

Zintegrowany system monitorowania wód podziemnych w Gdańsku i Sopocie

Mirosław Lidzbarski¹

Integrated groundwater monitoring system in Gdańsk and Sopot. *Prz. Geol.*, 64: 375–381.

Abstract. In the period 2009–2014, a groundwater monitoring system was organized in the area of Gdańsk and Sopot, integrating various types of observation networks, administrative units and respective groundwater circulation zones of the Gdańsk aquifer system. Three stages of research (diagnostic, operational, and research monitoring) resulted in a complete diagnosis of chemical and quantitative status of groundwater. The research was carried out on the basis of the existing observation network, groundwater intakes, and hydrogeological test boreholes drilled specially for this purpose. Such an approach to investigations provided many detailed data about changes in soil and water environment. Zones of past groundwater pollution were identified. The work has become the basis for activities that aimed at reducing the risks and improving the water management.

Keywords: groundwater, monitoring of groundwater, groundwater system of Gdańsk

Systematyczne obserwacje stanu wód podziemnych na terenie Gdańska i Sopotu są prowadzone od lat 70. XX w. w ramach sieci obserwacyjnych o zasięgu krajowym, regionalnym i lokalnym. W tym czasie badania realizowano w różnym zakresie i z różną częstotliwością. Zróżnicowana była też gęstość punktów obserwacyjnych w rozpatrywanym obszarze.

W ramach krajowej sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych, w Gdańsku i Sopocie są prowadzone pomiary stanów zwierciadła oraz składu chemicznego wód w 11 punktach obserwacyjnych (tab. 1). Większość punktów ma nieprzerwane, wieloletnie ciągi pomiarowe, niektóre nawet od 1966 r. Badanie składu chemicznego wód podziemnych wykonuje się na ogół raz w roku. Do 2004 r. na ujęciu „Wzgórze Zamkowe” w Sopocie był czynny otwór obserwacyjny, ujmujący czwartorzędowy poziom wodonośny, a do 2009 r. prowadzono w Gdańsku-Zaspie Rozstaje obserwacje w otworze, który ujmował kredowe piętro wodonośne.

Począwszy od 1995 r. na terenie województwa gdańskiego, a od 2000 r. w granicach województwa pomorskiego, funkcjonuje Regionalna sieć obserwacyjna województwa pomorskiego. Prowadzi ją Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (WIOŚ) w Gdańsku, na podstawie projektu opracowanego w 2008 r. przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (Kordalski & Lidzbarski, 2008). Na terenie Gdańska i Sopotu wytypowano osiem punktów badawczych zlokalizowanych w rejonach największych ujęć komunalnych (tab. 1). Badania składu chemicznego wód podziemnych są przeprowadzane co dwa lata. Obejmują one oznaczenia podstawowych elementów fizycznych i chemicznych, metali, fenoli oraz węglowodórów aromatycznych.

Znaczący wkład w rozwój badań monitoringowych o zasięgu regionalnym wniosła, funkcjonująca od końca lat 70. ub.w. do 2005 r., Trójmiejska Sieć Obserwacyjna (TSO). Powstała ona z inicjatywy administracji geologicznej szczebla wojewódzkiego, a od 1990 r. opiekę nad siecią

Tab. 1. Punkty obserwacyjne sieci krajowej (SOBWP) i regionalnej (WIOŚ)

Table 1. Observation points of the national groundwater-monitoring network (SOBWP) and regional network (WIOŚ)

Punkty obserwacyjne SOBWP – monitoring krajowy <i>Points of the groundwater observation and research network</i>			Punkty obserwacyjne WIOŚ Gdańsk – monitoring regionalny <i>Points of the regional observation network</i>		
Miejscowość <i>Locality</i>	Nr <i>No.</i>	S	Miejscowość, ujęcie, nr studni <i>Locality, intake, well number</i>	Nr <i>No.</i>	S
Chwaszczyno	II/1820/1	Q	Gdańsk, „Czarny Dwór”, 17b	57	Q
Gdańsk-Przymorze	II/1569/3	Q	Gdańsk, „Czarny Dwór”, K-1	58	K ₂
Gdańsk-Przymorze	II/1569/2	Q	Gdańsk, „Czarny Dwór”, M-8a	59	Pg
Gdańsk-Jasień	I/546/4	Q	Gdańsk, „Zaspa Wodna”, 6a	60	Q
Gdańsk-Jasień	I/546/3	K ₂	Chwaszczyno, „Osowa”, 4a	61	Q
Gdańsk-Jasień	I/546/2	Ng	Gdańsk, „Krahowiec”, K-4	62	K ₂
Gdańsk-Jasień	I/546/1	Q	Gdańsk, „Lipce”, 14	63	Q
Gdańsk-Kowale	II/542/1	Q	Sopot, „Bitwy pod Płowcami”, 2a	56	Q
Gdańsk	II/1568/2	Q	S – stratygrafia piętra wodonośnego / <i>stratigraphic symbol of the aquifer</i> Q – czwartorzędowe / <i>Quaternary</i> , Ng – neogeńskie / <i>Neogene</i> , Pg – paleogeńskie / <i>Paleogene</i> , K ₂ – kredowe (kreda górna) / <i>Cretaceous (Upper Cretaceous)</i>		
Gdańsk	II/1568/1	Q			
Gdańsk-Lipce	768	Q			

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza, ul. Kościarska 5, 80-328 Gdańsk; miroslaw.lidzbarski@pgi.gov.pl.

przejął Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie. Głównym celem było monitorowanie stanu dynamiki wód podziemnych w rejonach największego ich poboru oraz związane z tym zagrożenie ingresją wód morskich i ascencją wód zmineralizowanych do warstw wodonośnych. Sieć obejmowała ok. 100 punktów zlokalizowanych w strefie nadmorskiej, począwszy od Żuław Wiślanych po Hel i Jezioro Żarnowieckie. W rejonie Gdańska i Sopotu obserwacje prowadzono w 44 piezometrach w cyklu miesięcznym, w odniesieniu do wszystkich pięter wodonośnych, przede wszystkim czwartorzędowego. Z uwagi na zagęszczenie punktów obserwacyjnych w rejonach dużych ujęć komunalnych Gdańska i Sopotu TSO spełniała rolę monitoringów lokalnych. Efektem działania sieci obserwacyjnej są długie ciągi pomiarowe, które dla wielu otworów wynoszą ponad 25 lat. Wyniki obserwacji dokumentują największe przeobrażenia warunków hydrodynamicznych i hydrochemicznych w strefie nadmorskiej, wywołane nadmiernym poborem wód podziemnych.

Niezależnie od sieci krajowej i regionalnej w Gdańsku oraz Sopocie funkcjonują sieci lokalne obserwacji stanów i składu chemicznego wód podziemnych. Największe z nich są związane z ujęciami komunalnymi: „Czarny Dwór”, „Zaspa Wodna”, „Lipce”, „Bitwy pod Płowcami”. W latach 1979–2009, z uwagi na funkcjonowanie TSO, liczba punktów obserwacyjnych była niewielka (ryc. 1). Badania składu

chemicznego wód prowadzono w ograniczonym zakresie, przede wszystkim wokół ujęć zagrożonych ingresją wód morskich. Sporadycznie lub interwencyjnie zakres był rozszerzany o badanie zawartości metali i niektórych związków ropopochodnych.

Ponadto monitoring lokalny prowadzono wokół obiektów potencjalnie zagrażających wodom podziemnym. W rejonie Gdańska i Sopotu do największych sieci tego typu należą:

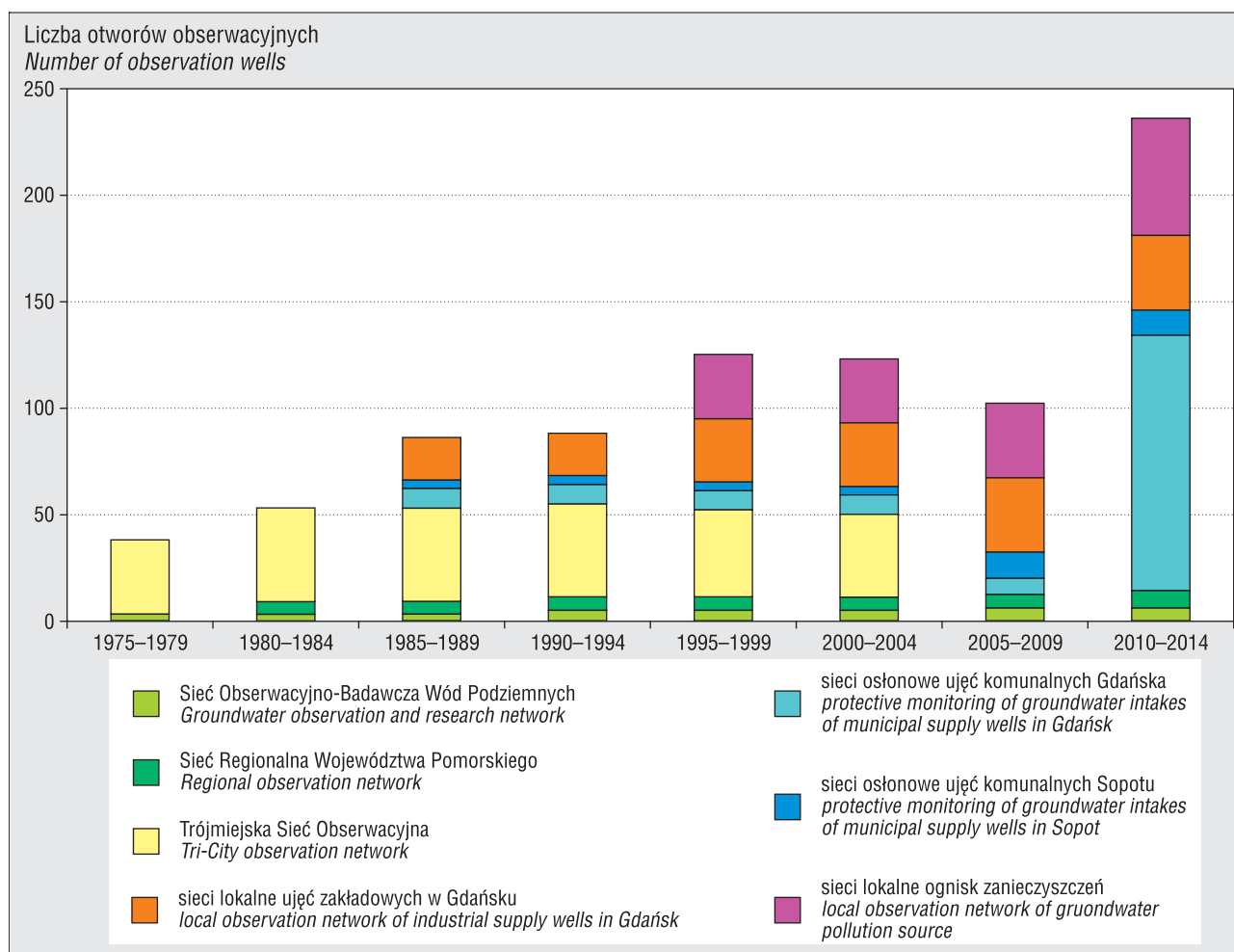
– sieć Rafinerii Gdańskiej S.A., w której prowadzi się pomiary zwierciadła wody i badania składu chemicznego, głównie węglowodorów i związków ropopochodnych;

– sieć elektrociepłowni EDF Oddział Wybrzeże w Gdańsku, zlokalizowana wokół zakładu oraz sieć obserwacyjna w rejonie składowiska odpadów w Letnicy i Przegalinie – pomiary zwierciadła wody oraz badania składu chemicznego wód podziemnych;

– sieć Zakładu Utylizacji Odpadów Komunalnych w Szadółkach – pomiary zwierciadła wody i badania składu chemicznego wód w rozszerzonym zakresie;

– sieć Oczyszczalni Ścieków „Wschód” – kontroluje stan chemiczny i dynamikę wód gruntowych.

Oprócz tego funkcjonują jeszcze punkty badawcze na terenach stacji paliw oraz w miejscach, gdzie udokumentowano skażenia gruntu. Badania składu chemicznego wód podziemnych są tam prowadzone jednak sporadycznie i w ograniczonym zakresie.



Ryc. 1. Stan sieci obserwacyjnych w rejonie Gdańska i Sopotu w latach 1975–2014

Fig. 1. The state of observation networks in the area of Gdańsk and Sopot in the years 1975–2014

Od 2005 r., kiedy wyłączono z eksploatacji TSO, stan monitorowania wód podziemnych w rejonie Gdańska był niewystarczający (ryc. 1). Monitoringi osłonowe ujęć komunalnych, z uwagi na niewielką liczbę punktów obserwacyjnych, były ukierunkowane głównie na monitorowanie potencjalnych zagrożeń podmorskich (ingresja). Z powodu niewłaściwej lokalizacji otworów obserwacyjnych, wyniki prowadzonych badań nie pozwalały na pełną ocenę jakości i stanu rezerw wód podziemnych. Nieznane były zmiany hydrodynamiczne i chemiczne, zachodzące w całej strefie ochronnej, zwłaszcza pod obszarem zwartej zabudowy miejsko-przemysłowej. Brakowało wyprzedzających informacji o możliwości pojawienia się zagrożeń, co uniemożliwiało podejmowanie właściwych działań zapobiegawczych.

W 2004 r. sformułowano pierwsze rekomendacje, które miały na celu zmianę zaistniałej sytuacji (Sukowski i in., 2002). Nie zostały one jednak wdrożone do realizacji. Na konieczność weryfikacji istniejącej sieci obserwacyjnej wskazywano także przy okazji prowadzonych innych prac badawczych (np. Sadurski & Lidzbarski, 2007; Lidzbarski i in., 2008).

W 2008 r. z inicjatywy Gdańskiej Infrastruktury Wodociągowo-Kanalizacyjnej (GIWK) rozpoczęto systematyczne prace, które miały na celu zaprojektowanie i wykonanie sieci monitoringów osłonowych. Powstały punkty, pozwalające na obserwowanie zmian hydrodynamicznych i jakości wód podziemnych w strefie dopływu do studzien największych ujęć komunalnych. W latach 2009–2010 do eksploatacji przekazano aż 111 otworów obserwacyjnych (ryc. 1).

W sieciach monitoringowych w Gdańsku i Sopocie w latach 1975–2004 największy udział miała TSO. Od połowy lat 80. XX w. dokonały się zmiany w tej strukturze pomiarowej. Powstały sieci obserwacyjne wokół ujęć zakładowych, znacząco zwiększono liczbę punktów obserwacyjnych z 25 (2009 r.) do 35 (2012 r.) wokół potencjalnych ognisk zanieczyszczeń.

Największe jednak zmiany nastąpiły w 2010 r., kiedy gwałtownie wzrosła liczba punktów obserwacyjnych monitoringów osłonowych ujęć komunalnych. Stanowią one 56% wszystkich otworów badawczych i spełniają wiodącą rolę w prowadzeniu obserwacji na terenie Gdańska i Sopotu. Ponad 37% punktów obserwacyjnych przypada na sieci monitorujące stan wód podziemnych wokół ognisk zanieczyszczeń i w rejonach ujęć zakładowych.

CEL I PRZEDMIOT ZINTEGROWANEGO MONITORINGU WÓD PODZIEMNYCH

Przy współpracy Gdańskiej Infrastruktury Wodociągowo-Kanalizacyjnej Sp z o.o., AQUA Sopot Sp. z o.o. oraz Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w 2009 r. została opracowana koncepcja zintegrowanego systemu monitorowania wód podziemnych, która w efekcie ma gwarantować wysoki standard zaopatrzenia w wodę mieszkańców Gdańska oraz Sopotu. Zakładała ona, że przedmiotem obserwacji stanu

i jakości będą wody podziemne, służące zbiorowemu zaopatrzeniu aglomeracji.

Głównym celem przyjętej koncepcji było zapewnienie kompleksowego i ciągłego monitorowania wód podziemnych. Ponadto monitoring miał stanowić kontrolno-decyzyjny system oceny przemian, zachodzących w wodach podziemnych. Obejmował zatem obserwację zmian zasobów i ocenę jakości wód podziemnych oraz pojawiających się zagrożeń. Niezbędna okazała się systematyczna rejestracja poboru wód nie tylko na ujęciach komunalnych i zakładowych, ale także w odniesieniu do różnych pięter oraz poziomów wodonośnych.

Poza tym, tak ujęty system monitorowania wód podziemnych miał zapewnić zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi na terenie Gdańska i Sopotu oraz wspomagać działania zmierzające do likwidacji lub ograniczenia negatywnego wpływu czynników antropogenicznych na wody podziemne.

W trakcie prac nad koncepcją zintegrowanego systemu kierowano się ogólnymi zasadami prowadzenia monitoringu środowiska, a w szczególności:

- adekwatności – wyniki monitoringu powinny pozwalać na ocenę przemian, jakie zachodzą w systemie wodonośnym, ze wskazaniem przyczyn naturalnych i wywołanych przez człowieka;

- pragmatyczności – rezultaty obserwacji powinny umożliwić podejmowanie decyzji o działaniach, mających na celu zachowanie pozytywnych tendencji i przeciwdziałania negatywnym zmianom, zachodzącym w systemie wodonośnym;

- ekonomiczności – do monitorowania proponuje się stosowanie prostych, oszczędnych, ale spełniających swe zadanie metod pomiarowych;

- elastyczności – w trakcie eksploatacji systemu monitoringu należy wprowadzać zmiany zakresu i częstotliwości pomiarów w zależności od zachodzących zmian oraz pojawiających się nowych informacji i zagrożeń;

- komplementarności – analiza stanów dynamiki i jakości wód podziemnych powinna być prowadzona w nawiązaniu do danych informujących o stanie innych elementów środowiska naturalnego; gromadzone informacje powinny składać się na spójny obraz zmian, zachodzących w przyrodzie.

Przyjęte cele i zasady w znacznym stopniu określiły strukturę systemu monitorowania wód podziemnych. Wpłynęły one także znacząco na dobór kryteriów, jakimi się kierowano przy typowaniu punktów obserwacyjnych oraz określaniu zakresu i częstotliwości obserwacji.

Zgodnie z założeniami, przyjęty sposób monitorowania wód podziemnych zintegrował rozproszone sieci obserwacyjne w jeden wspólny system. Ogromna ilość informacji, pochodzących z różnych miejsc i ogniw systemu wodonośnego, była analizowana w powiązaniu z warunkami hydrogeologicznymi oraz z informacjami o presjach antropogenicznych. Wyniki tak ujętej analizy danych przysparzały korzyści wszystkim użytkownikom wód podziemnych oraz pozwalały na formułowanie właściwych ocen i prognoz.

Celem niniejszej publikacji jest przedstawienie najważniejszych założeń i struktury zintegrowanego systemu

monitorowania wód podziemnych w południowej części aglomeracji trójmiejskiej.

STRUKTURA SYSTEMU

W spójnej strukturze systemu monitorowania wód podziemnych w Gdańsku i Sopocie można wyróżnić cztery płaszczyny integracji:

- terytorialna,
- różnych rodzajów sieci obserwacyjnych,
- układu hydrostrukturalnego w obrębie
 - stref hydrodynamicznych,
 - pięter wodonośnych.

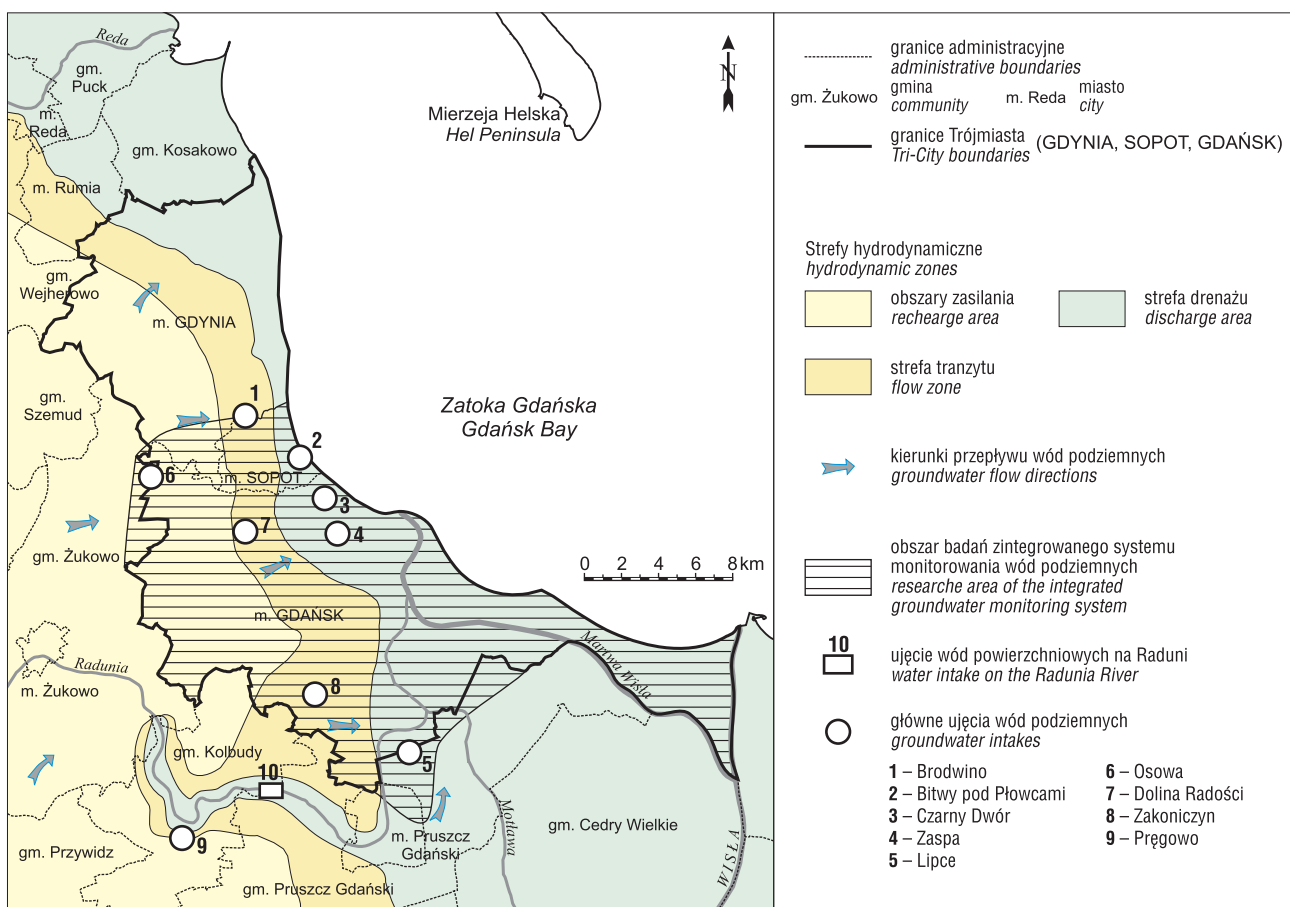
Struktura systemu monitorowania obejmuje trzy jednostki administracyjne: Gdańsk, Sopot oraz gminy je otaczające – Pruszcz Gdański i Żukowo. W tak zarysowanych granicach występują wszystkie elementy gdańskiego systemu wodonośnego (ryc. 2) W jego skład wchodzi wszystkie strefy hydrodynamiczne oraz poziomy wodonośne powiązane wzajemnie w spójnym układzie hydrostrukturalnym. Dlatego też instytucje odpowiedzialne za gospodarkę wodną zdecydowały o stworzeniu wspólnego systemu monitorowania wód podziemnych oraz o jego wspólnej eksploatacji.

Z tego samego względu do analizowania zachodzących zmian i bieżącej oceny stanu wód podziemnych są wykorzystywane wyniki badań z różnych sieci obserwacyjnych o zasięgu krajowym, regionalnym i lokalnym. Lokalizacja poszczególnych sieci oraz ujęć wód podziemnych pozwala

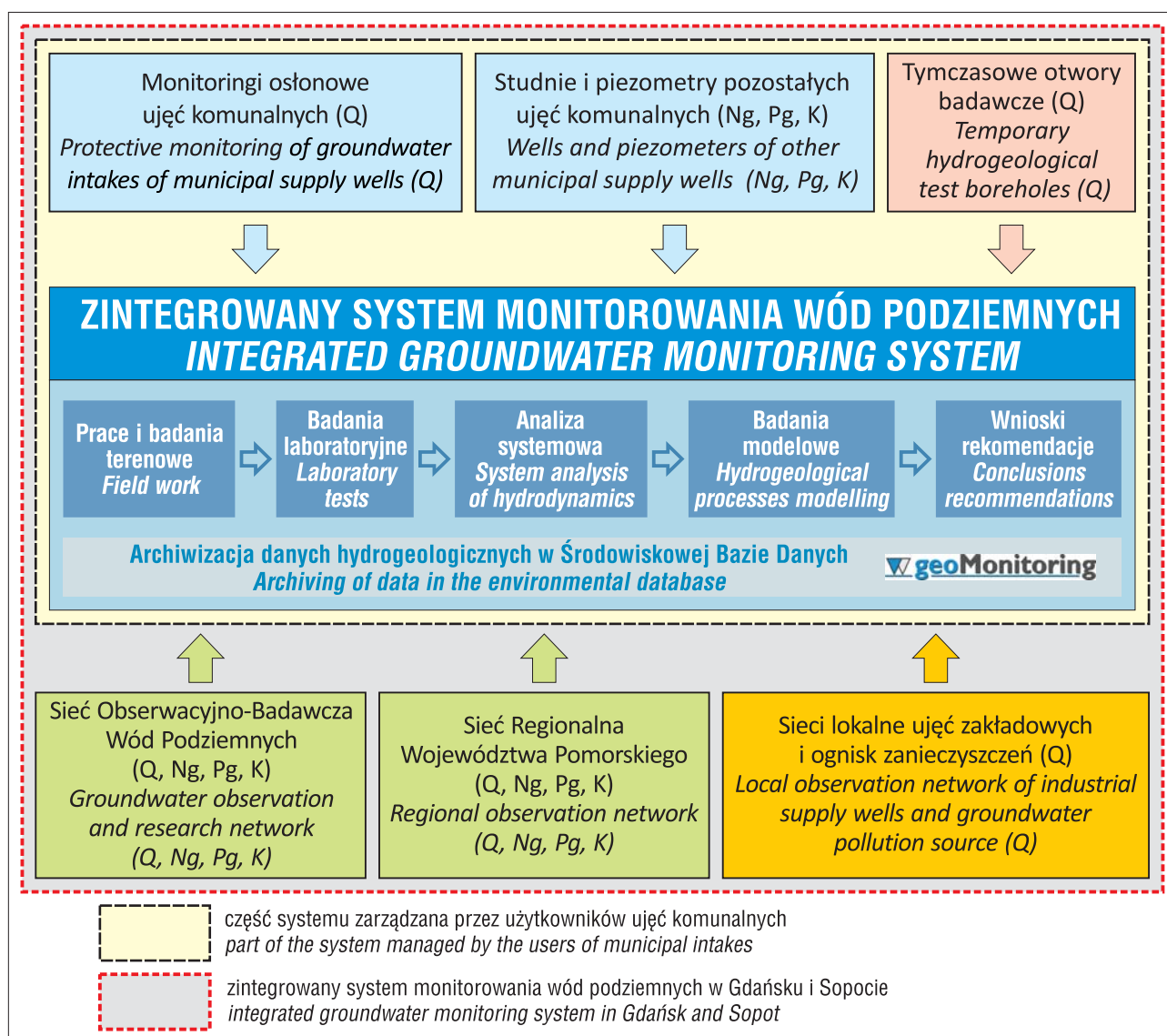
na śledzenie zmian w całym systemie wodonośnym – od obszarów zasilania i tranzytu aż po strefę drenażu. Obserwacje obejmują zatem całą strefę aktywnej wymiany wód w czwartorzędowym, neogeńsko-paleogeńskim oraz kredowym piętrze wodonośnym.

Najważniejszym elementem w strukturze zintegrowanego systemu stały się monitoringi osłonowe ujęć komunalnych, zaprojektowane w nawiązaniu do obowiązujących stref ochronnych. Uzupełnieniem tej części monitorowania były studnie i otwory badawcze głębszych pięter wodonośnych – neogeńskiego, paleogeńskiego i kredowego. Poza tym do systemu monitorowania wód podziemnych zostały włączone sieci lokalne, związane z obiektami potencjalnie zagrażającymi wodom podziemnym, oraz studnie w 18 ujęciach zakładowych, m.in:

- Zakładu Utylizacji Odpadów Komunalnych w Szadółkach,
- Rafinerii Gdańskiej S.A.,
- elektrociepłowni EDF Oddział Wybrzeże w Gdańsku wraz ze składowiskami odpadów popaleniśkowych w Letnicy i Przegalinie,
- Saur Neptun Gdańsk Oczyszczalni „Wschód”,
- ujęć zakładowych – Gdańskich Zakładów Nawozów Fosforowych FOSFOR Sp. z o.o., Morskiego Portu Gdańsk S.A., Przedsiębiorstwa Przeladunkowo-Składowego „Port Północny” Sp. z o.o., Balic Malt Sp. z o.o., Przedsiębiorstwa Poszukiwań i Eksploatacji Złóż Ropy i Gazu PETROBALTIC S.A., Spółdzielni Mleczarskiej Polmlek-Mańkowy w Gdańsku, Miejskiego Ogrodu Zoologicznego w Gdańsku (ryc. 3).



Ryc. 2. Lokalizacja obszaru badań zintegrowanego systemu monitorowania wód podziemnych
 Fig. 2. Location of the research area of the integrated groundwater system



Ryc. 3. Struktura zintegrowanego systemu monitorowania wód podziemnych w Gdańsku i Sopocie
 Fig. 3. Structure of the integrated system of groundwater monitoring in Gdańsk and Sopot area

Lokalizacja punktów obserwacyjnych oraz zakres proponowanych obserwacji zostały dowiązane do sieci monitoringu krajowego (11 otworów) i regionalnego województwa pomorskiego (8 otworów).

Założono, że wdrożenie zintegrowanego systemu monitorowania wód podziemnych w Gdańsku i Sopocie będzie realizowane etapami: od pełnej diagnozy (monitoring diagnostyczny), przez weryfikację stwierdzonych anomalii (monitoring operacyjny) aż do szczegółowych badań w strefach zidentyfikowanych skażeń (monitoring badawczy).

W monitoringu diagnostycznym do cyklicznych obserwacji i badań włączono 306 otworów badawczych, w tym 174 studnie ujęć komunalnych oraz 132 piezometry. Na ujęciach komunalnych wytypowano wszystkie zarówno czynne, jak i nieczynne studnie, o ile będą w przyszłości przeznaczone do eksploatacji (tab. 2).

W granicach administracyjnych Gdańska sieć obserwacyjna składała się z 271 punktów obserwacyjnych, w tym 148 czynnych studni na terenach ujęć komunalnych. Dla Sopotu analogiczne dane wyniosły: 35 punktów obserwa-

cyjnych, w tym 19 studni na terenach ujęć komunalnych. Najwięcej piezometrów powstało w rejonie ujęć komunalnych w Gdańsku: „Czarny Dwór” i „Zaspa Wodna” – 35, „Lipce” – 29, „Pręgowo” – 11, a w Sopocie „Bitwy pod Płowcami” – 12 (ryc. 4). Głównym celem monitoringu operacyjnego była weryfikacja wszystkich stwierdzonych anomalii hydrochemicznych. Z tego względu liczba punktów pomiarowych całej sieci obserwacyjnej była znacznie mniejsza i została dostosowana do rzeczywistych ognisk zagrożeń.

W monitoringu badawczym szczegółowych informacji o wodach podziemnych w strefach stwierdzonych zanieczyszczeń historycznych dostarczyły dane z wykonanych w tym celu 76 tymczasowych otworów badawczych.

Na każdym etapie prace badawcze były realizowane na podstawie specjalnie opracowanych programów, które szczegółowo określały rodzaj, częstotliwość obserwacji oraz zakres badań laboratoryjnych. Uwzględniono w nich wskazania ustalone na etapie projektowania sieci monitoringu osłonowych. W otoczeniu dużych ujęć komunal-

Tab. 2. Liczba punktów obserwacyjnych systemu monitorowania wód podziemnych
Table 2. Number of observation points of groundwater monitoring system

Elementy systemu monitorowania wód podziemnych <i>Elements of groundwater monitoring system</i>	Studnie czynne i nieczynne <i>Active and closed wells</i>	Piezometry i otwory badawcze <i>Piezometers and hydrogeological test boreholes</i>	Razem <i>Total</i>
Ujęcia zbiorowego zaopatrzenia w wodę i sieci monitoringu osłonowego <i>Municipal supply wells and protective monitoring of groundwater</i>			
Sieci osłonowe ujęć komunalnych „Czarny Dwór”, „Zaspa Wodna”, „Lipce” <i>Protective monitoring of groundwater intakes of municipal supply wells in Gdańsk</i> „Czarny Dwór”, „Zaspa”, „Lipce”	77	74	151
Studnie i piezometry pozostałych ujęć komunalnych <i>Other wells</i>	97	58	155
Razem / <i>Total</i>	174	132	306
Ujęcia zakładowe oraz sieci monitoringu ognisk zanieczyszczeń <i>Local observation network of industrial supply wells and pollution source</i>			
Ujęcia zakładowe, sieci monitoringu lokalnego wokół ognisk zanieczyszczeń <i>Local observation network of industrial supply wells and pollution source</i>	36	88	124
Krajowa i regionalna sieć obserwacyjna <i>National and regional groundwater observation and research network</i>			
Punkty obserwacyjne SBOWP – monitoring krajowy <i>National groundwater observation and research network – national monitoring</i>	–	11	11
Punkty obserwacyjne WIOŚ Gdańsk – monitoring regionalny <i>Regional groundwater observation and research network – regional monitoring</i>	8	–	8
Razem / <i>Total</i>	8	11	19
Tymczasowe otwory badawcze <i>Temporary test boreholes</i>			
Rejon byłej Fabryki Farb i Lakierów „Polifarb” <i>Area of the former “Polifarb” Paint and Varnish Factory in Gdańsk</i>	–	15	15
Rejon ujęcia „Lipce” / <i>Area of “Lipce” intakes in Gdańsk</i>	–	22	22
Rejon ujęcia „Czarny Dwór” i „Zaspa Wodna” <i>Area of “Czarny Dwór” and “Zaspa Wodna” intakes in Gdańsk</i>	–	39	39
Razem / <i>Total</i>	–	76	76
OGÓLEM / TOTAL	218	307	525

nych większość piezometrów została zaprojektowana w sposób pozwalający na monitorowanie stanu wód w całym profilu pionowym warstwy wodonośnej – w dwóch, a nawet trzech zakresach głębokości. W rejonie ujęcia „Lipce” wskazano na konieczność prowadzenia cyklicznych badań wody powierzchniowej w niektórych rowach melioracyjnych.

W celu zapewnienia kompleksowej analizy, zachodzących zmian w środowisku wodnym pozyskano także dane z innych systemów monitoringowych, m.in.: z krajowej sieci badawczo-obserwacyjnej wód podziemnych, regionalnej sieci obserwacyjnej województwa pomorskiego oraz ujęć zakładowych i monitoringów ognisk zanieczyszczeń.

PODSUMOWANIE

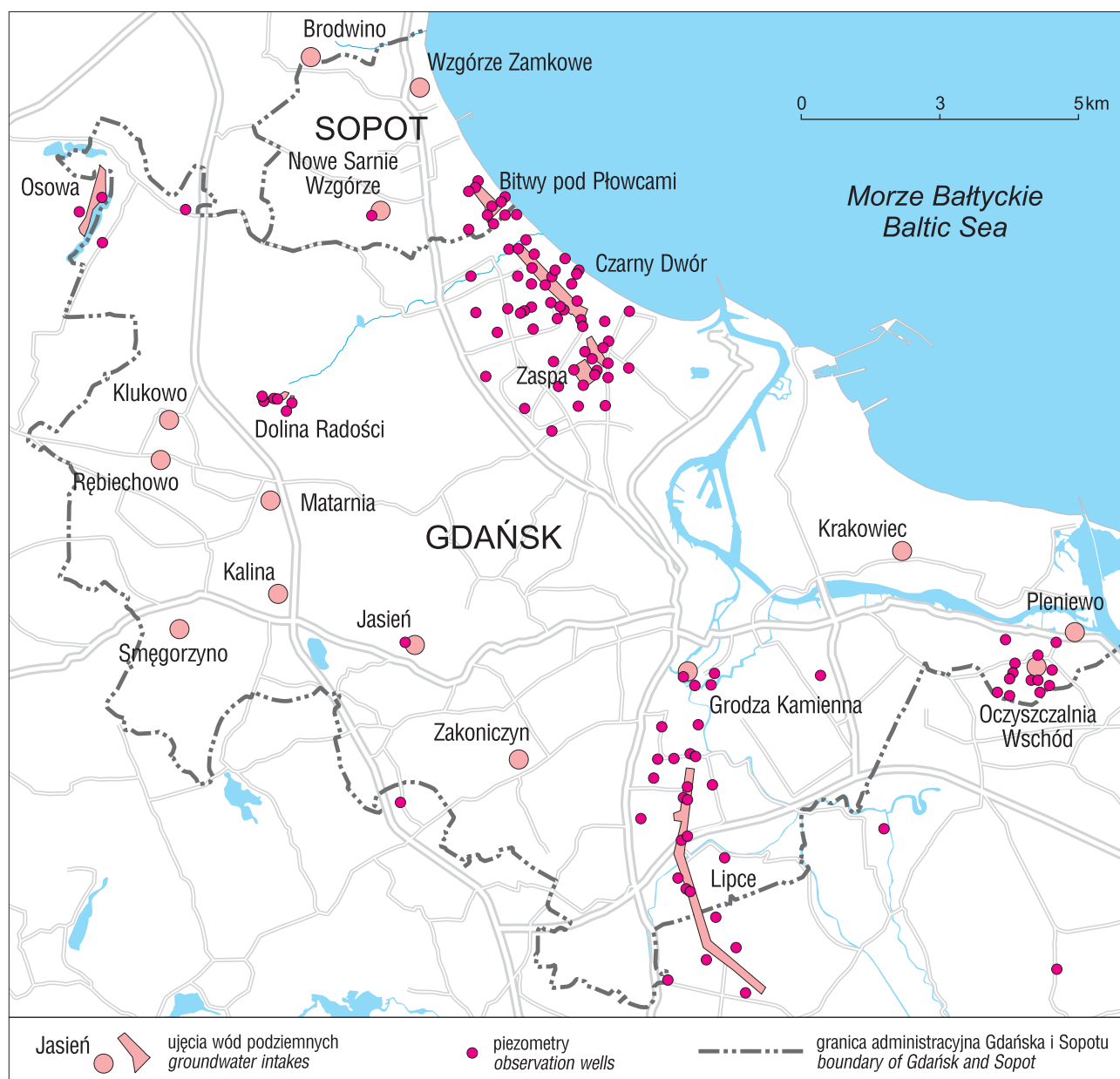
W latach 2009–2014 na terenie Gdańska i Sopotu powstał spójny system monitorowania wód podziemnych, integrujący nie tylko różne rodzaje sieci obserwacyjnych oraz jed-

nostki administracyjne, ale także wszystkie elementy układu krążenia wód w gdańskim systemie wodonośnym.

W trzech etapach prac badawczych (monitoring diagnostyczny, operacyjny i badawczy) dokonano pełnej diagnozy stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych oraz wskazano strefy dawnych, historycznych zanieczyszczeń wód podziemnych. Badania były realizowane na podstawie sieci obserwacyjnych, ujęć komunalnych i zakładowych oraz specjalnie wykonanych w tym celu tymczasowych otworów badawczych.

Wdrożenie zintegrowanego systemu monitorowania wód podziemnych wykazało skuteczność przyjętych założeń oraz korzyści w zarządzaniu systemami monitoringowymi na terenie nadmorskiej aglomeracji, położonej w skomplikowanych warunkach hydrogeologicznych.

Przyjęty sposób prowadzenia prac dostarczył bogatych i różnorodnych informacji o zachodzących zmianach w środowisku gruntowo-wodnym oraz pozwolił na podjęcie właściwych działań, mających na celu ograniczenie zagrożeń i właściwe zarządzanie gospodarką wodną.



Ryc. 4. Lokalizacja punktów badawczych zintegrowanego systemu monitorowania wód podziemnych w Gdańsku i Sopocie
Fig. 4. Location of research points of the integrated system of groundwater monitoring in Gdańsk and Sopot area

Prace badawcze, prowadzone w ramach zintegrowanego systemu monitorowania wód podziemnych w Gdańsku i Sopocie, wnoszą znaczny wkład w rozwój hydrogeologii miejskiej. Dostarczają wiedzy o metodach badawczych oraz warunkach występowania wód podziemnych i zachodzących procesach hydrochemicznych w aglomeracji gdańskiej.

LITERATURA

KORDALSKI Z. & LIDZBARSKI M. 2008 – Projekt sieci pomiarowej monitoringu regionalnego jakości wód podziemnych dla obszaru województwa pomorskiego. Nar. Arch. Geol., PIG-PIB Gdańsk.

LIDZBARSKI M., KORDALSKI Z., KARWIK A., PASIEROWSKA B., SOKOŁOWSKI K., SZELEWICKA A., TARNAWSKA E. & WALCZAK M. 2008 – Ocena możliwości i ograniczeń lokalizowania inwestycji (w tym obiektów wysokościowych) w strefie pośredniej ujęcia wód podziemnych „Czarny Dwór” i „Zaspą”, a zwłaszcza na obszarze o zastrzonych warunkach ochrony. Nar. Arch. Geol., PIG-PIB Gdańsk.
 SADURSKI A. & LIDZBARSKI M. 2007 – Stan zasobów wód podziemnych, eksploatacji ujęć i zagrożeń ich zasobów eksploatacyjnych na tle gospodarowania wodami podziemnymi w Gdańsku, z uwzględnieniem eksploatacji ujęcia w Straszynie. Arch. GIWK, Gdańsk.
 SUKOWSKI T., BŁAWAT W., JANKOWSKA J., POLAŃSKA K., MARIA PRZEWŁÓCKA M., STOLZ I. & STRÓŻYK M. 2002 – Studium zaopatrzenia miasta Gdańska w wodę. Pracownia Modelowania Hydrogeologicznego. Arch. GIWK, Gdańsk.