

AGNIESZKA JAMRÓZ, AGNIESZKA GENEROWICZ*

TENDENCJE ZMIAN NAGROMADZENIA ODPADÓW
KOMUNALNYCH NA PRZYKŁADZIE MAŁEGO MIASTATHE TENDENCIES OF CHANGES
IN THE ACCUMULATION OF MUNICIPAL SOLID
WASTE AS AN EXAMPLE OF A SMALL TOWN

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań nagromadzenia odpadów komunalnych prowadzonych na terenie miasta i gminy Skawina w okresie maj–listopad 2010 roku. Skawina to 40-tysięczna gmina, położona w województwie małopolskim, około 15 km na południowy zachód od Krakowa. Badania prowadzone były bezinwestycyjnie w ramach wykonywania pracy inżynierskiej na podstawie umowy o współpracy pomiędzy Urzędem Miasta i Gminy Skawina a Wydziałem Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej. Badania stanowiły kontynuację badań prowadzonych od roku 2006. Pozwoliło to na ukazanie tendencji zmian nagromadzenia odpadów na przykładzie małego miasta. Otrzymane wyniki badań mieszczą się w granicach danych literaturowych i mogą być wykorzystane jako dane przy szacowaniu wskaźników dla podobnych jednostek osadniczych. Gmina Skawina wykorzystała również wyniki do naliczania opłat za korzystanie z systemu gospodarki odpadami oraz do projektowania funkcji i kształtu systemu.

Słowa kluczowe: gospodarka odpadami, wskaźniki nagromadzenia odpadów, badania nagromadzenia odpadów

Abstract

The article presents the results of the researches of waste accumulation made in the city and municipality of Skawina in May–November 2010 term. Skawina is forty thousand village, situated in Małopolska Province about 15 km southwest of Krakow. The researches were conducted non-investment. They were made within the confines of working on engineering thesis pursuant to agreement between City Council of Skawina municipality and Faculty of Environmental Engineering Cracow University of Technology. These researches were the continuation of researches having been conducted from 2006. It was a chance to show the tendency of waste accumulation changes taking a small city into consideration. The results obtained fit into the limits of literature data and can be used as an input in the estimation of indicators for similar settlements. Municipality Skawina also used the results to the calculation of charges for using of the waste management system and the design features and the form of that system.

Keywords: management of municipal waste, indicators of waste accumulation, researches of the accumulation of waste

* Mgr inż. Agnieszka Jamróz, dr inż. Agnieszka Generowicz, Instytut Zaopatrzenia w Wodę i Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Badania odpadów stanowią bardzo ważny element prowadzenia systemowej gospodarki odpadami w gminie lub w mieście, zarówno na etapie jego projektowania, jak i jej prawidłowego funkcjonowania. Znajomość charakterystyk odpadów pozwala na znalezienie optymalnego rozwiązania systemu, który pozwoli na odzyskanie i poddanie recyklingowi surowców, a następnie bezpieczne unieszkodliwienie pozostałości. Będzie to system technologicznie optymalny, bezpieczny dla środowiska i ekonomicznie uzasadniony. Są to argumenty za prowadzeniem pełnych badań odpadów komunalnych we wszystkich jednostkach osadniczych, bez względu na ich wielkość czy charakter.

Prowadzenie badań odpadów, w tym określenie ich wskaźników nagromadzenia, jest jednak procesem kosztownym i czasochłonnym [1]. Zwykle w małych jednostkach osadniczych badania prowadzone są rzadko, natomiast w szacunkach i prognozach charakterystyk odpadów opieramy się na danych literaturowych. Jeśli badania są prowadzone, to zwykle w sposób niesystematyczny, co nie daje pełnych i miarodajnych wyników badań. Odpady komunalne charakteryzuje duża różnorodność materiałowa i asortymentowa, duży stopień wymieszania i rozproszenia. Szczególny wpływ na jakość i ilość odpadów wywiera jakość oraz standard życia mieszkańców wytwarzających odpady, ich tradycje żywieniowe i przyzwyczajenia zmienne w różnych porach roku. W ostatnich latach znacznie wzrosła ilość opakowań w odpadach, co wynika z poprawy standardu życia mieszkańców, ale jednocześnie powoduje wzrost objętości zbieranych odpadów.

Odpady zróżnicowane są także ze względu na charakter zabudowy, z jakiej pochodzą. Inne odpady wytwarza mieszkaniowiec bloku wielorodzinnego, inne domu jednorodzinnego w mieście czy na wsi. Mieszkańcy wsi i obrzeży miasta, których mieszkania wyposażone są w indywidualne paleniska, część odpadów spalają, przez co zwiększa się ilość frakcji mineralnych w odpadach. Poprzez przeprowadzenie badań odpadów uzyskuje się informację o rzeczywistej ilości, rozumianej jako masa, objętość oraz gęstość odpadów, powstałych w różnych typach zabudowy. Poznając tę wielkość, można wyciągnąć odpowiednie wnioski, konieczne do optymalnego planowania rozwiązań w zakresie gospodarki odpadami [2]. W artykule przedstawiono wyniki tendencji zmian ilości odpadów komunalnych w małym mieście na podstawie prowadzonych badań.

2. Charakterystyka jednostki osadniczej

Gmina Skawina znajduje się w powiecie krakowskim. Położona jest około 15 km na południowy zachód od Krakowa. Powierzchnia gminy wynosi 100,2 km², z czego 20,5 km² przypada na teren miasta Skawiny. W skład gminy, oprócz miasta Skawiny wchodzi 16 sołectw.

Gmina Skawina ma charakter przemysłowy i należy do najliczniej zaludnionych gmin w województwie małopolskim. Łączna liczba mieszkańców gminy wynosi 41 947 osoby [3]. Ponad połowa tej liczby (dokładnie 23 716) zamieszkuje na terenie miasta Skawiny.

Przemysłowy charakter gminy znacząco wpływa na strukturę zabudowy. W mieście dominuje budownictwo wielorodzinne (bloki). Niewielkie kamienice o zwartej zabudowie uli-

cowej występują w pobliżu Rynku. Budownictwo wielorodzinne to 194 bloki, w których mieszka ok. 70% ludności miasta. Budownictwo jednorodzinne dominuje na obrzeżach miasta. Gmina ma charakter rolniczy, poza miastem Skawiną. Poza terenem miasta występuje wyłącznie zabudowa jednorodzinna o zróżnicowanym charakterze budynków, od typowych gospodarstw wiejskich do bogatych osiedli. Na terenie gminy prowadzona jest od około 15 lat zorganizowana gospodarka odpadami zgodna z dokumentami planistycznymi i regulaminami utrzymania czystości i porządku w gminie. Gospodarka oparta jest na segregacji „u źródła”, po której odpady są wywożone do sortowni w Krakowie. Pozostałe niesegregowane odpady wywożone są na składowiska zlokalizowane poza terenem gminy. Na terenie gminy nie ma żadnej instalacji do odzysku i unieszkodliwiania odpadów. Gmina może poszczycić się zorganizowanym odbiorem odpadów prawie ze 100% gospodarstw oraz odzyskiem surowców na poziomie 10% masy. Dodatkowo akcyjnie organizowane są zbiórki odpadów problemowych, np. leków w aptekach, wielkogabarytowych, elektrycznych i elektronicznych.

3. Cel badań

Prowadzone badania koncentrowały się na badaniu wskaźników nagromadzenia odpadów komunalnych pochodzących z gospodarstw domowych. Celem badań było określenie masowego i objętościowego wskaźnika nagromadzenia odpadów komunalnych, a także gęstości nasypowej na terenie miasta i gminy Skawina oraz porównanie wyników badań z wynikami otrzymanymi z badań w latach poprzednich. Pozwoliło to na wyznaczenie tendencji zmian wskaźników nagromadzenia odpadów w Skawinie.

W badaniach posługiwano się normą BN-87/9103-04 Unieszkodliwianie odpadów miejskich. Metody oznaczania wskaźnika nagromadzenia. Norma ta stosowana jest przy określeniu wskaźników nagromadzenia do projektowania i eksploatacji systemów gromadzenia, wywozu i unieszkodliwiania odpadów komunalnych. Według normy wskaźnik masowy nagromadzenia odpadów zdefiniowany jest jako ilość nagromadzonych w określonej jednostce czasu odpadów stałych, wyrażona w jednostkach masy, odniesiona do jednego mieszkańca, metra kwadratowego powierzchni lub innej jednostki przeliczeniowej.

Wskaźnik objętościowy to objętość nagromadzonych w określonej jednostce czasu luźno usypanych (bez sztucznego zagęszczenia) odpadów w pojemnikach, wyrażona w jednostkach objętości, odniesiona do jednego mieszkańca, jednostki powierzchni lub innej jednostki przeliczeniowej.

4. Metodyka badań

Organizacja badań objęła:

- wybór potrzebnej ilości środowisk do badań,
- wybór tras pomiarowych,
- zebranie informacji dotyczących badanych tras.

Na potrzeby badań wyznaczono trzy środowiska (typy zabudowy) w gminie Skawina: zabudowa jednorodzinna (miejska), zabudowa wielorodzinna (miejska), zabudowa zagrodowa

wiejska. W typowych środowiskach wyznaczono ulice, na których prowadzony był pomiar wskaźników. Po wyborze tras pomiarowych przeprowadzono szczegółową inwentaryzację obejmującą zebranie następujących informacji:

- adresy i funkcje budynków,
- liczba mieszkańców w poszczególnych gospodarstwach,
- stan istniejący miejsc gromadzenia odpadów,
- rodzaj i liczba pojemników.

Pomiar wskaźnika objętościowego odbywał się przez wizualną ocenę napełnienia poszczególnych pojemników na całej trasie pomiarowej. Określenie wskaźnika masowego (wagowego) nagromadzenia odpadów wykonywano przez pomiar masy zebranych odpadów na wyznaczonej trasie pomiarowej.

Masę (m) zebranych z jednej trasy odpadów do samochodu śmieciarki obliczano z różnicy masy samochodu z odpadami i bez odpadów (pustego) według wzoru:

$$m = m_1 - m_2 \text{ [kg]} \quad (1)$$

gdzie:

m_1 – masa samochodu z zebranymi z trasy odpadami [kg],

m_2 – masa samochodu bez odpadów [kg].

Wskaźnik nagromadzenia b_m [kg/M · doba] obliczono według wzoru:

$$b_m = \frac{m}{M \cdot d} \quad (2)$$

gdzie:

m – masa odpadów zebrana z trasy pomiarowej [kg],

M – liczba mieszkańców,

d – liczba dni gromadzenia odpadów.

Pomiary objętości nagromadzonych odpadów wykonywane były równoległe z pomiarami masy. Wynik objętościowego nagromadzenia odpadów (b_{obj}) obliczano w [dm³/M · doba] według wzoru:

$$b_{obj} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{M \cdot d} \quad (3)$$

gdzie:

v_i – objętość odpadów w poszczególnych pojemnikach [dm³],

M – liczba mieszkańców,

d – liczba dni gromadzenia odpadów.

Na podstawie danych wskaźników nagromadzenia wagowego i objętościowego możliwe jest obliczenie gęstości (ciężaru objętościowego), który charakteryzuje masę 1 m³ odpadów. Gęstość odpadów wyrażono w [kg/m³] i obliczono według wzoru:

$$G = \frac{b_m}{b_{obj}} \quad (4)$$

5. Wyniki badań

Badania prowadzone były bezinwestycyjnie w ramach wykonywania pracy inżynierskiej na podstawie umowy o współpracy pomiędzy Urzędem Miasta i Gminy Skawina a Wydziałem Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej. Wykonano kilka serii pomiarowych od maja do listopada 2010 roku.

Tabela 1

Średnie wskaźniki masowego i objętościowego nagromadzenia odpadów oraz ich gęstość nasypowa w zabudowie jednorodzinnej miejskiej (opracowanie własne)

Skawina miasto: kolejne serie pomiarowe	m [kg]	M [os.]	Masowy wskaźnik nagromadzenia odpadów b_m [kg/M · rok]	Objętościowy wskaźnik nagromadzenia odpadów b_{obj} [m ³ /M · rok]	Gęstość nasypowa G [kg/m ³]
1	5720	662	450,54	1,943	321,872
2	5850		460,78		
3	5590		440,30		
4	3690		290,65		
5	6860		540,33	1,393	387,880
6	7180		565,54		
7	5850		460,78		
8	6220		489,92	1,334	367,183

Tabela 2

Średnie wskaźniki masowego i objętościowego nagromadzenia odpadów oraz ich gęstość nasypowa w zabudowie jednorodzinnej wiejskiej (opracowanie własne)

Borek Szlachecki: kolejne serie pomiarowe	m [kg]	M [os.]	Masowy wskaźnik nagromadzenia odpadów b_m [kg/M · rok]	Objętościowy wskaźnik nagromadzenia odpadów b_{obj} [m ³ /M · rok]	Gęstość nasypowa G [kg/m ³]
1	4500	556	207,28	0,995	209,280
2	4650		214,19		
3	4820		222,02	0,876	256,100
4	5880		270,85		
5	5700		262,56	1,143	229,740
6	6120		281,90		
7	4620		212,81		
8	5100		234,92	1,334	236,857

Wykonane pomiary pozwoliły na obliczenie masowych i objętościowych wskaźników nagromadzenia odpadów, a także gęstości nasypowej odpadów. W 2010 roku nie wykonano badań dotyczących składu morfologicznego odpadów. Badania związane z ilością wytwarzanych odpadów były prowadzone w trzech typach zabudowy (jednorodzinnej miejskiej, jednorodzinnej wiejskiej i wielorodzinnej). Uzyskane wyniki przedstawiono w tabelach 1–3. Dzięki temu, że pomiary prowadzone w 2010 roku stanowiły kontynuację badań z lat poprzednich (prowadzonych od 2006 roku, na analogicznych trasach), uzyskane wyniki wykorzystano również do stworzenia wykresów, które ilustrują zmianę poszczególnych wartości wskaźników w latach 2006–2010.

Tabela 3

Średnie wskaźniki masowego i objętościowego nagromadzenia odpadów oraz ich gęstość nasypowa w zabudowie wielorodzinnej (opracowanie własne)

Skawina: kolejne serie pomiarowe	m [kg]	M [os.]	Masowy wskaźnik nagromadzenia odpadów b_m [kg/M · rok]	Objętościowy wskaźnik nagromadzenia odpadów b_{obj} [m ³ /M · rok]	Gęstość nasypowa G [kg/m ³]
1	7460	4100	221,37	1,402	157,906
2	8220		243,93		
3	9250		274,49	1,169	235,864
4	5540		164,40		
5	6380		189,33	0,895	211,532
6	6770		200,90		
7	8850		262,62	1,142	229,967
8	7180		213,07		

Uwzględniając liczbę mieszkańców w każdym typie zabudowy, dla całej gminy określono wskaźniki nagromadzenia odpadów z poszczególnych typów zabudowy. Przedstawiono je w tabeli 4.

Tabela 4

Średnie wskaźniki masowego i objętościowego nagromadzenia odpadów oraz ich gęstość nasypowa w zależności od typu zabudowy (opracowanie własne)

Średni wskaźnik nagromadzenia	Masowy b_m [kg/M · rok]	Objętościowy b_{obj} [m ³ /M · rok]	Gęstość nasypowa G [kg/m ³]
Z zabudowy jednorodzinnej miejskiej	462,35	1,33	328,98
Z zabudowy jednorodzinnej wiejskiej	238,30	1,00	232,70
Z zabudowy wielorodzinnej	221,26	1,15	208,567

Z zestawienia wynika, że wartość wskaźnika masowego nagromadzenia odpadów z zabudowy jednorodzinnej na terenach wiejskich jest mniejsza od wartości wskaźników na terenach miejskich w zabudowie jedno- i wielorodzinnej. Spowodowane jest to najprawdopodobniej znacznym stopniem wykorzystania i zagospodarowania powstających odpadów w in-

dywidualnych gospodarstwach domowych. Zgodnie z przedstawionymi powyżej wartościami (tab. 4) wartość masowego wskaźnika nagromadzenia odpadów w zabudowie jednorodzinnej miejskiej jest najwyższa i wynosi $462,35 \text{ kg/M} \cdot \text{rok}$. Wynika to z wysokiego standardu życia mieszkańców w zabudowie jednorodzinnej. Dodatkowo należy zauważyć, że Skawina jest miastem położonym bardzo blisko Krakowa i znaczna część jej mieszkańców tam pracuje. Dlatego też wskaźniki nagromadzenia odpadów są zbliżone do wskaźników jak dla dużego miasta. Wyższy wskaźnik masowego nagromadzenia występuje w zabudowie jednorodzinnej w porównaniu z zabudową wielorodzinną. W jednorodzinnych gospodarstwach domowych dominuje ogrzewanie indywidualnymi urządzeniami cieplnymi, co powoduje, iż w zbieranych odpadach znajduje się popiół i żużel zwiększający masę zebranych odpadów. Objętościowy wskaźnik nagromadzenia odpadów jest najwyższy w zabudowie jednorodzinnej miejskiej ($1,33 \text{ m}^3/\text{M} \cdot \text{rok}$), co może być spowodowane usuwaniem przez mieszkańców znacznej liczby opakowań, które zajmują dużą objętość.

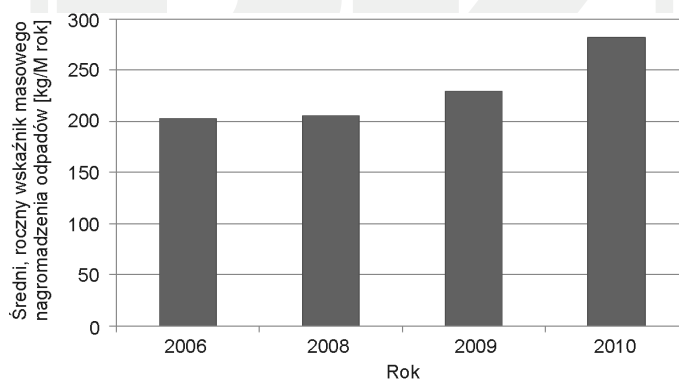
Wskaźniki nagromadzenia dla całej gminy obliczono, wykorzystując średnią ważoną dla poszczególnych typów zabudowy i przedstawiono je w tabeli 5.

Tabela 5

Średnie wskaźniki masowego i objętościowego nagromadzenia odpadów oraz ich gęstość nasypowa w gminie Skawina wg badań wykonanych w 2010 roku (opracowanie własne)

Średni masowy wskaźnik nagromadzenia odpadów w gminie Skawina b_m [$\text{kg}/\text{M} \cdot \text{rok}$]	Średni objętościowy wskaźnik nagromadzenia odpadów w gminie Skawina b_{obj} [$\text{m}^3/\text{M} \cdot \text{rok}$]	Średnia gęstość nasypowa odpadów w gminie Skawina G [kg/m^3]
281,13	1,13	219,70

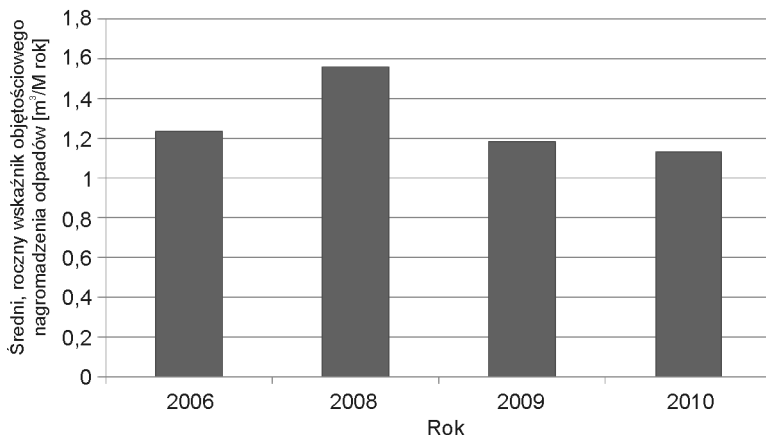
Podobne badania wykonywane były w latach 2006-2010 [4]. Na podstawie uzyskanych wyników badań przeprowadzono analizę wartości wskaźników nagromadzenia odpadów oraz ich gęstości nasypowej. Tendencje zmian tych wskaźników przedstawiono na rysunkach 1-5.



Rys. 1. Zmiany wartości wskaźnika masowego nagromadzenia odpadów w latach 2006–2010 w gminie Skawina (opracowanie własne)

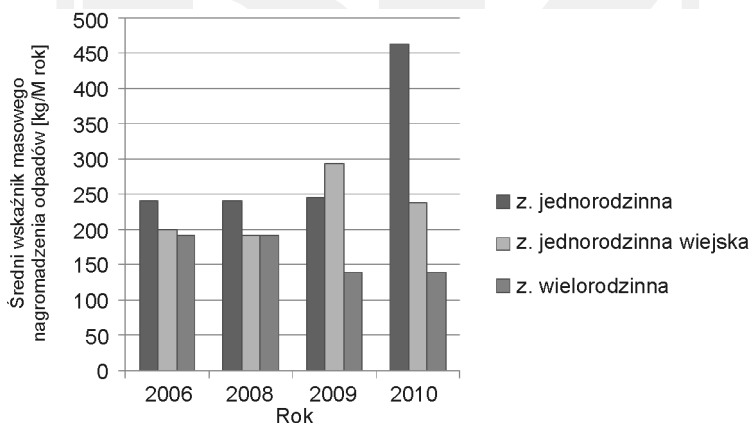
Fig. 1. The changes of the rate of mass accumulation of waste in the municipality of Skawina during 2006–2010

Dokonując porównania wyników uzyskanych w badaniach przeprowadzonych w 2010 r. z wynikami z lat poprzednich (rys. 1), można zauważyć, że wartość średniego rocznego wskaźnika masowego nagromadzenia odpadów z roku na rok wzrasta. O ile różnica w uzyskanych wynikach w latach 2006 i 2008 jest nieznaczna (3 kg), o tyle już w kolejnych badaniach wykazano znaczny wzrost wskaźnika (o 23 kg); wzrost ten potwierdziły badania przeprowadzone w 2010 roku. Różnica w ilości wytworzonych odpadów wyniosła około 53 kg. Można zauważyć, że na te zmiany znaczny wpływ ma wzrost wskaźników z zabudowy jednorodzinnej miejskiej.



Rys. 2. Zmiany średniego rocznego wskaźnika objętościowego nagromadzenia odpadów w latach 2006–2010 w gminie Skawina (opracowanie własne)

Fig. 2. The changes of the average annual rate of volume accumulation of waste in the years 2006–2010 in the municipality of Skawina

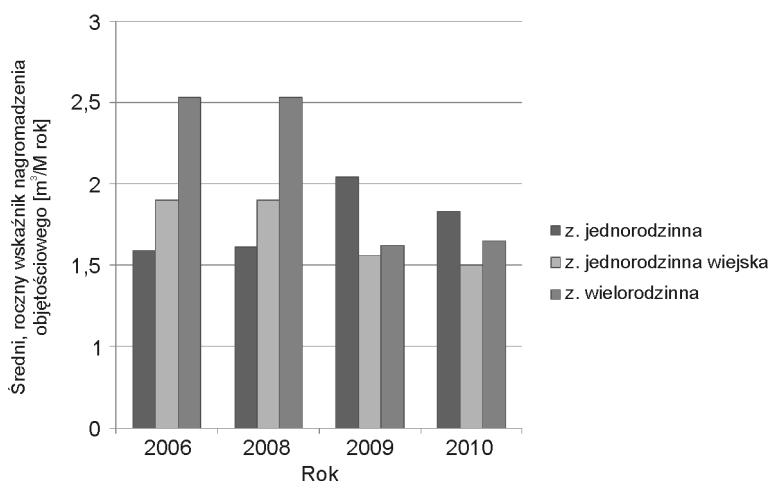


Rys. 3. Zmiany wskaźników masowego nagromadzenia odpadów w zależności od typu zabudowy latach 2006–2010 w gminie Skawina (opracowanie własne)

Fig. 3. The changes of the rates of mass accumulation of waste, depending on the building types in the years 2006–2010 in the municipality of Skawina

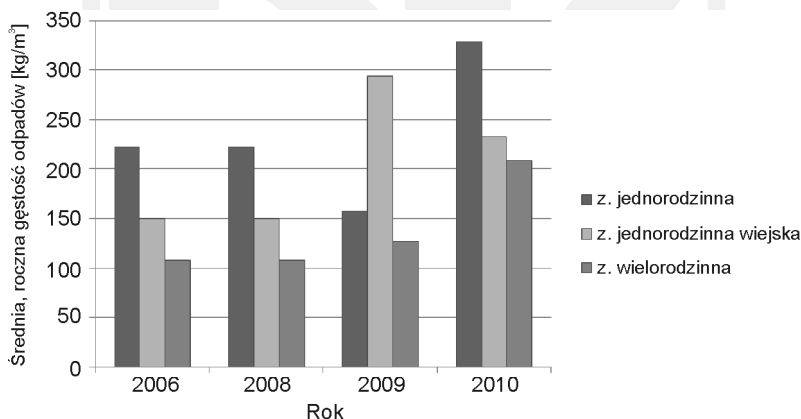
Analizując dane dotyczące objętościowego wskaźnika nagromadzenia odpadów (rys. 2), można stwierdzić, iż najwyższą wartość osiągnął on w 2008 roku, natomiast w pozostałych latach jest stabilny i kształtuje się na poziomie około $1,2 \text{ m}^3/\text{M} \cdot \text{rok}$.

Dokonując porównania wyników uzyskanych w latach ubiegłych z uzyskanymi w badaniach w 2010 roku (rys. 3), zauważyć można, iż w zabudowie jednorodzinnej wytwarzana jest największa ilość odpadów. Wskaźnik ten z roku na rok wzrasta, zapewne ze względu na podniesienie standardu życia mieszkańców tego typu zabudowy.



Rys. 4. Zmiany wskaźników objętościowego nagromadzenia odpadów w zależności od typu zabudowy latach 2006–2010 w gminie Skawina (opracowanie własne)

Fig. 4. The changes of volume indices of accumulation of waste, depending on the building types in the years 2006–2010 in the municipality of Skawina



Rys. 5. Zmiany gęstość odpadów w zależności od typu zabudowy w latach 2006–2010 w gminie Skawina (opracowanie własne)

Fig. 5. The changes in density of waste, depending on the type of development in the years 2006–2010 in the municipality of Skawina

Tendencja wzrostu wartości wskaźnika masowego ma odzwierciedlenie w wartości wskaźnika objętościowego, przedstawionego na rys. 4. Zmiany wskaźników nagromadzenia wagowego i objętościowego wpływają również na zmiany gęstości nasypowej odpadów, co ilustruje rys. 5.

6. Porównanie wyników

Ilość powstających odpadów, a także ich skład są uwarunkowane przede wszystkim wielkością obsługiwanego gminy (powierzchnia, liczba mieszkańców) oraz udziałem odpadów z handlu i rzemiosła, zbieranych razem z odpadami komunalnymi. Biorąc pod uwagę średnie wartości współczynników nagromadzenia odpadów w Polsce, wydaje się, że podział na grupy ze względu na liczbę mieszkańców jednostki osadniczej jest najwłaściwszy. Zestawienie takie umieszczono w tabeli 6.

Tabela 6

Zakres wartości masowego i objętościowego wskaźnika nagromadzenia, a także gęstości odpadów w zależności od rodzaju jednostki osadniczej [16]

Jednostka osadnicza	Wskaźnik nagromadzenia		Gęstość
	[kg/M · rok]	[m ³ /M · rok]	[kg/m ³]
Tereny wiejskie	90–110	0,3–0,5	220–280
Małe i średnie miasta (10–50 tys. mieszkańców)	180–330	1,5–1,9	160–240
Duże miasta (powyżej 100 tys. mieszkańców)	220–400	1,8–2,5	110–180

Otrzymane wyniki badań mieszczą się w zakresie danych literaturowych, a także zgodne są z prognozami zakładanymi w PGO dla Skawiny przedstawionymi w tabelach 7 i 8. Prognoza zmian współczynnika nagromadzenia przewiduje jego stały wzrost o 1% rocznie. Prognozę tę przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7

Prognoza ilości odpadów na terenie gminy Skawina [17]

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Gospodarstwa domowe	8597	8698	8801	8906	9011	9117	9223	9330

Tabela 8

Prognoza objętościowego nagromadzenia odpadów [m³/rok] powstających w gminie Skawina w latach 2004–2011 [17]

Rok	Skawina	Wsie	Razem
2010	37 147	15 262	52 409
2011	38 085	15 519	53 604

7. Wnioski

Przeprowadzone badania pozwoliły na określenie masowych i objętościowych wskaźników nagromadzenia odpadów. Badania i opracowane wyniki pozwoliły na dokładniejsze określenie ilości odpadów komunalnych wytwarzanych na badanym obszarze. Wyniki i badania były opracowane zgodnie z polskimi normami i literaturą zajmującą się problemem gospodarki odpadami. Otrzymane wyniki mogą stanowić podstawę do naliczania opłat za wywóz odpadów i korzystania z systemu gospodarki odpadami w Skawinie. Mogą one również służyć jako dane szacunkowe ilości wytwarzanych odpadów dla gmin o podobnej liczbie ludności, powierzchni terenu i strukturze zabudowy.

Wiele aktów prawnych europejskich, w tym polskich, stanowiących prawo w gospodarce odpadami, nakłada obowiązek prowadzenia regularnych badań ilości i jakości zmieszanych odpadów komunalnych w celu uzyskania informacji o stopniu realizacji wymagań określonych przepisami. Pomiar ilości odpadów komunalnych pozwalają na dokładny wybór metody unieszkodliwiania lub odzysku odpadów. Są bardzo przydatne również w projektowaniu instalacji do ich przetwarzania, takich jak np. stacje przeładunkowe, składowiska, kompostownie, sortownie odpadów.

Prowadzenie odpowiedniego, cyklicznego monitoringu gospodarki odpadami w gminie Skawina da możliwość wprowadzenia odpowiednich sposobów ograniczenia strumienia odpadów komunalnych. Należy oczywiście pamiętać, że na prawidłowe prowadzenie gospodarki odpadami wpływa o wiele więcej czynników. Oprócz odpowiedniego monitoringu, czyli prowadzenia cyklicznych badań odpadów, trzeba pamiętać o edukacji ludności zamieszkującej dany obszar.

Zmiana świadomości, postaw społecznych, utrwalenie pozytywnego nastawienia oraz wyrobienie prawidłowych nawyków, pozwoli na uniknięcie wielu późniejszych problemów gospodarowania odpadami komunalnymi.

- W wyniku badań określono średnie masowe i objętościowe wskaźniki nagromadzenia odpadów na terenie gminy Skawina oraz wskaźniki nagromadzenia dla poszczególnych typów zabudowy.
- Pomimo że badania prowadzone były bezinwestycyjnie i w niepełnym cyklu badawczym (niecały rok), to jednak na podstawie kilkuletnich obserwacji można powiedzieć, że dają miarodajny wynik. Są dzięki temu wykorzystywane do szacowania opłat za unieszkodliwianie odpadów w gminie Skawina.
- Otrzymane wskaźniki nagromadzenia odpadów mieszczą się w granicach danych literaturowych i mogą być wykorzystane jako dane przy szacowaniu wskaźników dla podobnych jednostek osadniczych.
- Na podstawie czteroletnich wyników badań wykonano analizę tendencji nagromadzenia odpadów w gminie Skawina i stwierdzono gwałtowny wzrost wskaźników nagromadzenia zwłaszcza w zabudowie jednorodzinnej. Najprawdopodobniej spowodowane jest to konsumpcyjnym stylem życia mieszkańców oraz bliskim sąsiedztwem dużego miasta – Krakowa.
- Prowadzenie odpowiedniego, cyklicznego monitoringu gospodarki odpadami w gminie Skawina, w tym m.in. badań nagromadzenia odpadów, pozwoli na prowadzenie kompleksowej, planowej gospodarki odpadami.

Literatura

- [1] Skalmowski K., Wolska K., *Właściwości technologiczne odpadów komunalnych Warszawy*, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, z. 5, 2006.
- [2] Plan gospodarki odpadami dla Skawiny na lata 2009-2012, Skawina 2009.
- [3] Powierzchnia i ludność w przekroju terytorialnym w 2010 r., Główny Urząd Statystyczny (www.stat.gov.pl).
- [4] Sprawozdanie z badań wskaźników nagromadzenia odpadów komunalnych na terenie gminy Skawina, 2006.
- [5] Żygadło M., *Gospodarka odpadami komunalnymi*, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1998.
- [6] Szpadt R., Sebastian M., *Standaryzacja jakości paliw z odpadów*, Ochrona Środowiska, z. 1, 2003, 31-38.
- [7] Wandrasz A.J., *Ocena właściwości emisyjnych paliw z odpadów*, Ochrona Środowiska 2003, z. 1, 39-42.
- [8] Bn-87/9103-04 Unieszkodliwianie odpadów miejskich. Metody oznaczania wskaźnika nagromadzenia.
- [9] Skalmowski K., Wolska K., Pieniak U., Roszczyńska U., *Badania właściwości technologicznych odpadów komunalnych – ćwiczenia laboratoryjne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2004.
- [10] Rosik-Dulewska Cz., *Podstawy gospodarki odpadami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- [11] Szpadt R., *Nowa metodyka badania składu odpadów komunalnych*, Zeszyty Komunalne, z. 4 (51), 2007.
- [12] Kulczycka J., Kowalski Z., Cholewa M., *Municipal waste management in Polish national and local plans*, Czasopismo Techniczne, z. 2-Ch/2008, 13-24.
- [13] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 14 września 2010 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o odpadach (Dz.U. 2010, Nr 185, poz. 1243).
- [14] Jamróz A., *Badanie wskaźników nagromadzenia odpadów w 40-tysięcznej jednostce osadniczej*, praca inżynierska, niepublikowana, Politechnika Krakowska, Kraków 2011.
- [15] Krawczyk M., *Badanie wskaźnika nagromadzenia odpadów dla gminy Skawina*, praca magisterska, niepublikowana, Politechnika Krakowska, Kraków 2007.
- [16] D'Obryn K., Szalinska E., *Odpady komunalne, zbiórka, recycling, unieszkodliwianie*, Kraków 2005.
- [17] Genrowicz A., Sacharczuk J., *Plan gospodarki odpadami dla Skawiny na lata 2009-2012*, Skawina 2009.