

POTRZEBA I ZASADY BADAŃ STACJONARNYCH W ZAKRESIE ZANIECZYSZCZENIA WÓD PODZIEMNYCH

UKD 550.831:551.243(438 – 16 strefa Koszalin–Chojnice)

W latach siedemdziesiątych w polskim piśmiennictwie pojawiło się wiele opracowań dotyczących ochrony środowiska, w tym również wód podziemnych. Spośród różnych elementów środowiska wody te są jeszcze stosunkowo mniej zanieczyszczone, ale możliwość takiego zanieczyszczenia jest niezwykle groźna dla gospodarki narodowej, zdrowia, a nawet życia ludzkiego. Znaczna część prac poświęconych ochronie wód podziemnych ma jednak charakter postulatywny i nie zawiera konkretnych wyników badań z tego zakresu. Nie oznacza to, aby takich badań nie wykonano, ale autorzy są przekonani, że zakres badań i obserwacji w dziedzinie zanieczyszczeń i ochrony wód podziemnych jest zbyt mały. Dotyczy to zarówno badań laboratoryjnych i modelowych w zakresie migracji wód zanieczyszczonych, jak i obserwacji terenowych konkretnych przejawów zanieczyszczeń.

Postulowana od kilku lat jednolita rejestracja zanieczyszczeń wód podziemnych nie została jeszcze wprowadzona w życie, a placówki naukowo-badawcze ze względu na skromne możliwości laboratoryjne poświęcają tym zagadnieniom zbyt mało uwagi. Tymczasem intensywny rozwój przemysłu, motoryzacji i rolnictwa wywołuje wzrost zagrożenia wód podziemnych. Istnieje więc potrzeba prowadzenia obserwacji wokół obiektów najbardziej zagrażających wodom podziemnym. Wykazanie konieczności prowadzenia tych badań oraz propozycje odnośnie do ich zakresu są celem niniejszego artykułu. Opracowanie to dotyczy głównie wysypisk oraz obiektów użytkujących produkty naftowe.

POTRZEBA I GŁÓWNE KIERUNKI BADAŃ W ZAKRESIE ZANIECZYSZCZENIA WÓD PODZIEMNYCH

Dotychczas nie opracowano jednolitej klasyfikacji zanieczyszczeń wód podziemnych. Do zanieczyszczeń wykazujących największą dynamikę wzrostu, a tym samym wymaganych szczególnych badań należą: wysypiska i wylewiska odpadów przemysłowych i komunalnych, obiekty dysponujące produktami naftowymi, obszary rolne z intensywną chemizacją oraz duże fermy hodowlane.

Bardzo skomplikowany wpływ na środowisko naturalne wykazują składowiska odpadów przemysłowych i komunalnych. Wiąże się to z ogromnym zróżnicowaniem składu chemicznego tych odpadów i odmiennym udziałem poszczególnych ich rodzajów na każdym składowisku. Ogólna masa odpadów przemysłowych w 1975 r. wyniosła

136 mln t. Należy liczyć się z dalszym wzrostem ilości tych odpadów.

Wysoką dynamikę wzrostu wykazały odpady komunalne. W 1970 r. wyniosły one prawie 16 mln m³. Przewiduje się, że w 1985 r. ich ilość osiągnie 42 mln m³/rok. Duża część odpadów stanowi istotne zagrożenie dla wód podziemnych, gdyż znajdują się w nich metale ciężkie, ługi, smoły, fenole, substancje organiczne itd.

Według niepełnych danych liczba składowisk odpadów przemysłowych przekracza w Polsce 250. Uwzględniając znaczną liczbę wysypisk komunalnych oraz małych, często „dzikich” wysypisk różnego typu, należy stwierdzić, że składowiska te stanowią znaczne zagrożenie dla środowiska. Bardzo ważną okolicznością jest fakt, że składowiska mogą oddziaływać na wody podziemne nawet kilkadziesiąt lat po zakończeniu składowania odpadów.

Wzrost zużycia ropy, a przede wszystkim intensywnie zwiększanie się liczby jednostek wykorzystujących ropę i jej produkty oraz rozbudowa sieci ropociągów wyraźnie zwiększają zagrożenie środowiska tymi produktami. Na terenie Polski zanieczyszczenie wód podziemnych produktami ropnymi stwierdzono w kilku miejscach. Zarejestrowane przypadki potwierdzają powszechny pogląd o trwałości zanieczyszczeń wywołanych ropą i dużych trudnościach z ich usunięciem. Między innymi na terenie Polic w ostatnich latach natrafiono na zanieczyszczenie gruntu mazutem pochodzącym z końca wojny. Zanieczyszczenia wód podziemnych ropą lub produktami naftowymi stwierdzono wielokrotnie w trakcie wydobycia ropy, jej przeróbki, transportu cysternami i rurociągami, a także przy użytkowaniu produktów naftowych. Wskazuje to na konieczność podjęcia badań w tym zakresie.

W badaniach zagrożeń wód podziemnych dużą uwagę należy poświęcić składowiskom odpadów oraz obiektom posiadającym produkty naftowe. Badania wpływu tych obiektów na wody podziemne następująca wiele trudności metodycznych i technicznych. Do najważniejszych należą sposoby identyfikacji zanieczyszczeń. Obecność produktów naftowych w ilościach powyżej progu zapachu identyfikuje się organoleptycznie. Wskaźnikiem ich obecności mogą być również fenole oraz ołów (jeśli chodzi o etylinę). Bardzo skomplikowany jest wybór wskaźników zanieczyszczenia w rejonach składowisk, gdyż wskaźniki te są w znacznej mierze uzależnione od rodzaju odpadów. W literaturze (1, 5) wskazywano związki między rodzajem potencjalnych ognisk zanieczyszczenia a charakterystycznymi wskaźnikami tego zanieczyszczenia (tab. 1).

KLASYFIKACJA I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA
OGNISK ZANIECZYSZCZENIA WÓD
PODZIEMNYCH

Tabela I
NAJWAŻNIEJSZE WSKAŹNIKI
ZANIECZYSZCZENIA WÓD PODZIEMNYCH
W REJONACH RÓŻNYCH OGNISK
TEGO ZANIECZYSZCZENIA

Nawiązując do stosowanych w naszej literaturze terminów, pod pojęciem zanieczyszczenia wód podziemnych rozumie się w niniejszym artykule takie zmiany fizycznych, chemicznych lub biologicznych własności wody, które zostały bezpośrednio lub pośrednio wywołane działalnością człowieka i spowodowały nieprzydatność wody do określonych celów.

Obiekty związane z zanieczyszczeniem wód podziemnych można podzielić na dwie grupy: 1) ogniska zanieczyszczenia, 2) ogniska zagrożenia. Te ostatnie można też określić jako potencjalne ogniska zanieczyszczenia. Mówiąc ściślej, ogniskami zanieczyszczenia wód podziemnych są takie skupiska substancji zanieczyszczających, które ze względu na brak dostatecznej izolacji przedostają się do wód podziemnych.

Ograniczona objętość niniejszego artykułu nie pozwala na szersze omówienie ognisk zanieczyszczenia. Z tego względu przedstawiono jedynie ich ogólną charakterystykę (tab. II).

Przy ocenie stanu zagrożenia i zanieczyszczenia wód podziemnych istotnym wskaźnikiem jest wielkość ogniska zanieczyszczenia i rodzaj zgromadzonych w nim substancji. Tutaj problem ten nie może być omówiony szczegółowo i zwraca się jedynie uwagę na kilka najważniejszych zagadnień. I tak w odniesieniu do wysypisk zagrożenia w dużym stopniu zależą od powierzchni i objętości wysypiska, od jego reżimu wodnego, rozpuszczalności składowanych substancji i okresu jego eksploatacji. Obszar wysypiska określa tak ważny wskaźnik, jakim jest powierzchnia kontaktu składowanej masy z podłożem. Określony wpływ na ładunek zanieczyszczeń z wysypiska wywiera również okres jego eksploatacji (wiek). Procesy rozkładu i lęgowania substancji oraz pewne zmniejszenie przepuszczalności podłoża składowisk powodują określone zmiany wpływu tych składowisk na wody podziemne.

Jeśli idzie o obiekty przerabiające, magazynujące lub użytkujące produkty naftowe, należy uwzględnić przede wszystkim ilość tych produktów, wielkość powierzchni kontaktowania się obiektów i zanieczyszczeń z podłożem oraz charakter ewentualnych uciezek tych produktów. Podział ognisk zagrożenia według ilości przechowywanych produktów naftowych można prowadzić według zasady:

- obiekty małe – do 10 m³/miesiąc,
- obiekty średnie – 10–100 m³/miesiąc,
- obiekty duże – ponad 100 m³/miesiąc.

Wycieki ropy mogą mieć charakter ciągły, okresowy lub jednorazowy. W zależności od rodzaju tego wypływu oraz jego intensywności i przepuszczalności podłoża powstaje różnej wielkości powierzchnia kontaktu z wodami podziemnymi. Umownie można wydzielić:

- powierzchnię małą – 1 000 m²,
- powierzchnię średnią – 1 000–10 000 m²,
- powierzchnię dużą – ponad 10 000 m².

WPLYW WARUNKÓW GEOLOGICZNYCH
NA MIGRACJĘ ZANIECZYSZCZEŃ

Przenikanie zanieczyszczeń do wód podziemnych jest uzależnione od budowy geologicznej. Ze względu na powszechne występowanie utworów czwartorzędowych warunki przenikania zmieniają się na małych odległościach. Mimo intensywnych badań prowadzonych w wielu krajach, brak jest ścisłych danych o migracji poszczegól-

Rodzaj ogniska	Wskaźniki zanieczyszczenia wód podziemnych (obecność lub podwyższona zawartość podanej substancji)
Wysypiska miejskie ścieki miejskie	twardość, utlenialność, BZT, sucha pozostałość, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Fe ²⁺ , Mn ²⁺ , H ₂ S, NH ₃ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻
Składowiska odpadów paleniskowych	zasadowość, pH, Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , twardość, Fe _{org} , Mn _{org} , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻
Ropa naftowa i substancje naftopochodne	zapach, smak, produkty naftowe, ołów, wanad, fenole
Składowiska fosfogipsów	SO ₄ ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , CO ₃ ²⁻ , Rb
Garbarnie	Cr, Sb, Cs
Farbiarnie	Co, Sb
Zakłady akumulatorowe	Pb, Rb, Cs
Bielnie	Zn, Sb
Zbiorniki poflotacyjne miedzi	Cr, Co, Sr, Br
Nawozy	NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₃ , utlenialność, PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , Na ⁺
Fermy hodowlane	NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₃ , utlenialność, BZT, Cl

Tabela II
KLASYFIKACJA I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA
OGNISK ZANIECZYSZCZENIA I ZAGROŻENIA WÓD
PODZIEMNYCH

Stopień aktywności ogniska	Wpływ ogniska na wody podziemne	Ogólna charakterystyka ogniska
Ognisko czynne	zanieczyszczenie istniejące	stwierdzone ognisko wywiera dostrzegalny zewnętrznie wpływ na wody podziemne lub wpływ ten został stwierdzony specjalnymi badaniami
		nie stwierdzone 1) ognisko ma niewielki wpływ na wody podziemne 2) ognisko ma znaczny wpływ na wody podziemne, ale nie został on stwierdzony
Ognisko nieczynne (ognisko zagrożenia)	zagrożenie potencjalne	1) skupisko substancji zanieczyszczających ma szczelną obudowę; zanieczyszczenie może nastąpić w wyniku jej awarii 2) skupisko substancji zanieczyszczających jest dobrze odizolowane utworami nieprzepuszczalnymi od warstwy wodonośnej; zanieczyszczenie nastąpi po przekroczeniu pojemności sorpcyjnej warstwy izolującej lub strefy aeracji

nych rodzajów zanieczyszczeń w różnych warunkach geologicznych. Należy przy tam nadmienić, że zdolności migracyjne poszczególnych substancji są różne nawet w tych samych warunkach. W pracach na terenie Polski można na razie przyjmować stosowaną już trójdziałną klasyfikację warunków przenikania zanieczyszczeń do wód podziemnych (3, 4, 6). Propozycję takiej ogólnej klasyfikacji przedstawiono w tab. III. Ocena możliwości przenikania zanieczyszczeń na podstawie przedstawionych przesłanek zawsze należy traktować jako orientacyjną. Ocena ścisła wymaga badań laboratoryjnych przepuszczalności konkretnych utworów i zanieczyszczeń.

ETAPY I ZADANIA BADAŃ

Ze względu na dużą liczbę ognisk zanieczyszczenia i zagrożenia wód podziemnych oraz ściśle określone środki techniczne i finansowe, badania muszą być prowadzone w kolejności uwzględniającej stopień zagrożenia. W niniejszym artykule przyjmuje się, że badaniami zostaną objęte wszystkie obiekty istniejące i projektowane. Całość badań dotyczących zanieczyszczeń wód podziemnych można podzielić na następujące etapy:

- badania przedinwestycyjne,
- rejestracja zanieczyszczeń oraz obiektów stanowiących zagrożenie,
- zakładanie sieci obserwacyjnej,
- badania stacjonarne,
- likwidacja lub ograniczenie zanieczyszczeń.

W trakcie badań przedinwestycyjnych, tj. wyprzedzających powstanie obiektu stanowiącego ognisko zagrożenia dla wód podziemnych, należy przeprowadzić badania gruntów i wód w ich stanie naturalnym. Badaniami należy objąć obszar planowanego obiektu i tereny przyległe. Wskazane jest kontynuowanie tych badań w przeciągu 1 roku hydrologicznego. Wyniki z tego okresu pozwolą na określenie tzw. tła hydrochemicznego, z którym można będzie porównywać wyniki badań uzyskanych w okresie eksploatacji obiektu.

Realizacja etapu rejestracji zanieczyszczeń oraz obiektów stanowiących zagrożenie powinna przebiegać w sposób jednolity dla całego kraju. Taką rejestrację obiektów przeróbki, transportu i użytkowania produktów naftowych prowadzą obecnie kombinaty geologiczne. W wyniku rejestracji wszystkie przejawy zanieczyszczenia i obiekty zagrażające powinny być uszeregowane według ładunku zanieczyszczeń i warunków ich przenikania, co jest konieczne dla prawidłowego przeprowadzenia dalszych prac. Przy ustalaniu kolejności tych prac można kierować się zasadami podanymi w tab. IV.

Zakładanie sieci obserwacyjnej jest najbardziej odpowiedzialnym i często najdroższym etapem prac. Jego zadaniem jest stworzenie takiej sieci obserwacyjnej, która pozwoli określić obecny stan i dostarczy materiałów do prognozowania rozwoju zanieczyszczeń w rejonie danego ogniska.

Etap badań stacjonarnych obejmuje długotrwałe obserwacje i pomiary stanu wód podziemnych oraz pobieranie próbek w jednakowych warunkach technicznych. Docelowym zadaniem badań stacjonarnych jest ocena stanu zanieczyszczenia wód podziemnych oraz prognozowania możliwych dróg rozwoju procesu zanieczyszczenia, a w efekcie ustalenie programu jego likwidacji i dalszej ochrony czystości wód podziemnych.

W czasie likwidacji lub ograniczenia zanieczyszczeń otwory sieci badań stacjonarnych znajdują w dalszym

Tabela III
WARUNKI GEOLOGICZNE
PRZENIKANIA ZANIECZYSZCZEŃ
DO WÓD PODZIEMNYCH

Rodzaje warunków	Charakterystyka utworów w strefie między ogniskiem a warstwą wodoonośną
I. Sprzyjające	utwory przepuszczalne: – żwiry – piaski – skały szczelinowate i skrasowiałe
II. Utrudniające	utwory słaboprzepuszczalne: – mułki – piaski gliniaste – margle – utwory przepuszczalne z przewarstwieniami nieprzepuszczalnych o łącznej miąższości do kilku metrów
III. Ograniczające	utwory praktycznie nieprzepuszczalne o miąższości ponad kilka metrów: – ily – gliny – ilowce – łupki

Tabela IV
KOLEJNOŚĆ BADAŃ ZANIECZYSZCZEŃ
I ZAGROZEŃ WÓD PODZIEMNYCH

Warunki przenikania zanieczyszczeń	Ładunek lub/i zasięg zanieczyszczeń		
	duży	średni	mały
I. Sprzyjające	1 P	1 P	2 S
II. Utrudniające	2 P	3 S	3 K
III. Ograniczające	3 K	4 K	4 K

1–4 – kolejność badań
P, S, K – rodzaje sieci obserwacyjnej: P – pełna, S – skrócona, K – kontrolna

Tabela V
RODZAJE I ZASADY
LOKALIZACJI SIĘCI OBSERWACYJNEJ

Rodzaj i symbol sieci obserwacyjnej	Lokalizacja otworów w sieci	Orientacyjna liczba otworów
Pełna (P)	– wokół ogniska zanieczyszczenia. – na konturze strefy zanieczyszczonej – otwory wyprzedzające kontur zanieczyszczenia lokalizacji na linii największego spadku hydraulicznego	10–25
Skrócona (S)	– wokół ogniska zanieczyszczenia – na linii największego spadku hydraulicznego	5–9
Pojedyncze otwory kontrolne (K)	– między ogniskiem i ujęciem wód podziemnych – na linii największego spadku hydraulicznego	1–4

ciągu zastosowanie do badań stanu jakości wód podziemnych. Badania te należy kontynuować aż do stwierdzenia pełnego zaniku zanieczyszczeń. Po uzyskaniu takiego stanu otwory pełnić będą funkcję kontrolną w badaniach czystości wód podziemnych.

ZASADY LOKALIZOWANIA OTWORÓW OBSERWACYJNYCH

Lokalizacja punktów obserwacji stacjonarnych w rejonach istniejących lub spodziewanych zanieczyszczeń wód podziemnych powinna być uzależniona od następujących czynników: możliwości przenikania zanieczyszczeń do wód podziemnych, ładunku i spodziewanego zasięgu zanieczyszczeń, kierunku przepływu wód, przepuszczalności warstwy wodonośnej, spadku zwierciadła wody.

Intensywność przenikania zanieczyszczeń w nadkładzie i w samej warstwie wodonośnej decyduje o natężeniu i zasięgu zanieczyszczenia wód podziemnych. Z tego względu po rozpoznaniu budowy geologicznej pod ogniskiem zanieczyszczenia i w jego otoczeniu, pierwsze badawcze otwory należy lokalizować w tych strefach, gdzie stwierdzono optymalne warunki do przenikania zanieczyszczeń, tj. w strefach sprzyjających warunków.

Gdy pod badanym obiektem warunki kontaktowania się zanieczyszczeń z wodami podziemnymi są jednolite, pierwsze otwory badawcze należy lokalizować w pobliżu stwierdzonych lub prawdopodobnych przecieków substancji zanieczyszczającej. Analiza wielkości ładunku zanieczyszczenia i znajomość budowy geologicznej podłoża pod obiektem pozwolą zlokalizować następne otwory, których zadaniem będzie okonturowanie istniejącego zanieczyszczenia.

Po ustaleniu stref maksymalnego przenikania zanieczyszczeń dalszą lokalizację otworów obserwacyjnych należy przeprowadzić na podstawie znajomości kierunku naturalnego przepływu wód podziemnych w miejscu i w otoczeniu zanieczyszczenia.

Otwory należy lokalizować w pierwszej kolejności na linii maksymalnego spadku hydraulicznego zwierciadła wody podziemnej, gdyż w tym kierunku następuje największe rozprzestrzenienie się zanieczyszczeń w wodach podziemnych. Otwory na liniach prostopadłych do maksymalnego spadku hydraulicznego będą określały szerokość strefy zanieczyszczeń, przy czym z reguły będą to zanieczyszczenia o mniejszej intensywności.

Przy określeniu kierunku naturalnego przepływu wód podziemnych należy zwrócić uwagę na możliwość wpływu na ten kierunek czynników sztucznych (spiętrzenia wód lub pobór wód podziemnych). W pobliżu ujęć wód podziemnych otwory obserwacyjne powinny być zlokalizowane niezależnie od naturalnego kierunku przepływu wody podziemnej. Otwory te mają za zadanie stałą kontrolę czystości ujmowanych wód.

Odległość między otworami obserwacyjnymi na wybranych kierunkach będzie zależała przede wszystkim od przepuszczalności warstwy wodonośnej oraz spadku hydraulicznego, które to parametry określają prędkość naturalnego przepływu wód podziemnych, a także od migracyjnej zdolności substancji zanieczyszczającej. Odległości te w zależności od ww. czynników będą wynosiły od kilku do kilkuset metrów od ogniska zanieczyszczenia, najczęściej od kilkudziesięciu do 500 m. Zdarza się jednak (przy długotrwałych zanieczyszczeniach lub w skałach spękanych), że zasięg zanieczyszczeń wynosi do 3 km.

Z przedstawionych zasad lokalizacji otworów badawczych wynika, że rodzaj strefy przenikania zanieczyszczeń do wód podziemnych oraz wielkość ładunku i zasięg zanieczyszczenia określają również liczbę niezbędnych punktów badawczych, a więc wielkość sieci badawczej.

Duży ładunek zanieczyszczeń w sprzyjających warunkach ich przenikania do wód podziemnych (I) będzie

stanowił maksymalne niebezpieczeństwo dla tych wód i z tego względu będzie wymagał szczegółowego rozpoznania zanieczyszczenia, do czego konieczne jest wykonanie tzw. pełnej (P) sieci obserwacyjnej (tab. V).

W warunkach utrudniających przenikanie zanieczyszczeń do wód podziemnych (II) niebezpieczeństwo i rozmiar zanieczyszczenia zmniejszają się i sieć obserwacyjna może ulec odpowiedniemu zmniejszeniu. Taką sieć można nazwać skróconą (S).

Natomiast przy ograniczonej możliwości przenikania zanieczyszczenia do wód podziemnych (III) prawdopodobieństwo zanieczyszczenia znacznie się zmniejsza i niezbędna jest jedynie kontrola jakości wód, dla której zamiast sieci otworów wystarczą pojedyncze otwory kontrolne (K). Poszczególne rodzaje sieci obserwacyjnej zostały scharakteryzowane w tabeli V.

KONSTRUKCJA OTWORÓW SIECI OBSERWACYJNEJ

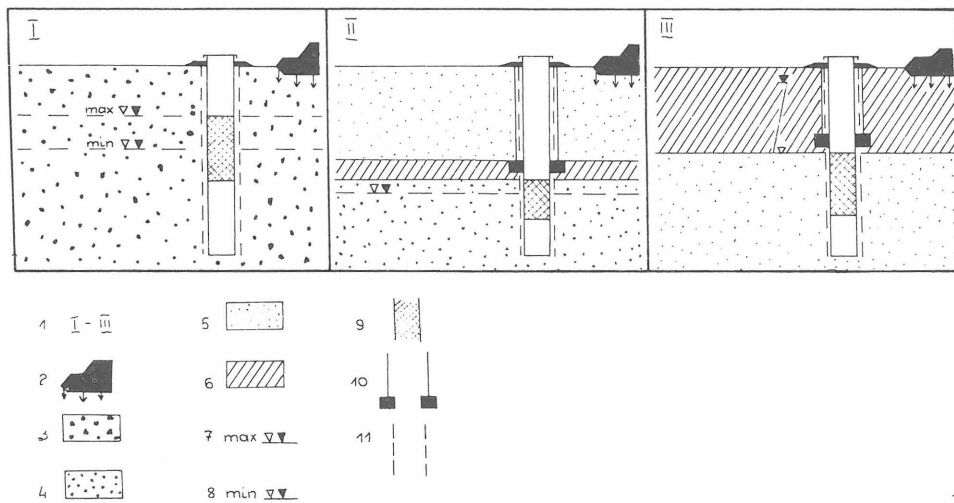
Konstrukcja otworów musi być dostosowana do warunków hydrogeologicznych i specyfiki zanieczyszczeń oraz pozwalać na przeprowadzenie długotrwałych badań w jednakowych warunkach technicznych. Otwory sieci obserwacyjnej muszą mieć taką konstrukcję, aby woda dopływała do otworów z badanej warstwy wodonośnej przy jednoczesnym umożliwieniu dopływu z innych warstw i z powierzchni terenu.

Przy dostosowaniu konstrukcji otworu do warunków hydrogeologicznych występujących w miejscu zanieczyszczenia można posłużyć się przedstawionym podziałem warunków przenikania zanieczyszczeń do wód podziemnych. I tak przy istnieniu warunków sprzyjających przenikaniu można wiercić otwory przy użyciu jednej kolumny rur, do której następnie jest opuszczona kolumna składająca się z rury podfiltrowej, filtru i rury nadfiltrowej wprowadzonej na powierzchnię terenu. Kolumna wiertnicza po zafiltrowaniu otworu może być całkowicie usunięta (ryc. 1 p. I).

W strefie utrudnionego przenikania konstrukcja otworów musi być bardziej skomplikowana. Może zaistnieć potrzeba badania wód znajdujących się nad przewarstwieniem utrudniającym pionową migrację zanieczyszczeń oraz wód występujących pod tym przewarstwieniem. Otwory do badania wód nad przewarstwieniem mogą mieć wtedy konstrukcję przedstawioną wyżej, natomiast otwory do badania wód pod przewarstwieniem muszą być wykonywane w dwu kolumnach wiertniczych, z których pierwsza będzie posadowiona wodoszczelnie w izolującym przewarstwieniu. Górna krawędź filtru w tego typu otworze powinna znajdować się na wysokości spągu izolującego przewarstwienia.

Przy istnieniu warunków ograniczających przenikanie zanieczyszczeń do wód podziemnych wykonuje się otwory w celu rozpoznania skuteczności naturalnej izolacji. W konstrukcji tych otworów należy zastosować kolumnę wiertniczą uniemożliwiającą dopływ przez otwór wiertniczy wód występujących powyżej badanej warstwy wodonośnej (ryc. p. III).

Dostosowanie konstrukcji otworu do specyfiki badanych zanieczyszczeń polega przede wszystkim na różnej głębokości umieszczenia filtru w warstwie wodonośnej. Zanieczyszczenia gromadzące się na powierzchni zwierciadła wód podziemnych, np. produkty naftowe, wymagają umieszczenia filtrów w stropowej części warstwy wodonośnej, natomiast zanieczyszczenia migrujące głębiej (np. związki azotowe) wymagają umieszczenia filtrów na róż-



Zarurowanie i zafiltrowanie otworów w różnych warunkach hydrogeologicznych.

I – charakterystyka warunków przenikania zanieczyszczeń: I – sprzyjające, II – utrudniające, III – ograniczające; 2 – ognisko zanieczyszczenia i kierunek przenikania zanieczyszczeń, 3 – żwiry, 4 – piaski gruboziarniste, 5 – piaski drobnoziarniste, 6 – gliny zwałowe lub mułki, 7 – najwyższe położenie zwierciadła wody, 8 – najniższe położenie zwierciadła wody, 9 – filtr, 10 – rury osłonowe w korku łożowym, 11 – ślad po kolumnie rur wiertniczych.

nych głębokościach, w tym również w spągu warstw wodonośnych. Przy wyborze głębokości umieszczania filtru należy uwzględnić również maksymalne naturalne wahania zwierciadła wody oraz wahania wywołane eksploatacją wód podziemnych.

Średnica otworów powinna pozwalać na okresowe oczyszczanie piezometru poprzez odpompowywanie lub wybieranie wody o objętości przekraczającej kilkakrotnie objętość słupa wody w piezometrze. Otwory należy chronić przed ściekaniem do nich wód powierzchniowych oraz wyposażyć w zamknięcia.

UWAGI DOTYCZĄCE ZAKRESU I METODYKI BADAŃ STACJONARNYCH ORAZ DOKUMENTACJI WYNIKÓW

Wspomniano już, że sieć obserwacyjna służy głównie do pobierania próbek wody w celu śledzenia zmian lub pojawienia się zanieczyszczeń wód podziemnych. Dla umożliwienia opracowania prognozy konieczne jest również wykonywanie takich pomiarów jak głębokość do zwierciadła wody, a w odniesieniu do zanieczyszczeń produktami naftowymi – również miąższość słoja tych produktów oraz pomiary temperatury wody.

Próbki wody można pobrać za pomocą batometru lub innego przyrządu tego typu. Objętość próbki do podstawowych oznaczeń wynosi 1 l. Natomiast do oznaczeń specjalnych 2–4 l, zależnie od zakresu analizy specjalnej, który jest uzależniony od rodzaju substancji zanieczyszczającej (tab. I), ale zakres analiz nie powinien być mniejszy od typowej analizy wykonywanej przez stacje sanitarno-epidemiologiczne.

Częstotliwość opróbowania powinna być uzależniona przede wszystkim od wielkości zanieczyszczenia i dynamiki jego zmian. Przy istnieniu zagrożeń (brak przejawów zanieczyszczenia) częstotliwość badań będzie uzależniona od stopnia zagrożenia, ale pozostanie mniejsza niż w

Casing and filters used in drillings under different hydrogeological conditions.

I – characteristics of conditions of migration of polluting agents: I – favourable, II – unfavourable, III – impeding; 2 – source of pollution and migration route, 3 – gravels, 4 – coarse-grained sands, 5 – fine-grained sands, 6 – tills or silts, 7 – uppermost water level, 8 – lowermost water level, 9 – filter, 10 – boarding tubes in clay stopper, 11 – trace after drill casing.

badaniach zanieczyszczeń. Wstępnie proponuje się pobieranie próbek co 1–3 miesięcy.

Dokumentacja wyników badań wiąże się ściśle z etapem prac. W okresie przedinwestycyjnym wyniki badania tła hydrogeologicznego będą przedstawiane w dokumentacjach geologicznych dla projektowanych obiektów. W trakcie rejestracji ognisk zanieczyszczenia i zagrożenia wód podziemnych wyniki prac powinny być przedstawione w formie dokumentacji (rejestracji) regionalnych dla poszczególnych obszarów administracyjnych (województwa) lub jednostek geologicznych.

W toku rejestracji należy przede wszystkim zlokalizować ogniska istniejących i potencjalnych zanieczyszczeń wód podziemnych oraz przejawy zanieczyszczenia powierzchni terenu, wód powierzchniowych, gruntów w strefie aeracji i wód podziemnych. Należy również dążyć do ustalenia przyczyny zaistniałego zanieczyszczenia. Dla ognisk, gdzie nie stwierdzono przejawów zanieczyszczenia, w miarę możliwości należy ustalić stopień zagrożenia takim zanieczyszczeniem przez ocenę warunków przenikania zanieczyszczeń do wód podziemnych. W opracowaniu należy również podać ogólną ocenę stanu zanieczyszczenia lub zagrożenia oraz prognozę w tym zakresie.

Na podstawie opracowań regionalnych (wojewódzkich), co 5 lat powinny być sporządzone opinie (raporty) o stanie zanieczyszczenia i zagrożenia wód podziemnych na obszarze całego kraju.

W czasie zakładania sieci obserwacyjnej należy sporządzić projekty dla poszczególnych sieci oraz dokumentować wyniki wykonywanych wierceń. Na etapie badań stacjonarnych będą prowadzone systematycznie obserwacje jakości wód podziemnych. Wyniki tych badań powinny być uogólniane i przedstawiane w opracowaniach okresowych wykonywanych po 1–3 lat obserwacji. Po stwierdzeniu nagłych zanieczyszczeń wyniki badań należy podsumować w pilnym trybie, w celu wyjaśnienia

przyczyny zanieczyszczenia i możliwości zmniejszenia jego skutków.

Forma i zakres dokumentacji przedstawiających wyniki obserwacji stacjonarnych powinny być opracowane i wprowadzone w życie przez Centralny Urząd Geologii do stosowania we wszystkich jednostkach zajmujących się tymi obserwacjami. Opracowania takie muszą zawierać interpretację wyników obserwacji (tabele, wykresy, tekst) oraz prognozę zmian badanych zanieczyszczeń.

L I T E R A T U R A

1. B y c z y ń s k i H., B ł a s z c z y k T., W i t c z a k S. — Zagrożenie i ochrona wód podziemnych przed zanieczyszczeniem. Wyd. Geol. 1979.

S U M M A R Y

Stationary surveys are shown to be necessary in areas where either groundwater pollution has been found or there exist large objects creating potential hazard of pollution. Such objects primarily include places of disposal of industrial and urban solid and liquid wastes and crude and refined petroleum reservoirs.

The paper presents a general classification of sources of pollution. The influence of hydrogeological conditions on migration of polluting substances is discussed. Individual stages in pollution surveys are characterized and principles of location of observatory boreholes and their construction are presented along with the methods of surveys and the form of documentation of the obtained results.

2. K l e c z k o w s k i A. S. — Hydrogeologia ziem wokół Polski. Wyd. Geol. 1979.
3. K o l a g o C. — Podstawy hydrogeologiczne doboru terenów pod wysypiska. Kursokonferencja — seminarium. „Unieszkodliwianie odpadów metodą wysypisk sanitarnych”. Lublin 1979 t. 1.
4. M i a n o w s k i Z. — Wytyczne prowadzenia badań zanieczyszczeń i zagrożeń wód podziemnych produktami naftowymi. Maszynopis Inst. Geol. 1980.
5. N o w i c k i Z. — Instrukcja metodyczna zastosowania oznaczeń pierwiastków śladowych do badań zanieczyszczeń wód podziemnych. Maszynopis OBRTG 1976.
6. P a c z y ń s k i B., P ł o c h n i e w s k i Z. — Mapa zagospodarowania i ochrony zasobów wód podziemnych województwa piotrkowskiego. Maszynopis. Urząd Woj. w Piotrkowie Tryb. 1979.

Р Е З Ю М Е

В статье обосновывается потребность проведения стационарных исследований в тех местах, где было определено загрязнение подземных вод, а также вокруг больших объектов угрожающих чистоте подземных вод. К этим объектам принадлежат прежде всего места для отвала и выливания промышленных и коммунальных отходов, а также объекты имеющие в распоряжении нефтяные продукты.

В статье приведена общая классификация очагов загрязнения, рассмотрено влияние гидрогеологических исследований на миграцию загрязнений, выделены этапы исследований, а также определены принципы размещения наблюдательных скважин и их конструкция. В заключении описаны методы ведения исследований и формы документирования их результатов.