

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences (2018), 27 (2), 132–141
Sci. Rev. Eng. Env. Sci. (2018), 27 (2)
Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska (2018), 27 (2), 132–141
Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. (2018), 27 (2)
<http://iks.pn.sggw.pl>
DOI 10.22630/PNIKS.2018.27.2.13

Małgorzata E. WYSOCKA

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka
Faculty of Civil and Environmental Engineering, Białystok University of Technology

Zanieczyszczenie gruntów pod nieuszczelnionym gminnym składowiskiem odpadów komunalnych

Soil pollution under unsealed municipal waste landfill

Słowa kluczowe: składowisko odpadów komunalnych, współczynnik filtracji gruntu, zwierciadło wody gruntowej, zanieczyszczenie gruntu, jakość wód podziemnych

Key words: municipal waste landfill, filtration coefficient of soil, groundwater table, soil pollution, groundwater quality

Wprowadzenie

Polska dopiero od kilkunastu lat rozpoczęła działania w kierunku poprawy stanu gospodarki odpadowej. Wcześniej często odpady komunalne były deponowane w wyrobiskach, które były pozostawione po eksploatacji żwiru czy piasku, najczęściej bez jakichkolwiek zabezpieczeń i naturalnych barier izolujących z gruntów spoistych. Tylko na terenie województwa podlaskiego istnieje ponad 100 składowisk odpadów komunalnych. W większości są to składowiska zamknięte i obecnie rekultywowane. Zwykle ich rekultywacja polega na

przykrywaniu odpadów przypadkowo dobranym gruntem i roślinnością losowo dobranych gatunków lub będącą samosiewem oraz zakładaniu sieci piezometrów do monitoringu wód podziemnych.

Należy podkreślić, że racjonalny wybór lokalizacji składowiska jest procesem dość złożonym i powinien przebiegać według określonych procedur uwzględniających wszystkie elementy środowiska i zagospodarowania terenu. Szczególnie uważnie powinno być uwzględniane środowisko geologiczne, gdyż bezpośrednio na nim jako podłożu są lokalizowane elementy konstrukcyjne podstawy składowiska i odpady (Drażkowski, 2002).

Obecnie obowiązujące rozporządzenie ministra środowiska z 2013 roku w sprawie składowisk odpadów określa szczegółowe wymagania dotyczące lokalizacji, budowy i prowadzenia składowisk odpadów, jakim odpowiadają poszczególne typy składowisk od-

padów, precyzuje m.in.: zakres, czas i częstotliwość oraz sposób i warunki prowadzenia monitoringu, a także uwarunkowania budowy składowisk. Według rozporządzenia ministra transportu, budownictwa i gospodarki morskiej z 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych składowiska odpadów są zaliczane do trzeciej kategorii geotechnicznej. W związku z tym projektując składowiska, oprócz Prawa budowlanego należy kierować się ustawą Prawo geologiczne i górnicze oraz rozporządzeniami wykonawczymi dotyczącymi projektów robót geologicznych i sporządzania dokumentacji hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich.

W warunkach naturalnych trudno jest znaleźć obszar, który spełniałby wszystkie zalecenia prawne dotyczące budowy geologicznej. Najważniejszym jest wybranie takiej lokalizacji, która ograniczy do minimum nieuniknione negatywne skutki, a także wielkość nakładów ponoszonych na takie urządzenie składowisk, aby jego wpływ na środowisko był jak najmniejszy (Wiater, 2011; Łuczak-Wilamowska, 2013). Wybieranie potencjalnych obszarów, w obrębie których można lokalizować składowiska odpadów, pod względem budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych powinno być rozpatrywane zawsze indywidualnie (Wysocka, 2015).

Procesy rozkładu odpadów komunalnych mogą przebiegać nawet przez kilkadziesiąt lat. Należy pamiętać, że odcieki to ciecz silnie zanieczyszczona w wyniku przesączania się wód opadowych i wód spływowych oraz wód zawartych w odpadach przez masy składowanych odpadów, zawierająca m.in. siarczany, chlorki,

węglowodory, pestycydy czy metale ciężkie (Wychowaniak, 2013; Koda, Osiński, Sieczka i Wychowaniak, 2015).

Mimo istnienia bogatej literatury dotyczącej składowisk odpadów, brak jest jednoznacznych danych odnośnie warunków migracji zanieczyszczeń w nawiązaniu do budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych (Koda, 2009). Uważa się, że warunki gruntowo-wodne w rejonie składowisk odpadów komunalnych bez sztucznych barier uszczelniających w sposób zróżnicowany wpływają na wielkość i czas migracji zanieczyszczeń do warstw wodonośnych.

Celem pracy jest pokazanie, jak niewielkie, gminne składowisko usytuowane w terenie o niekorzystnych warunkach gruntowo-wodnych wpływa na zanieczyszczenie gruntów znajdujących się poniżej składowanych odpadów.

Materiał i metody badawcze

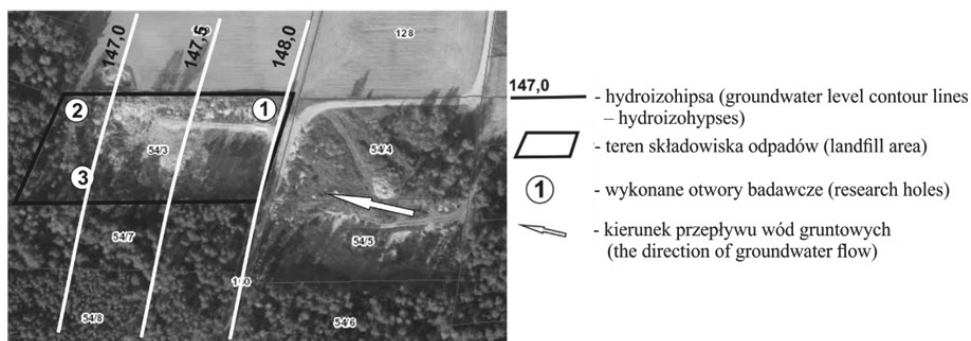
Analizie zostało poddane gminne składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, które powstało w 1989 roku. Składowisko jest podpoziomowo-nadpoziomowe i zostało wykonane bez żadnych zabezpieczeń i uszczelnień w miejscu po dawnym wyrobisku poeksploatacyjnym kruszywa. Aktualnie jest ono w trakcie procesu rekultywacyjnego. Składowisko zajmuje powierzchnię około 1 ha, a ilość przyjmowanych odpadów kształtuje się tam poniżej 10 t na dobę. Deponuje się tam głównie niesegregowane odpady wytwarzane w gospodarstwach domowych i rolnych, pochodzące z terenu gminy. W widocznej masie zgromadzonych odpadów przeważają odpady typowo

wiejskie, głównie odpady nieorganiczne, takie jak: opakowania z tworzyw sztucznych, szkło, ceramika, popiół, gruz, resztki materiałów budowlanych. Analizowany obszar badań jest zlokalizowany w województwie podlaskim, w powiecie białostockim, leży w rejonie zalegania utworów czwartorzędowych, które genetycznie są związane z działalnością denudacyjną, akumulacyjną i erozyjną działalnością, która zachodziła w czasie kolejnych transgresji i regresji lądolodu skandynawskiego w okresie zlodowacenia środkowopolskiego. Osady czwartorzędowe zalegają tu do głębokości średnio 150–180 m. Morfologicznie składowisko jest zlokalizowane na lokalnym wyniesieniu ze spadkiem terenu w kierunku północno-zachodnim, w stronę pobliskiego cieku, który stanowi lokalną bazę drenażową dla wód gruntowych (Wysocka, 2015).

Badania podłoża gruntowego w obrębie analizowanego składowiska odpadów polegały na wykonaniu trzech otworów badawczych do głębokości 13,0 m. Punkty badawcze rozmieszczono po przeprowadzonej analizie warunków hydrogeologicznych, analogicznie

do istniejących piezometrów, co przedstawiono na rysunku 1. Otwory zostały wykonane w celu doprecyzowania położenia i rodzaju poszczególnych warstw gruntu (ocena makroskopowa) oraz określenia głębokości występowania zwierciadła wody i cech warstwy wodonośnej, co pozwoliło na dokładne określenie kierunku przepływu wód podziemnych (rys. 1). Podczas wykonywania wierceń pobrano reprezentatywne próbki gruntu do badań laboratoryjnych. Planowanie poboru próbek przeprowadzono zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie PN-ISO 10381-1:2008. Próbkę z głębokości 0–13 m p.p.t. pobrano zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie PN-ISO 10381-5:2009. Próbkę reprezentatywną uzyskano poprzez zmieszanie i zredukowanie próbki zbiorczej. W każdej lokalizacji pobrano jedną próbkę reprezentatywną.

Pobrane próby gruntu posłużyły do określenia składu chemicznego gruntów dla wybranych wskaźników zanieczyszczeń, które wykazują lub wykazywały zwiększone wartości w wodach podziemnych (na podstawie analizy wyników monitoringu jakości wody pobie-



RYSUNEK 1. Mapa poglądowa z lokalizacją wykonanych otworów badawczych i hydroizohips (na podstawie geoportal.gov.pl)

FIGURE 1. An overview map with the location of research holes and groundwater level contour lines – hydroizohypses (based on geoportal.gov.pl)

ranej z istniejących piezometrów), tj. OWO, WWA, Zn, Cu (Wysocka, 2015; Wysocka i Zabielska-Adamska, 2017). Badania wykonano dla gruntów zalegających powyżej i poniżej zwierciadła wód gruntowych oraz w strefie wahań.

Ogólny węgiel organiczny oznaczono analizatorem Analytik Jena TOC multi NC 3100, a metale Zn, Cu zostały oznaczone metodą absorpcyjnej spektroskopii atomowej (ASA) z atomizacją płomieniową. Poszczególne wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne oraz ich sumę oznaczono techniką chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas.

Pobrane próby gruntu posłużyły również do wykonania analiz granulometrycznych i sporządzenia krzywych uziarnienia, na podstawie których wyznaczono współczynnik filtracji. Dla przebadanych gruntów średnica miarodajna d_{20} mieści się w zakresie 0,01–2,0 mm. Do wyznaczenia współczynnika filtracji wykorzystano wzór USBSC – amerykański (Twardowski i Drożdżak, 2006):

$$k = 0,0036 d_{20}^{2,3}$$

gdzie:

k – współczynnik filtracji [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],
 d_{20} – średnica zastępcza odpowiadająca zawartości 20% ziaren na krzywej uziarnienia [mm].

Poza wykonanymi analizami granulometrycznymi, w celu wyznaczenia współczynnika filtracji, przeprowadzono również badania *in situ*, tj. próbne pompowania sprawdzające w istniejących otworach piezometrycznych (piezometry P-1, P-2 i P-3). Na podstawie tych badań wyznaczono współczynnik filtracji (k) dla warstwy wodonośnej według wzoru Gieryńskiego i Babuszki (Turek,

1971). Dla warstw o swobodnym zwierciadle wody wzór ten ma postać:

$$k = \frac{0,366Q}{l \cdot s} \lg \frac{1,32l}{r}$$

gdzie:

Q – wydajność [$\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$],
 l – długość części roboczej filtru [m],
 s – depresja w otworze [m],
 g – przyspieszenie ziemskie [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$],
 r – promień otworu [m].

Dodatkowo zostały wykonane badania terenowe współczynnika filtracji (k) metodą zalewania otworów – metodą Maaga (Pazdro i Kozerski, 1990). Obliczenia wykonano według wzoru:

$$k = \frac{r}{4h_{sr}} \frac{dh}{dt}$$

gdzie:

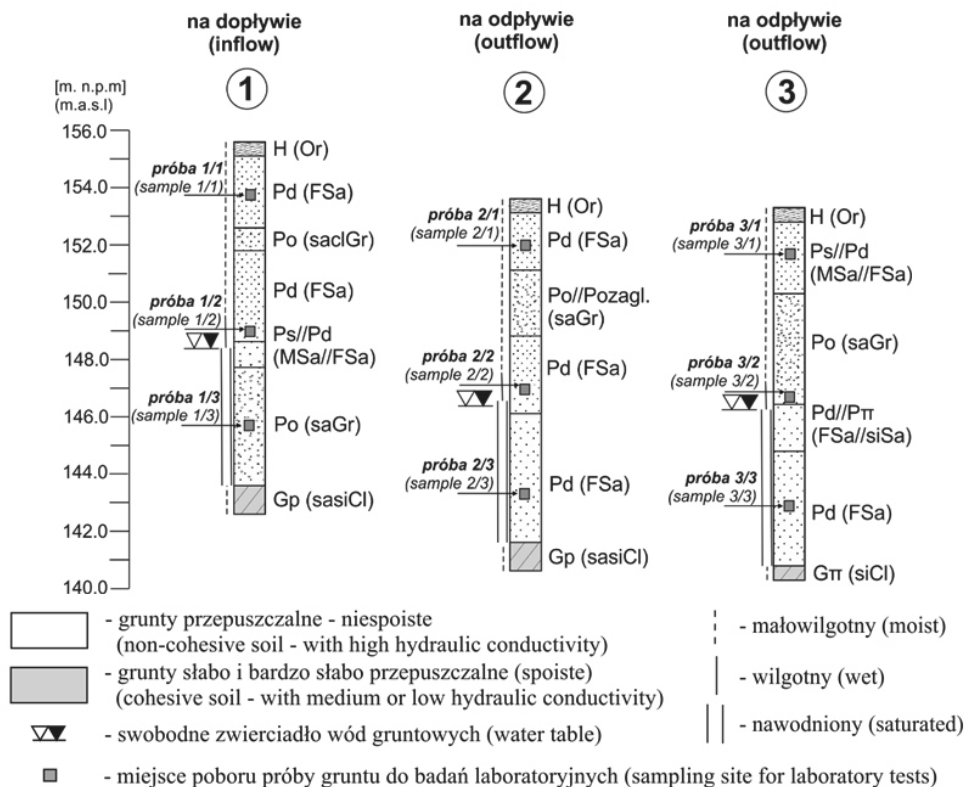
r – promień otworu [m],
 h_1 – początkowa wysokość słupa wody nad statyczne zwierciadło wody [m],
 h_2 – końcowa wysokość słupa wody nad statyczne zwierciadło wody [m],
 h_{sr} – średnia wysokość słupa wody nad statyczne zwierciadło wody [m],
 t_1, t_2 – odpowiednio początkowy i końcowy czas dla odczytu h_2 [s].

Wyniki badań i dyskusja

Na podstawie wykonanych badań stwierdza się, że podłoże w obrębie analizowanego składowiska odpadów stanowi do głębokości 12 m grunty dobrze przepuszczalne, niespoiste, głównie w postaci piasków drobnych i średnich oraz pospółki, poniżej których zalegają grunty spoiste gliniaste. Według map geologicznych oraz archiwalnych otworów geo-

logicznych położonych w rejonie badań utwory gliniaste występują do głębokości średnio 25 m poniżej powierzchni terenu. Głębiej, tj. w strefie średnio 25–67 m, zalega mięszczy kompleks osadów za- stoiskowych, tj. pylasto-ilastych, pod którymi występuje użytkowy poziom wodonośny związany z utworami fluwio- glacialnymi różnej granulacji, o napiętym zwierciadle wód podziemnych. Z grunta- mi piaszczysto-zwirowymi zalegającymi bezpośrednio poniżej składowanych od- padów na całym badanym terenie związa-

na jest warstwa wodonośna o swobodnym zwierciadle kształtującym się na głębo- ści średnio 7,0–7,3 m poniżej poziomu te- renu. Warstwa ta nie jest odizolowana od powierzchni terenu gruntami spoistymi, w związku z czym jest narażona na bezpo- średni kontakt z zanieczyszczeniami po- chodzącymi ze składowanych odpadów. Otwory wykonano w lipcu 2017 roku, tj. w okresie średnich z pogranicza niskich stanów wód gruntowych, w związku z czym przewiduje się wahania lustra wody o średnio 0,5 m w górę i w dół.



Pπ – piasek pylasty, Pd – piasek drobny, Ps – piasek średni, Pr – piasek gruby, Po – pospółka, H – humus

Gr - gravel, S_q - sand (F - fine, M-medium, C-coarse), Si - silt, Cl - clay

RYSUNEK 2. Profile wykonanych otworów badawczych
FIGURE 2. Research holes

Na rysunku 2 pokazano profile wykonanych otworów badawczych.

W tabeli 1 przedstawiono wartości określające współczynnik filtracji, obliczone na podstawie krzywych uziarnie-

wartość średnią z metody pompowania i zalewania otworu (rys. 3).

Punkty poboru próbek do badań laboratoryjnych oraz wyniki pokazano na rysunku 3.

TABELA 1. Wyniki uzyskanych wartości współczynnika filtracji na podstawie analiz granulometrycznych

TABLE 1. The filtration coefficient values obtained based on graining analyses

Nazwa otworu badawczego The name of the research hole	Nr próby gruntu No Soil test	Rodzaj gruntu Type of soil	Symbol PN ISO	d_{20}	Współczynnik filtracji Filtration coefficient of soil (k)
Otwór badawczy nr 1 (na dopływie wód podziemnych) Research hole No 1 (inflow)	próba 1/1	piasek drobny	Pd FSa	0,11	$2,25 \cdot 10^{-5}$
	próba 1/2	piasek drobny	Pd FSa	0,082	$1,14 \cdot 10^{-5}$
	próba 1/3	pospółka	Po grSa	0,19	$7,9 \cdot 10^{-5}$
Otwór badawczy nr 2 (na odpływie wód podziemnych) Research hole No 2 (outflow)	próba 2/1	piasek średni przewarstwiony piaskiem drobnym	Ps//Pd MSa//FSa	0,22	$1,11 \cdot 10^{-4}$
	próba 2/2	piasek drobny przewarstwiony piaskiem pylastym	Pd//P π FSa//siSa	0,105	$2,02 \cdot 10^{-5}$
	próba 2/3	piasek drobny	Pd FSa	0,09	$1,42 \cdot 10^{-5}$
Otwór badawczy nr 3 (na odpływie wód podziemnych) Research hole No 3 (outflow)	próba 3/1	piasek średni	Ps MSa	0,13	$3,3 \cdot 10^{-5}$
	próba 3/2	pospółka	Po grSa	0,23	$1,22 \cdot 10^{-4}$
	próba 3/3	piasek drobny	Pd FSa	0,17	$6,11 \cdot 10^{-5}$

nia dla pobranych reprezentatywnych próbek z podłoża składowiska.

Wyniki współczynnika filtracji na podstawie próbnych pompowań przedstawiono w tabeli 2, a na podstawie zalewania otworów w tabeli 3.

Z uwagi na to, że wartości współczynnika filtracji wyznaczone na podstawie badań *in situ* uważa się za bardziej wiarygodne (obarczone mniejszymi błędami), do dalszych rozważań przyjęto

Z przeprowadzonej analizy zawartości poszczególnych zanieczyszczeń w gruntach wynika, że największe wartości WWA występują w próbkach pobranych z otworu nr 1, przy czym największa ich ilość znajdowała się w próbce pobranej w strefie aeracji. W związku z tym zawartość węglowodorów może nie być związana ze składowanymi odpadami, ale z ruchem pojazdów rolniczych i ciężarówek dojeżdżających do

TABELA 2. Wyniki uzyskanych wartości współczynnika filtracji na podstawie pompowań sprawdzających w istniejących piezometrach

TABLE 2. The filtration coefficients based on checking pumpings in existing piezometers

Otwór pomiarowy – piezometr Measuring hole – piezometer	Pompowanie sprawdzające Pumping check			Średnica filtra Diameter of the filter [mm]	Długość części roboczej filtra Length of the proper filter (l) [m]	Współczynnik filtracji Filtration coefficient of soil	
	wydajność pompowania rate (Q) [m ³ ·h ⁻¹]	depresja (s) [m]	wydajność jednostkowa unit efficiency (q) [m ³ ·h ⁻¹ ·mS ⁻¹]			k [m·s ⁻¹]	k [m·h ⁻¹]
P-1	5	0,5	27,8	110	4,0	1,0·10 ⁻⁴	0,36
P-2	5	2,2	4,9	110	3,0	2,9·10 ⁻⁵	0,10
P-3	5	2,5	6,7	110	3,0	2,5·10 ⁻⁵	0,09

TABELA 3. Wyniki uzyskanych wartości współczynnika filtracji na podstawie zalewania otworu – metoda Maaga

TABLE 3. The filtration coefficients based on pouring the research hole – Maag's method

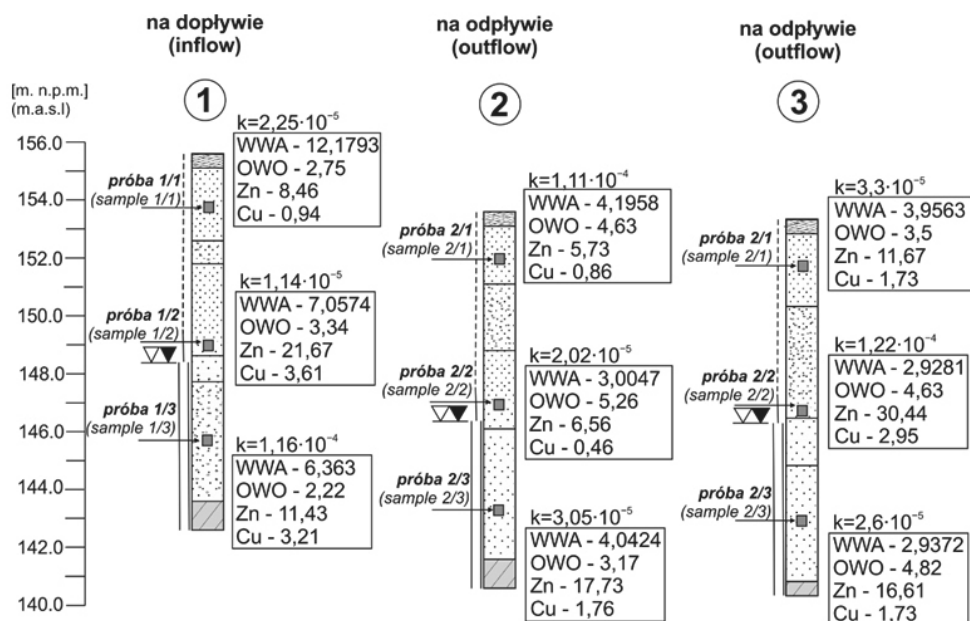
Nr otworu No hole	Rodzaj gruntu Type of soil	r [m]	h ₁ [m]	h ₂ [m]	h _{sr} [m]	t ₁ [s]	t ₂ [s]	Współczynnik filtracji Filtration coefficient of soil	
								k [m·s ⁻¹]	k [m·h ⁻¹]
1	Po (grSa)	0,055	0,9	0,4	0,25	0	90	1,31·10 ⁻⁴	0,47
2	Pd (FSa)	0,055	2	1,3	1,65	0	180	3,2·10 ⁻⁵	0,12
3	Pd (FSa)	0,055	2	1,4	1,7	0	180	2,7·10 ⁻⁵	0,097

składowiska odpadów, na którym nieoprawnie prowadzony jest proces rekultywacji (Alves i in. 2018).

Ogólny węgiel organiczny występuje w większych ilościach w próbkach pobranych z punktów badawczych zlokalizowanych na odpływie wód podziemnych, tj. P-2 i P-3, szczególnie w strefie wahań zwierciadła wód gruntowych i poniżej jego występowania. Rozkład Zn i Cu jest zróżnicowany, przy czym największe wartości Zn zanotowano w punkcie badawczym nr 3 położonym na odpływie wód podziemnych ze strefy składowanych odpadów. Na podstawie analizowanych wcześniej badań moni-

toringowych jakości wody podziemnej (Wysocka, 2015; Wysocka i Zabielska-Adamska, 2017) stwierdzono, że wody pobierane z otworu obserwacyjnego P-3 zlokalizowanego na odpływie wód podziemnych również charakteryzowały się najgorszym stanem jakościowym.

Analizując rozkład zanieczyszczeń względem zbadanego współczynnika filtracji dla gruntów zalegających w obrębie składowanych odpadów, nie stwierdzono zależności, które miałyby znaczenie w przypadku tego konkretnego obiektu badawczego. Może to być spowodowane tym, że podłoże budują jedynie grunty



k – współczynnik filtracji (filtration coefficient of soil) [m·s⁻¹]; WWA – suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (PAHs – polycyclic aromatic hydrocarbons) [μg·kg⁻¹ s.m.], OWO – ogólny węgiel organiczny (TOC – total organic carbon) [g·kg⁻¹], Zn – cynk (zinc), Cu – miedź (copper) [mg·kg⁻¹ s.m.]

RYSUNEK 3. Zestawienie wyników wykonanych badań laboratoryjnych próbek gruntu
 FIGURE 3. List of laboratory test results of soil samples

niespoiste o podobnych właściwościach filtracyjnych.

Stwierdza się, że zawartość badanych wskaźników jest mniejsza niż aktualne normy w tym zakresie powołane w cytowanym rozporządzeniu ministra środowiska z 2016 roku.

Podsumowanie i wnioski

Bezpośrednie podłoże badanego składowiska odpadów stanowią utwory dobrze przepuszczalne, niespoiste o stosunkowo dużych wartościach współczynnika filtracji, co wpływa na zanieczyszczenie zalegającej poniżej warstwy wodonośnej.

Grunty z otworów badawczych zlokalizowanych na odpływie wód z rejonu składowisk wykazują większą zawartość zanieczyszczeń. Najgorszym składem pod względem zanieczyszczeń (OWO oraz Zn i Cu) cechują się próby pobrane szczególnie w strefie wahań zwierciadła wód gruntowych i poniżej jego występowania. Zawartość WWA w gruntach nie wykazuje związku z głębokością i lokalizacją punktów badawczych. Zwiększone wartości tego związku w próbach z otworu nr 1 ze strefy aeracji świadczą o tym, iż zanieczyszczenie prawdopodobnie nie pochodzi ze składowanych odpadów.

Z uwagi na to, że podłoże składowiska budują głównie grunty niespoiste

o podobnych parametrach filtracyjnych nie zaobserwowano zależności między rozkładem zanieczyszczeń a współczynnikiem filtracji określonym dla poszczególnych warstw gruntowych.

Literatura

- Alves, C.A., Evtuygina, M., Vicente, A.M.P., Vicente, E.D., Nunes, T.V., Silva, P.M.A., Duarte, M.A.C., Pio, C.A., Amato, F. i Querol, X. (2018). Chemical profiling of PM10 from urban road dust. *Science of the Total Environment*, 634, 41-51.
- Drągowski, A. (2002). Geologiczne uwarunkowania optymalizacji składowania odpadów. *Przegląd Geologiczny*, 50(10/2), 953-958.
- Koda, E. (2009). Geośrodowiskowe aspekty rekultywacji składowisk komunalnych. *Inżynieria Morska i Geotechnika*, 3, 134-151.
- Koda, E., Osiński, P., Sieczka, A. i Wychowaniak, D. (2015). Areal distribution of ammonium contamination of soil-water environment in the vicinity of old municipal landfill site with vertical barrier. *Water*, 7, 2656-2672.
- Luczak-Wilamowska, B. (2013). Uwarunkowania geologiczne składowania odpadów komunalnych. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 455, 1-142.
- Pazdro, Z. i Kozerski, B. (1990). *Hydrogeologia ogólna*. Warszawa: PAE.
- PN-ISO 10381-1:2008. Jakość gleby. Pobieranie próbek. Część 1: Zasady opracowywania programów pobierania próbek.
- PN-ISO 10381-5:2009. Jakość gleby. Pobieranie próbek. Część 5: Zasady postępowania podczas badań terenów miejskich oraz przemysłowych pod kątem zanieczyszczenia gleby.
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych. Dz.U. 2012, poz. 462.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów Dz.U. 2013, poz. 523.
- Turek, S. (red.) (1971). *Poradnik hydrogeologa*. Warszawa: Wydawnictwo Geologiczne.
- Twardowski, K. i Drożdżak, R. (2006). Pośrednie metody oceny właściwości filtracyjnych gruntów. *Wiertnictwo Nafta Gaz*, 23(1), 477-486.
- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze. Dz.U. 2016, poz. 1131.
- Wiater, J. (2011). Wpływ składowisk odpadów komunalnych na jakość wód podziemnych i właściwości gleb. *Inżynieria Ekologiczna*, 26, 133-145.
- Wychowaniak, D. (2013). Migracja zanieczyszczeń w rejonie starego składowiska odpadów z pionową przesłoną przeciwfiltracyjną. *Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 59, 45-55.
- Wysocka, M.E. (2015). Wpływ lokalizacji składowisk odpadów na jakość wód podziemnych. *Rocznik Ochrony Środowiska (Annual Set the Environment Protection)*, 17, 1074-1093.
- Wysocka, M.E., Zabielska-Adamska, K. (2017). Impact of Protective Barriers on Groundwater Quality. W *Proceedings of the 10th International Conference „Environmental Engineering”*. Wilno: Vilnius Gediminas Technical University. doi: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.063>

Streszczenie

Zanieczyszczenie gruntów pod nieuszczelnionym gminnym składowiskiem odpadów komunalnych. W artykule przeprowadzono analizę gminnego komunalnego składowiska odpadów zlokalizowanego w województwie podlaskim. Składowisko zlokalizowano przypadkowo, bez izolacji dna, a eksploatacja składowiska była prowadzona bez wyraźnie określonych zasad. Wykonanie trzech otworów i pobór próbek gruntu umożliwiło ocenę składu chemicznego gruntu dla wybranych wskaźników zanieczyszczeń, wykazujących wartości ponad normę w wodach podziemnych, tj. Zn, Cu, OWO, WWA. Analiza przemieszczania się zanieczyszczeń została przeprowadzona względem głębokości, występowania zwierciadła wód gruntowych oraz wyznaczonego współczynnika filtracji gruntów.

Summary

Soil pollution under unsealed municipal waste landfill. Analysis of the communal municipal waste landfill, situated in the Podlasie region, was performed in the paper. The landfill had been located randomly, without any barriers, and landfill operation was carried out without clearly defined rules. Execution of three research holes and collection of soil samples enabled an assessment of the soil chemical composition for selected pollution indicators, showing elevated values in groundwater, i.e. Zn, Cu, TOC, PAHs.

The analysis of the pollutant movement was presented in relation to depth, occurrence of groundwater table and soil filtration coefficient.

Author's address:

Małgorzata Ewa Wysocka
Politechnika Białostocka
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Katedra Geotechniki i Mechaniki Konstrukcji
15-351 Białystok, ul. Wiejska 45E
Poland
e-mail: m.wysocka@pb.edu.pl