

ODDZIAŁYWANIE WYLEWISKA ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH NA WODY PODZIEMNE W TRAKCIE JEGO UŻYTKOWANIA I PO WYŁĄCZENIU Z EKSPLOATACJI

Michał FIC¹⁾, Jarosław KRĘGIEL²⁾

¹⁾ Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Sanitacji Wsi

²⁾ AQUAGEO – Pracownia Hydrogeologii i Ochrony Środowiska w Falentach

Słowa kluczowe: azotany, substancje zanieczyszczające wody podziemne, wody podziemne, wylewisko ścieków

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki kilkuletnich obserwacji stanu jakości wód podziemnych w rejonie wylewiska nieczystości, zlokalizowanego w typowych warunkach geologiczno-przyrodniczych Nizy Polskiego. Na wylewisko trafiały fekalia z nieskanalizowanych terenów okolicznych wsi. Wylewisko nie ma żadnego uszczelnienia od dołu. Wody podziemne występują na głębokości kilku metrów poniżej powierzchni terenu. Na skutek powolnej infiltracji ścieki przedostawały się do warstwy wodonośnej, rozprzestrzeniając się w niej. Wokół wylewiska wykonano sieć piezometryczną, która umożliwia opróbowanie hydrochemiczne i ocenę przestrzennych zmian zanieczyszczonej strefy warstwy wodonośnej. Uzyskane wyniki badań posłużyły do analizy rzeczywistego oddziaływania tego obiektu na wody podziemne. W efekcie prowadzonych badań stwierdzono silny, lecz wyłącznie lokalny – ograniczający się do wyznaczonej strefy ochronnej – wpływ obiektu na środowisko wodne w fazie eksploatacji i stosunkowo szybki zanik tego wpływu po zamknięciu obiektu. Stwierdzono, że po wyłączeniu obiektu z eksploatacji jakość wód w rejonie wylewiska wyraźnie się poprawiła, obecnie spełnia ona wymagania stawiane wodzie do picia.

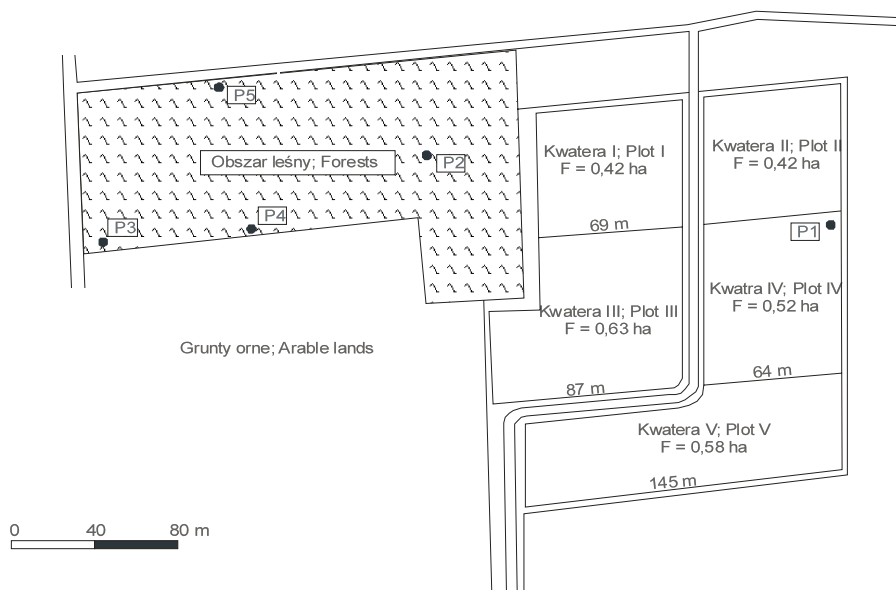
Adres do korespondencji: dr M. Fic, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Zakład Sanitacji Wsi, al. Hrabstwa 3, Falenty, 05-090 Raszyn; tel. +48 (22) 720-05-31 w. 236, e-mail: geofic@poczta.onet.pl

WSTĘP

Wylewiska nieczystości są zanikającą formą „zagospodarowywania” ścieków. W Polsce funkcjonują jednak jeszcze takie obiekty, stanowiąc bardzo niebezpieczne ogniska zanieczyszczeń dla lokalnego ośrodka wodno-gruntowego. Ze względu na ich oddalenie od siedzib ludzkich można bezpośrednio identyfikować pochodzenie wybranego parametru zanieczyszczenia w wodach podziemnych, bez konieczności uwzględniania innych ognisk zanieczyszczeń.

Analizowane wylewisko jest położone w centralnej Polsce, na obszarze Niziny Polskiej, na dużej śródleśnej polanie między dwoma wsiami (Wólka Szczawińska i Klukówek – gmina Świercze, woj. mazowieckie). W sąsiedztwie obiektu nie ma obiektów przyrodniczych prawnie chronionych oraz szczególnie cennych dóbr kultury.

Obiekt był eksploatowany od 1991 do 2003 r., jego łączna powierzchnia wynosi 2,6 ha. Wylewisko było przygotowane do odbioru ok. 48 m³ ścieków dziennie (oznaczałoby to przyrost warstwy osadu w skali rocznej, wynoszący 1 cm·ha⁻¹), okres jego użytkowania określono na 18 lat. Wylewisko składa się z pięciu kwater o powierzchni od 0,42 do 0,63 ha (rys. 1). Analizowany obiekt nigdy nie był w pełni wykorzystywany. Początkowo, tj. do 1999 r., nieczystości gromadzono w kwaterze nr I, w 2000 r. rozpoczęto eksploatację kwatery nr II, a 2003 r. wylewisko zamknięto.



Rys. 1. Plan wylewiska i lokalizacja punktów pomiarowych (piezometrów – P1–P5),
F – powierzchnia

Fig. 1. A draft of the discharge and location of sampling sites (piezometers – P1–P5); F – area

Według danych użytkownika wylewiska, w końcowym etapie jego eksploatacji, dostarczano tu średnio ok. 60–70 m³ ścieków lub fekaliów w ciągu dnia. Nieczystości dowożono dwoma beczkowozami. Pierwszy (o pojemności ok. 10 m³) wykonywał średnio 4 kursy, drugi (o pojemności ok. 5 m³) średnio 5 kursów dziennie [FIC, KRĘGIEL, 2002]. Stan techniczny wylewiska pod koniec okresu eksploatacji był zadowalający – czynna droga wjazdowa i wyjazdowa, wydzielone kwatery, tablice informacyjne oraz ogrodzenie z bramą wjazdową [FIC, KRĘGIEL, MIERZWICKI, 2005].

WARUNKI PRZYRODNICZE W REJONIE WYLEWISKA

Badany obiekt jest położony w obrębie mało urozmaiconej, lekko falistej wysoczyzny morenowej. Rzędne terenu w jego rejonie zawierają się w granicach 120–125 m n.p.m. Spadek morfologiczny jest ukierunkowany na zachód. Wylewisko znajduje się w obrębie tzw. mazowiecko-podlaskiego regionu klimatycznego o średnich opadach ok. 550 mm, średnia roczna temperatura wynosi 7,5°C, a średnia wilgotność względna – 78–82%. Wiatry najczęściej wieją z zachodu (60%), następnie wschodu (30%), północy (4%) i południa (2%).

Wylewisko jest położone na terenie wysoczyzny zbudowanej z utworów zlodowacenia środkowopolskiego. Utwory powierzchniowe, stanowiące podłoże wylewiska, to morenowe piaski pylaste, piaski drobno- i różnoziarniste. Ich przypowierzchniowy pakiet ma miąższość ok. 6–10 m. Poniżej zalegają grunty spoiste, tj. gliny i gliny piaszczyste. W sąsiedztwie wschodniej granicy kwatery nr I strop utworów spoistych tworzy wyraźny podpowierzchniowy garb, powodując wyraźne zaburzenie płaskorównoległego przebiegu warstw geologicznych, co przejawia się też w lokalnej anizotropii warunków geologicznych. Obrazuje to przekrój geologiczny (rys. 2). Poniżej, na rzędnej 50–40 m n.p.m., zalegają trzeciorzędowe ily plioceńskie. Zwierciadło wód podziemnych w pierwszej warstwie wodonośnej układa się współkształtnie do morfologii i zalega na głębokości ok. 3–10 m pod powierzchnią terenu. Pierwszy poziom wód podziemnych w szerszym otoczeniu wylewiska stracił użytkowe znaczenie jako lokalne źródło zaopatrzenia studni kopanych, a studnie wiercone pobierają wodę z głębiej zalegających i szczelnie izolowanych warstw wodonośnych.

ODDZIAŁYWANIE WYLEWISKA NA WODY PODZIEMNE

Dla potrzeb rozpoznania stanu zanieczyszczenia wód podziemnych w rejonie wylewiska wykonano sieć piezometryczną, składającą się z pięciu posterunków obserwacyjnych, tj. piezometrów (rys. 1). Piezometry rozmieszczono na linii spływu wód podziemnych. Piezometr P1 miał rejestrować stan tła, w pozostałych czte-

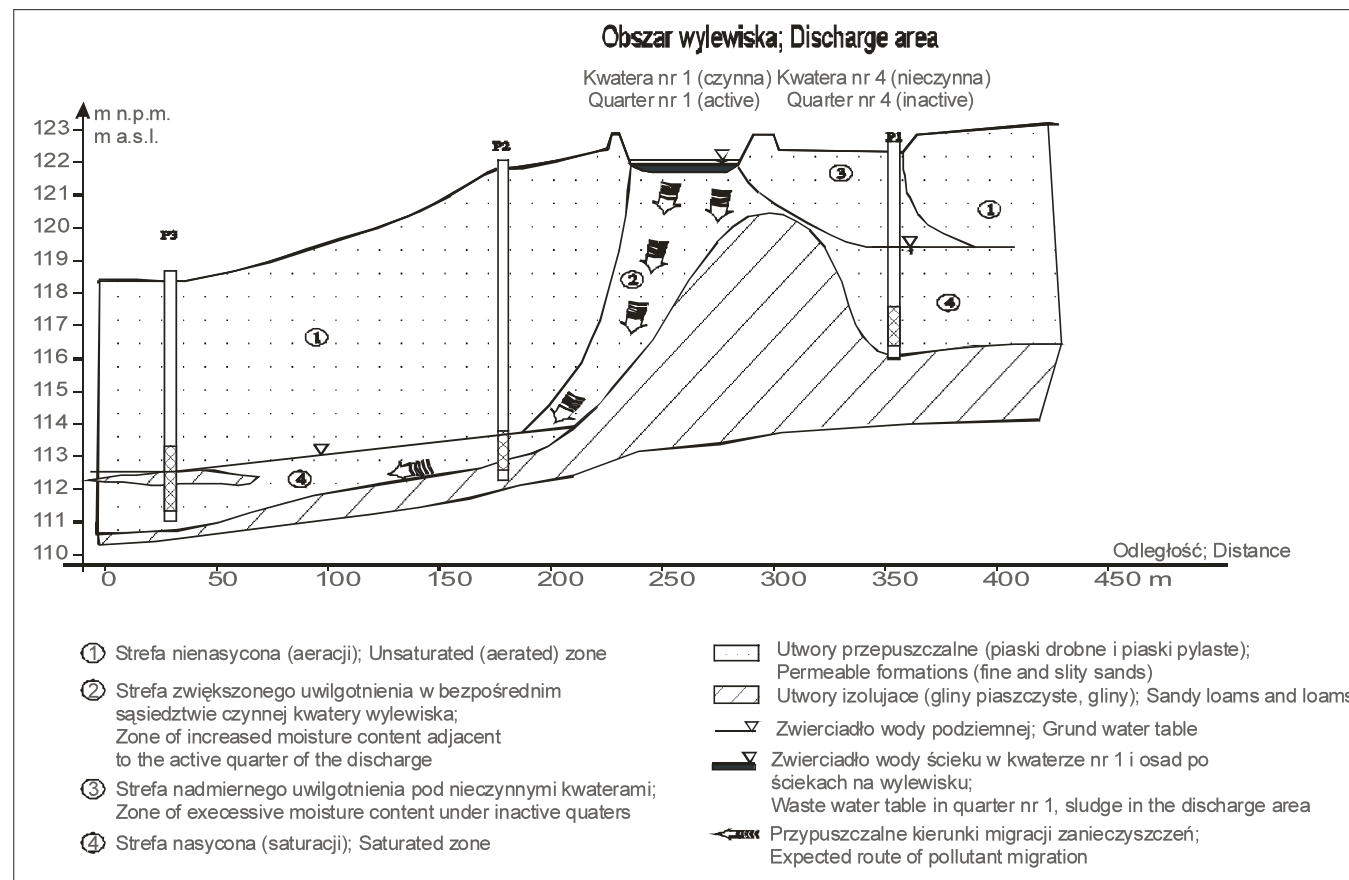
rech monitorowano bezpośrednio oddziaływanie wylewiska w kierunku przepływu wód podziemnych [FIC, MAŁECKI, 1998; STANIEWICZ-DUBOIS, 1995; WITCZAK, ADAMCZYK, 1995].

Z piezometrów pobierano próbki wody za pomocą specjalistycznego sprzętu firmy Eijkelkamp. Dla porównania pobierano także próbkę ścieków z wylewiska oraz okolicznych studni eksploatujących wodę. Pobrane próbki wód poddawano pomiarom fizykochemicznym *in situ* (pH, przewodność piezoelektryczna, temperatura, potencjał redox) oraz pełnej laboratoryjnej analizie chemicznej.

Stałe dostarczanie fekaliów na wylewisko powodowało, że w warunkach średniego dobowego zasilania wylewiska w ilości $50\text{--}70\text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ do gruntu mogło przesiąkać od 30 do $45,2\text{ m}^3$ silnie zanieczyszczonych ścieków. W odniesieniu do pojedynczej użytkowanej kwatery oznaczało to warstwę $3,0\text{--}4,5\text{ mm}$. Opady atmosferyczne, wynoszące średnio rocznie ok. 550 mm , dostarczały dodatkowo $1,5\text{ mm}\cdot\text{d}^{-1}$.

Przekrój hydrogeologiczny (rys. 2) obrazuje schemat przepływu wód w rejonie wylewiska. Bezpośrednio pod czynną kwaterą wylewiska (nr I) można wydzielić strefę zwiększonego uwilgotnienia, spowodowanego przesiąkaniem z tej kwatery. Pod pozostałymi kwaterami, ze względu na brak szaty roślinnej, występuje strefa silnie zasilana przez opady atmosferyczne. Rozciągłość obu stref była zmienna i zależała od intensywności zasilania ściekami i opadami atmosferycznymi. Schemat zasilania i dalszego przepływu wody podziemnej potwierdzają pomiary w zainstalowanych piezometrach. Dotyczy to zarówno stanów wody w piezometrach, jak również podstawowych parametrów fizykochemicznych oznaczanych w terenie, np. przewodności elektrolitycznej wód, a także wyników pomiarów laboratoryjnych [FIC, KRĘGIEL, 2002].

Stopień zanieczyszczenia wód podziemnych w rejonie wylewiska określono na podstawie porównania wartości maksymalnych z wartościami zadowalającymi wg Rozporządzenia MŚ... [2004] i z wartościami tła geochemicznego. Dodatkowo, w celu uchwycenia aktualnego wpływu wylewiska, po zaprzestaniu jego eksploatacji, dokonano pomiarów w 2005 r., tj. po 2 latach od jego zamknięcia. Wybrane parametry porównano w tabelach 1. i 2. Najbardziej przekroczone były wartości dopuszczalne w przypadku stężenia chlorków (440%) i przewodności elektrolitycznej (115%). Zaobserwowano także nieznaczne przekroczenie stężenia azotanów, nie stwierdzono natomiast przekroczenia stężenia siarczanów. Warto zaznaczyć, że w większości analizowanych przypadków wartości uznane za zadowalające w odniesieniu do wód podziemnych są takie same, jak wartości graniczne dla wody przeznaczonej do picia. Tylko w odniesieniu do stężenia chlorków wymagania stawiane wodzie zdanej do picia są bardziej rygorystyczne. Dlatego też przekroczenie wartości dopuszczalnej w tym przypadku wynosiło 528%. Najwyraźniejsze przekroczenie tła geochemicznego dotyczyło stężenia chlorków i siarczanów (odpowiednio 57 i 52 razy). W odniesieniu do azotanów było to 13 razy, natomiast przewodności – 8 razy.



Rys. 2. Schemat przepływu zanieczyszczeń na tle przekroju hydrogeologicznego

Fig.2. The scheme of the flow of pollutants in a hydrogeologic cross-section

Tabela 1. Maksymalne wartości parametrów fizykochemicznych w wodach podziemnych w odniesieniu do jakościowej klasyfikacji wód podziemnych

Table 1. Maximum concentrations of physical and chemical parameters in the groundwater in relation to groundwater quality classes

Parametr Parameter	Wartość dopuszczalna Standard value	Wartość maksymalna w okresie eksploatacji Maximum values during the period of exploitation	Wartość po wyłączeniu z eksploatacji The value after exclusion from exploitation	Przekroczenie dopuszczalnej wartości, % Exceeding the permissible value %	
				w okresie eksploatacji during the period of exploitation	po wyłączeniu after exclusion from exploitation
Przewodność elektrolityczna, $\mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-3}$ Conductivity, $\mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-3}$	2500 ¹⁾ 2500 ²⁾	2865	2500	115	brak missing
Stężenie chlorków, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ Concentration of chlorides, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	300 ¹⁾ 250 ²⁾	1320	9,3	440 ¹⁾ 528 ²⁾	brak missing
Stężenie siarczanów, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ Concentration of sulphates, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	250 ¹⁾ 250 ²⁾	280	–	brak missing	–
Stężenie azotanów, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ Concentration of nitrates, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	50,0 ¹⁾ 50,0 ²⁾	51,8	33,6	104	brak missing

¹⁾ Wartości wg Rozporządzenia MZ... [2002].

²⁾ Wartości dla III klasy jakości (wody o zadowalającej jakości) wg Rozporządzenia MŚ... [2004].

¹⁾ The values according to the directive of the Minister of Health (standard for drinking water) [Rozporządzenie MZ..., 2002].

²⁾ The values for the 3rd class of water quality according to the directive of the Minister of Environment (satisfactory quality) [Rozporządzenie MŚ..., 2004].

Tabela 2. Maksymalne wartości parametrów fizykochemicznych w wodach podziemnych w odniesieniu do lokalnego tła hydrochemicznego

Table 2. Maximum values of physical and chemical parameters in the groundwater in relation to the local hydrochemical background

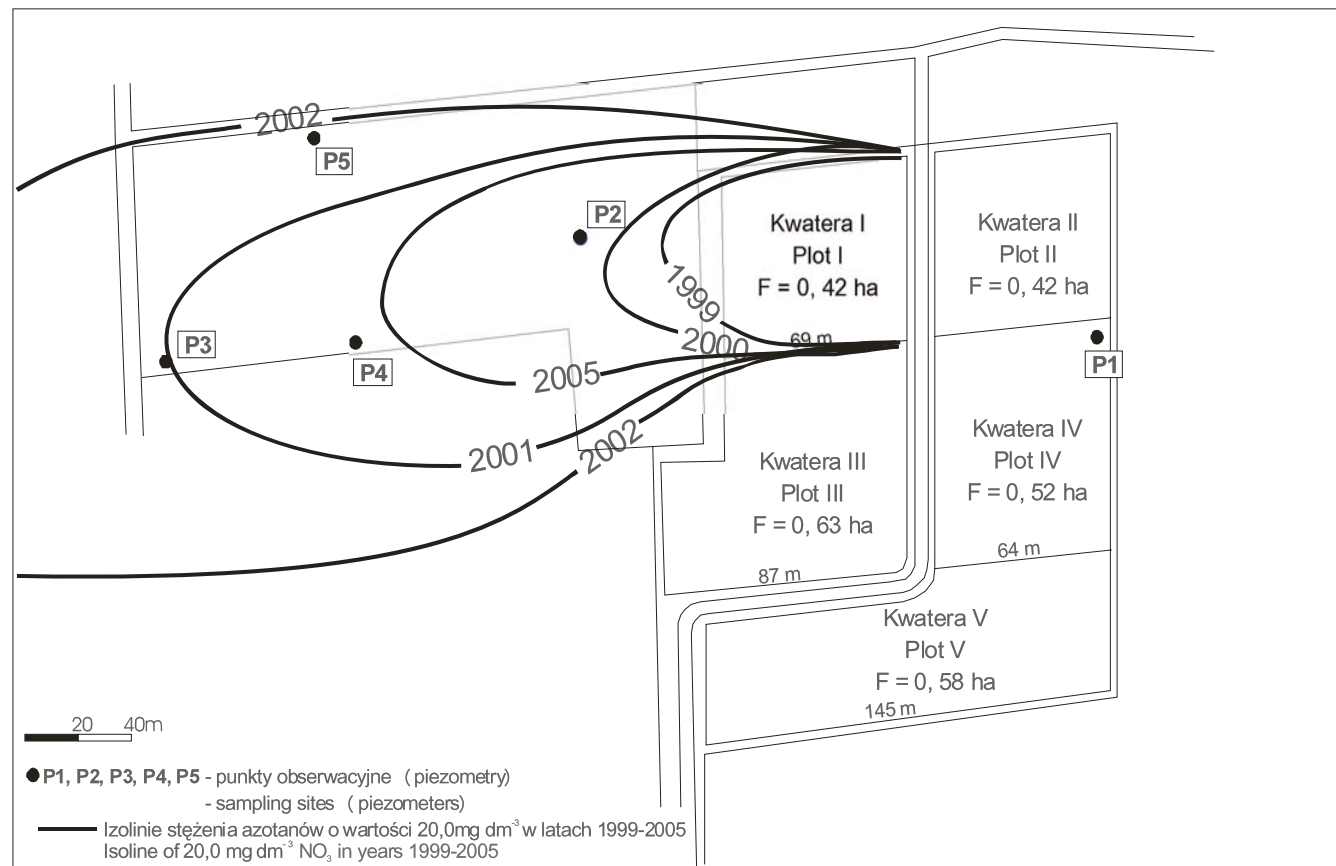
Parametr Parameter	Wartość tła Background's value	Wartość maksymalna w okresie eksploatacji Maximum value during the period of exploitation	Wartość po wyłączeniu z eksploatacji The value after exclusion from exploitation	Wielokrotność przekroczenia tła Multiple of the background exceeding	
				w okresie eksploatacji during the period of exploitation	po wyłączeniu after exclusion from exploitation
Przewodność elektrolityczna, $\mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-3}$ Conductivity, $\mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-3}$	376	2 865	2 500	8	7
Stężenie chlorków, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ Concentration of chlorides, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	23	1 320	9,2	57	brak missing
Stężenie siarczanów, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ Concentration of sulphates, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	54	280	–	25	–
Stężenie azotanów, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ Concentration of nitrates, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	4	51,8	22,5	13	6

Przedstawione wyżej porównania świadczą o silnym oddziaływaniu wylewiska na wody podziemne w trakcie jego eksploatacji. Wyniki pomiarów wykonanych po wyłączeniu z użytkowania wylewiska wskazują na brak dopływu zanieczyszczeń, a na skutek tego znaczną poprawę jakości wód podziemnych w rejonie obiektu. Dowodzi tego zadowalająca jakość wód, określona w stosunku do wód podziemnych na podstawie Rozporządzenia MŚ... [2004] oraz Rozporządzenia MZ... [2002] w odniesieniu do wody do picia. Widać również wyraźną poprawę jakości wód w rejonie wylewiska w porównaniu z tłem geochemicznym. W okresie eksploatacji przekroczenia tła geochemicznego w przypadku przewodnictwa elektrolitycznego były 8-krotne, obecnie są 7-krotne, stężenia azotanów 13-krotne, obecnie 6-krotne.

Wartości maksymalne odnotowano w bezpośrednim otoczeniu czynnej kwatery. Występowały więc one najczęściej w rejonie piezometru P2. Niestety, na przełomie 2002 i 2003 r. piezometr ten utracił swoją wartość użytkową na skutek obniżenia poziomu wód gruntowych i został wyłączony z obserwacji.

Wspomniany wyżej silny wpływ wylewiska na wody podziemne był ograniczony podczas jego eksploatacji tylko do bliskiego sąsiedztwa czynnej kwatery. W punktach monitoringu zlokalizowanych w dalszym sąsiedztwie stwierdzono dużo mniejsze wartości badanych parametrów. Proces rozchodzenia się zanieczyszczeń z wylewiska w poszczególnych okresach pomiarowych zobrazowano na rysunku 3. Na przykładzie rozkładu stężenia azotu azotanowego w latach 1999–2002, tj. w latach eksploatacji wylewiska, wyraźnie widać nasilenie się wpływu zanieczyszczeń na wody podziemne. Rozkład zanieczyszczeń w rejonie wylewiska, zobrazowany przez izolinie stężenia azotanów, można uznać za typowy – największe stężenie występuje w bezpośrednim rejonie użytkowanej kwatery nr I (piezometr P2), natomiast w miarę oddalania się od wylewiska, w kierunku przepływu wód podziemnych, stężenie zanieczyszczeń w wodach podziemnych maleje. Typowa i prosta jest także powyższa zależność w funkcji czasu. Izolinie stężenia azotanów o wartości $20 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w ciągu okresu pomiarowego 1999–2002 oddaliły się od użytkowanej kwatery w kierunku przepływu wód podziemnych. Oznacza to, że w miarę dostarczania coraz większej ilości zanieczyszczeń na wylewisko zwiększało się ich stężenie wokół niego i powiększał obszar oddziaływania tego obiektu. Oddziaływanie wylewiska na wody podziemne nigdy jednak nie przekroczyło maksymalnego zasięgu oddziaływania, wyznaczonego w 1998 r. na podstawie prac modelowych, i wynoszącego ok. 300–350 m [FIC, MAŁECKI, 1998; FIC, ŚLESICKI, 2001].

W 2005 r. strefa zanieczyszczeń zmniejszyła się wyraźnie. Stężenie azotanów w tym roku było na tyle mniejsze, że w bezpośrednim rejonie wylewiska udało się już tylko wykreślić izolinię o wartości $20 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Świadczy to o braku dopływu zanieczyszczeń do wód podziemnych [FIC, KRĘGIEL, MIERZWICKI, 2005] i o tym, że zanieczyszczenia z wylewiska rozprzestrzeniały się falowo – największe kumulacje zanieczyszczeń w wodach podziemnych obserwowano w okresie intensywnej



Rys. 3. Przestrzenny rozkład stężenia azotanów w latach 1999–2005; F – powierzchnia, $P1$ – $P5$ – punkty obserwacyjne (piezometry)

Fig.3. Spatial distribution of nitrate concentrations in the years 1999–2005; F – area, $P1$ – $P5$ – sampling sites (piezometers)

eksploatacji wylewiska, natomiast po jego zamknięciu zaobserwowano stopniowe zmniejszanie się zanieczyszczonej strefy. Należy założyć, że po upływie kilku następnych lat stężenie azotanów zmniejszy się do stanu wyjściowego, tj. sprzed budowy wylewiska, co jest zobrazowane przez wartości tła hydrochemicznego w tabeli 2.

Należy także dodać, że lokalnie na jakość wód podziemnych coraz większy wpływ ma postępująca naturalna sukcesja roślinności. Jest ona wspomagana działaniami rekultywacyjnymi na terenie wylewiska, polegającymi na obsadzeniu go roślinnością. Na terenie kwater, na których pojawiła się roślinność, uaktywnił się proces ewapotranspiracji, co powoduje zmniejszenie infiltracji efektywnej wód opadowych i niesionych przez nie substancji zanieczyszczających z wcześniej dostarczanych fekaliów. W normalnych warunkach panujących na Niżu Polskim efektywnej infiltracji orientacyjnie podlega ok. 200 mm opadu rocznie. Natomiast na obszarze kwater dawnego wylewiska dawki infiltrującego opadu atmosferycznego są z pewnością ok. 2 razy większe, z uwagi na wspomnianą specyfikę zagospodarowania dna kwatery (rys. 2).

PODSUMOWANIE

Prowadzony przez kilka lat monitoring wylewiska obrazuje wpływ obiektu na wody podziemne. Budowa geologiczna, tj. bardzo słabo przepuszczalne utwory (gliny) uniemożliwiają przepływ zanieczyszczeń w kierunku wschodnim i ograniczają możliwości zanieczyszczenia wód podziemnych pierwszej warstwy wodonośnej.

Migracja substancji zanieczyszczających następuje w kierunku zachodnim. W niniejszym artykule rozkład przestrzenny i czasowy wpływu wylewiska prześledzono głównie na podstawie stężenia azotanów. Do 2003 r. wyraźnie zwiększał się obszar zanieczyszczonej strefy, zamknięcie wylewiska w grudniu 2003 r. spowodowało jej znaczne zmniejszenie.

W lokalnych warunkach hydrogeologicznych i w stosunkowo krótkim okresie niezbyt intensywnej eksploatacji wylewisko silnie oddziaływało na wody powierzchniowe tylko w swoim bezpośrednim sąsiedztwie. W wyznaczonej dla obiektu strefie ochrony sanitarnej brak jest obiektów mieszkalnych oraz punktów czerpalnych wody, a leśne otoczenie obiektu dodatkowo go izoluje, nie dopuszczając do jego szerszego oddziaływania. Dlatego też – oceniając całkowite oddziaływanie wylewiska z uwzględnieniem jego niewielkich wymiarów, a tym samym małej kubatury – należy podkreślić, że było obiektem mogącym stwarzać zagrożenie tylko o charakterze lokalnym. Zasięg oddziaływania wylewiska jest też w dużej mierze uzależniony od warunków litologicznych i hydrogeologicznych. Występowanie w podłożu gruntów piaszczystych sprzyja zjawisku rozprzestrzeniania się substancji zanieczyszczających, mobilnych w środowisku wodno-gruntowym.

Obiekt wywoływał w pełni udokumentowane, lokalne uciążliwości środowiskowe i w świetle obowiązujących przepisów z zakresu ochrony środowiska został zamknięty. Przeprowadzone badania jakości wód po jego zamknięciu wskazują na zdecydowaną poprawę ich jakości, co świadczy o aktualnym braku wpływu ścieków na środowisko wód podziemnych. Obecnie jakość wód podziemnych w otoczeniu tego obiektu spełnia nie tylko wymagania określone w Rozporządzeniu MŚ... [2004], ale nawet wody zdatnej do spożycia. Naturalna remediacja zanieczyszczeń w bezpośrednim otoczeniu wylewiska zamknęła się w okresie trzech lat od wyłączenia obiektu z użytkowania. Interesujące może być z pewnością wyjaśnienie, po jakim czasie jakość lokalnych wód podziemnych powróci do stanu wyjściowego, tj. sprzed budowy wylewiska.

LITERATURA

- FIC M., MAŁECKI J., 1998. Uproszczona dokumentacja geologiczna z wykonania piezometrów dla potrzeb lokalnego monitoringu wód wraz z oceną oddziaływania na środowisko wylewiska nieczystości w Klukówku. Falenty: Aquageo.
- FIC M., ŚLESICKI M., 2001. Wykorzystywanie metod modelowania matematycznego do oceny oddziaływania wylewiska ścieków komunalnych na wody powierzchniowe. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 475 s. 415–429.
- FIC M., KRĘGIEL J., 2002. Przegląd ekologiczny komunalnego wylewiska ścieków bytowych w Klukówku (gm. Świercze). Falenty: Aquageo.
- FIC M., KRĘGIEL J., 2005. Oddziaływanie wylewiska ścieków komunalnych na wody podziemne. W: Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce. T. 3. Chemizm opadów atmosferycznych, wód powierzchniowych i podziemnych. Mater. 13 Ogólnopol. Konf. Nauk. Pr. zbior. Red. J. Burhard. Łódź: Wydaw. UŁ s. 291–299.
- FIC M., KRĘGIEL J., MIERZWIICKI K., 2005. Sprawozdanie z realizacji prac w ramach lokalnego monitoringu wód podziemnych w rejonie wylewiska w Klukówku (gm. Świercze, woj. mazowieckie). Falenty: Aquageo.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11.04.2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. Dz. U. 2004 nr 32 poz. 284.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. 2002 nr 203 poz. 1718.
- STANIEWICZ-DUBOIS H., 1995. Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych. Bibl. Monitor. Środ. Warszawa: PIOŚ.
- WITCZAK S., ADAMCZYK A., 1995. Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Bibl. Monitor. Środ. Warszawa: PIOŚ.

Michał FIC, Jarosław KRĘGIEL

**THE INFLUENCE OF DOMESTIC SEWAGE DISCHARGE ON GROUNDWATERS
DURING IT'S OPERATION AND AFTER CLOSING**

Key words: contaminants, domestic sewage discharge, groundwater

S u m m a r y

The article presents results of a several-years study near a discharge situated in the typical conditions of Polish lowland. It is the discharge of domestic sewage receiving 50–70 m³ sewage per day from non-canalised grounds of adjacent villages. The discharge situated in the complex of clastic grounds is not “sealed” from beneath.

Piesometric networks composed of five piesometers allowed for sampling and evaluation of the propagation of polluted zone in the aquifer. During the use the discharge exerted strong but local influence on groundwater. The concentrations of pollutants showed poor quality of the groundwater. In 2003 the domestic sewage discharge was closed. Groundwater samples were taken in 2005. The results of physical and chemical analyses showed that the water conformed to high-quality criteria and met standards for drinking water.

Recenzenci:

dr inż. Marek Jerzy Gromiec, prof. WSEiZ

prof. dr hab. Franciszek Czyżyk

Praca wpłynęła do Redakcji 28.03.2006 r.