

PROBLEMATYKA GOSPODARKI ODPADAMI NA POGÓRZU DYNOWSKIM

Streszczenie

Z niemal 10 mln ton zebranych w Polsce w 2013 r. odpadów komunalnych, aż 81,9% poddano składowaniu, najpowszechniej stosowanej zarówno na świecie, jak i w Polsce metodzie unieszkodliwiania odpadów. Składowanie powinno odbywać się w specjalnie w tym celu wybudowanych obiektach, niestety, pewna część odpadów trafia na nielegalne wysypiska.

W pracy przeanalizowano ilość powstających odpadów komunalnych i surowców wtórnych w gminach Związku Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego. Obszar badań obejmował gminy: Nozdrzec, Dubiecko, Dydnia, Dynów, miasto Dynów i Krzywca.

Na terenie objętym analizą powstaje w sumie 12 418,84 Mg odpadów komunalnych rocznie. Stwierdzono, że spośród wszystkich grup morfologicznych odpadów najwięcej produkowanych jest odpadów spożywczych (28%).

Słowa kluczowe: odpady komunalne, segregacja, odcieki składowiskowe, składowanie odpadów, gospodarka odpadami

THE WASTE MANAGEMENT ISSUES OF POGÓRZE DYNOWSKIE

Summary

With nearly 10 million tonnes of municipal waste collected in Poland in 2013, 81.9% were dumped, what is the most widely used method of waste disposal, both as worldwide and in Poland. Waste should be dumped in installations specially designed for this purpose, unfortunately a certain portion of the waste goes to illegal landfills.

In the study there was calculated the amount of municipal waste and recyclables generated in the area of municipalities associated in Union of Tourist Municipalities of the Dynowskie Highlands. The study area included the municipalities of: Nozdrzec, Dubiecko, Dydnia, Dynów, Town of Dynów and Krzywca.

In the analyzed area, a total of 12,418.84 Mg per year of municipal waste has been generated. It was found that among all of the morphological groups, the largest was food waste (28%).

Keywords: municipal waste, segregation, landfill leachate, waste dumping, waste management

1. Wprowadzenie

Jedną z negatywnych konsekwencji rozwoju cywilizacyjnego jest generowanie odpadów, czyli wszelkich substancji i przedmiotów nieznajdujących zastosowania

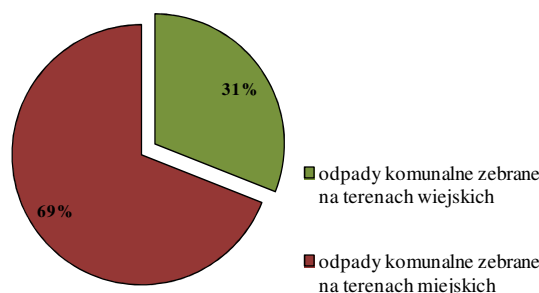
w czasie lub miejscu wytworzenia. Odpady, ze względu na swój skład, miejsce lub sytuację, w jakiej powstały, oraz sposób dalszego postępowania z nimi, mogą w różnym stopniu zagrażać środowisku¹. Odpady komunalne zgodnie z definicją zawartą w ustawie o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r.² to takie, które powstają w gospodarstwach domowych, ale również takie, które pochodzą od innych wytwórców, a ze względu na swój skład lub charakter są podobne do odpadów z gospodarstw domowych i nie zawierają odpadów niebezpiecznych.

Najpowszechniej stosowaną zarówno na świecie, jak i w Polsce, metodą unieszkodliwiania odpadów jest wciąż ich składowanie³. Pomimo iż większość obywateli zdaje sobie sprawę, gdzie trafiają wytwarzane przez nich odpady, społeczna akceptacja sąsiedztwa składowisk odpadów jest niska. Może to wynikać z obaw o niekorzystny wpływ składowisk na środowisko, taki jak: emisje do atmosfery odorów i pyłów, ryzyko pożarów, możliwości zanieczyszczenia wód podziemnych⁴.

Odpady komunalne stanowiły niespełna 9% całkowitej masy wytwarzanych w Polsce w 2013 r. odpadów. Z niemal 10 mln ton zebranych odpadów komunalnych najwięcej (81,9%) składowano, jedynie 4,3% unieszkodliwiono biologicznie, a 1,1% – termicznie⁵.

Z Raportu o stanie środowiska w województwie podkarpackim w 2012 r. wynika, że odpady zebrane na terenach wiejskich stanowiły 31% ogólnej puli zebranych odpadów komunalnych (ryc. 1)⁶.

Ryc. 1. Procentowy udział odpadów komunalnych zebranych w województwie podkarpackim



Źródło: Raport o stanie środowiska w województwie podkarpackim w 2012 roku, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Rzeszów 2013

¹ Ł. Jurczyk, J. Koc-Jurczyk, *Zmiany podejścia do składowania odpadów a generowanie odcieków składowiskowych*, Archiwum Ochrony Środowiska i Gospodarki Odpadami, nr 16(1), 2014, s. 31–40.

² Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r. Nr 0, poz. 21).

³ L. Paoli, A. Corsini, V. Bigagli, J. Vannini, C. Bruscoli, S. Loppi, *Long-term biological monitoring of environmental quality around a solid waste landfill assessed with lichens*, Environmental Pollution, nr 161, 2012, s. 70–75.

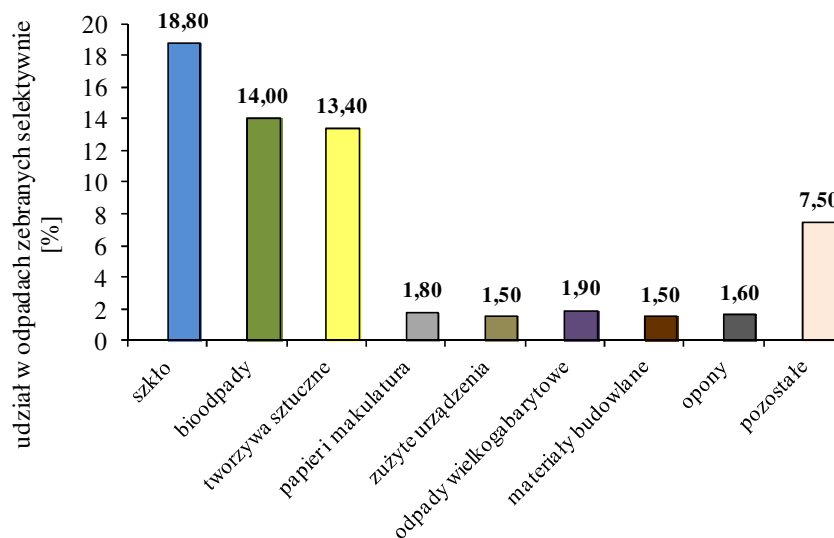
⁴ M. El-Fadel, E. Bou-Zeid, W. Chahine, B. Alayli, *Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste with high organic and moisture content*, Waste Management, nr 22, 2002, s. 269–282.

⁵ *Ochrona Środowiska 2013*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2013.

⁶ *Raport o stanie środowiska w województwie podkarpackim w 2012 roku*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Rzeszów 2013.

Jak wskazują dane WIOŚ⁷ w Rzeszowie, w 2012 r. na terenie województwa podkarpackiego zebrano ogółem 411,6 tys. Mg odpadów komunalnych, w tym 82,6% (339,8 tys. Mg) stanowiły odpady zmieszane, a 17,4% (71,8 tys. Mg) odpady zebrane selektywnie. Strukturę odpadów zebranych selektywnie przedstawiono na ryc. 2.

Ryc. 2. Struktura odpadów komunalnych zebranych selektywnie w województwie podkarpackim



Źródło: Raport o stanie środowiska w województwie podkarpackim w 2012 roku, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Rzeszów 2013

Odpady komunalne od momentu wytworzenia w sposób istotny zagrażają zarówno środowisku, jak i zdrowiu ludzi, dlatego też konieczne jest ich bezpieczne usuwanie i unieszkodliwianie.

Substancje organiczne pochodzenia naturalnego, czyli odpady spożywcze (roślinne i zwierzęce) oraz tzw. odpady zielone (z porządkowania parków, zieleńców itp.), które są podatne na procesy biochemicznego rozkładu, powinny zostać zebrane w sposób selektywny, a następnie poddane procesowi unieszkodliwiania poprzez stabilizację tlenową. Kiedy odpady należące do tej grupy trafiają na składowisko, ulegają niekontrolowanym procesom biochemicznym, czego efektem jest emisja do atmosfery substancji gazowych o charakterze toksycznym oraz palnym (a nawet wybuchowym), a także substancji odoroczynnych, których próg wyczuwalności dla człowieka jest bardzo niski, rzędu 10^{-4} mg/m³ ⁸. Dodatkowo odpady spożywcze są traktowane przez zwierzęta, a szczególnie gryzonie oraz wielu gatunków dzikich ptaków, jako pożywienie, żerując na składowiskach odpadów, roznosząc je często na znaczne odległości, co powoduje wtórne zanieczyszczenie. Odpady komunalne

⁷ Raport o stanie środowiska w województwie podkarpackim w 2012 roku, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Rzeszów 2013.

⁸ C. Rosik-Dulewska, Podstawy gospodarki odpadami, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2012.

są także źródłem drobnoustrojów chorobotwórczych, przez co stwarzają zagrożenie epidemiologiczne⁹.

Pomimo prowadzenia selekcji, w strumieniu odpadów komunalnych znajdują się często odpady niebezpieczne, których unieszkodliwienie stanowi poważny problem. Zaliczamy do nich, m.in. baterie, lampy rtęciowe, akumulatory, przeterminowane leki, stosowane w gospodarstwach domowych środki owadobójcze i dezynfekcyjne wraz z opakowaniami i wiele innych¹⁰. Odpady komunalne, do których zaliczamy tworzywa sztuczne, papier i tekturę, tekstylia, szkło i metale stanowią surowce wtórne, które mogą być odzyskiwane i zwracane do obiegu materiałowego. Nie stwarzają one większych zagrożeń dla środowiska, jednak przyczyniają się do degradacji terenów, na których są składowane.

Prawidłowe gospodarowanie odpadami powinno polegać na¹¹:

- ♦ stosowaniu wszelkich możliwych form zapobiegania albo możliwie największego ograniczenia powstawania odpadów,
- ♦ składowaniu odpadów w sposób maksymalnie umożliwiający pozyskanie tych składników, które można zawrócić do obiegu wtórnego,
- ♦ gromadzeniu odpadów w wydzielonym i bezpiecznym terenie, w pobliżu miejsca ich powstawania, w specjalnie do tego celu przystosowanych pojemnikach lub kontenerach;
- ♦ regularnym i częstym zabieraniu odpadów z miejsca składowania do zakładu unieszkodliwiania.

Każdy system gospodarowania odpadami obejmuje trzy podstawowe elementy, czyli gromadzenie odpadów w pobliżu miejsca powstawania, a następnie ich usuwanie i unieszkodliwianie.

Zagadnienia związane z planami gospodarki odpadami zostały uregulowane w dziale III ustawy z dnia 14 grudnia 2012 o odpadach¹². Plany są opracowywane na poziomie centralnym i wojewódzkim i mają na celu osiągnięcie celów założonych w polityce ekologicznej państwa. Dodatkowo służą tworzeniu i utrzymaniu w kraju zintegrowanej oraz wystarczająco wydajnej sieci instalacji gospodarowania odpadami, spełniających wymagania ochrony środowiska. Ich zawartość uregulowano w art. 35 powyższej ustawy¹³.

„Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2014”, przyjęty uchwałą nr 217 Rady Ministrów z dnia 24 grudnia 2010 r.¹⁴, oraz na podstawie art. 14, ust. 4, ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach¹⁵ obowiązuje do końca 2014 r. Najważniejszymi zobowiązaniami ujętymi w „Polityce Ekologicznej Państwa na lata 2009–2012 z perspektywą do roku

⁹ K. Kaczorek, S. Ledakowicz, *Analiza pracy składowiska odpadów z punktu widzenia inżynierii bioreaktorowej*, Biotechnologia, nr 2, 2005, s. 69–87.

¹⁰ A. Listwan, I. Baic, A. Łuksa, *Podstawy gospodarki odpadami niebezpiecznymi*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2009.

¹¹ http://trzebiez.w.interia.pl/wypracowania/gospodarowanie_odpadami.htm (dostęp: 27.06.2014).

¹² Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r. Nr 0, poz. 21).

¹³ Z. Bukowski, *Plan na recykling*, Recykling, nr 7, 2014, s. 10–15.

¹⁴ Uchwała nr 217 Rady Ministrów z dnia 24 grudnia 2010 r. w sprawie „Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2014” (Monitor Polski z 2010 r. nr 101, poz. 1183).

¹⁵ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. z 2001 r. Nr 62, poz. 628).

2016" jest osiągnięcie do 31 grudnia 2014 r. odzysku na poziomie minimum 60% oraz recyklingu na poziomie minimum 55% odpadów opakowaniowych, oraz sukcesywne ograniczanie masy składowanych odpadów komunalnych ulegających biodegradacji, począwszy od 75% w 2010 r., poprzez 50% w 2013 r., aż do osiągnięcia w 2020 r. poziomu 35% w stosunku do masy tych odpadów wytwarzanych w 1995 r. Ponadto przyjęto, że od 2012 r., kiedy zbierane będzie 25% zużytych baterii i akumulatorów przenośnych, do 2016 r. osiągnięty zostanie poziom 45%. Według tych wytycznych w ciągu roku powinno się zbierać średnio 4 kg zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego na jednego członka gospodarstwa domowego¹⁶.

Skład i ilość wytwarzanych odpadów komunalnych na danym terenie różnią się w zależności od bardzo wielu czynników, choćby takich jak preferencje konsumpcyjne mieszkańców. Zróżnicowanie składu i właściwości odpadów komunalnych, zmiany ich struktury w kolejnych latach, a także różnorodność miejsc ich powstawania oraz sposobu gromadzenia powodują, że uzyskanie informacji dotyczących charakterystyki odpadów jest możliwe jedynie na podstawie przeprowadzonych w sposób systemowy badań. Przy wyborze metody unieszkodliwiania odpadów komunalnych oraz projektowaniu obiektów przeznaczonych do tego celu, powinno się opierać na możliwie pełnych informacjach o właściwościach technologicznych odpadów, a nie na założonych wartościach, często przyjętych na podstawie informacji pochodzących z zagranicy¹⁷.

Pomimo wciąż rosnącej świadomości ludzi odnośnie gospodarowania i unieszkodliwiania odpadów ważnym problemem wciąż są „dzikie” (nielegalne) wysypiska odpadów. Według Ichinose i Yamamoto¹⁸ spośród wielu różnych powodów istnienia nielegalnych wysypisk odpadów jednym z głównych jest niedobór miejsc zagospodarowania i unieszkodliwiania odpadów. Największym zagrożeniem wynikającym z nielegalnego składowania odpadów jest przypadkowy wybór miejsca. Odpady nie są oddzielone od podłoża warstwą izolującą, nie posiadają uszczelnienia hydroizolującego oraz wydzielonej strefy ochronnej. Odpady składowane w ten sposób są penetrowane przez dzikie zwierzęta, odłamki szkła i metali mogą je kaleczyć, sznurki, żyłki i opakowania foliowe powodują splątanie i poranienie nóg, zwłaszcza ptaków, a zjadane związki toksyczne mogą prowadzić nawet do ich śmierci. Nie należy też zapominać, że obecne na obrzeżach dróg, nieużytkach czy w lasach odpady, obniżają walory estetyczne krajobrazu, co jest szczególnie istotne na terenach objętych różnymi formami ochrony krajobrazu. W miejscach nielegalnych składowisk odpadów wprowadzone zostają do środowiska gatunki roślinności ruderalnej (również inwazyjne), co może być powodem giniecia naturalnych i mniej odpornych gatunków¹⁹.

Celem badań było teoretyczne określenie nagromadzenia odpadów na terenie gmin: Nozdrzec, Dubiecko, Dydnia, Dynów, miasto Dynów, Krzywca, wyrażonego przez masowe i objętościowe wskaźniki nagromadzenia oraz ciężar nasypowy. W niniejszej

¹⁶ Z. Bukowski, *Plan na..., op. cit.*, s. 10-15.

¹⁷ http://trzebiez.w.interia.pl/wypracowania/gospodarowanie_odpadami.htm (dostęp: 27.06.2014).

¹⁸ D. Ichinose, M. Yamamoto, *On the relationship between the provision of waste management service and illegal dumping*, *Resource and Energy Economics*, nr 33, 2011, s. 79-93.

¹⁹ <http://gwe24.pl/Dzikie-wysypiska-zagrozeniem-srodowiska,3279.html> (dostęp: 10.07.2014).

pracy przybliżono również problematykę powstających na składowiskach odpadów komunalnych odcieków, stanowiących największe zagrożenia środowiskowe.

2. Ocieki składowiskowe

Konsekwencją unieszkodliwiania odpadów komunalnych poprzez składowanie jest powstawanie odcieków^{20,21}. Dopływ zanieczyszczeń w postaci odcieków składowiskowych zakłóca naturalne procesy kształtujące skład wód podziemnych, do których możemy zaliczyć: zasilenie infiltracyjne; wpływ roślinności i ewapotranspiracji; procesy zachodzące w glebie i strefie aeracji, m.in. wietrzenie chemiczne minerałów, rozpuszczanie, biodegradację, utlenianie, redukcję, wymianę jonową; procesy zachodzące w strefie saturacji, m.in. utlenianie, redukcję czy sorpcję. Spośród wód występujących w strefie saturacji, na zanieczyszczenie odciekami najbardziej narażone są wody przypowierzchniowe i wody gruntowe²².

Ze względu na charakter lokalizacji, składowiska odpadów komunalnych stanowią tzw. punktowe źródło zanieczyszczeń. Do najczęstszych objawów zanieczyszczeń wód podziemnych przez składowiska odpadów komunalnych możemy zaliczyć: wzrost mineralizacji, twardości i utleniałości wody, zmiany organoleptyczne, obecność ditlenku węgla, metanu, siarkowodoru, amoniaku, jonów siarkowych, chlorkowych i żelaza (II), kwasów organicznych, aldehydów, alkoholi, związków fosforu, wzrost wartości substancji organicznych wyrażonych jako ChZT (chemiczne zapotrzebowanie na tlen) i BZT (biochemiczne zapotrzebowanie na tlen) oraz obecność licznych bakterii. Do mikroskładników pochodzących z rozkładu substancji organicznych oraz domieszek odpadów i ścieków przemysłowych można zaliczyć: bor, kadm, kobalt, chrom, miedź, rtęć, nikiel, ołów, selen, cynk oraz srebro, złoto, bar, beryl, bizmut, brom, fluor, german, ind, lantanowce, molibden i tal. W wyniku długiego przebywania odpadów w złożu składowiska, zanieczyszczenia podlegają częściowej degradacji, w konsekwencji pewna ilość związków, potencjalnie szkodliwych, pojawia się w odciekach. Znaczna część tych zanieczyszczeń ma charakter ksenobiotyczny^{23,24}.

3. Obszar badań i metody

Udział w projekcie „Błękitny San”, realizowanym przez Związek Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego, biorą gminy z trzech sąsiadujących ze sobą powiatów, tj. rzeszowskiego, brzozowskiego i przemyskiego. Projektem objętych jest sześć gmin: Nozdrzec, Dubiecko, Dydnia, Dynów, miasto Dynów, Krzywca. Liczbę ludności i powierzchnię oraz gęstość zaludnienia w 2013 r. przedstawiono w tabeli 1.

²⁰ L. Paoli, A. Corsini, V. Bigagli, J. Vannini, C. Bruscoli, S. Loppi, *Long-term biological monitoring...*, *op. cit.*, s. 70–75.

²¹ M. El-Fadel, E. Bou-Zeid, W. Chahine, B. Alayli, *Temporal variation of leachate quality...*, *op. cit.*, s. 269–282.

²² J. Koc-Jurczyk, Ł. Jurczyk, *The influence of waste landfills on ground and water environment*, [w:] K. Skibniewska (ed.), *Some aspects of environmental impact of waste dumps*, Olsztyn 2011, s. 29–40.

²³ A. Szymańska-Pulikowska, *Jakość wód podziemnych w obszarze potencjalnego oddziaływania składowisk odpadów komunalnych*, Monografie Wydawnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław 2009.

²⁴ S.Q. Aziz, H.A. Aziz, M.S. Yusoff, M.J.K. Bashir, M. Umar, *Leachate characterization in semi-aerobic and anaerobic sanitary landfills: A comparative study*, *Journal of Environmental Management*, nr 91, 2010, s. 2608–2614.

Wskaźnik masowy nagromadzenia odpadów jest to ilość odpadów stałych nagromadzonych w jednostce czasu, wyrażona w jednostkach masy w odniesieniu do jednostki przeliczeniowej, np. jednego mieszkańca lub metra kwadratowego powierzchni. Wskaźnik objętościowy nagromadzenia odpadów jest to objętość nagromadzonych odpadów (luźno usypanych w pojemnikach) w jednostce czasu, wyrażona w jednostkach objętości w odniesieniu do jednostki przeliczeniowej, np. jednego mieszkańca lub metra kwadratowego powierzchni²⁵.

Tab. 1. Charakterystyka analizowanego terenu

Gmina/miasto	Ludność	Powierzchnia [km ²]	Gęstość zaludnienia [M/km ²]
Dynów (gmina miejska)	6195	24,55	253,4
Dubiecko	9521	154,25	61,8
Dydnia	8185	130,29	63,0
Dynów (gmina wiejska)	7042	119,02	59,7
Krzywca	4950	94,95	51,9
Nozdrzec	8460	120,77	70,3
Razem	44 353	643,83	-

Źródło: Statystyczne Vademecum Samorządowca 2013. Urząd Statystyczny w Rzeszowie

Analizę danych wykonano zgodnie z normą BN-87/9103-04²⁶. Roczną masę morfologiczną odpadów licząco ze wzoru:

$$Q_a = \frac{V_j \times M}{1000} \quad (1)$$

gdzie:

Q_a - roczna masa odpadów komunalnych [Mg/a]

V_j - jednostkowy wskaźnik nagromadzenia odpadów (przyjęto 280 kg·M/a)

M - liczba mieszkańców

Dobową masę powstających odpadów licząco według równania:

$$Q_d = \frac{Q_a \times k_n}{365} \quad (2)$$

gdzie:

Q_d - dobowa masa powstających odpadów komunalnych [Mg/d]

k_n - współczynnik nierównomierności dobowej (przyjęto 1,3)

²⁵ A. Generowicz, K. Gąska, *Research on waste generation indicators for 40 thousand inhabitants community*, Archives of Waste Management and Environmental Protection, nr 16(2), 2014, s. 67-74.

²⁶ BN-87/9103-04 *Unieszkodliwianie odpadów miejskich. Metody oznaczania wskaźnika nagromadzenia*.

Roczną masę powstających poszczególnych grup morfologicznych odpadów komunalnych obliczono według wzoru:

$$Q_{ga} = \frac{Q_a \times \%Ug}{100\%} \quad (3)$$

gdzie:

Q_{ga} - roczna masa poszczególnych grup morfologicznych odpadów komunalnych [Mg/a]

$\%Ug$ - udział poszczególnych grup morfologicznych w masie odpadów komunalnych [% w/w]

Przyjęto następujący udział grup w strumieniu odpadów:

odpady spożywcze	28%
papier i tektura	13,5%
tworzywa sztuczne	10%
szkło	8%
metale	2,1%
frakcja Ø 10 mm	30%

Roczną masę poszczególnych grup morfologicznych odpadów komunalnych przeznaczoną do selektywnej zbiórki obliczono według wzoru:

$$Q_{swa} = \frac{Q_{ga} \times \%O}{100\%} \quad (4)$$

gdzie:

$\%O$ - przewidywany poziom odzysku poszczególnych grup morfologicznych [% ww.].

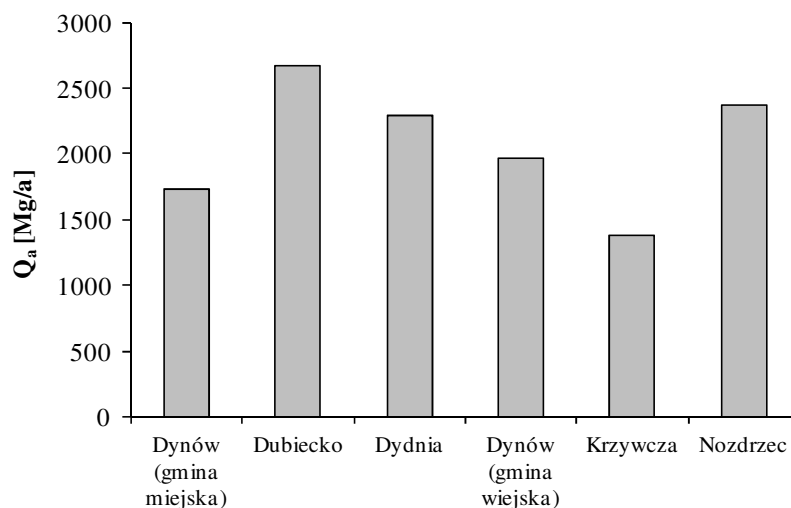
Przyjęto następujący udział grup w strumieniu odpadów:

odpady spożywcze	10%
papier i tektura	25%
tworzywa sztuczne	15%
szkło	15%
metale	10%

4. Wyniki badań i ich omówienie

Roczną masę powstających odpadów komunalnych przedstawiono na ryc. 3. Masa ta zależy bezpośrednio od liczby ludności zamieszkującej dany teren. W sumie na terenie objętym programem Związku Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego powstaje 12 418,84 Mg odpadów rocznie.

Ryc. 3. Roczna masa odpadów komunalnych powstających w poszczególnych gminach



Źródło: Opracowanie własne

Analiza morfologiczna odpadów, czyli ich skład grupowy stanowi najistotniejsze źródło informacji o odpadach komunalnych. Wyodrębnienie i oznaczenie jak największej liczby składników odpadów daje odpowiedź o przydatności odpadów do poszczególnych technik przerobu, wtórnego ich wykorzystania czy unieszkodliwiania. Odpady organiczne mogą zostać przekształcone w procesach biologicznych (jak kompostowanie czy fermentacja) i termicznych (również z odzyskaniem energii). Odpady posegregowane mogą zostać następnie poddane odzyskowi i recyklingowi materiałowemu, odpady niebezpieczne – unieszkodliwianiu, a nieaktywne, takie jak: gruz, stłuczka ceramiczna czy popiół – odzyskowi. Skład morfologiczny odpadów komunalnych zależy od stopnia rozwoju gospodarczego, stylu życia oraz struktury zabudowy²⁷. Innego składu odpadów należy się więc spodziewać na terenach z przewagą gospodarstw wiejskich, innego w zabudowie wielorodzinnej i jednorodzinnej. Roczna masa powstających poszczególnych grup morfologicznych odpadów na danym terenie przedstawiono w tabeli 2.

Na terenie objętym programem Związku Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego najczęściej powstaje odpadów spożywczych. W gospodarstwach wiejskich tego typu odpady są utylizowane u źródła powstania (karmienie zwierząt, kompostowanie, mieszanie z nawozami naturalnymi), należy jednak zauważyć, że zmiany w strukturze społecznej współczesnej wsi (praca w sektorze usług, turystyce) coraz bardziej zbliżają styl życia do miejskiego, czego konsekwencją mogą być zmiany składu powstających odpadów. Również w przypadku innych grup morfologicznych odpadów, ich ilość praktyczna może kształtować się inaczej niż w wyliczeniach teoretycznych. Dotyczy to głównie papieru i tektury, które można spalać w przydomowych piecach,

²⁷ A. Jędrzak, R. Szpadt, *Określenie metodyki badań składu sitowego, morfologicznego i chemicznego odpadów komunalnych*, 2006, www.mos.gov.pl (dostęp: 1.07.2014).

szkła wykorzystywanego w tradycyjnych gospodarstwach domowych czy tworzyw sztucznych, które niestety również często są spalane w piecach.

Tab. 2. Roczna masa powstających grup morfologicznych odpadów [Mg/a]

Gmina/miasto	Odpady spożywcze	Papier i tektura	Tworzywa sztuczne	Szkło	Metale	Frakcja < 10 mm	Pozostałe
Dynów (gmina miejska)	485,68	234,17	173,46	138,76	36,42	520,38	145,69
Dubiecko	746,44	359,89	266,58	213,27	55,98	799,76	223,92
Dydnia	641,7	309,39	229,18	183,34	48,12	687,54	192,5
Dynów (gmina wiejska)	552,09	266,18	197,17	157,74	41,4	591,52	165,62
Krzywca	388,08	187,11	138,6	110,88	29,1	415,8	116,42
Nozdrzec	663,26	319,78	236,88	189,5	49,74	710,64	198,97
Razem	3477,27	1676,54	1241,88	993,5	260,79	3725,65	1043,17

Źródło: Opracowanie własne

Zgodnie z ustawą z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi²⁸ docelowy poziom odzysku odpadów opakowaniowych powinien wynosić 61%. Odpady powinny być selektywnie zbierane w danym strumieniu, w celu ułatwienia określonego sposobu ich przetwarzania, obejmującego jedynie odpady charakteryzujące się takimi samymi właściwościami. W przypadku selektywnie zebranych odpadów komunalnych obowiązuje zakaz ich mieszania ze zmieszanyymi odpadami komunalnymi odbieranymi od właścicieli nieruchomości²⁹. Zgodnie z art. 3, ust. 2, pkt 5 ustawy z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach^{30,31} za selektywny odbiór odpadów odpowiedzialne są gminy, należy przez to rozumieć zorganizowanie przez nie systemu efektywnego selekcjonowania odpadów lub stworzenie warunków do tego niezbędnych.

Art. 3, ust. 2, pkt 5 ustawy stanowi, że selektywne zbieranie odpadów komunalnych musi obejmować przynajmniej następujące frakcje: papier, metale, tworzywa sztuczne, szkło i opakowania wielomateriałowe oraz odpady komunalne ulegające biodegradacji (w tym ulegające biodegradacji odpady opakowaniowe). Selektywna zbiórka wymienionych frakcji związana jest m.in. z koniecznością osiągnięcia na poziomie gminy wymaganych poziomów recyklingu i przygotowania do ponownego użycia: papieru, metali, tworzyw sztucznych i szkła (art. 3b, ust. 1, pkt 1 i ust. 2 ustawy) oraz ograniczenia masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji (art. 3c).

W tabeli 3 przedstawiono prognozowaną roczną masę poszczególnych grup morfologicznych odpadów komunalnych przeznaczoną do selektywnej zbiórki na terenie objętym programem Związku Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego.

²⁸ Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi (Dz.U. z 2013 r., poz. 888).

²⁹ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylającej niektóre dyrektywy (Dz. Urz. UE L 312 z 22.11.2008).

³⁰ Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. z 1996 r. Nr 132, poz. 622).

³¹ Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 13 września 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. z 2013 r., poz. 1399).

Tab. 3. Roczna masa grup morfologicznych odpadów komunalnych przeznaczonych do selektywnej zbiórki [Mg/a]

Gmina/miasto	Odpady spożywcze	Papier i tektura	Tworzywa sztuczne	Szkło	Metale
Dynów (gmina miejska)	48,56	58,54	26,01	20,81	3,64
Dubiecko	74,64	89,97	39,98	31,99	5,59
Dydnia	64,17	77,34	34,37	27,5	4,81
Dynów (gmina wiejska)	55,2	66,54	29,57	23,66	4,14
Krzywca	38,8	46,77	20,79	16,63	2,91
Nozdrzec	66,32	79,94	35,53	28,42	4,97
Razem	347,72	419,13	186,28	149,02	26,07

Źródło: Opracowanie własne

Z tabel 2 i 3 wynika, że masa odpadów przeznaczonych do selektywnej zbiórki jest 10–25-krotnie niższa od masy powstających odpadów. Powstaje w ten sposób furтка usprawiedliwiająca inne wykorzystanie odpadów. Odpady powstające na terenie objętym programem Związku Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego są zbierane przez przedsiębiorstwa wyznaczone w drodze konkursu, a następnie powinny być wywożone do najbliższej Regionalnej Instalacji Przetwarzania Odpadów Komunalnych (RIPOK – takie instalacje znajdują się m.in. w Krośnie lub Kozodrzy). Odpady, które znalazły się na nielegalnych „dzikich” wysypiskach odpadów, najczęściej trafiają tam bezpośrednio ze źródła (od wytwórcy), z pominięciem systemu zbiórki. Niezależnie od miejsca składowania odpadów efektem ubocznym tego sposobu postępowania z nimi są powstające na skutek rozkładu materii emisje, w tym odcieki. O ile składowiska zorganizowane funkcjonują na zasadach obowiązującego prawa^{32,33,34} to składowiska nielegalne nie są objęte żadną ewidencją czy badaniami. W przypadku składowisk odpadów komunalnych odcieki są zbierane systemem drenażowym do zbiorników bezodpływowych lub odprowadzane bezpośrednio do kanalizacji, a następnie oczyszczane w zbiorczych oczyszczalniach ścieków. Dodatkowo w pobieranych regularnie próbkach odcieków muszą być oznaczane następujące parametry: wartość pH, przewodność elektrolityczna właściwa, ogólny węgiel organiczny (OWO), zawartość poszczególnych metali ciężkich, w tym miedzi (Cu), cynku (Zn), ołowiu (Pb), kadmu (Cd), chromu (Cr⁶⁺) i rtęci (Hg) oraz suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). W fazie eksploatacji składowiska objętość powstających odcieków powinno się określać co 1 miesiąc, a skład odcieków co 3 miesiące. Po zamknięciu składowiska, w fazie poeksploatacyjnej, parametry te powinny być oznaczane co 6 miesięcy.

Skład i ilość odcieków może być bardzo zróżnicowana, w zależności od wieku składowiska, sposobu eksploatacji hałdy odpadów, sposobu przygotowania odpadów, budowy i warunków operacyjnych składowiska. Ponadto nie bez wpływu pozostają

³² Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r., poz. 21).

³³ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (Dz.U. z 2013 r., poz. 523).

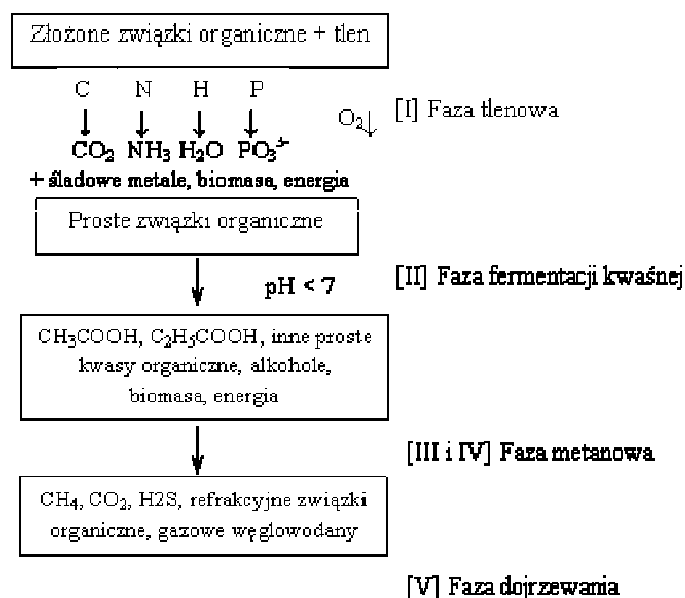
³⁴ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 września 2012 r. w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych (Dz.U. z 2012 r., poz. 1052).

również procesy zachodzące w złożu składowiska związane ze stopniem rozkładu materii organicznej, efektywnością wydzielania gazu czy jego osiadaniem^{35,36,37}.

Rozkład odpadów komunalnych w składowisku przebiega w kilku etapach (ryc. 4). W każdym z tych etapów zachodzą charakterystyczne dla nich zmiany liczebności populacji określonych grup bakterii oraz tworzenie i utylizacja ich produktów metabolicznych, przy czym różne fragmenty składowiska (nawet znajdujące się blisko siebie) mogą znajdować się w różnych fazach procesów rozkładu.

Odcieki pochodzące z młodych składowisk, będących w fazie kwasogennej charakteryzują się niskim pH, średnimi stężeniami azotu amonowego (500–2000 mg/l) wysokimi stężeniami substancji organicznych wyrażonych jako BZT (4000–13 000 mg/l) i ChZT (30 000–60 000 mg/l), w związku z czym wartość współczynnika BZT/ChZT jest wysoka i waha się w zakresie 0,4–0,7. W czasie fazy metanogennej w odciekach pojawiają się trudno rozkładalne substancje organiczne, zachodzi degradacja lotnych kwasów tłuszczowych (VFA), a pH wzrasta do około 7. Wraz z czasem składowania odpadów i przewagą procesów beztlenowych zachodzących w złożu, w odciekach pojawia się w wysokich stężeniach azot amonowy (3000–5000 mg/l), wartość ChZT wynosi 5000–20 000 mg/l, a BZT/ChZT jest niższe niż 0,1 (tab. 4).

Ryc. 4. Etapy procesu rozkładu związków organicznych w składowisku odpadów



Źródło: K. Kaczorek, S. Ledakowicz, *Analiza pracy składowiska odpadów z punktu widzenia inżynierii bioreaktorowej*. *Biotechnologia*, nr 2, 2005, s. 69–87

³⁵ J.S. Guo, A.A. Abbas, Y.P. Chen, Z.P. Liu, F. Fang, P. Chen, *Treatment of landfill leachate using a combined stripping, Fenton, SBR, and coagulation process*, *Journal of Hazardous Materials*, nr 178, 2010, s. 699–705.

³⁶ W.G. Shima, J.M. Abdul, T. Mohammad, S. Vigneswaran, H.H. Ngo, J. Kandasamy, *Biofilter in leachate treatment processes*, *Desalination and Water Treatment*, nr 41, 2012, s. 249–257.

³⁷ M. Afsharnia, A. Torabian, G.R. Mousavi, M.A. Abduli, *Landfill Leachate treatment by sono-evaporation*. *Desalination and Water Treatment*, nr 48, 2012, s. 344–348.

Oczyszczanie i usuwanie odcieków ze składowisk odpadów komunalnych stanowi obecnie poważny problem. W Polsce jako główną metodę unieszkodliwiania odcieków stosuje się wywożenie wód odciekowych specjalnie do tego celu przeznaczonymi wozami asenizacyjnymi do lokalnych oczyszczalni ścieków, gdzie oczyszcza się je wraz ze ściekami komunalno-przemysłowymi. W uprzemysłowionych krajach Unii Europejskiej oczyszczanie odcieków w oczyszczalniach komunalnych nie jest stosowane, gdyż metoda ta nie jest zgodna z aktualnym stanem techniki oraz wymogów ochrony środowiska.

Odcieki zawierające szkodliwe zanieczyszczenia oczyszcza się natomiast nowoczesnymi metodami w specjalistycznych oczyszczalniach zlokalizowanych w obrębie składowiska. Kraje Unii Europejskiej przy oczyszczaniu odcieków wykorzystują głównie metody biologiczne lub też kombinację tych metod, łącząc je z metodami chemiczno-fizycznymi^{38,39,40}. Metody biologiczne polecane są do oczyszczania odcieków pochodzących ze składowisk eksploatowanych do 5 lat. Odcieki ze składowisk starszych zawierają dużo związków organicznych trudno rozkładalnych (stosunek BZT/ChZT wynosi średnio 0,2). Z tego powodu do unieszkodliwiania tych odcieków polecane są metody fizykochemiczne. Jest to uzasadnione zarówno ze względów ekonomicznych, jak i praktycznych. Procesy te są często łączone z procesami mechanicznymi oraz biologicznymi. Do oczyszczania odcieków wykorzystywane są takie procesy, jak: wymiana jonowa, strącanie metali, adsorpcja, koagulacja, filtracja ciśnieniowa, elektroliza, odwrócona osmoza, odparowanie, spopielanie, zestalenie oraz utlenianie^{41,42}.

Tab. 4. Skład odcieków ze składowisk odpadów komunalnych w zależności od wieku składowiska

Parametr	Młode	Średnie	Ustabilizowane
Wiek [lata]	< 5	5-10	> 10
pH	< 6,5	6,5-7,5	> 7,5
ChZT [mg/l]	> 10 000	4000-10 000	< 4000
BZT/ChZT	0,5-1,0	0,1-0,5	< 0,1
Substancje organiczne	80% (VFA)	5-30% VFA + kwasy humusowe i fulwowe	kwasy humusowe i fulwowe
N-NH ₄ [mg/l]	< 400	n.b.	> 400
OWO/ChZT	< 0,3	0,3-0,5	> 0,5
Metale ciężkie [mg/l]	Stężenie niskie lub średnie	Stężenie niskie	Stężenie niskie
Biodegradowalność	Wysoka	Średnia	Niska

n.b. – nie badano

Źródło: F.N. Ahmed, C.Q. Lan, *Treatment of landfill leachate using membrane bioreactors: A review*, *Desalination*, 2012, nr 287, s. 41-54 oraz K.Y. Foo, B.H. Hameed, *An overview of landfill leachate treatment via activated carbon adsorption process*, *Journal of Hazardous Materials*, 2009, nr 171, s. 54-60

³⁸ J. Koc-Jurczyk, *Removal of Refractory Pollutants from Landfill Leachate Using Two-Phase System*, *Water Environment Research*, nr 86, 2014, s. 74-80.

³⁹ J. Koc-Jurczyk, Ł. Jurczyk, *The influence of waste landfills...*, *op. cit.*, s. 29-40.

⁴⁰ S. Stępnia, *Metody oczyszczania odcieków z naziemnych składowisk odpadów*, *Gaz, Woda i Technika sanitarna*, nr 8, 2000, s. 326-328.

⁴¹ M. Umar, H.A. Aziz, M.S. Yusoff, *Trends in the use of Fenton, electro-Fenton and photo-Fenton for the treatment of landfill leachate*, *Waste Management*, nr 30, 2010, s. 2113-2121.

⁴² Y. Wang, X. Li, L. Zhena, H. Zhang, Y. Zhang, Ch. Wang, *Electro-Fenton treatment of concentrates generated in nanofiltration of biologically pretreated landfill leachate*, *Journal of Hazardous Materials*, nr 229-230, 2012, s. 115-121.

5. Podsumowanie

Zgodnie z zastosowaną w pracy metodyką obliczeń na terenie objętym programem Związku Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego powstaje rocznie nawet ponad 12 tysięcy ton odpadów komunalnych, a spośród wszystkich grup morfologicznych najwięcej produkowanych jest odpadów spożywczych (28%).

Gospodarka odpadami na terenach o tak wysokich walorach przyrodniczych i krajobrazowych powinna być jednym z priorytetowych zadań, jakie stawiają przed sobą gminy i ich stowarzyszenia. Gminy powinny się stowarzyszać również w celu usprawnienia gospodarki odpadami. Ważnym zadaniem jest wykrywanie, zwalczanie nielegalnych wysypisk śmieci, które zakłócają harmonię krajobrazu, ale też stanowią istotne zagrożenie dla środowiska naturalnego, do którego dostają się produkty ich rozkładu. Badania natężenia strumienia i morfologii odpadów powinny być przeprowadzane regularnie, ponieważ zmiany w stylu życia mieszkańców uwidaczniają się w pierwszej kolejności w ilości i składzie śmieci.

Bibliografia

1. Afsharnia M., Torabian A., Mousavi G.R., Abduli M.A., *Landfill Leachate treatment by sono-evaporation, Desalination and Water Treatment*, nr 48, 2012.
2. Ahmed F.N., Lan C.Q., *Treatment of landfill leachate using membrane bioreactors: A review. Desalination*, nr 287, 2012.
3. Aziz S.Q., Aziz H.A., Yusoff M.S., Bashir M.J.K., Umar M., *Leachate characterization in semi-aerobic and anaerobic sanitary landfills: A comparative study, Journal of Environmental Management*, nr 91, 2010.
4. BN-87/9103-04 *Unieszkodliwianie odpadów miejskich. Metody oznaczania wskaźnika nagromadzenia.*
5. Bukowski Z., *Plan na recykling, Recykling*, nr 7, 2014.
6. El-Fadel M., Bou-Zeid E., Chahine W., Alayli B., *Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste with high organic and moisture content, Waste Management*, nr 22, 2002.
7. Foo K.Y., Hameed B.H., *An overview of landfill leachate treatment via activated carbon adsorption process, Journal of Hazardous Materials*, nr 171, 2009.
8. Generowicz A., Gąska K., *Research on waste generation indicators for 40 thousand inhabitants community, Archives of Waste Management and Environmental Protection*, nr 16(2), 2014.
9. Guo J.S., Abbas A.A., Chen Y.P., Liu Z.P., Fang F., Chen P., *Treatment of landfill leachate using a combined stripping, Fenton, SBR, and coagulation process, Journal of Hazardous Materials*, nr 178, 2010.
10. Ichinose D., Yamamoto M., *On the relationship between the provision of waste management service and illegal dumping, Resource and Energy Economics*, nr 33, 2011.
11. Jędrzak A., Szpadt R. *Określenie metodyki badań składu sitowego, morfologicznego i chemicznego odpadów komunalnych*, 2006, www.mos.gov.pl.
12. Jurczyk Ł., Koc-Jurczyk, J. *Zmiany podejścia do składowania odpadów a generowanie odcieków składowiskowych, Archiwum Ochrony Środowiska i Gospodarki Odpadami*, nr 16(1), 2014.
13. Kaczorek K., Ledakowicz S., *Analiza pracy składowiska odpadów z punktu widzenia inżynierii bioreaktorowej, Biotechnologia*, nr 2, 2005.
14. Koc-Jurczyk J., *Removal of Refractory Pollutants from Landfill Leachate Using Two-Phase System, Water Environment Research*, nr 86, 2014.

15. Koc-Jurczyk J., Jurczyk Ł., *The influence of waste landfills on ground and water environment*, [w:] K. Skibniewska (ed.), *Some aspects of environmental impact of waste dumps*, Olsztyn 2011.
16. Listwan A., Baic I., Łuksa A., *Podstawy gospodarki odpadami niebezpiecznymi*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2009.
17. *Ochrona Środowiska 2013*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2013.
18. Paoli L., Corsini A., Bigagli V., Vannini J., Bruscoli C., Loppi S., *Long-term biological monitoring of environmental quality around a solid waste landfill assessed with lichens*, *Environmental Pollution*, nr 161, 2012.
19. *Raport o stanie środowiska w województwie podkarpackim w 2012 roku*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Rzeszów 2013.
20. Rosik-Dulewska C., *Podstawy gospodarki odpadami*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2012.
21. Shima W.G., Abdul J.M., Mohammad T., Vigneswaran S., Ngo H.H., Kandasamy J., *Biofilter in leachate treatment processes*, *Desalination and Water Treatment*, nr 41, 2012.
22. *Statystyczne Vademecum Samorządowca 2013*, Urząd Statystyczny w Rzeszowie.
23. Stępniaak S., *Metody oczyszczania odcieków z naziemnych składowisk odpadów*, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, nr 8, 2000.
24. Szymańska-Pulikowska A., *Jakość wód podziemnych w obszarze potencjalnego oddziaływania składowisk odpadów komunalnych*, monografie Wydawnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław 2009.
25. Umar M., Aziz H.A., Yusoff M.S., *Trends in the use of Fenton, electro-Fenton and photo-Fenton for the treatment of landfill leachate*, *Waste Management*, nr 30, 2010.
26. Wang Y., Li X., Zhena L., Zhang H., Zhang Y., Wang Ch., *Electro-Fenton treatment of concentrates generated in nanofiltration of biologically pretreated landfill leachate*, *Journal of Hazardous Materials*, nr 229–230, 2012.

Akty normatywne

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylającej niektóre dyrektywy (Dz. Urz. UE L 312 z 22.11.2008 r.).
2. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 13 września 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. z 2013, poz. 1399).
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 września 2012 r. w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych (Dz.U. z 2012 r., poz. 1052).
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (Dz.U. z 2013 r., poz. 523).
5. Uchwała Nr 217 Rady Ministrów z dnia 24 grudnia 2010 r. w sprawie „Krajowego planu gospodarki odpadami 2014” (M.P. z 2010 r. Nr 101, poz. 1183).
6. Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. z 1996 r. Nr 132, poz. 622).
7. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. z 2001 r. Nr 62, poz. 628).
8. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r., poz. 21).
9. Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi (Dz.U. z 2013 r., poz. 888).

Źródła internetowe

1. <http://gwe24.pl/Dzike-wysypiska-zagrozeniem-srodowiska,3279.html>
2. http://trzebiez.w.interia.pl/wypracowania/gospodarowanie_odpadami.htm