

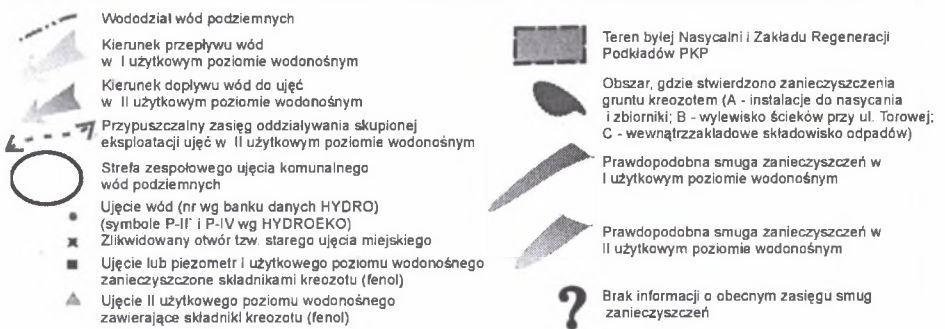
Wojciech IRMIŃSKI  
Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

## **KREOZOT W WODACH PODZIEMNYCH W OSTROWI MAZOWIECKIEJ - PRZYCZYNY, SKUTKI I PROGNOZY ELIMINACJI**

**Streszczenie.** Kreozot, zwany powszechniej olejem impregnacyjnym, to mieszanina szeregu związków chemicznych, których własności wykorzystywano m.in. do zabezpieczania drewna przed działaniem wody, szkodników i mikroorganizmów. Od lat w tzw. nasycalniach stosowano kreozot do impregnacji elementów drewnianych narażonych na zmienne warunki atmosferyczne, np. podkładów kolejowych. Technologia ta była z założenia bezpieczna dla otoczenia, jednak ludzkie ułomności, lekceważenie środowiska naturalnego, ignorancja, napięte normy produkcyjne i wiele innych czynników spowodowało, że ta toksyczna mieszanina znalazła się w wodach podziemnych. W Ostrowi Mazowieckiej, mieście leżącym w Puszczy Białej na obszarze Zielonych Płuc Polski, kreozot ze starej, nieczynnej już nasycalni migruje w wodach podziemnych w kierunku jedynego dla miasta ujęcia wód pitnych.

## **CREOSOTE IN THE GROUNDWATER IN OSTROW MAZOWIECKA - CAUSES, EFFECTS AND PROGNOSIS FOR ELIMINATION**

**Summary.** Creosote, more commonly called an impregnation oil, is a mixture of a range of chemical compounds, whose features have been exploited among others for wood protection against water activity, pests and microorganisms. For years, in so-called wood treating plants, one has applied creosote for impregnation of the wooden parts exposed to the variable atmospherical conditions, e.g. sleepers. This technology has been entirely safe for the surroundings, however the human disabilities, disrespect for natural environment, ignorance, strict productive norms and many other factors have contributed to the fact, that this toxic blend has occurred in groundwater. In Ostrow Mazowiecka, a town lying in Biała Forest on the territory of the Zielone Płuca Polski ("Poland's Green Lungs"), creosote from the old, already inactive wood treating plant migrates within the groundwater towards the only one drinking water intake of the town.



Rys.1. Lokalizacja ognisk zanieczyszczeń pochodzących z byłej nasycalni, smug zanieczyszczeń oraz ujęć wód podziemnych na tle sytuacji hydrogeologicznej w Ostrowi Mazowieckiej

Fig.1. Location of pollution sources deriving from former wood treating plant, pollution streaks and groundwater wells on the background of hydrogeologic situation of Ostrow Mazowiecka

## 1. Położenie i morfologia terenu miejsko-przemysłowego

Wzajemna lokalizacja terenu byłej nasycalni PKP i towarzyszącej jej infrastruktury oraz innych terenów przemysłowych w północno-zachodniej i północnej części miasta Ostrowi Mazowieckiej, a także udokumentowanych w RBDH<sup>1</sup> studni ujęciowych, w tym studni zespołowego ujęcia komunalnego wód podziemnych, została przedstawiona na rys. 1. Odległość pomiędzy dawną nasycalnią oraz najbliższym jej otworem studziennym (nr 53) zespołowego ujęcia komunalnego wynosi ok. 2,1 km. Teren tej części miasta łagodnie opada ku południowi, natomiast łukiem pomiędzy terenami PKP oraz częścią miasta przebiega na południe obniżenie z niewielkim ciekim powierzchniowym. W dolince tej zlokalizowane są studnie ujęcia komunalnego, a obecnie także obwodnica drogowa miasta na trasie Warszawa – Białystok.

## 2. Lokalna budowa geologiczna i hydrogeologiczna

Teren zbudowany jest z osadów plejstoceniowych i holoceniowych. Najpłycej pod warstwą gleby położona jest glina zwałowa, miejscami piaszczysta. Są obszary, gdzie pokład glin jest zredukowany do 2 m miąższości lub nie występuje wcale (otw. nr 32 – rys. 1). Głębiej występuje pakiet piasków drobno- i średnioziarnistych ze żwirem i otoczkami. Stanowi on I użytkowy poziom wodonośny ujmowany studniami wykonanymi do głębokości 24-30 m. Wody tego poziomu przemieszczają się z kierunku NNE ku SSW [3]. Poniżej znajduje się zróżnicowany morfologicznie strop starszych, piaszczystych glin zwałowych. Mają one miąższość dość zróżnicowaną: od 15,5 m (otw. 53) do 37 m (otw. 43), przeciętnie ok. 20 metrów, a w wierceniach rozpoczynają się na głębokości ok. 21 - 30 m. Gliny te zawierają liczne otoczki, a nawet miejscami bruk morenowy i pakiet pylasty (otw. 62), które stanowią razem 50 % miąższości tak wykształconego poziomu glin zwałowych. Około 1 km na południe od strefy zespołowego ujęcia komunalnego ten poziom glin jest całkowicie wyerodowany, tworząc tzw. okno hydrogeologiczne, przez które możliwy jest kontakt hydrauliczny opisanego I użytkowego poziomu wodonośnego z niżej położonym, II użytkowym poziomem wodonośnym. Ten poziom o miąższości około 10-20 m ma zwierciadło wody napięte, które po nawierceniu stabilizuje się na poziomie równym bądź zbliżonym do poziomu swobodnego zwierciadła I użytkowego poziomu wodonośnego, tj. na

<sup>1</sup> RBDH – Regionalny Bank Danych Hydro prowadzony przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną,

głębokości 5-16 m p.p.t., zależnie od lokalizacji otworu w terenie. Podłoże warstw piaszczystych II poziomu zbudowane jest z glin zwałowych, a miejscami iłów. Utwory te nie były tu dotąd przewiercane [9].

Zasilanie warstw wodonośnych w tym rejonie następuje przez przesączenie pionowe przez utwory słabo przepuszczalne lub bezpośrednio w strefach kontaktu hydraulicznego [1]. Badania wieku wód metodą trytową prowadzone przez PIG dla potrzeb MHP<sup>2</sup> wykazały, że woda z głębokości 60 m przy miąższości izolującego nadkładu 40 m może pochodzić z okresu sprzed 25-50 lat.

W kierunku na północny-zachód od linii wododziałowej (rys. 1) bazą drenażu dla wód podziemnych jest Narew, a w kierunku na południe rzeka Bug. W rejonie Ostrowi, w wyniku intensywnej eksploatacji głównego poziomu użytkowego przez ujęcie miejskie oraz ujęcia zakładowe w części przemysłowej miasta, występuje 2-3 m lej depresji. Linia zasięgu leja przesunęła się w kierunku północnym w porównaniu do roku 1998 (dane własne PIG z roku 2001), co było wywołane eksploatacją nowych ujęć Mazowieckiej Spółdzielni Mleczarskiej.

### 3. Zanieczyszczenie wód podziemnych w omawianym rejonie

Na szkodliwe oddziaływanie związków chemicznych wchodzących w skład oleju impregnacyjnego (krezotolu) stosowanego do zabezpieczania poprzez nasycanie drewnianych podkładów kolejowych wskazuje informacja Likwidatora Zakładu Regeneracji Podkładów PKP z 2000 r., gdzie podano, że zakład ten był „eksploatowany przez 80 lat, niszcząc środowisko olejem impregnacyjnym oraz odpadami poprodukcyjnymi”. W skład oleju wchodzi: naftalen (<5%), fenol i pochodne (ok. 6%), antracen (ok. 6%), fenantren (ok. 7%) oraz ciężkie węglowodory, zasady pirydynowe i chinolinowe. Producentem oleju impregnacyjnego był Kombinat Koksochemiczny „Zabrze”, a owe inne ciężkie węglowodory to składniki smół pogazowych, tj. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), z których szereg ma udowodnione działanie kancerogenne (w tym benzo-a-piren). Należy zaznaczyć, że część WWA ma większy ciężar właściwy niż woda i w warstwie wodonośnej mieszanina taka opada grawitacyjnie ku spagowi warstwy, częściowo ulegając rozfrakcjonowaniu.

Krezol z założenia jest mieszaniną silnie toksyczną, ponieważ celem jej stosowania było niszczenie wszelkich grzybów, bakterii, szkodników drewna itp. oraz niedopuszczanie do

<sup>2</sup> MHP – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000

wsiąkania wody w podkłady, gdyż olej ten jest ogólnie hydrofobowy, choć poszczególne składniki, jak np. fenol, mieszają się z wodą. Jak podano w „Karcie charakterystyki niebezpiecznej substancji chemicznej” firmowanej przez Kombinat „Zabrze”, olej impregnacyjny przy narażeniu przewlekłym może powodować raka oraz stanowi zagrożenie dla wód gruntowych.

W rejonie nasycalni w Ostrowi Mazowieckiej z kreozotem obchodzono się różnie. Jak przyznają byli pracownicy, w latach szczytu produkcji podkładów, gdy trzeba było wyrabiać wyśrubowane normy, podkłady suszono zbyt krótko. Zawierały jeszcze sporo wilgoci i nie przyjmowały, mimo zastosowanego ciśnienia, przepisanej normą ilości oleju impregnacyjnego. Olej zostawał. By nie narażać się na zarzut złego wykonywania nasycania, co równało się niekiedy posądzeniu o dywersję gospodarczą, kolejne nadchodzące dostawy oleju albo wlewano „na siłę” do zbiorników betonowych i stalowych umieszczonych w ziemi, bądź odprowadzano ze ściekami zakładowymi i wodami opadowymi kolektorem poza teren zakładu, gdzie przy nasypie kolejowym tworzyło się cuchnące zastoisko. Obie metody prowadziły, co oczywiste, do wylewania kreozotu wprost do gruntu. Nie przejmowano się wówczas tak bardzo kwestią stanu środowiska, zanieczyszczaniem wód podziemnych, a aktualny stan świadomości przedstawia w piśmie do Starostwa obecny właściciel terenu, PKP SA Centrala Zakład Gospodarowania Nieruchomościami w Warszawie, podając, że „najbardziej mobilne w środowisku gruntowo-wodnym związki ropopochodne i inne w znacznej części zostały usunięte na skutek procesów naturalnych (odparowały lub zostały wymyte przez wody opadowe i przeniknęły w głąb)”. Mimo że w „Projekcie badań...”. [2] wskazywano rów przy torach jako odbiornik ścieków z zakładu (do 1986 r.), a mieszkańcy tej okolicy dwukrotnie pisemnie zwracali się do władz opisując praktykę bezprawnego wylewania ścieków, to właściciel instalacji (PKP) nie zwraca uwagi na ten obszar, skupiając się jedynie na monitoringu zanieczyszczeń na terenie byłej nasycalni. Wylewisko jest prawdopodobnie najsilniejszym ogniskiem zanieczyszczenia wód podziemnych fenolem (innych związków w wodach podziemnych tu nie badano) pochodzącym z kreozotu. Biuro HYDROEKO wykonując prace eksperckie dla PKP bezskutecznie zwracało uwagę na ten problem.

Na zanieczyszczenie ujęć osób trzecich fenolem (w różnym stopniu) zwrócono szczególną uwagę na początku lat 90., gdy Mazowiecka Spółdzielnia Mleczarska w Ostrowi Maz. zmuszona była zamknąć 30-metrowe ujęcie wód, ponieważ w wodzie z tej studni stwierdzono ponadnormatywną zawartość fenolu (0,22 mg/l). Znajdujące się pomiędzy wylewiskiem a studnią nr 1 w MSM (na rys. 1 otw. nr 13) ujęcia również nie spełniały

wymagań dla wód pitnych [7] – studnia w Zajezdni Autobusowej PKS (otw. nr 26) oraz studnia PTHW przy ul. Wodnej – tu, wg informacji Sanepidu, już w 1982 roku wykazano w lokalnej sieci wodociągowej 0,75 mg/l i 0,9 mg/l fenolu. Inne otwory hydrogeologiczne nie były badane na obecność fenolu.

Równolegle, ale bardziej na zachód, na drodze przemieszczania się smugi zanieczyszczeń (w tym fenolu i WWA) z terenu byłej nasycalni nie występują żadne udokumentowane i sprawne otwory hydrogeologiczne, aż po otwory zespołowego ujęcia komunalnego. Ta smuga rozprzestrzenia się zupełnie niekontrolowanie, a w Aneksie do OOS [3] stwierdzono, że „zanieczyszczenie gruntów w rejonie Nasycalni raczej nie powinno stwarzać zagrożenia dla jakości wód ujęcia komunalnego, które chociaż zlokalizowane na kierunku odpływu zanieczyszczonych wód, ujmuje głębszy poziom i jest oddalone dość daleko, bo ok. 2 km”. Powołano się przy tym na brak występowania w analizowanych z ujęcia komunalnego wodach choćby śladowych ilości węglowodorów. Jest to podejście mylące i niebezpieczne, ponieważ:

- Studnie eksploatacyjne ujęcia komunalnego nie posiadają żadnych piezometrów kontrolno-badawczych na północnym przedpolu, gdzie możliwe byłoby, przy regularnym monitorowaniu hydrogeochemicznym, określenie w porę zbliżającego się zagrożenia.
- Drugi poziom wodonośny, z którego czerpie się wodę dla sieci miejskiej, został już zanieczyszczony. Udowodniono to podczas analiz wody z trzech głębokich ujęć w Mazowieckiej Spółdzielni Mleczarskiej, które znajdują się w odległości niecałych 900 m od ujęć komunalnych. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna Oddział w Ostrowi Mazowieckiej posiada analizy na obecność fenolu - tablica 1.

Dotychczas, z uwagi na zbyt małą liczbę otworów i brak jednoczesnego pomiaru, nie określano kierunku przemieszczania się wód w II użytkowym poziomie wodonośnym. Na podstawie przesłanek regionalnych oraz lokalnych uwarunkowań hydrogeologicznych (mała miąższość warstwy wodonośnej, bliska obecność okna hydrogeologicznego, występowanie wododziału wód podziemnych dla I poziomu w pobliżu) można wnioskować, że kierunki te się pokrywają. Jednocześnie niewielka miąższość ujmowanego poziomu wodonośnego (miejscami 10 m) i znaczny pobór zespolonego ujęcia komunalnego powodują utrzymywanie się dość rozległego leja depresji, którego zanieczyszczenia stwierdzone już w studniach MSM nie będą mogły ominąć (rys.1).

Tablica 1

## Wyniki badań fenoli w studniach Mazowieckiej Spółdzielni Mleczarskiej

Miejsce	1992	1997 (WSSE Olsztyn)	18.07. 2000 r.	7.08. 2000 r.	8.08. 2000 r. (WSSE W-wa)	27.09. 2000 r.	25.06. 2001 r.
	mg/l						
Studnia nr 1 (otw. nr 13) MSM gł. 30 m	0,22	0,1	-	-	-	-	0,053
Studnia nr 2 (otw. nr 24) MSM gł. 70 m	-	-	0,015	0,006	<0,004	0,005	0,0028
Studnia nr 3 (otw. nr 45) MSM gł. 70 m	-	-	0,015	0,011	0,013	0,004	0,015
Studnia nr 3A (otw. nr 81) MSM gł. 70m	-	-	0,005	0,009	0,013	0,014	0,012
Po uzdatnieniu MSM	-	-	-	-			0,0015

Jak wynika z rachunku, WWA wraz z zasadami pirydynowymi i chinolinowymi stanowiły aż 76% składu oleju impregnacyjnego. Co się z nimi stało, gdzie się podziały? Ciężkie frakcje smół podestylacyjnych, w tym kancerogenne WWA w miejscach wylewania do gruntu (na terenie nasycalni, na obszarze wylewiska), opadły grawitacyjnie ku spagowi I użytkowego poziomu wodonośnego. Proces ten trwa latami i prawdopodobnie jeszcze się nie zakończył, a przepływ wód podziemnych generalnie ku południowi oraz morfologia stropu glin podścielających ten poziom wodonośny spowodowały „zepchnięcie” zanieczyszczeń poza obszar studni ujęciowych wykonanych na terenie nasycalni. Związki te nie są tam zatem wykrywane. Wniosek ten jest uprawniony zważywszy na wyniki zawarte w Sprawozdaniu okresowym z realizacji monitoringu lokalnego wód podziemnych w rejonie zlikwidowanego Zakładu Regeneracji Podkładów PKP [4], gdzie napisano:

„W piezometrze P-IV poza terenem Zakładu (przyp.: zlokalizowany jest na południe od nasycalni) również stwierdzono obecność substancji ropopochodnych, wyraźnie wyczuwalnych organoleptycznie. Wśród WWA stwierdzono obecność niewielkich ilości fenantrenu i antracenu (są one najlepiej rozpuszczalne w wodzie spośród wszystkich związków WWA, generalnie trudno rozpuszczalnych). Zawartość olejów mineralnych jest również wyraźnie podwyższona (0,3 mg/l) i nawet wyższa niż w pozostałych badanych otworach lokalizowanych znacznie bliżej centrum zanieczyszczenia”. Wspomniana dokumentacja zawiera profile otworów obecnego monitoringu, z których wynika, że mają one niespełna 15 metrów głębokości i ujmują jedynie wierzchnią, ok. 3,5-metrowej miąższości, część warstwy wodonośnej z jej niemal 20-metrowej miąższości strefy saturacji. Są one zatem niedoskonałym punktem monitoringu omawianych zanieczyszczeń.

Pakiet zwałowych glin piaszczystych, zawierających otoczaki, przewarstwienia bruku, wkładki żwirów itp. nie stanowi nawet przy miąższości rzędu 20 m wystarczającej bariery dla hydrofobowych związków organicznych. Zakład nasycania podkładów działał ponad 50 lat, a

przypomnieć należy, że według badań trytowych wystarczy 25-50 lat, by wody z powierzchni dotarły do ujęć na głębokości 60 m.

Także ostatnie najnowsze wyniki badań monitoringowych potwierdzają sugestię przemieszczania się ciężkich WWA, np. benzo-a-pirenu [5, 6]. Jednocześnie trzeba podkreślić, że posługiwanie się w opracowaniach PKP pojęciem obszaru „C” według Wskazówek PIOŚ z 1995 r. dla wód podziemnych jest uprawnione, dopóki wody te znajdują się w obszarze terenów przemysłowych. Ich przemieszczanie się w kierunku ujęcia komunalnego wymaga określania składników wg aktualnego Rozp. Min. Zdrowia z dnia 19.11.2002 r. [8], gdzie benzo-a-piren w podanych stężeniach dyskwalifikuje te wody.

#### 4. Odpowiedzi na kluczowe pytania administracji lokalnej

Czy jest możliwe całkowite oczyszczenie tak zanieczyszczonych wód?

Jeżeli przez pojęcie „całkowite oczyszczenie” rozumieć pozbycie się w 100% szkodliwych, obcych związków z wód, to w świetle aktualnie dostępnych rozwiązań technicznych jest to możliwe i realne jedynie w skali jednego użytkownika, czyli odbiorcy wody. Nazwijmy to skalą mikro. Doprowadzenie zaś do znacznej poprawy tak zanieczyszczonych wód podziemnych jest możliwe w skali makro w przypadku zastosowania następujących metod:

- Metoda funnel&gate: bariera zagłębiona w ziemi poprzecznie usytuowana do przepływu wód w poziomie wodonośnym, zawierająca kontrolowany piezometrami rodzaj perforowanej skrzyni-bramy, przez którą musi przepłynąć cała napływająca na barierę zanieczyszczona woda. W skrzyni znajduje się wymienny filtr węglowy. Bariery takie zastosowane już w wielu krajach (w Polsce dotąd nie) spełniają swoje zadanie i są opłacalne, gdy nie da się np. zbudować innego ujęcia wód pitnych i gdy działają przez wiele lat, np. 50 lat. Poza wysokimi kosztami budowy i kosztami okresowego monitoringu nie wymagają nakładów. Metody tej nie da się technicznie wykonać dla II użytkowego poziomu wodonośnego.
- Metoda pump&treat: na dokładnie określonym badaniami szlaku przemieszczania się smugi zanieczyszczeń umieszcza się 1-2 studnie barierowe, które wypompowują dokładnie taką ilość wody (stwarzają lej depresyjny), by przechwycić smugę zanieczyszczeń. Metoda ta ma następujące wady: wymaga stałego dostarczania energii do pomp oraz pracy oczyszczalni, monitoringu itp. Ponadto, jeśli mamy do czynienia z



nieznaną dokładnie ilością ognisk zanieczyszczeń, któraś ze smug może omijać tak zastawioną „pułapkę”. Jest to system dość drogi, jednak skuteczny, o ile zostanie dobrze zaprojektowany i wykonany. W przypadku układu z głęboko ujmowanym, niezbyt miąższym poziomem wodonośnym metoda ta może przynieść bardzo dobre skutki. Woda, która i tak znajdzie się na powierzchni w celu oczyszczenia, może być zależnie od stopnia czystości użyta do celów gospodarczych, co znacznie zmniejszy koszt inwestycji i eksploatacji całego systemu.

- Metoda natural attenuation (samooczyszczania i rozkładu zanieczyszczeń): ze względów ekonomicznych często rozważana i stosowana w wielu krajach, polega na wprowadzeniu ograniczeń w użytkowaniu terenu, np. zakaz eksploatacji wód podziemnych, znajdującego na kierunku przemieszczania się zanieczyszczeń, monitorowaniu bardzo licznymi otworami badawczymi przemieszczającego się zanieczyszczenia, ewentualnym wspomaganium naturalnych procesów poprzez dotlenianie. Długość strefy ograniczonego użytkowania jest zależna od następujących czynników: rodzaju zanieczyszczeń, ich podatności na degradację, ilości, które już dotarły do wód i których nie można (nie opłaca się) powstrzymać, szybkości przemieszczania się wód, rodzaju litologii. Zastosowanie tej metody nie gwarantuje takiego zahamowania zanieczyszczeń, by nie dotarły one do aktualnie eksploatowanych ujęć.

Inne metody remediacji wód podziemnych w takim układzie hydrogeologicznym są jeszcze w fazie prób, doświadczeń i nie można zalecać ich stosowania. W każdym przypadku, jak zawsze przy sanacji terenów zanieczyszczonych, konieczne jest wykrycie oraz usunięcie lub zneutralizowanie ogniska zanieczyszczenia.

## 5. Podsumowanie

Dla zespołowego ujęcia komunalnego wód podziemnych pilną sprawą jest właściwe zaprojektowanie i wykonanie sieci otworów obserwacyjnych w celu kontroli wód napływających z północy i północnego wschodu, by w porę zmniejszyć pobór, wyłączyć niektóre studnie, regulować zasięg leja depresyjnego. Co do kwestii oczyszczenia zanieczyszczonych obecnie ujęć indywidualnych należy stwierdzić, że nie ma możliwości ich oczyszczenia. Możliwe jest jedynie uzdatnianie pobieranej wody lub wyłączenie studni z eksploatacji na pewien czas (kilka lat), po czym stopniowy pobór i częsta kontrola chemizmu wód.

Trzeba także podkreślić, że prowadzony obecnie przez PKP na terenie byłej nasycalni i niewielkiego obszaru przyległego monitoring wód podziemnych nie jest rekultywacją środowiska w myśl obowiązującej Ustawy Prawo ochrony środowiska. Pozwala on jedynie na ocenę *post factum* niewielkiej części zanieczyszczeń, które już odpłynęły z terenu byłej nasycalni.

#### LITERATURA

1. Kubiczek I.: Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Ostrów Mazowiecka (414) + Objaśnienia. PIG, Warszawa 2002.
2. Rendak M.: Projekt badań geologicznych w zakresie rozpoznania zanieczyszczenia gruntu i wód podziemnych na terenie Zakładu Regeneracji Podkładów PKP w Ostrowi Maz. Polgeol SA, Warszawa 2000.
3. Rodzoch A.: Aneks do OOS zlikwidowanego Zakładu Regeneracji Podkładów PKP w Ostrowi Mazowieckiej, ul. Kolejowa 12; Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód HYDROEKO, Warszawa 2003a.
4. Rodzoch A.: Sprawozdanie okresowe z realizacji monitoringu lokalnego wód podziemnych w rejonie zlikwidowanego Zakładu Regeneracji Podkładów PKP w Ostrowi Mazowieckiej przy ul. Fabrycznej 12. Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód HYDROEKO, Warszawa 2003b.
5. Rodzoch A.: Sprawozdanie okresowe nr 1 z realizacji monitoringu lokalnego wód podziemnych w rejonie zlikwidowanego Zakładu Regeneracji Podkładów PKP w Ostrowi Mazowieckiej przy ul. Fabrycznej 12. Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód HYDROEKO, Warszawa 2004.
6. Rodzoch A.: Sprawozdanie okresowe nr 2 z realizacji monitoringu lokalnego wód podziemnych w rejonie zlikwidowanego Zakładu Regeneracji Podkładów PKP w Ostrowi Mazowieckiej przy ul. Fabrycznej 12. Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód HYDROEKO, Warszawa 2005.
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. DzU Nr 32, poz. 284.
8. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. DzU z dnia 5 grudnia 2002 r.
9. Żuk R.: Arkusz Ostrów Mazowiecka (414) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1: 50 000 + Objaśnienia. Wyd. Kart. PAE, Warszawa 1993.

Recenzent: Dr hab. inż. Marek Pozzi, prof. Politechniki Śl.