

ANALIZA CZYNNIKÓW WPŁYWAJĄCYCH NA SEGREGACJĘ ODPADÓW PRZEZ GOSPODARSTWA DOMOWE Z WYKORZYSTANIEM METODY AHP

Ewa Osuch¹, Andrzej Osuch¹, Stanisław Podsiadłowski¹,
Piotr Rybacki¹, Mariusz Adamski¹, Natalia Mioduszevska¹

¹ Instytut Inżynierii Biosystemów, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań, e-mail: ewa.osuch@up.poznan.pl, andrzej.osuch@up.poznan.pl, stapod@up.poznan.pl, mariusz.adamski@up.poznan.pl, prybacki@up.poznan.pl, natalia.mioduszevska@up.poznan.pl

STRESZCZENIE

Wzrost liczby ludności i nieustanny wzrost konsumpcjonizmu powodują powstawanie coraz większej ilości odpadów różnego pochodzenia. Segregacja odpadów stanowi nadal duży problem dla możliwości selektywnej zbiórki odpadów. Świadomość i wiedza ludzi w zakresie dbania o środowisko naturalne jest coraz większa. Coraz więcej ludzi przekonuje się do konieczności segregowania swoich odpadów, jednakże w podjęciu decyzji każdy z nich mógł kierować się innymi czynnikami. Celem pracy było zebranie czynników szczegółowych, jakie wpłynęły na decyzję o segregowaniu odpadów przez osoby regularnie je segregujące, pogrupowaniu je w czynniki główne i określenia ich wpływu na globalną decyzję. W pracy wykorzystano metodę Analitycznej Hierarchizacji Procesu, która pozwala na określenie wpływu poszczególnych czynników na decyzję. Badania przeprowadzone były wśród 30 losowo wybranych respondentów z województwa wielkopolskiego. Badania wykazują na wysoka świadomość ludzi o konieczności dbania o środowisko naturalne.

Słowa kluczowe: segregacja odpadów, odpady komunalne, czynniki determinujące proces decyzyjny, metoda AHP.

ANALYSIS OF THE FACTORS INFLUENCING THE MUNICIPAL WASTE SEGREGATION WITH USING THE AHP METHOD

Abstract

The population and the consumerism increase cause producing different kinds of waste. Segregation is still the biggest problem of the selective collection of waste. The awareness and the knowledge of people in caring about the natural environment is growing. More people are becoming convinced to sort their waste. However, in making a decision about segregation, each of them could be influenced by other factors. The aim of this study was to collect detailed factors which influence the decision about waste segregation. Research was conducted among people who regularly sort waste. Then the main factors were grouped and their influence on the global decision was shown. In this paper a method of the Analytical Hierarchization of the Process was used. Research was conducted amongst 30 randomly chosen respondents from the Wielkopolska Voivodeship. The results of the research showed high awareness of people about the need to care about the natural environment.

Keywords: waste segregation, municipal waste, determinants of decision-making process, the AHP method.

WPROWADZENIE

Wzrost liczby ludności oraz rozwój przemysłu i gospodarki powodują wzrost zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Gwałtownie rośnie ilość produkowanych odpadów różnego pochodzenia [Iżykowska-Kujawa 2013, Kuboń 2013]. Rosnąca ilość odpadów komunalnych powstają-

cych w gospodarstwach domowych i zakładach przemysłowych powodują degradację przyrody. Rosnące koszty utylizacji odpadów komunalnych powodują powstawanie nielegalnych składowisk śmieci [Bieniek i inni 2014]. Rada Unii Europejskiej w 1999 roku wydała dyrektywę nr 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów. Zgodnie z dyrektywą państwa członkowskie powinny pod-

jąc wszelkie działania mające na celu zmniejszenie zarówno ilości odpadów i poprawy odzysku surowców wtórnych między innymi poprzez selektywną zbiórkę odpadów i wprowadzenie systemów sortowania na składowiskach. Działania mają na celu zminimalizowanie negatywnych skutków oddziaływania odpadów (szczególnie niebezpiecznych) na ludzi i środowisko [Czarnocki 2013, Boer i Boer 2007, Kotovicová 2010]. Od momentu przystąpienia Polski w 2004r. do wspólnoty Unii Europejskiej, zostaliśmy również zobowiązani do dostosowania krajowego systemu gospodarki odpadami do dyrektyw wydanych przez wspólnotę. Zostaliśmy zobowiązani do wdrożenia odpowiednich ustaw i innych aktów normatywnych w celu dostosowania do dyrektyw unijnych [Bieniak i inni 2014, Kozłowska 2006]. Postępowanie z odpadami na terenie naszego kraju w drodze transpozycji dyrektywy regulowane jest ustawą z dnia 14 grudnia 2012r. (Dz.U. [Dz] pkt 21, 2013), która weszła w życie 23 stycznia 2013r. [Jakubus i Tatuśko 2015, Czarnocki 2013]. Ustawa wprowadza istotne zmiany w systemie gospodarki odpadami, wyznaczona została nowa metodyka postępowania z odpadami, zgodnie z którą nadrzędnym celem jest zapobieganie ich powstawaniu [Jakubus i Tatuśko 2015]. Ponadto zgodnie z artykułem 105 ustawy, odpady przed umieszczeniem ich na składowisku powinny być poddawane procesowi fizycznego, chemicznego, termicznego lub biologicznego przekształcania, w tym segregacji, w celu ograniczenia zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi, zminimalizowania negatywnego oddziaływania na środowisko oraz ograniczenie ilości lub objętości składowanych odpadów [Czarnocki 2013]. Problem gospodarowania odpadami w zgodzie z zasadami zrównoważonego rozwoju jest szeroko opisywany w literaturze [Kuboń 2013, 2008, 2007, Korzeniowski 1999, 2001, Rosik-Dulewska 2003, Żakowska 2003, 2008, Szoltysek 2009]. Obowiązujące przepisy prawne określają jasno zasady postępowania z odpadami, jednakże najważniejsze jest dążenie do ograniczania ich powstawania [Mystowski 2008, Koller 1996]. Aby można było zrealizować założone cele potrzebne jest wielokierunkowe działanie w zakresie edukacji społecznej [Pawul i Sobczyk 2011]. Segregowanie odpadów na poszczególne frakcje w gospodarstwach domowych stanowi nadal duży problem. Jak podaje Jakubus i Tatuśko [2015] wiedza społeczeństwa, dzięki propagowaniu informacji jest wystarczająca. Jest wiele czynników wpływających na decyzję

o segregowaniu odpadów, począwszy od finansowych, skończywszy na świadomości dbania o środowisko. Istotne staje się więc określenie wag poszczególnych czynników determinujących decyzję ludzi o spełnieniu swojego społecznego obowiązku.

CEL, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Przeprowadzona we wprowadzeniu analiza potwierdza potrzebę realizacji badań dotyczących czynników które determinowały podjęcie decyzji przez osoby, które regularnie segregują odpady w domowych gospodarstwach. W badaniach nie brały udziału osoby nie segregują odpadów. Celem pracy jest identyfikacja zbioru czynników szczegółowych i głównych, które zadecydowały o segregacji odpadów przez respondentów, porównywanie ich parami i uszeregowanie według malejącego wpływu na podjętą decyzję. Ważność poszczególnych czynników głównych (zawierających w sobie wagi czynników szczegółowych), wyznaczono korzystając z metody porównywania parami, inaczej tzw. Analitycznej Hierarchizacji Procesu (*Analytic Hierarchy Process – AHP*). Metoda AHP opracowana została w 1970 roku przez amerykańskiego badacza T. L. Saaty'ego [1986] i łączy w sobie elementy matematyki z psychologią [Wijnmalen i in. 2009, Doloi 2008, Ayag 2007]. Metoda ta ułatwia hierarchizację czynników przypadku wielokryterialnych problemów decyzyjnych poprzez ich redukcję do serii porównań parami. Czynniki główne i szczegółowe (wraz z określoną ważnością) określane są przez ekspertów z danej branży, co w efekcie pozwala na określenie liczbowej miary ważności analizowanym czynnikiem [Osuch i inni 2015, Rybacki i Durczak 2012]. Dla zrealizowania celu pracy przeprowadzono badania wśród 30 osób, które deklarują segregowanie swoich odpadów na poszczególne frakcje. Określali oni czynniki szczegółowe, które wpłynęły na decyzję o segregowaniu odpadów. Następnie czynniki szczegółowe pogrupowano w czynniki główne, których łączna liczba zgodnie z przyjętą metodyką, powinna oscylować w granicach 5-9. Określenie warunków brzegowych co do liczby czynników pozwala uniknąć niekonsekwencji porównań parami. Pojedynczy czynnik nie może być równocześnie porównywany z więcej niż 7 ± 2 innymi czynnikami, ponieważ uniemożliwia to ich rozróżnienie [Saaty 1986, 1990, 2001]. W kolejnym

etapie uczestnicy badań przydzielili określoną liczbę z puli 100 punktów, każdemu z czynników głównych. Wyznaczone oceny tworzą macierz porównań K_{mn} , o wymiarze $n \cdot n$, gdzie n jest liczbą wszystkich porównywanych czynników. Są one uszeregowane kolejno w nagłówkach wierszy i kolumn macierzy. Jej elementami są oceny a_{ij} , wpisywane na przecięciu i -tego wiersza z j -tą kolumną, równanie 1:

$$K_{mn} = \begin{matrix} & \begin{matrix} K1 & K2 & \dots & Kj & \dots & Kn \end{matrix} \\ \begin{matrix} K1 \\ K2 \\ \vdots \\ Ki \\ \vdots \\ Kn \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11}=1 & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}=1 & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij}=1 & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn}=1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

gdzie: $i, j = 1, 2, \dots, n$.

Każda z macierzy porównań parami powinna spełniać warunek 2:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, \quad (2)$$

gdzie: $i, j = 1, 2, \dots, n$.

Procedura ustalania rankingu czynników głównych polega na unormowaniu kolumnami macierzy $K_{mn} = [a_{ij}]$, do macierzy $\bar{K}_{mn} = [\bar{a}_{ij}]$, według zapisu 3:

$$\bar{K}_{mn} = \begin{matrix} & \begin{matrix} K1 & K2 & \dots & Kj & \dots & Kn \end{matrix} \\ \begin{matrix} K1 \\ K2 \\ \vdots \\ Ki \\ \vdots \\ Kn \end{matrix} & \begin{bmatrix} \bar{a}_{11} & \bar{a}_{12} & \dots & \bar{a}_{1j} & \dots & \bar{a}_{1n} \\ \bar{a}_{21} & \bar{a}_{22} & \dots & \bar{a}_{2j} & \dots & \bar{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \bar{a}_{i1} & \bar{a}_{i2} & \dots & \bar{a}_{ij} & \dots & \bar{a}_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \bar{a}_{n1} & \bar{a}_{n2} & \dots & \bar{a}_{nj} & \dots & \bar{a}_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3)$$

gdzie:

$$\bar{a}_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, \quad (4)$$

Następnie wyznacza się średnie wartości wag kryteriów w_{Kj} w każdym z wierszy unormowanej macierzy \bar{K}_{mn} , według równania 5.

$$w_{Kij} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{a}_{ij}}{n}, \quad (5)$$

gdzie: $i, j = 1, 2, \dots, n$.

W rezultacie powyższych obliczeń każdy czynnik główny ma tyle różnych wag w_{Kij} ilu respondentów uczestniczyło w badaniach.

W związku z tym konieczne jest określenie wagi globalnej $w_{K,i}$ dla czynnika K_j , zgodnie z równaniem 6:

$$w_K = \frac{\sum_{j=1}^n w_{Kij}}{n}, \quad (6)$$

gdzie: $w_{K,i}$ – jest wagą globalną i -tego czynnika, w_{Kij} – waga cząstkowa i -tego czynnika głównego nadana przez j -tego uczestnika badań, n – liczba uczestników badań.

WYNIKI I ANALIZA BADAŃ

W wyniku przeprowadzonych badań otrzymano zbiór hierarchizowanych czynników głównych (zawierających w sobie wagi czynników cząstkowych), które miały zasadniczy wpływ na proces podjęcia decyzji o segregowaniu odpadów na poszczególne frakcje. Czynniki (przedstawiono w tabeli 1) obejmują zarówno materialne i nie materialne aspekty całego procesu decyzyjnego, a kolejność ich umieszczenia w tabeli była losowa.

Respondenci dokonali oceny punktowej przyjętych do hierarchizacji czynników głównych, a ich wyniki zostały przedstawione w tabeli 2. Każdy z uczestników badania przydzielił określoną liczbę z puli 100 punktów dla każdego z czynników głównych, które wpłynęły na podjęcie decyzji o segregowaniu odpadów. Wartość «0» w ocenie punktowej respondenci nadawali tym czynnikom głównym, które nie miały żadnego wpływu na podjętą przez nich decyzję, natomiast «100» jeśli na podjęcie decyzji miał wyłącznie jeden czynnik główny.

Dokonana przez każdego uczestnika indywidualna ocena punktowa czynników głównych

Tabela 1. Czynniki główne procesu decyzyjnego
Table 1. Main criteria of the decision-making process

Symbol czynnika	Nazwa czynnika
K1	kary finansowe
K2	niższa opłata śmieciowa
K3	obniżenie zużycia surowców naturalnych
K4	ograniczenie ilości odpadów trafiających na składowisko
K5	ochrona środowiska naturalnego
K6	tańsze produkty z recyklingu
K7	oszczędność energii
K8	efektywniejszy odzysk surowców wtórnych

Tabela 2. Punktowa ocena ważności czynników głównych

Table 2. Evaluation of the main criteria

Lp.	Punktowa ocena kryteriów głównych							
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
R1	95	5	0	0	0	0	0	0
R2	0	0	40	30	5	0	0	25
R3	0	60	20	20	0	0	0	0
R4	5	0	10	20	60	0	5	0
R5	20	40	5	5	5	10	10	5
R6	0	80	0	0	15	0	0	5
R7	0	20	0	0	80	0	0	0
R8	10	5	10	0	20	20	5	30
R9	0	10	5	30	15	5	5	30
R10	0	10	20	10	50	0	10	0
R11	0	0	30	30	30	0	0	10
R12	10	5	20	10	20	20	10	5
R13	0	20	10	10	30	5	10	15
R14	0	0	10	0	70	0	10	10
R15	20	20	10	10	10	10	10	10
R16	0	30	10	30	30	0	0	0
R17	10	50	0	10	10	0	0	20
R18	10	30	0	0	30	10	20	0
R19	5	55	5	10	10	5	5	5
R20	0	0	0	0	100	0	0	0
R21	0	60	10	20	0	10	0	0
R22	10	15	10	15	20	10	10	10
R23	10	30	10	30	5	0	10	5
R24	5	5	10	10	50	5	10	5
R25	0	0	0	0	50	5	15	30
R26	10	10	20	10	20	5	5	20
R27	20	20	0	10	10	0	20	20
R28	0	5	20	20	20	10	5	20
R29	0	5	5	10	60	3	10	7
R30	20	30	20	12	12	2	2	2

pozwała na ich hierarchizację (tab. 3). Znak «>>>» opisuje różne poziomy w hierarchii analizowanych czynników głównych, natomiast znak «=>» wyraża ich równy poziom. Dla uczestnika R1 najwyżej umieszczonym w hierarchii jest czynnik K1, za nim czynnik K2, następnie K3, który jest równoznaczny z czynnikami K4, K5, K6, K7 i K8, które są za razem czynnikami najmniej istotnymi i miały najmniejszy wpływ na podjęcie decyzji o segregowaniu odpadów przez uczestnika R1.

Korzystając z hierarchicznego układu przyjętych czynników głównych, zaprezentowanych w tabeli 3, dokonano porównań tworząc macierz porównań parami. Do analizy par czynników po-

Tabela 3. Hierarchizacja czynników głównych

Table 3. Hierarchization of the main criteria

Lp.	Hierarchia czynników głównych
R1	K1 >> K2 >> K3 = K4 = K5 = K6 = K7 = K8
R2	K3 >> K4 >> K8 >> K5 >> K1 = K2 = K6 = K7
R3	K2 >> K3 = K4 >> K1 = K5 = K6 = K7 = K8
R4	K5 >> K4 >> K3 >> K1 = K7 >> K2 = K6 = K8
R5	K2 >> K1 >> K6 = K7 >> K3 = K4 = K5 = K8
R6	K2 >> K5 >> K8 >> K1 = K3 = K4 = K6 = K7
R7	K5 >> K2 >> K1 = K3 = K4 = K6 = K7 = K8
R8	K8 >> K5 = K6 >> K1 = K3 >> K2 = K7 >> K4
R9	K4 = K8 >> K5 >> K2 >> K3 = K6 = K7 >> K1
R10	K5 >> K3 >> K2 = K4 = K7 >> K1 = K6 = K8
R11	K3 = K4 = K5 >> K8 >> K1 = K2 = K6 = K7
R12	K3 = K5 = K6 >> K1 = K4 = K7 >> K2 = K8
R13	K5 >> K2 >> K8 >> K3 = K4 = K7 >> K6 >> K1
R14	K5 >> K3 = K7 = K8 >> K1 = K2 = K4 = K6
R15	K1 = K2 >> K3 = K4 = K5 = K6 = K7 = K8
R16	K2 = K4 = K5 >> K3 >> K1 = K6 = K7 = K8
R17	K2 >> K8 >> K1 = K4 = K5 >> K3 = K6 = K7
R18	K2 = K5 >> K7 >> K1 = K6 >> K3 = K4 = K8
R19	K2 >> K4 = K5 >> K1 = K3 = K6 = K7 = K8
R20	K5 >> K1 = K2 = K3 = K4 = K6 = K7 = K8
R21	K2 >> K4 >> K3 = K6 >> K1 = K5 = K7 = K8
R22	K5 >> K2 = K4 >> K1 = K3 = K6 = K7 = K8
R23	K2 = K4 >> K1 = K3 = K7 >> K5 = K8 >> K6
R24	K5 >> K3 = K4 = K7 >> K1 = K2 = K6 = K8
R25	K5 >> K8 >> K7 >> K6 >> K1 = K2 = K3 = K4
R26	K3 = K5 = K8 >> K1 = K2 = K4 >> K6 = K7
R27	K1 = K2 = K7 = K8 >> K4 = K5 >> K3 = K6
R28	K3 = K4 = K5 = K8 >> K6 >> K2 = K7 >> K1
R29	K5 >> K4 = K7 >> K8 >> K2 = K3 >> K6 >> K1
R30	K2 >> K1 = K3 >> K4 = K5 >> K6 = K7 = K8

służono się skalą ocen, która została zamieszczona w tabeli 4.

Otrzymana macierz porównań parami pozwoliła na przedstawienie wartości wag cząstkowych hierarchizowanych czynników głównych. Każde z nich posiada tyle wag cząstkowych ilu w rangowaniu uczestniczyło respondentów. Dla uczestnika oznaczonego symbolem R1 najistotniejszym czynnikiem który wpłynął na decyzję o segregowaniu odpadów, z wagą 0,42 jest czynnik K1, tj.: kary finansowe. Natomiast dla użytkownika R5 najważniejszym czynnikiem (waga 0,38) była niższa opłata śmieciowa (K2).

Równanie 6 (przedstawione w metodyce) pozwoliło na wyznaczenia wartości globalnych wag czynników głównych całego procesu decyzyjnego.

Tabela 4. Przyjęta skala ocen procesu porównywania parami

Table 4. Adopted evaluation scale of process of comparing in pairs

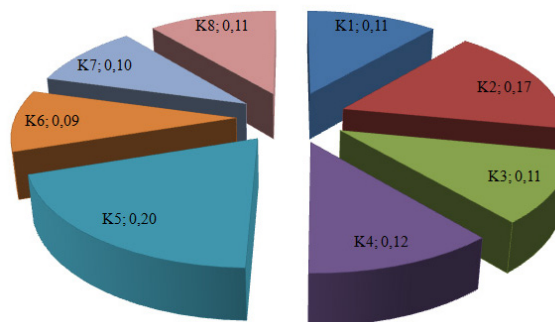
Różnica w punktacji	Ocena
0–20	1
21–40	3
41–60	5
61–80	7
81–100	9

Tabela 5. Częstkowe wagi czynników głównych

Table 5. Partial importance of the main criteria

Lp.	Częstkowe wagi czynników głównych							
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
R1	0,56	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
R2	0,07	0,07	0,22	0,22	0,09	0,07	0,07	0,19
R3	0,09	0,38	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
R4	0,08	0,08	0,08	0,09	0,40	0,08	0,08	0,08
R5	0,12	0,27	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
R6	0,07	0,50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
R7	0,07	0,08	0,07	0,07	0,49	0,07	0,07	0,07
R8	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11	0,20
R9	0,09	0,12	0,09	0,20	0,12	0,09	0,09	0,20
R10	0,09	0,09	0,10	0,10	0,35	0,09	0,10	0,10
R11	0,08	0,08	0,20	0,20	0,16	0,09	0,09	0,12
R12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
R13	0,11	0,12	0,12	0,14	0,17	0,10	0,12	0,12
R14	0,08	0,08	0,08	0,08	0,46	0,08	0,08	0,08
R15	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
R16	0,07	0,19	0,12	0,19	0,19	0,07	0,07	0,07
R17	0,10	0,35	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10
R18	0,12	0,18	0,09	0,09	0,18	0,12	0,12	0,09
R19	0,08	0,42	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
R20	0,06	0,06	0,06	0,06	0,56	0,06	0,06	0,06
R21	0,08	0,40	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
R22	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
R23	0,12	0,18	0,12	0,18	0,09	0,09	0,12	0,09
R24	0,09	0,09	0,15	0,11	0,29	0,09	0,09	0,09
R25	0,07	0,07	0,07	0,07	0,33	0,07	0,10	0,21
R26	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
R27	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
R28	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
R29	0,08	0,08	0,08	0,08	0,42	0,08	0,08	0,08
R30	0,12	0,20	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11

Czynnikiem o największej globalnej wadze (0,2) jest świadomość ochrony środowiska naturalnego (K5). Najmniejszą wagę (0,09) natomiast uzyskał czynnik K6, tj. tańsze produkty z recyklingu.



Rys. 1. Wartości wag czynników głównych procesu decyzyjnego

Fig. 1. Values of importance of the main criteria of the decision-making process

WNIOSKI

Przeprowadzone badania i analiza wyników pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- Świadomość i wiedza osób segregujących odpady jest na wysokim poziomie, co potwierdza fakt, że na podjęcie decyzji o segregowaniu wyższy wpływ miała chęć dbania o środowisko naturalne, niż czynniki finansowe.
- Zróżnicowanie opłaty śmieciowej za odpady segregowane i niesegregowane miało istotny wpływ na liczbę osób segregujących odpady, co potwierdza wysoka waga (0,17) czynnika niższej ceny za segregowane odpady.
- Należy podjąć działania w celu uświadamiania społeczeństwa na temat korzyści wynikających z segregacji i recyklingu odpadów, gdyż jak wynika z analizy, najniższe wskaźniki osiągnęły czynniki związane z niższym kosztem energii i tańszymi produktami z recyklingu.

LITERATURA

- Ayag Z. 2007. A hybrid approach to machine-tool selection through AHP and simulation. International Journal of Production Research, 45/9, 2029–2050.
- Bieniek J., Najman E., Romański L., Molendowski F., Grabowski J., Kończyło M., 2014. Analiza odpadów komunalnych zbieranych przez wybrane zakłady zagospodarowania odpadów. Inżynieria Rolnicza, 2(150), 15–22.
- Boer E., Boer W., 2007. Stan i perspektywy. Gospodarka odpadami komunalnymi w Niemczech. Przegląd Komunalny, 5, 24–29.

4. Czarnocki S., Paluszkiewicz J., 2013. Struktura i skład odpadów na składowisku w Woli Suchożebrskiej. *Inżynieria Rolnicza*, 4(148), 25–30.
5. Doloi H. 2008. Application of AHP in improving construction productivity from a management perspective. *Construction Management and Economics*, 26, 839–852.
6. Iżykowska-Kujawa M. 2013. Zagospodarowanie odpadów budowlanych z których korzystamy. *Inżynieria Ekologiczna*, 33.
7. Köller H. 1996. *Kreislaufwirtschafts – und Abfallgesetz. Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis. Band 77.* Erich Schmidt Verlag, Berlin.
8. Korzeniowski A., Skrzypek M., 1999. *Ekologistyka zużytych opakowań.* Biblioteka Logistyka.
9. Korzeniowski A, Skrzypek M., Szyszka G., 2001. *Opakowania w systemach logistycznych.* ILiM, Poznań.
10. Kotovicová J. 2010. Skład i segregacja odpadów komunalnych gospodarstw domowych miasta Blansko. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 8/2, 117–126.
11. Kozłowska B. 2006. Wpływ zmian prawa odpadowego na system gospodarki odpadami. *Zarządzanie gospodarką odpadami: gospodarowanie odpadami w świetle obowiązującego prawa.* Wydawnictwo Futura na zlecenie Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Wielkopolski Poznań.
12. Kuboń M. 2007. Gospodarka opakowaniami jako podstawowy element infrastruktury logistycznej gospodarstw rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, 8(96), 133–140.
13. Kuboń M. 2008. Koszty gospodarki opakowaniami w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej. *Inżynieria Rolnicza*, 4 (102), 431–438.
14. Kuboń M., Kurzawski, D. 2013. Gospodarka odpadami opakowaniowymi na przykładzie wybranych gospodarstw Polski południowej. *Inżynieria Rolnicza*, 2(143), 201–213.
15. Mystowski E. 2008. *Rady na odpady.* Podlaski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Szepietowie.
16. Osuch A., Osuch E., Rybacki P., Szulc R., Szewczyk K. 2015. Selekcja i hierarchizacja kryteriów procesu decyzyjnego modernizacji parku maszyn gospodarstw rolnych metodą AHP. *Logistyka – nauka*, 5, 5188–5194.
17. Pawul M., Sobczyk W. 2011. Edukacja ekologiczna w zakresie gospodarki odpadami jako narzędzie realizacji zrównoważonego rozwoju. *Problemy Ekorozwoju*, 6 (1), 147–156.
18. Rosik-Dulewska Cz. 2003. *Podstawy gospodarki odpadami.* PWN, Warszawa.
19. Rybacki P., Durczak K. 2012. Hierarchizacja kryteriów oceny jakości procesów serwisowania maszyn rolniczych metodą porównywania. *Inżynieria Rolnicza*, 2(136), 299–306.
20. Saaty T.L. 1986. Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*. 32/7, 841–855.
21. Saaty T.L. 2001. *Deriving the AHP 1-9 Scale from First Principles ISAHP,* Berne - Switzerland, 397–402.
22. Saaty T.L. 1990. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48.1, 9–26.
23. Szołtysek J. 2009. *Logistyka zwrotna.* Poznań, Instytut Logistyki i Magazynowania.
24. Wijnmalen D.J.D. and W.C. Wedley, 2009. Non-discriminating Criteria in the AHP: Removal and Rank Reversal. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 15, 143–149.
25. Żakowska H. 2003. *Odpady opakowaniowe.* Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Opakowań, Warszawa.