

D E B I U T Y S T U D E N C K I E

2 0 2 3

ZASTOSOWANIE METOD ILOŚCIOWYCH W EKONOMII I FINANSACH

pod redakcją
Alicji Grześkowiak
i Piotra Peterneka



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2023

Recenzja

Katarzyna Ostasiewicz

Redakcja wydawnicza

Elżbieta Żurawska-Łuczyńska

Korekta

Katarzyna Gwizda

Skład i łamanie

Beata Mazur

Projekt okładki

Beata Dębska

Na okładce wykorzystano zdjęcia z zasobów 123 Royalty Free

Praca opublikowana na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa

Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe (CC BY-SA 4.0).

Skrócona treść licencji na <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pl>



ISBN 978-83-67899-08-6 (wersja papierowa)

ISBN 978-83-67899-09-3 (wersja elektroniczna)

DOI: 10.15611/2023.09.3

Druk i oprawa: TOTEM

Julia Beśka

e-mail: 181273@student.ue.wroc.pl

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Analiza różnicowania województw w Polsce ze względu na poziom i społeczno-demograficzne uwarunkowania selektywnej zbiórki odpadów

DOI: 10.15611/2023.09.3.01

JEL Classification: C380, Q530

Streszczenie: W obliczu ciągłej degradacji środowiska, spowodowanej między innymi ogromem wyprodukowanych przez człowieka śmieci, selektywna zbiórka odpadów jest kluczowa. Istotnym aspektem jest tutaj świadomość społeczeństwa dotycząca powagi tego problemu. Celem niniejszej pracy jest klasyfikacja badanych obiektów, jakimi są województwa w Polsce, pod kątem społeczno-ekonomicznych uwarunkowań selektywnej zbiórki odpadów oraz jego poziomu. Do wyodrębnienia grup obserwacji zastosowano aglomeracyjną metodę hierarchiczną. Do określenia stopnia podobieństwa obiektów użyto metody najdalszego sąsiedztwa oraz metody Warda. Liczbę klas oparto na wartości indeksu Calińskiego i Harabasa. Na podstawie wykonanej analizy zauważono, że skupienia cechujące się wyższą stopą bezrobocia wykazują wyższy odsetek zbieranego w sposób selektywny szkła oraz że w grupach obiektów, gdzie występował wysoki udział studentów w populacji, zanotowano niższy odsetek zbieranego tworzywa sztucznego.

Słowa kluczowe: selektywne zbieranie odpadów, analiza skupień, aglomeracyjna metoda hierarchiczna, indeks Calińskiego i Harabasa

1. Wstęp

W artykule podjęto tematykę selektywnej zbiórki odpadów. W związku z ciągle zwiększającą się liczbą ludności na świecie oraz postępowaniem w gospodarce poziom zanieczyszczenia środowiska naturalnego nieprzerwanie wzrasta (Osuch i in., 2016). Człowiek od początku swego istnienia wywierał wpływ na otaczającą go naturę, jednak w ostatnich dekadach zauważalne są głównie negatywne skutki tego wpływu. Jedną z głównych przyczyn degradacji przyrody jest zwiększająca się ilość generowanych przez społeczeństwo odpadów. Władze państw powinny podjąć szereg działań mających na celu zminimalizowanie ilości wytworzonych śmieci oraz ulepszenie procesu odzysku surowców wtórnych, między innymi przez selektywną zbiórkę odpadów (Przewoźna, 2019). Istotnym aspektem jest tutaj także świadomość społeczeństwa dotycząca segregacji odpadów. Ważna jest nie tylko wiedza obywateli dotycząca prawidłowego sposobu segregacji śmieci, ale także ich skłonność do jej codziennego praktykowania. Jak opisała to Przewoźna w swoim opracowaniu (2019, s. 22) jednym z czynników wpływających na jakość i ilość wytwarzanych odpadów jest wiek oraz status zatrudnienia mieszkańców danego gospodarstwa domowego. Zgodnie z tą

uwagą niniejsza praca ma na celu podział województw na grupy charakteryzujące się podobnymi determinantami społeczno-ekonomicznymi oraz poziomem selektywnej zbiórki odpadów. W poniższej analizie spróbowano dostarczyć odpowiedzi na poniższe pytania badawcze:

- Czy województwa, które charakteryzują się podobnym poziomem selektywnej zbiórki odpadów, cechują się podobną stopą bezrobocia?
- Czy województwa cechujące się pokrewnym odsetkiem studentów bądź emerytów i rencistów w populacji cechują się także pokrewną wartością frakcji poszczególnych kategorii segregowanych odpadów?

Dane użyte w pracy zostały pobrane z Banku Danych Lokalnych, prowadzonego przez Główny Urząd Statystyczny [GUS], i dotyczą roku 2021. W niniejszej pracy, w celu ujednoczenia rzędu miar, zastosowano formułę standaryzacji klasycznej. Do wyodrębnienia grup województw o podobnej strukturze analizowanego problemu badawczego została zastosowana hierarchiczna metoda aglomeracyjna należąca do analizy skupień. Do przeliczania odległości i pomiaru podobieństwa użyto metody najdalszego sąsiedztwa oraz metody Warda. Następnie do wyznaczenia liczby klastrów użyto indeksu Calińskiego i Harabasa.

2. Selektywna zbiórka odpadów jako problem społeczno-ekonomiczny

Odpady komunalne są definiowane przez GUS (b.d. a) jako: „odpady powstające w gospodarstwach domowych, z wyłączeniem pojazdów wycofanych z eksploatacji, a także odpady niezawierające odpadów niebezpiecznych pochodzące od innych wytwórców odpadów, które ze względu na swój charakter lub skład są podobne do odpadów powstających w gospodarstwach domowych”. Wytwarzanie odpadów przez człowieka jest nieuniknioną częścią jego codziennego funkcjonowania. Możliwa jest częściowa redukcja produkowanych przez społeczeństwo śmieci, jednakże równie istotnym aspektem jest proces ich zbierania oraz składowania. Jak podaje Myna (2016) kluczową kwestią jest skoncentrowanie gospodarki odpadami komunalnymi na ograniczeniu jej negatywnego wpływu na środowisko, a nie na zminimalizowaniu kosztów ich utylizacji. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (2016) oraz Wiater (2011) do negatywnych rezultatów nieprawidłowego gospodarowania śmieciami zaliczają między innymi:

- zanieczyszczenie powietrza spowodowane ulatniającym się ze składowisk silnym gazem cieplarnianym – metanem,
- zanieczyszczenie wód podziemnych oraz gleby poprzez wytwarzanie się wód odpadowych – odcieków,
- wytwarzanie toksycznych substancji, które, przenikając do gleby, trafiają do układów trawiennych zwierząt.

Jednym z remediów na wspomniane problemy jest selektywna zbiórka odpadów. Selektywne zbieranie odpadów jest definiowane przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska (b.d.) jako „zbieranie, w ramach którego dany strumień odpadów,

w celu ułatwienia określonego sposobu przetwarzania, obejmuje jedynie rodzaje odpadów charakteryzujące się takimi samymi właściwościami i takim samym charakterem”. Segregacja odpadów przyczynia się do zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska oraz umożliwia wtórne wykorzystanie surowców. Wspomniana kwestia jest niezwykle ważna w obliczu trwającego kryzysu klimatycznego. Lowndes, Pratchett i Stoker (2002) w swojej publikacji dowodzą, iż obywatele chętniej angażują się w rozwiązywanie lokalnych problemów, jeśli sami uważają daną niedogodność za frustrującą oraz jeśli utożsamiają się z działaniami władz lokalnych. Zaprezentowany socjologiczny mechanizm może zostać wykorzystany w celu zachęcenia mieszkańców do segregacji śmieci. Im wyższa będzie świadomość społeczeństwa na temat degradacji środowiska, tym efektywniejszy będzie proces selektywnej zbiórki odpadów. W związku z tym w niniejszej pracy podjęto próbę analizy województw w Polsce pod kątem zbieranych odpadów oraz wybranych uwarunkowań społeczno-ekonomicznych.

3. Metodyka badań

Cechy użyte w badaniu pobrano z Banku Danych Lokalnych (GUS, b.d. b), prowadzonego przez Główny Urząd Statystyczny, i pochodzą z roku 2021. Dane wykorzystane w analizie są kompletne oraz wiarygodne. Obserwacjami w badaniu są objęte województwa w Polsce. Cechy wybrane do badania dotyczą struktury społeczno-demograficznej mieszkańców oraz kategorii odpadów zbieranych w sposób selektywny. Wykorzystano następujące cechy:

- *emeryci_i_rencisci* – odsetek mieszkańców województwa, jaki stanowią emeryci oraz renciści. Cecha została obliczona przez podzielenie liczby emerytów oraz rencistów ogółem przez ogólną liczbę ludności;
- *studenci* – odsetek mieszkańców województwa, jaki stanowią studenci. Cecha została obliczona przez podzielenie liczby studentów zapisanych na studia stacjonarne oraz niestacjonarne ogółem przez ogólną liczbę ludności;
- *stopa_bezrobocia* – stopa bezrobocia rejestrowanego pokazująca odsetek osób aktywnych zawodowo będących zarejestrowanymi bezrobotnymi;
- *ludnosc* – liczba mieszkańców. Cecha nie została uwzględniona w badaniu, ale posłużyła do obliczenia pozostałych wskaźników;
- *odpady_zebrane_selektywnie* – odsetek wszystkich odpadów komunalnych, które zostały zebrane w sposób selektywny w ciągu roku;
- *papier_i_tektura* – odsetek papieru i tektury zebranych drogą selektywnej zbiórki odpadów w odniesieniu do ogółu zgromadzonych odpadów. Cecha obliczona przez podział liczby zebranych ton papieru i tektury w drodze segregowanej zbiórki śmieci, pochodzących z gospodarstw domowych, do ogólnej liczby zebranych odpadów komunalnych;
- *szklo* – odsetek szkła zebranego w drodze selektywnej zbiórki odpadów w odniesieniu do ogółu zgromadzonych odpadów. Cecha obliczona przez podział lic-

- by zebranych ton szkła w drodze segregowanej zbiórki śmieci, pochodzących z gospodarstwa domowych, do ogólnej liczby zebranych odpadów komunalnych;
- *tworzywa_sztuczne* – odsetek tworzyw sztucznych zebranych w drodze selektywnej zbiórki odpadów w odniesieniu do ogółu zgromadzonych odpadów. Cecha obliczona przez podział liczby zebranych ton tworzywa sztucznego w drodze segregowanej zbiórki śmieci, pochodzących z gospodarstwa domowych, do ogólnej liczby zebranych odpadów komunalnych;
 - *metale* – odsetek metalu zebranego w drodze selektywnej zbiórki odpadów w odniesieniu do ogółu zgromadzonych odpadów. Cecha obliczona przez podział liczby zebranych ton metalu w drodze segregowanej zbiórki śmieci, pochodzących z gospodarstwa domowych, do ogólnej liczby zebranych odpadów komunalnych;
 - *urządzenia_elektroniczne* – odsetek zużytych urządzeń elektrycznych i elektronicznych zebranych w drodze selektywnej zbiórki odpadów w odniesieniu do ogółu zgromadzonych odpadów. Cecha obliczona przez podział liczby zebranych ton urządzeń elektronicznych w drodze segregowanej zbiórki śmieci, pochodzących z gospodarstwa domowych, do ogólnej liczby zebranych odpadów komunalnych,
 - *odpady_ogolne* – liczba ton zebranych ogólnych odpadów komunalnych. Cecha nie została uwzględniona w badaniu, ale posłużyła do obliczenia pozostałych wskaźników.

Część cech została przekształcona w taki sposób, aby ich wartości były możliwe do porównania wśród obiektów. Następnie użyte w badaniu cechy zostały sprawdzone pod kątem ich wartości informacyjnych. W pierwszej kolejności zbadano wartości współczynnika zmienności. Informuje on o różnicowaniu badanej cechy wśród obserwacji. Wyniki poniżej wartości 0,1 oznaczają wysoką jednorodność populacji (Panek i Zwierzychowski, 2013). Wartość współczynnika obliczono według wzoru:

$$V(x_j) = \frac{s(x_j)}{\bar{x}}$$

gdzie: $s(x_j)$ – odchylenie standardowe j -tej cechy, \bar{x} – średnia arytmetyczna j -tej cechy.

Następnie zbadano, czy wśród danych występują obserwacje odstające. Występowanie w zbiorze obserwacji znacznie różniących się od pozostałych może zniekształcać wyniki analiz. W tym celu sprawdzono, czy wszystkie wartości badanych cech są zawarte w przedziale (Piłatowska, 2008):

$$\bar{x} - 3s(x_j); \bar{x} + 3s(x_j)$$

gdzie: $s(x_j)$ – odchylenie standardowe j -tej cechy, \bar{x} – średnia arytmetyczna j -tej cechy.

Kolejno została wykonana analiza skupień, mająca na celu utworzenie maksymalnie jednorodnych grup obserwacji – skupień ze względu na podobną strukturę charakteryzujących je badanych cech. Jako metodę klasyfikacji wybrano klasyfikację hierar-

chiczną. W pierwszej kolejności w celu ujednoczenia jednostek miar cech zastosowano formułę standaryzacji klasycznej, zaprezentowaną przez Walesiaka (2004a):

$$z_{ij} = s_j^{-1} x_{ij} - \bar{x}_j s_j^{-1},$$

gdzie: x_{ij} – i -ta wartość j -tej cechy, s_j – odchylenie standardowe j -tej cechy, \bar{x}_j – średnia arytmetyczna j -tej cechy.

Następnie stworzono macierz odległości, pokazującą stopień podobieństwa obiektów. Zastosowaną miarą odległości była odległość euklidesowa, obliczona według formuły (Panek i Zwierzychowski, 2013):

$$d(v, u) = \sqrt{\sum_{i=1}^n |v_i - u_i|^2}$$

gdzie: v_i, u_i – i -ta zestandaryzowana wartość cechy v oraz u .

Kolejno stworzono dendrogram ukazujący połączenia obiektów (jednoelementowych skupień), a następnie wieloelementowych klastrów najbardziej do siebie podobnych. Do określenia podobieństwa między grupami wykorzystano metodę Warda, gdzie na każdym etapie łączenia optymalizuje się otrzymany podział, stosując kryterium minimalnego wzrostu łącznej wewnątrzgrupowej sumy kwadratów odchylenia od średnich grupowych oraz metodę najdalszego sąsiedztwa, gdzie skupienia są łączone na podstawie najmniejszej odległości pomiędzy najbardziej oddalonymi obserwacjami z danej grupy (Balicki, 2013). W niniejszej analizie użyto dwóch metod określania pokrewieństwa w celu porównania otrzymanych wyników. Do zdefiniowania odpowiedniej liczby zgrupowań zastosowano indeks Calińskiego i Harabasa. Dla każdej liczby klastrów K zawierającej się w przedziale $\{2, \dots, K_{\max}\}$ obliczono wartość indeksu według wzoru:

$$CH(K) = \frac{tr(B(K)) / (K - 1)}{tr(W(K)) / (n - K)},$$

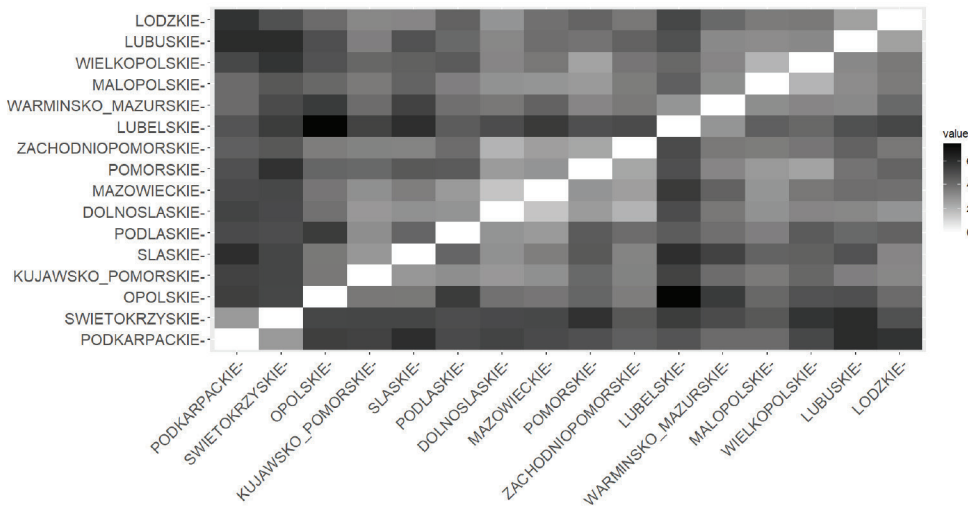
gdzie: $B(K)$ – macierz zmienności pomiędzy grupami, $W(K)$ – macierz zmienności wewnątrzgrupowej.

Optymalny podział badanych obiektów na klasy charakteryzuje niska wartość zmienności wewnątrzgrupowej i wysoka wartość zmienności pomiędzy grupami. W tym celu wybierana jest liczba klastrów o maksymalnej wartości wskaźnika Calińskiego i Harabasa (Walesiak, 2004b).

4. Wyniki badań

W trakcie analizy poprawności danych zauważono niską wartość współczynnika zmienności dla cechy *emeryci_i_rencisci*. Wynik ten może wskazywać na wykluczenie cechy z analizy, jednak w związku z jej znaczącą wartością informacyjną dla prowadzonego badania postanowiono uwzględnić ją w zbiorze danych. Wśród badanych cech

nie stwierdzono występowania obserwacji odstających. Następnie po wykonanej standaryzacji zostały obliczone wartości odległości euklidesowej między województwami, które umieszczono w macierzy odległości zaprezentowanej na rysunku 1.



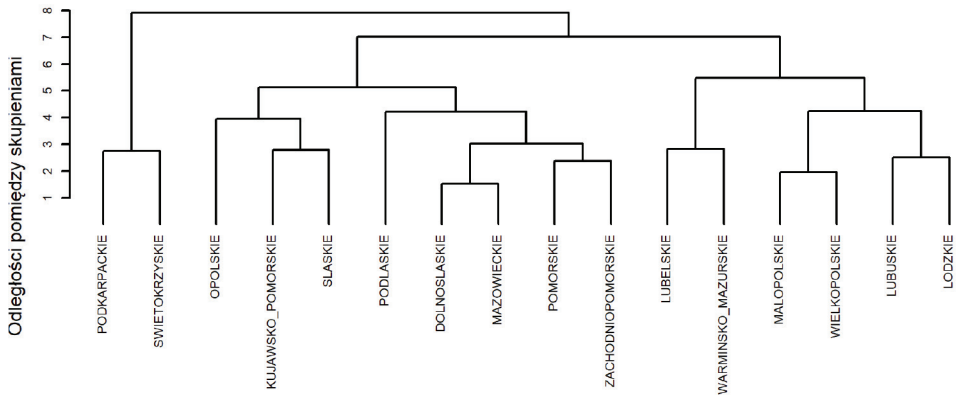
Rysunek 1. Macierz odległości między województwami

Źródło: opracowanie własne.

Największą odległość zaobserwowano między województwem lubelskim i opolskim. Oznacza to, że wspomniane regiony są od siebie najbardziej odmienne pod względem uwzględnionych w badaniu wskaźników w stosunku do pozostałych par obiektów. Znacząco różnią się między sobą także województwa śląskie i podkarpackie, lubuskie i podkarpackie, lubuskie i świętokrzyskie oraz lubelskie i śląskie. Natomiast najbliżej siebie są położone województwa mazowieckie i dolnośląskie. Dodatkowo wysokim podobieństwem charakteryzują się także województwa wielkopolskie i małopolskie, wielkopolskie i pomorskie, zachodniopomorskie i pomorskie oraz łódzkie i lubuskie. Kolejno stworzono dendrogramy, stanowiące drzewa połączeń skupień. Na rysunku 2 zaprezentowano połączenia województw metodą Warda. Z rysunku możemy odczytać długość wiązań poszczególnych klastrów.

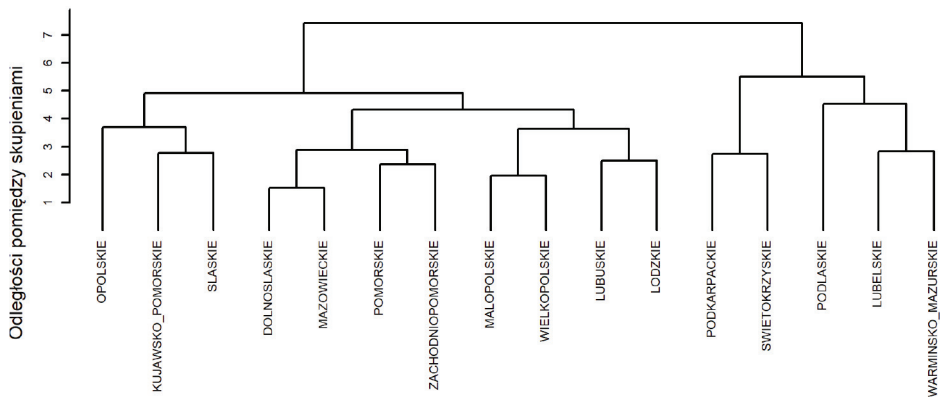
Można zauważyć, że grupę składającą się z województw podkarpackiego oraz świętokrzyskiego połączono z pozostałymi obiektami najdłuższym wiązaniem w ostatnim kroku. Świadczy to o znaczącej odmienności tego zgrupowania od pozostałych województw. Kolejno na rysunku 3 zaprezentowano dendrogram, gdzie podobieństwo województw zdefiniowano metodą najdalszego sąsiedztwa. Na drugim w kolejności drzewku połączeń grupa województw składająca się z województwa podkarpackiego, świętokrzyskiego, podlaskiego, lubelskiego oraz warmińsko-mazurskiego została połączona najdłuższym wiązaniem z pozostałymi regionami w ostatnim kroku. W przeciwieństwie do wcześniejszego dendrogramu do najbardziej oddalonych

obiektów należy cała wcześniej wspomniana grupa obserwacji, a nie wyłącznie dwa z nich. Można także zaobserwować, że na wyższych etapach połączeń w przypadku obu metod długości wiązań są przybliżone, co jest charakterystyczne dla użytych metod (Balicki, 2013).



Rysunek 2. Dendrogram otrzymany przy użyciu metody Warda

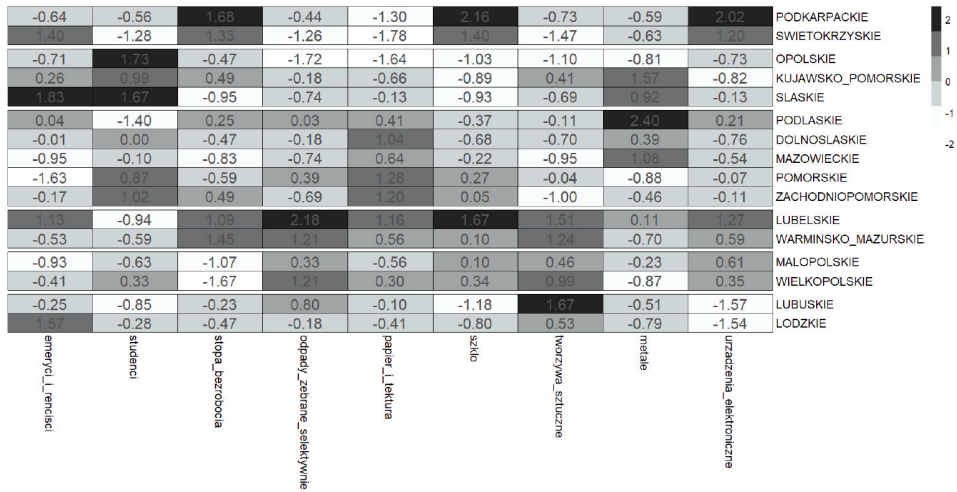
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 3. Dendrogram otrzymany przy użyciu metody najdalszego sąsiedztwa

Źródło: opracowanie własne.

Następnym krokiem w analizie jest ustalenie liczby klas, na które zostaną podzielone obiekty. W tym celu obliczono wartości indeksu Calińskiego i Harabasa (indeks CH). Najwyższe wartości wskaźnika otrzymano kolejno dla 15, 14 oraz 13 skupień. Przyjęcie tak dużych liczb zgrupowań mogłoby skutkować utratą ważnych informacji. Przy wyodrębnieniu liczby klastrów dąży się do wyboru jak najmniejszej ich liczby przy zachowaniu optymalnej wartości wariancji wewnątrzgrupowej oraz wariancji pomiędzy grupami. Zgodnie z tym zamysłem ostatecznie wybrano czwartą co do wielkości wartość indeksu CH, wyznaczoną dla sześciu skupień. Na rysunku 4 przed-



Rysunek 4. Podział województw na skupienia metodą Warda wraz ze zestandaryzowanymi wartościami poszczególnych cech

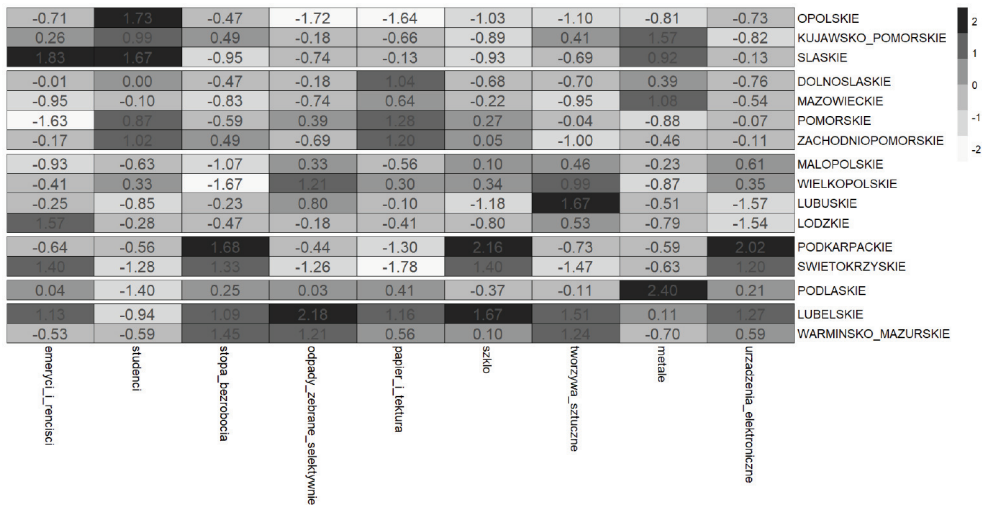
Źródło: opracowanie własne.

stawiono podział województw na klastry metodą Warda oraz zestandaryzowane wartości cech dla poszczególnych obserwacji. Ciemniejsze barwy komórek odpowiadają wyższym wartościom badanych miar. Do pierwszej w kolejności grupy zostały zaklasyfikowane województwa podkarpackie oraz świętokrzyskie. Charakteryzuje je stosunkowo wysoki odsetek zbieranych w drodze selektywnej zbiórki odpadów urządzeń elektronicznych oraz szkła, wysoka stopa bezrobocia, niski odsetek studentów oraz niski odsetek zbieranego tworzywa sztucznego oraz papieru i tektury. Druga grupa składa się z województw opolskiego, kujawsko-pomorskiego oraz śląskiego. Cechują je m.in. jeden z najwyższych udziałów studentów w populacji, niski odsetek ogółu odpadów zebranych selektywne oraz niski odsetek zebranego papieru, szkła, tworzywa sztucznego oraz urządzeń elektronicznych w drodze selektywnej zbiórki odpadów. W skład najliczniejszego ze wszystkich, trzeciego skupienia wchodzi województwa podlaskie, dolnośląskie, mazowieckie, pomorskie oraz zachodniopomorskie. Charakteryzują je odsetek papieru i tektury zebranego selektywne powyżej średniej, odsetek emerytów oraz rencistów poniżej średniej, odsetek studentów powyżej średniej oraz stosunkowo niski poziom zbieranego tworzywa sztucznego.

Następny klaster tworzą województwa lubelskie oraz warmińsko-mazurskie. Obiekty te charakteryzuje ponadprzeciętna stopa bezrobocia, wysokie wartości odsetka zbieranego tworzywa sztucznego, szkła, papieru i tektury, urządzeń elektronicznych i ogółu odpadów oraz mała liczba studentów. Do kolejnego skupienia zostały przydzielone województwa małopolskie oraz wielkopolskie. Podobnie jak grupę czwartą obiekty te cechują wysokie wartości odsetka zbieranego tworzywa sztucznego, szkła, papieru i tektury, urządzeń elektronicznych oraz ogółu odpadów, ale stopa bezrobocia jest zdecydowanie niższa. Odsetek studentów oscyluje wokół średniego poziomu. Ostatnia, szósta grupa składa się z województw lubuskiego oraz

łódzkiego. Wyróżnią ją niski odsetek selektywnie zbieranego papieru i tektury, szkła, metalu oraz urządzeń elektronicznych, wysoki udział zbieranego tworzywa sztuczne oraz znajdująca się poniżej średniej stopa bezrobocia oraz odsetek studentów.

Na rysunku 5 przedstawiono zgrupowania województw otrzymane metodą najdalszego sąsiedztwa wraz ze zestandaryzowanymi wartościami cech. Struktura skupień obiektów otrzymana wspomnianą metodą różni się w niewielkim stopniu od tej utworzonej metodą Warda. Trzy grupy o numerach jeden, cztery oraz sześć obejmują jednakowe obiekty, tak jak grupy o numerach dwa, jeden oraz cztery z wcześniejszej klasyfikacji. W związku z tym ich charakterystyki są identyczne. Na rysunku 5 można zaobserwować pojedyncze jednoelementowe skupienie numer pięć, składające się z województwa podlaskiego. Oznacza to, że według użytej metody klasyfikacji obiekt ten jest dość odmienny od pozostałych i nie może zostać sklasyfikowany do żadnej z grup. Natomiast grupa numer dwa obejmuje województwa dolnośląskie, mazowieckie, pomorskie oraz zachodniopomorskie.



Rysunek 5. Podział województw na skupienia metodą najdalszego sąsiedztwa wraz ze zestandaryzowanymi wartościami poszczególnych cech

Źródło: opracowanie własne.

Pokrywa się ona z grupą numer trzy z grupowania metodą Warda, jednak w jej skład nie wchodzi województwo podlaskie. Wspomniane skupienia cechują się także podobnymi wartościami cech. Jedynie odsetek studentów w klasyfikacji metodą najdalszego sąsiedztwa jest nieznacznie wyższy. Trzeci klaster z kolei jest połączeniem piątej oraz szóstej grupy zaprezentowanej na rysunku 4. Zawiera on województwa: małopolskie, wielkopolskie, lubuskie oraz łódzkie. Jego wyróżniającymi się cechami są stosunkowo niska stopa bezrobocia, niski odsetek zbieranego metalu w drodze selektywnej zbiórki odpadów oraz wysoki udział tworzywa sztucznego w zbieranych odpadach segregowanych.

5. Zakończenie

Po wykonanym badaniu można stwierdzić, że selektywna zbiórka odpadów jest niezwykle zawiłym problemem, na który oddziałuje wiele czynników. Głównym celem niniejszego artykułu był podział województw na grupy ze względu na społeczno-demograficzne uwarunkowania oraz kategorie zbieranych odpadów w drodze ich selektywnej zbiórki. Analiza otrzymanych zgrupowań wykazała pewne podobieństwa między obiektami, jednakże grupy nie są w pełni jednorodne. Dowodzi to także złożoności badanego zjawiska.

Odpowiadając na postawione pytania badawcze, można zauważyć pewne prawidłowości między wartością stopy bezrobocia zgrupowanych województw a poziomem selektywnej zbiórki odpadów, jednak dotyczą one wyłącznie pojedynczego aspektu gospodarki segregowanymi odpadami. Zaobserwowano, że grupy cechujące się wyższą stopą bezrobocia wykazują wyższy odsetek szkła zbieranego w sposób selektywny. Często do ceny napoi wysokoprocentowych sprzedawanych w szklanych butelkach doliczany jest koszt kaucji zwrotnej. Klient, zwracając puste opakowanie napoju w miejscu zakupu, otrzymuje równowartość kaucji. Omówione zjawisko może być jednym z powodów, dlaczego osoby w gorszej sytuacji ekonomicznej mogą częściej praktykować segregację szkła. Zaobserwowano także, że w grupach obiektów, w których występował wysoki udział studentów w populacji, zanotowano niższy odsetek zbieranego tworzywa sztucznego. Oznacza to, że osoby studiujące rzadziej praktykują segregację odpadów wykonanych z tworzywa sztucznego. Może to wynikać z ich mniejszej świadomości na temat ochrony środowiska. Stanowi to interesujące przypuszczenie, gdyż często to właśnie osoby młode uważane są za te, bardziej przejmujące się kwestiami ekologicznymi. Innym możliwym wytłumaczeniem jest przyjmowanie przez osoby w wieku studenckim biernej postawy w stosunku do segregacji, pomimo rozumienia konieczności jej praktykowania.

Jako kierunek dalszej analizy można wyróżnić badanie zróżnicowania województw w Polsce w kontekście poziomu selektywnej zbiórki odpadów oraz jej innych uwarunkowań społeczno-ekonomicznych. W zagranicznej literaturze przedmiotu można znaleźć publikacje dotyczące między innymi związków pomiędzy strukturą wiekową obywateli a produkowanymi odpadami komunalnymi bądź pomiędzy warunkami mieszkalnymi mieszkańców a ilością i jakością odpadów (Dennison, Dodd i Whelan, 1996). W następnych krokach badania można sprawdzić, czy wymienione zależności lub podobieństwa występują także w Polsce.

Literatura

- Balicki, A. (2013). *Statystyczna analiza wielowymiarowa i jej zastosowania społeczno-ekonomiczne*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Caliński, T. i Harabasz, J. (1974). A dendrite method for cluster analysis. *Communications in Statistics* 3(1), 1-27.

- Dennison, G.J., Dodd, V.A. i Whelan, B. (1996). A socio-economic based survey of household waste characteristics in the city of Dublin, Ireland. I. Waste composition. *Resources, Conservation and Recycling*, (17), 227-244.
- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. (2016, 03 lutego). *Odpady – problem czy zasób?*. Pobrano z <https://www.gios.gov.pl/aktualnosci/318-odpady-problem-czy-zasob>
- Główny Urząd Statystyczny [GUS]. (b.d. a). *Odpady komunalne*. Pobrane 25.03.2023, z <https://stat.gov.pl/metainformacje/slownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/265,pojecie.html>
- Główny Urząd Statystyczny [GUS]. (b.d. b). *Bank Danych Lokalnych*. Pobrane 01.03.2023, z <https://bdl.stat.gov.pl/bdl/start>
- Lowndes V., Pratchett L. i Stoker G. (2002). *Social Capital and Political Participation: How Do Local Institutions Constrain or Enable the Mobilisation of Social Capital?* Cambridge: University of Cambridge.
- Ministerstwo Klimatu i Środowiska. (b.d.). *Selektywne zbieranie odpadów*. Pobrane 06.01.2023 z <https://www.gov.pl/web/klimat/selektywne-zbieranie-odpadow>
- Myna, A. (2016). Uwarunkowania przestrzennego zróżnicowania selektywnej zbiórki odpadów komunalnych. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (432), 129-137. doi: 10.15611/pn.2016.432.13
- Osuch, E., Osuch, A., Podsiadłowski, S., Rybacki, P., Adamski, M. i Mioduszevska, N. (2016). Analiza czynników wpływających na segregację odpadów przez gospodarstwa domowe z wykorzystaniem metodyki AHP. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, (47), 157-162. <https://doi.org/10.12912/23920629/62860>
- Panek, T. i Zwierzychowski, J. (2013). *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej. Teoria i zastosowania*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.
- Piłatowska, M. (2008). *Repetitorium ze statystyki*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Przewoźna, P. (2019). *Analiza czasowo-przestrzenna ilości odpadów komunalnych powstających w Poznaniu* (Niepublikowana rozprawa doktorska). Poznań: Uniwersytet im. Adama Mickiewicza.
- Walesiak, M. (2004a). Podstawowe zagadnienia statystycznej analizy wielowymiarowej. W: M. Walesiak i E. Gatnar (red.), *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych* (s. 17-59). Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu.
- Walesiak, M. (2004b). Metody klasyfikacji. W: M. Walesiak i E. Gatnar (red.), *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych* (s. 316-350). Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu.
- Wiater, J. (2011). Wpływ składowisk odpadów komunalnych na jakość wód podziemnych i właściwości gleb. *Inżynieria Ekologiczna*, (26), 133-146.

Analysis of the Differentiation of Poland's Regions by Level and Socio-demographic Determinants of Selective Waste Collection

Abstract: In the face of the continuous degradation of the environment, caused, among others, by the enormity of man-made garbage, selective waste collection is a key issue. An important aspect here is public awareness of the seriousness of this problem. Due to that matter, the purpose of this publication is to classify Poland's regions in terms of the socio-economic determinants and the level of selective waste collection. An hierarchical clustering method was used to separate groups of observations. The complete linkage method and Ward's method were used to determine the degree of similarity between objects. The number of classes was chosen based on the value of the C-H index. Based on the analysis, it was noted that clusters characterized by a higher unemployment rate showed a higher percentage of selectively collected glass and that the groups with a high fraction of students in the population recorded a lower percentage of collected plastic.

Keywords: selective waste collection, cluster analysis, agglomerative hierarchical clustering, C-H index