

Grzegorz Przydatek

**OCENA SPRAWNOŚCI SYSTEMU ODWODNIENIA
EKSPLOATOWANEGO SKŁADOWISKA
ODPADÓW KOMUNALNYCH**

***EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE SYSTEM
OF DEHYDRATION OPERATED LANDFILL
OF MUNICIPAL WASTE***

Streszczenie

W pracy omówiono podstawowe problemy ochrony środowiska wodnego w kontekście eksploatacji składowiska odpadów o ograniczonej infrastrukturze technicznej. Przeprowadzone badania, jakości wód podziemnych i odciekowych podczas zaawansowanej eksploatacji tj. w latach 2006–2008 po okresie zimowych roztopów, poddano szczegółowej analizie, w tym porównawczej, w której uwzględniono zmienność składu zarówno wód podziemnych na napływie i odpływie jak i odcieków gromadzonych na terenie składowiska. W ocenie środowiskowej uwzględniono elementy składowe konstrukcji eksploatowanego składowiska, a także rodzaj, ilość i pochodzenie deponowanych odpadów.

Szczegółowa analiza na tle wyników przeprowadzonych badań, umożliwiła przede wszystkim dokonanie oceny sprawności systemu odwodnienia składowiska, ze wskazaniem rozwiązania dla ochrony środowiska wodnego w kontekście przyrostu masy deponowanych odpadów komunalnych zbieranych w sposób nie-selektywny.

Słowa kluczowe: odpady komunalne, składowisko odpadów, ocieki, wody podziemne

Summary

The work discusses the basic issues of protection of the aquatic environment in the context of the operation of the facility, with reduced infrastructure support. Survey, the quality of groundwater and the wastewater during the advanced service in the years 2006-2008 after a period of winter the meltdown, were

analysed, including benchmarking, which takes into account the variability in the composition of both the groundwater in-flow opacimeter and outflow and leachate collected in the landfill. In assessing the environment includes the components of the compromised sites, as well as the type, quantity and origin of deposited waste.

The detailed analysis of the background of the results of the analyses carried out, requires above all to assess the efficiency of the system for the dehydration of the landfill, with an indication of the solutions for the protection of the aquatic environment in the context of the increase of mass deposited of municipal waste not selectively collected.

Key words: *municipal waste, landfill, wastewater, groundwater*

WSTĘP

Ciągły wzrost masy wytwarzanych odpadów oraz ich niewłaściwe składowanie stanowi zagrożenie dla środowiska. Składowanie odpadów jest najprostszym sposobem ich zagospodarowania, ale nawet przy prawidłowo zaprojektowanych składowiskach stwarza szereg zagrożeń dla środowiska, spowodowanych przede wszystkim przez odcieki [Białowiec 2009].

Odcieki, to wody deszczowe migrujące przez złożę odpadów, wymywając z nich rozpuszczone substancje organiczne i mineralne. Zasięg przestrzenny zagrożenia, jakości wód podziemnych przez powierzchniowe źródło zanieczyszczeń (np. składowisko odpadów komunalnych) wiąże się ściśle z warunkami przenikania fazy ciekłej [Złotoszewska – Niedziałek 2007], w tym z kierunkiem przebiegu oraz rodzajem i ilością odcieków. Potencjalne zagrożenie środowiska wodnego wynika z przekroczenia granicy absorpcji wód opadowych suchą masę odpadów [Obrzut 1997], co jest istotne dla składowisk o niepełnej infrastrukturze. Ponieważ kład odcieków jest związany ze składem chemicznym odpadów, a także wiekiem i technologią ich składowania wzrost stężenie zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych [Olańczuk-Neyman i in. 2000, Szpadt 2005].

Negatywny wpływ odpadów na środowisko zmusza do j działań opartych na idei zrównoważonego ekorozwoju według wytycznych obowiązujących przepisów, wspomaganym poprzez eksploatację składowisk o zorganizowanej strukturze technicznej i ochronnej.

Sprawne ujęcie i odprowadzenie wód opadowych jest wynikiem prawidłowego dostosowania systemu drenażu do parametrów składowiska, co wpływa korzystnie na ochronę środowiska wodnego i gruntowego [Dąbrowski 2000]. Nadto właściwa eksploatacja składowiska, a w konsekwencji utrzymanie najniższego poziomu wód odciekowych w złożu również służy ochronie środowiska wodnego.

Konieczność stopniowego zamykania głównie gminnych składowisk odpadów komunalnych [Kpgo 2010], niespełniających wymogów określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie okre-

ślenia szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. U. z 2003 r. Nr 61, poz. 549 z późn. zm.), wymaga podjęcia działań dla zminimalizowania negatywnego oddziaływania odpadów na środowisko, zarówno na etapie eksploatacji składowiska jak i po jego zamknięciu.

Zmiany rozwiązań w konstrukcji składowisk na przestrzeni ostatnich lat ukazują znaczący postęp w stosunku do rozwiązań ochronnych zastosowanych w latach 90 - tych. W tym czasie zostało zorganizowane składowisko na terenie powiatu szydłowieckiego.

Konstrukcja tego obiektu nie uwzględniała wykonania rowów opaskowych dla ujęcia wód opadowych, a także uszczelnienia podłoża składowiska materiałami z tworzywa sztucznego. Niniejsze nie odpowiada wymaganemu uszczelnieniu podłoża i ścian bocznych składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne materiałem o współczynniku filtracji $k \leq 1 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ i miąższości nie mniejszej niż 1 m [Rozporządzenie...2003].

CEL I METODYKA BADAŃ

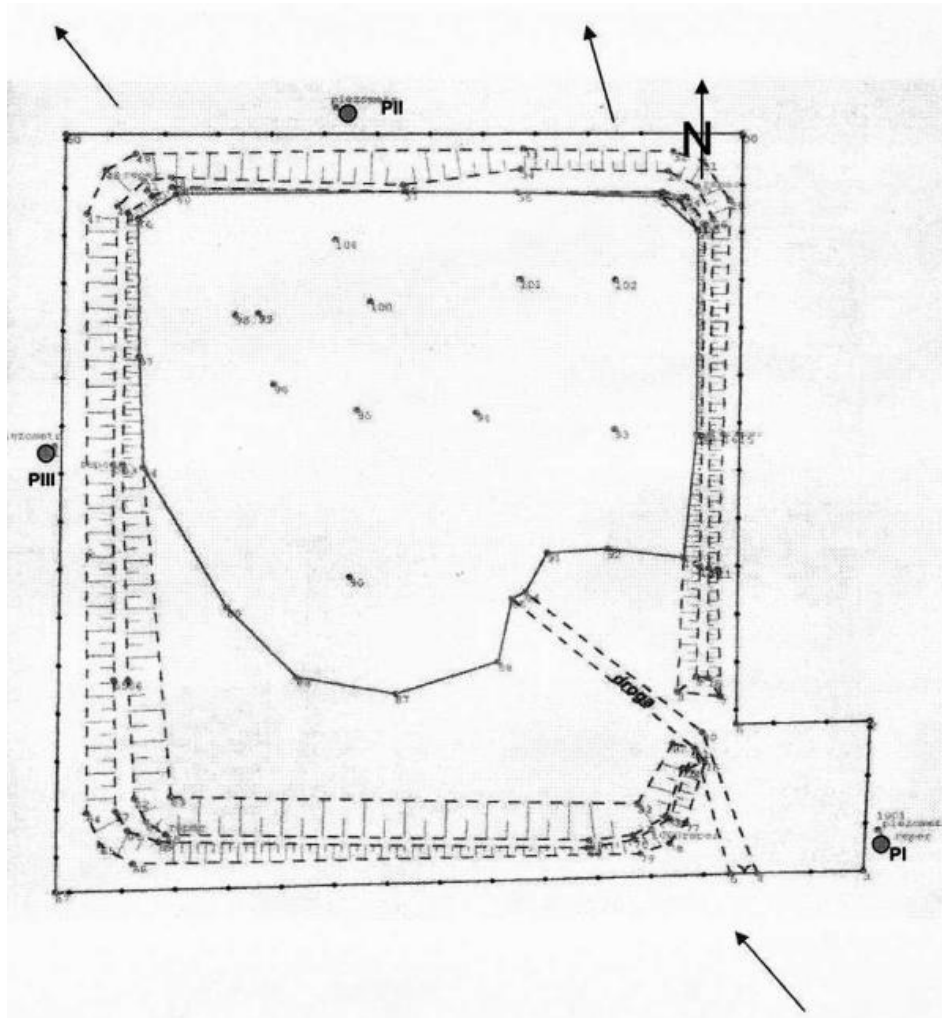
Celem pracy jest ocena i wskazanie kierunku działań dla ochrony środowiska wodnego przed negatywnym oddziaływaniem odpadów.

Zakres badań

- monitoring składu wód odciekowych i podziemnych ze składowiska w zakresie wskaźników zanieczyszczenia ogólnego (odczyn, przewodność elektrolityczna właściwa, ogólny węgiel organiczny - OWO) oraz chemicznego (Cr, Cu, Pb, Cd, Hg, Zn, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne – WWA)
- monitoring w otworach piezometrycznych wód podziemnych przed (P1) i poniżej składowiska odpadów (P2 i P3) oraz wód odciekowych gromadzonych na terenie składowiska, uwzględniający lata 2006 – 2008 po okresie zimowych roztopów (rys 1),
- analiza jakościowa elementów składu wód odciekowych i wód podziemnych dla określenia sprawności systemu odwodnienia,
- analiza ilościowo - jakościowa zdeponowanych na terenie składowiska odpadów.

POŁOŻENIE SKŁADOWISKA

Analizowane składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, położone jest w południowej części województwa mazowieckiego na terenie powiatu szydłowieckiego. Jego powierzchnia całkowita wynosi 2,04 ha, a jednej kwatery 1,30 ha. Położone jest ono w oddaleniu od zbudowań mieszkalnych i gospodarczych oraz cieków wodnych, w pobliżu miejscowości Guzów.



Rysunek 1. Usytuowanie piezometrów w obrębie składowiska odpadów komunalnych w Guzowie

Figure 1. Location of piezometers within the landfill of municipal waste in Guzowie

BUDOWA I ODWODNIENIE SKŁADOWISKA

W budowie składowiska występuje jedna kwarta, która ma charakter podpoziomowo – nadpoziomowy, gdyż została zlokalizowana w obniżeniu terenu. Obiekt ten jest usytuowany w wyrobisku po eksploatacji piasku i żwiru. Nieckę składowiska otaczają skarpy obwodowe o wysokości 1,5 m, w stosunku do poziomu terenu.

Naturalne podłoże składowiska stanowią utwory o współczynniku przepuszczalności $k = 10^{-5} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$, a uszczelnienie dna składowiska to grunt mineralny - glina o miąższości 0,5 m. Ponadto w dnie składowiska stwierdzono występowanie glin piaszczystych z glazikami o szarym i brązowym zabarwieniu, miejscami pod cienką warstwą piasku. W tym rejonie poziom wodonośny występuje na głębokości ok. 12 m, w utworach górnej kredy wykształconych jako wapień i margle. Kierunek spływu wód podziemnych w obrębie składowiska przebiega z południowego - wschodu na północny – zachód.

Badane składowisko posiada obwodowy drenaż wód odciekowych, który wykonano z sączków ceramicznych $\Phi 150 \text{ mm}$, ułożonych w dnie czaszy wzdłuż skarp ze spadkiem 3% w kierunku studzienek zbiorczych. System drenażu wód odciekowych został ułożony nad uszczelnieniem mineralnym, dla ujęcia wód opadowych infiltrujących poprzez bryłę składowanych odpadów. W skład systemu odwodnienia obiektu wchodzi ciągi drenażowe i studnie bezodpływowe [Dokumentacja... 1988].

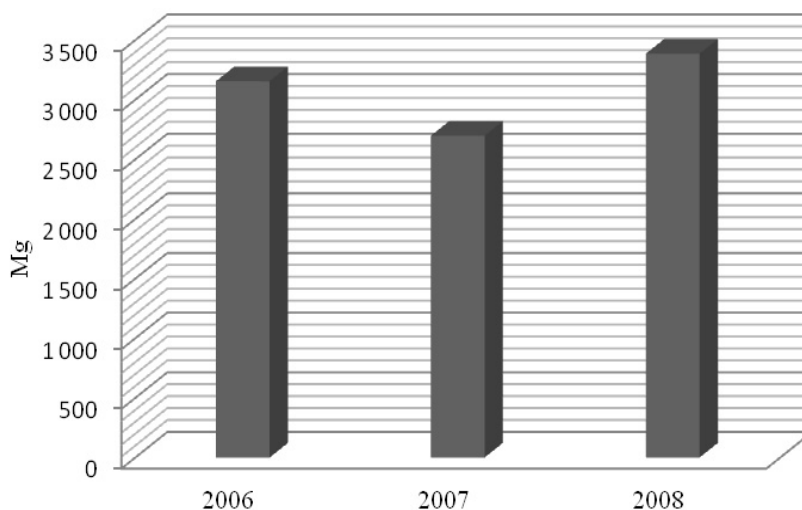
Ocieki zbierane są systemem drenarskim do studni zbiorczych i okresowo kierowane do zraszania odpadów, a nadmiar wywożony jest na oczyszczalnię ścieków.

ILOŚĆ I RODZAJE ZDEPONOWANYCH NA SKŁADOWISKU ODPADÓW

Na terenie analizowanego obiektu deponowane są przede wszystkim odpady komunalne oraz ulegające biodegradacji i inne niż komunalne, pochodzące z terenu gmin o charakterze wiejskim. Największą ilość odpadów - 3 386,2 Mg przyjęto do składowania w 2008 roku, a najniższą 2 698,2 Mg w 2007 roku przy średniej 2 980 Mg.

Wśród składowanych odpadów przeważający udział (84%) przypada na zmieszane odpady komunalne pochodzące z gospodarstw domowych, natomiast najniższy (2%) na odpady z budowy, remontów i demontażu. Odpady komunalne charakteryzują się różnym składem morfologicznym, który był przedmiotem badań prowadzonych przez wielu badaczy [Baran, Turski 1994, Czaja i in. 2002].

Deponowane na składowisku odpady podlegają okresowemu zagęszczaniu, co jest istotne dla zmniejszenia ich objętości. Stopień zapelnienia obiektu w stosunku do możliwości technicznych wyniósł 57% na koniec rozpatrywanego okresu przy miąższości 4 m.



Rysunek 2. Ilość odpadów przyjętych do składowania w latach 2006–2008 [Przydatek 2009]

Figure 2. The amount of storage in the years 2006-2008 [Przydatek 2009]

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

1. Jakość wód podziemnych w rejonie składowiska

Odczyn wód podziemnych był zasadowy przy pH w granicach 7,6 - 8,1. W badanych wodach stężenie rtęci zaliczanej do mikroelementów o właściwościach toksycznych waha się od $< 0,0003$ do $0,0095 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ przy średniej $0,002 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, chromu od $< 0,010$ do $0,01 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ przy średniej $0,010 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, a ołowiu od $< 0,003$ do $0,034 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ przy średniej $0,007 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Wśród elementów ogólnego rozpoznania składu wspomnianych wód stężenie ogólnego węgla organicznego mieści się w granicach 2,7 - 26,3 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ przy średniej 11,42 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, a elementów organicznych stężenie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych oscyluje w granicach $< 0,010$ - 0,077 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ przy średniej 0,020 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Gomółka i Szaynok [1997] za cechę rozpoznawczą skażenia spowodowanego dopływem ścieków komunalnych i przemysłowych uznali w szczególności wzrost stężenia chromu powyżej 0,03 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$.

Ponadto parametry wskaźnikowe dla wód podziemnych pobranych w piezometrach zestawiono z wartościami granicznymi określonymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U.2008 Nr143 poz.896) i stwierdzono przekroczenie wartości oznaczeń (np. rtęci) w drugim roku pro-

wadzonych badań przy zauważalnej znaczącej poprawie jakości wód w roku następnym. Wody podziemne na omawianym obszarze okresowo były niezadawalającej jakości i ogólnie spełniały kryteria V klasy.

Tabela 1. Wyniki monitoringu wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów komunalnych w Guzowie

Table 1. The results of monitoring of groundwater in municipal landfills in Guzowie

Badane wskaźniki	Jednostki miary	Piezometr			Piezometr			Piezometr		
		Data badania			Data badania			Data badania		
		28.03.06			30.03.07			27.03.08		
Odczyn	pH	PI	PIII	PI	PII	PIII	PI	PII	PIII	
		7,9	7,7	7,6	8,1	7,7	7,9	7,8	7,8	
Przewodność elektrolityczna właściwa	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	349	427	450	1390	451	456	457	457	
Ołów	mg Pb dm^{-3}	0,034	0,012	<0,003	0,02	<0,003	0,004	0,005	<0,003	
Kadm	mg Cd dm^{-3}	<0,010	<0,010	<0,003	<0,003	0,007	<0,003	<0,003	<0,003	
Miedź	mg Cu dm^{-3}	0,016	0,027	<0,010	<0,010	<0,010	0,01	<0,010	<0,010	
Cynk	mg Zn dm^{-3}	0,025	0,039	0,035	0,036	0,088	0,015	0,016	0,013	
Chrom	$\text{mg Cr}^{+6}\text{ dm}^{-3}$	<0,010	<0,010	0,01	<0,010	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	
Rtęć	mg Hg dm^{-3}	<0,0003	<0,0003	0,0095	0,0003	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	
OWO	mg dm^{-3}	10,7	10,9	13,3	26,3	19,3	6	2,7	5	
Suma WWA	mg dm^{-3}	<0,010	<0,010	0,067	<0,050	0,077	<0,050	<0,050	<0,050	

Zródło: Przydatek [2009].

Badanie wód podziemnych potwierdza wzrost przewodności elektrolitycznej właściwej oraz WWA.

2. Jakość odcieków i ich wpływ na środowisko wodne

Ocieki pobrane ze studni zbiorczych na terenie składowiska wykazują odczyn zasadowy o pH od 7,3 do 7,6. Wartość przewodności elektrolitycznej właściwej wynosi od 522 do 2350 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ przy średniej 1327 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Zawartość rtęci wynosi od < 0,0003 do 0,0014 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ przy średniej 0,001 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, kadmu od < 0,003 do 0,01 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ przy średniej 0,003 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, miedzi zawiera się w granicach 0,010 - 0,046 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ przy średniej 0,022 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, cynku od 0,082 do 0,368 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ przy średniej 0,204 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, WWA waha się od 0,116 do 0,25 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ przy średniej 0,185 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, a OWO w granicach 32,3 - 111 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ wobec średniej 69,100 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$.

Dodatkowo skład wód odciekowych na terenie składowiska zestawiono z wartościami granicznymi określonymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi (Dz.U. Nr 137 poz.984).

Na podstawie tych wartości przekroczenie dopuszczalnego poziomu wystąpiło w odniesieniu do OWO, a wzrost zanieczyszczenia odcieków zaobserwowano w pierwszym i trzecim roku rozpatrywanego okresu.

Tabela 2. Wyniki monitoringu wód odciekowych ze składowiska odpadów komunalnych w Guzowie

Table 2. The results of monitoring of wastewater landfill of municipal waste in Guzowie

Badane wskaźniki	Jednostki miary	Ocieki		
		28.03.06	30.03.07	27.03.08
Odczyn	pH	7,3	7,6	7,3
Przewodność elektrolityczna właściwa	$\mu\text{S cm}^{-1}$	522	1110	2350
Ołów	mg Pb dm^{-3}	0,029	< 0,003	< 0,003
Kadm	mg Cd dm^{-3}	0,01	<0,003	<0,003
Miedź	mg Cu dm^{-3}	0,046	< 0,010	0,018
Cynk	mg Zn dm^{-3}	0,368	0,082	0,163
Chrom	$\text{mg Cr}^{+6} \text{dm}^{-3}$	< 0,010	< 0,010	< 0,011
Rtęć	mg Hg dm^{-3}	< 0,0003	0,0014	< 0,0003
OWO	mg dm^{-3}	111,0	32,3	64
Suma WWA	mg dm^{-3}	0,25	0,116	0,189

Źródło ; Przydatek [2009]

Analiza składu wód odciekowych wykazała wzrost zanieczyszczenia w oparciu o wskaźnik zanieczyszczenia ogólnego tj. przewodności elektrolitycznej właściwej.

Na podstawie analizy jakości wód podziemnych badanych powyżej i poniżej składowiska, wyższą zawartość metali ciężkich (Pb, Cr i Hg) oraz WWA stwierdzono na odpływie. Z kolei analiza porównawcza składu wód podziemnych i odcieków wykazuje wzrost zanieczyszczenia wód w przypadku stężenia chromu, a także odczynu.

Ponadto zmiana składu wód podziemnych (np. stężenie ołowiu $0,34 - < 0,03 \text{ mg dm}^{-3}$, cynku $0,025 - 0,13 \text{ mg dm}^{-3}$) w latach 2006 – 2008 potwierdza postępujący proces korzystnego ich samooczyszczania fizykochemicznego, który jest związany z zanieczyszczeniem mineralnym [Szymański 1987].

WNIOSKI

Analiza wyników badania wód podziemnych i odciekowych w rejonie składowiska odpadów komunalnych pozwoli na sformułowanie następujących wniosków.

– Analizowane składowisko zostało zlokalizowane na terenie byłego wyrobiska surowców mineralnych, w którym barierę ochronną stanowi grunt mineralny - glina, o miąższości 0,5 m i współczynniku przepuszczalności $k = 10^{-5} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. Ponadto w obrębie składowiska istnieje drenaż wód odciekowych, który wykonano z sączków ceramicznych.

- Odnotowany dwukrotny wzrost masy deponowanych odpadów komunalnych wytwarzanych w gospodarstwach domowych, które zbierano w sposób nieselektywny włącznie z odpadami niebezpiecznymi, kształtuje skład wód odciekowych, na co wskazuje zawartość OWO.
- Wzrost zanieczyszczenia chemicznego wód podziemnych poniżej składowiska określony na podstawie średniego stężenia ołowiu, chromu, rtęci, WWA, a także wobec oznaczenia odczynu i średniego stężenia chromu w odciekach, wskazuje w szczególności na ograniczoną sprawność systemu drenażowego.
- Zanik sprawności systemu odwodnienia składowiska wykazany na podstawie wzrostu zawartości mikroelementów w wodach podziemnych, wskazuje na potrzebę zastosowania w jego obrębie opaski drenażowej dla ochrony wód podziemnych.

BIBLIOGRAFIA

- Baran S., Turski R. 1994. *Wybrane zagadnienia z utylizacji i unieszkodliwiania odpadów*. Akademia Rolnicza w Lublinie.
- Białowiec A. 2009. *Racjonalna gospodarka odciekami*. Przegląd komunalny. 10. s. 30-35.
- Czaja S., Fiedor B., Hałas M. 2002. *Szanse i zagrożenia gospodarowania odpadami komunalnymi na poziomie lokalnym i regionalnym na przykładzie Dolnego Śląska*. Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów nr 5 Katowice. s.165 – 170.
- Gomółka E. i Szaynok A. 1997. *Chemia wody i powietrza*. Politechnika Wrocławska. Wrocław.
- Dąbrowski H. 2000. *Budowa i eksploatacja bezpiecznych składowisk*. Mat konferencyjne. Drenaże i odwodnienie składowisk odpadów. Szczyrk 29.02. – 2.03. 2000. ABRYS. Poznań. s. 103-107.
- Obrzut L. 1997. *Odcieki z wysypisk komunalnych*. Ekoprofit nr 5. Katowice. s. 32-36.
- Olańczuk-Neyman K., Quant B., Sobieralska A. 2000. *Budowa i eksploatacja bezpiecznych składowisk*. Mat konferencyjne. Zagrożenia środowiska gruntowo - wodnego i powietrza związane z odciekami ze składowisk odpadów. Szczyrk 29.02. – 2.03.2000. ABRYS. Poznań. s. 93-100.
- Przydatek G. 2009. *Wniosek o wydanie pozwolenia zintegrowanego dla składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne położonego w miejscowości Guzów*. Orońsko s. 29-30, 32-33.
- Szymański K. 1987. *Migracja odcieków z wysypisk odpadów komunalnych w gruncie*. Wyższa Szkoła Inżynierska w Koszalinie. Koszalin.
- Szpadt R. 2005. *Gospodarka odciekami na składowisku*. Materiały konferencyjne. Słubice. s. 109-124.
- Zbierska J. 2001. *Odpady i śmieci – ochrona i unieszkodliwianie*. Poradnik gospodarski nr 4. Poznań. s. 48.
- Złotoszewska-Niedziałek H. 2007. *Warunki migracji zanieczyszczeń w podłożu składowiska „Lipiny Stare”*. Acta Scientiarum Polonorum Architectura. 6(3). s. 25 – 34.
- Dokumentacja archiwalna składowiska odpadów komunalnych w Guzowie 1988-2008.
- Krajowy plan gospodarki odpadami 2014 (M.P. 2010, Nr. 101, poz. 1883). Ministerstwo Środowiska. 2010.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie określenia szczególnych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. U. z 2003 r. Nr 61, poz. 549 z późn. zm).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U.2008 Nr143 poz.896).

Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi (Dz.U. Nr 137 poz.984.)

Dr inż. Grzegorz Przydatek
e – mail: gre94@wp.pl
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa
ul. Zamenhofa 1a
33-300 Nowy Sącz