

SEZONOWA ZMIENNOŚĆ WSKAŹNIKA NAGROMADZENIA ODPADÓW W WYBRANYM OSIEDLU BIAŁEGOSTOKU

Elżbieta Halina Grygorczuk-Petersons¹, Józefa Wiater¹

¹ Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok, e-mail: e.petersons@pb.edu.pl; j.wiater@pb.edu.pl

STRESZCZENIE

Znajomość parametrów ilościowych odpadów komunalnych zmieniających się na skutek różnorodnych uwarunkowań (stopień rozwoju i stopa życiowa, pory roku itp.) ma istotne znaczenie z punktu widzenia planowania, logistyki i projektowania konkretnych rozwiązań technologicznych w gospodarce odpadami. Ilość powstających odpadów maleje począwszy od intensywnej zabudowy miejskiej, z centralnymi obszarami obsługi i nowoczesnymi mieszkaniami poprzez dzielnice peryferyjne, aż po tereny wiejskie. W artykule przedstawiono metodykę i wyniki objętościowych wskaźników nagromadzenia odpadów w peryferyjnym budownictwie jednorodzinnym Białegostoku w poszczególnych porach roku lat 2012 i 2013. Uzyskane w trakcie badań dane porównano z danymi z literaturowymi.

Słowa kluczowe: odpady komunalne, badanie odpadów, wskaźnik nagromadzenia objętościowego odpadów, zabudowa miejska niska.

SEASONAL VARIATION OF THE WASTE ACCUMULATIONS INDICATOR IN SELECTED ESTATE OF BIAŁYSTOK

ABSTRACT

Recognition of quantitative parameters of municipal wastes that change due to varied conditions (degree of development and quality of human life, season of the year and etc.), is very important from a point of view of planning, logistics and designing particular technological solutions for waste management. The quantity of municipal wastes is going down big housing estates through individual houses area to rural areas outside the city. The paper presents the methodology and results of the volume of wastes accumulations in a single-family housing in Białystok in 2012 and 2013 in different seasons of the year. The obtained results were compared with literature data.

Keywords: municipal waste, waste research indicator accumulation of waste, poor urban development.

WPROWADZENIE

Szereg aktów prawnych zarówno europejskich [Directive 2008/98], jak i polskich [Ustawa 1996; Ustawa 2013], nakładają na wytwórców odpadów obowiązek pro-

wadzenia regularnych badań ilości i jakości zmieszanych odpadów komunalnych, a także poszczególnych ich składników, dla uzyskania niezbędnych informacji o stopniu realizacji wymagań nałożonych przepisami.

Niestety w Polsce najczęściej średnie ilości stałych odpadów komunalnych określone są na podstawie:

- materiałów publikowanych przez GUS, które ustalane są na podstawie mało wiarygodnej sprawozdawczości, rejestru oraz bilansu ludności i zasobów mieszkaniowych w danym roku kalendarzowym, obejmując zarówno odpady zebrane, jak i niezbrane [Zbroński 2014; den Boer i in. 2009],
- przez ważenie na wagach samochodowych samochodów dostarczających odpady na składowiska oraz do zakładów sortowania i kompostowania odpadów itp.; z uwagi na dostarczanie odpadów do różnych instalacji nie jest możliwe zbilansowanie całej masy odpadów wytwarzanych i obliczenie wiarygodnych wskaźników wytwarzania odpadów w przeliczeniu na mieszkańca danej jednostki [den Boer i in. 2009].

Nieliczne badania dotyczące określenia ilości odpadów komunalnych prowadzone były w kraju w ostatnich latach niesystematycznie, przede wszystkim w dużych miastach w Warszawie [Skalmowski 2006; den Boer i in. 2008], Wrocławiu [Macków i in. 2005], Krakowie, Łodzi [Grzelak, Krzystek 2012] i miastach Górnego Śląska. Jednocześnie monitoring objętości powstających odpadów dotyczący mniejszych miast i terenów wiejskich kraju był i jest prowadzony sporadycznie [Jędrzak, Szpadt 2006], co skutkuje brakiem informacji dotyczących regionalnego zróżnicowania ich ilości.

Wiedza o ilości wytwarzanych odpadów komunalnych stanowi podstawę planowania i zarządzania jednostkami gospodarki komunalnej oraz odpadami w regionie [Directive 2008/98; Generowicz, Gaska 2014].

Związane jest to z prognozowaniem rozwoju bazy technicznej przedsiębiorstw komunalnych, wyboru metod gromadzenia, wywozu i unieszkodliwiania odpadów [Grygorczuk-Petersons 2001], a także zdolności przerobowej RIPOK.

Z tego względu badania monitoring odpadów pozwalające na śledzenie zmian ich własności i nagromadzenia powinny być prowadzone systematycznie, w ściśle określonych jednostkach czasu i z odpowiednią częstotliwością. Aby uzyskać miarodajne wyniki badań należy je prowadzić w cyklu, co najmniej rocznym z uwzględnieniem poszczególnych pór roku [Grygorczuk-Petersons, Tałałaj 2007]. Szczególny wpływ na ilość odpadów wywiera standard życia mieszkańców, którzy wytwarzają te odpady, ich przyzwyczajenia i tradycje żywieniowe zmienne w różnych porach roku [Sieja 2006]. Uzasadnione jest zatem przeprowadzenie badań objętości odpadów zbieranych w pojemnikach w poszczególnych typach środowisk miejskich, po wytypowaniu określonych tras odbierania odpadów przez samochody bezpyłne, poprzez określenie objętości odpadów zebranych w każdym pojemniku (na podstawie oceny wizualnej lub pomiaru stopnia jego wypełnienia odpadami). Sumaryczna objętość odpadów w pojemnikach oraz masa tych odpadów stanowią podstawę do obliczenia gęstości

nasypowej odpadów w pojemnikach i stopnia zagęszczenia odpadów w czasie transportu w samochodzie bezpylnym.

Z tego też względu podstawą racjonalnego planowania gospodarki odpadami jest tzw. jednostkowy wskaźnik nagromadzenia odpadów, którego prawidłowy dobór jest najważniejszym zadaniem etapu planistycznego w zakresie gospodarki odpadowej [Sidleko 2011; Chmielińska-Bernacka, Sidleko 2013].

Z uwagi na powyższe podjęto badania mające na celu określenie wskaźników nagromadzenia objętościowego odpadów komunalnych w peryferyjnym osiedlu Białegostoku charakteryzującym się budownictwem niskim.

CHARAKTERYSTYKA TERENU I METODYKA BADAŃ

Osiedle o powierzchni 420,88 ha znajduje się w północno – zachodniej części Białegostoku. Dawniej była to wieś o typowo rolniczym charakterze, która w 2002 roku została włączona do Białegostoku [Tokajuk 2011].

Osiedle powstałe w wyniku przekształceń zabudowy wiejskiej charakteryzuje zabudowa typowa dla terenów peryferyjnych. Istniejące budynki mieszkalne to domy jednorodzinne wolnostojące, jedno- lub dwukondygnacyjne z ewentualnymi poddaszami, ogrzewane z wykorzystaniem kotłowni lokalnych lub osiedlowych na olej opałowy, gaz propan-butan, gaz ziemny, energii elektryczną, węgiel, drzewo lub inne źródła ciepła np. kolektory słoneczne. Zabudowaniom tym towarzyszą ogrody przydomowe i sady. Na terenie osiedla znajdują się nieliczne jednostki usługowe i produkcyjno-usługowe występujące głównie w bezpośrednim sąsiedztwie drogi krajowej [Tokajuk 2011].

Gospodarka odpadami na terenie osiedla prowadzona jest w oparciu o plan gospodarki odpadami z wykorzystaniem zasady segregacji „u źródła”, po której odpady komunalne wywożone są przez wyspecjalizowane firmy prowadzące odbiór odpadów, do Zakładu Utylizacji Odpadów Komunalnych w Hryniewiczach [Strembicka 2008].

Wykonano badania na osiedlu w Białymstoku celem określenia wskaźnika objętościowego nagromadzenia odpadów komunalnych.

Organizacja badań objęła: wybór środowiska do badań, wybór tras pomiarowych i obiektów, informacje dotyczące badanych obiektów i tras pomiarowych, badania terenowe obejmujące: badanie objętościowych wskaźników nagromadzenia (2012 i 2013 rok), obliczenia wskaźników nagromadzenia.

Pomiarów dokonano dwa razy w miesiącu w każdej porze roku (jesień, zima, wiosna i lato) na przełomie lat 2012 oraz 2013 w zabudowie niskiej, peryferyjnej miejskiej (typ zabudowy III wg Jędrzaka i Szpadta 2006).

Po wyborze tras pomiarowych przeprowadzono dokładną inwentaryzację obejmującą zebranie następujących danych: adresy, liczba mieszkańców w poszczególnych gospodarstwach domowych, stan istniejący miejsc gromadzenia odpadów, rodzaju ogrzewania, rodzaj i ilość pojemników.

Badania dokonane zostały na wybranej trasie pomiarowej obejmującej 82 posesje zamieszkiwane przez 320 osób. Trasa wywozu obejmowała teren zabudowany domami jednorodzinnymi o zróżnicowanym standardzie wyposażenia z przewagą wyższego standardu. Zróżnicowany był system ogrzewania: gazowy, elektryczny, olejowy lub na paliwa tradycyjne. Odpady gromadzone były w pojemnikach z tworzywa sztucznego przy 80 posesjach o pojemności 120 dm³, natomiast w pozostałych dwóch o wielkości 700 dm³. Na omawianym terenie odpady wywożone były raz na dwa tygodnie.

W celu ułatwienia pracy oraz ograniczenia wszelkich pomyłek w pracach pomiarowych, sporządzono formularze pomiarowe, w których przy każdym badanym obiekcie nanoszono: dzień, numer posesji i nazwę ulicy, szacunkową – zgodnie z obowiązującą w Polsce normą BN-87/9103-04, ilość (objętość) odpadów w dm³.

Pomiar wskaźnika objętościowego odbywał się przez wizualną ocenę napełnienia pojemników, określonego w procentach.

Objętościowe nagromadzenie odpadów (b_{obj}) obliczano w [m³/(M·miesiąc)] według wzoru (1):

$$b_{obj} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{M} \left[\frac{m^3}{M \cdot \text{miesiąc}} \right]$$

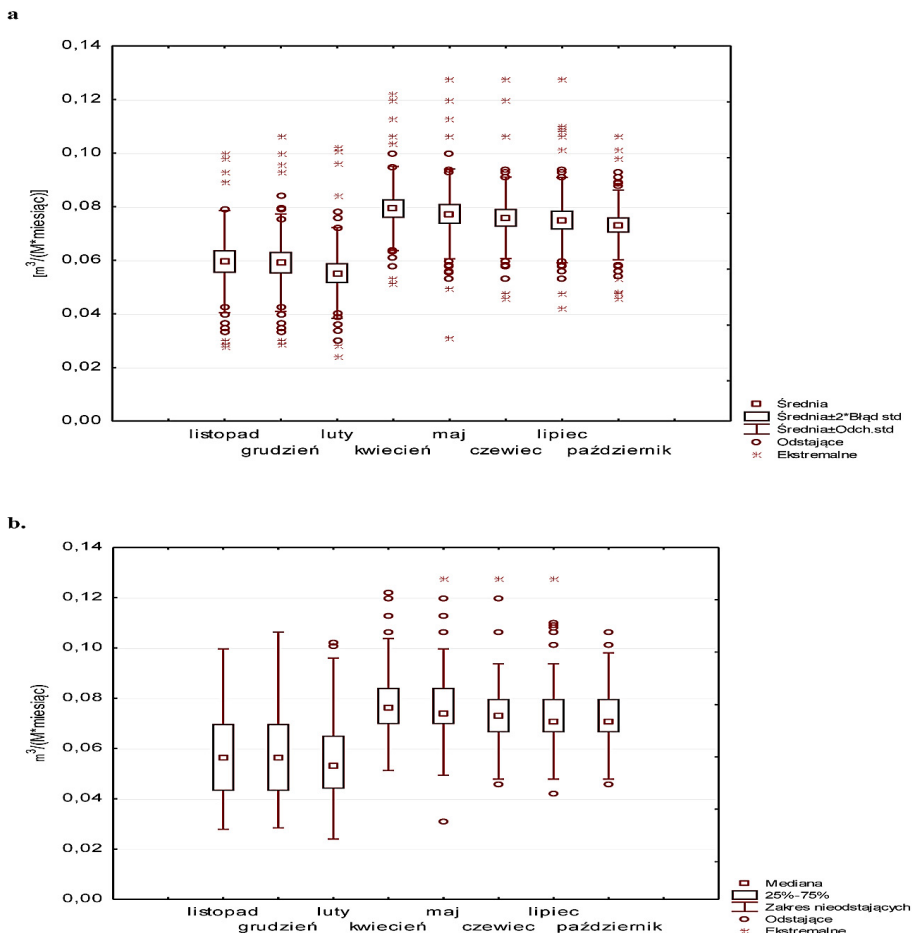
gdzie: v_i – objętość odpadów w poszczególnych pojemnikach w ciągu miesiąca [m³],
 M – liczba mieszkańców.

Uzyskane podczas badań wyniki przedstawiono w formie tabelarycznej, graficznej oraz opisowej. W tabeli 1 przedstawiono statystyki charakteryzujące badane wskaźniki nagromadzenia odpadów uzyskane za pomocą programu STATISTICA v. 10.0.: średnia arytmetyczna, mediana, odchylenie standardowe, minimum, maksimum, skośność.

Graficznie przedstawiono wykresy typu „skrzynki z wąsami” (rys. 1) i histogramy (rys. 2) wykreślone za pomocą programu STATISTICA v. 10.0, w poszczególnych miesiącach okresu badawczego, które ukazują różnice statystyczne między badanymi parametrami.

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Średni roczny wskaźnik nagromadzenia odpadów na omawianym osiedlu w Białymstoku wynosił 0,71 m³/(M·rok) (tab. 1) i jest mniejszy od tego, jaki podają dane literaturowe zgodnie, z którymi objętościowy wskaźnik nagromadzenia odpadów dla zabudowy jednorodzinnej kształtuje się około 0,92 m³/(M·rok) [Rosik-Dulewska 2010]. Jednocześnie uzyskana wartość tego wskaźnika z takiej zabudowy jest niższa o około 40% od uzyskanej wartości dla 40-tysięcznej miejscowości w gminie Skawina przez Generowicz i Gaska [2014] oraz o około 42% i 60% od wartości ustalonych w trakcie badań własnych dla dwóch o podobnej zabudowie dzielnic Białegostoku (Bacieczki i Pieczurki) odpowiednio w latach 1991 i 1999 [Grygorczuk-Petersons 2001].



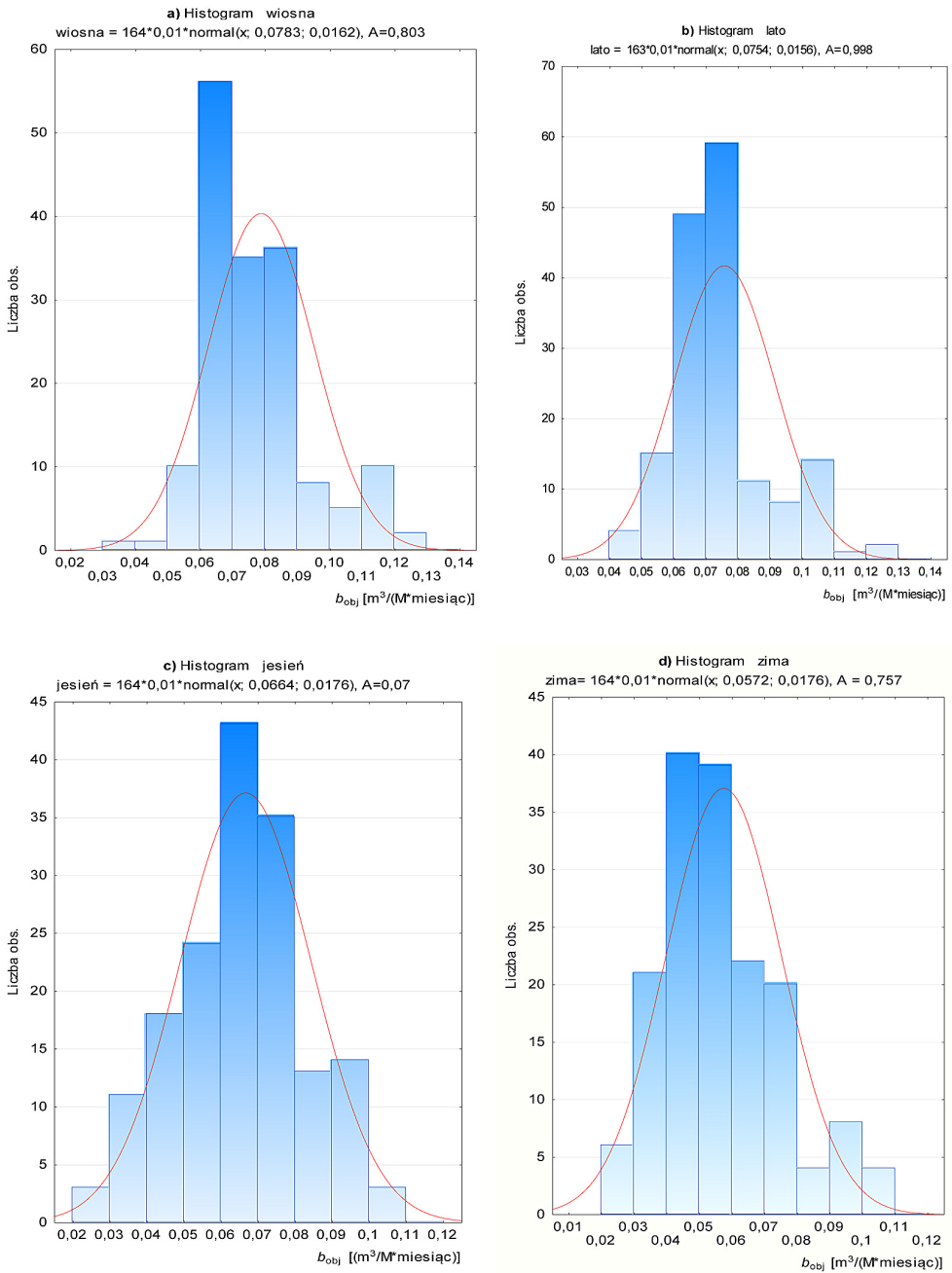
Rys. 1. Zakres wahań wskaźnika nagromadzenia objętościowego odpadów w wybranych miesiącach okresu badawczego

Fig. 1. Range of oscillations of the waste volume accumulation in selected months of the study period

Odwołując się do PGO dla miasta Białystok średni dobowy wskaźnik odpadów wynoszący dla osiedla $0,002 \text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{db})$ przyjmuje wartość niższą od wskaźnika określonego, dla całego Białegostoku, tj.: $0,0035 \text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{db})$ [Szyszkowski 2011].

W okresie badawczym objętościowy wskaźnik nagromadzenia odpadów dla sezonu zimowego wynosił $0,057 \text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$, wiosennego $0,078 \text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$, letniego $0,075 \text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$, a jesiennego $0,066 \text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$, natomiast średni dla całego okresu badawczego $0,071 \text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$ (tab. 1).

Tak, więc ilość powstających odpadów bytowych wiosną była zbliżona do okresu letniego i większa niż zimą oraz jesienią. W okresie wiosennym wskaźniki nagromadzenia były największe (tab. 1, rys. 1 i 2), ponieważ są to miesiące o największej



Rys. 2. Częstość występowania wskaźnika nagromadzenia objętościowego odpadów
Fig. 2. Frequency of the waste volume accumulation occurrence

Tabela 1. Statystyki charakteryzujące wskaźnik nagromadzenia objętościowego odpadów bytowych [$\text{m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$] w zależności od pory roku w całym okresie badawczym

Table 1. Statistics characterizing the coefficient of household waste volume accumulation [$\text{m}^3/(\text{M}\cdot\text{month})$] depending on a season within the whole study

| Wyszczególnienie | Miesiące | | | | Cały rok |
|----------------------------|----------|--------|----------|--------|----------|
| | wiosenne | letnie | jesienne | zimowe | |
| Średnia | 0,078 | 0,075 | 0,066 | 0,057 | 0,071 |
| Mediana | 0,076 | 0,071 | 0,066 | 0,055 | 0,070 |
| Odchylenie standardowe | 0,0162 | 0,0156 | 0,0176 | 0,0176 | 0,019 |
| Minimum | 0,031 | 0,042 | 0,028 | 0,024 | 0,024 |
| Maksimum | 0,128 | 0,128 | 0,106 | 0,106 | 0,128 |
| Współczynnik skośności – A | 0,803 | 0,988 | 0,070 | 0,757 | 0,312 |

„produkcji” odpadów przez mieszkańców. Uzyskane wyniki badań są zgodne z tym, co podaje Sieja [Sieja 2006], a mianowicie sezon wiosenny jest okresem licznych prac porządkowych w obrębie posesji, oraz prac remontowych w budynkach mieszkalnych, które przyczyniają się do większego nagromadzenia odpadów głównie opakowań jednorazowych z tworzyw sztucznych, które powodują zwiększenie objętości odpadów w pojemnikach [Sieja, Tomborowska 2003].

Średni wskaźnik miesięczny (rys. 1 i 2) zimą jest znacznie mniejszy, ponieważ mieszkańcy gospodarstw wyposażonych w piece węglowe spalają część odpadów, co zmniejsza ich objętość. W miesiącach zimowych w głównej mierze w odpadach pochodzących z tych gospodarstw przeważają popioły.

Wskaźniki nagromadzenia odpadów dla poszczególnych miesięcy różnią się między sobą. Najwyższe średnie wskaźniki, o zbliżonych wartościach 0,079 i 0,077 $\text{m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$ wystąpiły w miesiącach wiosennych (rys. 1a), odpowiednio w kwietniu oraz maju. Przyczyną wzrostu wskaźnika są wiosenne prace porządkowe, jak również okres świąt – w tym długi weekend, w którym mieszkańcy wytwarzają większą ilość odpadów. Natomiast w miesiącach zimowych obserwowano spadek wskaźnika nagromadzenia odpadów. Przykładowo w grudniu do wartości 0,059 $\text{m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$, a w lutym 0,055 $\text{m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$ (rys. 1a). Również na podobnym poziomie kształtował się wskaźnik nagromadzenia odpadów w listopadzie. Powodem tak niskich wskaźników może być spalanie – przez mieszkańców, wybranych grup odpadów w paleniskach domowych, szczególnie opalanych węglem i drewnem.

Opracowanie statystyczne uzyskanych wyników badań (tab. 1) wykazało istnienie małych dysproporcji między uzyskanymi wskaźnikami objętościowego nagromadzenia odpadów w poszczególnych porach roku, z uwagi na bardzo małą różnicę między medianą a średnią wartością wskaźnika (tab. 1), natomiast na podstawie oglądu minimum i maksimum (tab. 1), stwierdzono około 4-krotną różnicę między tymi wartościami. Najmniejsze rozproszenie wyników objętościowych wskaźników nagromadzenia odpadów uzyskano latem (najniższa wartość odchylenia standardowego – 0,0156),

a największe rozproszenie jesienią i zimą (najwyższe wartości odchylenia standardowego – 0,0176) (tab. 1).

Wykresy typu „skrzynek z wąsami” wykazują wahania wielkości wskaźnika nagromadzenia odpadów dla różnych pór roku (rys. 1). Stwierdzono występowanie różnych rozrzutów wartości analizowanych wskaźników wokół średniej, przy czym we wszystkich miesiącach występowały znaczne ilości wartości odstających oraz ekstremalnych (rys. 1a).

Analizując wykresy typu „skrzynekowego z wąsami” dla mediany stwierdzono, że w miesiącach listopad i grudzień, wszystkie wartości wskaźników mieściły się w zakresie od 25% do 75% wszystkich obserwacji oraz wartościach nieodstających (rys. 1b). We wszystkich pozostałych miesiącach stwierdzono występowanie wartości odstających, jak i ekstremalnych (rys. 1b). Wynikać to może z różnego standardu życia, rodzaju źródeł ciepła czy też świadomości ekologicznej.

Histogramy przedstawiają ilość obserwacji oraz sposób rozkładu wielkość wskaźnika nagromadzenia objętościowego w czterech porach roku (rys. 2). Na ich podstawie określono, że wiosną 77,4%, wskaźników nagromadzenia odpadów przyjmowało wartości z przedziału $0,06\text{--}0,09\text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$, latem ok. 70% z przedziału $0,06\text{--}0,08\text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$, zimą 79% z przedziału $0,04\text{--}0,06\text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$, natomiast jesienią 62,2% z przedziału $0,05\text{--}0,08\text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{miesiąc})$ (rys. 2).

Stwierdzono, że uzyskane wartości objętościowych wskaźników nagromadzenia odpadów nie wykazały zgodności z rozkładem normalnym ($A\neq 0$) (tab. 1, rys. 2). W miesiącach wiosennych, letnich i zimowych stwierdzono asymetrię prawostronną rozkładu, co oznacza, że w tych okresach występują pojedyncze wartości wskaźników nagromadzenia odpadów wysokie i bardzo wysokie, nieliczne średnie oraz większość niskie i bardzo niskie (rys. 2a,b,c). Jedynie jesienią uzyskano histogram w przybliżeniu symetryczny o współczynniku skośności 0,08 (rys. 2d).

Uzyskana niska wielkość objętościowego wskaźnika nagromadzenia odpadów wynikać może między innymi ze standardu życia mieszkańców, rodzaju źródła ciepła, peryferyjnego charakteru osiedla i zwiększonej świadomości ekologicznej mieszkańców, co było by zgodne z założeniami Programu Gospodarki Odpadami dla miasta Białystok [Szyszczkowski 2011].

WNIOSKI

Na podstawie analizy literatury, przeprowadzonych badań na terenie analizowanego osiedla oraz opracowania statystycznego uzyskanych wyników, wyciągnięto następujące wnioski końcowe:

1. Uzyskana średnia wartość objętościowego wskaźnika nagromadzenia odpadów $0,71\text{ m}^3/(\text{M}\cdot\text{rok})$ dla analizowanego osiedla jest dużo niższa od wskaźnika dla terenów o zabudowie wysokiej i bardziej zbliżona do wartości dla terenów wiejskich.

2. Stwierdzono zależność wartości wskaźnika nagromadzenia objętościowego odpadów od pór roku, przy czym opracowanie statystyczne uzyskanych wyników wykazało istnienie małych dysproporcji między uzyskanymi wartościami tego wskaźnika odpadów w poszczególnych porach roku. Jednocześnie najmniejsze rozproszenie wartości objętościowych wskaźników nagromadzenia odpadów występowało latem, a największe jesienią i zimą.
3. Objętościowy wskaźnik nagromadzenia odpadów zimą jest znacznie mniejszy niż w pozostałych porach roku, przy czym najwyższe wartości tego wskaźnika określono w miesiącach wiosennych.
4. Wynikiem badań jest zmierzone, realne nagromadzenie odpadów w osiedlu peryferyjnym miasta Białegostoku, wyrażone poprzez objętościowy wskaźnik nagromadzenia odpadów. Pozwoli on zweryfikować rzeczywiste ilości powstających odpadów, które są między innymi niezbędne do: określenia pojemności i ilości pojemników na odpady na każdej posesji, planowania tras wywozowych, niezbędnego taboru obsługującego te trasy.

LITERATURA

1. BN-87/9103-04: Unieszkodliwianie odpadów miejskich. Metody oznaczania wskaźnika nagromadzenia.
2. Chmielińska-Bernacka A., Sidelko R. 2013. Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do prognozy ilości odpadów bytowo-gospodarczych. *Rocznik Ochrona Środowiska* 15, 835–844.
3. den Boer E., Czarnecka W., Kowalski Z., Kulczycka J, Szpadt R. 2009. Ilości i skład odpadów komunalnych wytwarzanych w gospodarstwach domowych dużych miast Polski. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska* 11(4), 75–90.
4. den Boer, J., den Boer E., Szpadt R., Górnikowski W. 2008. Zmienność składu i właściwości odpadów komunalnych m.st. Warszawy na podstawie wyników monitoringu prowadzonego przez m.st. Warszawa w latach 2000–2008, raport na zlecenie Biura Ochrony Środowiska Urzędu m. st. Warszawy, Wrocław – Kamieniec Wrocławski.
5. Directive 2008/98/ of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives.
6. Generowicz A., Gaska K. 2014. Research on waste generation indicators for 40 thousand inhabitants community. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, 16(2), 67–74.
7. Grygorczuk-Petersons E.H. 2001. Charakterystyka ilościowa odpadów z budownictwa jednorodzinne na przykładzie miasta Białystok. *Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej, IŚ*, 15, 342–345.
8. Grygorczuk-Petersons E.H., Tałałaj I.A. 2007. Kształtowanie gospodarki odpadami w gminie. *Wyd. Podlaska Fundacja Rozwoju Regionalnego, Białystok*.
9. Grzelak J., Krzystek L. 2012. Zmiany składu morfologicznego stałych odpadów komunalnych w mieście Łodzi w latach 1995–2011, ze szczególnym uwzględnieniem frakcji organicznej. *Inż. Ap. Chem.* 51(4), 128–130.

10. Jędrzak A., Szpad R. 2006. Określenie metodyki badań składu sitowego, morfologicznego i chemicznego odpadów komunalnych. Kamieniec Wrocławski – Zielona Góra.
11. Macków I., Małysa H., Sebastian M., Szpad R. 2005. Zmienność składu i właściwości odpadów komunalnych miasta Wrocławia w latach 1992–2004. *Mat. VI Międzynarodowe Forum Gospodarki Odpadami*, Poznań-Licheń Stary.
12. Rosik-Dulewska Cz. 2010. *Podstawy gospodarki odpadami*. Wyd. piąte uakt., Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
13. Sieja L. 2006. Charakterystyka odpadów komunalnych na podstawie badań w wybranych miastach Polski. *Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów* 40(1), 28–30.
14. Sieja L., Tomborowska A. 2003. Ilość i jakość odpadów komunalnych w Polsce. Prognozy zmian z uwzględnieniem zbiórki i recyklingu. *Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów* 37(1-2), 3–8.
15. Sidelko R. 2011. Jednostkowy wskaźnik nagromadzenia odpadów komunalnych na przykładzie Koszalina. VII Konf. naukowo-techniczna. Koszalin.
16. Skalmowski K., Wolska K. 2006. Właściwości technologiczne odpadów komunalnych Warszawy. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 5.
17. Strembicka D. 2008. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Białegostoku. Kierunki i polityka zagospodarowania przestrzennego.
18. Szyszkowski P. 2011. Aktualizacja planu gospodarki odpadami dla miasta Białegostoku.
19. Tokajuk J. 2011. Konflikty przestrzenne na styku istniejącej zabudowy zagrodowej i planowanej zabudowy mieszkaniowej na terenach wsi strefy podmiejskiej włączonych do obszaru miasta Białystok. *Przestrzeń i Forma* 15, 311–320.
20. Ustawa 1996: Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. 1996 Nr 132 poz. 622 z późn. zm.).
21. Ustawa 2013: Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21 z późn. zm.).
22. Zbroński D. 2014. The comparison of medium mass results of municipal waste collected in the years 2004–2012. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska* 16(2), 33–42.