Fosie Miejskiej (ryc. 1). Na podstawie zebranych materiałów zostaną określone statystyczne i przyrodnicze zależności pomiędzy stanami wód powierzchniowych i podziemnych oraz opadami atmosferycznymi. Ponadto efektem prac będzie wyznaczenie kierunków filtracji wód podziemnych i określenie trendu zmian amplitud wahań zwierciadła wód podziemnych, przy czym zmiany te zostaną porównane ze stanami wód na jazach elektrowni.

<sup>1</sup>Inżynierii Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska, pl. Grunwaldzki 9, 50-377 Wrocław



Ryc. 1. Mapa dokumentacyjna obszaru badań

Sporządzone zostaną także mapy i wykresy obrazujące głębokość występowania zwierciadła wód podziemnych, roczną amplitudę wahań zwierciadła wód podziemnych i przestrzenny zasięg oddziaływania piętrzenia na wody podziemne.

Wyniki badań terenowych oraz dane archiwalne są poddawane ciągłej analizie. Umożliwia to sporządzanie okresowych raportów i śledzenie aktualnych zmian zachodzących w środowisku wodnym badanego obszaru. Dla okresów miesięcznych i kwartalnych są wyliczane podstawowe parametry statystyczne dotyczące położenia i amplitud zwierciadła wód podziemnych, powierzchniowych oraz opadów, takie jak: wartości średnie, minimalne, maksymalne, odchylenia standardowe, rozstępy i współczynniki zmienności.

Należy zaznaczyć, że roczne obserwacje są prowadzone zazwyczaj od listopada do października, co w warunkach klimatycznych Polski daje pełny rok hydrologiczny (Kazimierski, 2005). Ze względu na nietypowy okres obserwacji (kwiecień–marzec), z konieczności przyjęty w realizowanym projekcie, pozyskane dane trudno jest korelować z wynikami badań archiwalnych.

W celu określenia trendu w wahaniach zwierciadła wód podziemnych oraz wpływu stanu wód Odry na wody podziemne na bieżąco analizie są poddawane hydrogramy wód podziemnych i powierzchniowych. Zgromadzone dane umożliwiają śledzenie kierunków filtracji oraz kształtu zwierciadła wód podziemnych. Na ich podstawie zostanie wyznaczony zeskok hydrauliczny związany z kolmatacją i obudową koryta rzeki. Planowane jest sporządzenie mapy głębokości do zwierciadła wód podziemnych (maksymal-

nej, minimalnej i średniej) oraz mapy hydroizohips z wyznaczeniem kierunków przepływu i stref szczególnie wrażliwych na zmiany piętrzenia wód Odry. Opracowania te posłużą do sformułowania przybliżonego modelu przyrodniczego warunków hydrogeologicznych na badanym obszarze i mogą być bazą do konstrukcji modelu numerycznego (wymaga to jednak dłuższego okresu obserwacji i bardziej szczegółowych badań geologicznych).

### Rys geologiczno-hydrogeologiczny obszaru monitoringu

W objętym badaniami przypowierzchniowym obszarze podłoża Wrocławia dominują osady paleogenu i neogenu. Najistotniejsze dla projektu są wypełniające pradolinę Odry osady holocenu. Ponieważ właśnie w holocenie powstała zaznaczająca się w dolinie Odry półka erozyjna, wypełniona osadami rzecznyymi o miąższości kilkunastu metrów. Najniższy poziom dna doliny tworzą osady żwirowo-piaszczyste z dobrze obtoczonymi żwirami, przykrytymi małami mułowo-piaszczystymi, oraz miejscami namuły organiczne z przełwiczeniami humusu i z soczewkami piasków i żwirów. Zalegają one na glinach zwałowych zlodowacenia południowopolskiego. Najmłodszymi osadami są utwory antropogeniczne, m.in. warstwy kulturowe w okolicach Starego Miasta i Śródmieścia oraz nasypy gruzowe i budowlane (Buksiński i in., 1974; Winnicka, 1987, 1988). Utwory te osiagają miąższość kilku metrów.

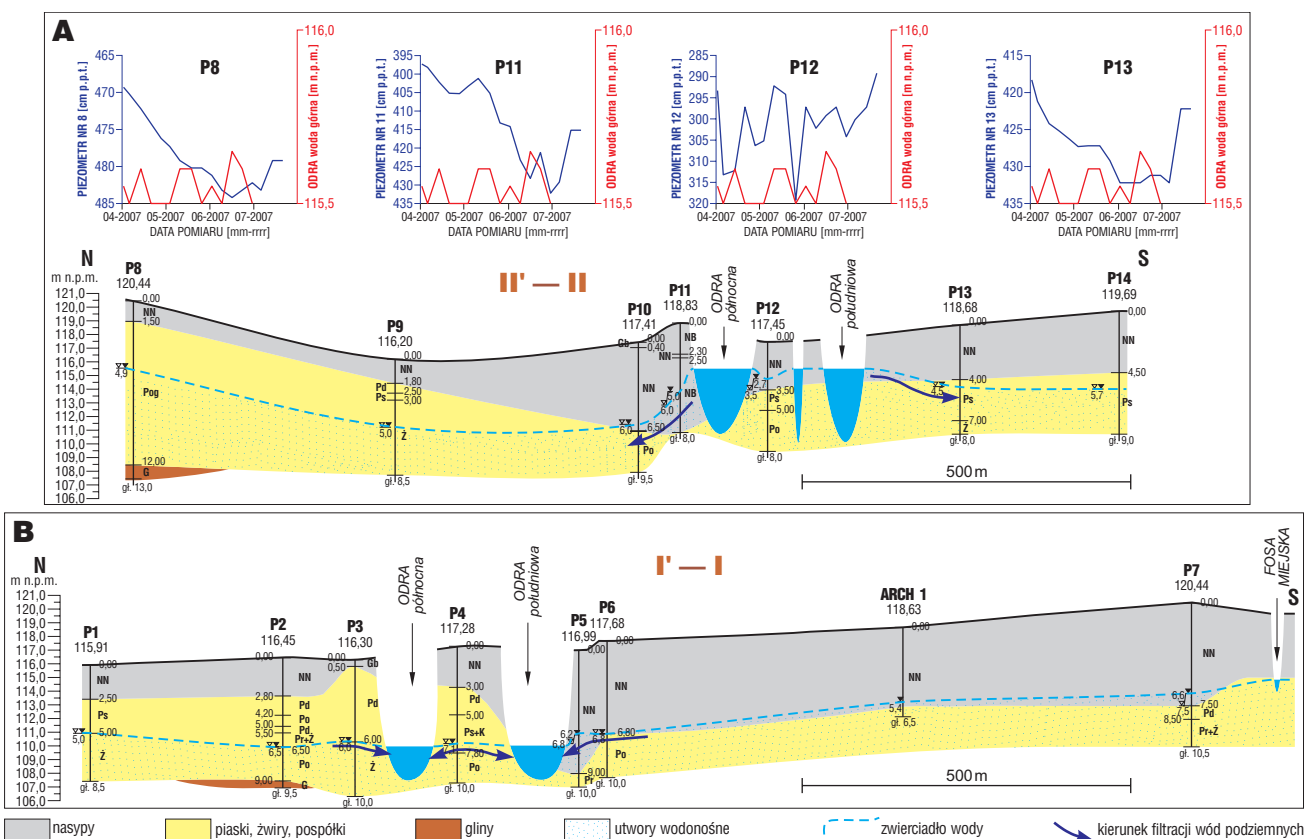
Pierwszy poziom wodonośny, połączony hydraulicznie z korytem Odry, którego wody mają największy wpływ na warunki gruntowo-wodne obszaru badań, tworzą głównie osady piaszczysto-żwirowe związane z akumulacją rzeczna w dolinie Odry (ryc. 2). Spąg tego poziomu znajduje się na

głębokości kilkunastu metrów i jest wyznaczony przez gliny zwałowe. W rejonie elektrowni wodnych zwierciadło płytkich wód podziemnych występuje na głębokości ok. 3–6 m i jest zazwyczaj swobodne, a jedynie w miejscach występowania słabo przepuszczalnych warstw nasypowych może się znajdować pod niewielkim ciśnieniem (Żuk, 2000). W rejonie Starego Miasta pierwsze zwierciadło wód podziemnych stosunkowo często stabilizuje się w antropogenicznych utworach nasypowych, niekiedy nawet 2 m powyżej pierwotnej powierzchni terenu (Mroczkowska & Michniewicz, 1976).

Płytkie wody podziemne Wrocławia mają kontakt hydrauliczny z wodami rzecznyymi. Ze względu na skomplikowaną hydrografię Wrocławia, w której dominuje silnie rozczłonkowana, uregulowana i skanalizowana Odra (rozcinająca miasto wzdłuż linii SE-NW), jednoznaczna ocena wpływu wód rzecznych na warunki wodno-gruntowe jest niezwykle trudna.

### Wstępne wyniki badań

Pod koniec czerwca 2007 r. podsumowano pierwszy kwartał badań. Ustalono maksymalne, minimalne i średnie rzędne, na jakich stabilizowało się zwierciadło wód podziemnych od kwietnia do czerwca 2007 r. Średnie rzędne zwierciadła wynosiły od ok. 110 do 115,5 m n.p.m., w zależności od odległości punktu pomiarowego od jazów elektrowni. Maksymalne położenie zwierciadła wód podziemnych w wielu miejscach wskazywało na jego stabilizację w warstwach nasypowych, powyżej pierwotnej powierzchni terenu i tym samym powyżej poziomu posadowienia wielu zabytkowych budynków. Amplituda wahań zwierciadła wynosiła w tym okresie od 0,13 do 0,60 m (tab. 1).



Ryc. 2. Schematyczne przekroje hydrogeologiczne: A — powyżej jazów elektrowni — profil II (wg ryc. 1) wraz z hydrogramami w poszczególnych punktach obserwacyjnych; B — poniżej jazów elektrowni — profil I (wg ryc. 1)

Wyliczono również parametry statystyczne położenia zwierciadła wód powierzchniowych (tab. 2). Stany Odry na górnym wodowskaziu niekiedy znacznie przewyższały stany wód podziemnych, co świadczy o tym, że na odcinku powyżej jazów piętrzących Odra zasila wody podziemne. Spiętrzenie wód w rejonie elektrowni, sięgające niekiedy ponad 5 m, wymusza stosunkowo gwałtowny odpływ wód podziemnych z okolic Starego Miasta i Śródmieścia w kierunku Odry poniżej jazów. Jak wynika ze wstępnych badań, to właśnie ten odcinek rzeki, ze względu na większą

amplitudę wahań niż w górnym odcinku (tab. 2), znacząco warunkuje stany wód podziemnych na terenach przyległych. Na schematycznych przekrojach hydrogeologicznych wyraźnie kształtują się kierunki filtracji wód podziemnych w rejonie koryta Odry powyżej (ryc. 2A) i poniżej (ryc. 2B) jazów piętrzących elektrowni wodnych. W otoczeniu jazów uwidacznia się spadek hydrauliczny rzędu 50–80%, który w połączeniu z wysokim współczynnikiem filtracji utworów wodonośnych wpływa na intensywną infiltrację wód rzecznych do warstwy wodonośnej.

**Tab. 1. Wartości charakterystyczne oraz parametry statystyczne położenia zwierciadła wód podziemnych w I kwartale obserwacji (IV–VI 2007)**

Nr punktu	Rzędne zwierciadła wody [m n.p.m.]			Amplituda [m]	Odchylenie standardowe	Mediana [m n.p.m.]
	Maksimum	Minimum	Średnia			
P1	110,42	110,19	110,26	0,23	0,07	110,24
P2	110,25	109,99	110,07	0,26	0,08	110,05
P3	110,06	109,68	109,81	0,38	0,11	109,78
P4	109,98	109,60	109,72	0,38	0,12	109,67
P5	110,30	109,99	110,08	0,31	0,09	110,06
P6	110,97	110,73	110,81	0,24	0,08	110,79
P7	113,86	113,72	113,80	0,14	0,05	113,78
P8	111,69	111,54	111,60	0,15	0,05	111,59
P9	110,96	110,79	110,85	0,17	0,06	110,85
P10	111,14	110,95	111,04	0,19	0,06	111,05
P11	114,86	114,51	114,73	0,35	0,11	114,78
P12	114,53	114,26	114,43	0,27	0,08	114,45
P13	114,50	114,36	114,41	0,14	0,04	114,41
P14	114,00	113,84	113,91	0,16	0,05	113,91
P15	112,14	112,01	112,07	0,13	0,05	112,05
P16	112,18	112,04	112,10	0,14	0,05	112,09
P17	114,51	114,17	114,29	0,34	0,11	114,26
P18	113,95	113,79	113,86	0,16	0,04	113,86
P19	115,13	114,92	115,04	0,21	0,06	115,05
P20	115,30	115,02	115,17	0,28	0,08	115,16
P21	115,17	114,57	114,67	0,60	0,16	114,62
P22	113,68	113,48	113,56	0,20	0,06	113,56
P23	113,53	113,37	113,44	0,16	0,06	113,43
P24	115,39	115,12	115,24	0,27	0,08	115,23
P25	115,46	115,25	115,33	0,21	0,06	115,32
P26	115,32	115,10	115,18	0,22	0,07	115,16
P27	115,15	114,97	115,03	0,18	0,05	115,02
P28	115,07	114,89	114,95	0,18	0,05	114,95
P29	114,37	114,18	114,25	0,19	0,06	114,25
P30	113,94	113,73	113,82	0,21	0,06	113,81
ARCH2	110,37	110,19	110,25	0,18	0,05	110,25
ARCH1	113,31	113,21	113,24	0,10	0,03	113,23
ARCH4	115,46	115,23	115,31	0,23	0,07	115,32
ARCH5	114,89	114,71	114,78	0,18	0,05	114,78

**Tab. 2. Wartości charakterystyczne oraz parametry statystyczne położenia zwierciadła wód powierzchniowych w I kwartale obserwacji (IV–VI 2007)**

Nr punktu	Rzędne zwierciadła wody [m n.p.m.]			Amplituda [m]	Odchylenie standardowe	Mediana [m n.p.m.]
	Maksimum	Minimum	Średnia			
N3	114,82	114,44	114,64	0,38	0,11	114,62
N4	114,84	114,42	114,63	0,42	0,13	114,64
Wg (g. 8:00)	115,65	115,50	115,55	0,15	0,05	115,53
Wg (g. 15:00)	115,65	115,40	115,53	0,25	0,08	115,50
Wd (g. 8:00)	110,55	110,10	110,24	0,45	0,15	110,25
Wd (g. 15:00)	110,50	110,05	110,21	0,45	0,14	110,20

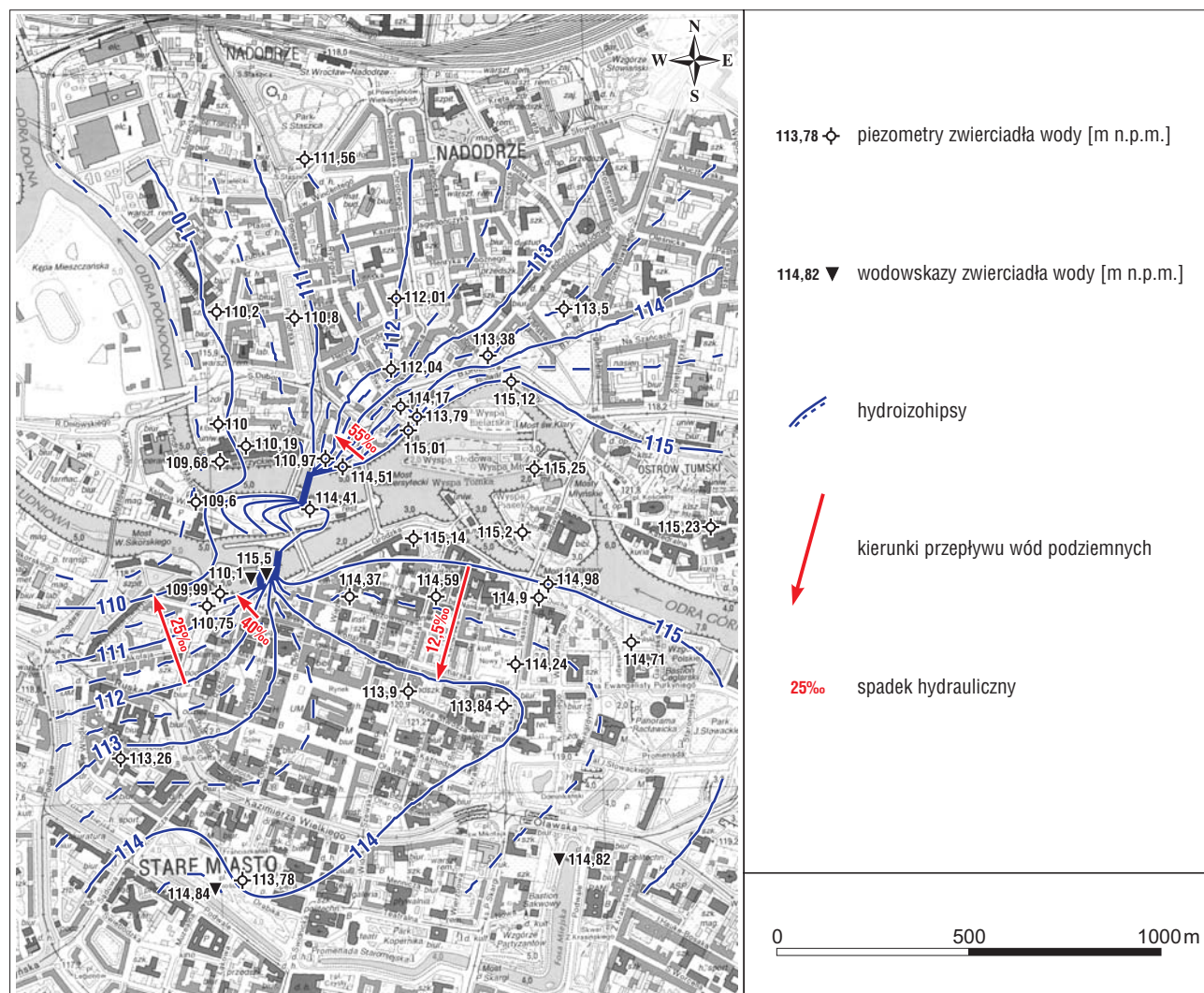
N3 i N4 — punkty pomiarowe na Fosie Miejskiej

Wg i Wd — wodowskazy na jazach: Wg — woda górna, Wd — woda dolna

Drenaż obszaru badań odbywa się w dolnych odcinkach Odry Północnej i Południowej, poniżej jazów elektrowni, gdzie stany rzeki kształtują się na rzędnych ok. 109–110 m n.p.m.

Na podstawie analizy hydrogramów wód podziemnych i powierzchniowych stwierdzono, że w okresie od kwietnia do czerwca 2007 r. krzywe zmian położenia zwierciadła wód Odry oraz wód podziemnych miały podobny kształt (ryc. 2a) i wahania stanów wód podziemnych odzwierciedlały zmiany stanów wody w rzece. Im bliżej koryta Odry,

tym wahania wód podziemnych były wyraźniejsze i gwałtowniejsze, tzn. następowała niemal natychmiastowa reakcja na zmiany poziomu wody w rzece (piezometry nr 11 i 12). Im dalej od koryta, tym bardziej wahania stanów wód podziemnych były opóźnione w stosunku do zmian stanów wód rzecznych, a tygodniowa amplituda oraz częstotliwość zmian wyraźnie malały (piezometry nr 13 i 14). Jednak trzymiesięczny okres obserwacji jest zdecydowanie zbyt krótki do wyciągnięcia jednoznacznych wniosków



**Ryc. 3. Mapa zwierciadła wód podziemnych — stan na dzień 30.06.2007 r.**

na temat zarówno zasięgu oddziaływania rzeki, jak i związków korelacyjnych pomiędzy wodami Odry i pierwszego poziomu wodonośnego. Chociaż osady rzeczne tworzą w miarę ciągły horyzont wodonośny, o dobrych parametrach hydrogeologicznych — średnie współczynniki filtracji wynoszą 23–37 m/d, a średnia przewodność — 285–300 m<sup>2</sup>/d (Żuk, 2000) — to swobodny przepływ wód podziemnych jest często zaburzany przez prowadzone na obszarze badań odwodnienia i drenaże. Dodatkowo filtrację utrudniają słabo przepuszczalne nasypy, które miejscami głęboko wcinają się w poziom wodonośny, oraz liczne podpowierzchniowe pozostałości po historycznej zabudowie Wrocławia — stare fundamenty, piwnice, obwarowania (Worsa-Kozak, 2004, 2006).

Największy wpływ na kształt zwierciadła pierwszego poziomu wodonośnego wywiera w rejonie badań piętrzenie wód Odry na jazach elektrowni Wrocław I i Wrocław II (ryc. 3). W sąsiedztwie jazów są notowane duże spadki hydrauliczne (50–80%), przejawiające się na mapie zwierciadła wód zagęszczeniem hydroizohips. Jest to powodem gwałtownych zwrotów kierunków filtracji oraz bardzo szybkich reakcji zwierciadła wód podziemnych na zmiany poziomu wody w rzece. Według dotychczasowych obserwacji na lewym brzegu rzeki główne kierunki przepływu wód podziemnych następują od koryta Odry Górnej na południe w stronę wrocławskiego Rynku i stamtąd ostrym łukiem ku Odrze Południowej. Także na prawym brzegu rzeki Odra zasila wody podziemne, które od wysokości Nadodrza lekko łukiem spływają do Odry Północnej. Ponadto prawobrzeżna część badanego terenu znajduje się pod pewnym wpływem piętrzonych wód w kanałach na północy miasta (Śluza Miejska i Śluza Różanka), gdzie rzędne zwierciadła na górnych stopniach śluz oscylują w okolicach 114 m n.p.m. Sprawia to, że wody podziemne rejonu Nadodrza są lekko podpiętrzone, a ich odpływ jest bardziej utrudniony niż w lewobrzeżnej części centrum Wrocławia. Według mapy zwierciadła wód (ryc. 3), rola Fosi Miejskiej w kształtowaniu stanów wód podziemnych jest znikoma. Fosa jest kanałem tranzytowym dla wód płynących od Odry Górnej z rejonu mostu Pokoju do Odry Południowej. Widoczne jest to zwłaszcza w jej końcowym odcinku, dochodzącym do rzeki w okolicach pl. Jana Pawła II, gdzie wody podziemne płyną równolegle do kanału fosi. Od strony południowo-wschodniej fosa umożliwia częściowy dopływ do centrum wód podziemnych spływających z plejstoceńskiej wysoczyzny południowej.

### Uwagi końcowe

Na obszarach poddanych silnej antropopresji monitoring wód podziemnych i powierzchniowych ma znaczenie utylitarne. Poznanie procesów wpływających na stany wód podziemnych, zwłaszcza w mieście o rozbudowanej sieci hydrograficznej, gdzie nakładają się na siebie czynniki naturalne i antropogeniczne, i gdzie oprócz typowych relacji wody podziemne – wody powierzchniowe dochodzą problemy związane z licznymi piętrzeniami wód rzeki w granicach miasta, jest zagadnieniem szczególnym, zwłaszcza w odniesieniu do projektowania, posadowienia, odwadniania czy izolacji budynków oraz infrastruktury miejskiej.

Celem realizowanego projektu jest zidentyfikowanie wpływu piętrzenia Odry na stosunki wodno-gruntowe badanego obszaru Wrocławia. Należy podkreślić wagę poznania procesów i czynników, które kształtują stany zwierciadła wód podziemnych i amplitudy jego wahań,

gdyż to od ich stabilności zależą stosunki wodne na danym terenie.

Wstępne wyniki badań sygnalizują wagę problemu, jakim może się stać zmiana wysokości piętrzenia wód na jazach elektrowni. Dowodzą one celowości prowadzonych obserwacji i potwierdzają konieczność podejmowania dalszych działań zmierzających do skonstruowania wiarygodnego modelu, który umożliwiłby symulację zmian w środowisku wodnym nie tylko wskutek ingerencji człowieka, lecz także w wyniku kaprysów natury, np. w przypadku zagrożenia powodziowego.

### Literatura

- Breslauer Statistik — 1874–1916, t. 12–36, Arch. BU Wrocław.  
 BROŚ B. & KOWALSKI J. 1993 — Podtopienie Starego Miasta we Wrocławiu na skutek piętrzenia Odry Miejskiej. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Inżynieria Środowiska, 232.  
 BUKSIŃSKI S., WALCZAK-AUGUSTYNIAK M. & WRÓŃSKI J. 1974 — Atlas Geologiczny Wrocławia, część I — Mapy i przekroje geologiczne. Wyd. Geol.  
 FISCHER K. 1915 — Niederschlag und Abfluss im Odergebiet, Jr.f.d. Gewässerkunde Norddeutschland Bess. Mitteil.  
 JACOB I. 1876 — Das Grundwasser von Breslau. Arch. BU Wrocław.  
 KAJEWSKI I. & KOWALSKI J. 1996 — Wpływ piętrzenia Odry Miejskiej we Wrocławiu na warunki gruntowo-wodne na terenie miasta. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, nr 301, Inżynieria Środowiska, 8: 161–173.  
 KAJEWSKI I., KOWALSKI J. & MOLSKI T. 1992 — Odwodnienia budowlane terenów w rejonie oddziaływania piętrzenia Odry Miejskiej na przykładzie Placu Społecznego we Wrocławiu. Problemy hydrogeologiczne południowo-zachodniej Polski, Oficyna Wydaw. Sudety.  
 KAZIMIERSKI B. (red.) 2005 — Rok hydrogeologiczny 2005. Rocznik hydrogeologiczny Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Państw. Inst. Geol.  
 KOTOWSKI A., WARTALSKI A., WARTALSKI J., WORSZA-KOZAK M. i inni 2007a — Monitoring wód podziemnych Elektrowni Wodnych Wrocław I i II — projekt, wykonawstwo i badania. Etap I. Sprawozdanie z prac i badań wstępnych. Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej. Raport Serii SPR nr 9/2007.  
 KOTOWSKI A., WORSZA-KOZAK M. & WARTALSKI A. 2007b — Cel i zakres monitoringu wód w rejonie Elektrowni Wodnych Wrocław I i II. Forum Eksploatatora, 31: 37–40.  
 KOWALSKI J. 1977 — Dynamika stanów pierwszego poziomu wód podziemnych terenu m. Wrocławia. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rozprawy, 8.  
 KOWALSKI J. 1978 — Wpływ budowli piętrzących wrocławskiego węzła wodnego na stany wód gruntowych pradoliny Odry. [W:] Zagadnienia hydrologiczne, hydrogeologiczne i ochrony wód rzeki Odry, 13–15.06.1977 r., Wrocław.  
 MROZKOWSKA B. & MICHNIEWICZ M. 1976 — Atlas Geologiczny Wrocławia, część III — Hydrogeologia. Wyd. Geol.  
 ROGALA R. (red.) 1994–1995 — Zmiana poziomu piętrzenia wody na stopniach Śródmiejskiego Węzła Wodnego. PPC — Projects Planning & Construction, Wrocław.  
 WINNICKA G. 1987 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Wrocław (764), Państw. Inst. Geol.  
 WINNICKA G. 1988 — Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, ark. Wrocław (764), Wyd. Geol.  
 WOLSKI W. 2001a — Analiza wpływu podniesienia w r. 1959 piętrzenia wody na jazach przy ul. Grodzkiej we Wrocławiu o 0,96 m na hydrauliczki przepływ wód w obrębie Wrocławskiego Węzła Wodnego w świetle dotychczas wykonanych opracowań i dokumentacji. Geoteko, Warszawa.  
 WOLSKI W. 2001b — Wpływ obniżenia piętrzenia na stopniu dolnym Śródmiejskiego Węzła Wodnego we Wrocławiu na stan infrastruktury komunalnej powstałej do roku 1958 oraz po roku 1958 w świetle dotychczasowych badań. Geoteko, Warszawa.  
 WORSZA-KOZAK M. 2004 — Odra a pierwszy poziom wodonośny na terenie Starego Miasta we Wrocławiu. Mat. konf. Geologiczne i środowiskowe problemy gospodarowania i ochrony doliny górnej i środkowej Odry. Państw. Inst. Geol., Wrocław.  
 WORSZA-KOZAK M. 2006 — Wahania zwierciadła wód podziemnych na terenach zurbanizowanych (miasto Wrocław). Arch. UWrocł.  
 ŻUK U. 2000 — Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000 z opisem, ark. Wrocław (764), Państw. Inst. Geol.

Praca wpłynęła do redakcji 29.10.2007 r.

Po recenzji akceptowano do druku 20.02.2008 r.