

WPŁYW WARUNKÓW ŚRODOWISKOWYCH NA WODY PODZIEMNE W DOLINIE ODRY W REJONIE PROCHOWIC

INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON GROUNDWATERS WITHIN THE Odra VALLEY NEARBY PROCHOWICE

JACEK GURWIN¹

Abstrakt. Obszar badań jest zlokalizowany w południowo-zachodniej Polsce, w dolinie rzeki Odry w rejonie Prochowic, pomiędzy rzekami Cicha Woda i Kaczawa, które są lewobrzeżnymi dopływami Odry. Zaprezentowano wyniki prac związane z oceną wpływu warunków środowiskowych na wody podziemne pierwszego poziomu wodonośnego, który pozostaje w kontakcie hydraulicznym z wodami powierzchniowymi. W tym celu zbudowano system monitoringu obejmujący automatyczną stację hydrometeorologiczną oraz ciągły pomiar wahań zwierciadła wód podziemnych. Ustalono system krążenia wód podziemnych, a wykonane oznaczenia składu fizykochemicznego skonfrontowano ze stanem jakości wód powierzchniowych i opadów. Główne źródło zanieczyszczeń stanowi intensywna działalność rolnicza, powodująca degradację wód podziemnych do najniższej klasy jakości, ze względu na zawartość azotanów, fosforanów oraz potasu.

Słowa kluczowe: wody podziemne, monitoring środowiska wodnego, zanieczyszczenie, dolina Odry.

Abstract. The study area is located in the south-western part of Poland, in the Odra River valley nearby Prochowice, between rivers called Cicha Woda and Kaczawa, both of which are the left tributaries of the Odra River. The investigations for evaluation the impact of environmental conditions on the first ground water aquifer being in hydraulic contact with surface waters are presented. For this purpose a monitoring system which includes an automatic hydro-meteorological station and continuous measurements of groundwater table fluctuation has been built. Groundwater flow system was determined and recognizing of physico-chemical composition was confronted with the quality of surface water and precipitation. The major source of pollution is an intensive agriculture activity that causes a degradation of groundwater to the lowest class of quality due to nitrates, phosphates and potassium contents.

Key words: groundwaters, monitoring of water environment, pollution, Odra valley.

WSTĘP

We wstępnej fazie prac zebrano i zintegrowano w systemie GIS materiały kartograficzne w postaci podkładów topograficznych oraz map geologicznych, hydrograficznych, hydrogeologicznych i sozologicznych. Przeanalizowano dostępne profile wierceń z banku danych hydrogeologicznych, na ich podstawie przyjęto wstępny model przestrzennej budowy hydrogeologicznej obszaru. Zaprojektowano również

badania własne, dotyczące sezonowych zmian poziomu wód gruntowych z opadami. Podstawę w tym zakresie stanowi zbudowany automatyczny system monitoringu. Oprócz instalacji odpowiednich urządzeń w terenie, oparto się również na okresowych pomiarach zwierciadła wód podziemnych. Wyniki opracowano w systemie informatycznym ArcGIS, czego efektem są sporządzone warstwy informacyjne.

¹ Uniwersytet Wrocławski, Instytut Nauk Geologicznych, Pl. Maxa Born'a 9, 50-205 Wrocław; e-mail: jacek.gurwin@ing.uni.wroc.pl

W pracy skupiono się na czynnikach środowiskowych mających wpływ na pierwszy poziom wodonośny, w tym zwłaszcza na zasilanie wód podziemnych.

Praca została zrealizowana w dużej części na podstawie wyników projektu w ramach 6 Programu Ramowego UE,

CAVES (*Complexity: Agents, Volatility, Evidence and Scale*), Proposal No 12816 (Dunajski i in., 2008) oraz badań prowadzonych w projekcie UWr. 2022/W/ING/08-08.

OPIS WARUNKÓW NATURALNYCH

Obszar badań jest zlokalizowany w mezoregionie Pradoliny Wrocławskiej, jedynie najbardziej południowa część należy do Wysoczyzny Średzkiej. Obszar leży w zlewni Odry, która stanowi jego wschodnią granicę. Od strony południowej i południowo-wschodniej przepływa rzeka Cicha Woda, a od północy Kaczawa, które uchodzą do Odry jako lewobrzeżne dopływy. Wewnątrz obszaru drenaż odbywa się w sieci drobnych cieków i rowów melioracyjnych (fig. 1). Do głównych

należą Rogowski Potok i Kwiatkowski Potok. Według danych IMGW stacjonarne pomiary przepływu są realizowane jedynie w stacji wodowskazowej na Odrze w Malczycach. Uzyskane informacje pozwoliły ustalić dla lat 2006–2008 wartości przepływów charakterystycznych dla niskich, średnich i wysokich stanów, które zestawiono w tabeli 1.

Rzeźba terenu jest poligeniczna, obok form akumulacji lodowcowej, rzecznej, jeziornej i eolicznej dominują formy

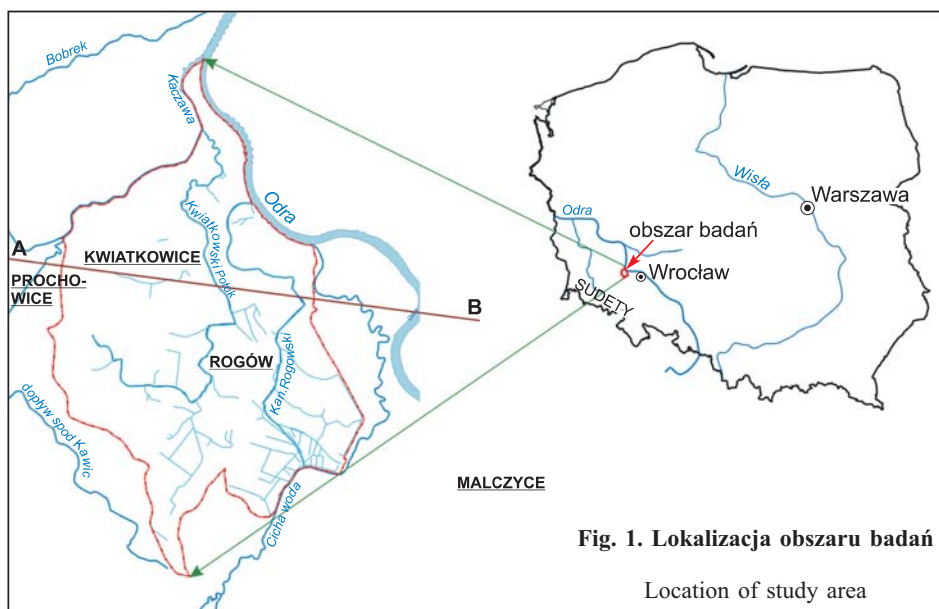


Tabela 1

Charakterystyczne miesięczne przepływy wody na Odrze w latach 2006–2008, [m³/s]

Characteristic monthly outflows in the Odra River in years 2006–2008, [m³/s]

		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2006	NQ	35,9	42,0	52,1	49,6	102	233	123	65,0	45,0	45,0	75,8	48,0
	SQ	55,6	129	104	109	212	557	220	152	75,6	191	120	71,4
	WQ	149	231	186	336	784	1230	409	268	238	423	260	135
2007	NQ	47,0	61,4	55,4	170	135	86,8	52,0	40,0	48,0	39,0	47,0	65,0
	SQ	112	101	144	269	242	140	93,0	82,7	74,1	63,6	214	125
	WQ	222	158	281	398	448	265	139	128	140	135	569	192
2008	NQ	116	84,0	93,8	56,0	81,2	105	61,4	52,5	39,0	42,0	46,0	41,0
	SQ	185	186	140	139	128	149	166	87,8	91,1	104	89,6	92,6
	WQ	241	283	248	212	188	206	409	182	260	319	152	168

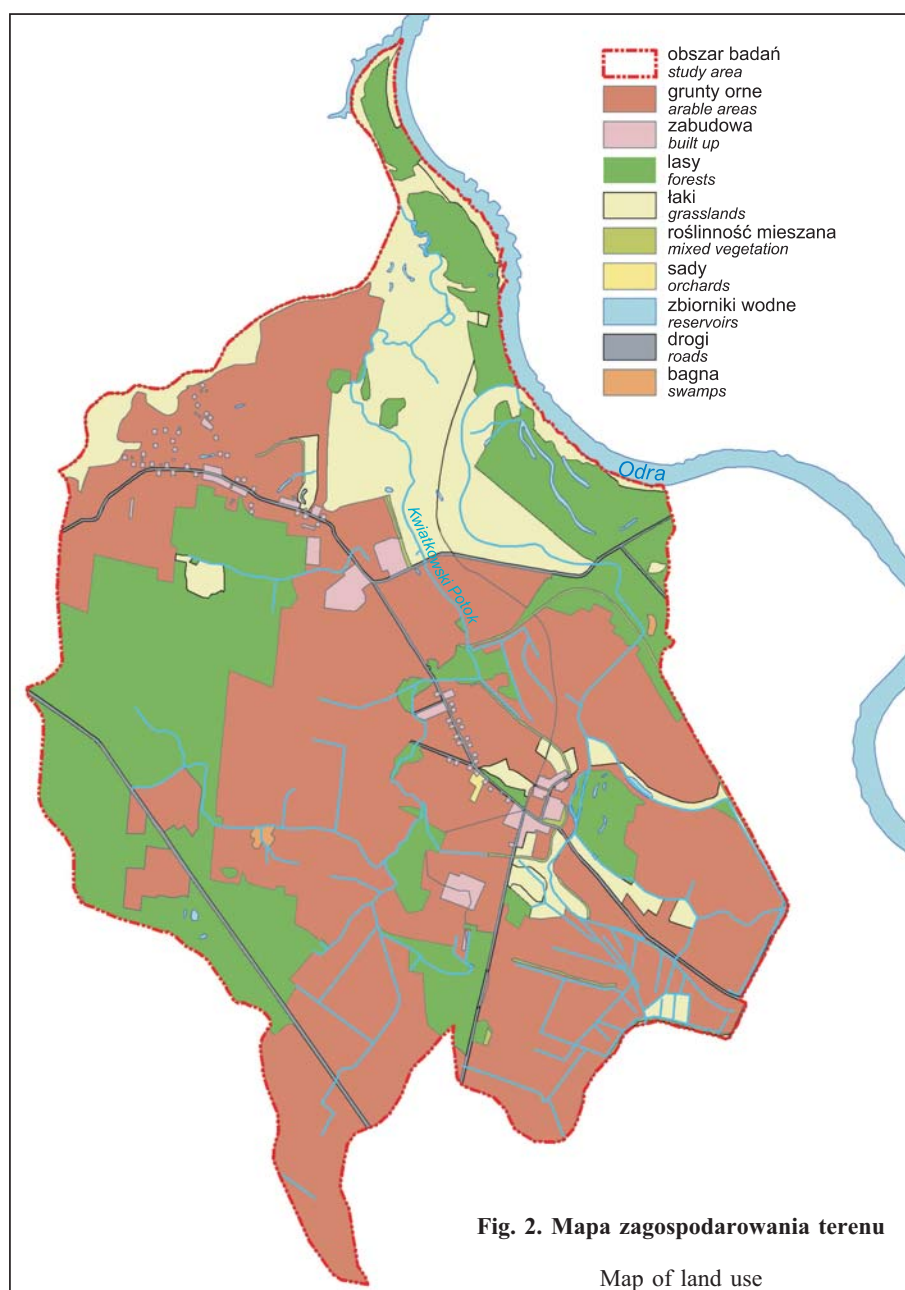
pochodzenia erozyjno-denudacyjnego (Grzegorzczak, Dembiec, 2008). Teren jest płaski o niewielkich deniwelacjach, z wysokościami od 95–97 m n.p.m. w dolinie Odry do 100–105 m n.p.m. na zachodzie obszaru.

Pod względem klimatycznym rejon Prochowic leży na granicy dwóch regionów: śląsko-wielkopolskiego oraz sudeckiego i należy do najcieplejszych w Polsce (Woś, 1996). Średnia roczna temperatura wynosi około $+8,5^{\circ}\text{C}$, przy $+18,5^{\circ}\text{C}$ dla lipca i $-0,8^{\circ}\text{C}$ dla stycznia. Biorąc pod uwagę termiczne pory roku, lato trwa w tym rejonie około 100 dni, a zima około 60 dni, należąc odpowiednio do najdłuższych i najkrótszych okresów trwania w kraju. Suma rocznych opadów osiąga 550–600 mm przy przeciętnym parowaniu terenowym około 480 mm. Występuje przewaga wiatrów

z kierunków: W, SW i S, stanowiąc prawie połowę ogólnej częstotliwości, przy średnich prędkościach w granicach 3,0–3,5 m/s (Lorenc, red., 2005).

Lokalnie klimat jest w dużym stopniu kształtowany przez dolinę Odry. Wykonane do tej pory pomiary pozwalają stwierdzić występowanie odrębności klimatycznej w dolinie i jej bezpośrednim sąsiedztwie w takim stopniu, że można mówić o mikroklimacie doliny rzecznej. Przejawia się to mniejszymi prędkościami wiatru i wyższymi temperaturami przy jednocześnie niższych amplitudach w ciągu roku, rzadziej też występują przymrozki.

Zanieczyszczenia obszarowe pochodzące z rolnictwa oraz brak skanalizowania wsi są głównym źródłem zanieczyszczenia wód Cichej Wody. Natomiast Kaczawa zanie-



czyszczona jest przede wszystkim ściekami komunalnymi i przemysłowymi z miast Złotoryja i Legnica.

W zakresie oddziaływania na środowisko wodne podstawowe znaczenie na tym obszarze ma zagospodarowanie terenu (fig. 1). Użytki rolne stanowią bowiem ok. 55% powierzchni i tym samym zagrożenia generowane przez rolnictwo należy traktować priorytetowo. Lasy i grunty leśne pokrywają 32% powierzchni, a 13% przypada na pozostałe grunty i nieużytki. W strukturze użytków rolnych grunty orne zajmują blisko 83%, a łąki 12% (fig. 2).

W rejonie Prochowic występują głównie gleby bielicowe i płowe, przy czym są to w zdecydowanej przewadze gleby kwaśne o pH poniżej 5,5. W dolinach rzecznych występują powszechnie mady podlegające bardzo słabej erozji.

Bezpośrednio powyżej badanego obszaru, na 300 km biegu rzeki Odry, trwa budowa stopnia wodnego Malczyce. Oddziaływanie stopni wodnych na ekosystem dolinowy Odry, w tym na wody gruntowe, są aktualnym tematem wielu dyskusji wśród przyrodników i ekologów. W 1923 r. oddany został do eksploatacji stopień wodny w Rędzinie (260,7 km Odry), a w 1957 r. wybudowano stopień wodny w Brzegu Dolnym (281,6 km Odry). Natomiast stopień Malczyce stanowić będzie kolejny element istniejącej kaskady Odrzańskiej

Drogi Wodnej. Zasadniczym celem budowy w Malczycach jest zahamowanie procesów erozji w korycie rzeki Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym. Postępująca erozja denną spowodowała bowiem obniżenie zwierciadła wody w rzece o ok. 2,5 m bezpośrednio poniżej tego stopnia, sięgając aż do Ścinawy (<http://wroclaw.rzgw.gov.pl/pl/articles>).

Wpływ stopnia wodnego Malczyce na środowisko przyrodnicze doliny Odry obejmie rozległe obszary doliny powyżej i poniżej jego posadowienia. Cenne przyrodniczo obszary lasów łęgowych znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki i większość z nich zostanie zalana lub trwale podtopiona. Założenia projektowe nie rozwiązują problemu erozji dennej poniżej tej budowli. Proponowaną metodą zapobiegającą obniżaniu się zwierciadła wód gruntowych, na skutek intensywnego procesu erozji dennej poniżej stopnia wodnego, jest rozpoczęcie alimentacji rumoszem koryta Odry po oddaniu stopnia do eksploatacji. Jak wskazują doświadczenia ze stopnia „Brzeg Dolny” obniżenie poziomu wód gruntowych jest stanem trwającym już od kilkudziesięciu lat i wiele drzew przystosowało się do tego, rozbudowując głęboki system korzeniowy (Dunajski, Krukowski, 2008; Głuchowska i in., 2001).

CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

Obszar badań znajduje się na bloku przedsudeckim w obrębie kompleksu kaczawskiego, a najbardziej północny fragment leży już w strefie uskoku środkowej Odry. Utwory neogenu zalegają niezgodnie na krystalicznym podłożu, osiągając miąższość ok. 300 m, przy czym osady miocenu i pliocenu reprezentowane są głównie przez ropy, piaski i żwiry oraz pokłady węgla brunatnego, natomiast osady czwartorzędowe stanowią ciągły kompleks, o miąższości od kilku do maksymalnie 60 m i są reprezentowane głównie przez gliny zwałowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz rzeczne.

Na większości obszaru główny użytkowy poziom wodonośny stanowią piaszczysto-żwirowe utwory plejstocenu. Jest to odkryty poziom wodonośny o bardzo wysokim stopniu zagrożenia na zanieczyszczenie (fig. 3) (Malinowska-Pisz, 1997; Grzegorzczak, Dembiec, 2008). Występują tu ujęcia zaopatrujące w wodę miasto i gminę Prochowice. Na południe od Prochowic GUPW jest związany z głębiej zalegającymi wodonośnymi utworami górnego miocenu i pliocenu. Układ hydrodynamiczny w badanym obszarze jest determinowany przebiegiem ograniczających go dolin rzecznych: Kaczawy na NW, Cichej Wody na S i Odry na E. Zasilanie wód podziemnych zachodzi na skutek infiltracji wód opadowych, zwłaszcza w strefie wododziałowej w S i SW części obszaru, gdzie panują stosunkowo dobre warunki dla infiltracji, gdyż

utwory przypowierzchniowe to piaszczysto-żwirowe osady fluwioglacjalne o dobrej przepuszczalności. Natomiast w części wschodniej, w dolinie Odry, przy płytko zalegającym zwierciadle wód podziemnych i rozległych obszarach podmokłych, intensywność ewapotranspiracji może w cyklu rocznym znacznie przewyższać infiltrację. Osobnym problemem w bilansowaniu przepływów jest zasilanie z cieków powierzchniowych, w tym z Odry, które jest dodatkowo uzależnione od funkcjonowania systemu melioracji.

Na podstawie profili wierceń i mapy geologicznej dokonano interpretacji głębokości występowania spągu utworów wodonośnych, zalegających na bardzo słabo przepuszczalnych ilach plioceniowych. Dlatego stwierdzone miąższości utworów piaszczysto-żwirowych wahają się w granicach kilkunastu m (w zakresie 10–20 m).

Wykonana na podstawie pomiarów zwierciadła wód podziemnych mapa hydroizohips (fig. 4) wskazuje, że przepływ wód podziemnych następuje z obszaru wyżej położonego, na południu i południowym zachodzie, w kierunku Odry, na północnym wschodzie obszaru, stąd główny kierunek filtracji to S/SW–N/NE. Wysokości hydrauliczne zmieniają się od wartości 98–102 m n.p.m. na S/SW do 94–95 m n.p.m. w dolinie Odry, co daje średni spadek hydrauliczny na poziomie $1,8 \cdot 10^{-3}$.

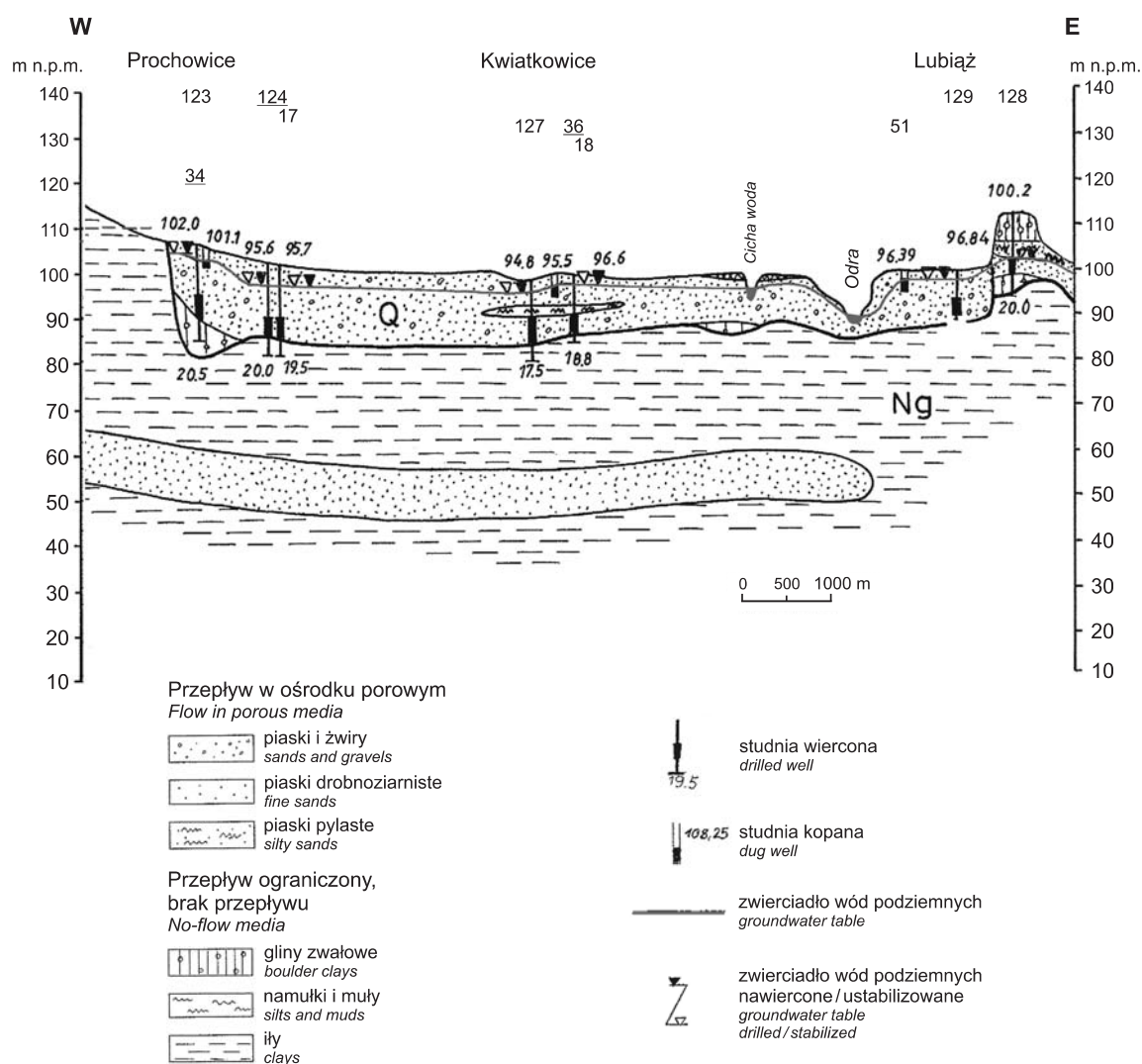


Fig. 3. Przekrój hydrogeologiczny A–B (fragment zgodnie z Grzegorzczak i Dembiec, 2008)

Przybliżony przebieg linii przekroju na [fig. 1](#)

Hydrogeological cross-section A–B (part according to Grzegorzczak and Dembiec, 2008)

Approximate cross-section line in the [Fig. 1](#)

SYSTEM MONITORINGU HYDRO-METEOROLOGICZNEGO

Analiza dostępnych danych meteorologicznych z najbliższej stacji w Legnicy wykazała, że nie są to dane wystarczająco reprezentatywne dla oceny lokalnych zmian klimatycznych w dolinie Odry. W celu dokładnego ustalenia wpływu czynników atmosferycznych na zasilanie wód podziemnych, zdecydowano się na uruchomienie niezależnego systemu obserwacji. W maju 2007 r. zainstalowano stację monitoringu hydrometeorologicznego. Wytypowano potencjalne miejsca dla lokalizacji i ostatecznie, z uwagi na bezpieczeństwo urządzeń, wybrano ogrodzony teren na użytkowanej posesji w miejscowości Rogów Legnicki ([fig. 1](#)). Na początku czerwca 2007 r. uruchomiono system automatycznego monitoringu ADAS (*Automatic Data Acquisition Sys-*

tem) składający się z części zewnętrznej, rejestrującej parametry meteorologiczne i części podziemnej do analizy strefy aeracji i saturacji. Podobnie jak w każdej stacji meteorologicznej, rozpoczęto pomiary: opadu atmosferycznego, temperatury powietrza, wilgotności powietrza, padającego promieniowania słonecznego i prędkości wiatru. Zestaw czujników monitoringu meteorologicznego został tak dobrany, by móc przeprowadzić obliczenia potencjalnej ewapotranspiracji. Zainstalowana wersja stacji została wyposażona w 7 urządzeń pomiarowych, które w sposób ciągły (odczyt z częstotliwością co 1 min. lub większą i zapis uśrednionej wartości co 1 godz.) rejestrowały następujące parametry:

- temperaturę powietrza na wysokości 2 m,

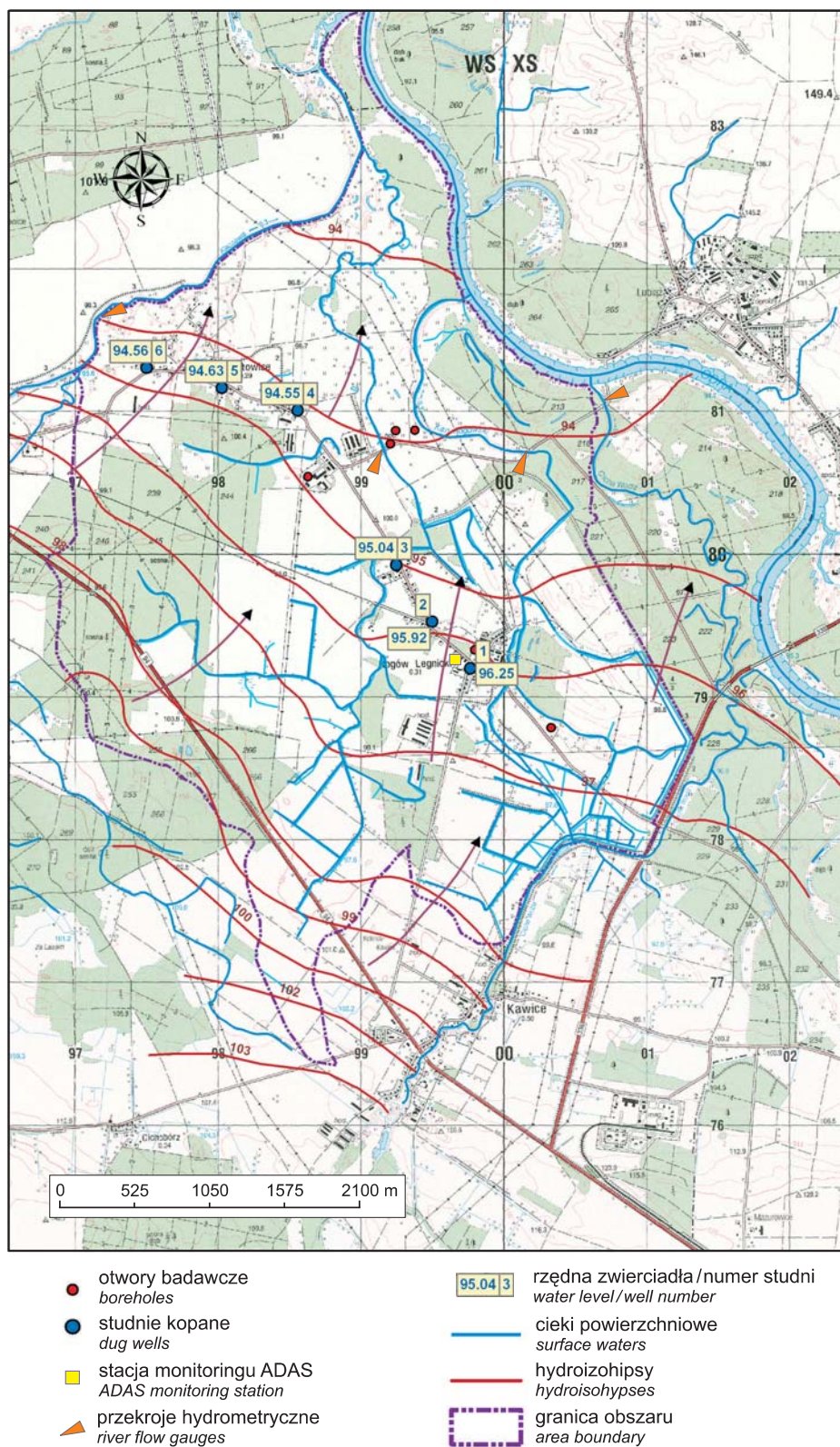


Fig. 4. Mapa hydroizohips pierwszego poziomu wodonośnego

Hydroisohypses map of the first aquifer

- wilgotność względna powietrza na wysokości 2 m,
- prędkość wiatru na wysokości 2 m,
- promieniowanie słoneczne padające na wysokości 2 m,
- opad atmosferyczny,
- temperaturę gleby na głębokości 5 cm,
- wilgotność gruntu na głębokości 0,50 m.

Dane pomiarowe są sukcesywnie wprowadzane do bazy danych, na podstawie której weryfikowane są wykresy zmienności poszczególnych serii.

System monitoringu środowiska wodnego został uzupełniony obserwacjami wahań zwierciadła wód podziemnych. Przeprowadzono również trzy serie pomiarów wód podziemnych w studniach znajdujących się na badanym obszarze. Okresy obserwacji starano się przy tym tak dobrać, aby uchwycić charakterystyczne stany zwierciadła wód podziemnych. Prace terenowe uzupełniono pomiarami hydrologicznymi. W dwóch wybranych przekrojach hydrometrycznych na ciekach drenujących obszar (Kwiatkowski Potok i Kan. Rogowski) wykonano pomiary natężenia przepływu.

Stacja monitoringu rejestruje wszystkie niezbędne parametry służące do obliczeń ewapotranspiracji, która jest jed-

nym z głównych czynników środowiskowych kształtujących zasilanie wód podziemnych. Zanotowane temperatury gleby na głębokości 5 cm ściśle nawiązują do przebiegu temperatury powietrza, wykazując przy tym znacznie mniejsze wahania, a w miesiącach zimowych wykres powoli się stabilizuje przy temperaturach rzędu od 0°C do -1°C. W bilansie energii, a więc siły sprawczej procesów zachodzących w środowisku, decydujące znaczenie ma pomiar całkowitego promieniowania słonecznego (fig. 5). Wraz z siłą wiatru i wilgotnością powietrza stanowi uzupełnienie składników decydujących o ewapotranspiracji.

Bardzo ważny czynnik ze względu na zasilanie wód podziemnych stanowi zależność opadów i wilgotności gruntu. Reakcja czujnika wilgotności na opad jest niemal natychmiastowa po obfitych opadach, gdy stan gruntu jest nasycony i zachodzi infiltracja efektywna. Natomiast po okresach suchych reakcja jest stopniowa, aż do uzyskania maksimum wilgotności w danych warunkach.

Oprócz wykonanych serii pomiarów stanu zwierciadła, w Rogowie – w bezpośrednim sąsiedztwie stacji monitoringu ADAS, w wytypowanej studni gospodarczej, zainstalo-

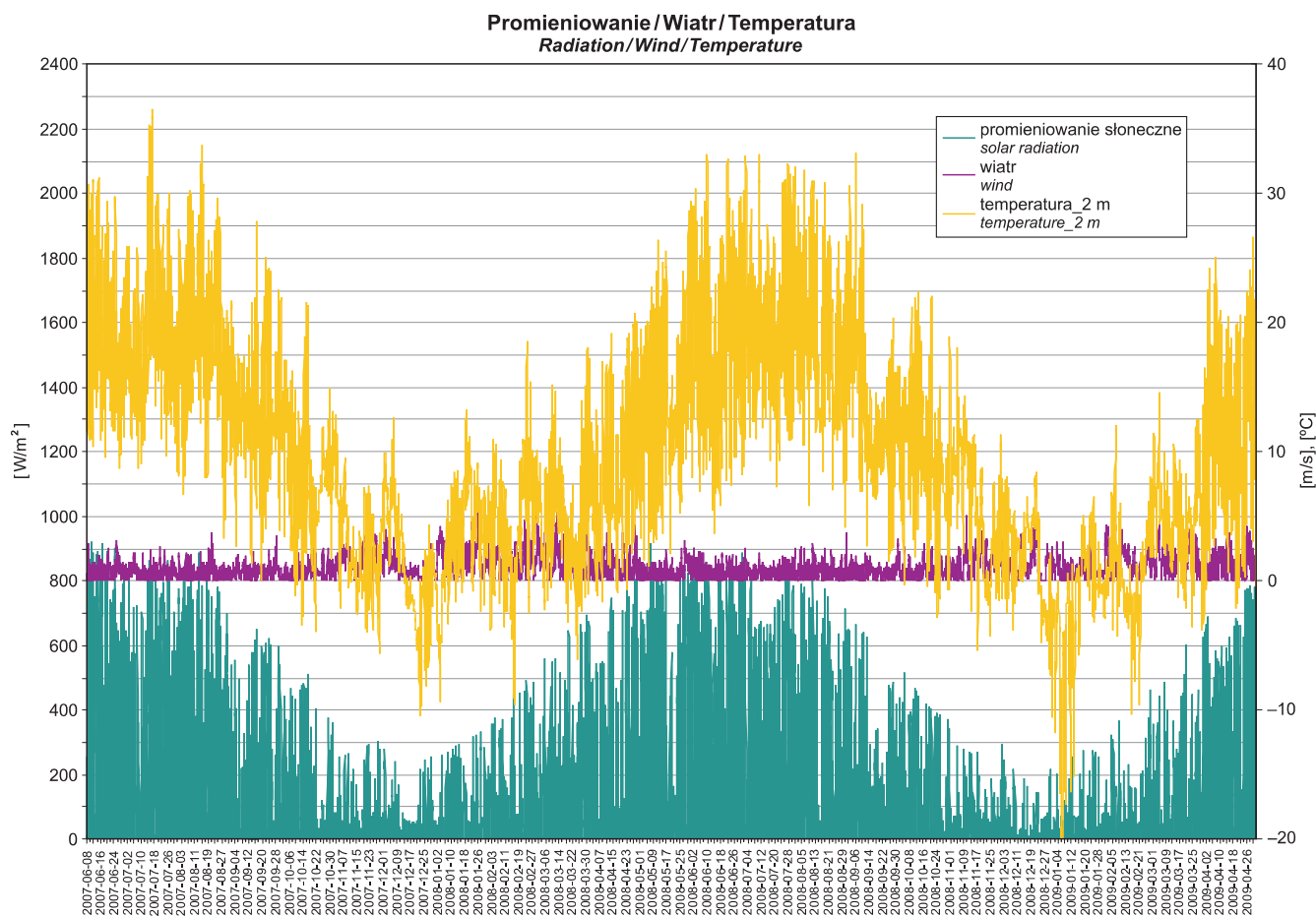


Fig. 5. Wyniki obserwacji ze stacji ADAS – promieniowanie słoneczne w zestawieniu z prędkością wiatru i temperaturą powietrza

Results from the ADAS station – solar radiation with wind speed and air temperature

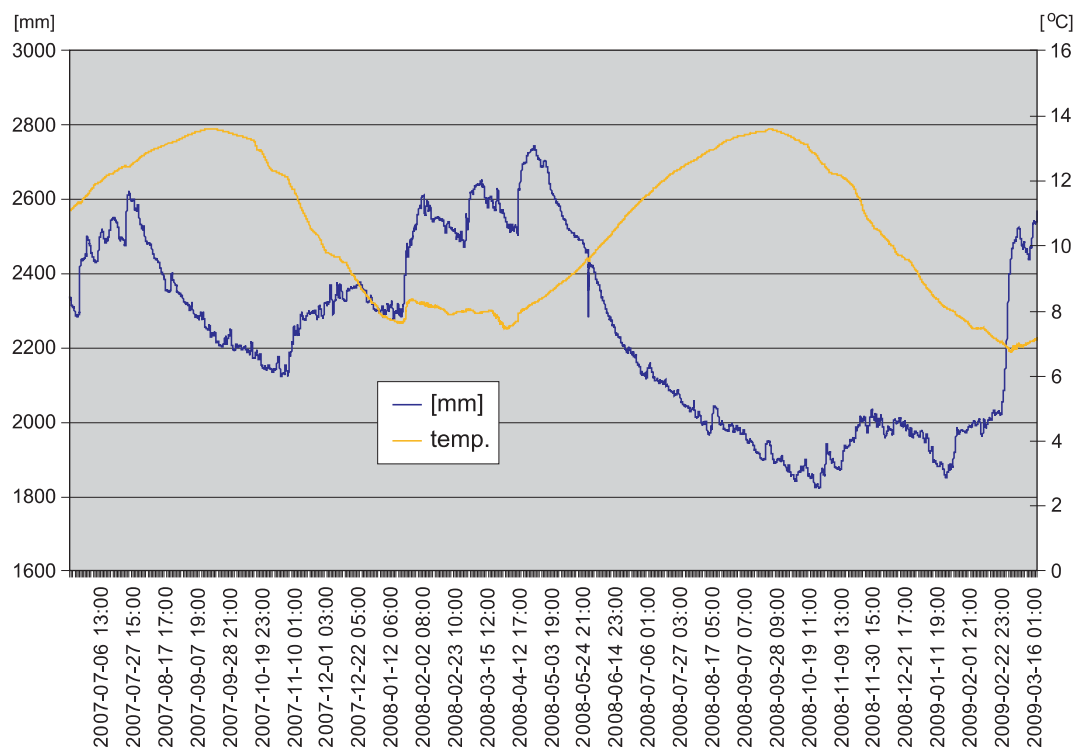


Fig. 6. Obserwacje wahań zwierciadła i temperatury wód podziemnych w punkcie monitoringu w Rogowie

Observations of water table and temperature fluctuations in the monitoring point in Rogów

wano elektroniczny czujnik typu GEALOG do automatycznego pomiaru wahań zwierciadła i temperatury wód podziemnych (fig. 6). Studnia jest bardzo dobrze zabezpieczona i nieużywana. Obserwacje są prowadzone z częstotliwością co 1 godz., objęły pełny rok hydrologiczny 2007/08 i są kontynuowane.

Zmiany temperatury wód podziemnych są charakterystyczne dla przypowierzchniowego poziomu wodonośnego i odwzorowują sezonowe wahania temperatur powietrza. Mieszczą się w zakresie 6,8–13,6°C, przy czym maksymalne wartości są identyczne i przypadają na przełom września i października. Minimalne wartości, zanotowane na przełomie lutego i marca 2009 roku, były niższe niż w roku wcześniejszym, gdy najniższa temperatura spadła jedynie do 7,5°C (efekt znacznie mroźniejszej zimy w 2009 r.). Zazna-

cza się przy tym typowe przesunięcie kulminacji w stosunku do temperatur panujących na powierzchni o około 2 miesiące (najwyższe temperatury powietrza przypadają na lipiec/sierpień, a najniższe na styczeń/luty).

Wykonane pomiary hydrometryczne (fig. 4) były utrudnione ze względu na bardzo intensywne zarastanie koryta cieków i niskie spadki hydrauliczne, w wyniku czego nawet przy wysokich stanach z okresu letniego woda w Kwiatkowskim Potoku właściwie stagnuje, a w Rogowskim Potoku prędkości są bardzo niskie. Przepływ w Kwiatkowskim Potoku w okresach niskich stanów ustalono na 0,0023 m³/s (8,3 m³/h), a w Rogowskim Potoku w zakresie 0,007–0,018 m³/s (25,2–64,8 m³/h). W tym samym okresie (maj 2009 r.) pomiary na rzece Cicha Woda dały 0,28 m³/s (1008 m³/h), a na Kaczawie 3,76 m³/s (13 536 m³/d).

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE WÓD PODZIEMNYCH NA TLE OPADÓW I WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Wyniki monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych ze stacji kontrolno-pomiarowej IMiGW w Legnicy (Twarowski, red., 2008) wskazują, że w latach 2006–2007 pH kształtowało się średnio na poziomie odpowiednio: 5,41 i 5,36, przy czym w półroczu zimowym 2007 r. opady miały odczyn nieco bardziej kwaśny pH = 5,1 (min. 4,65, max. 5,43), niż w półroczu w letnim pH = 5,65 (min. 5,17, max.

6,07). Zanotowane wartości PEW dają średnią wartość 39 μS/cm (min. 16, max. 108). Największy ładunek zanieczyszczeń wraz z opadami jest wprowadzany w czasie napływu mas powietrza z kierunku zachodniego, stanowiąc średnio 30% ładunku całkowitego. W czasie napływu mas powietrza z sektora północnego jest to 20%, z południowo-zachodniego i północno-zachodniego – 18%, natomiast

z sektorów wschodniego i południowego – 5%. Obliczone średnie dla roku ładunki zanieczyszczeń wynoszą w przypadku sumy azotanów i azotynów 0,31 kg/ha-mies. (min. 0,16, max. 0,62), dla azotu ogólnego 1,02 kg/ha-mies. (min. 0,26, max. 2,34), fosforu ogólnego 0,035 kg/ha-mies. (min. 0,007, max. 0,074), chlorków 0,40 kg/ha-mies. (min. 0,06, max. 0,79), a siarczanów 1,55 kg/ha-mies. (min. 0,35, max. 3,06). Spośród metali ciężkich, na przykład, ładunek ołowiu wyniósł 0,008, a kadmu 0,0003 kg/ha-mies. (Twarowski, red., 2008). Analiza wieloletnich danych (1997–2008) pozwala stwierdzić, że stężenia większości badanych składników ulegają zmniejszeniu, ale w przypadku ładunku: fosforu ogólnego, wapnia, sodu i potasu nastąpił wzrost w granicach 16–22%.

W obszarze badań występuje wyraźny związek wód rzecznych i gruntowych. W dolinie rzecznej, w przypadku wód podziemnych o reżimie tarasowym ich dynamika jest

zwykle w pełni uzależniona od stanów rzeki. Zależność ta zarówno podczas wezbrań rzeki, jak też opadania jej stanów jest prostoliniowa (Pleczyński, Przybyłek, 1974). Ponadto płaski teren o niewielkich deniwelacjach powoduje cykliczne występowanie rozległych podtopień wiosennych i jesiennych. Praktycznie cały teren znajduje się w zasięgu obszaru zalewowego Odry (Atlas..., 2000) (fig. 7). Ma to okresowo także duży wpływ jakościowy i ilościowy na wody podziemne, co zostało opisane dla doliny Odry, na przykład przez Poprawskiego (1995).

W ramach prac badawczych w maju 2009 r. wykonano serię poboru próbek wód powierzchniowych i podziemnych. Podstawowe elementy składu fizykochemicznego, jak: temperatura, odczyn pH, PEW, Eh, tlen rozpuszczony, oznaczono bezpośrednio w terenie.

W zakresie podstawowych elementów składu fizykochemicznego oznaczonych w wodach podziemnych (fig. 8) naj-

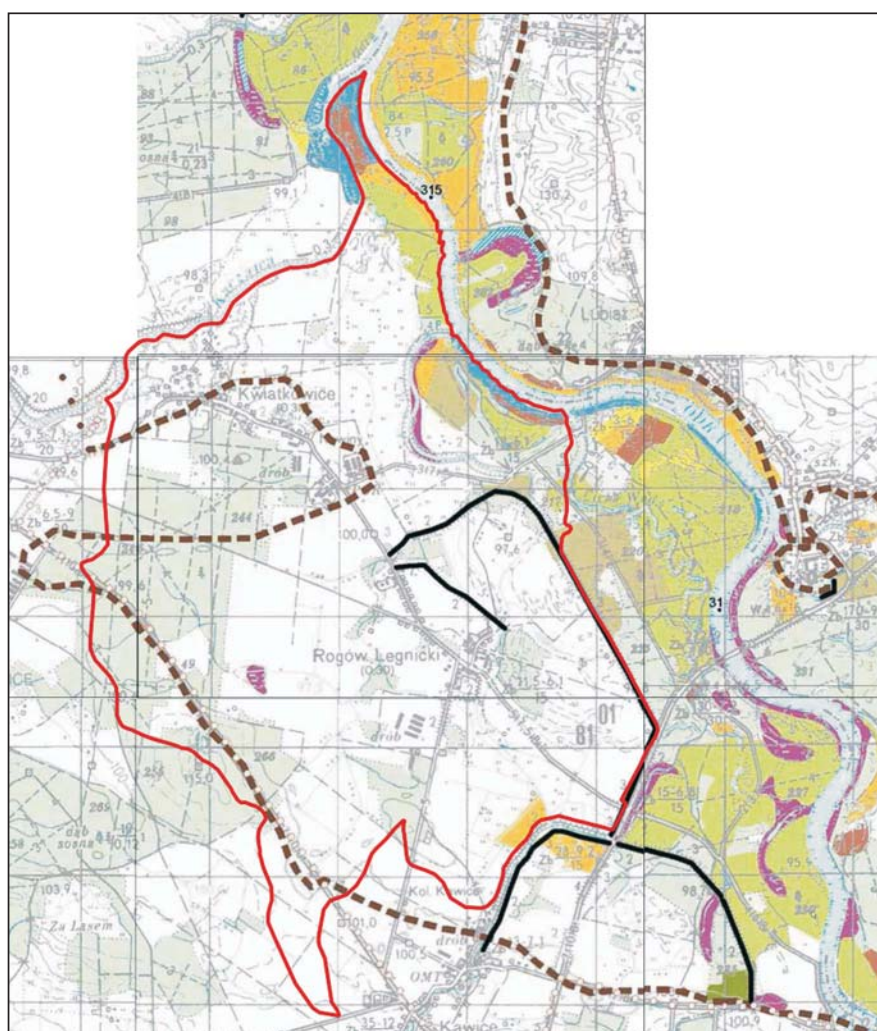


Fig. 7. Obszary zalewowe w rejonie badanego obszaru (Atlas..., 2000 <http://atlas.odra.pl/pl/index.html>)

Linia przerywana oznacza zasięg obszaru zalewowego

Floodplains in the region of the study area (Atlas..., 2000)

Dashed line indicates the extent of floodplain

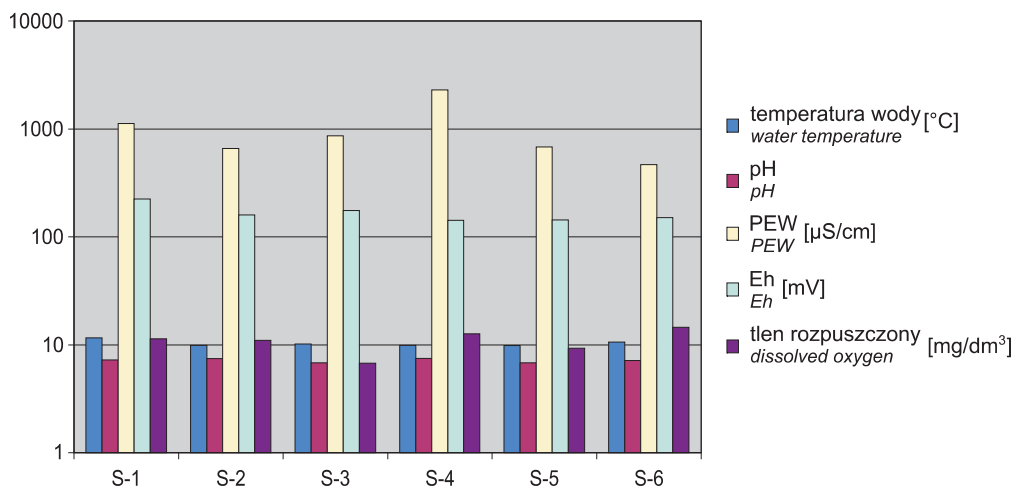


Fig. 8. Właściwości fizykochemiczne wód podziemnych badanych w studniach w maju 2009 r.

Physico-chemical components of groundwaters investigated in wells in May 2009

większe zróżnicowanie wartości występuje w przypadku odczynu pH (w zakresie od 6,8 do 7,5) i PEW (od 658 do 2290 mS/cm). Oznaczenia makroskładników wskazują, że główne zagrożenie stanowią zanieczyszczenia pochodzenia rolniczego, co przejawia się w zakresie stężeń: azotanów, fosforanów, a także potasu i wapnia. Według serii pomiarowej z maja 2009 r. zróżnicowanie zawartości azotanów wynosi od 8,9 do 99,2 mg/dm³ i zgodnie z przyjętymi kryteriami oceny stanu wód podziemnych (Dz. U. Nr 143 poz. 896.) przynależą one głównie do III i IV klasy jakości.

Także zawartość fosforanów wykazuje znaczne podwyższenie, zwłaszcza w punktach S-2 i S-6, w których zanotowano odpowiednio: 6,45 i 12,58 mg/dm³, czyli przekroczone zostały wartości graniczne dla klasy V. Badano także zawartość fosforu ogólnego, która kształtowała się w przedziałach od 0,15–0,22 mg/dm³ (S-3, S-4), poprzez 1,05–1,37 (S-1, S-5) do 2,15–4,19 mg/dm³ (S-2, S-6). Na szczególną uwagę zasługują również bardzo wysokie stężenia potasu, które mieszczą się w zakresie 20,8–52,7 mg/dm³ i tym samym we wszystkich przypadkach kwalifikują te wody do najniższej klasy jakości. Stężenia pozostałych podstawowych makroskładników mieszczą się w zakresach przewidzianych dla klasy I lub II. Jedynie zawartość jonów wapnia w punkcie S-4 wyniosła 313 mg/dm³, a manganu 0,51 mg/dm³. Ogólnie

w zakresie oznaczeń mikroskładników (Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Cr, As) nie stwierdzono przekroczeń granicznych zawartości dla I klasy, a sporadycznie dla II.

Wykonane oznaczenia dla wód powierzchniowych potwierdziły, że zarówno rzeki ograniczające obszar (Kaczawa i Cicha Woda), jak i mniejsze ciekły wewnątrz obszaru, mają obniżone klasy jakości ze względu na zawartość azotanów i fosforanów. Jednak wysokie stężenia fosforanów stwierdzono w Kaczawie i Cichej Wodzie, odpowiednio: 1,3 i 0,78 mg/dm³ (fosfor ogólny: 0,44 i 0,26 mg/dm³). Dla punktów pomiarowych na Kwiatkowskim Potoku i Rogowskim Potoku były to znacznie niższe wartości w zakresie 0,44–0,59 mg/dm³. Wysokie stężenie azotanów odnotowano w Rogowskim Potoku w dodatkowym pomiarze z grudnia (30,56 mg/dm³), podczas gdy w serii majowej było to jedynie 3,66 mg/dm³. Zawartości charakterystyczne dla III klasy jakości, oprócz Kaczawy, odnotowano w zakresie siarczanów w granicach 155,4–213,4 mg/dm³, a także wapnia od 105,1 do 119,9 mg/dm³. Pozostałe makro- i mikroskładniki miały zawartości mieszczące się w I i II klasie jakości. Odczyn pH kształtował się na poziomie 6,6–6,9, a wyższy pH = 7,1–7,3 był w przypadku Rogowskiego Potoku. Wartości PEW zawierały się w przedziale od 615 (Kaczawa) do 796–887 mS/cm w pozostałych ciekach.

PODSUMOWANIE

Czynniki środowiskowe mające wpływ na wody podziemne badanego obszaru można podzielić na naturalne i antropogeniczne. Do pierwszych należy zaliczyć przede wszystkim czynniki klimatyczne, pokrycie roślinnością oraz warunki hydrogeologiczne decydujące o systemie krążenia. Spośród drugiego typu czynników szczególne znaczenie ma

działalność rolnicza, emisja zanieczyszczeń do atmosfery i do wód oraz problemy związane z budową stopni wodnych na Odrze.

Zbudowany system monitoringu pozwala na zebranie dokładnych danych hydrometeorologicznych, mających wpływ na zasilenie wód podziemnych. Bezpośredni kontakt

z wodami powierzchniowymi wynika przede wszystkim ze stanów wód w rzekach ograniczających obszar (Odra na wschodzie, Kaczawa na północy i Cicha Woda na południu), ale także gęstej sieci cieków i rowów odprowadzających wody do Odry. Dotychczasowe pomiary pozwalają potwierdzić, że występuje pewna odrębność klimatyczna w dolinie Odry i jej bezpośrednim sąsiedztwie.

Zawartość substancji biogennych, zwłaszcza związków azotu i fosforu, ma decydujący wpływ na proces eutrofizacji wód powierzchniowych i negatywnie oddziałuje na wody podziemne pierwszego poziomu wodonośnego. Ładunek zanieczyszczeń dopływa głównie z infiltrującymi wodami opadowymi, jednak przy wysokich stanach Odry, a zwłaszcza w okresach podtopień, gwałtownie wzrasta zasilanie wodami powierzchniowymi. Istotne znaczenie ma również ilość

składników wprowadzanych do gruntu wraz z opadami. W przypadku ładunków: fosforu ogólnego, wapnia, sodu i potasu nastąpił w ostatnich latach wyraźny wzrost.

Przyczynę zanieczyszczenia wód podziemnych stanowi przede wszystkim działalność rolnicza. Wskazać należy w szczególności takie elementy jak: wprowadzanie nadmiernych ilości nawozów naturalnych i nieprawidłowe stosowanie sztucznych nawozów, hodowla zwierząt oraz osadnictwo wiejskie (sposób odprowadzania ścieków bytowych). Zakłady przemysłowe są zlokalizowane głównie w pobliskich Prochowicach, a zagrożenie stwarzają zwłaszcza te związane z przemysłem skórzanym.

Stan wód podziemnych należy ocenić jako słaby ze względu na wysokie zawartości azotanów, fosforanów i potasu, kwalifikujących je w wielu przypadkach do V klasy jakości.

LITERATURA

- ATLAS zalewowych obszarów Odry (<http://atlas.odra.pl/pl/index.html>), praca zbiorowa 2000, wyd. WWF-Auen-Institut.
- DUNAJSKI A., KRUKOWSKI M., 2008 — Zagrożenia środowiska przyrodniczego doliny Odry związane z budową stopnia wodnego Malczyce. *W*: Raport projektu CAVES.
- DUNAJSKI A., PABIAN B., GURWIN J., SZYMURA T., DAJDOK Z., LATOCHA A., SOBIK M., KORABIEWSKI B., 2008 — Raport projektu w ramach 6 Programu Ramowego UE, CAVES (Complexity: Agents, Volatility, Evidence and Scale), Proposal No 12816.
- GŁUCHOWSKA B., KOSIERB R., PŁYWACZYK L., 2001 — Ekologiczne funkcje stopnia wodnego Malczyce na rzece Odrze. *Mat. Konferencji w Łądku Zdr.* – maj 2001.
- GRZEGORCZYK K., DEMBIEC T., 2008 — Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski 1:50 000, pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika, ark. 724 Prochowice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LORENC E. (red.), 2005 — Atlas klimatu Polski. IMGW, Warszawa.
- MALINOWSKA-PISZ A., 1997 — Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000, ark. 724 Prochowice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PLECZYŃSKI J., PRZYBYŁEK J., 1974 — Problematyka dokumentowania zasobów wód podziemnych w dolinach rzecznych. Wyd. Geol., Warszawa.
- POPRAWSKI L., 1995 — Hydrogeologia doliny Odry między Krapkowicami i ujściem Nysy Kłodzkiej. Wyd. UWr., Wrocław.
- RZGW Wrocław – Stopień wodny Malczyce rzeka Odra km 300 – <http://wroclaw.rzgw.gov.pl/pl/articles>
- TWAROWSKI R. (red.), 2008 — Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych na terenie województwa dolnośląskiego. Arch. IMiGW we Wrocławiu.
- WOŚ A., 1996 — Zarys klimatu Polski. Wyd. UAM, Poznań.

SUMMARY

The study area is located in the south-western part of Poland, in the Odra River valley nearby Prochowice, between rivers called Cicha Woda i Kaczawa, both of which are the left tributaries of the Odra River. Continuous measurements in automatic data acquisition system (ADAS) together with groundwater table fluctuations were achieved. In combination with chemical composition analysis it gives opportunity of overall characteristics of water environment within the area. The content of nutrients, especially nitrogen and

phosphorus, has a decisive influence on the process of eutrophication of surface waters and adversely affect the first aquifer of high vulnerability to pollution. The major source of pollutants is an intensive agriculture activity which causes a degradation of groundwater to the lowest class of quality. Regarding the basic elements of physico-chemical composition identified in groundwaters the highest differences occur in pH (ranging from 6.8 to 7.5) and EC (from 658 mS/cm to 2290 mS/cm).

