

**ANNA KIEPAS-KOKOT
ANDRZEJ ŁYSKO
ELŻBIETA SKÓRSKA**

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

ORGANIZACJA SYSTEMU ZBIERANIA I ODZYSKU ODPADÓW BIODEGRADOWALNYCH W MIASTACH

Abstract: Organisation of Collection and Recovery of Biodecay Wastes in Cities. A proposal of organisation and recovery system of biodecay (bio-) waste in the places of their production on a case of Szczecin Gumieńce Estate with clear domination detached house development is presented. The spatial analysis was performed, which allowed to estimate average green area per one plot built-up of detached house as 240 m². Receiving of biomass from cultivation of garden plants and production of home waste in one house equaled 740 kg of fresh mass of waste. Standard composter of 1 m³ capacity is sufficed for this purpose and produced compost satisfied fertiliser needs in this real estate. Involvement of half households would allow to use above 1000 ton of waste. Taking into consideration a level of storing limitation of bio- waste in Szczecin, it comprises 2% of required mass of processed waste in 2013 year. Estimated limitation level according to presuppositions of the conception would be achieved as a effort of 1,6% inhabitants of Szczecin.

Wstęp

Miasta są obszarami intensywnego wytwarzania odpadów. Gospodarkę odpadami na obszarach miejskich charakteryzuje bliskość źródeł wytwarzania i jednocześnie duża ilość wytwarzanych odpadów. Szczególny problem na terenach miejskich stwarzają odpady ulegające biodegradacji. Ich właściwości (duża zdolność do zagniwania) wymagają bardzo sprawnego systemu ich selektywnego zbierania, o dużej częstotliwości odbierania odpadów. Alternatywą dla zbierania i transportu odpadów biodegradowalnych (bio-) do zbiorczej kompostowni może być ich odzysk w miejscach wytwarzania, połączony z zagospodarowaniem wytworzonego kompostu. System taki wymaga niewielkich nakładów na infrastrukturę przydomowych kompostowników, ale znacznej motywacji ekologicznej oraz ekonomicznej dla uczestniczących w nim mieszkańców. Mimo problemów i trudności tkwiących w tym systemie jest on jak

najbardziej zgodny z hierarchią postępowania z odpadami, u której podstawy znajdują się działania zapobiegawcze, odzysk, a dopiero na samym końcu unieszkodliwianie. Kompostowanie w gospodarstwach domowych uważa się niekiedy za najkorzystniejszą, z punktu widzenia ochrony środowiska, metodę postępowania z domowymi odpadami ulegającymi biodegradacji, ponieważ pozwala ono uniknąć emisji i kosztów związanych z transportem, zapewnia ścisłą kontrolę materiału składowego i podwyższa świadomość ekologiczną użytkowników¹. Kompostownie przydomowe są najtańszą i najefektywniejszą formą minimalizowania strumienia odpadów komunalnych u źródła, czyli w indywidualnych gospodarstwach domowych. Kompostowanie prowadzi się w naturalnych warunkach, w wydzielonych miejscach – formując: pryzmy w kształcie równoramiennej trapezu, zatoki, którą stanowią dwie równoległe ściany przykładowo z desek lub tworzywa sztucznego, wypełnione odpadami lub kompostownikami, będące w sprzedaży handlowej².

Zainteresowanie kompostowaniem odpadów komunalnych nie jest nowe. Od wielu lat prowadzi się w tym zakresie badania naukowe i realizuje rozwiązania na skalę techniczną. Zmieniła się jednak zasadniczo motywacja tych działań. O ile jeszcze w ostatnich latach XX w. motywacją do produkcji kompostu z odpadów było zrównoważenie deficytu nawozów naturalnych w rolnictwie³, o tyle obecnie priorytetem jest ograniczenie ilości odpadów komunalnych, w tym głównie odpadów bio- trafiających na składowiska. Jednym z największych zobowiązań RP w gospodarce odpadami, wynikających z członkostwa w UE jest sukcesywne ograniczanie masy składowanych odpadów komunalnych ulegających biodegradacji aż do osiągnięcia w 2020 r. poziomu 35% w stosunku do masy tych odpadów wytwarzanych w roku bazowym, za który przyjęto 1995 r.⁴ To potężne wyzwanie organizacyjne dla naszego kraju wymagające podejmowania bardzo wielu różnych działań pozwalających na zrealizowanie zobowiązań.

1. System gospodarowania odpadami w Szczecinie

1.1. Stan istniejący

Szczecin liczy ok. 406 tys. mieszkańców, a w ciągu roku zbiera się ok. 150 tys. ton odpadów komunalnych, z czego 105 tys. ton pochodzi z gospodarstw domowych⁵. Szacuje się, że odpady bio- w ogólnym strumieniu odpadów komunalnych stanowią ok. 80 tys. ton. Podane ilości nie uwzględniają odpadów wytwarzanych przez mieszkańców nie objętych zorganizowanym systemem ich zbierania (ok. 10%). Statystyczny mieszkaniec Szczecina wytwarza w swoim gospodarstwie domowym 274 kg odpadów komunalnych rocznie (ok. 3 m³). W odpadach tych 50% stanowi frakcja biodegradowalna (łącznie z papierem).

¹ *Zielona Księga* (2008).

² Grygorczuk-Petersons, Tałałaj (2007).

³ Filipek-Mazur, Gondek (2002), s. 59-65.

⁴ *KPGO* (2010).

⁵ *PGO* (2009).

Obecny system gospodarowania odpadami komunalnymi w Szczecinie opiera się na ich unieszkodliwianiu przez składowanie. Szczecin nie ma czynnego składowiska odpadów komunalnych, w związku z tym odpady trafiają na składowiska zlokalizowane poza granicami miasta. Planowane zmiany w tym zakresie wiążą się z budową Zakładu Termicznego Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych i funkcjonowaniem instalacji towarzyszących (sortownie, kompostownia).

Istotnym problemem gospodarki odpadami komunalnymi w Szczecinie jest niewielki odzysk odpadów bio-. Szacuje się, że osiąga on poziom ok. 10% prognozowanych do odzysku ilości tych odpadów, z uwzględnieniem odzysku papieru, kartonu i tekstyliów. Potrzeba znacznego ograniczenia składowania odpadów komunalnych ulegających biodegradacji wynika z Dyrektywy 1999/31/WE, której zapisy zawarto w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami, zawierającym cele i kierunki działań wraz z określeniem ich efektywności, jako wytyczne do planów niższego szczebla (wojewódzkich, powiatowych i gminnych).

1.2. Cele i kierunki zmian

Szczecińska lokalna polityka odpadowa jest zgodna z planami wyższego szczebla. Uwzględnia wyzwania stawiane wobec gospodarowania odpadami ulegającymi biodegradacji. Za jeden z celów stawia sobie podniesienie skuteczności selektywnej zbiórki odpadów komunalnych ulegających biodegradacji i zmniejszenie ilości tych odpadów kierowanych na składowiska. W zakresie wytwarzania odpadów bio- szczecińska polityka odpadowa uwzględnia hierarchię gospodarowania odpadami, koncentrującą się przede wszystkim na zapobieganiu powstawania tych odpadów, a w drugiej kolejności na minimalizacji ilości wytwarzanych odpadów bio-. Jako działania umożliwiające osiągnięcie tych celów wskazano m.in. przydomowe kompostowanie frakcji odpadów komunalnych ulegających biodegradacji, dla których wsparcie mają stanowić działania edukacyjne i zastosowanie instrumentów finansowych zachęcających do ograniczania ilości wytwarzanych odpadów. Duża skala problemu odpadów bio- w mieście oraz bardzo wysokie progi wymaganej efektywności (ograniczenia wytwarzania, a przede wszystkim składowania) wymuszają poszukiwanie skutecznych rozwiązań, dla których równie ważne jak środki finansowe na tworzenie systemu, są działania edukacyjne zwiększające zrozumienie i zaangażowanie mieszkańców.

Celowi temu odpowiada jedno z działań zaplanowanych w Szczecinie, jakim jest propagowanie na terenach zabudowy jednorodzinnej stosowania kompostowania we własnym zakresie z użyciem kompostowników indywidualnych, co ma przynieść efekt w postaci maksymalizowania ilości odpadów ulegających biodegradacji zagospodarowywanych przez samych wytwórców. Planowane działanie nie rozwiąże wszystkich problemów związanych z odpadami ulegającymi biodegradacji, szczególnie tymi pochodzącymi z zabudowy wielorodzinnej, z instytucji i przedsiębiorstw oraz pielęgnacji terenów zieleni miejskiej. Może jednak stanowić wsparcie systemu gospodarki odpadami bio- w Szczecinie, którego poziom będzie uzależniony od zaangażowania mieszkańców.

2. Koncepcja działań zmierzających do zagospodarowania wytwarzanych odpadów biodegradowalnych przez wytwórców

W pracy przedstawiono koncepcję realizacji działania polegającego na zagospodarowaniu wytwarzanych odpadów bio- przez samych wytwórców wraz z szacunkową oceną jego efektywności na przykładzie peryferyjnego Osiedla Gumieńce, położonego w Dzielnicy Zachód w Szczecinie. Do obliczenia powierzchni działek oraz znajdujących się na nich terenów zieleni wykorzystano ortofotomapy oraz dane katastralne udostępniane przez GEOPORTAL⁶. Dane adresowe geokodowano za pomocą GoogleMaps⁷. Rodzaj zabudowy określono na podstawie danych przestrzennych oraz metadanych udostępnionych przez OpenStreetMaps⁸. Analizy wykonano w programach QGIS⁹, PostgreSQL+PostGIS¹⁰ oraz Mirone¹¹.

2.1. Analiza SWOT

W ramach analizowanej koncepcji przeprowadzono analizę SWOT, której przedmiot stanowiły trzy etapy planowanych działań: organizacja systemu selektywnej zbiórki odpadów biodegradowalnych przez wytwórców (tab. 1), ich przetwarzania na drodze kompostowania (tab. 2) i zagospodarowania kompostu przez wytwórców (tab. 3). Narzędzie to wykorzystano w celu zidentyfikowania słabych i silnych stron planowanych działań oraz szans i zagrożeń płynących z zewnątrz, które mogą wspomóc lub ograniczyć efektywność planowanych działań.

2.2. Założenia do koncepcji

Przyjęto następujące założenia:

1. System indywidualnego kompostowania wraz z zagospodarowaniem wytworzonego kompostu obejmuje zabudowę jednorodziną.
2. W składzie odpadów biodegradowalnych przeznaczonych do kompostowania ujęto dwa strumienie: stały pochodzący z odpadów domowych (na poziomie 90 kg/(mieszk.·rok)¹² i sezonowy pochodzący z odpadów z pielęgnacji zieleni przydomowej (o łącznym poziomie pozyskania biomasy 370 g s.m./m² powierzchni niezabudowanej działki ewidencyjnej¹³, tj. ok. 1,5 kg świeżej masy).

⁶ <http://www.geoportal.gov.pl>.

⁷ <http://maps.google.pl>.

⁸ <http://www.openstreetmap.org>.

⁹ <http://www.qgis.org>.

¹⁰ <http://www.postgresql.org>.

¹¹ <http://w3.ualg.pt/~jluis/mirone>.

¹² W *Zielonej Księdze* (2008) za całkowitą potencjalną ilość bioodpadów gromadzonych w ramach selektywnej zbiórki przyjmuje się maksymalnie 150 kg na mieszkańca rocznie, uwzględniając w tym odpady kuchenne i ogrodowe z gospodarstw domowych, odpady parkowe i ogrodowe z terenów państwowych oraz odpady z przemysłu spożywczego. W niniejszej pracy wskaźnik ten obniżono do poziomu 90 kg/(mieszk.·rok) z powodu ograniczenia analizy do odpadów domowych.

¹³ Produktowność biomasy na terenach miejskich przyjęto za Wysocki (2008), s. 1-10.

Tabela 1

Analiza SWOT dla etapu organizacji
systemu selektywnej zbiórki odpadów biodegradowalnych przez wytwórców

Silne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> – wydzielenie ze strumienia odpadów komunalnych ok. 30% objętości, co pozwala na ograniczenie ich unieszkodliwiania na drodze składowania – zgodność z hierarchią postępowania z odpadami* – zwiększenie kaloryczności pozostałych odpadów przeznaczonych do odzysku energetycznego, przez wydzielenie odpadów mokrych* – ograniczenie niekorzystnych środowiskowych skutków składowania odpadów (odcieki, emisje biogazu, zakłócenia krajobrazu, terenochłonność)* 	<ul style="list-style-type: none"> – trudności zmiany przyzwyczajeń mieszkańców
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> – zgodność z założeniami polityki UE i krajowej polityki odpadowej**,** – ograniczanie składowania odpadów biodegradowalnych ma status najważniejszego obecnie zadania w gospodarce odpadami komunalnymi*** – wzrost świadomości ekologicznej mieszkańców w zakresie potrzeb aktywnego udziału w ochronie środowiska 	<ul style="list-style-type: none"> – brak możliwości ograniczenia kosztów usług w zakresie zbierania odpadów po wprowadzeniu „podatku śmieciowego” – upowszechnienie instalacji do spalania odpadów, o dużym zapotrzebowaniu na surowiec

* Zielona Księga (2008).

** Kucharczak *et al.* (2010), s. 240-254.

*** Szpadt (2011).

Źródło: Opracowanie własne (tab. 1-3).

3. Przyjęto średnią liczbę mieszkańców w gospodarstwie domowym na poziomie 4 osób.
4. Przyjęto założenie, że ilość wytworzonego kompostu odpowiada 50% masy odpadów przeznaczonych do kompostowania.
5. Przyjęto założenie, że całkowite pokrycie zapotrzebowania na składniki pokarmowe dla zielni przydomowej jest możliwe przy zastosowaniu średnio 300 kg kompostu na 100 m² powierzchni ogrodu (1 m³ kompostu waży ok. 600 kg).
6. Założono, że 10% mieszkańców badanego osiedla, mieszkających w domach jednorodzinnych już prowadzi indywidualne kompostowanie i ich odpady bio-, nie trafiają do strumienia zbieranych odpadów komunalnych.
7. Przyjęto 3 warianty realizacji koncepcji, zróżnicowane udziałem gospodarstw domowych w zabudowie jednorodzinnej, które włączą się w działania z zakresu indywidualnego kompostowania: optymistyczny (80% gospodarstw), realistyczny (50% gospodarstw) i pesymistyczny (30% gospodarstw) stanowiących nadwyżkę nad obecnym 10% ich udziałem w tym sposobie gospodarowania odpadami bio-.

Tabela 2

Analiza SWOT dla etapu przetwarzania (kompostowania)
odpadów biodegradowalnych przez wytwórców

Silne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> - spełnienie minimalnego wymogu zawartości substancji organicznej (60%) w odpadach przeznaczonych do kompostowania* - optymalna zawartość wody (50-60%), umożliwiająca właściwy przebieg procesu** - niższe koszty koniecznej infrastruktury w odniesieniu do kosztów instalacji do przetwarzania lub składowania odpadów 	<ul style="list-style-type: none"> - brak możliwości utrzymania optymalnych parametrów przebiegu procesu (wilgotności, temperatury i ilości tlenu)** - brak możliwości uniknięcia emisji bioaerozoli i nieprzyjemnych zapachów** - wymagany zwiększony nakład pracy własnej mieszkańców przy samodzielnym kompostowaniu
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> - promowanie przydomowego kompostowania w gminnych programach ochrony środowiska - możliwość wspierania przez gminę inicjatyw ekologicznych mieszkańców 	<ul style="list-style-type: none"> - niski poziom świadomości społecznej o potrzebie osobistego zaangażowania się w ochronę środowiska - brak dotychczasowych pozytywnych doświadczeń w dużych skupiskach mieszkańców miast - ograniczenia terenowe wynikające z małych powierzchni działek

* Ministerstwo Środowiska (2008).

** Zielona Księga (2008).

Tabela 3

Analiza SWOT dla etapu zagospodarowania kompostu przez wytwórców

Silne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> - brak zagrożenia niespełnienia wymogów jakościowych stawianych kompostom wprowadzanym na powierzchnię ziemi w celu uprawy roślin - korzyści wynikające z nawożenia gleby - zwiększenie zdolności gleby do retencji wody - brak konieczności ponoszenia kosztów zakupu i transportu nawozów mineralnych i organicznych do nawożenia - korzyści środowiskowe wynikające z ograniczenia produkcji nawozów mineralnych 	<ul style="list-style-type: none"> - wymagany zwiększony nakład pracy własnej mieszkańców przy zagospodarowaniu
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> - zwiększanie stopnia dbałości mieszkańców o estetykę własnych terenów zieleni i zwiększenie zapotrzebowania na składniki nawozowe 	<ul style="list-style-type: none"> - brak powszechnego doświadczenia mieszkańców w stosowaniu własnego kompostu - większe zaufanie do produktów kupowanych na rynku

2.3. Podstawowa charakterystyka zabudowy na terenie osiedla „Gumieńce”

Gumieńce to jedno z wielkoobszarowych osiedli z dominacją zabudowy jednorodzinnej, położone w dzielnicy Zachód, na lewo-brzeżnej części Szczecina. Na terenie osiedla zlokalizowanych jest 35 ulic. Osiedle zamieszkiwane jest obecnie przez 19 304 mieszkańców (BIP UM Szczecin – stan na 12.06.2011). Od zachodu osiedle graniczy z gminami Dobra i Kołbaskowo, od wschodu ze szczecińskim osiedlem Pomorzany, a na północy ze Świerczewem. Jeszcze kilkanaście lat temu Osiedle Gumieńce stanowiło granicę zwartej zabudowy Szczecina, rozdzielało miejską przestrzeń zabudowaną od przyległych terenów rolniczych sąsiednich gmin. Pod koniec lat 90. rozpoczęła się presja suburbanizacyjna na sąsiednie tereny gmin wiejskich i powstały nowe osiedla, które choć nie leżą w granicach administracyjnych miasta, przestrzennie



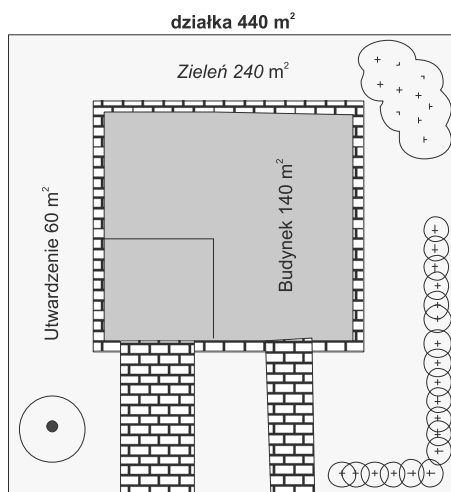
Ryc. 1. Przestrzenne rozmieszczenie zabudowy jedno- i wielorodzinnej na terenie Osiedla Gumieńce

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych przestrzennych i atrybutowych OpenStreetMap (Map data (c) OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA) (ryc. 1, 3).

ze szczecińskim Osiedlem Gumieńce stanowią jednolitą całość. Charakterystyczną cechą zabudowy Osiedla Gumieńce jest relatywnie niewielki udział budynków wielorodzinnych w postaci wielopiętrowych bloków. W strukturze ilościowej na 3148 wszystkich budynków mieszkalnych aż 2716 to budynki jednorodzinne (86%): domy wolnostojące, bliźniacze i szeregowe. Większość zabudowy wielorodzinnej usytuowana jest na zewnętrznych granicach kwartałów jednorodzinnych, wyjątkiem jest osiedle Reda położone w centralnej części Dzielnicy. Przeszrenny rozkład zabudowy mieszkalnej na Osiedlu Gumieńce przedstawiono na ryc. 1.

2.4. Pozyskanie biomasy, kompostowanie i nawożenie na poziomie gospodarstwa domowego

Powierzchnia działek w zabudowie jednorodzinnej na terenie Osiedla Gumieńce jest niewielka (średnia 440 m²). Około połowa tej powierzchni (240 m²) jest niezabudowana, porośnięta głównie roślinnością ozdobną (drzewa, krzewy, byliny), jest zadarniona lub wykorzystywana jako przydomowy ogródek owocowo-warzywny. Zakładając, że z 1 m² terenów zieleni w warunkach miejskich pozyskuje się ok. 0,37 kg suchej masy rocznie, świeżą masę odpadów z pielęgnacji zieleni należy szacować na poziomie 1,5 kg/m² rocznie. Przy takiej produktywności, ze średniej powierzchni niezabudowanej typowej działki na Osiedlu Gumieńce pozyskuje się ok. 360 kg świeżej masy odpadów z pielęgnacji terenów zieleni. Pozyskanie to odbywa się sezonowo, między kwietniem a październikiem. Przez cały rok na względnie równomiernym poziomie wytwarzane są odpady organiczne w domu, które stanowią odpady żywnościowe, takie jak obierki warzywno-owocowe, czy roślinne pozostałości konsumpcyjne.



Masa odpadów: z pielęgnacji zieleni $240 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ kg/m}^2 = 360 \text{ kg/rok}$,
pozostałości żywności 4 osoby $\times 90 \text{ kg} = 360 \text{ kg/rok}$, razem 720 kg

Ryc. 2. Szacunkowa ilość odpadów powstająca w średnim gospodarstwie domowym, w zabudowie jednorodzinnej na Osiedlu Gumieńce w Szczecinie

Źródło: Opracowanie własne.

Zakładając, że dom jednorodzinny zamieszkiwany jest przez 4 osoby, a każda z nich wytwarza ok. 90 kg odpadów organicznych rocznie, ilość wytwarzanych w gospodarstwie domowym odpadów tego typu kształtuje się na poziomie 360 kg rocznie. Znaczna część tych odpadów (w niektórych przypadkach całość) pochodzi z surowców roślinnych spoza gospodarstwa (ryc. 2).

Przy przyjętych założeniach i na podstawie rzeczywistej powierzchni niezabudowanej działek oba strumienie odpadów biodegradowalnych (z domu oraz pielęgnacji zieleni) równoważą się i w sumie stanowią przychód na poziomie 720 kg rocznie. Objętościowo to ok. 2 m³ odpadów, przy czym oba strumienie tych odpadów są rozłożone w czasie. Dla zapewnienia możliwości gromadzenia tych odpadów wystarczający jest kompostownik przydomowy o objętości 1 m³.

W procesie kompostowania na skutek rozkładu materii organicznej dochodzi do znacznej redukcji ilości biomasy (średnio o ok. 50%). Z oszacowanej ilości wytwarzanych odpadów organicznych można więc uzyskać ok. 360 kg świeżego kompostu (ok. 1 m³). Taka ilość kompostu zaspokaja potrzeby nawozowe roślin na powierzchni ok. 100 m², a więc ok. 50% ogólnych potrzeb na średniej powierzchni niezabudowanej analizowanych działek. Przy mniej ekstensywnym użytkowaniu, dużej ilości drzew i krzewów ozdobnych, bez produkcji konsumpcyjnej potrzeby nawozowe można uznać za całkowicie zaspokojone przez wykorzystywanie kompostu wytworzonego w obrębie gospodarstwa na bazie wytworzonych w nim odpadów.

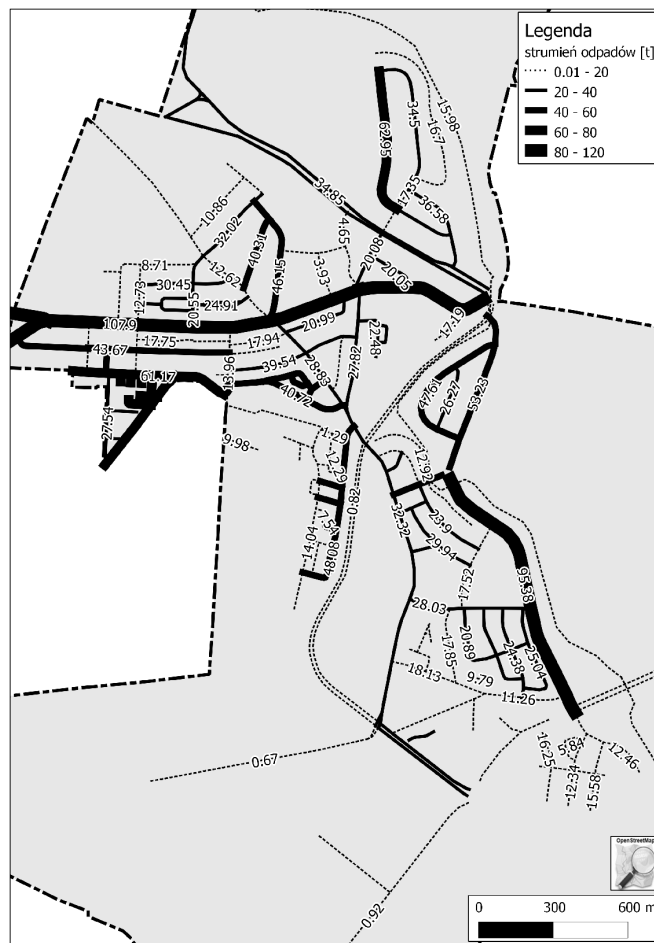
2.5. Szacunkowa ocena efektywności ograniczenia ilości wytwarzanych odpadów bio- trafiających do strumienia odpadów komunalnych na poziomie osiedla

Analizą efektywności proponowanego systemu objęto 2545 działek ewidencyjnych zabudowanych 2716 domami jednorodzinnymi (wolnostojącymi, w zabudowie bliźniaczej i szeregowej), które miały własny wydzielony teren zielni. Łączna powierzchnia terenu, jaką objęto analizą wynosiła 108 ha. Tereny zieleni przydomowej zajmują na tym obszarze powierzchnię łączną ok. 60 ha. Ogólną roczną produktywność tych terenów zieleni można oszacować na poziomie 905 ton świeżej masy, tj. 1,5 kg/(m²·rok) (ryc. 3).

Po uwzględnieniu drugiego strumienia odpadów biodegradowalnych, pochodzących z gospodarstw domowych (odpady żywnościowe) i zakładając, że średnie gospodarstwo tworzą 4 osoby, a każda z nich rocznie wytwarza 90 kg świeżej masy odpadów kuchennych, łączna ilość odpadów na analizowanym terenie (wraz z odpadami z pielęgnacji zieleni przydomowej) wynosi ok. 1822 Mg. Bazując na założeniach koncepcji, z których wynika, że ok. 10% gospodarstw prowadzi kompostowanie wytwarzanych przez siebie odpadów organicznych, potencjał odpadów wymagający zagospodarowania wynosi 1640 Mg świeżej masy rocznie.

Opracowane trzy warianty zakładają różny poziom efektywności, zależny od udziału mieszkańców (gospodarstw domowych) w realizacji zaproponowanej koncepcji (tab. 4).

Dla zobrazowania skali potencjalnych korzyści wyniki przedstawione w tab. 4 warto skonfrontować z szacunkami przedstawionymi w planach miasta. Z szacunków zawartych w *Planie Gospodarki Odpadami dla Miasta Szczecina* wynika, że już w 2013 r. przy zakładanej ilości wytwarzanych odpadów komunalnych (156 tys. ton, w tym 89 tys. ton odpadów bio-),



Ryc. 3. Przestrzenne zróżnicowanie rocznych wielkości strumieni odpadów biodegradowalnych (z pielęgnacji zieleni przydomowej i odpadów konsumpcyjnych) wytwarzanych w zabudowie jednorodzinnej Osiedla Gumieńce

dopuszczonych do składowania będzie tylko 32 tys. ton wytworzonych odpadów bio-. Oznacza to konieczność przetworzenia ponad 56 tys. ton odpadów bio-¹⁴. Z przeprowadzonych analiz wynika, że włączenie 50% jednorodzinnych gospodarstw domowych (wariant realistyczny) do systemu zbierania odpadów, przetwarzania na kompost i zagospodarowywania kompostu przez wytwórców pozwoliłoby na ograniczenie ilości składowanych odpadów bio- na poziomie ponad 1 tys. ton. W wariantcie optymistycznym korzyści wyniosłyby ponad 1,5 tys. ton. Wobec wymaganej masy przetworzonych odpadów bio- na poziomie 56 tys. ton, szacowana w niniejszych analizach ilość odpadów przetworzonych przez wytwórców stanowi w wariantcie realistycznym 2%. Efekt ten jest możliwy do osiągnięcia przy zaangażowaniu 6500

¹⁴ PGO (2009).

Tabela 4

Oszacowana ilość odpadów bio- dla poszczególnych wariantów (Mg świeżej masy)

Wariant – udział mieszkańców (%)	Wytwarzane odpady bio-	Przetwarzane odpady bio-	Odpady na składowiska komunalne
10	1 822	182	1 640
30		729	1 093
50		1 093	729
80		1 640	182

mieszkańców, co stanowi 1,6% populacji szczecinian. Warto podkreślić jest to, że uzyskanie tego efektu nie wymaga znacznych nakładów inwestycyjnych, ale z pewnością wymaga wiele wysiłku w zakresie edukacji mieszkańców, zwiększenia ich zaangażowania w rozwiązywanie problemów odpadów oraz tworzenia mechanizmów motywacyjnych. Wsparcie takich działań selektywnym zbieraniem odpadów bio- na terenie zabudowy wielorodzinnej na terenie miasta i przetwarzaniem ich w kompostowni mogłoby istotnie zwiększyć szanse na osiągnięcie wymaganych wskaźników ograniczenia ilości składowanych odpadów bio-.

Podsumowanie

Wyzwaniem dla gospodarki odpadami komunalnymi jest osiągnięcie wymaganych poziomów ograniczenia masy odpadów biodegradowalnych kierowanych na składowiska. Ustalone wysokie progi wymagają pilnego podjęcia działań zwiększających przetwarzanie odpadów biodegradowalnych. Zgodnie z hierarchią postępowania z odpadami za najbardziej efektywne można uznać selektywne zbieranie tych odpadów, przetwarzanie na kompost i zagospodarowanie kompostu przez wytwórców. Najlepsze warunki do takiego postępowania tworzy zabudowa jednorodzinna. Wdrożenie takich rozwiązań nie wymaga znacznych nakładów finansowych, ale konieczne jest podjęcie działań edukacyjnych i motywujących mieszkańców do włączenia się w system lokalnego gospodarowania odpadami bio-. Działania te obejmują odpady bio- pochodzące z dwóch strumieni odpadów komunalnych: z pielęgnacji zieleni przydomowej i domowych, głównie pozostałości żywności. Wielkość pierwszego z tych strumieni jest uzależniona od wielkości niezbudowanej części nieruchomości. Przyjęto założenie, że w ciągu roku produktywność biomasy kształtuje się na poziomie 1,5 kg/m². Drugi ze strumieni zależy od liczby członków gospodarstwa domowego. W opracowanej koncepcji założono, że typowa rodzina zamieszkująca dom jednorodzinny składa się z 4 osób, a każda z nich w ciągu roku wytwarza 90 kg świeżej masy odpadów bio- pochodzących z domu. Analizy na podstawie przytoczonych założeń przeprowadzono dla zabudowy jednorodzinnej jednego ze szczecińskich osiedli – Gumieńce. Średnia powierzchnia terenu zieleni na działce zabudowanej domem jednorodzinny na tym osiedlu wynosi 240 m². Pozyskanie biomasy z pielęgnacji ogrodu i wytwarzanie odpadów domowych

przez 4-osobową rodzinę w założonych warunkach zrównują się i łącznie stanowią 740 kg świeżej masy odpadów biodegradowalnych. Na zagospodarowanie takiej ilości odpadów wytwarzanych rocznie wystarczy standardowy kompostownik o pojemności 1 m³. Wytworzony kompost będzie miał masę stanowiącą ok. 50% masy przeznaczonych do kompostowania odpadów. Przy ekstensywnym użytkowaniu ogrodu (funkcji ozdobnej, z dużym udziałem roślin wieloletnich) wytworzone ilości kompostu powinny być wystarczające do zaspokojenia potrzeb nawozowych w obrębie nieruchomości. Oszacowane w skali osiedla ilości odpadów biodegradowalnych z obu analizowanych strumieni wynoszą ponad 1800 ton rocznie. Zaangażowanie 50% gospodarstw zamieszkujących domy jednorodzinne na analizowanym osiedlu (ponad obecnie szacowane postępowanie w pożądanym sposób 10% gospodarstw) pozwoliłoby na pozyskanie, przetworzenie i zagospodarowanie ponad 1000 ton odpadów. W skali wymaganych poziomów ograniczenia składowania odpadów bio- w Szczecinie ilość ta stanowi 2% wymaganej masy przetworzonych odpadów w 2013 r. Oszacowany poziom ograniczenia zgodnie z założeniami prezentowanej koncepcji zostałby osiągnięty wysiłkiem 1,6% mieszkańców Szczecina. Dopełnienie planowanych działań selektywnym zbieraniem odpadów bio- z terenów zabudowy wielorodzinnej oraz ogólnodostępnych terenów zieleni, a następnie przetwarzanie zebranych odpadów w kompostowni pozwoliłoby na osiągnięcie wymaganych poziomów odzysku odpadów bio-.

Literatura

- Filipek-Mazur B., Gondek K., 2002, *Kompostowanie odpadów w Krakowie*. Inżynieria Ekologiczna, 7, Ekoinżynieria dla Ekorozwoju, s. 59-65.
- Grygorczuk-Petersons E., Tałałaj I., 2007, *Kształtowanie gospodarki odpadami w gminie*. Podlaska Agencja Zarządzania Energią, Białystok.
- KPGO, 2010. *Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2014*. Monitor Polski nr 101, poz. 1183.
- Kucharczak K., Stępień W., Gworek B., 2010, *Kompostowanie odpadów komunalnych jako metoda odzysku substancji organicznej*. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 42, s. 240-254.
- Mirone L. J. F., 2007, *A Multi-purpose Tool for Exploring Grid Data*. Computers & Geosciences 33, s. 31-41.
- Ministerstwo Środowiska, 2008, *Wytyczne dotyczące wymagań dla procesów kompostowania, fermentacji i mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów* (według stanu prawnego na 15 grudnia 2008 r.).
- PGO, 2009. *Plan Gospodarki Odpadami dla Miasta Szczecina. Aktualizacja na lata 2009-2011 z perspektywą do roku 2015*. Załącznik do Uchwały nr XXXVII/905/09 Rady Miasta Szczecin z 20 lipca 2009 r.
- Szpadt R., 2011, *Problemy gospodarki odpadami komunalnymi ulegającymi biodegradacji*. http://www.pzits-cedeko.com.pl/referaty/Ryszard_Szpadt.pdf (10.06.2011).
- Wysocki C., 2008, *Miasto jako specyficzne środowisko życia roślinności*. Nauka-Przyroda-Technologie 2, 4, s. 1-10.
- Zielona Księga, 2008. *Zielona Księga w sprawie gospodarowania bioodpadami w Unii Europejskiej*, SEK 2936, Bruksela, s. 28 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0811:FIN:PL:PDF> (10.06.2011).