

Wpływ wybranych parametrów wejściowych systemu gospodarki odpadami medycznymi na koszt jego funkcjonowania i strukturę¹

*Maria Walery, Paweł Podwójci
Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii, Płock,
Politechnika Warszawska*

*Stanisław Biedugnis
Politechnika Warszawska*

1. Wstęp

Odpady medyczne powstające w jednostkach służby zdrowia stanowią istotne zagrożenia epidemiologiczne, toksykologiczne i sanitarne [17, 26].

Z analizy stanu istniejącego systemu gospodarowania odpadami medycznymi na obszarze woj. podlaskiego wynika, iż system wymaga wprowadzenia wzmoczonych działań oraz rozwiązań systemowych – technicznych i organizacyjnych, które zagwarantują ich unieszkodliwienie przy jednoczesnym spełnieniu standardów ochrony środowiska i bezpieczeństwa. Rozwiązania logistyczne odnoszące się do systemu sortowania, zbiórki, transportu i unieszkodliwiania powinny zapewnić płynny przepływ odpadów.

2. Analiza systemowa gospodarki odpadami medycznymi

Podstawową zasadą podejścia systemowego jest dążenie do uchwycenia spraw zasadniczych dla analizowanego obiektu (procesu, zjawiska) z pominięciem szczegółów i kwestii drugorzędnych. Podejście systemowe opiera się na czterech podstawowych założeniach [8÷11]:

- badany obiekt (proces, zjawisko) daje się wyodrębnić z ogółu elementów postrzeganych przez badacza jako względnie odosobniony,
- badany obiekt można podzielić na wiele względnie odosobnionych części, różnych z punktu widzenia pełniących przez nie funkcji,

¹ Pracę wykonano w ramach pracy własnej W/IIŚ/39/06 finansowanej przez Komitet Badań Naukowych

- analizuje się tylko te części, właściwości, sprzężenia/powiązania obiektu, które są istotne z punktu widzenia postawionego celu,
- analizę przeprowadza się na odpowiednio zbudowanym modelu wyodrębnionego systemu.

Systemowa metoda badań pozwala analizować praktycznie nieograniczoną liczbę wariantów rozwiązań w różnym układzie zmiennych decyzyjnych i z różnym zakresem ograniczeń zewnętrznych.

System gospodarki odpadami medycznymi jest systemem otwartym, ponieważ oddziałuje na otoczenie oraz przyjmuje płynące z niego informacje, materiały i zakłócenia. Dlatego też użyte wcześniej pojęcie „wzajemne interakcje” wskazuje na istnienie relacji zachodzących pomiędzy poszczególnymi elementami systemu i otoczenia, które utrzymują jego istnienie w czasie.

W ogólnym systemie gospodarki odpadami medycznymi należy wyróżnić procesy składowe oraz zespoły obiektów.

Procesy składowe obejmują:

- pozyskiwanie, gromadzenie odpadów medycznych, włączając w to systemy zabezpieczenia i identyfikacji odpadów,
- system transportu odpadów medycznych (wewnątrz i zewnątrz obiektowy z uwzględnieniem sieci dróg oraz środków transportu),
- przetwarzanie i unieszkodliwianie odpadów medycznych (rozdrabnianie, sanitacja chemiczna, sanitacja termiczna oraz sanitacja chemiczno-termiczna, uwęglanie i spopielenie odpadów, składowanie substancji poprocesowych).

Modele obiektów w systemie gospodarki odpadami medycznymi identyfikowane są jako:

- obiekty służby zdrowia (szpitale, sanatoria, przychodnie rejonowe, przychodnie specjalistyczne, gabinety prywatne, apteki),
- obiekty związane z gromadzeniem odpadów,
- obiekty reprezentujące transport odpadów (sieci dróg oraz środki transportu),
- obiekty przetwarzania i unieszkodliwiania odpadów medycznych (urządzenia, instalacje do sanitacji i spopielenia odpadów, składowiska).

Analiza rozwiązań systemowej gospodarki odpadami medycznymi, jak również optymalizacja procesów wyżej wymienionego systemu, wymaga uwzględnienia wzajemnych powiązań pomiędzy wszystkimi elementami oraz zachodzących procesów.

3. Model optymalizacyjny systemu wywozu i unieszkodliwiania odpadów medycznych w wersji dynamicznej

Modelowanie systemów gospodarki odpadami związane jest z symulacją rzeczywistych procesów jednostkowych, składających się na funkcjonowanie gospodarki odpadami medycznymi.

Z uwagi na złożoność tematu w niniejszej pracy wykorzystano specjalistyczne pakiety oprogramowania stworzone w ramach prowadzonych prac studialno-projektowych pomiędzy Politechniką Białostocką a Politechniką Warszawską nt. zastosowania w badaniach operacyjnych modelu optymalizacyjnego systemu wywozu i unieszkodliwiania odpadów (wersja dynamiczna) w systemie gospodarki odpadami medycznymi.

3.1. Studium optymalizacyjne

Przyjęty do rozważań modelowy region to obszar województwa podlaskiego, który może być uznany za reprezentatywny dla innych regionów tej części kraju. Wszystkie dane potrzebne do opisu proponowanych wariantów systemu gospodarki odpadami medycznymi, będące danymi wejściowymi modelu optymalizacyjnego, zostały zebrane i opracowane w ramach przeprowadzonych badań analityczno-faktograficznych. Wykonane studium optymalizacyjne, oparte na rzeczywistych danych dotyczących zarówno parametrów technicznych jak i wielkości ekonomicznych pozwala na uogólnienie uzyskanych wyników i ich implikację dla innych zbliżonych regionów.

Na terenie rozpatrywanego obszaru woj. Podlaskiego, uwzględniając powyższe założenia oraz uwarunkowania środowiskowe, wytypowano do analizy 18 źródeł powstawania i gromadzenia odpadów – szpitali, cztery obiekty pośrednie – spalarnie odpadów medycznych odpowiednio w Białymstoku, Łomży, Hajnówce i Suwałkach oraz cztery obiekty końcowe zlokalizowane na terenie spalarni odpadów medycznych – składowiska do czasowego przetrzymywania odpadów poprocesowych z procesu termicznego przekształcania odpadów.

Niezwykle istotnym i celowym z punktu widzenia ochrony środowiska w stosunku do istniejących na obszarze woj. podlaskiego – instalacji termicznego przekształcania odpadów jest przyjęcie stopnia ich zgodności z aktualnym stanem techniki stosując zasadę BAT w sektorze spalania odpadów, opracowaną dla instalacji termicznego przekształcania odpadów, a wprowadzoną Dyrektywą IPPC – dotyczącą zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli. Od listopada 2007 r. stosowane technologie muszą opierać się na najlepszych dostępnych technikach [11, 12, 17, 21, 22, 24].

Dla spalania odpadów Dyrektywa IPPC wraz z dokumentem referencyjnym BREF ustaliły jako BAT: usuwanie prekursorów dioksyn z odpadów, unikanie procesów w zakresie temperatur 250÷400°C i kombinację metod

oczyszczania z użyciem węgla aktywnego lub innych reagentów. Dopuszczalne wartości emisji ze spalania odpadów określono w Dyrektywie 2000/76/EC na poziomie $0,1 \text{ ng TEQ/m}^3$ [10÷24].

3.2. Zakres badań operacyjnych

Zakres badań operacyjnych wykonany w ramach studium optymalizacji, został podzielony na kolejne etapy w celu przedstawienia możliwości zaproponowanego modelu:

Etap I – obejmował obliczenia optymalizacyjne, przy przyjęciu ustalonych w koncepcji parametrów technicznych i ekonomicznych.

Przebieg I wykonany w ramach tego etapu był jednocześnie przebiegiem porównawczym, względem którego były dokonywane inne porównania.

Etap II – obejmował szereg dodatkowych przebiegów mających na celu ustalenie wpływu wybranych parametrów wejściowych modelu na generowane rozwiązanie (koszt funkcjonowania systemu, wskaźnik ekonomicznej efektywności E oraz strukturę przestrzenną systemu).

Parametry wejściowe, które były brane pod uwagę to odpowiednio:

- parametry ekonomiczne opisujące system (koszty jednostkowe transportu odpadów, wskaźnik inflacji i dyskonta),
- parametry ekonomiczne opisujące obiekty systemu (koszty kapitałowe i eksploatacyjne),
- wielkość redukcji odpadów medycznych w obiektach pośrednich systemu wyrażona w postaci współczynnika wyjściowego procesu – wwp [%],
- czas planowanego horyzontu czasowego t (czas trwania modelowych okresów).

3.3. Zestawienie wyników badań operacyjnych

Obliczenia zostały zrealizowane w następujących przebiegach: Etap I – przebieg 1 – przebieg jak w koncepcji z uwzględnieniem następujących parametrów: czas trwania modelowych okresów odpowiednio $t_1 = 5$ i $t_2 = 15$ lat, jednostkowy koszt transportu odpadów medycznych w I i II okresie modelowym odpowiednio: 1,33 oraz 0,44 zł/t/min, wwp = 10%.

W pracy przedstawiono dane wejściowe jedynie dla 1-go przebiegu badań optymalizacyjnych. W pozostałym etapie badań operacyjnych zmianie podlegały poszczególne parametry wejściowe systemu. I tak dla przebiegów 2÷12 – następowała zmiana jednostkowego kosztu transportu odpadów medycznych w I i II okresie modelowym z 1,36 zł/t/min do 2,66 zł/t/min (przy założonym 100% wzroście jednostkowego kosztu transportu odpadów medycznych); dla przebiegów 13÷19 – następowała zmiana parametru opisującego stopień redukcji ilości odpadów medycznych w procesie termicznego przekształcania odpa-

dów, wyrażonego w postaci współczynnika wyjściowego procesu (wwp [%]), w przedziale 11÷40%.

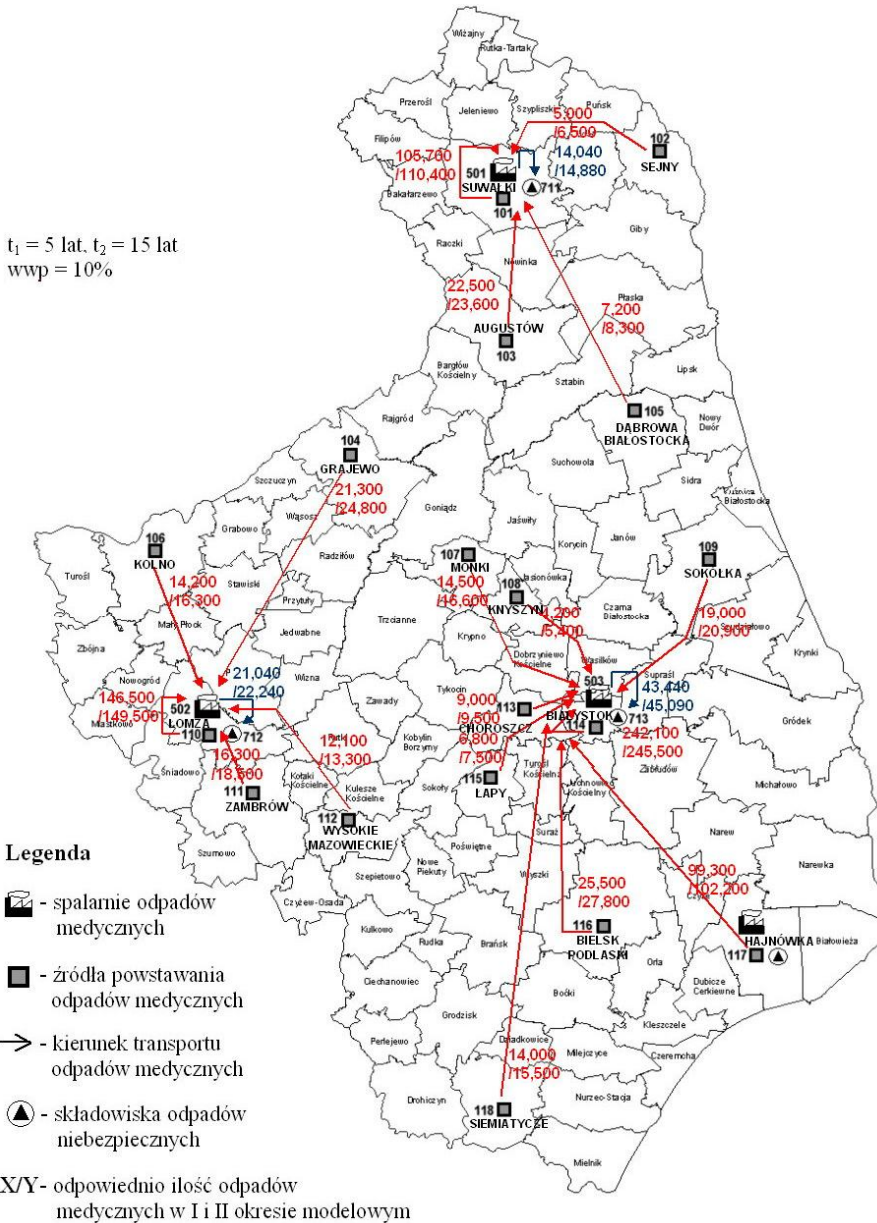
W wyniku przeprowadzonych obliczeń optymalizacyjnych dla przebiegu 1-go (Etap 1) z założonych wstępnie na modelowym obszarze 26 obiektów systemu (18 – źródeł powstawania odpadów medycznych, 4 – spalarnie, 4 – składowiska odpadów niebezpiecznych, 55 – możliwych tras przewozu odpadów) zostały wybrane w I i II okresie modelowym odpowiednio: 3/3 spalarnie, 3/3 składowiska oraz 21/21 tras przewozu odpadów, minimalizując w ten sposób koszt funkcjonowania systemu (rys. 1).

Dla przebiegu 1-go w (tabela 1) przedstawiono poziomy działalności przeróbczych w obiektach pośrednich i końcowych, w poszczególnych okresach modelowych.

Tabela 1. Poziomy działalności przeróbczych w obiektach pośrednich i końcowych w poszczególnych okresach modelowych dla przebiegu 1 na obszarze modelowego regionu [t/rok]

Table 1. The levels of processing activity of medial and final objects during individual modeling periods for run 1 [Mg/a]

Wyszczególnienie	ID	Nazwa procesu	ID	Poziom działalności przeróbczych	Okres modelowania
Suwałki	501	spalarnia	901	140,400	1
Suwałki	501	spalarnia	901	148,800	2
Łomża	502	spalarnia	901	210,400	1
Łomża	502	spalarnia	901	222,400	2
Białystok	503	spalarnia	901	434,400	1
Białystok	503	spalarnia	901	450,900	2
Suwałki	711	składowisko	903	14,040	1
Suwałki	711	składowisko	903	14,880	2
Łomża	712	składowisko	903	21,040	1
Łomża	712	składowisko	903	22,240	2
Białystok	713	składowisko	903	43,440	1
Białystok	713	składowisko	903	45,090	2



Rys. 1. Układ lokalizacji obiektów systemu gospodarki odpadami medycznymi oraz tras transportu odpadów na obszarze modelowego regionu – przebieg I

Fig. 1. Object localization of medical waste management system and transportation ways in modeled region – for I run

3.4. Wnioski z badań optymalizacyjnych

Etap II studium optymalizacyjnego obejmował badanie wpływu wybranych parametrów wejściowych na koszt funkcjonowania systemu gospodarki odpadami medycznymi oraz stabilność uzyskanego optymalnego rozwiązania wyrażonego jako koszt funkcjonowania systemu (wartość funkcji celu) obejmujący wszystkie koszty jak również uzyskany wskaźnik ekonomicznej efektywności E.

W przebiegach 2÷12 – badano wpływ zmiany jednostkowego kosztu transportu odpadów medycznych w przedziale zmienności od 2 do 100% w I i II okresie modelowym.

Należy stwierdzić, iż pomimo 100% wzrostu jednostkowego kosztu transportu odpadów z poziomu 1,33 zł/t/min do 2,66 zł/t/min, następuje zanikomy wzrost jednostkowego kosztu unieszkodliwienia odpadów z 1597,6 zł/t do 1599 zł/t (przebieg 12), ze względu na małą ilość transportowanych odpadów z poszczególnych źródeł powstawania odpadów w I i II okresie modelowym.

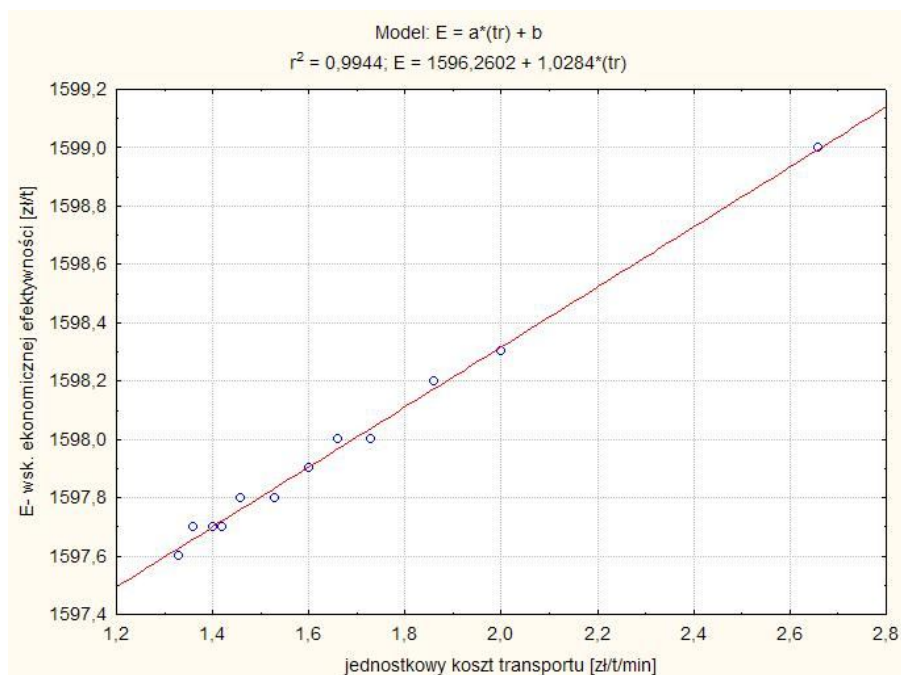
Wzrost jednostkowego kosztu transportu odpadów powoduje wzrost wskaźnika ekonomicznej efektywności E, a tym samym zwiększa koszt systemu, jednakże nieznacznie.

Na rys. 2 przedstawiono wartość uzyskanego wskaźnika ekonomicznej efektywności E dla przebiegów 1÷12.

W przebiegach 13÷19 – badano wpływ na uzyskanie optymalnego rozwiązania w wyniku zmiany parametru opisującego stopień redukcji ilości odpadów medycznych w procesie termicznego przekształcania odpadów, wyrażonego w postaci współczynnika wyjściowego procesu (wvp [%]) w przedziale zmienności od 11 do 40%.

Założona dla przebiegów 13÷19 zmiana parametru opisującego stopień redukcji ilości odpadów medycznych w procesie termicznego przekształcania odpadów spowodowała wzrost kosztu funkcjonowania systemu, a tym samym nastąpił wzrost wskaźnika ekonomicznej efektywności E o ok. 10% (z 1597,6 zł/t do 1750,9 zł/t).

Na rys. 3 przedstawiono wartość uzyskanego wskaźnika ekonomicznej efektywności E dla przebiegów 13÷19 w zależności od stopnia redukcji ilości odpadów medycznych w procesie termicznego przekształcania odpadów. Zależność ta jest wprost proporcjonalna, tzn. wzrostowi ilości odpadów po procesie spalania odpowiada wzrost wskaźnika ekonomicznej efektywności E.



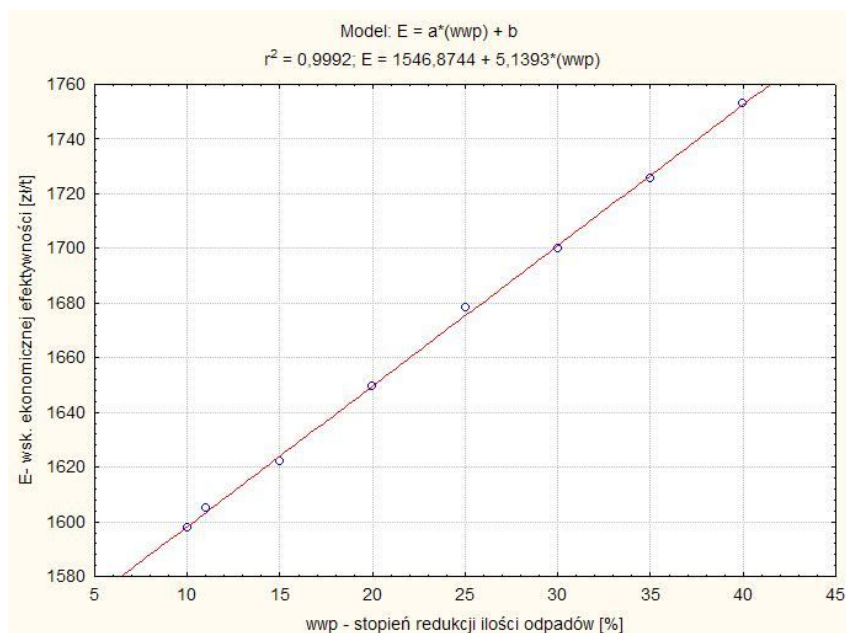
Rys. 2. Zależność wskaźnika ekonomicznej efektywności E od jednostkowego kosztu transportu odpadów medycznych

Fig. 2. Relationship between E and transportation unit costs of medical waste

W przebiegach 13÷19 – badano wpływ na uzyskanie optymalnego rozwiązania w wyniku zmiany parametru opisującego stopień redukcji ilości odpadów medycznych w procesie termicznego przekształcania odpadów, wyrażonego w postaci współczynnika wyjściowego procesu (wwp [%]) w przedziale zmienności od 11 do 40%.

Założona dla przebiegów 13÷19 zmiana parametru opisującego stopień redukcji ilości odpadów medycznych w procesie termicznego przekształcania odpadów spowodowała wzrost kosztu funkcjonowania systemu, a tym samym nastąpił wzrost wskaźnika ekonomicznej efektywności E o ok. 10% (z 1597,6 zł/t do 1750,9 zł/t).

Na rys. 3 przedstawiono wartość uzyskanego wskaźnika ekonomicznej efektywności E dla przebiegów 13÷19 w zależności od stopnia redukcji ilości odpadów medycznych w procesie termicznego przekształcania odpadów. Zależność ta jest wprost proporcjonalna, tzn. wzrostowi ilości odpadów po procesie spalania odpowiada wzrost wskaźnika ekonomicznej efektywności E.



Rys. 3. Zależność wskaźnika ekonomicznej efektywności E od stopnia redukcji ilości odpadów medycznych w procesie termicznego przekształcania odpadów

Fig. 3. Relationship between E and percentage of waste quantity reduction from the burning process

4. Podsumowanie i wnioski końcowe

W wyniku przeprowadzonych obliczeń optymalizacyjnych dla poszczególnych przebiegów 2÷19 w zależności od przyjętych wartości zmiennych parametrów wejściowych, w porównaniu z przebiegiem 1 obliczonym dla założonych w koncepcji parametrów techniczno-ekonomicznych systemu gospodarki odpadami medycznymi modelowego regionu sformułowano następujące wnioski:

1. Wzrost jednostkowego kosztu transportu odpadów z poziomu 1,33 zł/t/min do 2,66 zł/t/min nie powoduje zmiany struktury układu lokalizacji obiektów systemu oraz sieci działalności transportowych, ze względu na małą ilość transportowanych odpadów z poszczególnych źródeł powstawania odpadów zarówno w I jak i II okresie modelowym. Wzrost jednostkowego kosztu transportu odpadów o 100% powoduje nieznaczny wzrost wskaźnika ekonomicznej efektywności E. Można zatem stwierdzić, iż uzyskany wariant wykazuje stabilność rozwiązania na zmianę jednostkowego kosztu transportu odpadów.

2. Struktura systemu gospodarki odpadami medycznymi, tj. układ lokalizacji obiektów oraz związana z nim sieć działalności transportowych determinowana jest w głównej mierze przez współczynnik wyjściowy procesu (wwp [%]) określający stopień redukcji ilości odpadów medycznych w procesie termicznego przekształcania odpadów. Wzrostowi tego współczynnika odpowiada wzrost ilości odpadów poprocesowych kierowanych na składowisko. Dalszą konsekwencją jest wzrost wskaźnika ekonomicznej efektywności E:

$$E(\text{wwp}) = 1546,8744 + 5,1393 * (\text{wwp}) \text{ [zł/t]} \quad (1)$$

Przy założonych ograniczeniach terenu w obiektach końcowych koniecznością staje się uzyskanie jak najmniejszego współczynnika wyjściowego procesu (wwp [%]) poprzez wybór odpowiedniej instalacji (technologii) do termicznego unieszkodliwiania odpadów medycznych pod względem technicznym, eksploatacyjnym oraz inwestycyjnym z zachowaniem wymogów ochrony środowiska.

Literatura

1. **Biedugnis S., Cholewiński J.:** *Program do wyboru optymalnego wariantu gospodarki odpadami w skali regionu.* Biuletyn IGPIK nr 10, Warszawa, 1987.
2. **Biedugnis S., Cholewiński J.:** *Optymalizacja gospodarki odpadami.* Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 1992.
3. **Biedugnis S., Podwójci P.:** *Modele optymalizacyjne w analizie i projektowaniu systemów wywozu i unieszkodliwiania odpadów w skali mikro- i makroregionalnej.* Mat. V Seminarium Instytutu ZWiBW Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1998.
4. **Biedugnis S., Podwójci P.:** *Model matematyczny systemów wywozu i unieszkodliwiania odpadów komunalnych w dobie globalnych sieci informacyjnych.*, Mat. VI Seminarium Instytutu ZWiBW Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1999.
5. **Biedugnis S., Podwójci P.:** *Model optymalizacyjny systemu wywozu i unieszkodliwiania odpadów komunalnych w ujęciu dynamicznym.*, Mat. V Ogólnopolskiej Konferencji „Kompleksowe i szczegółowe problemy inżynierii środowiska”. Ustronie Morskie-Kołobrzeg, 2001.
6. **Biedugnis S., Podwójci P., Smolarkiewicz M.:** *Regional optimizing Model for Systems of Municipal Waste Disposal and Utilization Model for Systems of Municipal Waste Disposal and Utilization in dynamic Contest.*, Mat. XXII Międzynarodowego Sympozjum im. Bolesława Krzysztofika AQUA'2001, Płock, 2001.
7. **Biedugnis S., Podwójci P., Smolarkiewicz M.:** *Optymalizacja gospodarką odpadami komunalnymi w skali mikro i makroregionalnej.*, Wyd. Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa, 2003.
8. **Denczew S.:** *Podstawy modelowania systemów eksploatacji wodociągów i kanalizacji.*, Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, vol. 37., Lublin, 2006.
9. **Gasparski W.:** *Projektowanie i systemy.*, Wyd. PAN, Warszawa, 1983.

10. **Piecuch T.:** *Utylizacja odpadów przemysłowych*. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Wydania I-sze, 1996.
11. **Piecuch T.:** *Termiczna utylizacja odpadów - wdrażać czy nie ?*. Monografia, Wydawnictwo Komisji Ekosfery Polskiej Akademii Nauk Oddział Gdańsk z siedzibą w Szczecinie
12. **Piecuch T.:** *Termiczna utylizacja odpadów i ochrona powietrza przed szkodliwymi składnikami spalin*. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, 1998.
13. **Piecuch T.:** *Wirtschaftliche Aspekte der Thermalen Abfall vertung, Program Sokarates – Erasmus*, Montan Universität Leoben (Austria), 2002.
14. **Piecuch T.:** *Praktische Anwendung der Pyrolyse Bei der Ververtungvon Abfallen Pyrolytische Verwertungseinrichtung vom Typ WPS*. Montan Universität Leoben (Austria), 2002.
15. **Piecuch T., Dąbek L., Juraszka B.:** *Spalanie i piroliza odpadów oraz ochrona powietrza przed szkodliwymi składnikami spalin*. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, 2002.
16. **Piecuch T.:** *Technika wodno-mulowa – urządzenia i procesy*. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, 2007.
17. **Piecuch T., Dąbrowski T., Dąbrowski J., Lubierski M., Juraszka B., Kościerzńska-Siekan G., Jantos K.:** *Analiza pracy spalarni odpadów Szpitala Wojewódzkiego w Koszalinie – spaliny, ścieki, wtórny odpad*. Rocznik Ochrona Środowiska, Tom 5, Rok 2003.
18. **Piecuch T., Dąbrowski T.:** *Pyrolytical utilization of wastes coming from installation for fish processing plant wastewater treatment*. Archives of Environmental Protection Vol.32, no. 3 2006.
19. **Piecuch T., Dąbrowski J., Dąbrowski T., Rytlevska A.:** *Badania laboratoryjne nad możliwością współspalania miału węglowego i osadów ściekowych z Zakładu Przetwórstwa Ryb*. Zeszyty Naukowe Politechniki Koszalińskiej Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Seria Inżynieria Środowiska Nr 23, 2007.
20. **Piecuch T., Juraszka B.:** *Spalanie osadów pokoagulacyjnych zawierających kleje organiczne oraz utylizacja powstałych popiołów*. Wydawnictwo IGSMiE PAN Kraków, Polityka Energetyczna, Tom 10 zeszyt 2, 2007.
21. **Piecuch T., Dąbrowski T., Dąbrowski J., Piekarski J.:** *Energetyczne wykorzystanie odpadów przemysłu chemii organicznej*. Kwartalnik Gazinform, Sankt-Petersburg, 2/2007.
22. **Piecuch T., Dąbrowski T., Dąbrowski J., Piekarski J.:** *Wykorzystanie odpadów przemysłu chemii organicznej do produkcji gazu pizolitycznego*. Kwartalnik Gazinform, Sankt-Petersburg, 3/2007.
23. **Piecuch T., Dąbrowski J., Dąbrowski T., Winiecki M.:** *Badania laboratoryjne nad możliwością współspalania miału węglowego wraz z osadami ściekowymi i odpadami poliestrowymi*. Inżynieria i Ochrona Środowiska, Tom 11, nr 2, rok 2008.
24. **Piecuch T., Dąbrowski J., Dąbrowski T.:** *Energetyczne i ekologiczne rozwiązanie problemów utylizacji odpadów na bazie zaawansowania technologii produkcji gazu pirolitycznego*. Miesięcznik Rynek Instalacji, Nr 10(137)/2008.
25. **Powierża L.:** *Elementy inżynierii systemów.*, Oficyna Wyd. PW, Warszawa, 1997.

26. **Wandrasz J.:** *Gospodarka odpadami medycznymi*. Wydawnictwo Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych – Oddział Wielkopolski, Poznań, 2000.
27. **Ziamba S.:** *Niektóre elementy podstaw inżynierii systemów.*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań, 1997.

Influence of Selected Input Parameters on Costs of the System of Medical Wastes Management

Abstract

The paper presents analysis of the influence of selected input parameters describing the system of medical wastes management on costs of its functioning and its structure. The presented model of medical wastes management in the dynamic version allows designing the most economically effective systems of medical wastes disposal and utilization.

Medical wastes generated at health service units are a serious epidemiological, toxicological, and sanitary threats. Analysis of an existing system of medical wastes management in Podlasie region reveals that it requires to introduce intensified activities and system solutions – both technical and organizational – that would guarantee a maximum safety and neutralization as well as meeting all standards of environmental protection.

Therefore, there is a need to re-arrange and rationalize the medical wastes management system to achieve desirable ecological and economical effects, as well as to eliminate the sanitary threats.

To make analysis of the system medical wastes management solutions and to optimize the unitary processes composing the functioning of accepted solutions and taking into account the inter-relations between all elements as well as processes and correlations, seems to be necessary. A major group of factors that can be expressed in a parametric or descriptive form and being the input data to a system along with the set of its outer conditions and restrictions should be considered during the modeling the tasks and the structure of the system, hence various variants for disposal and neutralization of medical wastes.

The medical wastes management system has to be re-arranged in reference to the proximity of infectious medical wastes that, in accordance with Art. 9 of the Decree on medical wastes should be neutralized within the same region they had been produced, in installations that meet requirements of the best available technology or techniques. Wastes from majority of hospitals in Podlasie region are transported to combustion centers distant over 300 km (medical wastes combustion points in Żyrardów and Rzeszów), thus the real efficiency of medical wastes combustion points decreased to 25% in Hajnówka and to 44% in Suwałki. That efficiency remained at the level of 85% in Łomża and Białystok. Therefore, it is necessary to ensure the opportunity to get medical wastes, because unitary costs for waste neutralization increases at the decrease of the installation's efficiency below 80%.