

IDENTYFIKACJA SUBPOPULACJI O PODOBNYCH CHARAKTERYSTYKACH W ASPEKCIE EKSTREMALNYCH ZJAWISK POGODOWYCH

Katarzyna Kocur-Bera

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. Zmiany klimatu oraz występowanie ekstremalnych zjawisk pogodowych, które m.in. są ich skutkiem, stanowią przedmiot zainteresowania gremiów naukowych, a także rządów wielu państw. Na terenie Polski coraz częściej zauważamy kumulację tego typu zjawisk w pewnych regionach. Badaniem objęto obszary wiejskie województwa warmińsko-mazurskiego. W tym województwie główne kierunki gospodarki stanowi rolnictwo i turystyka, które są bezpośrednio uzależnione od naturalnych warunków pogodowych. Do celów wyodrębnienia podobnych subpopulacji (gmin) wykorzystano pięć technik analiz. Najlepsze wyniki osiągnięto po zastosowaniu metody Warda, gdyż skupienia tworzyły się na bardzo wczesnym poziomie agregacji. Wyróżniono cztery jednorodne grupy gmin. Wykorzystane metody są wygodnym narzędziem analiz przestrzeni w aspekcie możliwości wprowadzania działań zapobiegawczych i adaptacyjnych na każdym z etapów zarządzania przestrzenią.

Słowa kluczowe: ekstremalne zjawiska pogodowe, analiza skupień, grupy gmin o podobnych charakterystykach

WSTĘP

Klęski żywiołowe i antropogeniczne zagrożenia przestrzeni i środowiska wpływają na działania społeczno-ekonomiczne. Występowanie naturalnych ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak: powódzie, susze, osuwiska, trąby powietrzne, pożary czy przy-mrozki mogą prowadzić do nieurodzaju, utraty bezpieczeństwa, mienia i życia, migracji ludności oraz strat w gospodarce. Rośnie także koncentracja skutków takich zjawisk w rolnictwie i leśnictwie. Dlatego też należy stworzyć nowe wymagania w zakresie informacji

Adres do korespondencji – Corresponding author: Katarzyna Kocur-Bera, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Katedra Analiz Geoinformacyjnych i Katastru, ul. R. Prawocheńskiego 15/104, 10-719 Olsztyn, e-mail: katarzyna.kocur@uwm.edu.pl

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Olsztyn 2015

i oceny potencjalnych skutków zdarzeń ekstremalnych. Obecnie postęp w nauce i technologii umożliwia prognozę występowania ekstremalnych zjawisk oraz określenie potencjalnego charakteru zniszczeń z większą dokładnością. Dostępność tak istotnych informacji z góry w znacznym stopniu pomaga w podejmowaniu skutecznych środków zapobiegawczych mających na celu złagodzenie skutków strat związanych z ich wystąpieniem.

Wiele badań naukowych skupia się nad występującymi zdarzeniami ekstremalnymi w aspekcie strat finansowych oraz ich oddziaływania na gospodarkę kraju [Pielke 2008, Zhang i in. 2008, Okuyama i Chang 2004]. Od dekady badania zmierzają także w kierunku znalezienia korelacji pomiędzy gwałtowną urbanizacją przestrzeni a występowaniem klęsk żywiołowych [Sanchez-Rodriguez i in. 2005, Hardoy i in. 2001, Pelling 2003]. Dlatego też w systemie planowania przestrzeni ważnym kierunkiem jest ujęcie terenów zagrożonych nadzwyczajnymi zjawiskami naturalnymi i antropogenicznymi oraz wskazanie takiego sposobu wykorzystania terenu, który zminimalizowałby straty powstałe w wyniku zaistnienia tych zdarzeń [Olsen i Bindi 2002, Falloon i Betts 2010]. Znalezienie czynników lokalnych charakterystycznych dla terenów zagrożonych jest istotnym etapem badań nad tym zagadnieniem. Bazując na historycznych informacjach o zaistniałych zjawiskach oraz podobieństwie uwarunkowań cech przestrzennych, geograficznych i środowiskowych, możliwe jest wyłonienie podobnych zbiorów obiektów narażonych na ekstremalne zjawiska pogodowe. Badania takie mogą posłużyć do dalszych analiz nad podatnością terenu na zjawiska ekstremalne w skali lokalnej oraz wykazania lokalizacji obszarów wysokiego ryzyka. Według O'Brien i in. [2008], w skali globalnej na zjawiska ekstremalne najbardziej narażone są obszary nizinne, obszary wybrzeży, zamieszkane przez ludność oraz z wysoką koncentracją kapitału. Należy również brać pod uwagę tereny wiejskie, gdyż produkowana jest tam żywność dla ludzi. Gospodarka na terenach rolnych w Polsce oparta jest na naturalnych uwarunkowaniach pogodowych, dzięki czemu ich wrażliwość na wszelkie zmiany jest podwyższona.

W pracy skupiono się na możliwości zastosowania metod analizy skupień do wydzielenia terenów jednorodnych pod względem cech przestrzennych, geograficznych i środowiskowych (agrotechnicznych) w aspekcie występowania tam ekstremalnych zjawisk pogodowych. Wyłonienie homogenicznych zbiorów obiektów podatnych na zjawiska ekstremalne w skali lokalnej pozwala na implikację zdobytej wiedzy do dokumentów planistycznych oraz wprowadzenie działań adaptacyjnych [Olsen i in. 2011, Dudzińska i in. 2014]. Umożliwi to także poprawę zdolności ludności do adaptacji nowych warunków, które występują w danej przestrzeni.

OPIS ZASTOSOWANEJ METODOLOGII

Nauki empiryczne opierają się na doświadczeniach, w których badany jest wpływ różnych czynników istotnych dla badanego problemu – zjawiska lub procesu. Często w wielu dziedzinach życia istotne czynniki trzeba dopiero identyfikować (określane jako wspólne). Do tego celu przydatne są metody, za pomocą których można zbadać bezpośrednio korelacje między wieloma zmiennymi obserwowalnymi i na podstawie tych

związków przeprowadza się identyfikację czynników wspólnych [Laudański i in. 2012]. Przestrzeń życiowa i pracy człowieka zagrożona jest przez ekstremalne zjawiska pogodowe, które mają pewne cechy i można je połączyć według pewnego klucza. Analizy skupień zaprojektowano właśnie do tego typu problemów. Grupowanie obiektowe (ang. *cluster analysis*) jest narzędziem do eksploracyjnej analizy danych. Jej celem jest ułożenie obiektów w grupy w taki sposób, aby stopień ich powiązania z obiektami należącymi do tej samej grupy był jak największy, a z obiektami z pozostałych grup jak najmniejszy.

Z jednej strony procedury taksonomiczne wykorzystywane w analizie skupień są tak skonstruowane, by homogeniczność wewnątrz skupień była jak największa, z drugiej strony heterogeniczność między skupieniami powinna być także jak największa. W tego typu analizach nie wyodrębnia się zmiennych zależnych i niezależnych oraz nie jest wymagana normalność rozkładów zmiennych [Kowal 1998]. Mechanizmy grupowania danych mogą być zastosowane do takich danych, które mogą zostać opisane za pomocą atrybutów (cech). Do każdego atrybutu przypisane są określone zestawy wartości, które atrybut ten może przyjąć. Najczęściej wykorzystuje się trzy różne techniki analizy skupień:

- algorytmy oparte na podziale (ang. *partitioning algorithms*), które polegają na próbie znalezienia optymalnego podziału zbioru przykładów na określoną liczbę skupień (grup);
- algorytmy hierarchiczne (ang. *hierarchical algorithms*), które polegają na hierarchicznej próbie odkrycia struktury skupień;
- algorytmy oparte na gęstościach (ang. *density-based algorithms*), które dzielą zbiory przykładów, korzystając z modelu probabilistycznego dla bazowych skupień.

Po wyborze rodzaju algorytmu należy podjąć decyzję co do miary odległości między obiektami. Dwa skupienia są dostatecznie do siebie podobne, jeśli możemy zastosować metodę:

- a) pojedynczego wiązania (odległość między dwoma skupieniami jest określona przez odległość między dwoma najbliższymi obiektami należącymi do różnych skupień);
- b) pełnego wiązania (odległość między skupieniami jest zdeterminowana przez największą z odległości między dwoma dowolnymi obiektami należącymi do różnych skupień tzn. „najdalszymi sąsiadami”);
- c) średnich połączeń (odległość między dwoma skupieniami oblicza się jako średnią odległość między wszystkimi parami obiektów należących do połączeń dwóch różnych skupień);
- d) średnich połączeń ważonych (podobna do średnich połączeń, z tym wyjątkiem, że w obliczeniach uwzględnia się wielkość odpowiednich skupień jako wagę);
- e) środków ciężkości (środek ciężkości skupienia jest średnim punktem w przestrzeni wielowymiarowej zdefiniowanej przez te wymiary);
- f) ważonych środków ciężkości (w obliczeniach wprowadza się ważenie, aby uwzględnić różnice między wielkościami skupień);
- g) Warda (do oszacowania odległości między skupieniami wykorzystuje podejście analizy wariancji); metoda ta zmierza do minimalizacji sumy kwadratów odchyłeń dowolnych dwóch skupień, które mogą zostać uformowane na każdym etapie [Ward 1963, Sneath i Sokal 1973].

Przedstawione metody analizy skupień są stosowane przez wielu badaczy do wydzielania np. jednorodnych zlewni (pod względem czynników fizjograficznych i meteorologicznych) [Laacha i Blöschl 2006], w analizie rejonów opadowych [Guttman 1993], w poszukiwaniu podobieństw między ekosystemami leśnymi [Grajewski 2006] i analizie konfliktów po wystąpieniu katastrof naturalnych [Kowalczak 2007]. Przeprowadzone badania dotyczą gmin położonych w województwie warmińsko-mazurskim, w obrębie których w latach 2010–2014 wystąpiły straty finansowe z powodu ekstremalnych zjawisk pogodowych na terenach użytkowanych rolniczo. Zestaw cech przedstawiono w tabeli 1, uwzględniono także informację związaną z zastosowanymi jednostkami porównawczymi. Do badań wykorzystano metody: pojedynczego wiązania, pełnego wiązania, średnich połączeń i metodę Warda. Zdecydowano się na wybór wielu metod, aby móc porównać uzyskane wyniki i wybrać najlepszą z metod. Istotnym ograniczeniem były możliwości oprogramowania *Statistica 10* wykorzystywanego do analiz, gdyż liczebność danych w niektórych metodach nie mogła przekraczać 50, zaś obszar badań dotyczył 60 gmin.

Tabela 1. Zestawienie cech, które poddano badaniu

Table 1. List of features that were tested

Nazwa zmiennej Name of the variable	Opis cechy badanej jednostki A description of the characteristics of the audited entity
1	2
X_1	strata finansowa [tyś. PLN] oszacowana przez jednostki samorządowe powstała w wyniku nadzwyczajnego zjawiska pogodowego na terenie badanej jednostki administracyjnej (gminy) financial loss [thousands PLN] as estimated by the local government units is the result of extraordinary weather phenomena in the audited administrative unit (municipalities)
X_2	powierzchnia badanej jednostki administracyjnej (gminy) [ha] surface audited administrative unit (municipalities) [ha]
X_3	powierzchnia wód płynących i stojących w badanej jednostce administracyjnej [ha] surface waters flowing and standing in the audited administrative unit [ha]
X_4	powierzchnia terenów bagiennych oraz terenów podmokłych w badanej jednostce administracyjnej [ha] area of wetlands and wetlands in the study administrative unit [ha]
X_5	powierzchnia terenów rolniczych w badanej jednostce administracyjnej [ha] area of agricultural land in the audited administrative unit [ha]
X_6	powierzchnia łąk i pastwisk w badanej jednostce administracyjnej [ha] area of meadows and pastures in the audited administrative unit [ha]
X_7	powierzchnia lasów i terenów zadrzewionych w badanej jednostce administracyjnej [ha] the forests and wooded areas in the audited administrative unit [ha]
X_8	wskaźnik lesistości w badanej jednostce administracyjnej [%] forest coverage rate in the study administrative unit [%]
X_9	wskaźnik jakości i przydatności rolniczej gleb (wskaźnik niemianowany) wg Witek i in. [1981] indicator of the quality and usefulness of agricultural soils (unitless ratio) by Witek and al. [1981]

cd. tabeli 1
cont. table 1

1	2
X_{10}	wskaźnik agroklimatu (wskaźnik niemianowany) określający ocenę zdolności plonotwórczej w odniesieniu do podstawowych upraw, skala 4-punktowa uwzględniająca powierzchnię gruntów rolnych w danym województwie wg Witek i in. [1981] agroclimate ratio (unitless ratio) setting out an assessment of the ability of yield-forming with respect to basic crops, the scale of 4 points, taking into account the surface of agricultural land in the province by Witek et al. [1981]
X_{11}	wskaźnik rzeźby terenu (wskaźnik niemianowany), skala 10-punktowa, wg Witek i in. [1981] rate relief (unitless ratio), 10-point scale, according to Witek et al. [1981]
X_{12}	wskaźnik warunków wodnych (wskaźnik niemianowany), skala 6-punktowa uwzględniająca powierzchnię gruntów rolnych w danym województwie wg Witek i in. [1981] indicator of water conditions (indicator unitless), 6-point scale taking into account the area of agricultural land in the province by Witek et al. [1981]
X_{13}	ogólny wskaźnik rolniczej przestrzeni produkcyjnej (wskaźnik niemianowany) wg Witek i in. [1981]) general indicator of agricultural production space (unitless ratio) by Witek et. al. [1981]
X_{14}	wskaźnik bonitacji gruntów ornych (wskaźnik niemianowany) wg Witek i in. [1981] index grading of arable land (unitless ratio) by Witek et al. [1981]
X_{15}	wskaźnik bonitacji użytków zielonych (wskaźnik niemianowany) wg Witek i in. [1981] grading index of grassland (unitless ratio) by Witek et al. [1981]
X_{16}	przydatność rolnicza gruntów ornych (wskaźnik niemianowany) wg Witek i in. [1981] the usefulness of agricultural arable land (unitless ratio) by Witek et al. [1981]
X_{17}	przydatność rolnicza użytków zielonych (wskaźnik niemianowany) wg Witek i in. [1981] the usefulness of agricultural grassland (unitless ratio) by Witek et l. [1981]
X_{18}	wskaźnik syntetyczny gruntów ornych (wskaźnik niemianowany) wg Witek i in. [1981] synthetic index of arable land (unitless ratio) by Witek et al. [1981]
X_{19}	wskaźnik syntetyczny użytków zielonych (wskaźnik niemianowany) wg Witek i in. [1981] synthetic index grassland (unitless ratio) by Witek et al. [1981]
X_{20}	wskaźnik określający zaliczenie gruntów rolnych do grupy terenów o utrudnionych warunkach gospodarowania ONW (dwustopniowy), wg Ministerstwa Rolnictwa ...2015 an indicator of the completion of agricultural land to a group of areas favored LFA's (two-stage), by Ministerstwo Rolnictwa... 2015

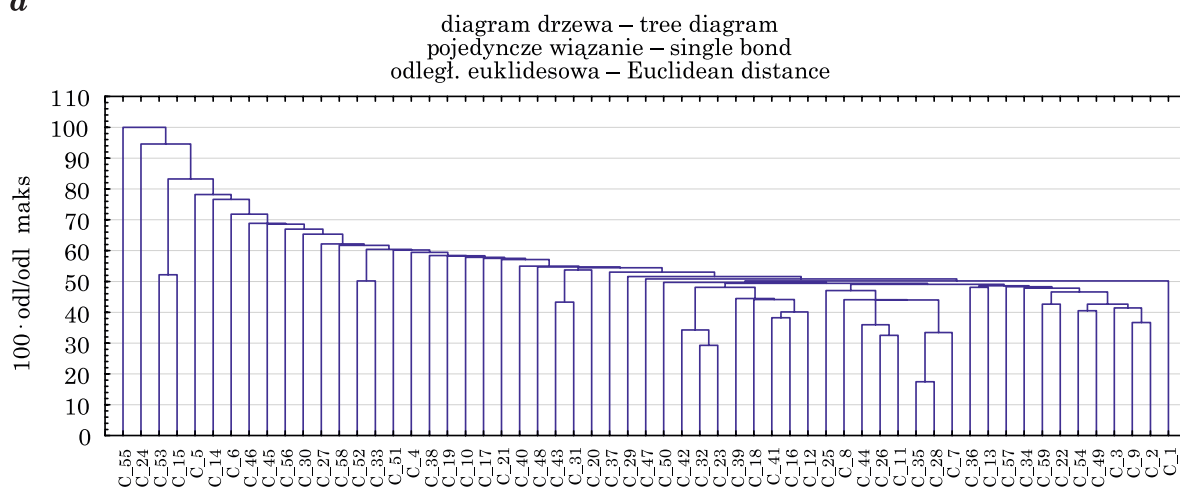
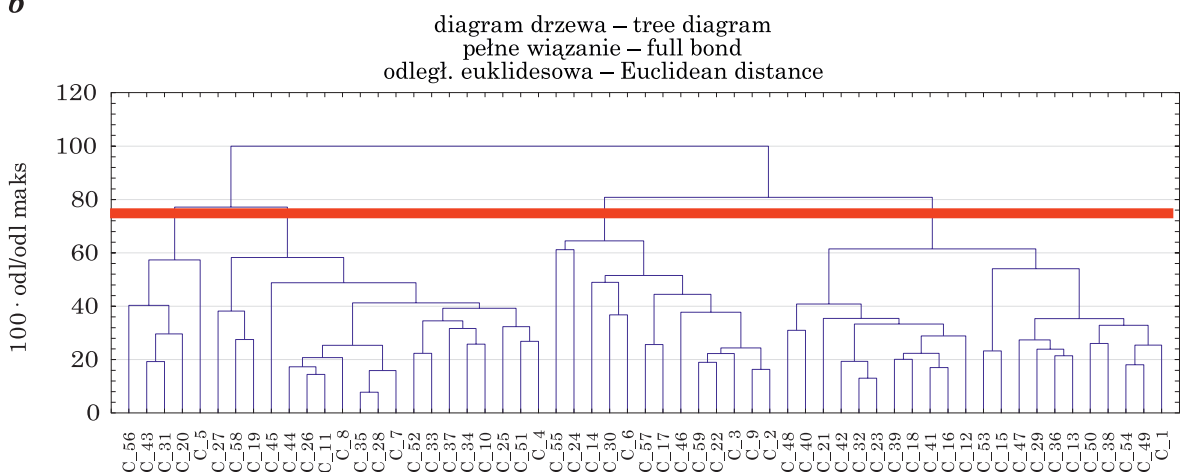
Źródło: opracowanie własne

Source: own study

WYNIKI I DYSKUSJA

Na rysunkach 1–3 przedstawiono rezultaty grupowania gmin z uwzględnieniem strat finansowych oraz wskazanych charakterystyk środowiskowych, przestrzennych i agrotechnicznych. Aglomeracja metodą pojedynczego wiązania cechuje się tym, iż obiekty formują skupienia, tworząc „łańcuch” (rys. 1a). Brak widocznych, jednoznacznych grup, które wykazywałyby właściwości skupiania obszarów jednorodnych.

Odmienny przebieg skupiania widoczny jest w metodzie pełnego wiązania (rys. 1b). Na wysokości 70% maksymalnej odległości wiązania uformowały się cztery skupienia. W tabeli 2 zestawiono poszczególne gminy należące do odpowiednich skupień. Z analiz dotyczących badanych parametrów wynika, iż w subpopulacji pierwszej znalazły się gminy o zbliżonej powierzchni: ogólnej (średnia 39 146 ha); łąk i pastwisk (średnia 7867 ha); warunkach agroklimatycznych (przy średniej 8,12); wskaźniku syntetycznym (przy średniej 60,82) oraz położone głównie na terenach o utrudnionych warunkach gospodarowania. W drugiej subpopulacji znalazły się gminy o zbliżonym współczynniku przydatności rolniczej gruntów oranych (średnia 69,64) oraz gminy położone poza terenami o utrudnionych warunkach gospodarowania (ONW). W trzeciej i czwartej subpopulacji nie odnotowano wskaźników, które wyróżniałyby się w nadzwyczajny sposób, zauważyć jednak można, iż większość gmin położona jest na terenach o utrudnionych warunkach gospodarowania (ONW).

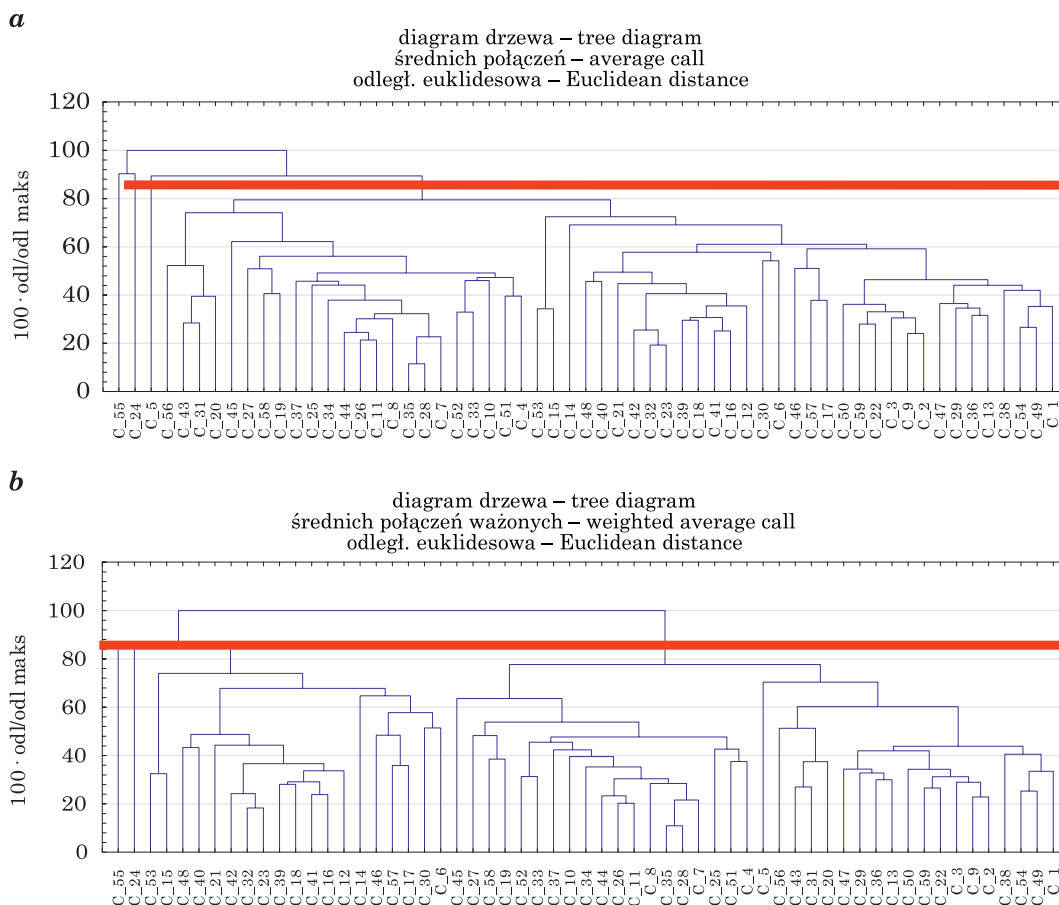
a**b**

Rys. 1. Aglomeracja metodą pojedynczego wiązania (a) oraz pełnego wiązania (b)

Fig. 1. Agglomeration by single bond (a) and a full bond (b)

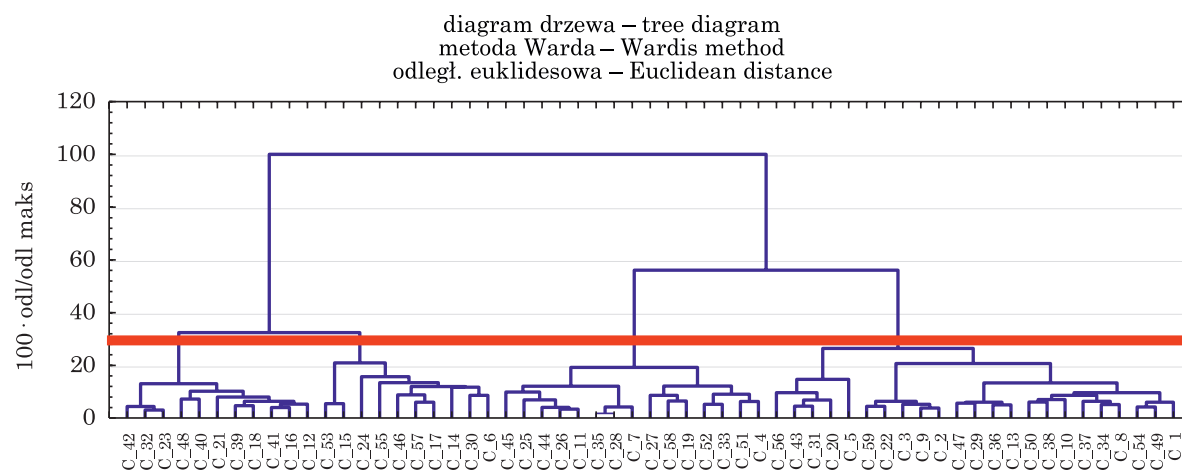
Źródło: opracowanie własne za pomocą programu *Statistica 10*

Source: own with the help of *Statistica 10*



Rys. 2. Aglomeracja metodą średnich połączeń (a) i średnich połączeń ważonych (b)
 Fig. 2. The agglomeration method calls (a) and the average call-weighted averages (b)

Źródło: opracowanie własne za pomocą Statistica 10
 Source: own with the help of Statistica 10



Rys. 3. Aglomeracja metodą Warda
 Fig. 3. The agglomeration method of Ward

Źródło: opracowanie własne za pomocą Statistica 10
 Source: own with the help of Statistica 10

Tabela 2. Przyporządkowanie gmin do poszczególnych subpopulacji według metody pełnego wiązania

Table 2. Summary of municipalities to individual subpopulations according to the method of full binding

Numer subpopulacji Number of subpopulation	Nazwa gminy Name of the community
Subpopulacja 1 Subpopulation 1	Bartoszyce, Górowo Iławeckie, Lidzbark Warmiński, Ostróda, Węgorzewo
Subpopulacja 2 Subpopulation 2	Markusy, Barciany, Pasłek, Frombork, Godkowo, Milejewo, Rychliki, Srokowo, Kiwity, Lubomino, Świątki, Bisztynek, Korsze, Kętrzyn, Kolno, Sępopol, Młynary, Braniewo, Wilczęta
Subpopulacja 3 Subpopulation 3	Biała Piska, Mrągowo, Purda, Lidzbark Welski, Świątajno (Olecko), Barczewo, Piecki, Elk, Banie Mazurskie, Olecko, Wieliczki, Sorkwity, Wydminy
Subpopulacja 4 Subpopulation 4	Działdowo, Janowiec Kościelny, Olsztyn, Grodziczno, Kurzętnik, Nowe M. Lubawskie, Jonkowo, Pasym, Iłowo Osada, Płońnica, Rybno, Biskupiec Pomorski, Prostki, Dźwierzuty, Lubawa, Kisielice, Reszel, Budry, Kalinowo, Biskupiec Reszelski, Dobre Miasto, Zalewo

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

W metodzie średnich połączeń na wysokości prawie 80% maksymalnej odległości wiązania uformowało się sześć skupień. Z tym, że dwa skupienia tworzą obiekty jednoelementowe, zaś pozostałe dwa są to subpopulacje wieloelementowe. Podział na grupy jest dość niejednorodny, o mocno dobiegającej od siebie liczebności. W tabeli 3 zestawiono nazwy gmin należące do poszczególnych subpopulacji.

Tabela 3. Przyporządkowanie gmin do poszczególnych subpopulacji według metody średnich połączeń

Table 3. Summary of municipalities to individual subpopulations according to the method of secondary connections

Numer subpopulacji Number of subpopulation	Nazwa gminy Name of the community
Subpopulacja 1 Subpopulation 1	Biała Piska
Subpopulacja 2 Subpopulation 2	Mrągowo
Subpopulacja 3 Subpopulation 3	Węgorzewo
Subpopulacja 4 Subpopulation 4	Zalewo, Wydminy, Wieliczki, Wiczęta, Świątajno (Olecko), Świątki, Srokowo, Sorkwity, Sępopol, Rychliki, Rybno, Reszel, Purda, Prostki, Płońnica, Piecki, Pasym, Pasłek, Ostróda, Olsztyn, Olecko, Nowe Miasto Lubawskie, Młynary, Milejewo, Markusy, Lubomino, Lubawa, Lidzbark Welski, Lidzbark Warmiński, Kurzętnik, Korsze, Kolno, Kiwity, Kisielice, Kętrzyn, Kalinowo, Jonkowo, Janowiec Kościelny, Iłowo Osada, Grodziczno, Górowo Iławeckie, Godkowo, Frombork, Elk, Dźwierzuty, Działdowo, Dobre Miasto, Budry, Braniewo, Bisztynek, Biskupiec Pomorski, Biskupiec, Bartoszyce, Barczewo, Barciany, Banie Mazurskie

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

W metodzie średnich połączeń ważonych na wysokości podobnej – prawie 80% maksymalnej odległości wiązania uformowały się cztery skupienia. Podobnie jak w metodzie średnich połączeń, uformowały się dwa skupienia jednoelementowe oraz dwa skupienia o dużej liczebności. W tabeli 4 przedstawiono poszczególne gminy należące do badanych subpopulacji.

W metodzie Warda już na wysokości około 30% maksymalnej odległości wiązania uformowały się cztery skupienia (rys. 3). Ich liczebność jest zbliżona, brak zbiorów jednoelementowych. Subpopulacje powstały na wczesnym poziomie odległości wiązania, co świadczy o tym, iż metoda ta najlepiej ujmuje charakter zmiennych, które zostały poddane badaniu. W tabeli 5 zestawiono gminy, które zbudowały poszczególne skupienia (subpopulacje).

Tabela 4. Przyporządkowanie gmin do poszczególnych subpopulacji według metody średnich połączeń ważonych

Table 4. Summary of municipalities to individual subpopulations according to the method of weighted averages connections

Numer subpopulacji Number of subpopulation	Nazwa gminy Name of the community
Subpopulacja 1 Subpopulation 1	Biała Piska
Subpopulacja 2 Subpopulation 2	Mragowo
Subpopulacja 3 Subpopulation 3	Biskupiec Pomorski, Prostki, Działdowo, Janowiec Kościelny, Olsztyn, Grodziczno, Kurzętnik, Nowe Miasto Lubawskie, Jonkowo, Pasym, Iłowo Osada, Płońnica, Rybno, Purda, Elk, Barczewo, Piecki, Lidzbark Welski, Świętajno (Olecko)
Subpopulacja 4 Subpopulation 4	Węgorzewo, Zalewo, Wydminy, Wieliczki, Wiczęta, Świątki, Srokowo, Sorkwity, Sępopoń, Rychliki, Reszel, Pasłęk, Ostróda, Olecko, Młynary, Milejewo, Markusy, Lubomino, Lubawa, Lidzbark Warmiński, Korsze, Kolno, Kiwity, Kisielice, Kętrzyn, Kalinowo, Górowo Iławeckie, Godkowo, Frombork, Dźwierzuty, Dobrze Miasto, Budry, Braniewo, Bisztynek, Biskupiec Reszelski, Bartoszyce, Barciany, Banie Mazurskie

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Do pierwszej subpopulacji należy 11 gmin. Charakteryzuje się ona tym, że gminy posiadają podobny poziom wskaźnika jakości i przydatności rolniczej gleb (X_9) – średnia 43,07, wskaźnik agroklimatu (X_{10}) – średnia 8,18, rzeźby terenu (X_{11}) – średnia 3,32, warunków wodnych (X_{12}) – średnia 2,55, bonitacji użytków zielonych (X_{15}) – średnia 38,28, syntetyczny użytków zielonych (X_{15}) – średnia 39,25 oraz większość gmin położonych jest na terenach o utrudnionych warunkach gospodarowania (ONW).

Liczebność drugiej subpopulacji wynosi 10 gmin. Badaną grupę gmin stanowi zespół terenów dość odmiennych pod względem badanych wskaźników. Jedyną spójność można dostrzec we wskaźniku powierzchni terenów rolniczych w gminie (X_5), gdzie średnia dla subpopulacji wynosi 14 338 ha. Do badanej subpopulacji należy także większość gmin zaliczonych do grupy o utrudnionych warunkach gospodarowania (ONW), jest ona jednak najmniejsza wśród wszystkich badanych subpopulacji.

Tabela 5. Przyporządkowanie gmin do poszczególnych subpopulacji według metody Warda
 Table 5. Summary of municipalities to individual subpopulations according to the method of Ward

Numer subpopulacji Number of subpopulation	Nazwa gminy Name of the community
Subpopulacja 1 Subpopulation 1	Grodziczno, Kurzętnik, N. Miasto Lubaw., Dziądkowo, Janowiec Kościelny, Olsztyn, Jonkowo, Pasym, Iłowo Osada, Płońnica, Rybno
Subpopulacja 2 Subpopulation 2	Biskupiec Pomorski, Prostki, Mrągowo, Biała Piska, Elk, Barczewo, Piecki, Purda, Lidzbark Welski, Świątajno (Olecko)
Subpopulacja 3 Subpopulation 3	Frombork, Młynary, Godkowo, Milejewo, Rychliki, Kiwity, Lubomino, Świątki, Markusy, Barciany, Pasłek, Bisztynek, Korsze, Braniewo, Wilczęt
Subpopulacja 4 Subpopulation 4	Bartoszyce, Górowo Iławeckie, Lidzbark Warmiński, Ostróda, Węgorzewo, Banie Mazurskie, Olecko, Wieliczki, Sorkwity, Wydminy, Dźwierzuty, Lubawa, Kisielice, Reszel, Budry, Kalinowo, Sępopol, Kętrzyn, Kolno, Srokowo, Biskupiec Reszelski, Dobrze Miasto, Zalewo

Źródło: opracowanie własne
 Source: own study

Liczebność trzeciej subpopulacji wynosi 15 gmin. Grupa ta charakteryzuje się tym, że występuje mała rozpiętość w obrębie takich wskaźników, jak: wskaźnik warunków wodnych (X_{12}) – średnia 4,20, bonitacji gruntów ornych (X_{13}) – średnia 79,44, przydatności rolniczej gruntów ornych (X_{16}) – średnia 70,27, wskaźnik syntetyczny gruntów ornych (X_{18}) – średnia 65,74. Wszystkie gminy położone są także na terenie, na którym nie występują utrudnienia w warunkach gospodarowania gruntami (X_{20}).

Liczebność ostatniej subpopulacji wynosi 23 gminy. W tej grupie występują gminy podobne pod względem wskaźnika jakości i przydatności rolniczej gleb (X_9) (średnia 52,43), pozostałe wskaźniki są dość odmienne pod względem wysokości, gminy także w większości należą do grupy o utrudnionych warunkach gospodarowania.

Szczegółowe wysokości badanych wskaźników oraz ich wartości najmniejsze i największe podano w tabeli 6.

Na rysunku 4 pokazano rozkład przestrzenny badanych subpopulacji. Jak można zauważyć, na obszarze badanego województwa występują pasmowo jednorodne skupienia gmin. Subpopulacja pierwsza zlokalizowana jest głównie na południu województwa – na Pojezierzu Brodnickim, subpopulacja druga – głównie na Pojezierzu Elckim, subpopulacja trzecia w północno-zachodniej i środkowej części województwa (głównie obszary z dużą powierzchnią terenów wodnych i uwilgotnionych) oraz subpopulacja czwarta – głównie w środkowej części badanego województwa.

Tabela 6. Wysokości minimalnych, maksymalnych i średnich wielkości badanych wskaźników subpopulacji wyróżnionych metodą Warda
 Table 6. Highness minimum, maximum and average value indicators examined the subpopulation highlighted by Ward

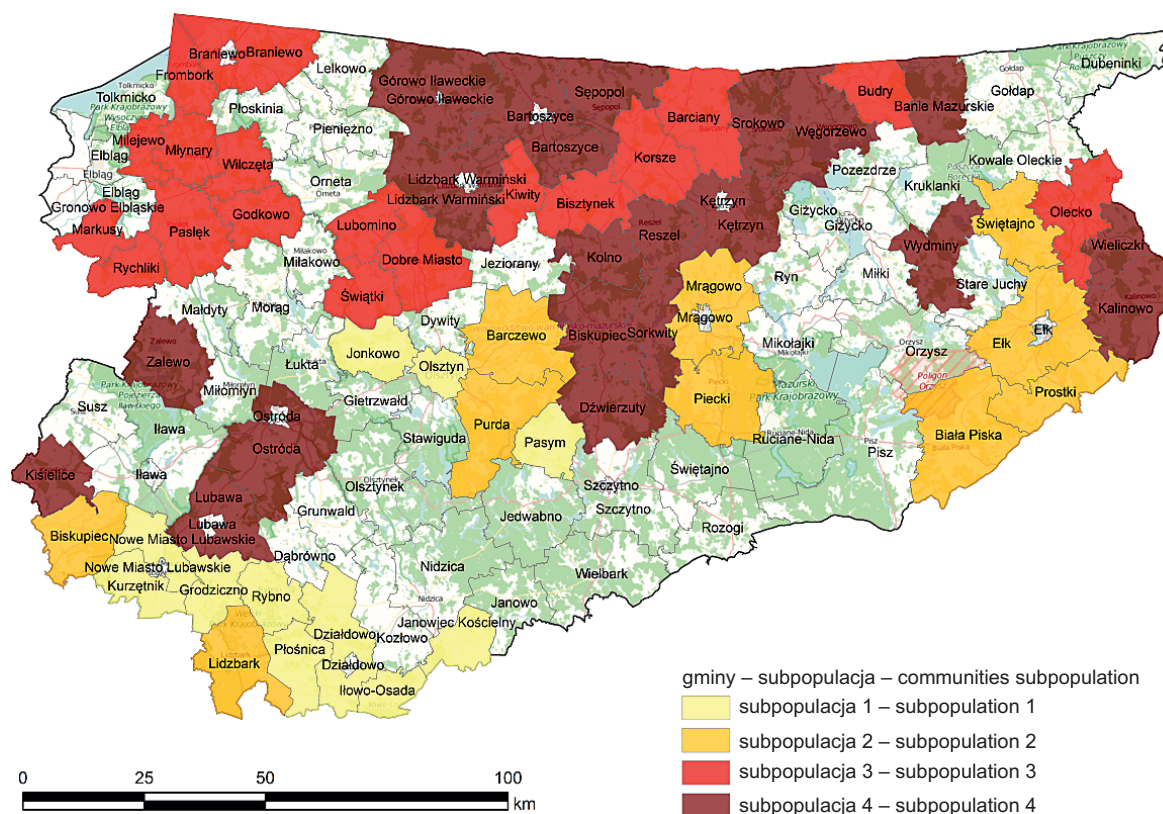
	Subpopulacja 1 Subpopulation 1			Subpopulacja 2 Subpopulation 2			Subpopulacja 3 Subpopulation 3			Subpopulacja 4 Subpopulation 4		
	Śr. Aver.	Min. Min.	Max. Max.	Śr. Aver.	Min. Min.	Max. Max.	Śr. Aver.	Min. Min.	Max. Max.	Śr. Aver.	Min. Min.	Max. Max.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X_1	922,404	9 116	2 187 353	3 521 358	11 000	1 189 673	1 487 888	4 364	7648593	829 289	2 677	4 979 602
X_2	13 087	1 100	16 625	29 878	21 500	42 014	17 653	9 581	30 693	21 983	14 071	42 800
X_3	382	6	1 639	1 311	126	3 216	667	19	3 956	1 148	14	6 138
X_4	714	12	2 302	1 645	347	3 823	977	15	2 901	693	155	1 751
X_5	7 556	481	12 107	14 338	9 264	21 022	12 088	4 707	24024	15 979	9 820	31 276
X_6	1 296	131	2 943	4 759	2 700	8 095	3 825	1 236	6 421	4 838	1 579	8 958
X_7	3 000	61	6 500	9 024	17	17 043	3 258	516	7 670	6 189	591	15 883
X_8	21,67	5,2	38,65	33,05	2,33	52,75	16,81	2,36	38,92	23,45	4,47	38,19
X_9	43,07	36,6	47,8	44,40	29,8	49,9	62,64	58,9	67,5	52,43	47,1	62,3
X_{10}	8,18	7,8	8,8	8,08	7,6	8,8	8,97	8,00	10,4	7,84	5,6	8,8
X_{11}	3,32	2,5	4,0	3,32	2,4	4,8	3,85	2,6	4,5	3,11	2,5	4,4
X_{12}	2,55	1,9	3,0	2,82	1,8	3,4	4,20	3,9	4,6	3,48	2,8	4,1
X_{13}	57,13	49,8	62,3	58,64	44,9	67,3	79,44	75,9	84,2	66,62	59	77,9
X_{14}	42,45	35,9	46,5	40,79	24,8	48,1	59,93	52,4	68,3	51,13	44,9	61,8

cd. tabeli 6
cont. table 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X_{15}	38,28	34,8	34,8	42,4	34,93	25,5	42,5	54,93	49,4	69,2	45,53	34,2	69,1
X_{16}	47,64	37,2	37,2	55,2	47,35	28,7	61,8	70,27	67,5	75,8	62,50	54,9	69,5
X_{17}	40,41	34,5	34,5	47,6	38,03	29,2	43,2	50,97	45,6	58,7	45,10	37,1	51,3
X_{18}	45,17	36,6	36,6	50,9	44,33	26,7	50,6	65,74	62,0	70,9	55,51	51	65,5
X_{19}	39,25	34,8	34,8	44,6	36,02	27,3	42,5	53,38	48,1	62,2	44,15	38,1	52,5
X_{20}	1,91	1	1	2	1,80	1	2	1,0	1,0	1,0	1,87	1,0	2,0

Źródło: opracowanie własne

Source: own study



Rys. 4. Wydzielone subpopulacje metodą Warda
 Fig. 4. The isolated subpopulations Ward method

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

WNIOSKI

Jednym z podstawowych założeń metod analizy skupień jest znalezienie jednolitej grupy parametrów, które umożliwią wyodrębnienie terenów o podobnych charakterystykach. Na badanym obszarze województwa warmińsko-mazurskiego najczęściej występują takie zdarzenia ekstremalne jak: huragany, przymrozki wiosenne, ujemne skutki przezimowania i wiatry nawalne. Powodzie oraz osuwiska występują tylko lokalnie, nie stanowiąc zjawisk o dużej skali strat finansowych.

W pracy, chcąc połączyć badane grupy według występującego podobieństwa warunkowań, wykorzystano metodę pojedynczego wiązania, pełnego wiązania, średnich połączeń, średnich połączeń ważonych oraz metodę Warda. Nie wykorzystano dwóch metod: środków ciężkości oraz ważonych środków ciężkości ze względu na ograniczoną wykorzystania pakietu *Statistica 10* do obliczeń (pakiet aglomeruje tylko do 50 obiektów). Większość zastosowanych metod aglomeracji ma tendencję do tworzenia mało przejrzystych skupień lub skupień tworzonych dopiero w 70–80% odległości wiązania. Najlepsze rezultaty grupowania uzyskano, stosując metodę Warda, dzięki której wydzielono cztery jednorodne subpopulacje pod względem wybranych wskaźników na poziomie 30% odległości wiązania i jest to najniższy poziom, na którym tworzą się grupy.

W każdym z wyróżnionych skupień w metodzie Warda badane gminy są zbliżone pod względem odmiennych wskaźników diagnostycznych.

Badanie terenów jednorodnych pod względem cech diagnostycznych za pomocą analizy skupień może stanowić podstawę do opracowania map terenów o wysokim ryzyku występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych ze względu na występowanie wybranych cech diagnostycznych. Metody te mogą być wygodnym narzędziem analiz przestrzeni narażonej na nadzwyczajne zjawiska pogodowe, zwłaszcza w aspekcie możliwości wprowadzania działań zapobiegawczych i adaptacyjnych na każdym z etapów zarządzania przestrzenią.

PIŚMIENNICTWO

- Dudzińska, M., Jasińska, E., Kocur-Bera, K., Leń, P., Preweda, E., Sajnog, N., Sobolewska-Mikulska, K., Steinsholt, H., Walacik, M., Wójcik, J. (2014). Directions for land management in rural areas. Croatian Information Technology Society. GIS Forum. Zagreb, Croatia, 17–25.
- Falloon, P., Betts R. (2010). Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation. The importance of an integrated approach. *Science of the Total Environment* 408, 5667–5687.
- Grajewski, S. (2006). Zastosowanie analizy skupień w porównawczych badaniach zdolności retencyjnych ekosystemów leśnych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 3(1), 155–169.
- Guttman, N.B. (1993). The use L-moments in the determination of regional precipitation climates. *Journal of Climate* 6, 2309–2325.
- Hardoy, J.E., Mitlin, D., Satterthwaite'a, D. (2001). Environmental problems in an urbanizing world. *Earthscan*, 406.
- Kowal, J. (1998). *Metody statystyczne w badaniach sondażowych rynku*. PWN, Wrocław, 192.
- Kowalczak, P. (2007). *Konflikty o wodę*. Przeźmierowo, Wyd. Kupisz S.A. Przeźmierowo.
- Laacha, G., Blöschl G., 2006. A comparison of low flow regionalization methods – catchment grouping. *Journal of Hydrology* 323, 193–214.
- Laudański, Z., Mańkowski, D.R., Flaszka, M. (2012). Eksploracyjna analiza czynnikowa w badaniach struktury zespołu zmiennych obserwowanych. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 263, 75–90.
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, www.minrol.gov.pl (dostęp: 20.05.2015).
- Modeling spatial and economic impacts of disasters, Okuyama, Y., Chang, S. (eds). Springer springer.com/us/book/978354021496 (dostęp: 6.12.2008).
- Natural disasters and development in a globalizing world. (2003). Pelling M. (eds.). Routledge, Londyn.
- O'Brien, K., Sygna, L., Leichenko, R., Neil Adger, W., Barnett, J., Mitchell, T., Schipper, L., Tanner, Th., Vogel, C., Mortreux, C. (2008). Disaster risk reduction. Climate change adaptation and human security. Report prepared for the Royal Norwegian Ministry of Foreign Affairs by the Global Environmental Change and Human Security (GECHS) Project, GECHS Report, 3.
- Olesen, J.E., Bindi, M. (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity. Land use and policy. *European Journal of Agronomy* 16, 239–262.
- Olesen, J.E., Trnka, M., Kersebaum, K.C., Skjelvåg, A.O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi F., Kozyra, J., Micale, F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy* 34, 96–112.

- Pielke, R.A. jr. (2008). Normalized hurricane damage in the United States: 1900–2005. *Natural Hazards Review* February, 29–42.
- Sanchez-Rodriguez, R., Seto, K.C., Simon, D., Soleki, W.D., Kraas, F., Laumann, G. (2005). Science Plan urbanization and global environmental change. Bonn. Germany: International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. Laumann, G. (ed.), Report 15, 60.
- Sneath, P.H.A., Sokal, R.R. (1973). *Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification.* Freeman, San Francisco, 573.
- Ward, J.H.Jr. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of American Statistical Association* 58, 301.
- Zhang Y., Lindell, M.K., Prater, C.S. (2008). Vulnerability of community businesses to environmental disasters *Disasters* 33, 38–57.

IDENTIFICATION SUBPOPULATIONS WITH SIMILAR CHARACTERISTICS IN TERMS OF EXTREME WEATHER EVENTS

Summary. Climate change and the occurrence of extreme weather events, which are one of the consequences of change are of interest to scientific bodies and the governments of many countries. On the Polish territory we see the accumulation of these phenomena in some regions. The research was conducted on rural Warmia and Mazury. In this area, the main economic trends are agriculture and tourism that depend on natural weather conditions. For the purpose of isolating similar subpopulations (municipalities) used five analysis techniques. The best results are achieved Ward's method, because focusing formed at a very early level of aggregation. Distinguished four homogeneous groups of municipalities. The methods used are a convenient tool for analysis of space in terms of the possibility of introducing preventive actions and adaptation at each stage space management.

Key words: extreme weather events, cluster analysis, groups of municipalities with similar characteristics

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 16.10.2015

Do cytowania – For citation:

Kocur-Bera, K. (2015). Identyfikacja subpopulacji o podobnych charakterystykach w aspekcie ekstremalnych zjawisk pogodowych. *Acta Sci. Pol. Administratio Locorum* 14(3), 75–89.