

dr inż. Anna Pikulicka

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Jarosławiu

ORCID: <http://0009-0007-2812-651X>

dr hab. Marek Delong, prof. PANS

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Przemyślu

ORCID: <http://0000-0001-7766-5834>

prof. dr hab. Wiesław Barabasz

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Przemyślu

ORCID: <http://0009-0003-1493-2183>

MIKROBIOLOGICZNE I TOKSYKOLOGICZNE ZAGROŻENIE BEZPIECZEŃSTWA PUBLICZNEGO I ZDROWIA LUDNOŚCI POWODOWANE PRZEZ ODPADY MEDYCZNE

MICROBIOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL THREATS TO PUBLIC SAFETY AND HEALTH CAUSED BY MEDICAL WASTE

Streszczenie

Odpady medyczne to wyjątkowa grupa odpadów, gdyż nie jest jednorodna. Odpady tej grupy powstają w wielu miejscach, zazwyczaj tam, gdzie prowadzona jest działalność związana ze świadczeniem usług medycznych, kosmetycznych, fryzjerskich, itp. Są one zróżnicowane ze względu na surowcowe, a ich składniki chemiczne nierzadko są bardzo specyficzne i kłopotliwe w utylizowaniu. Z uwagi na swój skład stanowią wielkie zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludności, szczególnie wtedy gdy nie są właściwie zagospodarowane i zutylizowane. Gospodarka tymi odpadami podlega specjalnym przepisom zarówno polskim jak i unijnym, a za ich nieprzestrzeganie grozi surowa kara. Celem publikacji jest zwrócenie uwagi na problemy mikrobiologiczne i toksykologiczne jakie wynikają z nieprawidłowej gospodarki tymi odpadami. Określenie tej treści jest istotne ze względu na potencjalne zagrożenie skażenia środowiska i zagrożenie dla życia i zdrowia obywateli. O ile regulacje krajowe i UE pojawiają się w zakresie koniecznym, to ich przestrzeganie nie rzadko jest prawidłowe.

Słowa kluczowe: odpady medyczne, środowisko, uregulowania prawne, utylizacja, zagrożenie

Summary

Medical waste is a unique category of waste because it is not homogeneous. Waste in this category is generated in many places, usually where activities related to the provision of medical, cosmetic, or hairdressing services, etc., are carried out. These wastes are diverse in terms of raw materials, and their chemical components are often very specific and difficult to dispose of. Due to their composition, they pose a significant threat to the environment and public health, especially when not properly managed and disposed of. The management of this waste is subject to special

regulations, both Polish and EU, and failure to comply with these regulations is punishable by severe penalties. This publication aims to draw attention to microbiological and toxicological problems resulting from the improper management of this waste. Defining this content is important due to the potential threat of environmental contamination and the risks to the lives and health of citizens. While national and EU regulations appear to be adequate, compliance is often lacking.

Keywords: environment, legal regulations, medical waste, threats, utilization

Współczesny świat staje w obliczu poważnych zagrożeń ekologicznych, które są wynikiem zarówno działalności człowieka, jak i naturalnych procesów zachodzących w środowisku. Od czasów rewolucji przemysłowej, poprzez intensyfikację rolnictwa, aż po masową urbanizację, działania człowieka przekształcają środowisko w sposób, który nie tylko szkodzi ekosystemom, ale również zagraża naszemu zdrowiu oraz przyszłości. Ten proces skłania nas do refleksji nad odpowiedzialnością, jaką mamy wobec przyszłych pokoleń. Jak wykazano w pracach Barabasz¹ oraz Hossain² wzrastająca presja na naturalne systemy prowadzi do groźnych zjawisk takich jak zmiany klimatyczne, zanieczyszczenie środowiska oraz utrata bioróżnorodności, które to zjawiska zakłócają równowagę ekologiczną, co skutkować może nieodwracalnymi zmianami zagrażającemu naszej ludzkiej cywilizacji.³ W skali globalnej połączone efekty działań ludzi są już często większe niż siły samej natury. Obecnie aktywność ludzi jest tak intensywna, a skutki rozległe, że mówiąc o kształcie naszej planety, nie sposób pominąć wpływu na wszystkie aspekty środowiska, od atmosfery po głębiny oceaniczne. W kontekście tych zagadnień szczególnie istotna jest gospodarka odpadami, która obejmuje cały szereg czynności związanych z postępowaniem z odpadami, począwszy od ich wytwarzania po zagospodarowanie poprzez odzysk surowców wtórnych po bezpieczne dla środowiska i człowieka unieszkodliwianie. Problematyka gospodarki odpadami ze względu na ich ilość, zróżnicowany skład i właściwości jest wielce złożona a zarazem skomplikowana. Wynika to głównie z dwóch aspektów ściśle ze sobą powiązanych. Pierwszy dotyczy wzrostu masy odpadów wraz ze zwiększającą się liczbą ludności, rozwojem gospodarczym, a także wzrostem dobrobytu społeczeństwa. Drugi jest związany z uciążliwością i zagrożeniem ze strony odpadów, szczególnie niebezpiecznych dla środowiska, a tym samym dla człowieka. Dlatego należy dążyć do ustanowienia szczegółowych i precyzyjnych zasad prawnych i organizacyjnych postępowania z różnymi rodzajami odpadów, co powinno mieć również przełożenie na zastosowanie tych przepisów w praktyce.⁴

1 W. Barabasz, A. Pikulicka, A. Galus-Barchan, A. Szmigiel A., *Składowisko odpadów jako źródło mikroorganizmów szkodliwych dla zdrowia*. Komitet Chemii Analitycznej PAN, Gospodarka Odpadami Komunalnymi. Monografia red. K. Szymański 7, 5-18, 201.

2 S. Hossain, A. Santhanam, N. A. Norulainic, Mohd N. O.: *Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment - A review*. Waste Management 31, (4), 754-766, 2011

3 Hassan M.M., Ahmed S.A., Rahman K.A, Biswas T.K.: *Pattern of medical waste management: existing scenario in Dhaka City, Bangladesh*. BMC Public Health 8, (36), 5. 200

4 Barabasz W., Pikulicka A., Galus-Barchan A.: *Skład mikrobiocenotyczny bioaerozolu – wokół wybranych obiektów komunalnych*. Komitet Chemii Analitycznej PAN. Gospodarka Odpadami Komunalnymi. Monografia red. Szymański K. 10.199-208, 2014; Chmielewski J., Czarny-Działak M., Kosowska E., Szpringer M., Gworek B., Florek-Łuszczki M. Król H., Gonczaryk A., Nowak-Starz G.: *Uwalnianie substancji niebezpiecznych do środowiska podczas unieszkodliwiania odpadów medycznych oraz związane z tym zagrożenia zdrowotne*, Przemysł Chemiczny 99, (4), 588-597, 2020; Rosik - Dulewska Cz., *Podstawy gospodarki odpadami*, Wydawnictwo naukowe PWN, Wydanie zaktualizowane, Wydanie 5, Warszawa 2012

Niezwykle istotne dla obecnego stanu prawnego w zakresie gospodarki odpadami jest geneza tych przepisów, zarówno na poziomie międzynarodowym (WHO), unijnym, jak i krajowym.⁵ Obecnie obowiązujące zasady gospodarki odpadami zostały uregulowane w ustawie z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach oraz ściśle z nią związaną, ustawie z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach, a także w wielu innych ustawach i aktach wykonawczych określających zasady postępowania ze szczególnymi odpadami niebezpiecznymi. Przepisy zawarte w tych aktach zostały stopniowo implementowane właśnie z prawa międzynarodowego i unijnego. Ważnymi zagadnieniami związanymi z gospodarką odpadami to przede wszystkim definicja odpadów, klasyfikacja, zasady i hierarchia postępowania z odpadami, obowiązki podmiotów biorących udział w gospodarowaniu odpadami, zasady zbierania, magazynowania oraz procesów odzysku i unieszkodliwiania odpadów.⁶ Ponadto ważnymi sprawami są zasady postępowania ze szczególnymi odpadami tzw. niebezpiecznymi, np. medycznymi, weterynaryjnymi, PCB, zużytym sprzętem elektrycznym i elektronicznym itd. Gospodarka odpadami jest realizowana głównie przez gminy w ramach zadań w zakresie utrzymania czystości i porządku, która podobnie jak ustawa o odpadach ulegała wielokrotnym zmianom związanym z wdrożeniem przepisów unijnych do prawodawstwa polskiego (Tabela 1).

Tabela 1. Najważniejsze akty prawne obowiązujące w Polsce, które mają istotne znaczenie dla prawidłowej gospodarki odpadami medycznymi

AKT PRAWNY	PORUSZANE ZAGADNIENIA
USTAWA	
Ustawa o odpadach z 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. z 2013 r., z późn. zm., t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 699, z późn. Zm.)	* definicja odpadu medycznego * zasada bliskości * zakaz zbierania zakaźnych odpadów medycznych * zasady klasyfikacji odpadów * unieszkodliwianie zakaźnych odpadów medycznych odpowiedzialność za odpady medyczne
ROZPORZĄDZENIA	
Ministra Klimatu z 10 czerwca 2020 r. w sprawie funkcjonowania Bazy danych o produktach i opakowaniach orazo gospodarce odpadami (Dz. U. 2020, poz. 1071)	*adres strony internetowej rejestru, umożliwiającej dostęp do indywidualnego konta w Bazie danych o produktach i opakowaniach oraz o gospodarce odpadami *zakres uprawnień dla poszczególnych użytkowników

5 Furtak-Niczyporuk M.: Proces gospodarowania niebezpiecznymi odpadami medycznymi w świetle obowiązującego prawa. In: Prawo w ochronie zdrowia. Doświadczenia i perspektywy rozwoju. M. Szewczak, B. Drop, R. Śmiech (eds). KUL, Lublin, 75-99, 2013; Furtak-Niczyporuk M.: Podmioty wykonujące działalność leczniczą a odpady medyczne. Med. Śr. 20(2), 13-21, 2017; Insa E., Zamorano M., López R.: Critical review of medical waste legislation in Spain. Resour. Conserv. Recyc. 54, 1048, 2010; World Health Organization. Safe management of wastes from health-care activities 2nd edition". ISBN 9789241548564. 2013

6 Marczak H.: Prawne i ekonomiczne uwarunkowania gospodarki odpadami medycznymi, Inżynieria Ekologiczna 30, 2012; Ostrowska M.: Zarządzanie odpadami medycznymi w podmiocie działalności leczniczej. Wnioski z praktyki zarządczej. Logistyka, 5, 2, 2019-2021, 2014; Ziółko A.: Szczegółowe zasady postępowania z odpadami medycznymi po nowelizacji Ustawy o odpadach i rozporządzeń wykonawczych do Ustawy na wybranych przykładach. Forum Zakażeń. 8, (6), 469-474, 2017

Ministra Klimatu z 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. 2020, poz. 10)	klasyfikacja odpadów, w tym odpadów medycznych
Ministra Klimatu z 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowych wymagań dla magazynowania odpadów (Dz. U. 2020 poz. 1742)	magazynowanie zakaźnych odpadów medycznych prowadzone w ramach zbierania odpadów (dotyczy wyłącznie prowadzących działalność w zakresie zbierania odpadów medycznych)
Ministra Klimatu z 24 grudnia 2019 r. w sprawie warunków uznania odpadów za posiadające właściwości zakaźne oraz sposobu ustalania tych właściwości (Dz. U. 2020, poz. 3)	warunki decydujące o uznaniu odpadów za posiadające właściwości zakaźne
Ministra Zdrowia z 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z odpadami medycznymi (Dz. U. 2017 poz. 1975)	* postępowanie z odpadami medycznymi w miejscu wytwarzania (selektywne gromadzenie, transport wewnętrzny, tymczasowe magazynowanie) * wskazanie odrębnych wymagań dla odpadów wysoce zakaźnych (dotyczy miejsc wytwarzania odpadów medycznych, takich jak MLD – Medyczne Laboratorium Diagnostyczne)
Ministra Zdrowia z 21 października 2016 r. w sprawie wymagań i sposobów unieszkodliwiania odpadów medycznych i weterynaryjnych (Dz. U. 2016 poz. 1819)	dopuszczalne metody przetwarzania poszczególnych rodzajów odpadów medycznych
Ministra Zdrowia z 24 lipca 2015 r. w sprawie rodzajów odpadów medycznych i odpadów weterynaryjnych, których odzysk jest dopuszczalny (Dz. U. 2015 poz. 1116)	lista odpadów medycznych, dla których dopuszczony jest odzysk (dotyczy miejsc przetwarzania odpadów medycznych)

Źródło: Opracowanie własne

Oraz innych 12 aktów prawnych przedstawionych w spisie literatury.

Rozporządzenie w sprawie szczegółowego postępowania z opadami medycznymi, w § 5 ust. 1 wprowadza zasady postępowania z odpadami medycznymi zawierającymi drobnoustroje chorobotwórcze zaliczane do kategorii A (zgodnie z pkt. 2. 2. 62. 1. 4. 1. Załącznika A do Umowy europejskiej dotyczącej międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR).⁷ W rozumieniu przepisów ADR, „materiały zakaźne” (klasa 6.2) to

⁷ Marciniak R., *Ekologistyka-zarządzanie przepływem odpadów medycznych*. Logistyka, 1/2008; Suchecka, J., Twardowska K.: *Zarządzanie logistyczne odpadami medycznymi*. Logistyka, 5, 2091-2098, 2014

materiały, o których wiadomo lub, co do których istnieje uzasadnione podejrzenie, że zawierają drobnoustroje chorobotwórcze (w tym bakterie, wirusy, riketsje, mykoplazmy, pasożyty i grzyby) oraz inne czynniki (takie jak priony), które mogą powodować choroby u ludzi i zwierząt. Umowa ADR to postanowienie, zgodnie z którym transport odpadów niebezpiecznych może być realizowany tylko i wyłącznie przez firmy posiadające niezbędne zezwolenia, oznakowane środki transportu oraz przeszkolonych pracowników.⁸

Wśród materiałów zakaźnych zakwalifikowanych do klasy 6.2 wyróżniono dwie kategorie:

Kategorię A – obejmującą materiały zakaźne, które przewożone są w takiej postaci, że kontakt z nimi (do którego dochodzi po uwolnieniu się materiału zakaźnego na zewnątrz opakowania zabezpieczającego), spowodować może inwalidztwo, zagrożenie życia lub chorobę śmiertelną, pojawiającą się u dotychczas zdrowych ludzi. Do kategorii A zaliczono materiały zakaźne dla ludzi oraz materiały zakaźne tylko dla zwierząt (Tabela 2).

Kategorię B – obejmującą materiały zakaźne, nie spełniające warunków kategorii A. Do kategorii B zaliczono materiały biologiczne oraz odpady medyczne i kliniczne.

Tabela 2. Najgroźniejsze czynniki zakaźne zaliczone do kategorii A mogące występować w odpadach medycznych.

Mikroorganizm	Rodzaj, gatunek, nazwa zwyczajowa
Bakterie	<i>Bacillus anthracis</i> , <i>Brucella abortus</i> , <i>Brucella melitensis</i> , <i>Brucella suis</i> <i>Burkholderia mallei</i> , <i>Burkholderia pseudomallei</i> <i>Chlamydia psittaci</i> – szczep ptasi, <i>Clostridium botulinum</i> <i>Coxiella burnetii</i> , <i>Escherichia coli</i> werocytoksytyczne/enterokrwotoczne, <i>Francisella tularensis</i> <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>Rickettsia prowazekii</i> , <i>Rickettsia rickettsii</i> , <i>Shigella</i> <i>dysenteriae</i> typ 1, <i>Yersinia pestis</i>
Grzyby	<i>Coccidioides immitis</i>
Wirusy	Małpi herpeswirus typu B, Poliowirusy, wirus Dengi, wirus gorączki doliny Rift, wirus zachodniego Nilu, wirus żółtej gorączki, wirus japońskiego zapalenia mózgu, wirus kleszczowego zapalenia mózgu, wirus wenezuelskiego końskiego zapalenia mózgu, wirus wschodniego końskiego zapalenia mózgu, wirus ludzkiego niedoboru odporności HIV, wirus wścieklizny, wirus zapalenia wątroby typu B, wysoce patogeny wirus ptasiej grypy, wirus choroby lasu Kyasanur, wirus Ebola, wirus Flexal, wirus Guanarito, wirusy Hantaan, wirus Junin, wirus krymskokongijskiej gorączki krwotocznej, wirus Lassa, wirus Machupo, wirus Marburg, wirus omskiej gorączki krwotocznej, wirus Sabia, wirus Nipah i Hendra, wirus ospy małpiej, wirus ospy prawdziwej

Źródło: Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 24 grudnia 2019 r. w sprawie warunków uznania odpadów za posiadające właściwości zakaźne oraz sposobu ustalania tych właściwości (Dz.U. 2020 poz. 3).

8 Świątkowska B.: Zagrożenia zawodowe pracowników opieki zdrowotnej: Co wiemy i co możemy zrobić? Problemy Higieny i Epidemiologii. 91,(4), 522-529, 2010; Topolska K., Topolski M.: Gospodarka odpadami medycznymi w funkcjonowaniu placówki służby zdrowia. Logistyka 6/2014

Każda z wymienionych wcześniej grup odpadów medycznych niesie ze sobą inne zagrożenia, dlatego wymaga też określonej formy utylizacji. Do najbardziej niebezpiecznych zaliczane są wszystkie te produkty, które miały jakikolwiek kontakt z czynnikiem organicznym. Drobnoustroje takie jak bakterie, wirusy, pierwotniaki czy rzadkie pasożyty mogą przenosić groźne choroby, do których zalicza się odpowiedzialne za zapalenie wątroby wirusy hepatotropowe wszystkich typów, wirusy HIV, cytomegalii, prątki Kocha wywołujące gruźlicę i wiele innych tego typu zagrożeń.⁹

Niewątpliwie odpady są „uciążliwym” elementem wprowadzanym do środowiska. Największe zagrożenia najczęściej są związane z niewłaściwą gospodarką odpadami we wszystkich fazach jej realizacji, tzn. zbiórki, magazynowania oraz przetwarzania, w tym unieszkodliwiania. Odpady są bowiem zagrożeniem dla zdrowia ludzi i zwierząt, ponieważ powodują zanieczyszczenie wód, gleb i gruntów; trwałe skażenie wód i gleb; skażenie powietrza oraz negatywny wpływ na roślinność i jakość produktów rolnych.¹⁰ Ponadto niewłaściwa gospodarka odpadami przyczynia się do niszczenia walorów przyrodniczych, estetycznych i krajobrazowych siedlisk roślinnych, obszarów wiejskich, a także wyłączenia z użytkowania terenów rolnych i leśnych, zajmowanych pod składowiska odpadów. Poza aspektami środowiskowymi gospodarka odpadami wpływa na sferę społeczną i gospodarczą kraju, bowiem może być przyczyną:

(a) napięć i konfliktów społecznych, m.in. związanych z lokalizacją składowisk we wszystkich etapach procesu inwestycyjnego;

(b) zahamowania rozwoju cywilizacyjnego i gospodarczego kraju, m.in. poprzez nieprzestrzeganie zasad ekorozwoju; nieracjonalnego gospodarowania zasobami surowcowymi i materiałowymi oraz

(c) strat ekonomicznych, wynikających z degradacji środowiska i zwiększonych kosztów (naprawy, rekultywacja, kary itp.).

Pośród odpadów największym zagrożeniem dla środowiska i człowieka są odpady niebezpieczne. To zagrożenie wynika głównie z ich składu i właściwości, a także sposobów transportu, unieszkodliwiania i składowania. Odpady niebezpieczne bowiem zawierają wiele substancji toksycznych, np. metale ciężkie (ołów, kadm, nikiel, chrom, cynk), substancje chlorowcopochodne (dioksyny, furany, pestycydy) oraz silne toksyny (rtęć, azbest, PCB). Odpady niebezpieczne charakteryzują się m.in. następującymi właściwościami: wybuchowość, łatwopalność, toksyczność, rakotwórczość, mutagenność, ekotoksyczność czy zakaźność. Substancje toksyczne wprowadzone do środowiska krążą w przyrodzie, powodując skażenie powietrza, wody, gleby, żywności, czyli tych zasobów, które użytkuje człowiek.

Wśród odpadów niebezpiecznych na szczególną uwagę zasługują odpady medyczne i weterynaryjne.¹¹ Gospodarowanie zakaźnymi odpadami medycznymi ma szczególne znaczenie dla bezpieczeństwa zdrowotnego społeczeństwa o czym dobitnie się przekonaliśmy w trakcie pandemii koronawirusa. Tylko w roku 2022, a więc po szczytowym momencie sta-

9 Furtak-Niczyporuk M.: *Storage of dangerous medical wastes in medical service institutions*. Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przyr. – OL PAN, 14, 16-26, 2017; Gołofit-Szymczak M., Górny R.L.: *Postępowanie z odpadami medycznymi*. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka. 8, 587, 16-19, 2020; Kramer A, Schwebke I, Kampf G.: *Jak długo patogeny szpitalne mogą przetrwać na powierzchniach nieożywionych?* Przegląd systematyczny. Zakażenia. 4, 16-24, 2007

10 Barabasz W., Pikulicka A., Galus-Barchan A.: *Skład mikrobiocenotyczny bioaerolu – wokół wybranych obiektów komunalnych*. Komitet Chemii Analitycznej PAN. Gospodarka Odpadami Komunalnymi. Monografia red. Szymański K. 10.199-208, 2014

11 Gruszecki K. *Posiadacze odpadów medycznych i weterynaryjnych*. Przegląd Komunalny, 5, 30-32, 2013; Marszelewski M.: *Gospodarowanie odpadami medycznymi i weterynaryjnymi w ustawie o odpadach*. Przegląd prawa ochrony środowisk. 2, 77-100, 2014; Czarny-Działak M., Wójtowicz B., Gworek B., Żeber-Dzikowska I., Działak M., Szajner J., Bartyzel M., Stanisławska I., Kosowska E.: *Management of medical and veterinary waste – legal regulations, threats to people and the environment and methods of disposal*. Environmental Protection and Natural Resources. 2, 84, 31, 6-16, 2020.

nu zagrożenia epidemicznego, w Polsce zostało wytworzonych około 86 200 Mg odpadów medycznych z czego blisko 85 % to odpady zakaźne.¹² Dlatego też sposób postępowania z tego rodzaju odpadami znalazł swoje miejsce w przepisach prawa i ma wyjątkową w niej pozycję.

Przez odpady medyczne rozumie się wszelkie pozostałości związane z udzielaniem świadczeń medycznych, a także z prowadzeniem badań w tej dziedzinie. Do tej specyficznej grupy zaliczane są substancje organiczne, jak krew i jej produkty, materiały zanieczyszczone krwią, wydzielinami i wydaliniami organicznymi, kultury mikrobiologiczne, szczątki ludzkie po amputacjach i wykonywaniu wycinków. Drugą grupę odpadów medycznych tworzą materiały i przedmioty wykorzystywane do tego typu zabiegów, nienadające się do sterylizacji. To między innymi ostre narzędzia, strzykawki i igły, pipety, skalpele, rękawice chirurgiczne, środki opatrunkowe. Oddzielną grupę odpadów medycznych stanowią farmaceutyki. Tego typu materiały lub substancje to również efekt pracy salonów kosmetycznych, odnowy biologicznej, tatuażu, a nawet zakładów fryzjerskich, w których dochodzi do skażeń i ingerencji w tkankę ludzką. Wszystkie takie pozostałości wymagają przechowywania w odpowiednich warunkach i przekazywania do utylizacji.¹³

Odpady medyczne w największej ilości powstają w różnych jednostkach opieki zdrowotnej, takich jak: szpitale ogólne, szpitale psychiatryczne, sanatoria rehabilitacyjne, ośrodki leczenia odwykowego, ośrodki rehabilitacyjne dla narkomanów, zakłady pielęgnacyjno-opiekuńcze, zakłady leczniczo wychowawcze, zakłady opiekuńczo - lecznicze, szpitale uzdrowiskowe, sanatoria uzdrowiskowe, hospicja, przychodnie, ośrodki zdrowia, poradnie, punkty lekarskie, praktyki lekarskie (indywidualne, specjalistyczne i grupowe).

Zgodnie z zapisami art. 3, ust. 1 pkt 8 ustawy o odpadach z 2022 r. odpady medyczne to odpady powstałe w związku z udzielaniem świadczeń zdrowotnych oraz prowadzeniem badań i doświadczeń naukowych w zakresie medycyny. I jako takie zostały szczegółowo zakwalifikowane w katalogu odpadów jako podgrupa 18 01. Szczegółowy wykaz odpadów medycznych ujętych w katalogu odpadów przedstawia prezentowana poniżej Tabela nr 3.

Tab. 3. Wykaz odpadów medycznych zgodny z katalogiem odpadów

Kod	Nazwa
18	Odpady medyczne i weterynaryjne (z wyłączeniem odpadów kuchennych i restauracyjnych niezwiązanych z opieką zdrowotną lub weterynaryjną)
18 01	Odpady z opieki okołoporodowej, diagnozowania, leczenia i profilaktyki medycznej
18 01 01	Narzędzia chirurgiczne i zabiegowe oraz ich resztki
18 01 02*	Części ciała i organy oraz pojemniki na krew i konserwanty służące do jej przechowywania (z wyłączeniem 18 01 03*)

¹² Czarny-Działak M., Wójtowicz B., Gworek B., Żeber-Dzikowska I., Działak M., Szajner J., Bartyzel M., Stanisławska I., Kosowska E.: *Management of medical and veterinary waste – legal regulations, threats to people and the environment and methods of disposal*. Environmental Protection and Natural Resources. 2,84,31, 6-16, 2020; Głodek M., Szymańska E.J.: *Gospodarka odpadami medycznymi w Polsce*. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomia i Organizacja Logistyki. 1,3,31-39, 2016

¹³ Chaerul M., Tanaka M., Shekdar A.V.: *A system dynamics approach for hospital waste management*. Waste Manage. 28, 442, 2008.

18 01 03*	Inne odpady, które zawierają żywe drobnoustroje chorobotwórcze lub ich toksyny oraz inne formy zdolne do przeniesienia materiału genetycznego, o których wiadomo lub co do których istnieją wiarygodne podstawy do sądzenia, że wywołują choroby u ludzi i zwierząt (np. zainfekowane pieluchomajtki, podpaski, podkłady), z wyłączeniem 18 01 80* i 18 01 82*
18 01 04	Inne odpady niż wymienione w 18 01 03* (np. opatrunki z materiału lub gipsu, pościel, ubrania jednorazowe, pieluchy)
18 01 06*	Chemikalia, w tym odczynniki chemiczne, zawierające substancje niebezpieczne
18 01 07	Chemikalia, w tym odczynniki chemiczne, inne niż wymienione w 18 01 06*
18 01 08*	Leki cytotoksyczne i cytostatyczne
18 01 09	Leki inne niż wymienione w 18 01 08*
18 01 10	Odpady amalgamatu dentystycznego (z wyłączeniem odpadów o właściwościach zakaźnych)
18 01 80	Zużyte peloidy po zabiegach wykonywanych w ramach działalności leczniczej o właściwościach zakaźnych
18 01 81	Zużyte peloidy po zabiegach wykonywanych w ramach działalności leczniczej, inne niż wymienione w 18 01 80*
18 01 82*	Pozostałości z żywienia pacjentów oddziałów zakaźnych

*odpady niebezpieczne w katalogu odpadów

Źródło: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. 2014 poz.1923)

W powyższej klasyfikacji gwiazdką zaznaczono niebezpieczne odpady medyczne stanowiące szczególne zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi oraz dla środowiska. Należy również dodać, że odpady medyczne zostały sklasyfikowane przez Głównego Inspektora Sanitarnego rozporządzeniem z 18.09.2017 r.

Zgodnie z tą klasyfikacją dzielimy je na cztery grupy:

1. Odpady bytowo-gospodarcze: składowane na składowiskach komunalnych,

2. Odpady specyficzne przeznaczone do unieszkodliwiania to odpady, które ze względu na bezpośredni kontakt z chorymi stanowią zagrożenie infekcyjne dla ludzi i środowiska. Z tego też względu wymagane jest izolowanie tych odpadów od otoczenia już w miejscu ich powstawania. Do odpadów tych zaliczamy:

- Odpady specyficzne zakażone drobnoustrojami (zużyte materiały opatrunkowe, strzykawki, igły, materiały laboratoryjne i medyczne, odpady z sal operacyjnych, oddziałów zakaźnych oddziałów chirurgicznych, amputowane części ciała, zwłoki zwierząt doświadczalnych, odpady posekcyjne itp.),

- Leki cytostatyczne i sprzęt używany przy ich podawaniu,

- Opakowania po lekach oraz leki przeterminowane.

3. Odpady specjalne: zagospodarowywane wg odrębnych przepisów, do których zalicza się odpady niebezpieczne.

4. Odpady wtórne - pozostałości po przeróbce termicznej odpadów specyficznych.

Pośród tych czterech grup tylko pierwsza nie stwarza zagrożenia dla środowiska, natomiast pozostałe trzy grupy są sklasyfikowane jako odpady niebezpieczne. Wyżej wymienione odpady specyficzne pokrywają się z klasyfikacją odpadów medycznych zgodną z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. Nr 112, poz. 1206). Odpady te wymagają odizolowania od otoczenia już w miejscu ich powstawania, specjalnych metod gromadzenia, transportu, usuwania i unieszkodliwiania.

Jak wskazuje Głodek i in.¹⁴ w rozporządzeniu UE 1357/2014 zdefiniowano, że właściwość „zakaźne” wykazują odpady zawierające żywe drobnoustroje lub ich toksyny, o których wiadomo lub co do których istnieją wiarygodne podstawy do przyjęcia, że wywołują choroby u ludzi lub innych żywych organizmów. Nie ustalono jednak kryterium określania własności zakaźnej odpadów, pozostawiając to w gestii każdego z państw. W rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 24 grudnia 2019 r. w sprawie warunków uznania odpadów za posiadające właściwości zakaźne oraz sposobu ustalania tych właściwości zostały określone kryteria uznania odpad za zakaźny. Szczegółowe kryteria klasyfikacji zostały przedstawione w Tabeli nr 4.

Tab.4. Kryteria uznania odpady za zakaźne

Mikroorganizm	Metoda Stwierdzania/ badania	Obecność/ Jednostka	Obecność/Wartość mikrobiologicznego zanieczyszczenia
<i>Salmonella sp.</i>	PNEN ISO 65791	Obecność mikroorganizmów w 25 g	Obecne
<i>Przetrawniki beztlenowców, w tym redukujących siarczany (IV)</i>	PNISO 166492	Liczba mikroorganizmów w jtk*/g	>100 000
<i>Escherichia coli</i>	PNISO 166492	Liczba mikroorganizmów w jtk*/g	>10 000
Żywe jaja nicieni z rodzaju <i>Ascaris</i>	metody flotacyjno- sedymencyjne	Liczba żywych jaj w kg s.m.**	>300

* jtk – jednostki tworzące kolonie ** s. m. – suchej masy

Źródło: Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 24 grudnia 2019 r. w sprawie warunków uznania odpadów za posiadające właściwości zakaźne oraz sposobu ustalania tych właściwości (Dz.U. 2020 poz. 3).

14 Głodek M., Szymańska E.J.: *Gospodarka odpadami medycznymi w Polsce*. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki. 1,3,31-39, 2016

Biorąc pod uwagę fakt, że każdego roku w Polsce produkuje się ogromne ilości takich odpadów, nietrudno wyobrazić sobie ryzyko powszechnych zakażeń i epidemii. Utylizacja odpadów medycznych sprowadza się do całkowitej degradacji mikroorganizmów poprzez ich spalenie lub inne fizyczno-chemiczne metody. Najwyższa Izba Kontroli niejednokrotnie wydawała oświadczenia, że system utylizacji odpadów medycznych jest w Polsce nieszczelny.¹⁵ Według NIK jeszcze dekadę temu w Polsce wytwarzało się ok. 40-50 tys. ton odpadów medycznych rocznie. Dziś śmieci tego rodzaju liczy się w setkach tysięcy – najnowsze dane mówią o nawet 200 tys. Ton.¹⁶ Często zdarza się, że odpady medyczne bez odpowiedniego zabezpieczenia trafiają na wysypiska odpadów komunalnych lub spalane są w kotłowniach szpitalnych. Problematyka prawidłowego usuwania i unieszkodliwiania odpadów medycznych stanowi aktualnie jeden z istotnych problemów dostrzeganych przez służby sanitarno-epidemiologiczne i ochrony środowiska głównie z uwagi na rozproszenie miejsc powstawania tych odpadów. O zgrozo - niejednokrotnie zgłaszane są wypadki porzucania odpadów medycznych w lasach, polach, łąkach (Fot 1, 2 i 3). Ktoś za to powinien ponieść zasłużoną karę.

Fot.1. Odpady medyczne na łące



Źródło: Wykonanie własne

¹⁵ Najwyższa Izba Kontroli, Departament Środowiska, Rolnictwa i Zagospodarowania Przestrzennego, *Informacja o wynikach kontroli postępowania z odpadami medycznymi*, Warszawa 2007.

¹⁶ Kliš S., Wojciuch K.: *Problems of medical waste. Logistics in a selected city hospital*. Scientific Papers of Silesian University of Technology, Organization and Management. 212, 211-227, 2024

Fot. 2. Odpady medyczne w rowie



Źródło: Wykonanie własne

Przy tak rekordowych wynikach zaniedbania w kwestii utylizacji odpadów medycznych to poważny problem, za którym kryje się sporo ryzyko. Poważne nieprawidłowości wykryte przez NIK dotyczą szczególnie segregacji:

- odpady nie są sortowane lub miesza się ich różne rodzaje,
- na workach i pojemnikach z odpadami brakuje kodów, które określałyby ich rodzaj,
- na workach i pojemnikach z odpadami brakuje innych istotnych oznaczeń i dat,
- przepełnione worki uniemożliwiają ich bezpieczne zamknięcie,
- brak zabezpieczenia pomieszczeń magazynowych przed dostępem osób nieupoważnionych.

Dotychczasowy stan gospodarki odpadami medycznymi w kraju jest niezadowalający. System segregowania, usuwania i unieszkodliwiania odpadów z działalności szpitalnej nie jest w pełni realizowany, głównie ze względu na poszukiwanie oszczędności w zakresie prowadzonej działalności i brak właściwego nadzoru ze strony osób zarządzających placówkami służby zdrowia. Z badań Najwyższej Izby Kontroli wynika, że w szpitalach dość często

występuje błędna ewidencja odpadów medycznych, niewłaściwe ich segregowanie oraz złe warunki magazynowania i transportu wewnętrznego. Nie wszystkie podmioty stosują zasadę bliskości w zakresie unieszkodliwiania odpadów. Aby rozwiązać problem prawidłowej gospodarki odpadami medycznymi należy poznać aktualny stan w zakresie ich powstawania, metod unieszkodliwiania oraz mocy przerobowych instalacji.

SPOSODY UNIESZKODLIWIANIA ODPADÓW MEDYCZNYCH

Odpady medyczne stanowią szczególną grupę odpadów, których odbiór i utylizacja podlegają ścisłym regulacjom prawnym.¹⁷ Aby ograniczyć potencjalnie negatywny wpływ odpadów niebezpiecznych na środowisko i zdrowie ludzi, niezbędne jest ich właściwe pakowanie, oznaczanie, gromadzenie i transport. Wszystkie te czynności powinny być koordynowane przez doświadczony personel przedsiębiorstwa zajmującego się transportem i utylizacją odpadów niebezpiecznych.¹⁸

Najważniejsze wytyczne z przepisów o utylizacji odpadów medycznych dotyczą¹⁹:

- zakazu zbierania zakaźnych odpadów medycznych poza miejscem wytwarzania,
- zakazu unieszkodliwiania zakaźnych odpadów medycznych we współspalarniach odpadów,
- zakazu składowania zakaźnych odpadów medycznych na składowisku,
- odpady medyczne muszą być zbierane do wysokiej jakości pojemników i worków,
- do pojemników i worków koloru czerwonego, zbierane są odpady medyczne zakaźne,
- do pojemników i worków koloru żółtego, zbierane są odpady medyczne niebezpieczne,
- czasu magazynowania odpadów niebezpiecznych, nie może on przekraczać 72 godzin w pomieszczeniu o temperaturze od 10° C do 18° C,
- w temperaturze poniżej 10° C odpady medyczne niebezpieczne mogą być magazynowane tak długo, jak długo pozwalają na to ich właściwości, ale nie dłużej niż 30 dni,
- każdy pojemnik i worek jednorazowego użytku powinien posiadać widoczne oznakowanie o kodzie odpadów w nich przechowywanych,
- każdy pojemnik i worek jednorazowego użytku powinien być opisany datą rozpoczęcia użytkowania pojemnika i datą zamknięcia worka lub pojemnika.

17 Pawełczyk M. *Odpady medyczne jako przedmiot audytu wewnętrznego w szpitalu*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Nr 718 Finanse. Rynki Finansowe. Ubezpieczenia, 53, 379-390, 2012.

18 Sadowski T., Swiderski G., Lewandowski W.: *Gospodarowanie odpadami medycznymi*. Aura, 3, 29-30, 2007.

19 Wandrasz J.W.: *Gospodarka odpadami medycznymi*. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski w Poznaniu. ISBN 83-911077-5-2.

Odpady medyczne zaliczane do niebezpiecznych nie mogą być poddawane odzyskowi - zgodnie z Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie rodzajów odpadów medycznych i weterynaryjnych, których poddawanie odzyskowi jest zakazane (Dz. U. Nr 8, poz. 102 i 103). W związku z tym odpady te poddawane są różnym sposobom unieszkodliwiania, takie jak:

- Termiczne przekształcanie odpadów.
- Autoklawowanie.
- Dezynfekcja termiczna.
- Działanie mikrofalami.
- Obróbka fizyczno - chemiczna.

Dopuszczalne sposoby unieszkodliwiania niebezpiecznych odpadów medycznych zostały przedstawione są w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie dopuszczalnych sposobów i warunków unieszkodliwiania odpadów medycznych i weterynaryjnych (Dz. U. z 2003 r. Nr 8, poz. 103 i 104).

Odpady amalgamatu dentystycznego oraz zużyte lecznicze kąpiele, które są aktywne biologicznie o właściwościach zakaźnych powinny poddawane być obróbce fizyczno-chemicznej. Leki cytotoksyczne oraz leki cytostatyczne unieszkodliwiane są jedynie w procesie termicznego przekształcania odpadów. Pozostałe niebezpieczne odpady medyczne mogą być poddawane procesowi termicznego przekształcania odpadów lub innemu procesowi unieszkodliwiania, a więc: mogą być autoklawowane, poddawane dezynfekcji termicznej, działaniu mikrofal itd.

Najbardziej popularnym sposobem unieszkodliwiania odpadów medycznych jest poddawanie ich procesowi termicznego przekształcania odpadów, czyli spalania w specjalnych spalarniach.

Spalanie odpadów medycznych, zgodnie z obowiązującym prawem w Polsce, jest jedyną dopuszczalną metodą ich unieszkodliwiania. Spalarnie odpadów medycznych, zarówno stałe jak i mobilne, muszą spełniać określone normy i posiadać odpowiednie zezwolenia. Proces spalania odbywa się w piecach obrotowych, które zapewniają odpowiednią temperaturę (min. 1100°C dla odpadów zakaźnych, 850°C dla pozostałych) i czas utrzymania odpadów w ruchu, aby zapewnić ich pełne odgazowanie i unieszkodliwienie. Spalanie odpadów medycznych jest uważane za najbardziej efektywną metodę ich unieszkodliwiania ze względu na:

- Bezpieczeństwo: Zapewnia eliminację zakaźnych patogenów i substancji szkodliwych.
- Odzysk energii: Część spalarni odpadów medycznych jest wyposażona w systemy odzysku ciepła i energii elektrycznej.
- Efektywność: Umożliwia szybkie i efektywne przetwarzanie dużej ilości odpadów.

Spalanie odpadów medycznych obejmuje spalanie odpadów wytwarzanych przez szpitale, placówki weterynaryjne i placówki badawcze. Odpady te obejmują zarówno zakaźne („czerwone worki”) odpady medyczne, jak i niezakaźne odpady z ogólnych porządków. Worki i pojemniki czerwone zostały przeznaczone na odpady takie jak części ciała, organy, pojemniki na krew, inne odpady zawierające żywe drobnoustroje chorobotwórcze lub ich toksyny, czy pozostałości z żywienia pacjentów oddziałów zakaźnych. Warto zaznaczyć, że spalanie odpadów to nie jest recykling.

Autoklawowanie jest podstawową metodą regulowanego przetwarzania odpadów. Proces ten polega na użyciu pary o wysokiej temperaturze i ciśnieniu, aby zabić patogeny i uczynić materiały niezakaźnymi. Spalanie spala regulowane odpady w podwyższonych temperaturach i redukuje je do popiołu. Autoklawowanie budzi jednak wiele kontrowersji ponieważ:

- Skuteczność autoklawowania zależy od możliwości penetracji pary w całą warstwę odpadów.
- Skuteczność autoklawowania zależy od utrzymania w normach trzech parametrów tj. temperatury, ciśnienia i czasu działania.
- Autoklawowanie nie zmniejsza masy odpadów, nie zmienia ich składu morfologicznego.

Po autoklawowaniu (jeżeli nie dokonano rozdrobnienia odpadów) nie można rozpoznać czy proces przebiegał prawidłowo i czy w ogóle był dokonany!

- Autoklawowanie nie niszczy toksyn (endotoksyn, egzotoksyn czy mykotoksyn), które zostały wyprodukowane przez bakterie i grzyby.
- Odpady po autoklawowaniu stanowią zagrożenie toksykologiczne.
- Obecna w wysterylizowanych odpadach medycznych tkanka (wyjałowiona) stanowi doskonałe podłoże do rozwoju różnego rodzaju bakterii chorobotwórczych i grzybów toksynotwórczych, których produkty metabolizmu mogą stanowić zagrożenie toksykologiczne i mikrobiologiczne (epidemiologiczne).

Odpady medyczne mogą być także utylizowane przy pomocy mikrofal. Służą do tego specjalne urządzenia, które emitują falę mikro. Fale o częstotliwości 2450MHz i długości fal 12,24 rozbijają większość mikroorganizmów.

Podczas dezynfekcji chemicznej odpady są poddawane działaniu specjalnych środków chemicznych (np. podchloryn sodu, podchloryn wapnia) w celu zniszczenia mikroorganizmów. Stosując dezynfekcję chemiczną odpadów medycznych, należy zwrócić szczególną uwagę na to, aby dezynfekcja była przeprowadzana w sposób skuteczny, aby uniknąć ryzyka zakażenia.

Ponadto dezynfekcja powinna być zgodna z obowiązującymi przepisami prawnymi i normami.

A osoby zajmujące się dezynfekcją odpadów powinny być odpowiednio przeszkolone. Po zakończeniu dezynfekcji, odpady powinny być utylizowane zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Dezynfekcja termiczna polega na odfekowaniu odpadów za sprawą wysokiej temperatury (od 400 do 700°C) z zachowaniem średnich ciśnień atmosferycznych. Masa odpadów może ulegać redukcji nawet do 50%, co z jednej strony nie jest wynikiem nadzwyczajnym, jednak nie istnieje w tym przypadku ryzyko powstawania ubocznych produktów, jak na przykład w sytuacji spalania.

Obróbka fizyko-chemiczna może być stosowana, gdy inne metody nie są możliwe, np. do usuwania toksycznych związków z odpadów. Metody te muszą być stosowane z zachowaniem odpowiednich wytycznych i przepisów, aby zapewnić bezpieczeństwo dla środowiska i zdrowia ludzi.

Podsumowanie

Odpady medyczne są poważnym problemem ekologicznym i ekotoksykologicznym oraz stanowią zagrożenie bezpieczeństwa dla ludności i ich zdrowia, dlatego też ciągle poszukuje się coraz to skuteczniejszych metod ich utylizacji, także ze względu na cywilizacyjny wzrost ich ilości. Odpady medyczne potencjalnie zawierają materiał zakaźny, z którym każdorazowy kontakt wiązać się może z „zakażeniem” ludzi lub zwierząt. Na takie ryzyko, szczególnie narażony jest w tym zakresie szeroko rozumiany personel medyczny, w tym również osoby bezpośrednio zajmujące się – na każdym etapie – gospodarowaniem odpadami. Właściwe gospodarowanie odpadami wpływać będzie zatem nie tylko na komfort, ale przede wszystkim na bezpieczeństwo pracy. Odpady medyczne, które – niezgodnie z prawem – trafiają na „śmietnik” (tj. do pojemników i kontenerów przeznaczonych do gromadzenia odpadów komunalnych), mogą stanowić istotne zagrożenie dla osób postronnych, dzieci czy zwierząt. Pamiętajmy, że choroby zakaźne nie są wyłącznie domeną ludzką ale dotyczą również zwierzęta (zarówno te dzikie, jak i te domowe), które w konsekwencji zakażenia mogą stać się nosicielami określonych chorób, zdolnymi do ich rozprzestrzeniania (o czym boleśnie przekonała się XIV-wieczna Europa). Warto zaznaczyć, że problem gospodarki odpadami medycznymi jest bardzo złożony, co wynika z ich różnorodności i niebezpieczeństwa ich przechowywania. Jednocześnie jest ważny ze względu na powszechność i skalę występowania tego rodzaju odpadów. Gospodarka odpadami w placówkach służby zdrowia obejmuje wiele zróżnicowanych działań. Dlatego też, znajomość charakteru i składu poszczególnych grup odpadów sprzyja poprawie warunków unieszkodliwiania lub odzysku odpadów, a przyjęte procedury segregacji mają bezpośredni wpływ na koszty i sposoby dalszego z nimi postępowania.

Bibliografia

- Barabasz W., Pikulicka A., Galus-Barchan A., Szmigiel A. (201): *Składowisko odpadów jako źródło mikroorganizmów szkodliwych dla zdrowia*. Komitet Chemii Analitycznej PAN, Gospodarka Odpadami Komunalnymi. Monografia red. Szymański K. 7, s. 5-18.
- Barabasz W., Pikulicka A., Galus-Barchan A. (2014): *Skład mikrobiocenotyczny bioaerozolu – wokół wybranych obiektów komunalnych*. Komitet Chemii Analitycznej PAN, Gospodarka Odpadami Komunalnymi. Monografia red. Szymański K. 10, s. 199-208.
- Chaerul M., Tanaka M., Shekdar A.V. (2008): *A system dynamics approach for hospital waste management*. Waste Manage. 28, s. 442.
- Chmielewski J., Czarny-Działak M., Kosowska E., Szpringer M., Gworek B., Florek-Łuszczki M., Król H., Gonczaryk A., Nowak-Starz G. (2020): *Uwalnianie substancji niebezpiecznych do środowiska podczas unieszkodliwiania odpadów medycznych oraz związane z tym zagrożenia zdrowotne*. Przemysł Chemiczny, 99(4), s. 588-597.
- Czarny-Działak M. i in. (2020): *Management of medical and veterinary waste – legal regulations, threats to people and the environment and methods of disposal*. Environmental Protection and Natural Resources, 2(84), 31, s. 6-16.
- Furtak-Niczyporuk M. (2013): *Proces gospodarowania niebezpiecznymi odpadami medycznymi w świetle obowiązującego prawa*. W: Szewczak M., Drop B., Śmiech R. (red.), Prawo w ochronie zdrowia, KUL, Lublin, s. 75-99.
- Furtak-Niczyporuk M. (2017a): *Podmioty wykonujące działalność leczniczą a odpady medyczne*. Medycyna Środowiskowa, 20(2), s. 13-21.
- Furtak-Niczyporuk M. (2017b): *Storage of dangerous medical wastes in medical service institutions*. Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przyr. – OL PAN, 14, s. 16-26.
- Głodek M., Szymańska E.J. (2016): *Gospodarka odpadami medycznymi w Polsce*. Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki, 1(3), s. 31-39.
- Gołofit-Szymczak M., Górny R.L. (2020): *Postępowanie z odpadami medycznymi*. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 8, s. 16-19.
- Gruszecki K. (2013): *Posiadacze odpadów medycznych i weterynaryjnych*. Przegląd Komunalny, 5, s. 30-32.
- Hassan M.M., Ahmed S.A., Rahman K.A., Biswas T.K. (200): *Pattern of medical waste management: existing scenario in Dhaka City, Bangladesh*. BMC Public Health, 8(36), s. 5.
- Hossain S., Santhanam A., Norulainic N.A., Mohd N.O. (2011): *Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment – A review*. Waste Management, 31(4), s. 754-766.
- Insa E., Zamorano M., López R. (2010): *Critical review of medical waste legislation in Spain*. Resources, Conservation & Recycling, 54, s. 1048.
- Kliś S., Wojciuch K. (2024): *Problems of medical waste. Logistics in a selected city hospital*. Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management, 212, s. 211-227.
- Kramer A., Schwebke I., Kampf G. (2007): *Jak długo patogeny szpitalne mogą przetrwać na powierzchniach nieożywionych?* Przegląd systematyczny. Zakażenia, 4, s. 16-24.
- Marczak H. (2012): *Prawne i ekonomiczne uwarunkowania gospodarki odpadami medycznymi*. Inżynieria Ekologiczna, 30.
- Marciniak R. (2008): *Ekologistyka – zarządzanie przepływem odpadów medycznych*. Logistyka, 1.
- Marszelewski M. (2014): *Gospodarowanie odpadami medycznymi i weterynaryjnymi w ustawie o odpadach*. Przegląd Prawa Ochrony Środowisk, 2, s. 77-100.

Najwyższa Izba Kontroli (2007): *Informacja o wynikach kontroli postępowania z odpadami medycznymi*. Departament Środowiska, Rolnictwa i Zagospodarowania Przestrzennego, Warszawa.

Ostrowska M. (2014): *Zarządzanie odpadami medycznymi w podmiocie działalności leczniczej*. Wnioski z praktyki zarządczej. *Logistyka*, 5(2), s. 2019-2021.

Pawelczyk M. (2012): *Odpady medyczne jako przedmiot audytu wewnętrznego w szpitalu*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Nr 718 Finanse. Rynki Finansowe. Ubezpieczenia, 53, s. 379-390.

Rosik-Dulewska Cz. (2012): *Podstawy gospodarki odpadami*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Wydanie 5, Warszawa.

Sadowski T., Świdorski G., Lewandowski W. (2007): *Gospodarowanie odpadami medycznymi*. *Aura*, 3, s. 29–30.

Suchecka J., Twardowska K. (2014): *Zarządzanie logistyczne odpadami medycznymi*. *Logistyka*, 5, s. 2091-2098.

Świątkowska B. (2010): *Zagrożenia zawodowe pracowników opieki zdrowotnej: Co wiemy i co możemy zrobić?* *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 91(4), s. 522-529.

Topolska K., Topolski M. (2014): *Gospodarka odpadami medycznymi w funkcjonowaniu placówki służby zdrowia*. *Logistyka*, 6.

Wandrasz J.W.: *Gospodarka odpadami medycznymi*. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski w Poznaniu. ISBN 83-911077-5-2.

World Health Organization (2013): *Safe management of wastes from health-care activities*. 2nd edition. ISBN 9789241548564.

Ziółko A. (2017): *Szczegółowe zasady postępowania z odpadami medycznymi po nowelizacji Ustawy o odpadach i rozporządzeń wykonawczych do Ustawy na wybranych przykładach*. *Forum Zakażeń*, 8(6), s. 469-474.