

Henryk PAWŁAT

Katedra Przyrodniczych Podstaw Inżynierii Środowiska SGGW
Department of Natural Bases of Environmental Engineering WAU

Edward WIENCLAW

Katedra Technologii Prac Wodnych i Melioracyjnych, Pracownia Hydrogeologii SGGW
Department of Technology of Land Reclamation, Works and Hydrogeology WAU

Projekt monitoringu wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki

The project of underground waters monitoring in the Electric Plant Siekierki ash dump region

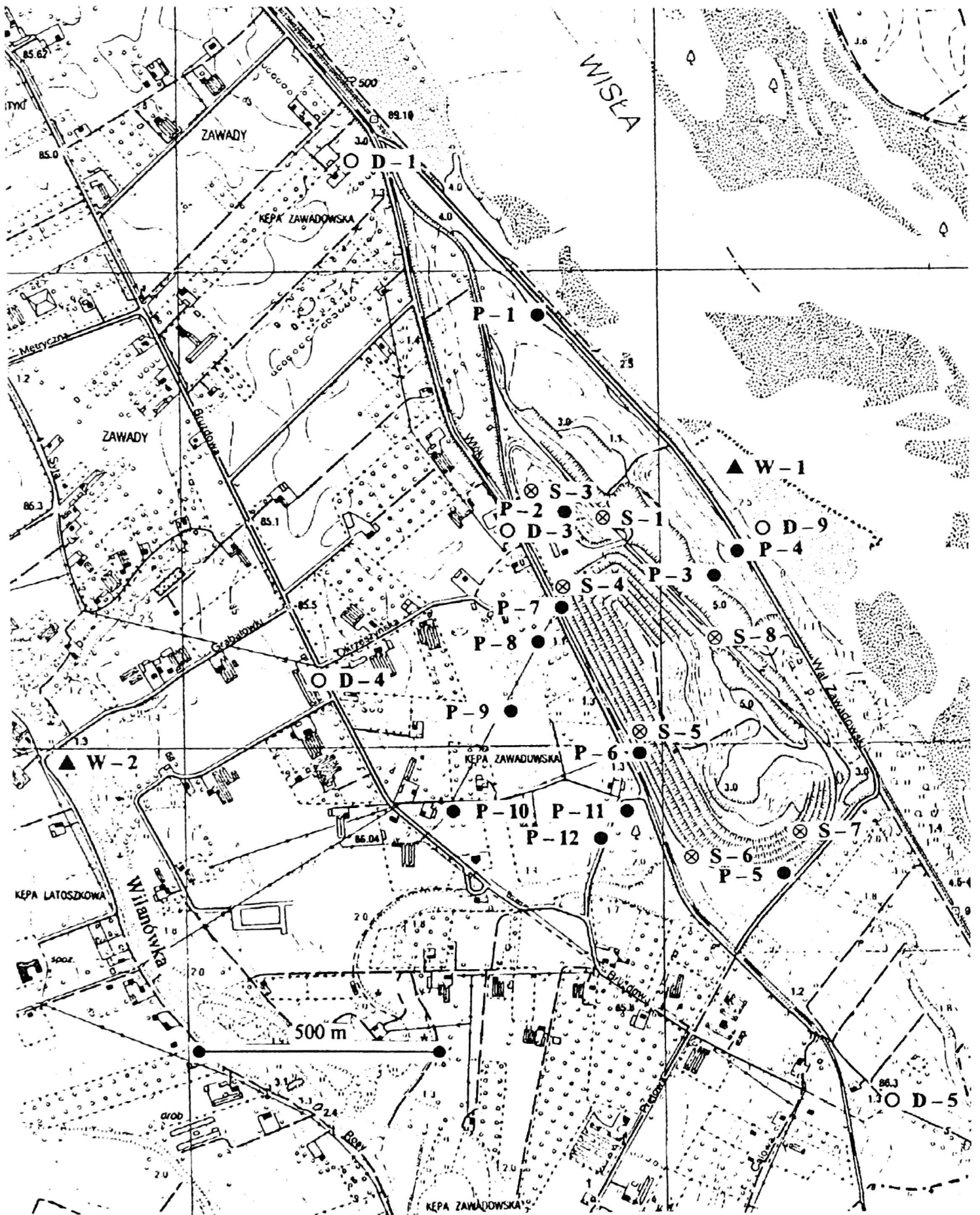
Wstęp

Składowisko odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki położone jest w granicach gminy Warszawa-Wilanów na lewobrzeżnym tarasie zalewowym wyższym doliny Wisły, przy wale przeciwpowodziowym (rys. 1). Odpady paleniskowe są gromadzone na składowisku od 1962 roku. Lokalizacja składowiska na terenie o podłożu charakteryzującym się dużą zdolnością do infiltracji wód z powierzchni terenu i jednocześnie płytkim występowaniu zwierciadła wód podziemnych stwarza zagrożenie dla jakości wód podziemnych (Pawłat i Matyjasik 1994).

Badania jakości wód podziemnych w otoczeniu składowiska prowadzone były w latach 1977–1990 (Kobus 1985, 1986, 1987, Płochniewski 1990). Wynika z nich, że oceny wpływu składowiska na

wody podziemne na podstawie dotychczasowych badań nie można sformułować jednoznacznie. Jakość wód w otoczeniu składowiska jest kształtowana przez zespół czynników naturalnych i antropogenicznych, a wyjaśnienie wpływu składowiska na wody podziemne na tle innych czynników wymaga specjalistycznych, długotrwałych badań monitoringowych wód podziemnych i interpretacji ich wyników w aspekcie ochrony środowiska wód podziemnych (Pawłat i Matyjasik 1994).

Projekt monitoringu wód podziemnych, poprzedzony rozpoznaniem sytuacji hydrogeologicznej i hydrochemicznej w rejonie składowiska odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki wykonano w 1996 roku (Pawłat i in. 1996). Jest on przedmiotem niniejszej oceny.



RYSUNEK 1. Sieć obserwacyjna w rejonie składowiska odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki: P – piezometry podstawowe, D – piezometry uzupełniające, S – studnie eksploatacyjne, W – wodowskazy

FIG. 1. The observation network in the Electric Plant Siekierki ash dump region: P – basic piezometres, D – supplementary piezometres, S – exploitation wells, W – water-gauges

Charakterystyka składowiska

Składowisko odpadów paleniskowych jest jednym z ostatnich ogniw ciągu technologicznego Elektrociepłowni Siekierki. Przyjmuje w ostatnich latach około 140 tys. ton w ciągu roku stałych odpadów po spalaniu węgla kamiennego, zawierających od 90% do 99% popiołu i od 1 do 10% żużla.

Na terenie składowiska o powierzchni 45 ha można wyróżnić składowisko stałe i składowisko przejściowe (zajmujące powierzchnię 34 ha), bazę remontowo-socjalną, układ komunikacyjny oraz uzbrojenie podziemne terenu. Dla składowiska wyznaczona jest 500 m strefa ochronna. W jej obrębie określono 100-metrową podstrefę wykwaterowania i pas szerokości 50 m dla zwartej zieleni izolacyjnej.

Popiół charakteryzuje się dużą zmiennością właściwości chemicznych w poszczególnych latach (tab.). Skład chemiczny zależy od jakości spalanego w elektrociepłowni węgla. Popiół ma znaczną

alkaliczność. Zawiera duże ilości krzemionki, żelaza i glinu. Zawiera również znaczne ilości wapnia i magnezu.

Popiół nie zawiera azotu, ma natomiast niewielkie zasoby fosforu i potasu. W procesie spalania węgla w wysokich temperaturach pierwiastki te ulegają stratom.

Dla większości oznaczonych metali ciężkich w popiołach zawartości średnie mieszczą się w pobliżu górnej granicy gleb nie zanieczyszczonych. Jedynie zawartość Zn, Cu i Pb w popiołach jest często większa od średnich dla gleb mineralnych.

Oddziaływanie składowiska na środowisko wód podziemnych wiąże się przede wszystkim ze zmianą warunków infiltracji opadów atmosferycznych i spływu powierzchniowego w otoczeniu składowiska oraz z infiltracją w dużym stopniu zmineralizowanych wód spływu powierzchniowego z terenu składowiska w jego podłoże i do płytkich wód podziemnych przedpola składowiska.

TABELA. Charakterystyka wybranych właściwości fizykochemicznych popiołów w latach 1977–1990 (Pawłat i Matyjasik 1994)

TABLE. The characterisation of chosen physicochemical ash parameters in the 1977–1990 period, according to Pawłat and Matyjasik

Oznaczenie Determination	Zawartość od–do Content from–to	Oznaczenie Determination	Zawartość od–do Content from–to
pH w H ₂ O	8,4–9,3	zasolenie	mhos. cm ² 4,3–5,0
SiO ₂	48–85	Cu	40–250
Ca	0,02–8,0	Zn	51–370
Mg	0,2–2,7	Pb	12–207
K % s. m.	0,06–4,4	Cr	25–363
P % d. w.	0,07–0,27	Ni	18–250
Na	0,03–3,3	Mn	224–1600
Fe	1,2–9,2	Cd	1–50
S	0,1–1,16	Co	1–33

Badania lizymetryczne zasięgu infiltracji z opadu atmosferycznego wykonane na terenie składowiska wykazały (Kobus 1985), że opady atmosferyczne o małym natężeniu mogą wsiąkać w całości w wierzchnią (prawie 0,5 m miąższości) warstwę popiołu. Opady ulewne i nawałne w części mogą wsiąkać w popiół, ale tylko w wierzchnią jego partię, częściowo zaś mogą spływać po powierzchni składowiska i na obrzeżach infiltrować do podłoża i wód podziemnych.

Z kolei badania składu chemicznego odcieków wodnych z popiołów składowiska Elektrociepłowni Siekierki wskazują (Kobus 1985, Duczyński i in. 1992), że wody spływające z terenu składowiska i infiltrujące do płytkich wód podziemnych w jego otoczeniu charakteryzują się dużą mineralizacją (do 3700 mg/dm³), zwiększoną zawartością niektórych makroelementów (głównie: siarczanów, potasu, wapnia i sodu) i mikroelementów (głównie: litu, chromu i strontu) oraz silnie zasadowym odczynem (pH > 10).

Charakterystyka terenu wokół składowiska

Teren tarasu doliny Wisły wokół składowiska stanowi stosunkowo płaska powierzchnia o rzędnych 83–87 m n.p.m., odwadniana przez Wisłę i jej dopływ – Wilanówkę. Ujściowy odcinek rzeki Wilanówki ma wały wsteczne obu stronnie, zabezpieczające tereny chronione od napływu wód wielkich od strony Wisły. Na powierzchni tarasu zachowały się liczne starorzecza. Niektóre z nich wypełnione są wodą. Istnieje tu także do-

brze rozwinięta sieć drenażu melioracyjnego.

Obiektami sztucznymi, dominującymi w krajobrazie są: składowisko odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki wznoszące się 30 m nad powierzchnię terenu i wał przeciwpowodziowy Wisły, wzniesiony 5 m nad powierzchnię terenu.

Tereny przedpoła składowiska, położone po jego zachodniej stronie, są obecnie użytkowane rolniczo. Występują tu gleby o wysokiej bonitacji, nadające się w większości pod uprawę warzyw i roślin okopowych, przeznaczonych na zaopatrzenie mieszkańców Warszawy. Dolina Wilanówki i międzywale Wisły są terenami rekreacji i wypoczynku dla aglomeracji warszawskiej. Pełnią one także funkcję korytarza ekologicznego w strefie wymiany i regeneracji powietrza.

Środowisko geologiczne monitorowanych wód podziemnych stanowią utwory czwartorzędowe. Zalegają pod nimi iły plioceńskie, których powierzchnia stropu została ukształtowana pod wpływem procesów glacitektonicznych i wód płynących w okresach interstadiałów. Miąższość osadów czwartorzędowych wynosi od 16 do ponad 20 m. W części przypowierzchniowej są to aluwia wiślane, wykształcone przede wszystkim jako piaski średnioziarniste i drobnoziarniste o miąższości od kilku do ponad 10 m. Głębiej występują iły zastoiskowe, gliny zwałowe lub piaski i żwiry rzek lodowcowych. Lokalnie w przypowierzchniowej części osadów aluwialnych do głębokości od 1 do 5 m p.p.t. występują pyły, gliny pylaste i gliny.

Wyodrębnienie roli i zakresu oddziaływań składowiska na jakość płytkich wód podziemnych w jego otoczeniu jest trudne z uwagi na złożoną genezę kształtowania stanów i chemizmu wód podziemnych. Obserwowana zła jakość płytkich wód podziemnych jest przede wszystkim wynikiem specyficznych warunków hydrogeologicznych tego terenu, wyrażających się w szczególności w bardzo szybkiej infiltracji z powierzchni terenu opadów deszczu, wód roztopowych i wód spływu powierzchniowego. Kolejnym istotnym czynnikiem hydrogeologicznym, sprzyjającym zanieczyszczeniu płytkich wód podziemnych, jest ich silna więź hydrauliczna z wodami powierzchniowymi. Wysokie stany wód Wisły i Wilanówki uwidaczniają się w infiltracji wód powierzchniowych do wód podziemnych, w zahamowaniu odpływu gruntowego i w podpiętrzeniu płytkich wód podziemnych, co w konsekwencji negatywnie wpływa na jakość tych wód.

Cel i zadania monitoringu

Celem monitoringu wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki jest rozpoznanie i śledzenie wpływu składowiska na jakość płytkich wód podziemnych.

Zadaniem monitoringu jest:

- zbieranie danych o stanach wód podziemnych pod składowiskiem i na terenach przyległych, umożliwiających określenie i prognozowanie dy-

namiki zmian w okresie rocznym i wielolecia,

- zbieranie danych o jakości wód podziemnych pod składowiskiem i na terenach przyległych, umożliwiających ocenę stanu i występujących zmian oraz opracowanie prognoz hydrochemicznych,
- stworzenie bazy danych do wykonywania ocen i analiz porównawczych o środowisku wód podziemnych rejonu składowiska na potrzeby lokalne i regionu,
- określenie przyczyn zmian w środowisku wód podziemnych oraz ich roli i zakresu oddziaływań na dynamikę wód i chemizm wód podziemnych,
- kontrola wymagań prawa w zakresie ochrony wód podziemnych,
- zapewnienie dopływu wiarygodnych danych dla ustalenia kierunków oraz charakteru i zakresu działań ochronnych.

Dotychczasowa sieć obserwacyjna.

Monitoring wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki prowadzony był w latach 1977–1990 (Kobus 1985, 1986, 1987; Płochniewski 1990). Sieć kontrolno-pomiarową stanowiło 16 studni kopanych (3,5 do 4,7 m) i 15 studni wierconych (7 do 8 m). Badania obejmowały oznaczenia właściwości fizykochemicznych w 197 próbach wody. Usytuowanie studni i syntezę wyników badań zawiera opracowanie Pawłata i Matyjasiaka (1994). Prowadzony monitoring nie spełniał wprowadzonych wymagań PIOŚ (1991).

Projektowana sieć obserwacyjna, zakres, metodyka i częstotliwość badań

Projektowaną sieć monitoringu wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki stanowią następujące punkty kontrolno-pomiarowe: dwanaście piezometrów podstawowych, pięć piezometrów uzupełniających, siedem studni eksploatacyjnych (wierconych) oraz dwa wodowskazy. Ponadto w skład sieci wchodzi: stacja meteorologiczna Warszawa-Bielany, wodowskaz na Wiśle Warszawa Nadwilanówka (posterunki IMGW) oraz stacja meteorologiczna Warszawa-Ursynów (posterunek SGGW). Rozkład punktów kontrolno-pomiarowych w obszarze badań hydrogeologicznych przedstawia rysunek 1.

Piezometry podstawowe o numerach P-1 do P-12 zaprojektowano jako otwory do badań stanu i jakości wód podziemnych o średnicy 75 mm i głębokości od 3 m (piezometr P-3) do 12 m (piezometr P-4), ujmujące warstwę wodonośną filtrem długości 1 m w strefie poniżej wahań zwierciadła wody. Piezometry: P-1 do P-7 zlokalizowano na terenie składowiska. Pozostałe piezometry zlokalizowano w strefie ochronnej składowiska, w odległości od 50 m (P-8 i P-11) do 400 m (P-10) od składowiska, wzdłuż dwóch przekrojów piezometrycznych.

Piezometry uzupełniające o numerach: D-1, D-3, D-4, D-5 i D-9 to już istniejące małosrednicowe (ϕ 40 mm) otwory badawcze o głębokości od 5 m (D-1) do 8 m (D-9). Zostały one wykonane w 1996 roku jako otwory do jednorazowych badań hydrogeologicznych i inżyniersko-geologicznych, zleconych Uniwersytetowi Warszawskiemu przez Urząd Gminy Warszawa-Wilanów. Piezometr D-9 zlokalizowany jest na tarasie zalewowym niższym (w międzywalu Wiśły), pozostałe – na tarasie zalewowym wyższym, w odległości od 200 m (D-3) do 550 m (D-4) od składowiska.

Studnie eksploatacyjne (wiercone) o numerach S-1 i S-3 do S-8 są zlokalizowane na terenie składowiska. Zostały one wykonane w latach 1978–1986 dla nawodnienia terenu składowiska. Są to otwory o średnicy 325 mm, głębokości od 15 do 22 m i długości części roboczej filtra 5–8 m.

Wodowskazy zaprojektowano jako łąty wodowskazowe: W-1 na Wiśle i W-2 na Wilanówce. W ramach badań monitoringowych przewidziany do wykonania jest następujący zakres prac terenowych i laboratoryjnych: obserwacje stanów wód powierzchniowych, pomiary położenia zwierciadła wód podziemnych, opróbowanie, pomiary odczynu i elektrycznej przewodności właściwej wraz z temperaturą próbek wody wykonane w terenie, analizy chemiczne oraz w sytuacjach występowania przejawów wód podziemnych na powierzchni terenu kartowanie hydrogeologiczne.

Sposób wykonywania obserwacji hydrogeologicznych i pomiarów hydrogeologicznych będzie miał charakter rutynowy. W piezometrach podstawowych i uzupełniających oraz na wodowskazach będą one dokonywane raz na dwa tygodnie lub częściej – co wynikać będzie przede wszystkim z sytuacji hydrologicznej w rejonie składowiska. Pomiary położenia

zwierciadła wody w studniach eksploatacyjnych planowane są także z częstotliwością raz na dwa tygodnie, ale z uwagi na prowadzoną ich modernizację częstotliwość pomiarów uwarunkowana będzie dostępnością studni. Pomiar w każdym z poszczególnych punktów badawczych odbywać się będzie od stałego, trwałego znaku mierniczego. Znak ten będzie zaniwelowany w nawiązaniu do sieci państwowej. Zmiany położenia znaku (mające miejsce w związku z przebudową studni) będą rejestrowane i uwzględniane przy opracowywaniu wyników pomiarów.

Terenowe pomiary pH i przewodności właściwej próbek wody z piezometrów i ze studni dokonywane będą przy użyciu pH-metru oraz konduktometru, mających automatyczną kompensację temperatury. Pomiary tych wskaźników fizykochemicznych dokonywane będą co dwa miesiące.

Badania fizykochemiczne i chemiczne próbek wody w laboratorium obejmują następujące oznaczenia: mętność, barwę, zapach, odczyn pH, twardość ogólną, zasadowość, kwasowość, żelazo, mangan, wapń, chlorki, fluorki, amoniak, azotyny, azotany, siarkowodór, siarczany, fosforany, dwutlenek węgla wolny, tlen rozpuszczony, utlenialność, suchą pozostałość, pozostałość po prażeniu, przewodność elektryczną właściwą, dwutlenek węgla agresywny, sód, potas, wodorowęglany, krzemionkę, glin, cynk, miedź, ołów, nikiel, kobalt, kadm i chrom. Oznaczenia wymienionych wskaźników wykonywane będą zgodnie z zalecanymi przez PIOŚ (1994) metodami analitycznymi. Próbkę do badań che-

micznych w laboratorium pobierane będą z piezometrów podstawowych oraz ze studni S-3 dwa razy do roku – na wiosnę i późnym latem.

Gromadzenie wyników badań i ich opracowanie

W początkowym okresie badań monitoringowych do gromadzenia i wstępnego przetwarzania wyników tych badań wykorzystywany będzie program komputerowy Microsoft Exel. W miarę gromadzenia wyników badań monitoringowych do ich przetwarzania i udostępniania planuje się zakup programu komputerowego, nawiązującego swoimi parametrami do komputerowej bazy danych Stacjonarnych Obserwacji Hydrogeologicznych Państwowego Instytutu Geologicznego (Kazimierski 1995).

Zgodnie z projektem, wyniki badań monitoringowych przedstawiane będą w formie rocznych raportów, zawierających wyniki obserwacji stanów wód podziemnych i wód powierzchniowych, pomiary odczynu i elektrycznej przewodności właściwej wraz z temperaturą próbek wody, wykonane w terenie oraz wyniki badań laboratoryjnych jakości wód podziemnych. Uzupełnieniem raportu będzie charakterystyka sytuacji hydrogeologicznej w rejonie składowiska odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki w roku sprawozdawczym. Charakterystyka zawierać będzie opis zmian stanów zwierciadła wód podziemnych w omawianym roku, na tle stanów wód powierzchniowych i warunków meteorologicznych (temperatura powietrza, opady

atmosferyczne) oraz opis aktualnego stanu jakości wód podziemnych wokół składowiska. Raporty przekazywane będą właścicielowi monitoringu – elektrociepłowniom warszawskim S.A. i Elektrociepłowni „Siekierki” w Warszawie – w formie maszynopisu i w formie zbioru danych na dyskietce.

Przedstawiony projekt monitoringu wód podziemnych został zatwierdzony przez wojewodę warszawskiego decyzją nr 182/96 z dnia 5.12.1996 r. W 1998 r. przystąpiono do jego realizacji. Wyniki badań zostaną przedstawione w następnej publikacji. W 2000 r. przewidywane jest wykonanie raportu kompleksowego trzyletnich badań wód podziemnych.

Podsumowanie i wnioski

1. Składowisko odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki stwarza zagrożenie dla wód podziemnych występujących w osadach czwartorzędowych. Wody te znajdują się także pod wpływem migracji zanieczyszczeń z przyległych rzek Wisły i Wilanówki oraz z terenów rolniczych. Procesom zanieczyszczeń wód podziemnych sprzyja przepuszczalne podłoże w rejonie składowiska.
2. Ocena oddziaływania składowiska na wody podziemne jest szczególnie złożona ze względu na brak tła hydrogeochemicznego, występowanie źródeł zanieczyszczeń własnych i obcych oraz ograniczony zakres dotychczasowych badań.
3. Jakość płytkich wód podziemnych w obrębie składowiska i na terenach

przyległych, według badań z lat 1977–1990, jest zła – III klasa. Oddziaływanie składowiska na chemizm wód zaznacza się najwyraźniej w większej mineralizacji ogólnej.

4. Opracowany projekt lokalnego monitoringu wód podziemnych w rejonie składowiska składa się z 12 piezometrów podstawowych i 5 uzupełniających, 7 studni eksploatacyjnych (wierconych) oraz 2 wodowskazów. Sieć kontrolno-pomiarowa zapewni możliwość pomiarów dynamiki zwierciadła wód gruntowych, pobór prób wody do analiz chemicznych oraz nawiązanie do monitoringu lokalnego z lat 1977–1990 i monitoringu regionalnego prowadzonego przez PIOŚ. Metody, zakres i częstotliwość badań oraz system gromadzenia i opracowania otrzymanych wyników spełniają obowiązujące standardy.

Literatura

- DUCZYŃSKI J., MACIAK F., HRYNKIEWICZ S. 1992: *Skład chemiczny odcieków z popiołów i gleb nawożonych wysokimi dawkami popiołów*. W: Ochrona i kształtowanie środowiska rolniczego. Wydaw. SGGW, Warszawa.
- KAZIMIERSKI B. 1995: *Zasady udostępniania i rozpowszechniania wyników stacjonarnych obserwacji hydrogeologicznych*. W: *Współczesne problemy hydrogeologii*. T. VII, Kraków-Krynica.
- KOBUS A. 1985: *Wpływ składowiska odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki na Zawadach na jakość wód gruntowych i powierzchniowych*. Zakłady Pomiarowo-Badawcze Energetyki „Energopomiar”, Gliwice (maszynopis).
- KOBUS A. 1986: *Kontrola jakości wód podziemnych i powierzchniowych w rejonie składowiska odpadów paleniskowych Elektrocie-*

plowni Siekierki na Zawadach. Zakłady Pomiarowo-Badawcze Energetyki „Energopomiar”, Gliwice (maszynopis).

KOBUS A. 1987: *Kontrola jakości wód podziemnych i powierzchniowych w rejonie składowiska odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki na Zawadach*. Zakłady Pomiarowo-Badawcze Energetyki „Energopomiar”, Gliwice (maszynopis).

PAWŁAT H., JĘDRYKA G., WIENCŁAW E., WIŚNIEWSKI S., ZŁOTOSZEWSKA-NIEDZIAŁEK H. 1996: *Projekt monitoringu wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki*. Biuro Konsultacyjne Inżynieria Środowiska, Warszawa (maszynopis).

PAWŁAT H., MATYJASIK Z. 1994: *Ocena oddziaływania składowiska odpadów paleniskowych Elektrociepłowni Siekierki na środowisko*. Przeg. Nauk. Wydz. Mel. i Inż. Środ. SGGW z. 4. Wydaw. SGGW, Warszawa.

PIOŚ, 1991: *Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych*. Warszawa.

PIOŚ, 1994: *Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników wód podziemnych i metod ich oznaczania*. Tom I, Warszawa.

PŁOCHNIEWSKI Z. 1990: *Jakość wód podziemnych. Etap I*. (maszynopis). W: *Ocena zanieczyszczenia metalami ciężkimi wód podziemnych, gleb i roślinności w otoczeniu wysypiska odpadów paleniskowych Elektrocie-*

plowni Siekierki na Kępie Zawadowskiej. „Geo-Inżynieria”, Warszawa.

Summary

The project of underground waters monitoring in the Electric Plant Siekierki ash dump region. The underground waters monitoring in the Electric Plant Siekierki ash dump region was carried out in 1977–1990 period. The existing monitoring network does not comply with present standards. The ash dump influence on the underground waters can not be estimated on the basis of the previous investigations. The aim of this paper is the new network presentation with the range, methods and frequency of the investigations and the data gathering and description system as well.

Authors' address:

H. Pawłat, E. Wienclaw
Warsaw Agricultural University – SGGW
02–787 Warszawa
ul. Nowoursynowska 166
Poland