

Aldona Wota, Andrzej Woźniak

**OCENA AKTYWNOŚCI SKŁADOWISK ODPADÓW
KOMUNALNYCH NA PODSTAWIE SCENARIUSZY
ZAGOSPODAROWANIA STRUMIENIA ODPADÓW**

***ASSESSMENT OF ACTIVITY LANDFILL SITE ACTIVITY
CYCLE BASED ON SCENARIOS OF WASTE STREAM
MANAGEMENT***

Streszczenie

W pracy oszacowano łączną aktywność eksploatowanych składowisk odpadów komunalnych w województwie małopolskim w sposób wariantowy. Dla realizacji celu, opracowano dwie prognozy wytwarzania odpadów komunalnych w perspektywie czasowej 2008–2048, które pozwoliły na oszacowanie ilości wytwarzanego strumienia odpadów. Następnie opracowano różne scenariusze związane z zagospodarowaniem strumienia odpadów w przyjętym horyzoncie czasowym. Zaproponowane scenariusze: status quo (SQ), realistyczny (REAL) i optymistyczny (OPT) określiły możliwości prowadzenia różnych strategii (polityk) odzysku i unieszkodliwiania odpadów, opartych przede wszystkim o metody recyklingu, kompostowania, spalania i składowania. Na ich podstawie oszacowano ilości odpadów komunalnych kierowanych na składowiska. Ilości odpadów kierowanych do składowania obliczono uwzględniając resztki odpadowe z poszczególnych technologii. W opracowaniu scenariuszy kierowano się sposobami zagospodarowania strumienia odpadów komunalnych w krajach UE-15 oraz założeniami wynikającymi z dokumentów strategicznych dotyczących gospodarki odpadami.

Analiza aktywności składowisk wskazała na niepokojącą sytuację związaną z szybkim wypełnianiem istniejących składowisk województwa małopolskiego. Sytuacja taka dotyczy wszystkich scenariuszy, zarówno dla prognozy I jak i prognozy II. Redukcja odpadów kierowanych na składowisko zwiększa nieznacznie czas aktywności składowisk, jednak nie rozwiązuje problemu składowania. W związku z powyższym, aby zapewnić ciągłość zarządzania strumieniem odpadów, działania związane z wyborem lokalizacji i rezerwowaniem terenów dla składowisk należałoby zacząć podejmować już dzisiaj.

Słowa kluczowe: składowiska odpadów komunalnych, zarządzanie odpadami, aktywność składowisk, scenariusze zagospodarowania odpadów

Summary

A total activity cycle of all municipal landfill sites operated in the malopolskie province was assessed in the paper using a variant method. For this purpose, two prognoses of municipal waste generation were developed for the 2008-2048 time horizon, which allowed to assess the quantity of generated waste stream. Subsequently, various scenarios related to the management of the waste stream in the adopted time horizon were prepared. The suggested scenarios: status quo (SQ), realistic (REAL) and optimistic (OPT) determined the possibilities for various strategies (policies) of recovery and disposal of wastes, primarily based on various methods of their recycling, composting and deposition. On this basis the amount of municipal wastes sent to landfills was assessed. The quantities of wastes deposited on landfills were computed considering waste residues from individual technologies. While working on the scenarios, the authors were guided by the ways of municipal waste stream management used in the EU-15 countries and by the assumptions resulting from documents on the strategies of waste management.

Analysis of landfill activity cycle revealed an alarming situation connected with fast filling up of the existing landfills in the malopolskie province. This situation concerns all scenarios, both for prognosis I and II. Reduction of wastes sent to landfill slightly increases the landfill activity cycle, but does not solve the problem of waste storage. So, in order to ensure the continuity of waste stream management, any actions connected with the choice of localisation and securing terrains for landfill sites should be started immediately.

Key words: *municipal landfill sites, waste management, landfill activity cycle, waste management scenarios*

WSTĘP

W gospodarce odpadami komunalnymi oprócz zapobiegania powstawania odpadów lub ich ograniczania koniecznością staje się zwiększenie metod odzysku i unieszkodliwiania w tym np.: recyklingu, kompostowni czy spalania tak aby na składowiska trafiały jak najmniejsze ilości wytwarzanych odpadów. Jednak pomimo kierowania na składowiska mniejszej ilości odpadów, bądź tylko samych pozostałości po ich odzysku i unieszkodliwieniu, składowiska pozostają ostatnim i jednocześnie najważniejszym ogniwem w hierarchii postępowania z odpadami, bez którego system gospodarki odpadami komunalnymi nie jest w stanie funkcjonować. Należy zaznaczyć, że w województwie małopolskim, podobnie jak w całej Polsce, składowanie stanowi w dalszym ciągu podstawową formę unieszkodliwiania odpadów. W roku 2006 w woj. małopolskim deponowano na składowiskach około 97% odpadów komunalnych [Ochrona Środowiska 2007]. Wydaje się, że w Polsce technologia składowania odpadów komunalnych pomimo wprowadzania na większą skalę metod biologicznych (recykling organiczny), termicznych, będzie w najbliższych latach podstawową formą ich unieszkodliwiania.

Polska po wejściu do UE zobowiązała się do uporządkowania problematyki z zakresu gospodarki odpadami a jednym z kluczowych zagadnień tej problematyki powinno być zapewnienie właściwej lokalizacji dla istniejących i przyszłych składowisk. Do roku 2009 mają zostać zamknięte bądź dostosowane składowiska, które nie spełniają wymagań ochrony środowiska. Powstawać będą nowe obiekty o funkcjach ponadgminnych. W województwie małopolskim modernizowane są duże składowiska tak, aby było możliwe ich wykorzystanie jako podstawy dla planowanych zakładów zagospodarowania odpadami (ZZO). W pierwszym Wojewódzkim Planie Gospodarki Odpadami na lata 2003–2010 oszacowano, iż do 2014 roku będzie funkcjonowało 10 (ZZO) opartych o systemy ponadlokalne, czyli związki gmin bądź powiatów. W Planie jednak nie przewidziano, w jaki sposób będzie następowało przechodzenie z liczby 19 w latach 2004–2010 do liczby 10 składowisk w roku 2014. Rozważania dotyczące przyszłych lokalizacji dla (ZZO) oparto jedynie o istniejące składowiska, nie wskazano natomiast na potrzebę rezerwowania terenów dla przyszłych składowisk, po wyczerpaniu pojemności istniejących. Zgodnie z założeniami dotyczącymi aktualizacji Planu nie rzadziej niż co cztery lata, w 2007 roku opracowano Plan Gospodarki Odpadami Województwa Małopolskiego 2010. W Planie zmieniono założenia odnośnie docelowej liczby składowisk odpadów komunalnych, sugerując redukcję składowisk do maksymalnie 12–14 obiektów będących częścią (ZZO), które zapewniłyby po ewentualnej rozbudowie łączną pojemność chłonną na co najmniej 15-letni okres eksploatacji. Natomiast w kierunkach działań strategicznych w gospodarce odpadami, w dalszym ciągu nie wskazano na potrzebę rezerwowania terenów dla przyszłych składowisk, uznając zapisy Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2010, iż jest wystarczająca liczba składowisk odpadów komunalnych.

W związku z powyższym zachodzi pytanie - czy prowadzenie „strategii” składowania odpadów, opartej na istniejących składowiskach i składowiskach wytypowanych jako obiekty docelowe bez potrzeby wyboru i rezerwowania odpowiednich lokalizacji dla przyszłych składowisk jest słuszne?

CEL, ZAKRES I METODYKA PRACY

Celem artykułu jest uzyskanie odpowiedzi na pytanie: kiedy i czy powinniśmy w województwie małopolskim zacząć podejmować działania związane z rezerwowaniem odpowiednich terenów dla składowisk odpadów komunalnych?

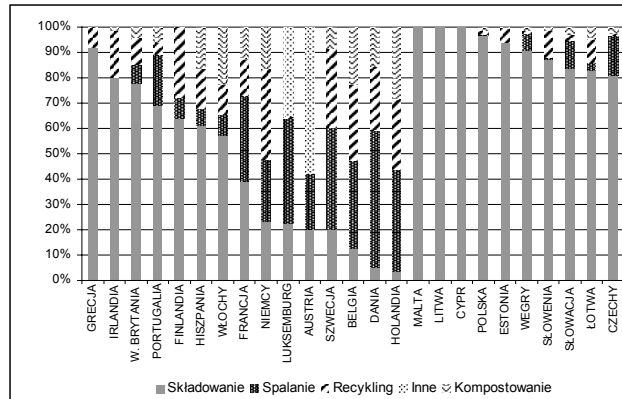
Dla realizacji celu, opracowano dwie prognozy wytwarzania odpadów komunalnych w perspektywie czasowej 2008–2048, które pozwoliły na oszacowanie ilości wytwarzanego strumienia odpadów. Prognozy obliczono na podstawie: prognozy demograficznej oraz prognozy jednostkowego wskaźnika wytwarzania odpadów (wskaźnik liczony w kg odpadów na mieszkańca rocz-

nie). Przy wyborze wariantów prognoz kierowano się wytycznymi zawartymi w dokumentach strategicznych takich jak: Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2010, Plan Gospodarki Odpadami dla Województwa Małopolskiego 2003–2015 oraz Planu Gospodarki Odpadami dla Województwa Małopolskiego 2010.

W następnym etapie opracowano różne scenariusze związane z zagospodarowaniem strumienia odpadów w przyjętym horyzoncie czasowym. Zaproponowane scenariusze: status quo (SQ), realistyczny (REAL) i optymistyczny (OPT) są przykładem możliwości prowadzenia różnych strategii (polityk) odzysku i unieszkodliwianiu odpadów, opartych o metody recyklingu (z wyłączeniem recyklingu organicznego), kompostowania, bądź innych biologicznych metod przeróbki odpadów ulegających biodegradacji np. fermentacji, w których produkt (kompost) jest odzyskany i wykorzystany, spalania oraz składowania. Zaproponowane scenariusze różnią się połączeniami sposobów przerobu odpadów oraz ich intensywnościami.

Inspiracją do opracowania scenariuszy było porównanie pozycji Polski na tle krajów UE-15 w sposobie odzysku i unieszkodliwiania strumienia odpadów komunalnych. Sytuację tą najlepiej ilustruje rysunek 1. Rysunek ten z jednej strony obrazuje przepaść jaką dzieli nowe kraje UE od pozostałych pod względem sposobu zagospodarowania odpadów, z drugiej dostarcza cennych informacji na temat strategii postępowania z odpadami, do których w przyszłości Polska powinna zmierzać, tak aby osiągnąć poziom odzysku i unieszkodliwiania odpadów zbliżony do przodujących w tym zakresie krajów. Przy opracowaniu scenariuszy skorzystano z założeń wynikających z dokumentów strategicznych dotyczących gospodarki odpadami. Przeanalizowano również sposób zagospodarowania odpadów komunalnych w Stanach Zjednoczonych, w których w 2003 roku około 30% odpadów kompostowano bądź poddawano recyklingowi, 15% spalano a 55% składowano [Eiselt 2007]. W opracowaniu scenariuszy kierowano się ponadto założeniami wynikającymi z zasadniczych zobowiązań wobec UE, do których należą:

- zmniejszenie ilości składowanych odpadów biodegradowalnych w kolejnych latach o 25% (2010), 50% (2013) i 65% (2020), w stosunku do roku 1995 (Dyrektywa 1999/31/EC),
- uzyskanie odpowiednich poziomów recyklingu 25% i odzysku 50% odpadów opakowaniowych oraz innych odpadów użytkowych do roku 2007, a następnie nowych podwyższonych poziomów dla odpadów opakowaniowych do roku 2014 (Dyrektywa 94/62 WE),
- zapewnienie, że wszystkie odpady przed usuwaniem na składowiska zostaną poddane procesom przekształcenia,
- docelowo składowiska mają służyć jako obiekty do składowania pozostałości po procesach odzysku i unieszkodliwiania odpadów.



Rysunek 1. Odzysk i unieszkodliwienie odpadów komunalnych w krajach UE-25 w 2003 r. własne na podstawie Eurostat 2006)

Figure 1. Recovery and disposal of municipal wastes in the EU-25 countries in 2003 (own elaboration based on Eurostat 2006)

Korzystając z prognozy I i prognozy II oraz z obliczonych ilości odpadów kierowanych na składowisko dla przyjętych scenariuszy SQ, REAL, OPT (po uwzględnieniu resztek z poszczególnych technologii), określono łączną aktywność eksploatowanych składowisk na terenie województwa małopolskiego.

Planowane całkowite pojemności dla poszczególnych składowisk oszacowano na podstawie danych za rok 2006 (Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie oraz z Urzędu Marszałkowskiego w Krakowie). Do obliczeń przyjęto łączną docelową planowaną pojemność składowisk za rok 2007 na poziomie 6,5 mln Mg.

PROGNOZY WYTWARZANIA STRUMIENIA ODPADÓW KOMUNALNYCH W HORYZONCIE CZASOWYM 2008–2048

Prognoza I. W Prognozie I jednostkowy wskaźnik wytwarzania odpadów przyjęto z prognozy Planu Gospodarki Odpadami na lata 2003–2015 dla województwa małopolskiego, którego wzrost przewidziano na poziomie nie większym niż 3% rocznie. Dla roku bazowego 2008 wskaźnik określono na poziomie 386 kg/M/rok dla roku 2015 – 452 kg/M/rok. Dla lat następnych wzrost wskaźnika założono na poziomie nie większym niż 2% w okresach pięcioletnich. Przy tak ustalonym wzroście dla roku 2048 wskaźnik wytwarzania odpadów wyniósł 506 kg/M/rok. Demografię ludności przyjęto z prognozy GUS na lata 2003–2030 oraz z jej trendu na kolejne lata. Prognoza GUS zakłada stopniowy wzrost ludności do roku 2020. Stopa wzrostu ludności wynosi średnio około 0,009 %, a następnie spadku o około 0,15%.

Prognoza II. W Prognozie II jednostkowy wskaźnik wytwarzania odpadów przyjęto z założeń Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2010. W Planie założono wzrost jednostkowego wskaźnika wytwarzania odpadów o około 5% w okresach 5 letnich. Wskaźnik w poszczególnych okresach będzie kształtował się następująco:

2010 r. – 289 kg/M/rok,

2014 r. – 301 kg/M/rok,

2018 r. – 313 kg/M/rok.

Dla kolejnych 5-cio letnich okresów przyjęto podobne założenie. Dla tak ustalonych założeń wskaźnik w roku 2048 będzie wynosił 410 kg/M/rok. Dla lat 2008–2009 wskaźnik ustalono na poziomie 289 kg/M/rok. Demografię ludności przyjęto analogicznie jak w prognozie I.

Ilości odpadów komunalnych generowanych dla poszczególnych prognozowanych lat obliczono ze wzoru:

$$W_t = P_0(1+i)^t \cdot W_0(1+q)^t \quad (1)$$

gdzie:

P_0 – początkowa liczba mieszkańców,

i – stopa wzrostu ludności,

W_0 – początkowy jednostkowy wskaźnik wytwarzania odpadów,

q – stopa wzrostu wskaźnika wytwarzania odpadów,

t – czas.

SCENARIUSZE ODZYSKU I UNIESZKODLIWIANIA ODPADÓW KOMUNALNYCH

Scenariusz SQ (*status quo*). W scenariuszu założono sytuację, w której 90% strumienia odpadów kierowana będzie na składowisko, 4% podlegać będzie kompostowaniu, a 6% recyklingowi podczas całego okresu 2008–2048.

Scenariusz REAL (realistyczny). Scenariusz zakłada, że spodziewane efekty zmieszenia ilości odpadów kierowanych do składowania przebiegać będą w trzech okresach. W pierwszym 2008–2011 przeciętne udziały procentowe mas odpadów unieszkodliwianych wynosić będą 8% recykling, 12% kompostowanie, 80% składowanie. W pierwszym okresie nie przewiduje się unieszkodliwiania odpadów poprzez spalanie. W drugim okresie 2012–2018 przewidziano spadek składowanych bezpośrednio odpadów, średnio o 42%. W tym okresie założono, że recyklingowi poddanych będzie 16%, kompostowaniu 14%, spalaniu 22%, a bezpośrednio składowanych 48% masy wytworzonych odpadów. W trzecim okresie 2019–2048 przewidziano dalszy spadek składowaniu bezpośrednio

odpadów, średnio o 13% w stosunku do okresu poprzedniego. Ostatecznie (razem z balastem z recyklingu, kompostowania i spalania) na składowisku deponowane byłoby około 44% odpadów komunalnych. Zważywszy, że średnio w UE-15 w 2005 r. deponowano na składowiskach około 41% odpadów, przedstawiony scenariusz zakłada realistyczną politykę gospodarowania strumieniem odpadów.

Scenariusz (OPT) optymistyczny. W scenariuszu OPT przyjęto cztery przedziały czasowe, w których założono stopniowe zmieszanie ilości deponowanych odpadów na składowisku. W pierwszym okresie 2008–2010 przeciętne udziały procentowe mas odpadów unieszkodliwianych wynosić będą: 10% recykling, 14% kompostowanie, 76% składowanie. W tym okresie nie przewiduje się unieszkodliwiania odpadów poprzez spalanie. W drugim okresie 2011–2014 przewidziano spadek składowanych bezpośrednio odpadów, średnio o 24%. W tym okresie założono, że recyklingowi poddanych będzie 16%, kompostowaniu 14%, spalaniu 22% a bezpośrednio składowaniu 48% masy wytworzonych odpadów. W trzecim okresie 2015–2020 przewidziano dalszy sukcesywny spadek ilości odpadów komunalnych kierowanych bezpośrednio na składowisko średnio o 18% w stosunku do okresu poprzedniego. W czwartym okresie 2021–2048 przewidziano wysoki procent odpadów unieszkodliwianych przez spalanie 37%, recykling 33%, kompostowanie 23%. Poziom ostatecznego składowania ustalono przyjmując wzorce krajów przodujących w zarządzaniu gospodarką odpadami między innymi Austrii, Szwecji czy Niemiec, na około 25%. Przedstawiony scenariusz zakłada bardzo optymistyczną politykę gospodarowania strumieniem odpadów.

Z przedstawionymi technologiami odpadowymi dla wyszczególnionych scenariuszy związane są również pozostałości, które w końcowej fazie muszą zostać skierowane do składowania. Są to np. popioły ze spalania czy nieprzerobione produkty kompostowania czy recyklingu, dla których nie ma żadnej dobrej technologii odzysku albo rynku zbytu. Dlatego ilość odpadów, która w rzeczywistości jest odzyskiwana i unieszkodliwiana przez każdy typ technologii wymaga uzgodnień. Szacuje się, że po spalaniu pozostaje wagowo około 20%, kompostowaniu około 30%, recyklingu 10% odpadów (pozostałości) wymagających składowania [Daskalopoulos i in. 1998]. Straty z odzysku mogą się zmienić zleżenie od typu odpadów czy selektywnego zbierania (np. odpady z selektywnej zbiórki dostarczają mniejszych strat niż odpady zmieszane).

Ostatecznie ilość odpadów deponowana na składowisku zawiera odpady bezpośrednio skierowane na składowisko po zbiórce, oraz resztki z pozostałych stosowanych technologii unieszkodliwiania odpadów. Wielkość tą ujęto w następującej postaci:

$$(X_{rec})_t, (X_{kom})_t, (X_{spal})_t, (X_{sk})_t$$

– gdzie kolejne składowe stanowią procent odpadów skierowanych do unieszkodliwienia przez poszczególne technologie odpowiednio: recykling, kompostowanie, spalanie i składowanie, w określonym okresie i stanowią uzgodnione proporcje wynikające z przyjętych strategii zarządzania strumieniem odpadów.

Tabela 1. Scenariusze odzysku i unieszkodliwiania odpadów komunalnych w latach 2008–2048

Table 1. Scenarios of recovery and disposal of municipal wastes in 2008–2048

Scenariusze	Sposoby odzysku i unieszkodliwiania odpadów				Składowanie po uwzględnieniu pozostałości
	Recykling	Kompostowanie	Spalanie	Składowanie	
	%	%	%	%	
SQ (status quo)					
2008–2048	6	4	0	90	91,8
REAL (realistyczny)					
2008–2011	8	12	0	80	84,4
2012–2018	16	14	22	48	58,2
2019–2048	23	19	30	30	44
OPT (optymistyczny)					
2008–2010	10	14	0	76	81,2
2011–2014	16	14	22	48	58,2
2015–2020	23	19	30	30	44
2021–2048	33	23	37	7	24,6

Źródło: Opracowanie własne

Procent odpadów kierowanych na składowisko przy uwzględnieniu współczynników resztek z instalacji - odpowiednio dla recyklingu 0,1, kompostowania 0,3 i spalania 0,2 obliczono ze wzoru:

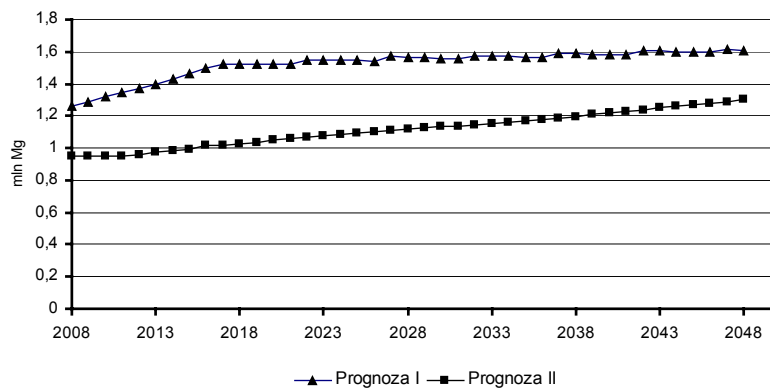
$$P = 0,1(X_{rec})t + 0,3(X_{kom})t + 0,2(X_{spal})t + (X_{sk})t \quad (2)$$

Obliczone wielkości uwzględniono w tabeli 1.

ANALIZA WYNIKÓW

Prognozowany strumień generowanych odpadów komunalnych dla horyzontu czasowego 2008-2048 kolejno dla prognozy I i prognozy II przedstawiono na rysunku 2. Z analizy wykresu wynika, że dla obu prognoz charakterystyczna jest rosnąca tendencja strumienia generowanych odpadów. W przypadku prognozy I, w roku 2008 ilość odpadów wyniesie 1,26 mln Mg, a w przypadku

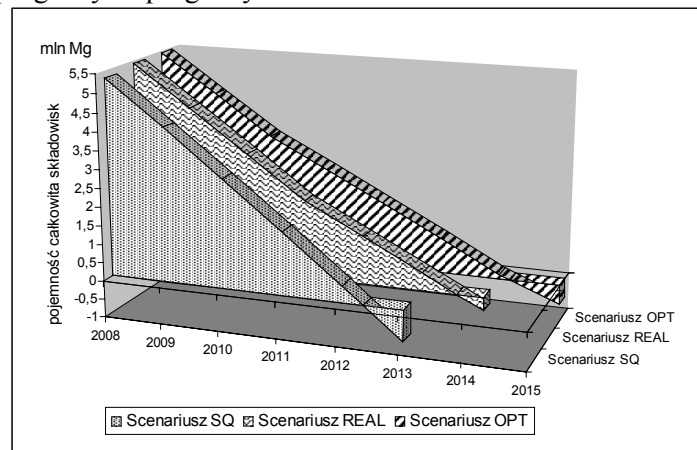
prognozy II – 0,95 mln Mg. Na końcu analizowanego okresu wielkości te wzrosną odpowiednio do 1,61 mln Mg i 1,3 mln Mg.



Rysunek 2. Prognozy wytwarzania strumienia odpadów komunalnych w horyzoncie czasowym 2008–2048 (opracowanie własne)

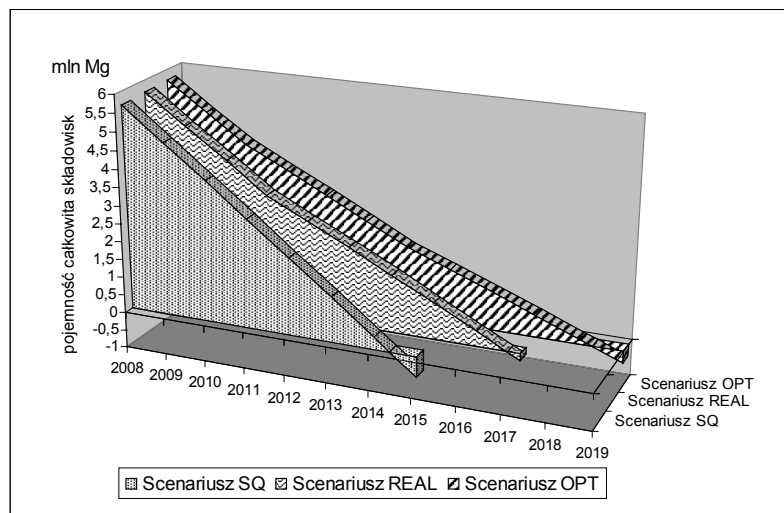
Figure 2. Predicted generation of municipal waste stream in the 2008–2048 time horizon

Na rysunku 3 i 4 przedstawiono lata przełomowe, dla których obliczono aktywność składowisk województwa małopolskiego dla trzech scenariuszy zagospodarowania strumienia odpadów w perspektywie czasowej 2008–2048 kolejno dla prognozy I i prognozy II.



Rysunek 3. Aktywność składowisk województwa małopolskiego dla prognozy I (opracowanie własne)

Figure 3. Landfill activity cycle in malopolskie province for prognosis I



Rysunek 4. Aktywność składowisk województwa małopolskiego dla prognozy II (opracowanie własne)

Figure 4. Landfill activity cycle in malopolskie province for prognosis II

Analizując dane uzyskane dla prognozy I (w której założono wyższy jednostkowy wskaźnik wytwarzania odpadów na mieszkańca w stosunku do prognozy II) wynika, że całkowita planowana pojemność obecnie funkcjonujących wszystkich składowisk w województwie małopolskim dla scenariusza *status quo* (SQ), (czyli w przypadku składowania 91,8% masy strumienia odpadów) wypełni się w roku 2012. W przypadku podjęcia pewnych działań mających na celu redukcję odpadów kierowanych na składowisko – scenariusz (REAL), pojemność składowisk wypełni się w roku 2013. Najdłuższą aktywność obliczono dla scenariusza optymistycznego (OPT). Według tego scenariusza aktywność składowisk zakończy się w roku 2014 (rys. 3)

W przypadku prowadzenia polityki według scenariuszy zagospodarowania strumienia odpadów dla prognozy II, planowana łączna pojemność składowisk województwa małopolskiego zgodnie ze scenariuszem (SQ) wypełni się w roku 2014, w warunkach realizacji scenariusza (REAL) w roku 2016 natomiast dla scenariusza (OPT) w roku 2018 (rys. 4).

Oszacowano, że realizacja scenariusza optymistycznego (prognoza I), w którym przewidziano składowanie odpadów na poziomie 81,4% w latach (2008–2010), 58,2% (2011–2014), 44% (2015–2020) i 24,6% (2021–2048) zwiększa łączną aktywność w stosunku do scenariusza *status quo* (SQ) jedynie o 2 do 3 lat. Dla prognozy II różnica ta wynosi 4 lata.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzona wariantowa analiza dotycząca aktywności eksploatowanych składowisk odpadów komunalnych województwa małopolskiego na podstawie dwóch prognoz wytwarzania odpadów komunalnych w perspektywie czasowej 2008–2048 i trzech scenariuszy – *status quo* (SQ), realistyczny (REAL), optymistyczny (OPT), związanych z zagospodarowaniem strumienia odpadów w przyjętym horyzoncie czasowym wykazała, że:

1. Zaobserwowana niepokojąca sytuacja związana z szybkim zapełnianiem istniejących składowisk, dotyczy wszystkich zaproponowanych scenariuszy, zarówno dla prognozy I jak i prognozy II.

2. Prowadzenie działań związanych z redukcją odpadów kierowanych na składowisko zwiększa nieznacznie czas aktywności składowisk jednak nie rozwiązuje problemu składowania.

3. W obliczu prowadzenia nawet najbardziej optymistycznego scenariusza opartego na prognozie II (niższy wskaźniki wytwarzania odpadów), w roku 2018 w województwie małopolskim zabraknie składowisk. Przyjmując scenariusz realistyczny dla prognozy II sytuacji takiej należy się spodziewać w 2016, roku a w przypadku prognozy I w roku 2013.

W związku z powyższym, aby zapewnić ciągłość i skuteczność zarządzania strumieniem odpadów, proces wyboru składowisk należy zacząć zdecydowanie wcześniej. Dotychczasowa praktyka pokazuje, że z procesem wyboru lokalizacji składowisk odpadów komunalnych związanych jest wiele kontrowersji. Dlatego też, mając na uwadze problemy jakie są związane wyborem oraz czasem potrzebnym na sprawy formalnoprawne związane z inwestycją, oraz następnie z samą budową, należałoby zacząć podejmować działania związane z wyborem i rezerwowaniem odpowiednich lokalizacji dla składowisk i ustaleniem ich powierzchni już dzisiaj.

BIBLIOGRAFIA

- Daskalopoulos E., Badr O., Probert, S. D. *An integrated approach to municipal solid waste management*. Resources, Conservation and Recycling, 24, 1998, s. 33–50.
- Eiselt H. A. *Locating landfills – Optimization vs. reality*. European Journal of Operational Research 179, 2007, s. 1040–1049.
- Krajowy Plan Gospodarki Odpadami. Uchwała Nr 219 Rady Ministrów z dnia 29 października 2002 (M.P nr 11/2003, poz. 159).
- Ochrona Środowiska 2007 – Informacje i opracowania statystyczne, GUS Warszawa 2007- <http://www.stat.gov.pl/>
- Plan Gospodarki Odpadami Województwa Małopolskiego 2010 (część II Programu Ochrony Środowiska Województwa Małopolskiego na lata 2007–2014), Kraków 2007.
- Wojewódzki Plan Gospodarki Odpadami na lata 2003–2010, Zarząd Województwa Małopolskiego, Kraków, lipiec 2003.

Dr hab. inż. Andrzej Woźniak, Prof. UR
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Katedra Technicznej Infrastruktury Wsi
30-149 Kraków ul. Balicka 116B
Tel. (012) 662 4660
ul. Balicka 104, 30-149 Kraków

Dr Aldona, K. Wota
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie
ul. J. Wybickiego 7, 31-261 Kraków
awozniak@ar.krakow.pl, awota@min-pan.krakow.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Antoni T. Miler*