

BRIL Joanna¹
ŁUKASIK Zbigniew²

Logistyczny system gospodarki odpadami

Słowa kluczowe: logistyka, gospodarka odpadami

Streszczenie

Artykuł przybliża zagadnienia związane z systemem gospodarki odpadami (SGO), a także zawiera podstawowe zagadnienia SGO, takie jak transport czy składowanie. Jego celem jest próba przedstawienia logistycznych rozwiązań w obrębie gospodarki odpadami.

LOGISTICS WASTE MANAGEMENT SYSTEM

Abstract

Article introduces issues related to waste management system (SGO), and also provides basic SGO issues such as transport and storage. Its purpose is to attempt to present logistics solutions within waste management.

1. WSTĘP

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat coraz bardziej odczuwalnym problemem, a zarazem zagrożeniem w ochronie środowiska stały się odpady. Widoczny w Polsce w ostatnich latach wzrost zainteresowania gospodarką odpadami jest efektem licznych powiązanych ze sobą działań. Znaczny postęp odnotować możemy m.in. w rozwoju technologii zmniejszających ilość produkowanych odpadów, a także technologii bezpośrednio związanych z likwidowaniem oraz recyklingiem odpadów.

Nieprzerwanym procesem, celem, którego jest zapewnienie rozwoju gospodarki, jest doskonalenie i wprowadzanie w życie efektywnych metod zarządzania i oddziaływania ekonomicznego. Metody te wprowadza się do wszystkich obszarów związanych z działalnością produkcyjną i konsumencką, przy szczególnym uwzględnieniu uwarunkowań i czynników środowiskowych, które to mają istotny wpływ na otoczenie, w jakim żyje człowiek. Do licznego grona tych czynników należy funkcjonowanie logistyczne zintegrowanego systemu gospodarki odpadami. Zależności pomiędzy składowymi elementami systemu wprowadzane są w życie dzięki przepływowi strumienia materiałów odpadowych (stałych, ciekłych, gazowych), a także przepływ informacyjno-decyzyjny. Działalność zintegrowanego systemu gospodarki odpadami zależy m.in. od:

- właściwości, ilości i rozmieszczenia odpadów na danym terenie,
- standardu obsługi ochrony środowiska,
- czynników przestrzenno-urbanistycznych, które są powiązane m.in. ze strukturą sieci osadnicze danego regionu, ukształtowaniem powierzchni na tym obszarze, strukturą przestrzenną działalności gospodarczej, możliwością umiejscowienia obiektów systemu, połączeniami komunikacyjnymi,
- generalnych i miejscowych norm i wymagań związanych z dopuszczalnymi obciążeniami elementów środowiska.

Działania te, określone w postaci opisowej lub parametrycznej, uchodzą za dane wejściowe do systemu, a także za pakiet jego zewnętrznych barier i uwarunkowań. Drugą grupą są uwarunkowania wewnętrzne, które są ściśle powiązane z poziomem technologii z zakresu wprowadzania w życie procesów transportu, składowania i przetwórstwa odpadów.

Za podstawowe czynniki, które wpływają na efektywność funkcjonowania systemu można uznać:

- sposób, w jaki gromadzi się odpady,
- dobranie pod względem technologicznym, lokalizacji i wielkości obiektów,
- skuteczność działania obiektów,
- dobór dróg wywozu i używanych do tego środków transportu.

Schemat systemu może mieć charakter systemu statycznego, czyli bierze pod uwagę opis systemu tylko dla sprecyzowanego momentu czasowego. Inna opcja to taka, w której model ma charakter dynamiczny. W modelu

¹ Podkarpacka Szkoła Wyższa, Wydział Ekonomii i Transportu, 38-200 Jasło; ul. Na Kotlinie 8. Tel: +48 13 445-95-13, Fax: +48 13 445-95-37, E-mail: psw@psw.jaslo.pl, dziekanat@psw.jaslo.pl

² Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-70-30, 361-70-31, Fax: + 48 48 361-70-47, E-mail: z.lukasik@pr.radom.pl

takim bierze się pod uwagę zmiany parametrów wejściowych, które mogą mieć miejsce w czasie istnienia systemu, w bliżej nieokreślonej perspektywie czasowej.

W dynamicznym modelu systemu gospodarki odpadami muszą być wzięte pod uwagę poniższe aspekty:

- dynamika powstawania odpadów,
- możliwość etapowego lokalizowania obiektów systemu,
- ograniczenia związane z przepustowością i chłonnością obiektów,
- możliwość uruchomienia nowych procesów recykulacji odpadów,
- występowanie licznych i łatwo dostępnych miejsc pod lokalizację nowych obiektów systemu.

2. ELEMENTY SYSTEMU GOSPODARKI ODPADAMI I ICH ROZDYSPONOWANIE

Konstrukcja operacyjna logistycznie zintegrowanego systemu gospodarki odpadami jest zależna od rozmieszczenia miast i wsi w danym regionie, a także lokalizacją przedsiębiorstw, które wytwarzają odpady.

Obiekty tego typu można uporządkować pod względem sposobu recykulacji lub unieszkodliwiania odpadów. Do ich końcowej oceny konieczna jest analiza, w której uwzględni się:

- obiekty istniejące. W przypadku, gdy nie ma konieczności budowania nowych obiektów, a jest możliwość wykorzystania już istniejących obiektów, wówczas niezbędne jest dokonanie oceny tychże obiektów ze szczególnym uwzględnieniem ich stanu technicznego, możliwości zmodernizowania i rozbudowy. Trzeba ocenić przeszkody mające związek z położeniem i dojazdem do składowiska oraz ustalić warunki środowiskowe;
- warunki dojazdu. W czasie tworzenia nowego obiektu konieczne jest sprecyzowanie czy będzie zapewniony dojazd. Jeśli zdarzy się, że nie będzie dojazdu, wówczas trzeba ustalić, jakie nakłady finansowe należy ponieść, aby taki dojazd został zapewniony. Nie należy zapominać o zagwarantowaniu bezpieczeństwa ruchu, czy też zagadnień mających związek z ochroną środowiska;
- warunki geotechniczne. Ustalenie rodzaju podłoża i przesiąkliwości gruntu, poziomu wód gruntowych, warunków melioracyjnych na danym terenie;
- teren;
- warunki środowiskowe. Trzeba wziąć pod uwagę zagrożenia sanitarne, zanieczyszczenie gleby, powietrza i wody;
- warunki urbanistyczne. Przy wybieraniu miejsca, powinno się wziąć pod uwagę położenie geograficzne, wysokość obiektów, uciążliwość obiektu dla otoczenia, możliwość dalszej rozbudowy, wygląd zewnętrzny itp.;
- warunki eksploatacji obiektów współpracujących. Jest to ilość odpadów, która pomieści się w obiekcie oraz czas użytkowania składowiska;
- zakłócenia działania systemu. Powinno się przewidzieć działania awaryjne, awaryjne składowiska czy też zapasowe środki transportowe;
- zamierzenia rozwojowe. Możliwe unowocześnienie obiektów systemu, wymiana urządzeń lub środków transportowych.

Logistycznie zorientowana alokacja źródłowych obszarów gromadzenia i obiektów przeróbki, składowania odpadów polega na wydzieleniu w dokładnie zdefiniowanym obszarze geograficznym zbioru źródeł ich powstania, zaznaczania tras wywozu i przewozu odpadów, a także na wyznaczeniu alternatywnych położen obiektów pośrednich i końcowych, w których realizowane są procesy przerobcze związane z recyklingiem bądź procesy składowania na wysypiskach.

3. METODY STOSOWANE W SYSTEMIE

W początkowej fazie projektowania logistycznie zorientowanego systemu usuwania i unieszkodliwiania odpadów należy skonkretyzować ich techniczne, funkcjonalne i procesowe charakterystyki.

W omawianej kwestii technologie odnoszą się do poniższych czynności:

Gromadzenia odpadów

Częstość, z jaką będzie prowadzona zbiórka odpadów komunalnych musi zostać szczegółowo przeanalizowana. Konieczne jest rozważenie czy zbiórka odpadów dwa razy w tygodniu jest nieodzowna i korzystna oraz jaki będzie miała wpływ na środowisko. W Polsce najlepsza częstość wywozu to jedna zbiórka śmieci w tygodniu. Zbiórka śmieci dwa razy w tygodniu może mieć uzasadnienie w czasie upałów, głównie z powodu przyśpieszonego procesu gnicia oraz zwiększonego natężenia nieprzyjemnych zapachów. Po wyznaczeniu częstości zbiórki śmieci trzeba zająć się doborem odpowiednich pojemników do gromadzenia odpadów.

Zbiórka odpadów może być prowadzona w dwojaki sposób. Pierwszy sposób polega na wykorzystaniu pojemników, które opróżnia się i pozostawia po opróżnieniu w punkcie źródłowym lub też poprzez używanie dużych kontenerów transportowych, które to przewozi się wraz z zawartymi w nich odpadami do miejsca, w którym odpady zostaną unieszkodliwione.

Istotne jest także to, aby pojemniki były uniwersalne, dzięki czemu urządzenie śmieciarki było w stanie opróżnić pojemnik. Ponadto pojemnik musi być szczelny, odporny na uszkodzenia, lekki i być zaopatrzony w dobrze dopasowaną pokrywę.

Odrębną grupą są duże pojemniki i kontenery, które stosuje się do obsługi zsympów znajdujących się w blokach mieszkalnych oraz do gromadzenia odpadów na terenie dzielnic bloków.



Rys.1. Pojemniki do gromadzenia odpadów [20]

Transport

Rodzaj pojazdów, których używa się w gospodarce odpadami zależy od typu wykorzystywanych pojemników, systemu, w jakim odbywa się zbiórka czy też od tego czy recykling prowadzi się u źródła czy centralnie, a także od tego czy odpady do recyklingu gromadzone są w tym samym czasie i przy użyciu tego samego pojazdu.

Ponadto spore znaczenie odgrywa rodzaj transportu i wykorzystanie stacji przeładunkowej. Nakłady finansowe przeznaczone na zbiórkę odpadów bez sortowania w miejscu powstania, przy użyciu drogowych środków transportu, są dość niskie, dlatego też ten rodzaj zbiórki zdaje się być optymalny. Ten typ zbiórki posiada ekonomiczne uzasadnienie, w którym wzięto pod uwagę wymuszone zgniatanie w skrzyni pojazdu.



Rys. 2. Samochód do transportu odpadów z HDS [21]

Przeładunek

W wypadku znacznych odległości transport odpadów przy wykorzystaniu śmieciarek staje się nieopłacalny. Istotne jest położenie stacji przeładunkowej, gdyż wpływa ono znacznie na zwiększenie ekonomii zbiórki i transportu odpadów jak również na skuteczniejsze wykorzystanie specjalistycznego sprzętu, który nie zawsze jest odpowiedni do transportu dalekobieżnego.

Składowanie

Procesy zorganizowanego deponowania odpadów wdrażane są na składowiskach i w bunkrach. W czasie wykonania początkowych i końcowych procesów przeróbki odpadów często konieczne jest zastosowanie przejściowego składowania, czyli tzw. buforowania odpadów. Zazwyczaj do buforowania używa się urządzeń, które nazywa się bunkrami. Urządzenia te są dostosowane do współpracy z dźwignicami chwytakowymi, dzięki którym możliwe jest uchwycenie konkretnych porcji odpadów i ich przeniesienie w celu dokonania dalszej obróbki (w maszynach sortujących, przeróbczych, instalacjach spalających itp.)

Podział składowisk w systemach logistycznie zintegrowanej gospodarki odpadami przedstawia się w poniższy sposób:

- składowiska sanitarne – składa się na nich różne odpady komunalne i zhygienizowane odpady ściekowe. Cechą charakterystyczną tego typu składowisk jest silne skażenie drobnoustrojami chorobotwórczymi i znaczna zawartość związków organicznych;
- składowiska odpadów prasowanych – deponuje się na nich odpady sprasowane i rozdrobnione, które zajmują mniej miejsca na składowisku. Dzięki prasowaniu odpadów można zwiększyć żywotność zwykłego składowiska nawet o 25%;
- składowiska jednorodnych odpadów – ich cechą charakterystyczną jest to, iż deponuje się na nich jednego rodzaju materiał, np. popiół, żużel czy ustabilizowane odpady ściekowe. Tego rodzaju składowisko może być fragmentem innego typu składowiska;
- składowiska odpadów nieaktywnych – składa się na nich odpady, które nie są zagrożeniem dla środowiska, jak np. materiały z rozbiórek, odpady pokopalniane, popioły itp. Składowisko takie może być składowiskiem odpadów jednorodnych lub częścią składowiska sanitarnego.

Wybór przestrzennej formy składowiska zależy m.in. od:

- wodoprzepuszczalności gruntu,
- możliwości odwodnienia,
- kosztu uszczelnienia,
- metody eksploatacji,
- rodzaju gruntu,
- stabilności skarp.

Ze względu na formę przestrzenną można wyróżnić składowiska:

- w niecce lub wąwozie – wykorzystując istniejące zagłębienia terenu,
- w czaszy niecki – powstałej w czasie robót ziemnych,
- na powierzchni ziemi,
- przy stokach i skarpach – jedna ze ścian tworzy naturalny stok.

Składowisko odpadów generuje liczne zagrożenia dla środowiska naturalnego, z tego powodu wybranie położenia składowiska jest w rzeczywistości najtrudniejszym etapem postępowania projektowego w logistycznie zintegrowanej gospodarce odpadami.

Plan każdego składowiska odpadów musi ustalać:

- granice składowiska,
- sposób zagospodarowania składowiska po jego zamknięciu,
- uszczelnienie dna i ścian składowiska, co ma na celu ograniczenie przecieków,
- warstwy izolujące,
- produkcję gazów,
- wielkość odcieków,
- nieprzerwany monitoring wód gruntowych, powierzchniowych oraz szerzenie się gazów poza obszar składowiska.

W chwili usytuowania i budowy składowiska należy zadbać o ograniczenie negatywnego wpływu estetycznego, jaki może wywołać lokalizacja składowiska oraz przemyśleć możliwość użycia w przyszłości obszaru zajmowanego przez składowisko, po zakończeniu jego okresu eksploatacji.



Rys. 3. Uproszczona budowa składowiska odpadów [22]

Przetwarzanie

Do procesów początkowych, które powiązane są z przetwarzaniem odpadów można wymienić:

- sortowanie, które polega na oddzieleniu układu wieloskładnikowego na osobne części, które cechują się różnymi cechami fizycznymi, jak np. gęstość, właściwości magnetyczne i elektryczne itp.,
- separację, która polega na oddzieleniu z układu wielofazowego wyłącznie jednej części o specyficznych cechach fizycznych, jak np. elementy aluminiowe, metalowe oddzielone z niejednorodnej masy odpadów),
- rozdrabnianie, pojmowane, jako proces w wyniku, którego dochodzi do rozszczepienia ciał stałych na części przy użyciu sił zewnętrznych, które niszczą ich wewnętrzne wiązania. Punktem docelowym tego typu działań jest zwykle ich przygotowanie do kolejnych procesów przerobczych,
- prasowanie i brykietowanie.

Metody przeróbki, które obejmują procesy wtórne, pozwalają ponownie użycie odpadów przy wykorzystaniu poniższych metod:

- recykling materiałowy (mechaniczny) – opiera się on na ponownej, bezpośredniej przeróbce odpadów, przy użyciu procesów przerobczych mechanicznego typu, z wykluczeniem procesów chemicznych,
- recykling surowcowy (chemiczny) – opiera się na rozkładzie makrocząstek na mniejsze części przy użyciu różnorodnych metod, jak np.: alkoholiza, hydroliza itp. Uzyskane cząstki mogą zostać powtórnie wykorzystane, jako monomery lub surowce do utworzenia takich samych lub innych produktów chemicznych,
- recykling termiczny (energetyczny) – opiera się na spalaniu odpadów, w wyniku, czego odzyskuje się wytworzoną w tym procesie energię cieplną,
- recykling organiczny (biologiczny) – opierający się na kompostowaniu, to znaczy z biologicznego rozkładu części organicznych odpadów, które są odpowiednie do zastosowania w agrotechnice.

4. LOGISTYKA ZWROTNA

Logistyka zwrotna to ogół procesów zarządzania przepływami odpadów (w tym produktów uszkodzonych) i informacji (związanych z tymi przepływami), od miejsc ich powstania (pojawiania się) do miejsca ich przeznaczenia w celu odzyskania wartości (poprzez naprawę, recykling lub przetworzenie) lub właściwego ich unieszkodliwienia i długoterminowego składowania w taki sposób, by przepływy te były efektywne ekonomiczne i minimalizowały negatywny wpływ odpadów na środowisko naturalne człowieka

Przedmiotem logistyki zwrotnej są przepływy odpadów oraz informacji związanych z tymi przepływami. Celem logistyki zwrotnej jest natomiast integrowanie wymienionych przepływów w czasie i przestrzeni, aby optymalizując koszty przepływów, zapewnić odpowiedni stan środowiska naturalnego

- Logistyka zwrotna ma zastosowanie do produktów, które są odpadami. Wśród nich można wymienić następujące główne grupy: zużyte materiały, materiały opakowaniowe (w tym opakowania wielokrotnego użytku), zwroty (zakupione rzeczy zwracane do dowolnego sprzedawcy w łańcuchu dostaw wskutek zmiany decyzji zakupowej, zakupu przez pomyłkę, wad jakościowych i in.), odpady produkcyjne i produktowe, wreszcie zbędne produkty (te, które nie znalazły nabywców bądź zostały zgromadzone w nadmiernej ilości w dowolnym ogniwie łańcucha dostaw). Logistyka zwrotna ma także zastosowanie do produktów niesprawnych, poddawanych procesowi napraw – czyli serwisu naprawczego gwarancyjnego bądź pogwarancyjnego. W grupie „zbędne produkty” można wymienić wspomniane uprzednio pełnowartościowe dobra, które w związku z sezonowością popytu lub zmianą preferencji nabywców zalegają w sieci dystrybucji. Budowanie systemów obsługi gwarancyjnej i pogwarancyjnej jest domena logistyki zwrotnej.
- Horyzont czasowy działań może być krótko-, średnio lub długoterminowy albo działania prowadzone są w sposób stały, bez wyznaczania konkretnego punktu czasowego w przyszłości, jako daty granicznej planowania, a następnie realizacji czynności logistycznych w ramach logistyki zwrotnej.
- Motywacja pomiotu do prowadzenia działań logistyki zwrotnej może być powodowana koniecznością: oszczędności kosztów (value seeking), dostosowania się do obowiązujących regulacji prawnych (reactive) – w warunkach Polski jest to chyba najczęstszy powód wdrażania logistyki zwrotnej), bądź skutkiem konieczności poprawy własnego wizerunku, jako jednej z dróg osiągania przewagi konkurencyjnej na rynku (proactive).
- Rodzaj procesów, jakim owe produkty (odpady) mogą być poddane, by w maksymalny sposób odzyskać ich wartość.

Tab.1 .Tabela klasyfikacyjna logistyki zwrotnej Fleischmanna [3]

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Rodzaj produktów | zużyte produkty | materiały opakowaniowe | zwroty (w tym gwarancyjne) | odpady produkcyjne i produktowe | zbędne produkty |
| Horyzont czasowy | stałe | krótkoterminowe | średnioterminowe | długoterminowe | |
| Motywacja działania | oszczędności kosztów | regulacje prawne | | poprawa wizerunku | |
| Rodzaj procesów | ponowne użycie | ponowne wytworzenie | recykling | składowanie | |

Kolejność postępowania z odpadami według rysunku przedstawionego powyżej ma postać:

- ponowne użycie mówi, że konkretny odpad może zostać wykorzystany ponownie bez odpowiednich dodatkowych czynności, które miałyby na celu przystosowanie go do ponownego wykorzystania. Dobrym przykładem mogłyby być tutaj torby wielokrotnego użycia. Niestety w ostatnich latach można zauważyć, swego rodzaju modę na torby jednorazowego użytku, które nie są przyjazne dla środowiska.
- ponowne wykorzystanie – mówi, że odpad może być wykorzystany ponownie po uprzednich naprawach czy regeneracjach. Dobrym mogą być tutaj zużyte części samochodowe, czy silniki indukcyjne, których stan po eksploatacji nie wyklucza ich z regeneracji i co z tym idzie ponownym wykorzystaniem.

- recykling – jest to nic innego jak przetworzenie odpadów, jako surowca do wytworzenia nowego produktu. Przykładem może być złom, który po przetworzeniu i wyprodukowaniu przez hutę daje nowy produkt. Niestety nie jest to w pełni wykorzystywane, ponieważ w niektórych branżach (huty szkła) nie chcą wykorzystywać stłuczki szklanej, jako surowca wejściowego z tego względu, że nie odpowiada im pod względem jakościowym (m.in. zła czystość surowca).
- składowanie – to przechowywanie odpadów w odpowiednio przystosowanych do tego składowiskach. Niestety nie jest to zbyt przyjazne środowisku i w sferze ekonomicznej, ponieważ odpady zalegają na składowisku i nie przynoszą żadnych dochodów. Najlepszym rozwiązaniem jest składowanie z możliwością odzyskiwania energii z odpadów. Przykładem tego rozwiązania jest składowanie, które skutkuje produkcją gazu czy nawet energii elektrycznej.

5. PODSUMOWANIE

Podczas opracowywania artykułu nasunęły się następujące wnioski:

- gospodarka odpadami to jeden z elementów ochrony środowiska,
- w SGO odpady należy postrzegać, jako surowiec lub półprodukt,
- poprzez rozwiązania gospodarki odpadami należy rozumieć przede wszystkim minimalizację kosztów związanych z zagospodarowaniem odpadów,
- należy dążyć do tworzenia odpowiednich miejsc zbiórki odpadów z myślą o ich przetwarzaniu.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Anam R.: *Ustawa o odpadach – zmiany przepisów* (www.eGospodarka.pl, 06.12.2011, godz. 17:30).
- [2] Fertsch M. (red.): *Słownik terminologii logistycznej*, Poznań, ILiM, 2006 - definicja z PN-Z-15010.1999.
- [3] Fleischmann M.: *Quantitative models for reverse logistics: A review* „European Journal of Operational Research”, Berlin, Springer, 1997.
- [4] Korzeń Z.: *Ekologistyka*, Poznań, ILiM, 2001.
- [5] Matalewski M., Konecka S., Fajfer P., Wojciechowski A.: *Systemy logistyczne*, Poznań, ILiM, 2008.
- [6] Owczarek R.: „Nowa” polityka ekologiczna państwa w: Fakty – magazyn gospodarczy (www.bankier.pl, 06.12.2011, godz. 14.47).
- [7] Panek –Kisafa A.: *Gospodarka odpadami*, (<http://wrota.podkarpackie.pl>, 06.02.2012 r., godz. 15.10).
- [8] Rosik-Dulewska Cz.: *Podstawy gospodarki odpadami*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2006.
- [9] Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 czerwca 2001 r. (Dz. U. 2001 nr 63, poz. 639).
- [10] Rozporządzenie wykonawcze do ustawy o odpadach z dnia 24 grudnia 1997 r. (Dz. U. z dnia 31.12.97 nr 162, poz. 1135).
- [11] Szoltysek J.: *Logistyka zwrotna*, Poznań, ILiM, 2009.
- [12] Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych (Dz. U. 2001 nr 63, poz. 638 z późn. zm.).
- [13] Ustawa z dnia 23 kwietnia 2008 r., Obwieszczenie Marszałka Sejmu RP, tekst jednolity – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2008 nr 25, poz. 150).
- [14] Ustawa z dnia 27 czerwca 1997 r. o odpadach (Dz. U. 1997 nr 96, poz. 592).
- [15] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. U. 2001 nr 62, poz. 628).
- [16] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. U. 2007 nr 39, poz. 251).
- [17] Ustawa z dnia 30 maja 2008 r. o zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2008 nr 111, poz. 708).
- [18] Wrona A., Jureczek B.: *Ustawa o odpadach – nowelizacja* (Kancelaria Prawna M. Szulikowski i Partnerzy, www.eGospodarka.pl, (06.12.2011, godz. 17:35).
- [19] www.archiwum.komunalny.home.pl (dn. 11.01.2012 r., godz. 21.43).
- [20] <http://www.pojemniki.magazynowe.com.pl/> (dn. 11.01.2012 r., godz. 19.57).
- [21] <http://www.bys.com.pl> (dn. 11.01.2012 r., godz. 20.18).
- [22] <http://greenworld.serwus.pl> (dn. 11.01.2012 r., godz. 20.33).