

GRZEGORZ SPUREK

Kielce University of Technology  
al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7  
25-314 Kielce, Poland  
e-mail: grzegorz\_spurek@op.pl

# WASTE MANAGEMENT PLANTS WITH PROCESS LINES FOR PRODUCTION OF SUBSTITUTE FUELS FOR CEMENT INDUSTRY AS A SOLUTION TO WASTE PROBLEM IN THE ŚWIĘTOKRZYSKIE REGION

## Abstract

*The short characteristic of municipal waste management system in the Świętokrzyskie voivodeship was conducted, basing on the data from the Central Statistic Office and local waste management plans. As a result of the analysis performed on the given data, the modernization and expansion of existing sorting installations were proposed, including the regional waste sorting plants with the alternative fuel production lines for the cement industry in the Świętokrzyskie voivodeship.*

*This paper was presented at seminar for Ph.D. candidates at Kielce University of Technology.*

**Keywords:** substitute fuels, waste treatment plants, Świętokrzyskie

## 1. Introduction

A lot of changes have been lately introduced into the national regulations governing the wide area of waste management. Updating and amendments were proposed for such important documents as waste disposal act of 27 April 2001 (Dz.U. No. 62, item 628) and act of 13 September 1996 on maintaining tidiness and order within boroughs (DzU.No. 132, item 622). The main objectives of the changes include:

- a) Sealing the waste disposal system;
- b) Collecting source-separated waste, including prohibited storage of selectively stored flammable waste (from 1 January 2010);
- c) Reducing the amount of municipal waste, including biodegradable waste deposited in landfills; introducing the ban on storing selectively collected biodegradable waste (from 1 January 2013);
- d) Increasing the number of modern recovery and recycling installations and those for municipal waste disposal, other than storage;
- e) Eliminating illegal dumps and reducing the pollution level of woods, recreation sites, etc.;
- f) Introducing proper monitoring systems for municipal waste disposal both for real property owners and entrepreneurs dealing with collection

and transport of municipal waste, including disciplinary procedures intended for making entrepreneurs meet their duty of submitting summary reports;

- g) Reducing the number of environmental hazards resulting from moving municipal waste from the collection sites to treatment sites, through the division of provinces into waste management regions responsible for all activities related to waste management.

Consecutive chapters of this paper present the role and significance of waste management plants (WMP) with process lines for substitute fuels production in the Świętokrzyskie region. The operation of WMP involves, among others, close cooperation with cement plants located in the region.

## 2. Characteristics of municipal waste management system condition in the territory of the Świętokrzyskie region (2005-2008)

The Świętokrzyskie region comprises 102 boroughs and 14 counties [1]. The provisions of the First Waste Management Plan divide the region into 4 waste management areas:

- a) Central area including counties: kielecki/urban and kielecki/rural,

- b) South-western area including counties: jędrzejowski, kazimierski, pińczowski, włoszczowski,
- c) Northern area including counties: konecki, ostrowiecki, skarżyski, starachowicki,
- d) South-eastern area including counties: buski, opatowski, sandomierski and staszowski [2].

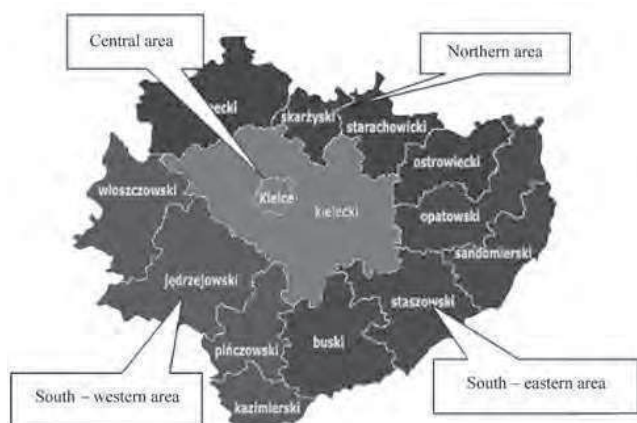


Fig.1. Świętokrzyskie Region as divided into waste management areas

Information provided by the Central Statistical office GUS confirms that in 2008, 196 thousand tonnes of waste (excluding selected waste) was collected and treated (mainly through storage at waste landfills), including: about 50.000 t of commercial, small business and office waste; 9.000 t of municipal service waste, and 138.000 t of household waste [3]. For comparison, in 2006 the amount of collected and mixed municipal waste was over 190.000 t. More than 83% of all Świętokrzyskie region residents were covered by the system of non-sorted municipal waste collection, which is more than 1 million of inhabitants. 38 boroughs in the province (2007) were engaged in selective waste collection, especially paper and cardboard packaging, metal, glass and plastics. Despite the present trend spread over Europe and some regions of Poland to limit biodegradable waste deposited in landfills, Świętokrzyskie province failed to develop a proper sorting system for the waste material including large-sized, building, electronic or hazardous waste. On 31/12/2008, the province had 18 open and monitored landfills with a total area of 55.8 ha, including 2 in urban and 16 in rural areas. Seven landfills have degassing installations. Tables 1, 2 and 3 present information on generation and composition of municipal waste coming from households and commercial facilities in the Świętokrzyskie province (data for 2005) [4].

**Table 1.** Municipal waste generated in urban and rural areas in 2005.

	Waste by type	Quantities [kg/M/year] 2005	
		Rural areas	Urban areas
1.	Municipal household waste	108	151
2.	Municipal commercial facilities waste	24	62
3.	Gardens and parks waste	3	12
4.	Open air markets waste	3	3
5.	Street and square litter and waste	2	7
6.	Large-sized waste	10	15
	Total:	150	250

**Table 2.** Municipal household waste composition. Urban and rural areas of the Świętokrzyskie province in 2005.

	Waste fractions	Waste ratio [%]		Quantity [kg / M / year]	
		Rural areas	Urban areas	Rural areas	Urban areas
1.	Kitchen biodegradable waste	18	33	19.44	49.83
2.	Green waste	4	2	4.32	3.02
3.	Paper and cardboard, including packaging	12	20	12.96	30.2
4.	Multi-material waste, including packaging	2	3	2.16	4.53
5.	Plastics, including packaging	12	14	12.96	21.14
6.	Glass, including packaging	8	8	8.64	12.08
7.	Metal, including packaging	5	5	5.4	7.55
8.	Clothing, textiles	1	1	1.08	1.51
9.	Wood, including packaging	2	2	2.16	3.02
10.	Hazardous waste	1	1	1.08	1.51
11.	Mineral waste, including ashes	35	11	37.8	16.61
	Total:	100%	100%	108	151

**Table 3.** Composition of municipal waste generated in commercial facilities (urban and rural) in the Świętokrzyskie province in 2005.

	Waste fractions	Waste ratio [%]		Quantity [kg / M /year]	
		Rural areas	Urban areas	Rural areas	Urban areas
1	Kitchen biodegradable waste	10	10	2.40	6.20
2	Green waste	2	2	0.48	1.24
3	Paper and cardboard, including packaging	27	27	6.48	16.74
4	Multi-material waste, including packaging	18	18	4.32	11.16
5	Plastics, including packaging	18	18	4.32	11.16
6	Glass, including packaging	10	10	2.40	6.20
7	Metal, including packaging	5	5	1.20	3.10
8	Clothing, textiles	3	3	0.72	1.86
9	Wood, including packaging	1	1	0.34	0.87
10	Hazardous waste	1	1	0.14	0.37
11	Mineral waste, including ashes	5	5	1.20	3.10
Total:		100%	100%	24.00	62.00

Table 4 presents data on mixed municipal waste collected in the Świętokrzyskie province by counties [5]. Data for 2006 and 2008.

From the analysis of Table 4 it is evident, that within two years between 2006 and 2008 the percentage of mixed waste collected in the Świętokrzyskie province and then deposited in landfills did not decrease. On the contrary, the amount of stored waste increased in kazimierski, konecki and kielecki counties. In terms of technological advancement this result may prove that the number of waste sorting plants, their efficiency and output are still insufficient. Taking this adverse trend into account, advantages of solutions proposed in the chapters that follow are all the more worth considering.

**Table 4.** Amount of municipal waste collected in the counties of the Świętokrzyskie province in 2006 and 2008.

Specification	Year	Municipal waste in tonnes collected within one year		Waste deposited in landfills in %
		Total	Including household waste	
Świętokrzyskie	2006	193 734.9	147 974.4	99.6
	2008	196 847.2	137 618.9	99.8
Counties:				
buski	2006	9 512.8	6 322.9	100.0
	2008	9 940.1	7 619.9	100.0
jędrzejowski	2006	10 301.8	9 498.5	100.0
	2008	8 219.0	7 283.1	100.0
kazimierski	2006	2 126.8	1 688.9	89.2
	2008	2 515.6	2 039.5	94.3
kielecki	2006	15 407.1	11 614.5	99.3
	2008	14 789.5	11 069.6	100.0
konecki	2006	9 422.4	6 706.6	99.0
	2008	9 521.5	6 256.5	100.0
opatowski	2006	5 241.4	3 764.3	99.7
	2008	4 600.2	3 660.2	99.4
ostrowiecki	2006	18 733.8	13 611.9	100.0
	2008	19 410.2	9 762.0	100.0
pińczowski	2006	4 570.3	3 634.1	100.0
	2008	3 885.5	2 559.1	100.0
sandomierski	2006	17 811.0	11 001.7	99.7
	2008	15 413.4	9 932.3	99.5
skarżyski	2006	11 781.3	10 157.4	99.8
	2008	9 715.1	7 281.3	99.9
starachowicki	2006	15 102.5	13 571.8	100.0
	2008	20 646.9	16 721.5	100.0
staszowski	2006	8 345.5	6 451.5	99.8
	2008	9 232.6	6 959.4	99.7
włoszczowski	2006	3 294.1	2 192.4	100.0
	2008	3 037.3	1 938.1	100.0
City with county rights:				
Kielce	2006	62 084.0	47 757.9	99.7
	2008	65 920.3	44 536.4	99.9

### 3. Substitute fuels from waste material for cement plants

A number of publications indicate that considerable part of municipal waste can be used as fuel [6], [7], [8]. Fuel, according to the encyclopedic definition, is a substance which releases heat when oxidized (burned). The energy produced this way can be used for industrial, transport, technological or everyday life purposes. Directive 2008/98/EC on waste sets forth clear boundaries between waste and byproducts – a significant distinction in terms of waste-derived fuel production, a trend now developing in Europe. Article 5.1 of the Directive provides that a substance or object, resulting from a production process, the primary aim of which is not the production of that item, may be regarded as not being waste referred to in point (1) of Article 3 but as being a by-product only if the following conditions are met:

- a) further use of the substance or object is certain;
- b) the substance or object can be used directly without any further processing other than normal industrial practice;
- c) the substance or object is produced as an integral part of a production process; and
- d) further use is lawful, i.e. the substance or object fulfils all relevant product, environmental and health protection requirements for the specific use and will not lead to overall adverse environmental or human health impacts.

Before the implementation of Directive 2008/98/EC provisions, due to lack of clear definitions of waste and by-product, many UE member states employed varied waste processing methods and gave new names to such products [9]. In Poland, for example, cement plants are recipients, as co-combusting plants in compliance with integrated permits issued by Heads of Provinces, of combustible substance called alternative fuel (code 19 12 10 – pursuant to the Regulation of Minister of Environment, dated 27 September 2001 on waste directory, Dz.U. 2001 No. 112, item 1206) Alternative fuels are generated in special recovery installations. Inputs can include municipal waste streams and residuals, and also packaging materials that cannot be recycled. According to waste categories inputs fall into 5 groups:

Group 1: wood, paper, cardboard and cardboard boxes,

Group 2: textiles and fibres,

Group 3: plastics and rubber,

Group 4: other materials (e.g. printing paints, spent solvents),

Group 5: fractions of high calorific value from collected non-hazardous mixed waste [10].

The cement industry has been successfully co-burning alternative fuels in cement kilns for many years now. Main characteristic features of alternative fuels, which make them suitable for burning in cement kilns include: physical condition, calorific value, elemental composition (mainly the content of Na, K, Cl and F), toxicity, amount and composition of ashes, moisture content, homogeneity, qualification for being processed and transported, particle size and density. According to data published by EURITS (the European Association of Waste Thermal Treatment for Specialized Waste), alternative fuels used as substitute fuels in cement plants should meet the following requirements [11]:

**Table 5.** EURITS criteria for co-incineration of waste in cement kilns

Parameter	Unit	Value
Calorific value	MJ/kg	15.00
Cl	%	0.50
S	%	0.40
Br	%	0.01
N	%	0.70
F	%	0.10
Be	Mg/kg	1.00
Hg	Mg/kg	2.00
As, Se (Te), Cd, Sb	Mg/kg	10.00
Mo	Mg/kg	20.00
V, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Sn	Mg/kg	200.00
Zn	Mg/kg	500.00
Ash content (excl. Ca,Al,Fe,Si)	%	5.00
PCB (sum acc. to DIN 51527)	Mg/kg	0.20

In the context of implementing the guidelines of another important EU document, Directive on waste storage (gradual reduction of biodegradable municipal wastes destined for landfills), it is worth emphasizing that nearly all energy-producing waste such as wood waste, textiles or paper non-recyclables can be incinerated in cement plants for energy recovery. It is, however, important to remember that chemical composition of alternative fuels, a variety of elements including organic content imposes certain requirements for their burning. During the process suitably high temperature has to be maintained for the determined time. For waste-derived fuels with up to 1% of halogenated organic substances, expressed as chlorine, the temperature cannot be lower than 850°C, and it has to be raised to 1100°C for waste-derived

fuels with a content of more than 1% of halogenated organic substances, expressed as chlorine. The restrictions refer both to incineration facilities, i.e. installations dedicated to waste incineration, and to co-incineration installations, such as cement kilns.

#### 4. Waste utilization plants with process lines for generating waste-derived fuels for the cement industry in the świętokrzyskie province

120 plants for waste recovery and disposal operate in the province (acc. to Annex 1 to “Waste Management Plan for the Świętokrzyskie Province for the years 2007-2011”). These are waste landfills (18), medical waste incinerators (5), waste sorting plants (8), end-of-life vehicle dismantling facilities (13) and co-incineration facilities (9). Table 6 presents detailed data, including locations, exclusively related to co-incinerating installations in the process of cement clinker production.

**Table 6.** Co-incineration in clinker burning process in the Świętokrzyskie province

	Address	
1.	Lafarge Cement S.A. ul. Warszawska 110, 28-366 Małogoszcz	Waste co-incineration plant – clinker burning
2.	Dyckerhoff Sp. z o.o. Cementownia Nowiny/Nowiny Cement Plant 26-052 Sitkówka Nowiny	Waste co-incineration plant – clinker burning
3.	Grupa Ożarów S.A. Karsy 77 27-530 Ożarów	Waste co-incineration plant – clinker burning

Pursuant to the permission granted by heads of provinces, each of the three plants mentioned above use substitute fuel based on combustible waste fractions such as tires, plastics and foils, cardboard, textiles and clothes. Lafarge Group cement plant of Małogoszcz uses specific names for each type of used fuel, e.g. PASr (solid milled alternative fuels), PASi (solid alternative fuels contacted with impregnated substrate) [12]. At present in the Świętokrzyskie province, two major companies produce waste-derived fuels, including fuels for cement kilns – Mo-Bruk S.A. (Karsy 78, 25-530 Ożarów) and WTÓRPOL (25-110 Skarżysko-Kamienna). Those two suppliers can meet only part of the demand for alternative fuel. The local cement industry has to transport waste-derived fuels from other domestic sources or import them from abroad (mainly from Germany). Generally, one of the major problems

of cement plants (inc. those in the Świętokrzyskie province) face is ensuring proper quality and continuity of supply of waste-derived fuels. Received substitute fuels are frequently non-homogenous, with a high metal material content, low calorific value (below EURITS recommendations), and high moisture content (more than 20%). Lack of unified waste-derived fuels standards in Poland affects operation of cement plants. The most frequent problems include clogged up installations due to improperly separated waste, metal fractions in waste-derived fuel streams, exceeded levels of heavy metals detected in fuel samples, etc. The safety of cement plant operatives exposed to harmful agents contained in the substitute fuels is another problem resulting from lack of full control over the delivered combustible waste. These are biological agents (incl. medical waste) or chemical substances (hazardous waste materials which are not regulatory listed for disposal in cement kilns), the generators of which often try to get rid of them outside the law.

Solutions to those problems should be provided by the expansion of existing sorting lines and construction of modern waste recovery and disposal plants (WMP). Therefore, the objectives to adopt include reducing the quantity of all wastes subject to deposition in landfills, increasing the percentage of recycled materials, composting and producing waste derived fuels for cement plants. Figure 2 presents the WMPs role and significance in waste management strategies in the counties of the Świętokrzyskie province [13].

A drum screen and manual sorting chamber are main facilities typical of Polish WMPs. Few sorting plants in Poland are adjusted for composting of biodegradable waste fractions, processing of building waste, active landfill reclamation or producing fuels of certain properties for the cement industry. The WMP in Hajnówka is an excellent example of Polish installation, where preparation of waste for further processing is done in a full-scale way at different levels of technology, making it possible to separate the mixed waste fraction. The installation is made up from a mobile drum screen, single-shaft shredder, magnetic and non-magnetic metals separators, air separator, units for bulky waste transport (belt conveyors) [14]. One of the key factors ensuring correct operation of WMP is the selection (depending on the stream volume at the inlet) of proper number of sorting devices and their arrangement in the technological line, including a thorough analysis of the input material aimed at obtaining fractions of the highest purity grade. The

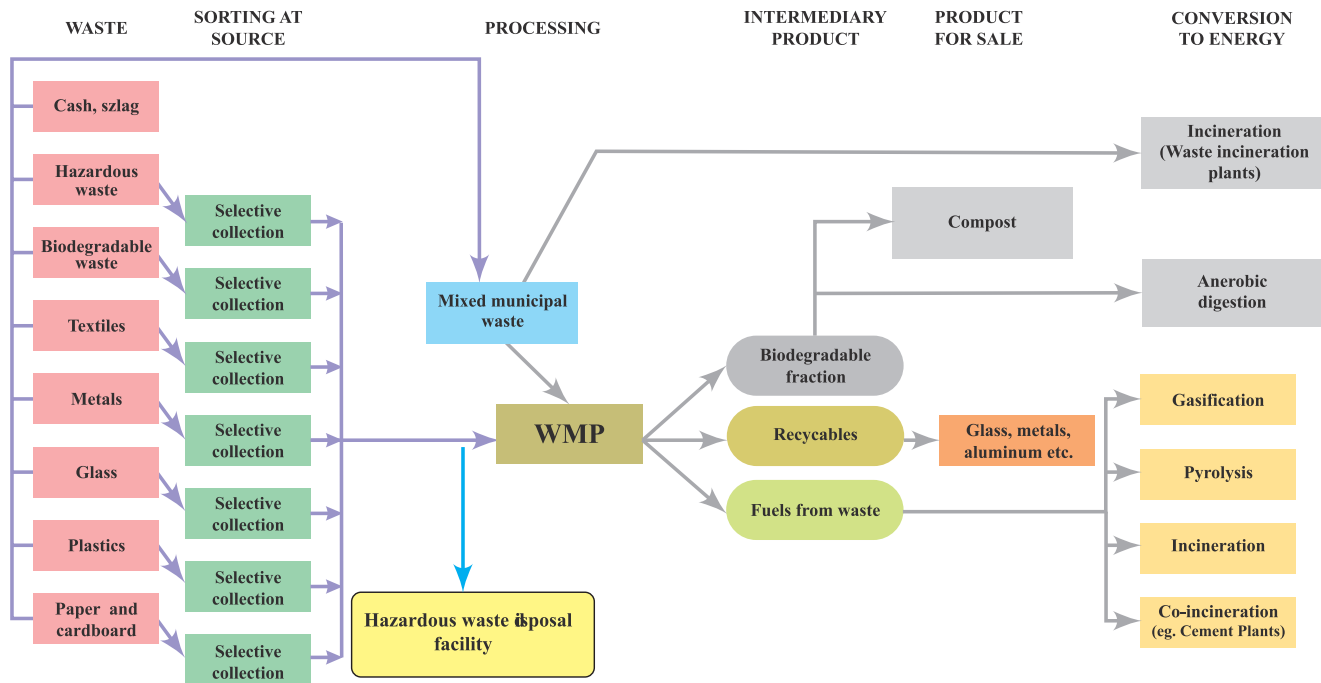


Fig. 2. Proposed waste management flowchart in the counties of the Świętokrzyskie province

analysis of data presented in chapter 2 and related to the quantity and morphological composition of municipal mixed waste collected from households and commercial facilities in the Świętokrzyskie province, one can notice that high calorific fraction of waste including paper and cardboard packaging, plastics, textiles, and wood waste is irretrievably wasted due to its deposition in landfills. Figure presents details of the solution to waste-derived fuel production problem, based on fraction separation technology proposed by the Department of Waste Disposal Technologies and Equipment at Politechnika Śląska/Silesian Technical University. Their solution can be used in the Świętokrzyskie province for the production of substitute fuels intended for local cement plants.

Generating fuels from mixed municipal waste requires (as shown in the chart above) placing a sieve in the technological line to enable separation of the so called thick fraction (min. 80 or 100 mm) composed of light and combustible materials, mainly paper and cardboard, plastics and wood. Further mechanical processing of that fraction (which amounts to ca. 30-40% total municipal waste mass in the province) enables obtaining fuel of calorific value of ca. 16-18 MJ/kg and moisture content of ca. 20% [16]. In order to ensure high quality of waste-derived fuel (confirmed with a certificate of quality delivered to cement plants with each waste sample), and to maintain continuous supervision over the chemical composition of the combustible mixture (safety measures), WMP should run their own laboratories.

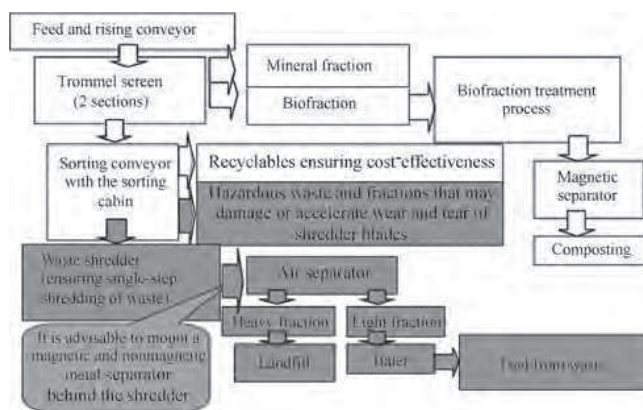


Fig. 3. Proposed extension (grey color) of local sorting lines and WMPs for the production of waste-derived fuels [15]

### 5. Summary

The GUS data show that the Świętokrzyskie province is one of the most neglected regions in Poland in terms of municipal waste management. Over 90% of all waste collected in the province is deposited in landfills. Despite recent positive trends relating to raw material recycling, mainly packaging waste, energy recovery from municipal waste from households and commercial facilities is still a marginal matter, which is difficult to accept considering the fact that the Świętokrzyskie province is home to three modern co-incineration installations with cement kilns (Lafarge – Małogoszcz, Dyckerhoff – Nowiny, Grupa CRH

– Ożarów), where selected and pretreated municipal waste fractions can easily be utilized through thermal disposal. The very process of pretreatment of waste for co-combustion in a cement kiln requires expansion of existing regional incineration and waste disposal plants (WMPs). The system presented in this paper, relating to waste acquisition and processing leading to generation of high calorific fuel for cement plants, has already been implemented in waste management strategies of the lubelskie province and podlaskie province. Finally, the following measures have to be undertaken by administrative bodies to facilitate conversion of the so called waste thick fraction (paper, cardboard, wood and plastics) to substitute fuels for the use in cement plants:

*Provinces:*

- a) Systematic (annual) raise of waste collection fee paid to marshal offices,
- b) Further development of selective collection of combustible waste fraction, including paper and card packaging, plastics and textiles,
- c) Introduction of financial incentives for cement plants located in particular areas of waste management.

*General – Poland:*

- a) Cancelling the unfavorable for cement plants provisions included in the Regulation of the Minister of Environment of 17 September 2009 on detailed technical conditions of qualifying parts of energy recovered for thermal conversion of municipal waste,
- b) Raising community awareness in relation to thermal disposal of selected waste in cement plants,
- c) Undertaking all possible measures to acknowledge some of combustible waste (i.e. paper, cardboard, packaging, wood, rubber, textiles) as products - fuels (in accordance with EU Directive 2008/98).

**References**

[1] Central Statistical Office  
 [2] Waste Management Plan for the świętokrzyskie province for the years 2007-2011.  
 [3] Environment Protection 2009, Central Statistical Office, Department for Regional Studies and Environment, Warszawa 2009.  
 [4] Waste Management Plan for the świętokrzyskie province for the years 2007-2011  
 [5] Central Statistical Office  
 [6] Duda J., *Systems and technologies of thermal waste disposal*, p. 165, in: Waste-derived fuels 2009, Department of Technologies and Installations for Waste Management Silesian University of Technology, Gliwice 2009, p. 201 [in Polish].

[7] Kowalski Z., Banach M., Czarnecka W., *Thermal use of waste combustible substances*, p. 61, in: Waste-derived fuels 2009, Department of Technologies and Installations for Waste Management Silesian University of Technology, Gliwice 2009, p. 95 [in Polish].  
 [8] Lepucki M., Duda J., *Systems and technologies of thermal waste disposal*, p. 165, in: Waste-derived fuels 2009, Department of Technologies and Installations for Waste Management Silesian University of Technology, Gliwice 2009, p. 191 [in Polish].  
 [9] Wandrasz J. W. *Fuel from waste and its place in thermal processes*, str.5, w: Waste to Energy and Environment, Department of Technologies and Installations for Waste Management Silesian University of Technology, Gliwice, 2010, p. 5  
 [10] Kruczek H., *Standarization of alternative waste for combustion and co-combustion in boilers*, Dolnośląskie Centre of Advanced Technologies, Wrocław, 2007, p. 4 [in Polish].  
 [11] <http://www.incineration.info/publications>  
 [12] Sarna M., Mokrzycki E., Uliasz-Bocheńczyk A., *Waste-derived alternative fuels for cement plants – based on experience of Lafarge Cement Poland S.A.*, pp. 309-316, Journals of Scientific Papers of the Civil and Environmental Faculty at Koszalin Technical University, Koszalin 2003, pp. 309-316 [in Polish].  
 [13] Municipal Solid Waste and its role in Sustainability, IEA Bioenergy, 2003.  
 [14] <http://archiwum.komunalny.home.pl/archiwum/index.php?mod=tekst&id=10955>  
 [15] Hryb W., Wandrasz J.W., *Directions of development of modern installations in Waste Management Plants*, pp. 73-82, in: Waste Management and Environmental Protection Archive, vol. 11, 2009, pp. 73-82 [in Polish].  
 [16] „Waste-derived fuel”- opinion of Polish Chamber of Waste Management for Cement Producers Association concerning „Municipal waste-derived alternative fuels for the cement industry” p. 55, in: Waste and Environment No. 1 (55)/09, Maxpress [in Polish].

Grzegorz Spurek

# Zakłady zagospodarowania odpadów z liniami technologicznymi do produkcji paliw zastępczych dla przemysłu cementowego sposobem na rozwiązanie problemu odpadowego w województwie świętokrzyskim

## 1. Wprowadzenie

W ostatnim czasie jesteśmy świadkami wprowadzania wielu zmian w krajowych przepisach prawnych dotyczących kwestii szeroko rozumianej gospodarki odpadami. Mowa tu m.in. o aktualizacjach i projektach nowelizacji takich ważnych aktów prawnych, jak: Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628), Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. Nr 132, poz. 622), Głównym celem wprowadzenia zmian w obowiązujących przepisach jest:

- a) uszczelnienie systemu gospodarowania odpadami komunalnymi,
- b) prowadzenie selektywnego zbierania odpadów komunalnych „u źródła”, w tym zakazu składowania odpadów palnych selektywnie składowanych (od dnia 1 stycznia 2010 r.),
- c) zmniejszenie ilości odpadów komunalnych, w tym odpadów ulegających biodegradacji kierowanych na składowiska, w tym m.in. wprowadzenie zakazu składowania odpadów ulegających biodegradacji selektywnie zbieranych (od dnia 1 stycznia 2013 r.),
- d) zwiększenie liczby nowoczesnych instalacji do odzysku, w tym recyklingu, oraz unieszkodliwiania odpadów komunalnych w sposób inny niż składowanie,
- e) całkowite wyeliminowanie nielegalnych składowisk, a tym samym zmniejszenie zaśmiecenia lasów, terenów rekreacyjnych itp.,
- f) prowadzenie właściwego sposobu monitorowania postępowania z odpadami komunalnymi zarówno przez właścicieli nieruchomości, jak i przedsiębiorców odbierających i transportujących odpady komunalne, w tym wprowadzania środków dyscyplinujących przedsiębiorców, w celu wywiązywania się z obowiązku składania zbiorczych zestawień danych,

g) zmniejszenie dodatkowych zagrożeń dla środowiska wynikających z transportu odpadów komunalnych z miejsc ich powstania do miejsc odzysku lub unieszkodliwiania, poprzez podział województwa na regiony gospodarki odpadami, w ramach których prowadzone będą wszelkie czynności związane z gospodarką odpadami.

Poniżej w kolejnych rozdziałach pracy, opierając się na ww. założeniach przedstawiono rolę i znaczenie zakładów zagospodarowania odpadów (ZZO) z liniami technologicznymi do produkcji paliw zastępczych w województwie świętokrzyskim. Funkcjonowanie ZZO oparto m.in. na ścisłej współpracy z zakładami cementowymi w regionie.

## 2. Charakterystyka stanu systemu gospodarki odpadami komunalnymi na terenie województwa świętokrzyskiego (lata 2005 – 2008)

W skład województwa świętokrzyskiego wchodzi: 102 gminy i 14 powiatów [1]. Według zapisów pierwszego Wojewódzkiego Planu Gospodarki Odpadami województwo zostało podzielone na 4 rejony gospodarki odpadami:

- a) rejon centralny, w skład którego wchodzi powiaty: kielecki/grodzki, kielecki ziemski,
- b) rejon południowo-zachodni: powiat jędrzejowski, powiat kazimierski, powiat pińczowski, powiat włoszczowski,
- c) rejon północny: powiat konecki, powiat ostrowiecki, powiat skarżyski, powiat starachowicki,
- d) rejon południowo-wschodni, do którego zaliczono następujące powiaty: buski, opatowski, sandomierski i staszowski [2].

Z informacji uzyskanych z GUS wynika, że w 2008 r. w województwie świętokrzyskim zebrano i unieszkodliwiono (głównie przez składowanie na składowisku odpadów) ponad 196 tys. ton odpadów komunalnych (bez wyselekcjonowanych), w tym: ok. 50 tys. ton po-



chodzących z handlu, małego biznesu i biur; 9 tys. ton z usług komunalnych i 138 tys. ton z gospodarstw domowych [3]. Dla porównania, w roku 2006 liczba zebranych zmieszanych odpadów komunalnych wynosiła ponad 190 tys. ton. Zorganizowanym systemem zbierania i odbioru niesegregowanych odpadów komunalnych objętych zostało ponad 83% wszystkich mieszkańców województwa świętokrzyskiego, co łącznie przewyższa liczbę 1 mln mieszkańców. W selektywne zbieranie odpadów zaangażowano ponad 38 gmin województwa (stan na 2007 r.), w których głównie nacisk położono na zbieranie odpadów: opakowaniowych z papieru i tektury, metali, szkła i tworzyw sztucznych. Pomimo utrzymującego się w Europie i w wybranych rejonach Polski trendu i dążenia do ograniczania ilości odpadów ulegających biodegradacji kierowanych na składowiska odpadów, w województwie świętokrzyskie system segregacji ww. odpadów należy do słabo rozwiniętych, podobnie jak odpadów wielkogabarytowych, budowlanych, elektronicznych oraz niebezpiecznych. Na dzień 31.12.2008 r. na terenie województwa istniało 18 czynnych i kontrolowanych składowisk odpadów, o łącznej powierzchni 55,8 ha, w tym 2 znajdujące się na terenach miejskich i 16 na terenach wiejskich. Na 7 składowiskach występuje instalacja do odgazowania. W tabelach 1, 2 i 3 zawarto informację nt. wskaźników wytwarzania i składu morfologicznego odpadów komunalnych pochodzących z gospodarstw domowych oraz obiektów usługowych w województwie świętokrzyskim (dane za 2005 r.) [4].

W tabeli 4 zawarto informację dotyczącą ilości zebranych zmieszanych odpadów komunalnych z województwa świętokrzyskiego, w podziale na poszczególne powiaty [5]. Dane zawarte w tabeli dotyczą lat 2006 i 2008.

Analizując dane z tabeli 4, można dostrzec, że na przestrzeni dwóch lat pomiędzy 2006-2008 procent odpadów zmieszanych, zebranych w województwie świętokrzyskim i następnie deponowanych na składowiskach nie uległ obniżeniu, wręcz przeciwnie w powiatach takich jak: kazimierski, konecki i kielecki ilość składowanych odpadów wzrosła. Pod względem przygotowania technologicznego wynik ten może zatem dowodzić, że ilość sortowni w omawianym województwie, ich efektywność i przepustowość jest wciąż dalece niewystarczająca. Biorąc pod uwagę ten niekorzystny i wciąż utrzymujący się w omawianym regionie trend, należy z większą uwagą dostrzec zalety rozwiązania, które zostało zaproponowane w kolejnych rozdziałach niniejszej pracy.

### 3. Paliwa zastępcze z odpadów dla zakładów cementowych

W szeregu publikacji wykazano bezsprzecznie, że znaczna część odpadów komunalnych, może zostać wykorzystana jako paliwo [6, 7, 8]. Paliwo, to zgodnie z encyklopedyczną definicją, substancja wydzielająca przy intensywnym utlenianiu (spalaniu) duże ilości ciepła. Energia uzyskana ze spalania paliwa może zostać wykorzystana do celów przemysłowych, transportowych, technologicznych, czy codziennych potrzeb życiowych. Obecnie w Unii Europejskiej za sprawą wprowadzenia Dyrektywy 2008/98/WE w sprawie odpadów jasno wskazano granice pomiędzy odpadem, a produktem ubocznym – podział ważny ze względu na rozwijający się w Europie trend tworzenia paliw z odpadów. Zgodnie z zapisem art. 5 ust. 1 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady substancja lub przedmiot, powstające w wyniku procesu produkcyjnego, którego podstawowym celem nie jest ich produkowanie, mogą być uznane za produkt uboczny, a nie za odpady, o których mowa w art. 3 pkt 1 niniejszej dyrektywy, wyłącznie jeżeli spełnione są następujące warunki:

- a) dalsze wykorzystywanie danej substancji lub tego przedmiotu jest pewne,
- b) dana substancja lub przedmiot mogą być wykorzystywane bezpośrednio bez jakiegokolwiek dalszego przetwarzania innego niż normalna praktyka przemysłu,
- c) dana substancja lub przedmiot są produkowane jako integralna część procesu produkcyjnego, oraz
- d) dalsze wykorzystywanie jest zgodne z prawem, tzn. dana substancja lub przedmiot spełniają wszelkie istotne wymagania dla określonego zastosowania w zakresie produktu, ochrony środowiska i zdrowia ludzkiego, i nie doprowadzi do ogólnych niekorzystnych oddziaływań na środowisko lub zdrowie ludzkie.

Przed wprowadzeniem Dyrektywy 2008/98/WE ze względu na brak powyższego zapisu i rozróżnienia pomiędzy definicją odpadu i produktu ubocznego, w wielu krajach członkowskich UE dochodziło do zróżnicowanych metod przetwarzania odpadów, nadawania nazw powstałym w ten sposób produktom [9]. Przykładem takiego kraju może być Polska. Do zakładów cementowych, jako do instalacji współspalających odpady za zgodą wojewodów zawartej w wydanych pozwoleniach zintegrowanych przywożona jest substancja palna o nazwie paliwo alternatywne (kod 19 12 10 – zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów, Dz.U. 2001 nr 112 poz. 1206). Paliwa alterna-

tywne są wytwarzane w specjalnych instalacjach do przetwarzania odpadów. Materiałami wsadowymi mogą być strumienie odpadów komunalnych i pozostałości poprodukcyjne, ale także nienadające się do recyklingu odpady opakowaniowe. Zgodnie z kategoriami odpadów materiały wsadowe ogólnie można podzielić na 5 grup:

Grupa 1: drewno, papier, tektura i tekturowe pudełka,

Grupa 2: tkaniny i włókna,

Grupa 3: tworzywa sztuczne i guma,

Grupa 4: inne materiały (np. farby drukarskie, zużyte sorbenty),

Grupa 5: frakcje o wysokiej wartości opałowej z zebranych niebezpiecznych odpadów mieszanych [10].

Przemysł cementowy z powodzeniem od wielu lat stosuje proces współspalania paliw alternatywnych w procesie wypału klinkieru. Głównymi cechami paliw alternatywnych warunkującymi ich stosowanie w piecach do wypału klinkieru są: stan fizyczny, wartość opałowa, skład chemiczny (głównie zawartość Na, K, Cl i F), toksyczność, ilość i skład chemiczny popiołów, wilgotność, jednorodność, zdolność do obróbki i transportu oraz uziarnienie i gęstość. Według danych opublikowanych przez EURITS (Europejskie Stowarzyszenie Zakładów Termicznego Przekształcania Odpadów) paliwa alternatywne stosowane, jako paliwa zastępcze w cementowniach powinny spełniać następujące wymagania [11] (tab. 5).

W kontekście wprowadzania w życie wytycznych zawartych w kolejnym ważnym dokumencie Unii Europejskiej poruszającym sferę gospodarowania odpadami, a mianowicie dyrektywie dotyczącej składowania odpadów (dążenie do etapowego ograniczania masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji kierowanych do składowania) wartym podkreślenia wydaje się fakt, że w zasadzie wszystkie odpady zawierające w sobie energię takie, jak m.in. odpady drzewne z gospodarki leśnej, tekstylia, papier nienadający się do recyklingu mogą być z powodzeniem spalane z w cementowniach z odzyskiem energii. Należy przy tym pamiętać, że skład chemiczny paliw alternatywnych, który jak pokazują doświadczenia może obejmować jednak wiele różnych składników, w tym również organicznych, narzuca określone wymagania co do warunków ich spalania. Konieczne jest zapewnienie odpowiednio wysokiej temperatury spalania i czasu utrzymywania tej temperatury w komorze spalania. Temperatura ta nie może być niższa od 850°C dla paliw odpadowych zawierających do 1% związków chlorowcoorga-

nicznych przeliczonych na chlor oraz nie niższa niż 1100°C dla paliw odpadowych zawierających powyżej 1% związków chlorowcoorganicznych przeliczonych na chlor. Ograniczenia te dotyczą zarówno spalarni odpadów, tj. instalacji zbudowanych specjalnie w celu spalania odpadów, jak też instalacji współspalania, takich jak m.in. piece do wypału klinkieru.

#### **4. Zakłady zagospodarowania odpadów z liniami technologicznymi do produkcji paliw z odpadów dla przemysłu cementowego w województwie świętokrzyskim**

Na terenie województwa świętokrzyskiego (wg danych zawartych w zał. Nr 1 do „Planu Gospodarki Odpadami dla Województwa Świętokrzyskiego na lata 2007-2011”) istnieje 120 instalacji służących do odzysku i unieszkodliwiania odpadów. W skład powyższych instalacji wchodzi m.in. składowiska odpadów (18), spalarnie odpadów medycznych (5), sortownie odpadów (8), stacje demontażu pojazdów wycofanych z eksploatacji (13) oraz współspalarnie odpadów (9). Szczegółowe dane, w tym lokalizacyjne dotyczące wyłącznie instalacji do współspalania odpadów w procesie wypału klinkieru przedstawiono w tabeli 6.

W każdym z powyższych zakładów cementowych, jako paliwo zastępcze w procesie wypału klinkieru, za zgodą wojewodów stosowane jest obecnie paliwo na bazie frakcji palnych odpadów m.in. opony, pocięte plastiki i folie, kartony, tekstylia i odzież. W cementowni z Grupy Lafarge, zlokalizowanej w Małogoszczu ww. paliwom wg własnych potrzeb nadano nawet specyficzne nazwy m.in. PASr (paliwa alternatywne stałe rozdrobnione), PASi (paliwa alternatywne stałe impregnowane) [12]. Obecnie na terenie woj. świętokrzyskiego istnieją dwie liczące się firmy posiadające stosowne decyzje środowiskowe i produkujące paliwa z odpadów, w tym m.in. dla przemysłu cementowego, są to: Mo-Bruk S.A. (Karsy 78, 25-530 Ożarów) oraz WTÓRPOL (25-110 Skarżysko-Kamienna). Dostawy z ww. zakładów zaspakajają wyłącznie część zapotrzebowania na paliwa alternatywne w cementowniach z regionu świętokrzyskiego, pozostałe ilości paliw z odpadów są sprowadzane z innych lokalizacji w Polsce, w tym importowane z zagranicy (głównie z Niemiec). Ogólnie można śmiało stwierdzić, iż jednym z większych problemów, z którym obecnie borykają się cementownie (w tym również te zlokalizowane w woj. świętokrzyskim), jest problem zapewnienia odpowiedniej jakości i ciągłości dostaw paliw z odpadów. Przywożone do ce-

mentowni paliwa zastępcze charakteryzują się często niejednorodnym składem, w tym znaczną zawartością części metalowych, niską wartością opałową (poniżej wartości zalecanych przez EURITS) oraz znaczną wilgotnością (często powyżej 20%). Brak jednolitego systemu standaryzacji paliw z odpadów w Polsce przyczynia się do wielu problemów technicznych, jak i tych natury jakościowej, z którymi codziennie muszą się wzmagać służby utrzymania ruchu i produkcji w zakładach cementowych. Mowa tu m.in. o częstym zatykaniu instalacji przez nieodseparowane prawidłowo przez elektromagnesy, czy kraty części metalowe zawarte w strumieniu paliw z odpadów, w tym przypadki wykrytych przekroczeń metali ciężkich występujące w próbkach paliw. Osobnym zagadnieniem, wynikającym z braku „pełnej” kontroli nad przywożonym do cementowni odpadem palnym pozostają również sprawy bezpieczeństwa związanego narażeniem pracowników zakładu na czynniki szkodliwe, które mogą być zawarte w strumieniu przywożonych paliw zastępczych, mowa tu m.in. o czynnikach biologicznych (np. odpady medyczne), substancjach chemicznych (odpady niebezpieczne nie objęte zgodą wojewody na ich termiczne unieszkodliwienie w piecu do wypały klinkieru), których posiadacz odpadu często zamierza się pozbyć w sposób niezgodny z prawem.

Rozwiązaniem powyższych problemów występujących w cementowniach, w tym aktualnie istniejącego problemu „odpadowego” województwa świętokrzyskiego należy upatrywać w rozbudowie istniejących linii sortowniczych i budowie nowoczesnych zakładów zagospodarowania odpadów (ZZO). Celem podjęcia ww. działań jest ograniczenie do minimum ilości odpadów deponowanych na składowiskach poprzez zwiększenie odzysku surowców wtórnych, produkcję kompostu, w tym głównie rozpoczęcie produkcji paliwa z odpadów dla cementowni. Na rysunku 2, przedstawiono rolę i znaczenie, jaką powinny odgrywać ZZO w systemie gospodarki odpadami poszczególnych powiatów województwa świętokrzyskiego [13].

Głównymi urządzeniami wchodzącymi w skład typowego dla polskich warunków ZZO jest przesiewacz bębnowy oraz kabina sortowania ręcznego. Tylko niektóre sortownie lub ZZO istniejące w Polsce, poza prowadzeniem procesów odzysku surowców wtórnych są przystosowane do prowadzenia procesów, m.in. kompostowania frakcji odpadów ulegających biodegradacji, przerobu odpadów budowlanych, rekultywacji czynnej składowisk, w tym produkcji paliw o określonych właściwościach dla cementowni.

Godnym powielenia przykładem polskiej instalacji, w której przygotowanie odpadów do dalszego wykorzystania realizowane jest w sposób kompleksowy na różnych stopniach technologicznych, umożliwiających rozdział zmieszanej frakcji odpadów jest ZZO w miejscowości Hajnówka. Głównymi urządzeniami wchodzącymi w skład omawianej instalacji są: mobilny przesiewacz bębnowy, jednowałowe urządzenie rozdrabniające, separatory metali magnetycznych i niemagnetycznych, separator powietrzny, zespoły do transportu materiału odpadowego luzem, w postaci przenośników taśmowych [14]. Jednym z kluczowych elementów gwarantującym prawidłowe funkcjonowanie ZZO jest dobór (w zależności od wielkości strumienia na wejściu) odpowiedniej ilości urządzeń sortujących, ułożenie tychże urządzeń w odpowiedniej kolejności w ciągu technologicznym, w tym dogłębna analiza wsadu w celu uzyskania (na końcu procesu przetwarzania) frakcji o najwyższym stopniu czystości. Analizując dane wymienione w rozdziale 2, dotyczącym ilości i składu morfologicznego zmieszanych odpadów komunalnych zebranych z gospodarstw domowych i obiektów usługowych w województwie świętokrzyskim, można zauważyć, że wysokokaloryczna frakcja odpadów, w skład, której wchodzi m.in. papier i tekstura, w tym opakowania, tworzywa sztuczne, tekstylia, drewno jest obecnie głównie bezpowrotnie „marnowana”, na skutek jej deponowania na składowisku odpadów. Na rysunku 3, opierając się o sprawdzoną technologię rozdziału frakcji odpadów zaproponowaną przez Katedrę Technologii i Urządzeń Zagospodarowania Odpadów Politechniki Śląskiej, przedstawiono szczegóły rozwiązania pozwalającego na tworzenie paliw z odpadów. Rozwiązanie to może również z powodzeniem zostać powielone na terenie województwa świętokrzyskiego, w perspektywie tworzenia paliw zastępczych dla zlokalizowanego w regionie przemysłu cementowego.

Wytwarzanie paliwa ze zmieszanych odpadów komunalnych wymaga umiejscowienia w ciągu technologicznym sita pozwalającego na wydzielenie tzw. frakcji grubej odpadów (min. 80 lub 100 mm) złożonej z materiałów lekkich i palnych, głównie papieru, kartonu, tworzyw sztucznych, drewna. W wyniku dalszej mechanicznej obróbki tejże frakcji (stanowiącej w warunkach woj. świętokrzyskiego ok. 30-40% całkowitej masy odpadów komunalnych) można uzyskać paliwo o kaloryczności ok. 16-18 MJ/kg i wilgotności ok. 20% [16]. W celu zagwarantowania wysokiej jakości paliwa z odpadów (potwierdzonej tzw. certyfikatem jakości dostarczonym do cementowni z każdą próbką odpadów),

w tym zapewnienia ciągłej kontroli składu chemicznego ww. mieszanki palnej (zachowanie warunków bezpieczeństwa) ZZO powinny dodatkowo dysponować własnymi laboratoriami.

## 5. Podsumowanie

Z danych GUS wynika, że województwo świętokrzyskie należy aktualnie do jednych z najbardziej zaniedbanych regionów w Polsce jeżeli chodzi o sprawy gospodarki odpadami komunalnymi. Ponad 90% wszystkich odpadów komunalnych zebranych w województwie trafia obecnie na składowiska odpadów. Pomimo utrzymujących się od pewnego czasu w regionie optymistycznych trendów dotyczących recyklingu surowcowego, głównie odpadów opakowaniowych, to odzysk energii zawartej w odpadach komunalnych zebranych z gospodarstw domowych i obiektów usługowych pozostaje wciąż sprawą marginalną i wręcz zapomnianą. Z sytuacją tą trudno się pogodzić, jeżeli ma się na uwadze fakt, iż województwo świętokrzyskie jest jedynym w Polsce regionem, w którym występują aż trzy nowoczesne instalacje do współspalania odpadów w procesie wypału klinkieru (Lafarge – Małogoszcz, Dyckerhoff – Nowiny, Grupa CRH – Ożarów), w których z powodzeniem, przy zachowaniu odpowiedniego reżimu technologicznego wybrane i wstępnie przetworzone frakcje odpadów komunalnych mogą zostać poddane procesom termicznego unieszkodliwienia. Sam proces przetwarzania i tym samym przygotowania odpadów do współspalania w piecu do wypału klinkieru wymaga jednak rozbudowy obecnie istniejących w województwie rejonowych sortowni i zakładów zagospodarowania odpadów (ZZO). Przedstawiony w pracy system pozyskiwania i następnie w ramach rejonowych ZZO przetwarzania odpadów, m.in. w wy-

sokokaloryczną frakcję palną dla cementowni został już z powodzeniem zaimplementowany w programach gospodarki odpadami takich województw, jak lubelskie, podlaskie. Podsumowując należy dodać, że aby opłacalne i konkurencyjne dla składowania okazało się przetwarzanie tzw. frakcji grubej odpadów (m.in. papier, tektura, drewno, tworzywa sztuczne) na paliwa zastępcze stosowane w cementowniach, na poszczególnych szczeblach administracyjnych kraju konieczne wydaje się być dążenie do:

*województwa:*

- a) systematycznego (z każdym rokiem) podnoszenia opłaty marszałkowskiej za gromadzenie odpadów,
- b) dalszego rozwijania systemów selektywnej zbiórki frakcji palnych odpadów, m.in. papier i tektura, w tym opakowania, tworzywa sztuczne, tekstylia,
- c) wprowadzenia motywacji finansowej dla zakładów cementowych zlokalizowanych w poszczególnych regionach gospodarki odpadami;

*ogólnie – obszar Polski:*

- a) zniesienie niekorzystnych dla cementowni zapisów projektu Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 17 września 2009 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych kwalifikowania części energii odzyskanej z termicznego przekształcenia odpadów komunalnych,
- b) podnoszenia świadomości społeczeństwa dotyczącej spraw termicznego unieszkodliwienia wybranych odpadów w zakładach cementowych,
- c) podjęcia wszelkich działań mających na celu uznanie wybranych frakcji palnych odpadów (m.in. papier i tektura, opakowania, drewno, guma, tekstylia) jako produktów – paliw (zgodnie z zaleceniami Dyrektywy 2008/98 Unii Europejskiej).