

Józefa Wiater

WPLYW SKŁADOWISK ODPADÓW KOMUNALNYCH NA JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH I WŁAŚCIWOŚCI GLEB

Streszczenie. Celem badań była ocena oddziaływania dwóch składowisk odpadów różniących się składem deponowanych odpadów na środowisko wód podziemnych i otaczających gleb. Badania przeprowadzono na dwóch składowiskach odbierających odpady po oddzieleniu substancji organicznej w Suwałkach i odpady mieszane w Czerwonym Borze (składowisko dla miasta Zambrów i okolicznych gmin). Ocenę stanu wód podziemnych w rejonie składowisk wykonano na podstawie wyników badań monitoringowych otrzymanych z obu zakładów utylizacji odpadów. Obejmuje on pomiar pH, przewodnictwa elektrycznego właściwego (PEW), ogólny węgiel organiczny (OWO), sumę wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) oraz zawartość metali ciężkich: cynk (Zn), miedź (Cu), ołów (Pb), kadm (Cd), chrom (Cr), rtęć (Hg).

Próby glebowe zostały pobrane w 2009 r., kolejno z trzech miejsc, oddalonych od składowiska w odległości: w pobliżu składowiska, 50 m i 100 m za składowiskiem. Z każdego miejsca pobrano próbki z głębokości 0-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm.. W próbkach gleb oznaczono zawartość węgla, żelaza, manganu, ołowiu, cynku, miedzi, kadmu i niklu.

Stwierdzono, że jakość wód podziemnych z piezometrów kontrolnych składowisk odpadów komunalnych zależała od rodzaju deponowanych odpadów. Wody z Czerwonego Boru zawierały więcej węgla i WWA niż wody z Suwałk, a w przypadku wartości przewodności elektrolitycznej było odwrotnie. Stężenie metali ciężkich w badanych wodach było niskie z wyjątkiem miedzi w wodach z Czerwonego Boru, w których stwierdzono wartość przekraczającą normę klasy pierwszej.

Nie udowodniono jednoznacznego wpływu składowisk odpadów na wzrost zawartości metali ciężkich w pobliskich glebach. Wyjątkiem była miedź w glebach z Suwałk w których stwierdzono podwyższoną jej zawartością. W glebach z Czerwonego Boru stwierdzono podwyższoną zawartość cynku. Przemieszczenie się metali w głąb gleby zależało głównie od jej odczynu i składu granulometrycznego gleb otaczających składowiska.

Nowoczesne składowiska odpadów posiadające uszczelnienie w postaci geomembrany skutecznie ograniczają odpływ z nich odcieków do wód podziemnych i otaczających gleb. Dalsze działania w celu segregowania odpadów mogą wyeliminować negatywny wpływ składowisk odpadów na środowisko.

Słowa kluczowe: składowisko odpadów, wody podziemne, jakość.

WPROWADZENIE

W Polsce najpopularniejszą metodą pozbywania się odpadów komunalnych jest ich składowanie, zarówno legalne, jak i niezgodne z obowiązującymi przepisami prawa. Jeszcze do niedawna rolę składowisk odpadów pełniły doły ziemne, czyli

Józefa WIATER – Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska, Politechnika Białostocka

naturalne lub też sztuczne depresje morfologiczne, bez jakichkolwiek zabezpieczeń. Nieprawidłowa lokalizacja i eksploatacja składowisk oddziałuje negatywnie na wszystkie elementy środowiska naturalnego (gleby, wody podziemne i powierzchniowe, rośliny, powietrze), a nie uszczelnione dno składowiska powoduje, że oprócz gazu składowiskowego, wytworzone przez infiltrujące wody opadowe odcieki, przenikają przez podłoże i skarpy składowiska, stając się tym samym źródłem długotrwałego zanieczyszczenia gleb i wód podziemnych (Pleczyński 1999). Całkowita ilość zanieczyszczeń wynoszonych ze składowisk odpadów zależy od rodzaju deponowanych na nim odpadów oraz od przemian fizyko - chemicznych zachodzących w skarpie składowiska, a także od zabezpieczenia podłoża. Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat składowiska odpadów uległy zmianie oraz modernizacji i stanowią dziś złożone konstrukcje inżynierskie. Również ich lokalizacja zdaje się być przemyślana i nieprzypadkowa, mająca na celu zarówno ochronę zdrowia ludzkiego jak i środowiska naturalnego.

Właściwa gospodarka odpadami, w tym odpadami niebezpiecznymi, jest istotnym elementem polityki ekologicznej Unii Europejskiej (Dyrektywa 1999/31/WE, Dyrektywa Rady 75/442/EWG) (Tałałaj 2003). Za strategiczne uznano trzy cele: eliminowanie zanieczyszczeń u źródła; promowanie recyklingu i wykorzystania odpadów; oraz ograniczenie zanieczyszczeń spowodowanych spalaniem odpadów. Przyjęte przez Unię Europejską podejście zakłada przejmowanie w rosnącym stopniu odpowiedzialność za gospodarkę odpadami przez wytwórców. Podstawowym aktem prawnym regulującym zasady gospodarowania odpadami jest ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001r. z późniejszymi zmianami (tekst jednolity: Dz. U. Nr 28. poz.145). Zarówno zawarte w ustawie cele, jak i zakres regulacji są zgodne z dyrektywami i prawem Unii Europejskiej (Tałałaj 2003). W Polsce jest wiele aktów prawnych (ustaw rozporządzeń) regulujących prowadzenie racjonalnej gospodarki odpadami. Najważniejsze z nich obejmują sprawy związane z lokalizacją, budową i eksploatacją składowisk (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r.). Prawidłowy wybór i usankcjonowanie prawne lokalizacji składowiska to najtrudniejsze zadania w całości gospodarce odpadami bytowymi. Szczególnie wymagania stawia się warunkom lokalizacyjnym składowisk, które mogą powodować znaczne pogorszenie warunków przyrodniczych w sąsiedztwie i utrudniać korzystanie z terenu (Rosik-Dulewska 2008).

Zgodnie z postanowieniami zawartymi w Ustawie o Odpadach lokalizację składowiska należy dobrać tak, by już na podstawie specyficznych cech geologicznych, hydrogeologicznych i geotechnicznych gruntów zredukować do minimum możliwości rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń. Dodatkowo należy zachować minimalną strefę ochronną 300 m od najbliższego położonego terenu mieszkalnego, aby uniknąć bezpośredniego oddziaływania eksploatacji składowiska na mieszkańców (Bilitewski i in. 2006). Z przyrodniczego punktu widzenia nie ma dobrej lokalizacji dla składowiska bytowych odpadów miejskich. Każda lokalizacja jest niekorzystna dla środowiska.

Rzecz w tym, aby wybrać taką lokalizację, która ograniczy do minimum nieuniknione skutki ekologiczne, jak też wielkość nakładów ponoszonych na takie urządzenie składowiska, aby jego wpływ na środowisko był najmniejszy.

Składowisko odpadów komunalnych jest obiektem szczególnym z punktu widzenia ochrony środowiska i pod względem sanitarnym, gdyż żadna z obecnie stosowanych technologii eksploatacji nie zabezpiecza całkowicie otoczenia przed jego ujemnym oddziaływaniem. Dlatego przy lokalizacji oraz projektowaniu urządzenia i eksploatacji obiektu należy uwzględniać warunki demograficzne, topograficzne, geologiczne, geotechniczne, klimatyczne i zasady gospodarki przestrzennej (Rosik-Dulewska 2008). Przy dokonaniu wyboru terenu powinniśmy kierować się kryteriami gospodarczymi, ochrony środowiska i eksploatacji, uwzględniając:

- konieczność pozyskania gruntów określonej jakości, odpowiedniej budowie geologicznej decydującej o przepuszczalności wody i możliwości zatrzymywania zanieczyszczeń, (układ warstw i ich litologię, rodzaj gruntu, miąższość strefy aeracji)
- warunki hydrologiczne (kierunki migracji wód, natężenia i kierunki przepływów, wahania poziomów wodonośnych itp.), walory przyrodniczo-krajobrazowe i zagospodarowanie terenu,
- parametry geotechniczne (odkształcalność podłoża, parametry filtracyjne, możliwości technicznego ulepszenia właściwości izolacyjnych podłoża itp.),
- długość trasy dowozu odpadów (1-15 km), uciążliwość i zagrożenia dla środowiska i dla okolicznych mieszkańców.

Celem podjętych badań była ocena oddziaływania dwóch składowisk odpadów komunalnych na jakość wód podziemnych i wybrane właściwości gleb.

TEREN I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono na dwóch składowiskach zlokalizowanych w Suwałkach i Czerwonym Borze (składowisko miasta Zambrów i okolicznych gmin). Pierwsze ze składowisk odbiera odpady po oddzieleniu substancji organicznej, natomiast drugie mieszane.

Głównym sposobem gospodarowania odpadami na terenie Suwałk jest ich składowanie i kompostowanie. Zgodnie z „Regulaminem utrzymania czystości i porządku na terenie miasta Suwałk” wszystkie odpady komunalne z terenu miasta trafiają do Zakładu Utylizacji Odpadów Komunalnych (ZUOK). Wyjątek stanowią selektywnie zebrane odpady opakowaniowe, które mogą być zagospodarowywane również we własnym zakresie przez podmioty odbierające te odpady od właścicieli/ zarządców nieruchomości oraz odpady o charakterze mineralnym.

Zakład Utylizacji Odpadów Komunalnych w Suwałkach został utworzony w 1994 roku. Celem utworzenia zakładu było rozwiązanie problemu utylizacji sta-

łych odpadów komunalnych w mieście w oparciu o technologię DANO. Zakład o zdolności przerobowej 85 – 100 ton odpadów na dobę przerabia je na masę rekultywacyjną – nawóz nadający się do celów rolniczych i rekultywacji terenów zielonych. Nie wykorzystywane pozostałości procesu technologicznego (po sitowe) składowane są na uszczelnionym i zdrenowanym składowisku, którego pojemność wynosi 231.080 m³, a okres eksploatacji 25 lat. Odpady kierowane na składowisko należą do grupy odpadów nie zawierających substancji organicznych. Bezpośrednio na składowisko trafia najwięcej zmieszanych odpadów z tworzyw sztucznych. Należy nadmienić, iż z tej grupy odpadów na składowisku częściowo oddzielane są surowce wtórne, typu folia, makulatura, złom, drewno. Następną grupą, są odpady nie nadające się do unieszkodliwiania w biostabilizatorze. Są to takie odpady jak: żużle, popioły, gruz budowlany, odpady wielkogabarytowe, i inne o zbliżonej charakterystyce. Z tej grupy również oddzielane są odpady o charakterystyce surowców wtórnych. Wysegregowane surowce wtórne kierowane są na wiatę odpadów użytkowych do dalszej obróbki. Na podstawie prowadzonej ewidencji bezpośrednio na składowisko trafia około 5% dostarczanych odpadów w skali roku, co daje ilość około 2,5 – 3,0 Mg/dobę. W roku 2009 na składowisko wywieziono 579,7 t. odpadów przy ogólnej ilości przyjętej przez zakład 17370 t. Szacuje się, że około 20% odpadów ze składowiska jest odzyskiwana w postaci surowców wtórnych, głównie folia i makulatura, które następnie są sprzedawane. Pozostałe odpady są mieszane z odpadami po sitowymi (balastowymi) i układane na wysypisku, zgodnie z przyjętą instrukcją składowania.

Składowisko w ZUOK w Suwałkach zaliczamy do składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne. Wynika to z lokalizacji, eksploatacji i przewidywanego sposobu zamknięcia wysypiska przy uwzględnieniu warunków przyrodniczych i geologicznych wyznaczonego terenu oraz systemu kontroli. Powierzchnia ogólna terenu wyznaczonego pod składowisko wynosi 7,5 ha. Wykonano uszczelnienie foliowe niecki na dnie i skarpach, do uszczelnienia zastosowano geomembranę HDPE o grubości 1 mm. Odcieki zbierane są systemem drenażowym, a następnie za pomocą przepompowni odprowadzane są do oczyszczalni miejskiej. Składowisko graniczy od północy, zachodu i południa z polami uprawnymi, natomiast od południa otacza je teren leśny, który stanowi ekologiczną barierę. W odległości około 800 m od niecki składowiska w kierunku południowym znajdują się najbliższe zabudowania, w tym zabudowa wielorodzinna.

Podstawowym odbiorcą odpadów z terenu miasta Zambrowa jest składowisko odpadów w Czerwonym Borze, które obsługuje cały powiat zambrowski, a także gminy spoza powiatu takie jak: Zawady, Andrzejewo, Zaręby Kościelne, Czyżew Osada, Nur, które należą do Zambrowskiego Związku Gmin. Składowisko odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne w Czerwonym Borze jest położone w odległości 15 km od miasta Zambrowa.

Składowisko jest wyposażone w dwa piezometry, które służą do kontroli jakości wód podziemnych i jedną studnię na odcieki. Zajmuje powierzchnię 2,55 ha, a jego pojemność całkowita wynosi 108780 m³. Docelowa wysokość składowiska w centralnej części wynosi 152 m. n.p.m.

Na składowisku odpadów w Czerwonym Borze zdeponowano w 2009 roku łącznie 7313,4 t. odpadów. Zdecydowaną większość przyjętych na składowisko odpadów, aż 65,4 % stanowią odpady komunalne nie segregowane (zmieszane). Składowisko urządzone jest zgodnie z wymogami ochrony środowiska: posiada uszczelnione dno za pomocą folii PCV, oraz drenaż. Odcieki ze składowiska powracają na powierzchnię składowiska, natomiast ich nadmiar usuwany jest do punktu zlewnego Oczyszczalni Ścieków w Zambrowie. Wokół składowiska odpadów możemy wyróżnić naturalną strefę ochronną wokół całego składowiska, którą tworzy kompleks leśny Czerwony Bór. Kompleks ten rozciąga się południkowo, pasem o szerokości 1-10 km i długości około 60 km, zajmując powierzchnię ponad 10 tys. hektarów. Na jego obszarze przeważa bór świeży, na mniejszej części także bór suchy. Składowisko jest monitorowane – co kwartał bada się wody pobrane z piezometrów i odcieki.

Ocenę stanu wód podziemnych w rejonie składowisk wykonano na podstawie wyników badań monitoringowych otrzymanych z obu zakładów utylizacji odpadów. Na składowiskach monitoring wód podziemnych jest prowadzony zgodnie z wytycznymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. Obejmuje on pomiar pH, przewodnictwa elektrycznego właściwego (PEW), ogólnego węgla organicznego (OWO), sumy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) oraz zawartości metali ciężkich takich jak: cynk (Zn), miedź (Cu), ołów (Pb), kadm (Cd), chrom (Cr), rtęć (Hg).

Badania wód podziemnych wykonywane są cztery razy w roku, co kwartał. Otrzymane sprawozdania z badań monitoringowych w Suwałkach obejmują dziesięć kwartałów, po cztery kwartały z 2007 i 2008 roku oraz dwa kwartały z 2009 roku (cztery piezometry), a w Czerwonym Borze badania zostały wykonane jeden raz w czerwcu 2008 oraz w dwóch kwartałach 2009 roku (dwa piezometry). Wyniki badanych wód porównano z wartościami granicznymi wskaźników jakości wody wg klas jakości dla wód podziemnych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku (Dz. U. Nr 32, poz. 284).

Próby glebowe zostały pobrane w 2009 r., kolejno z trzech miejsc, oddalonych od składowiska w odległości: 5 m, 50 m i 100 m za składowiskiem. Z każdego miejsca pobrano po trzy próbki z trzech głębokości 0-20 cm, 21-30 cm, 31-50 cm. W Suwałkach próbki pobrano z pola uprawnego (gleby piaszczyste i gliniasto-piaszczyste), a w Czerwonym Borze z pobliskiego terenu leśnego (gleby piaszczyste). W próbkach gleb oznaczono zawartość węgla organicznego, żelaza, manganu, ołowiu, cynku, miedzi, kadmu i niklu. W wynikach nie zamieszczono oznaczeń dla kadmu i niklu ponieważ zawartość tych pierwiastków była one poniżej granicy oznaczalności.

Odczyn w wodach i glebach mierzono potencjometrycznie w roztworze 1M KCl. Pomiaru przewodności elektrolitycznej właściwej (PWE) dokonano za pomocą konduktometra. Ogólny węgiel organiczny (OWO) oznaczono metodą spektrometrii w podczerwieni za pomocą analizatora TOC. Metale ciężkie oznaczono metodą płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I Dyskusja

Wyniki badań wód podziemnych pobranych z piezometrów zlokalizowanych wokół składowisk przedstawiono w tabeli nr 1 (składowisko w Suwałkach) i w tabeli nr 2 (składowisko w Czerwonym Borze). Odczyn badanych wód nie ulegał większym zmianom i był obojętny oraz lekko zasadowy i wahał się od 7,04 do 7,98 (Suwałki) oraz od 6,8 do 7,5 (Czerwony Bór). Jest to wartość charakterystyczna dla wód podziemnych I klasy.

Odczyn wód wynika z wieku składowiska, gdyż w miarę upływu czasu na skutek zmniejszającej się ilości materii organicznej w masie zdeponowanych odpadów, zmniejsza się ilość produktów kwasowych. Ponadto, w wyniku procesów denitryfikacji powstające jony amonowe migrujące ze złoża odcieków powodują wzrost wartości pH (Jagiełło 2003), co sprzyja wyższym odczynom wód nawet w pierwszym okresie rozkładu opadów.

Drugim badanym wskaźnikiem fizyko-chemicznym wód była przewodność elektrolityczna właściwa (PEW), która to w badanym okresie od 2007 do 2009 roku w wodach wszystkich piezometrów zlokalizowanych w pobliżu składowiska w Suwałkach była nieznacznie podwyższona i wahała się od 487 do 889 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Wartości te mieszczą się w granicach dopuszczalnych dla II klasy czystości wód. Zaznaczył się wyraźny wpływ składowiska na wartość tego parametru, o czym świadczą wyniki dla wód piezometrów 2, 3 i 4, zlokalizowanych na wypływie wód. Na składowisku depozycja jest pewna ilość odpadów mineralnych, jak popioły czy odpady budowlane, które mogą przyczynić się do zwiększonej przewodności elektrolitycznej badanych wód. Przewodność elektrolityczna właściwa oznaczona w wodach podziemnych pobranych z piezometrów znajdujących się w pobliżu składowiska w Czerwonym Borze była nieco podwyższona i zawierała się w przedziale od 506 do 752 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Wartość przewodności pozwala zaklasyfikować wody podziemne do II klasy czystości wód podziemnych (wg rozporządzenia II klasa to przedział 400- 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Najwyższe wyniki przewodności elektrolitycznej właściwej w badanych próbach wód podziemnych pobranych z obydwu piezometrów uzyskano w czerwcu 2008 r., dla piezometru nr 1 jest to 752 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a dla piezometru nr 2 jest to 663 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (tabela 2). Zdecydowanie większe wartości przewodności stwierdzono w wodach piezometru zlokalizowanego najbliżej składowiska, o których decydowały dopływające zanieczyszczenia antro-

pogeniczne w wyniku egzotermicznych procesów rozkładu substancji organicznej (Struk-Sokołowska i in. 2005).

Zawartość ogólnego węgla organicznego (OWO) w badanych wodach piezometrów obu składowisk wskazuje na wpływ rodzaju deponowanych na nich odpadów. Znacznie więcej węgla organicznego znajdowało się w wodach piezometrów z Czerwonego Boru (od poniżej 2mg do 5,14mg C/dm³), niż w Suwałkach (maksymalnie 2,38 mg C/dm³ wody piezometru drugiego). Pomiar ogólnego węgla organicznego daje informację o zawartości wszystkich substancji organicznych, tj. wszystkich zanieczyszczeń zawierających ten składnik..

Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w badanych wodach pobranych ze składowiska w Suwałkach przez większość kwartałów była niższa niż 0,01 µg/l. Takie wartości przewidziane są dla wód podziemnych w I klasie czystości. Jedynie woda z piezometru 3 i 4 w I kwartale 2009 roku wykazała podwyższone wartości tego wskaźnika(0,64 µg/l), co wskazuje na obecność substancji organicznej pochodzenia antropogenicznego (Szymański 1999). Natomiast w piezometrze nr 4 wartość WWA wynosi 0,016 µg/l. Oznacza to, że stężenie tych związków nieznacznie przekroczyło granicę I klasy czystości wód podziemnych, a taka wartość klasyfikując wodę z tego piezometru do II klasy czystości wód podziemnych.

Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wodach podziemnych pobranych z dwóch piezometrów zlokalizowanych na składowisku w Czerwonym Borze waha się w przedziale od 0,00158 do 0,01429 µg/ dm³. Wody te ze względu na stężenie WWA możemy zaklasyfikować do I klasy czystości wód podziemnych. Stężenie WWA w wodzie pobranej w czerwcu 2008r. z piezometru usytuowanego najbliżej składowiska wyniosło 0,01429 µg/ dm³, i przekroczyło nieznacznie zakres I klasy (przedział I klasy wg rozporządzenia tj. <0,01 µg/ dm³) (tabela 2). Na tej podstawie należy zaliczyć tę wodę do II klasy czystości wód podziemnych. Stężenie WWA w wodach podziemnych wskazuje na obecność substancji organicznej pochodzenia antropogenicznego (Szymański 1999).

Zanieczyszczenie wód pierwiastkami śladowymi ma szczególne znaczenie ze względu na rolę, jaką spełniają wody w krążeniu składników chemicznych między różnymi elementami środowiska. Zanieczyszczenie to zależy zarówno od czynników naturalnych jak i antropogenicznych (Kabata-Pendias 1999). Metale ciężkie w wodach podziemnych mogą występować wskutek przesiąkania przez glebę, stosowanych na polach uprawnych, pestycydów i nawozów mineralnych, ale także mogą dostawać się z odcieków ze składowisk odpadów oraz ze ścieków przemysłowych i komunalnych.

Stężenie metali ciężkich w wodach podziemnych w pobliżu składowiska w Suwałkach, podanych w tabeli 1, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Dz. U. Nr 32, poz. 284) klasyfikuje je do I klasy czystości wód podziemnych.

Tabela 1. Wybrane wskaźniki jakości wód podziemnych – składowisko Suwałki
Table 1. Particular indicators of ground water quality – waste disposal site of Suwałki

| Piezo- metr | Po- bór | pH | Prze- wod- ność | OWO [mgC/dm ³] | WWA | Metale [mg / dm ³] | | | | | |
|----------------|------------|-----|-----------------------|-------------------------------|--------|--------------------------------|--------|-----------------|--------|--------|---------|
| | | | | | | Cd | Zn | Cr ⁶ | Pb | Cu | Hg |
| 1 | I | 7,6 | 522 | 1,1 | <0,012 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | II | 7,4 | 534 | 1,2 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | III | 7,6 | 513 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | IV | 7,6 | 503 | <2,0 | <0,01 | 0,0006 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | V | 7,4 | 614 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | 0,039 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | VI | 7,6 | 496 | <2,0 | <0,01 | <0,0002 | <0,05 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,0005 |
| | VII | 7,6 | 487 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | VIII | 7,7 | 502 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | 0,047 | 0,003 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | IX | 7,7 | 502 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | 0,003 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | X | 7,4 | 531 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| 2 | I | 8 | 889 | 1,6 | <0,01 | <0,0005 | 0,168 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | II | 7 | 836 | 1,8 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | III | 7,2 | 723 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | IV | 7,2 | 756 | <2,0 | <0,01 | 0,0006 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | V | 7,6 | 417 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | 0,032 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | VI | 7,3 | 708 | <2,0 | <0,01 | <0,0002 | <0,05 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,0005 |
| | VII | 7,3 | 688 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | VIII | 7,1 | 875 | 2,38 | <0,01 | <0,0005 | 0,022 | 0,003 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | IX | 7,4 | 776 | 2,01 | <0,01 | 0,0008 | 0,021 | 0,003 | <0,007 | 0,005 | <0,0005 |
| | X | 7,3 | 575 | 2,09 | <0,01 | <0,0005 | 0,23 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| 3 | I | 7,6 | 661 | 1,1 | <0,01 | <0,0005 | <0,05 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | II | 7,4 | 640 | 1,2 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | III | 7,4 | 621 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | IV | 7,4 | 641 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | V | 7,2 | 672 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | 0,028 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | VI | 7,4 | 593 | <2,0 | <0,01 | <0,0002 | <0,05 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,0005 |
| | VII | 7,5 | 563 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | VIII | 7,5 | 558 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | 0,053 | 0,006 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | IX | 7,6 | 552 | <2,0 | 0,64 | 0,0007 | <0,020 | 0,004 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | X | 7,5 | 541 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| 4 | I | 7,8 | 648 | 1,1 | <0,01 | <0,0005 | 0,04 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | II | 7,4 | 594 | 1,1 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | III | 7,4 | 634 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | IV | 7,4 | 624 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | V | 7,5 | 593 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | 0,023 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | VI | 7,4 | 672 | <2,0 | <0,01 | <0,0002 | <0,05 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,0005 |
| | VII | 7,4 | 625 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | <0,020 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | VIII | 7,4 | 624 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | 0,035 | 0,007 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | IX | 7,4 | 632 | <2,0 | 0,016 | 0,0009 | <0,020 | 0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |
| | X | 7,4 | 620 | <2,0 | <0,01 | <0,0005 | 0,024 | <0,002 | <0,007 | <0,004 | <0,0005 |

Wszystkie badane metale ciężkie przez cały okres objęty monitoringiem od 2007 do 2009 r. (10 kwartałów) pozostawały na poziomie niższym niż granica wykrywalności i nie przekraczały normy dla I klasy jakości wód podziemnych. Można stwierdzić, iż składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Suwałkach nie ma żadnego wpływu na jakość wód podziemnych ze względu na stężenia metali ciężkich. Decyduje o tym zapewne dobre uszczelnienie podłoża wysypiska oraz budowa geologiczna gleby, która nie przepuszcza pierwiastków śladowych do wód podziemnych. Stężenie metali ciężkich w wodach podziemnych pobranych z dwóch piezometrów, zlokalizowanych w pobliżu składowiska w Czerwonym Borze nie przekracza wartości dopuszczalnej dla I klasy czystości wód podziemnych określonej w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (tabela 2). Jedynie stężenie miedzi w wodzie pobranej w czerwcu 2008 r. jest wyższe co klasyfikuje wodę do II klasy czystości wód podziemnych. Możemy więc stwierdzić, iż składowisko odpadów pod względem badanej zawartości metali ciężkich w wodach podziemnych nie wpływa znacząco na ich jakość.

Tabela 2. Wybrane wskaźniki jakości wód podziemnych – składowisko Czerwony Bór
Table 2. Particular indicators of ground water quality – waste disposal site of Red Forrest

| Piezometr | Po-bór | pH | Prze-wod-ność | OWO [mgC/dm ³] | WWA | Metale [mg / dm ³] | | | | | |
|-----------|--------|-----|---------------|----------------------------|---------|--------------------------------|--------|-----------------|--------|--------|---------|
| | | | | | | Cd | Zn | Cr ⁶ | Pb | Cu | Hg |
| 1 | I | 6,8 | 752 | 3,75 | 0,01429 | <0,0030 | 0,023 | <0,010 | <0,010 | 0,011 | <0,0005 |
| | II | 7 | 679 | 2,21 | 0,00465 | <0,0030 | 0,12 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,0005 |
| | III | 7,5 | 654 | <2,0 | 0,00166 | <0,0030 | 0,018 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,0005 |
| 2 | I | 7,3 | 663 | 5,14 | 0,00688 | <0,0030 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,0005 |
| | II | 7,4 | 506 | <2,0 | 0,00281 | <0,0030 | 0,052 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,0005 |
| | III | 7,4 | 507 | 2,27 | 0,00158 | <0,0030 | 0,042 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,0005 |

Badane gleby pobrane w pobliżu składowiska w Suwałkach charakteryzowały się zróżnicowanym odczynem od kwaśnego do zasadowego (pH od 5,21 – 7,49), natomiast gleby z w Czerwonego Boru i od bardzo kwaśnego do obojętnego (tab.3, 4) W przypadku Suwałk najniższym odczynem charakteryzowała się gleba oddalona od składowiska o 100 m, a w Czerwonym Borze położona najbliżej składowiska. Odczyn gleb najczęściej wzrastał wraz z głębokością. Wzrost odczynu w niższych warstwach gleb wynika z przemieszczania się jonów zasadowych (Ca²⁺, Mg²⁺) wraz z wodą opadową.

W glebach Polski zawartość materii organicznej w warstwie ornej, wobec małego zróżnicowania klimatu zależy przede wszystkim od skały macierzystej i okrywy roślinnej (Gorlach, Mazur 2002). Zawartość węgla organicznego (TOC) w badanych próbkach była niska (tab. 3, 4). Dwie warstwy 0-20 i 21-30 cm zawierały więcej węgla niż warstwa 31-50 cm.

Tabela 3. Zawartość wybranych metali, węgla i wartość pH w glebach w pobliżu składowiska – Suwałki
Table 3. Content of particular metals, carbon and pH value in soils in the area of waste disposal site – Suwałki

| Gleba | Głębokość [cm] | pH | OWO [g C/kg] | Zawartość ogólna wybranych metali w glebach | | | | |
|-------|----------------|------|--------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | Fe[g/kg] | Mn[mg/kg] | Pb[mg/kg] | Cu[mg/kg] | Zn[mg/kg] |
| 1 | 0-20 | 5,21 | 11,94 | 10,04 | 288,00 | 6,30 | 31,28 | 17,49 |
| | 20-30 | 5,60 | 13,12 | 12,54 | 497,00 | 11,76 | 23,53 | 11,87 |
| | 30-50 | 5,75 | 9,56 | 8,86 | 108,00 | 18,51 | 29,4 | 14,00 |
| 2 | 0-20 | 5,43 | 9,92 | 9,46 | 281,90 | 4,46 | 32,4 | 36,71 |
| | 20-30 | 5,73 | 9,60 | 8,58 | 234,00 | 10,49 | 19,1 | 21,33 |
| | 30-50 | 5,97 | 6,82 | 14,43 | 115,60 | 14,51 | 30,76 | 25,68 |
| 3 | 0-20 | 6,69 | 9,82 | 13,81 | 578,00 | 10,19 | 14,83 | 38,43 |
| | 20-30 | 6,87 | 8,70 | 10,76 | 288,80 | 10,78 | 17,02 | 30,75 |
| | 30-50 | 7,49 | 8,66 | 12,08 | 113,40 | 12,25 | 9,49 | 17,95 |

Tabela 4. Zawartość wybranych metali, węgla i wartość pH w glebach w pobliżu składowiska – Czerwony Bór
Table 4. Content of particular metals, carbon and pH value in soils in the area of waste disposal site – Red Forrest

Table 4. Content of particular metals, carbon and pH value in soils in the area of waste disposal site – Red Forrest

| Gleba | Głębokość [cm] | pH | OWO [g C/kg] | Zawartość ogólna wybranych metali w glebach | | | | |
|-------|----------------|------|--------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | Fe[g/kg] | Mn[mg/kg] | Pb[mg/kg] | Cu[mg/kg] | Zn[mg/kg] |
| 1 | 0-20 | 7,20 | 7,69 | 15,34 | 503,00 | 14,67 | 4,40 | 51,94 |
| | 20-30 | 6,99 | 5,36 | 18,52 | 357,00 | 11,33 | 2,90 | 51,16 |
| | 30-50 | 6,99 | 7,88 | 18,85 | 299,60 | 7,34 | 1,60 | 37,46 |
| 2 | 0-20 | 4,46 | 9,49 | 13,60 | 151,30 | 24,67 | 2,30 | 33,39 |
| | 20-30 | 4,53 | 10,23 | 18,50 | 233,00 | 23,00 | 2,00 | 43,76 |
| | 30-50 | 4,64 | 6,90 | 16,56 | 261,00 | 19,66 | 1,90 | 30,47 |
| 3 | 0-20 | 4,35 | 12,57 | 17,04 | 106,10 | 13,60 | 2,40 | 33,93 |
| | 20-30 | 4,59 | 10,61 | 17,68 | 339,00 | 8,62 | 2,00 | 29,49 |
| | 30-50 | 4,84 | 7,11 | 19,49 | 261,00 | 6,00 | 1,60 | 30,60 |

Metale ciężkie występują we wszystkich glebach, nawet w tych uznanych za nie skażone. W większości gleb ilości te są śladowe, nie przekraczające kilkunastu mg/kg, a w niektórych przypadkach nawet dziesiątych bądź setnych części (Kabata-Pendias 1999). Metale ciężkie dostają się do gleby w wyniku gospodarczej działalności człowieka, a głównym źródłem zanieczyszczenia gleb są przemysłowe emisje pyłów i gazów. Nadmierna akumulacja metali ciężkich w warstwie powierzchniowej gleb stanowi jedną z podstawowych przyczyn degradacji chemicznej gleb. Nagromadzenie metali ciężkich w wierzchniej warstwie gleb, może być przyczyną ich nadmiernego pobierania przez rośliny i stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Zawartość żelaza ogólnego była wyższa w glebach z Czerwonego Boru niż w glebach z Suwałk (tab 3 i 4). Najczęściej w glebach leśnych jest więcej żelaza niż w uprawia-

nych rolniczo, co wcześniej stwierdzili Strączyńscy (2000). Podają oni, że zawartość żelaza ogólnego nie zmienia się co najmniej do głębokości 50cm, co jest zgodne z przeprowadzonymi badaniami. Trudno jednoznacznie stwierdzić czy składowiska odpadów wpływały na wzrost zawartości tego metalu w badanych glebach.

Całkowita zawartość manganu w analizowanych glebach mieściła się w przedziale od 151,3 mg/kg do 503,0 mg/kg dla gleb z Czerwonego Boru i od 108,0 do 578 mg/kg dla gleb z Suwałk. Zawartość manganu w glebach w pobliżu badanych składowisk była wyższa niż w glebach w pobliżu składowiska w Czmoniu (Mocek i Owczarzak 2001). Można zauważyć zwiększoną zawartość manganu w glebie pobranej w najbliższej składowiska w Czerwonym Borze w stosunku do gleb bardziej oddalonych, a w przypadku składowiska w Suwałkach było odwrotnie. W Czerwonym Borze las przylegający do składowiska może stanowić naturalną barierę dla pyłów ze składowiska. Mangan przemieszczał się w warstwach poniżej 20 cm, co wynika z kwaśnego odczynu badanych gleb. Zawartości tego metalu dla większości analizowanych gleb są typowe dla gleb bielicowych.

Całkowita zawartość miedzi wahała się od kilku (Suwałki) do kilkudziesięciu (Czerwony Bór) mg/kg gleby. Zawartość tego pierwiastka w glebach z Suwałk była wyższa w pobliżu i w odległości do 50 m niż w odległości 100 m od składowiska. W glebach z Czerwonego Boru zawartość miedzi była zbliżona w punktach pobrania jak też w poszczególnych warstwach. Przydatek i Łacheta (2003) badając gleby wokół składowiska odpadów w Nowym Sączu - Zabłeczcu, wykazali zawartość miedzi na poziomie od 3,43 mg/kg do 15,2 mg/kg. Niższe zawartości miedzi niż w glebach z Suwałk oznaczyła Szymańska-Pulikowska (2000) w glebach przyległych do składowiska „Maślice” we Wrocławiu. Rozmieszczenie tego metalu w warstwach gleby z poszczególnych punktów było mało zróżnicowane. Część gleb z Suwałk można zakwalifikować jako zanieczyszczone w stopniu pierwszym wg liczb podanych przez IUNG (Terelak i in. 2000) i jest to niewątpliwie wpływ składowiska. Rozmieszczenie miedzi w glebach w pobliżu tego składowiska ze względu na odległość od składowiska, jak i w warstwach z badanych miejsc była porównywalna do badań wykonanych przez Rosik- Dulewską i Karwaczyńską (2001).

Nie stwierdzono wzrostu zawartości ołowiu w badanych glebach ponad wartości tła geochemicznego(Terelak i in. 2000).Więcej tego metalu było w glebach z Czerwonego Boru niż z Suwałk. Wpływ odległości od składowiska na akumulację ołowiu można zauważyć tylko w glebach z Czerwonego Boru. W tych glebach był on skumulowany bardziej w warstwach głębszych, a w glebach z Suwałk w warstwach położonych wyżej.

Całkowita zawartość cynku w badanych glebach oscylowała pomiędzy 11,9 mg/kg a 51,9 mg/kg i była wyższa w glebach z Czerwonego Boru. Podobne zawartości cynku oznaczyli Przydatek i Łacheta (2003). Autorzy wykazali, że zawartość cynku w glebie w rejonie składowiska odpadów komunalnych w Nowym Sączu – Zabłeczcu wahała się od 30,9 do 55 mg/kg.

Analizując otrzymane w pracy wyniki można zauważyć, że w glebach o odczynie słabo kwaśnym, całkowita zawartość cynku była wyższa niż w glebach o odczynie zbliżonym od alkalicznego. Zawartość cynku malała wraz z odległością od składowiska odpadów w Czerwonym Borze, a w przypadku Suwałk rosła co potwierdza tezę jaką przedstawiły Rosik-Dulewska i Karwaczyńska (2001), iż cynk rozprzestrzenia się z najdrobniejszą frakcją pyłów na duże odległości, stąd największe ilości oznacza się w punktach najbardziej oddalonych od wysypiska. W Czerwonym Borze największa koncentracja cynku wystąpiła w glebie pobranej tuż przy składowisku i nieco mniejsza w punktach oddalonych 50 i 100 m, co związane może być związane z wpływem naturalnej bariery, jaką był las. Rozmieszczenie tego metalu w warstwach badanych gleb świadczy o znacznej jego ruchliwości.

WNIOSKI

1. Jakość wód podziemnych z piezometrów kontrolnych składowisk odpadów komunalnych zależała od rodzaju deponowanych odpadów.
2. Wody podziemne z Czerwonego Boru zawierały więcej węgla organicznego i WWA niż podziemne z Suwałk, a w przypadku wartości przewodności elektrolitycznej było odwrotnie.
3. Stężenie metali ciężkich w badanych wodach było niskie z wyjątkiem miedzi w wodach podziemnych z Czerwonego Boru, w których stwierdzono wartość przekraczającą normę klasy pierwszej.
4. Nie udowodniono jednoznacznego wpływu składowisk odpadów na wzrost zawartości metali ciężkich w pobliskich glebach. Wyjątkiem była podwyższona zawartość miedzi w glebach z Suwałk i cynku w glebach z Czerwonego Boru.
5. Przemieszczanie się metali w głąb gleby zależało głównie od jej odczynu i składu granulometrycznego gleb otaczających składowiska.
6. Nowoczesne składowiska odpadów posiadające uszczelnienie w postaci geomembrany skutecznie ograniczają odpływ z nich odcieków do wód podziemnych i otaczających gleb. Dalsze działania w celu segregowania odpadów mogą wyeliminować negatywny wpływ składowisk odpadów na środowisko.

LITERATURA

1. Bilitewski B., Hardtle G., Klaus M. 2006. Podręcznik gospodarki odpadami, teoria i praktyka, Warszawa: Wydawnictwo Seidel – Przywecki Sp. Ss.200.
2. Gorlach E., Mazur T. (2002). Chemia rolna, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, str. 105-109.
3. Jagiełło E. 2003. Zanieczyszczenia wód podziemnych przez składowisko odpadów komunalnych Swojczyce. Inżynieria Ekologiczna nr 9, str. 138-144.
4. Mocek A., Owczarzak w.2001. Wpływ składowiska odpadów w Czmoniu na przyległe grunty uprawne. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. Z.477. 411-420.
5. Kabata – Pendias A., Pendias H. 1999. **Biochemia pierwiastków śladowych**. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
6. Pleczyński J. Odcieki wysypiskowe - zagrożeniem i zanieczyszczeniem wód podziemnych, Przegląd komunalny 1999, nr 7-8, str. 31-33.
7. Przydatek G., Łacheta S. (2003). Monitoring składu chemicznego gleb w rejonie składowiska odpadów komunalnych w Nowym Sączu-Zabłeczcu, Materiały konf.nt. „Mikrozanieczyszczenia w środowisku człowieka”. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, str. 588-595.
8. Rosik - Dulewska C. (2008). Podstawy gospodarki odpadami, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, str. 9-25, 72-85, 331-336.
9. Rosik-Duleska C., Karwaczyńska U. (2001). Wpływ eksploatacji wysypiska na zmiany ilościowe i jakościowe metali ciężkich w profilach glebowych, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.z.476, str. 259-268.
10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11.02.2004r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. (Dz. U. Nr 32, poz. 284).
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. U. Nr 61, poz. 549 - tekst jednolity).
12. Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz. U. Nr 220, poz. 1858).
13. Strączyńska., Strączyński S. 2000. Niektóre chemiczne właściwości gleb odłogowanych i użytkowanych rolniczo. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.z.471. str 543-548.
14. Struk-Sokołowska J., Żebrawowicz E., Wiater J. 2005. Wpływ składowisk odpadów na jakość wód podziemnych. Journal of Elementology. T.10.,nr 3.821-828.
15. Szymańska –Pulikowska A.2000. Zawartość metali ciężkich w środowisku glebowo-roślinnym wokół wysypiska odpadów komunalnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.z.471. str.1175-1179.
16. Szymański K. (1999). Wpływ składowiska odpadów komunalnych na wody podziemne. III Międzynarodowe Forum Gospodarki Odpadami. Techniczne i społeczne aspekty gospodarki odpadami, Poznań, str. 425-444.
17. Tałałaj I.. (2008). Gospodarowanie odpadami komunalnymi, Białystok: Wydawnictwo Politechniki Białostockiej.
18. Tałałaj I.2003. Monitoring wód gruntowych wokół składowisk odpadów komunalnych w świetle przepisów polskich i Unii Europejskiej, Prawo i Środowisko 2003, nr 1, str. 118-123.
19. Terelak H., Motowicka - Terelak T., Stuczyński T., Pietruch C. (2000). Pierwiastki śladowe (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) w glebach użytków rolnych Polski, Warszawa: Inspekcja Ochrony Środowiska, str. 5-7, 16-50.
20. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001r. o odpadach (Dz.U. 2001.62. poz. 628).

INFLUENCE OF WASTE DISPOSAL SITES ON THE GROUND WATER QUALITY AND SOIL PROPERTIES

Summary. The aim of conducted researches was the assessment of two waste disposal sites, which were differentiated by the composition of deposited wastes, on the environment of ground waters and soils properties. The researches were done on two waste dumping sites taking wastes after separating organic matter in Suwalki and mixed wastes in Red Forrest (wastes dumping site for the town of Zambrów and neighbouring districts). It covers the pH measurement, electrolytic conductivity, total organic carbon (TOC), WWA and the determination of heavy metals like zinc (Zn), copper (Cu), lead (Pb), cadmium (Cd), chromium (Cr) and mercury (Hg).

The soil samples were taken in 2009, in three places situated near the waste disposal sites and later in the distance of: 50 m and 100 m behind the waste disposal sites. From every place there were taken samples in three depths of 0-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm. In soil samples there was determined the content of carbon, iron, manganese, lead, zinc, copper, cadmium and nickel. There was stated that the quality of ground waters from controlling piezometres of waste disposal sites was determined by the types of deposited wastes. Waters from Red Forrest had more carbon and WWA than waters from Suwalki, and in case of electrolytic conductivity the relation was the opposite. The concentration of heavy metals in analysed waters was low, except of copper in waters of Red Forrest, in which the value exceeded the norm of first class.

There was not proved the evident influence of waste disposal sites on the increase of heavy metals content in neighbouring soils. The exception was copper in soils from Suwalki, in which its high content was observed. The migration of metals into the depth of soil depended mainly on its reaction and granulometric composition of soils in the surrounding of waste disposal site.

The modern waste disposal sites having cleavage in the form of geomembrane, effectively limit the outflow of wastes to the ground waters and neighbouring soils. Further actions which are taken in order to segregate wastes, can eliminate negative effect of waste disposal sites on the environment.

Keywords: waste disposal site, ground waters, quality.