

# Katarzyna Kocur-Bera

---

## Konwergencja cech przestrzennych obszarów narażonych na skutki zdarzeń ekstremalnych

---

Acta Scientiarum Polonorum. Administratio Locorum 15/4, 73-85

---

2016

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach  
dozwolonego użytku.

## KONWERGENCJA CECH PRZESTRZENNYCH OBSZARÓW NARAŻONYCH NA SKUTKI ZDARZEŃ EKSTREMALNYCH

Katarzyna Kocur-Bera

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Streszczenie.** Efekt cieplarniany powodowany przez emisję do atmosfery gazów cieplarnianych wpływa na zachodzące zmiany klimatyczne i jednocześnie jest jedną z przyczyn zwiększania się liczby zjawisk ekstremalnych na Ziemi. W Polsce także zauważalna jest zmiana liczby zjawisk o charakterze ekstremów, jak ulewne deszcze, intensywne opady śniegu, silne wiatry i pożary powodowane wyładowaniami atmosferycznymi. W badaniach przeprowadzonych w województwie warmińsko-mazurskim wykazano, iż przestrzeń narażona na występowanie ekstremalnych zjawisk pogodowych posiada zbiór konwergentnych cech. Dzięki znajomości tych uwarunkowań istnieje możliwość dostosowania katalogu działań adaptacyjnych, które należy aplikować w działaniach kształtujących przestrzeń wiejską.

**Słowa kluczowe:** zdarzenia ekstremalne, zmiany klimatu, obszary wiejskie, cechy przestrzenne obszarów wiejskich

### WPROWADZENIE

Każdego dnia przestrzeń wokół nas się zmienia. Zmiany wynikają z nasilonej działalności człowieka oraz przyczyn naturalnych. Przemiany te mogą posiadać zarówno pozytywny, jak i negatywny wpływ na sektory i dziedziny życia. Niektóre nich można kwalifikować jako zmiany naturalne, ale o podłożu antropogenicznym. Zmiany klimatu wynikają głównie z nasilenia się efektu cieplarnianego i jego konsekwencji – ocieplenia klimatu. Z jednej strony, efekt cieplarniany jest zjawiskiem naturalnym (bez niego nie istniałoby życie na Ziemi), ale z drugiej, wzmożona emisja gazów cieplarnianych, będąca wynikiem rozwoju cywilizacji, prowadzi do jego zwiększenia. Zmiana klimatu to zjawisko, które zostało opisane w art. 1 Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Katarzyna Kocur-Bera, Katedra Analiz Geoinformacyjnych i Katastru, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. R. Prawocheńskiego 15, 10-720 Olsztyn, e-mail: [katarzyna.kocur@uwm.edu.pl](mailto:katarzyna.kocur@uwm.edu.pl)

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Olsztyn 2016

klimatu sporządzonej w Nowym Jorku 9 maja 1992 r. [Dz.U. 1996 nr 53 poz. 238] jako „zmiany (...) spowodowane pośrednio lub bezpośrednio działalnością człowieka, która zmienia skład atmosfery ziemskiej i która jest odróżniana od naturalnej zmienności klimatu obserwowanej w porównywalnych okresach”. Zmiany klimatu stają się coraz bardziej widoczne i zaznaczają swój wpływ poprzez np. występowanie zwiększonej liczby zjawisk ekstremalnych. Stanowią wyzwanie nie tylko dla środowiska, ale także dla społeczeństwa i gospodarki. Według autorów przywołanego dokumentu [Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych... Dz.U. 1996 nr 53 poz. 238], tzw. zjawisko zmian klimatu odnosi się do zjawisk o charakterze „nadprzeciętnym” dla danego obszaru np. występowania nawalnych deszczów w miejscu, gdzie tego rodzaju deszcze zwykle nie występowały, bardzo wysokich lub niskich temperatur – w przestrzeni o średnich temperaturach czy wiatrów o nasileniu huraganowym itp.

Według Sadowskiego [2005] aktualnie zauważalne są następujące efekty zmian klimatycznych:

- a) gwałtowny wzrost temperatury w skali globalnej od początku lat 90.;
- b) koncentracja gazów cieplarnianych w atmosferze, która od połowy XVIII w. wzrosła od kilkunastu do kilkudziesięciu procent w zależności od rodzaju gazu;
- c) wzrost częstotliwości występowania niekorzystnych zjawisk klimatycznych (suszy, powodzi itp.);
- d) postępujące w strefie umiarkowanej pustynnienia;
- e) wzrost poziomu wody w oceanie światowym;
- f) znaczące zmiany w zasięgu lodów arktycznych i lądolodu Grenlandii,
- g) zmiany w ekosystemach.

Klimat ziemski charakteryzuje się dużą zmiennością obserwowalną na przestrzeni milionów lat. Dowodem tego są wyniki badań geologicznych skał pochodzących z różnych epok i okresów dziejów świata. W początkowej fazie zmiany klimatyczne powodowane były czynnikami naturalnymi, takimi jak: wahania temperatur oceanów, wzrost zlodowacenia, wahania promieniowania słonecznego czy obecność pyłów wulkanicznych [Furmańczyk 2013]. W późniejszej jednak fazie, gdy na Ziemi pojawił się człowiek oraz rozwój cywilizacji, coraz istotniejszy stawał się nowy, antropogeniczny czynnik oddziałujący na klimat planety. Na początku historii ludzkości zasięg oddziaływania człowieka był niewielki – lokalny lub regionalny, jednak postęp technologiczny oraz rozwój demograficzny stopniowo rozszerzyły go do zasięgu globalnego. Najbardziej zauważalne zmiany klimatyczne odnotowywane są od momentu rewolucji przemysłowej w XVIII w. Ten historyczny moment spowodował wzrost mechanizacji, liczby fabryk, zakładów przemysłowych, środków transportu (samochodów, samolotów, pociągów), których budowa i eksploatacja wpłynęła na zanieczyszczenie środowiska i emitowanie do atmosfery gazów cieplarnianych. Oprócz zanieczyszczeń, rozwój cywilizacji wpływa na pomniejszanie się powierzchni terenów biologicznie czynnych (łąk, pastwisk, lasów, terenów zadrzewionych, parków, ogrodów itp.), co skutkuje bezpośrednio pozostawieniem w atmosferze większej ilości dwutlenku węgla.

Efekt cieplarniany i globalne ocieplenie obserwowane są od ponad dwóch stuleci. Efekt cieplarniany to „wzrost temperatury w przyziemnej warstwie atmosfery spowodowany emisją gazów cieplarnianych, które są produktami przemysłowej działalności ludzi” [Kryzys globalny... 2009]. Do gazów tych zalicza się dwutlenek węgla, parę wodną, tlenki

azotu, metan, freony i ozon. Przepuszczają one do atmosfery ziemskiej promieniowanie słoneczne, które pozostając w atmosferze, ogrzewa planetę. Bez efektu cieplarnianego temperatura na Ziemi byłaby zbyt niska na wykształcenie jakiegokolwiek życia, a planeta byłaby skuta lodem [Giddens 2010], jednak nadmierna produkcja gazów cieplarnianych przez człowieka powoduje zatrzymywanie zwiększonej ilości promieniowania słonecznego, co skutkuje wzrostem temperatury. Głównym sposobem wytwarzania gazów cieplarnianych jest m.in.:

- spalanie węgla, ropy i gazu stosowanych jako paliwa opałowe w domach, zakładach przemysłowych, środkach transportu, produkcji energii elektrycznej;
- wycinanie lasów i zmniejszanie powierzchni terenów biologicznie czynnych (zaburza proces akumulacji dwutlenku węgla);
- obecność metanu, który wzmagany jest topnieniem lodowców oraz prowadzonymi uprawami ryżu;
- stosowanie w rolnictwie nawozów azotowych, które wyzwalają do atmosfery związki należące do grupy gazów cieplarnianych.

Jak wykazano w badaniach, w ciągu ostatniego stulecia średnia globalna temperatura wzrosła o 0,74°C, a w samej Europie o 0,95°C [Moździoch i Ploch 2010].

Proces ocieplania się klimatu niesie ze sobą wiele niebezpiecznych następstw [Meehl i in. 2007]. Zwiększenie się temperatury powoduje topnienie pokrywy lodowcowej i związany z tym wzrost poziomu wód w oceanach. Prędkość z jaką cofają się lodowce jest większa niż kiedykolwiek była w ciągu ostatnich 5 tysięcy lat [Kundzewicz 2011]. Podniesienie poziomu wód może prowadzić do bezpowrotnej straty przestrzeni lądowej oraz lokalnych potopień stref nadmorskich, a także spowodowania strat materialnych i społecznych. Z kolei wzrost temperatury wody w morzach przyczynił się do uszkodzenia, a nawet zniszczenia raf koralowych mających funkcje ochrony wybrzeży przed falami [Białoskórski 2010].

Polska znajduje się w strefie klimatu przejściowego pomiędzy klimatem umiarkowanym kontynentalnym na wschodzie a klimatem umiarkowanym oceanicznym na zachodzie. Przejściowość klimatu w dużym stopniu związana jest z napływem mas powietrza polarno-morskich oraz polarno-kontynentalnych. Powoduje to dużą zmienność pogody oraz różną długość i przebieg pór roku w zależności od analizowanej części kraju [Woś 1996]. Jak potwierdzono w badaniach, w regionach Polski w ciągu ostatniego dziesięciolecia zauważono wzrost temperatury powietrza od 0,3°C do 0,6°C [Michalska 2011]. Wzrost ten jest najbardziej zauważalny w okresie zimowym i skutkuje zmniejszeniem liczby dni mroźnych zimą oraz skróceniem okresu zalegania pokrywy śnieżnej. Dodatkowo ostatnie trzydzieści lat określono mianem najcieplejszych w historii ponaddwustuletnich obserwacji meteorologicznych [Klimada... 2016]. W przypadku opadów zaobserwowano zmianę ich struktury i częstotliwości występowania. W porach wilgotnych (przedwiośnia i wiosny) zaczęły dominować deszcze o dużym natężeniu, wzrosła także liczba dni z opadami w ciągu roku. Okresy bezdeszczowe wydłużyły się o około 5 dni/10 lat [Strategiczny plan adaptacji... 2013], najczęściej nawiedzają Polskę wschodnią oraz centralną. Brak deszczu prowadzi do powstawania susz, które pomimo że są cechą charakterystyczną klimatu polskiego, występują coraz częściej i niosą za sobą większe straty.

Wiatry, jako zjawiska zależne od cyrkulacji powietrza, także się zmieniły. Najsilniejsze pojawiają się obecnie w letniej porze roku i mogą osiągnąć nasilenie wiatrów huraganowych. Trąby powietrzne w Polsce zdarzają się średnio około 6 razy w roku, przy czym w ostatnich latach ich częstość wzrosła od 7 do 20/ rok [Klimada... 2016]. Najbardziej zagrożone są obszary położone w północnej części kraju od wybrzeża Morza Bałtyckiego aż po Suwalszczyznę, Mazowsze oraz południe (głównie rejony podgórskie oraz wyżyny).

Rolnictwo jest sektorem gospodarczym najwrażliwszym i mało odpornym na zmiany warunków klimatycznych, gdyż produkcja rolnicza jest najbardziej uzależniona od warunków naturalnych. Nasilenie się liczby występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych przyczynia się do obniżenia plonów i wzrostu cen produktów żywnościowych. Następujące zjawiska dotkliwie wpływają na produkcję rolniczą:

- susze (będące skutkiem niedoboru wody i wysokich temperatur);
- powodzie i osuwiska (konsekwencja intensywnych opadów);
- silne wiatry;
- niskie temperatury powietrza w okresach, gdy powinno być ciepło
- pożary lasów.

Skutki odczuwalne są przez społeczeństwo, gospodarkę i środowisko. Zauważalne są także pozytywne efekty zmian klimatycznych, gdyż w strefach chłodnych z powodu podniesienia się średniej temperatury powietrza wydłuży się okres wegetacyjny roślin, ale z drugiej strony te same czynniki mogą spowodować rozwój szkodników, chorób roślin uprawnych, a także niektóre gatunki roślin mogą nie osiągnąć pełnego plonowania, które dotychczas w naszych warunkach istniało.

Producenci rolni od lat realizują różne działania i zabiegi, które mają pozytywny wpływ na polepszenie wyniku finansowego z prowadzonych upraw w gospodarstwach rolnych. Zaliczyć można do nich np. wprowadzanie zadrzewień śródpolnych czy zalesień. Dzięki nim następuje zwiększenie zatrzymywania wody w glebie, polepszenie stanu różnorodności biologicznej, ochrona gruntów przed erozją wietrzną i wodną oraz zwiększenie asymilacji dwutlenku węgla przez drzewa. Innym zabiegiem jest dobór gatunków roślin uprawnych do istniejących lokalnych uwarunkowań pogodowych, odpornych na działanie wysokiej temperatury i niedobory wody. Zmniejszenie ilości wykorzystywanych nawozów sztucznych oraz wymiana ich na nawozy naturalne także pozwoli na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych wytwarzanych przez sektor rolniczy.

W badaniach naukowych prowadzonych na terenach narażonych na występowanie ekstremów pogodowych wykazano, iż istnieją pewne związki i uwarunkowania, które pozwalają wysnuć wniosek, iż występuje konwergencja atrybutów przestrzeni narażonej na występowanie zjawisk ekstremalnych z powodu zmian klimatycznych. Według autorów Strategicznego planu adaptacji... 2013 w Polsce terenami najbardziej wrażliwymi i narażonymi na wpływ zmian klimatycznych do roku 2020 są strefy górskie, wybrzeży, tereny użytkowane rolniczo, obszary o wysokiej różnorodności biologicznej oraz tereny zamieszkałe przez ludność. Celem badań była analiza podobieństwa atrybutów przestrzeni charakteryzujących obszary wiejskie narażone na zjawiska ekstremalne. Badania wykonano dla gmin wiejskich oraz części wiejskiej gmin miejsko-wiejskich województwa warmińsko-mazurskiego.

## OPIS OBSZARU BADAŃ I ZASTOSOWANEJ METODOLOGII

Badania objęły całe województwo warmińsko-mazurskie. Znajduje się ono w północno-wschodniej części Polski. Podzielone jest na dwa miasta na prawach powiatu, 19 powiatów oraz 116 gmin (16 gmin miejskich, 33 miejsko-wiejskie oraz 67 wiejskich). Województwo zajmuje powierzchnię 24 173 km<sup>2</sup> zamieszkałą przez 1,44 mln osób. Użytki rolne stanowią 54,2% powierzchni, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione – 32,9%, grunty pod wodami – 5,7%, grunty zabudowane i zurbanizowane – 3,7%, a pozostałe grunty – 3,5%. Rejon Warmii i Mazur, znany ze swoich walorów przyrodniczych – licznych jezior, zwany jest Krainą Tysiąca Jezior, a prawie połowa powierzchni województwa przypada na obszary chronione. Są to m.in. Mazurski Park Krajobrazowy, Puszcza Borecka, Puszcza Piska oraz wiele innych parków krajobrazowych, rezerwatów czy obszarów chronionego krajobrazu.

Przedmiotem analizy były gminy wiejskie oraz obszary wiejskie w gminach miejsko-wiejskich województwa. Badana populacja objęła 100 obiektów. W pracy posłużono się dziewięcioma zmiennymi opisującymi badane obiekty. Należą do nich:

- $X_1$  – wskaźnik waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej RPP [wg Witek i in. 1981];
- $X_2$  – powierzchnia ogólna gminy [km<sup>2</sup>];
- $X_3$  – wskaźnik użytków rolnych w powierzchni danej gminy [%];
- $X_4$  – wskaźnik gruntów leśnych i zadrzewionych w powierzchni danej gminy [%];
- $X_5$  – wskaźnik wód płynących w powierzchni danej gminy [%];
- $X_6$  – wskaźnik wód stojących i wód morskich w powierzchni danej gminy [%];
- $X_7$  – wskaźnik gruntów zurbanizowanych w powierzchni danej gminy [%];
- $X_8$  – liczba pożarów w danej gminie, będąca sumą z lat 2013 – 2014 [sztuki];
- $X_9$  – liczba miejscowych zagrożeń w danej gminie, takich jak intensywne opady deszczu, śniegu, lokalne podtopienia oraz silne wiatry będące sumą z lat 2013–2014.

Dane pozyskano z Banku Danych Lokalnych prowadzonego przez Główny Urząd Statystyczny, Komendy Głównej Straży Pożarnej oraz publikacji dotyczących oceny rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Badane w artykule pożary i miejscowe zagrożenia obejmują lasy (państwowe i prywatne), grunty użytkowane rolniczo, gospodarstwa rolne (maszyny, urządzenia i budynki związane z rolnictwem) oraz inne obiekty przyrody naturalnej (m.in. pojedyncze drzewa, skupiska drzew niebędące lasami). Miejscowe zagrożenia są inne niż pożar i zaliczono do nich intensywne opady deszczu, śniegu, lokalne podtopienia oraz silne wiatry. Dane dotyczyły roku 2013 i 2014.

W artykule wykorzystano metodę analizy materiałów źródłowych oraz metodę statystyczną – analizę skupień, metodę Warda. Analiza skupień (zwana też grupowaniem lub klasteryzacją) jest narzędziem klasyfikacji danych tworzonym przez zbiór metod wielowymiarowej analizy statystycznej. Służy do wyodrębniania jednorodnych podzbiorów obiektów badanej populacji. Głównym celem analizy jest wyznaczenie ze zbioru danych skupień, które da się jednoznacznie zinterpretować. Zastosowanie tego narzędzia pozwala na uzyskanie grup podobnych do siebie obiektów, wykrycie istniejących zależności i prawidłowości pomiędzy danymi w zbiorze oraz porównywanie obiektów, które opisywane są wieloma cechami. Metoda Warda należy do aglomeracyjnych metod grupowania danych i wykorzystuje analizę wariancji do oszacowania odległości między skupieniami.

Założeniem tej metody jest minimalizacja sumy kwadratów odchyień wewnątrz skupień. Generowane przez algorytm grupy charakteryzują się podobną liczebnością. Metoda Warda uważna jest za jedną z bardziej efektywnych metod aglomeracyjnych [Grabiński i Sokółowski 1984]. Model grupowania obiektów z wykorzystaniem metody Warda przedstawia się następująco:

1. Utworzenie klas złożonych z pojedynczych obiektów.
2. Obliczenie miar odległości (prawdopodobieństwa) dla par klas.
3. Łączenie ze sobą dwóch klas najbardziej podobnych.
4. Powtarzanie czynności z kroku drugiego i trzeciego, dopóki wszystkie obiekty nie będą przynależać do jednej klasy [Gatnar 1998].

Efektom przeprowadzonej analizy jest dendrogram – graficzna interpretacja wyników pracy. Można się z niego dowiedzieć, w jakiej kolejności były łączone obiekty oraz po przecięciu wykresu określić liczbę wydzielonych grup i ich skład. Analizę skupień można przeprowadzić tylko na danych, które są przedstawione w formie umożliwiającej ich wzajemne porównywanie. Narzędziem służącym do ujednoczenia postaci danych jest normalizacja. W artykule posłużono się metodą normalizacji danych, zwaną standaryzacją, w której wykorzystuje się wartości zmiennych, odchylenie standardowe oraz średnią arytmetyczną. Działanie przedstawia się wzorem:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

gdzie:

- $z$  – zmienna zestandaryzowana,
- $x$  – zmienna niestandaryzowana,
- $\mu$  – średnia arytmetyczna zbioru,
- $\sigma$  – odchylenie standardowe zbioru.

Kolejnym krokiem w grupowaniu danych jest wybór metody pomiaru odległości. Zdecydowano się na jeden z najczęściej wybieranych typów – odległość euklidesową. Opisać ją można jako odległość geometryczną w przestrzeni wielowymiarowej. Jej wzór przyjmuje postać:

$$d_{sw} = \sqrt{\sum_{j=1}^k (x_{js} - x_{jw})^2} \quad (2)$$

gdzie:

- $d$  – odległość,
- $x$  – wartość cechy,
- $j$  – numer cechy,
- $k$  – liczba cech,
- $s$  i  $w$  – numery obiektów.



W celu łączenia pojedynczych skupisk w coraz to większe grupy, stosuje się następujący wzór służący do określenia odległości nowo utworzonych grup:

$$d_{ri} = \frac{n_i n_s d_{si} + n_i n_t d_{ti} + n_i d_{st}}{n_i + n_t + n_s} - d_{ti} \quad (3)$$

gdzie:

- $d_{ri}$  – odległość nowo utworzonej grupy,  
 $n_p, n_t, n_s$  – liczby punktów aktualnie rozważanych skupiskach,  
 $d_{sp}, d_{st}, d_{ti}$  – odległości pomiędzy wybranymi podgrupami,  
 $s$  i  $t$  – oznaczenia podgrup.

## WYNIKI I DISKUSJA

Obliczenia związane z przeprowadzeniem analizy skupień metodą Warda wykonano za pomocą oprogramowania *Statistica v. 12*. Po zgromadzeniu i uszeregowaniu danych przystąpiono do wyznaczenia statystyk opisowych badanego zbioru. Wyniki tej analizy zamieszczono w tabeli 1.

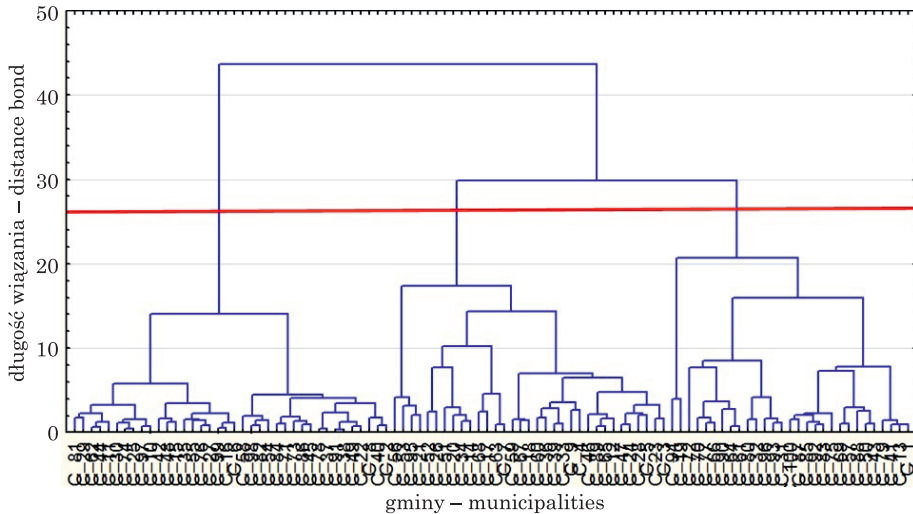
Tabela 1. Statystyki opisowe badanej populacji  
 Table 1. Descriptive statistics of the study population

Zmienna Variable	Przypadki Cases	Średnia Average	Mediana Median	Suma Sum	Min. Min.	Max. Max.	Odch. stand. Standard deviation	Wsp. zm. Coefficient of variation
X <sub>1</sub>	100	66,62	66,70	6662	44,900	87,70	9,871	14,8180
X <sub>2</sub>	100	23 575,43	21 890,00	23 57543	8 915,00	62 362,00	9 059,143	38,4262
X <sub>3</sub>	100	57,03	58,64	5703	11,713	90,98	16,241	28,4788
X <sub>4</sub>	100	31,16	28,55	3116	0,337	76,05	14,916	47,8753
X <sub>5</sub>	100	4,32	2,23	432	0,073	26,15	5,127	118,7905
X <sub>6</sub>	100	1,05	0,06	105	0,000	52,80	6,173	587,4372
X <sub>7</sub>	100	2,98	3,00	298	4,419	5,26	0,674	22,6027
X <sub>8</sub>	100	24,88	18,00	2488	3,000	102,00	19,072	76,6540
X <sub>9</sub>	100	33,20	27,00	3320	6,000	108,00	22,651	68,2261

*Źródło:* obliczenia własne w programie *Statistica*  
*Source:* own calculations in the program *Statistica*

Najważniejszym wskaźnikiem jest współczynnik zmienności, gdyż jest to miara zróżnicowania rozkładu cechy. Pozwala on podjąć decyzję o wyeliminowaniu z badania zmiennych quasi-stałych. Zmienne takie mają współczynnik na poziomie poniżej 10%. Jak można zauważyć w tabeli 1, zmienne takie w zbiorze danych nie występują. W kolejnym kroku wykonano normalizację danych z wykorzystaniem wzoru (1) i przystąpiono do obliczeń odległości euklidesowej oraz łączenia pojedynczych skupisk. Na rysunku 1 przedstawiono wynik obliczeń w postaci dendrogramu.





Rys. 1. Dendrogram drzewa powstały z użyciem metody Warda

Fig. 1. Tree dendrogram formed using the Ward's method

Źródło: opracowanie własne w programie Statistica v. 12

Source: own program Statistica v. 12

Na poziomie około połowy maksymalnej odległości wiązania widoczny jest podział na trzy grupy podobnych obiektów. W tym miejscu została zaznaczona na rysunku 1 linia przecinająca wykres i wyodrębniająca trzy osobne grupy, w których występuje podobieństwo badanych atrybutów. W pierwszej grupie znalazło się trzydzieści osiem gmin, w drugiej – trzydzieści trzy grupy, a w trzeciej dwadzieścia dziewięć gmin. Średnie wartości badanych zmiennych w poszczególnych grupach zestawiono w tabeli 2.

Największa liczba pożarów (40) oraz intensywnych opadów deszczu, śniegu, lokalnych podtopień oraz silnych wiatrów (53) występuje w grupie drugiej. Obszary te charakteryzują się najwyższym średnim współczynnikiem waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (RPP – 70,1), największą średnią powierzchnią ogólną gminy (27 092 km<sup>2</sup>) oraz największym udziałem gruntów zurbanizowanych. Grupę pierwszą cechuje największy średni udział użytków rolnych w powierzchni gminy (69,33%), najmniejsza średnia powierzchnia gminy (18 815 km<sup>2</sup>), gruntów leśnych i zadrzewionych (22,4%) oraz wód płynących i stojących (kolejno 1,9% i 0,1%). W grupie tej występuje także najniższa średnia liczba pożarów oraz intensywnych opadów deszczu, śniegu, lokalnych podtopień i silnych wiatrów w badanym przedziale czasu. W trzeciej grupie znalazły się gminy skupiające obszary o najniższej średniej wartości: wskaźnika waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (58,8), powierzchni gruntów rolnych oraz gruntów zurbanizowanych (3,9% i 2,5%). Wśród badanych grup ostatnia przejawia się największym udziałem zarówno wód płynących, jak i wód morskich oraz stojących (6,7% i 3%). Pozostałe zmienne, w tym liczba pożarów (19) i miejscowych zagrożeń (29), przyjmują wartości średnie.

Rozkład przestrzenny podobnych (konwergentnych) grup gmin w województwie warmińsko-mazurskim przedstawiono na rysunku 2.

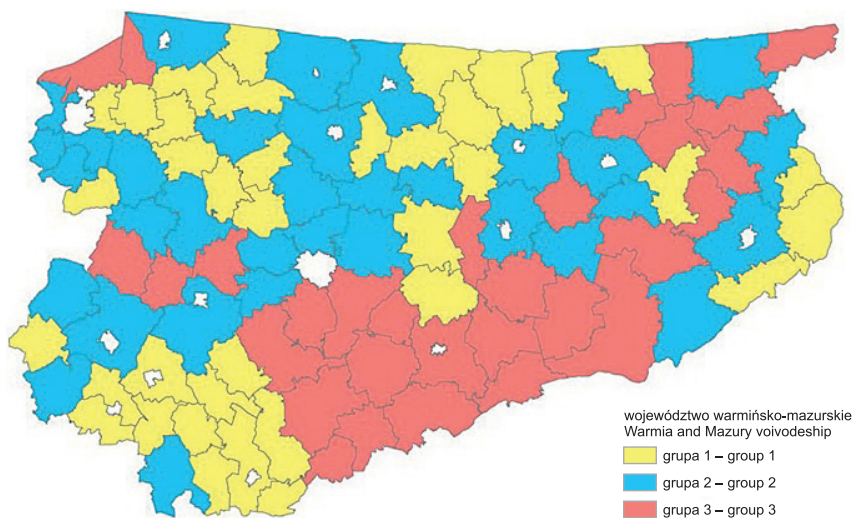
Tabela 2. Średnie wartości zmiennych w wyróżnionej grupie badanych gmin  
 Table 2. Average values of the variables in the highlighted group surveyed municipalities

Oznaczenie gminy Designation municipalities	Nazwa gminy Name of the municipalities	Oznaczenie zmiennej – Variable								
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>
C <sub>81</sub>	Rybno									
C <sub>29</sub>	Łowo-Osada									
C <sub>62</sub>	Nowe Miasto Lubawskie									
C <sub>44</sub>	Kurzętnik									
C <sub>11</sub>	Dąbrówno									
C <sub>30</sub>	Janowiec Kościelny									
C <sub>74</sub>	Płońnica									
C <sub>25</sub>	Grodziczno									
C <sub>97</sub>	Wieliczki									
C <sub>10</sub>	Budry									
C <sub>42</sub>	Kozłowo									
C <sub>48</sub>	Lubawa									
C <sub>15</sub>	Działdowo									
C <sub>35</sub>	Kalinowo									
C <sub>55</sub>	Miłakowo									
C <sub>76</sub>	Prostki									
C <sub>27</sub>	Grunwald									
C <sub>99</sub>	Wydminy									
C <sub>16</sub>	Dźwierzuty	69,6	18 815	69,3	22,4	1,9	0,1	3,1	16	20
C <sub>6</sub>	Biskupiec (powiat olsztyński)									
C <sub>58</sub>	Młynary									
C <sub>98</sub>	Wilczęta									
C <sub>82</sub>	Rychliki									
C <sub>54</sub>	Milejewo									
C <sub>84</sub>	Sępapol									
C <sub>71</sub>	Pieniężno									
C <sub>73</sub>	Płoskinia									
C <sub>86</sub>	Srokowo									
C <sub>45</sub>	Lelkowo									
C <sub>78</sub>	Reszel									
C <sub>37</sub>	Kisielice									
C <sub>91</sub>	Świątki									
C <sub>38</sub>	Kiwity									
C <sub>49</sub>	Lubomino									
C <sub>22</sub>	Godkowo									
C <sub>8</sub>	Bisztynek									
C <sub>40</sub>	Korsze									
C <sub>2</sub>	Barciany									

C <sub>56</sub>	Milki									
C <sub>53</sub>	Mikołajki									
C <sub>95</sub>	Węgorzewo									
C <sub>21</sub>	Giżycko									
C <sub>52</sub>	Markusy									
C <sub>26</sub>	Gronowo Elbląskie									
C <sub>51</sub>	Małdyty									
C <sub>20</sub>	Gietrzwałd									
C <sub>34</sub>	Jonkowo									
C <sub>14</sub>	Dywity									
C <sub>68</sub>	Pasłęk									
C <sub>17</sub>	Elbląg									
C <sub>63</sub>	Olecko									
C <sub>7</sub>	Biskupiec (powiat nowomiejski)									
C <sub>59</sub>	Morąg									
C <sub>67</sub>	Ostróda									
C <sub>18</sub>	Ełk	70,1	27 092	58,7	28,5	5,1	0,4	3,3	40	53
C <sub>60</sub>	Mrągowo									
C <sub>36</sub>	Kętrzyn									
C <sub>39</sub>	Kolno									
C <sub>33</sub>	Jeziorany									
C <sub>9</sub>	Braniewo									
C <sub>4</sub>	Bartoszyce									
C <sub>46</sub>	Lidzbark									
C <sub>89</sub>	Susz									
C <sub>65</sub>	Orneta									
C <sub>12</sub>	Dobre Miasto									
C <sub>47</sub>	Lidzbark Warmiński									
C <sub>24</sub>	Górowo Iławeckie									
C <sub>28</sub>	Iława									
C <sub>5</sub>	Biała Piska									
C <sub>23</sub>	Gołdap									
C <sub>3</sub>	Barczewo									
C <sub>94</sub>	Tolkmicko									
C <sub>19</sub>	Frombork									
C <sub>72</sub>	Pisz									
C <sub>70</sub>	Piecki									
C <sub>77</sub>	Purda	58,8	25 813	39,0	45,6	6,7	3,0	2,5	19	29
C <sub>66</sub>	Orzysz									
C <sub>90</sub>	Szczytno									
C <sub>64</sub>	Olsztynek									

C <sub>61</sub>	Nidzica
C <sub>80</sub>	Ruciane-Nida
C <sub>32</sub>	Jedwabno
C <sub>96</sub>	Wielbark
C <sub>93</sub>	Świątajno (powiat szczycieński)
C <sub>31</sub>	Janowo
C <sub>100</sub>	Zalewo
C <sub>87</sub>	Stare Juchy
C <sub>85</sub>	Sorkwity
C <sub>92</sub>	Świątajno (powiat olecki)
C <sub>83</sub>	Ryn
C <sub>75</sub>	Pozezdrze
C <sub>69</sub>	Pasym
C <sub>57</sub>	Miłomłyn
C <sub>88</sub>	Stawiguda
C <sub>50</sub>	Łukta
C <sub>43</sub>	Kruklanki
C <sub>79</sub>	Rozogi
C <sub>41</sub>	Kowale Oleckie
C <sub>13</sub>	Dubeninki
C <sub>1</sub>	Banie Mazurskie

Źródło: opracowanie własne  
Source: own study



Rys. 2. Rozkład przestrzenny gmin o podobnych charakterystykach w województwie warmińsko-mazurskim  
Fig. 2. Spatial distribution of municipalities with similar characteristics in the Warmia-Mazury

Źródło: opracowanie własne  
Source: own study

## PODSUMOWANIE

Celem badań była analiza podobieństwa atrybutów przestrzeni charakteryzujących obszary użytkowane rolniczo narażonych na zachodzące zmiany klimatyczne. Badania wykonano dla gmin wiejskich oraz części wiejskiej gmin miejsko-wiejskich województwa warmińsko-mazurskiego. Obszar poddany analizom oraz sektory gospodarcze tam obecne w dużym stopniu narażone są na występowanie zjawisk ekstremalnych. W artykule przedstawiono propozycję sposobu wyodrębniania obszarów (gmin) ze względu na podobieństwo zestawu cech charakterystycznych ujmujących narażenie ich na zjawiska ekstremalne. W badaniach rozpatrywano pożary wywołane uderzeniami pioruna oraz intensywne opady deszczu, śniegu, lokalne podtopienia i silne wiatry. Z przeprowadzonych analiz wynika, iż najniższa liczba pożarów, intensywnych opadów deszczu, śniegu, lokalnych podtopień i silnych wiatrów występuje na terenie o najniższym wskaźniku powierzchni wód stojących oraz najwyższym wskaźniku użytków rolnych. Najwyższa liczba lokalnych zagrożeń występuje w gminach o najwyższym wskaźniku rolniczej przestrzeni produkcyjnej i wysokim wskaźniku powierzchni terenów zurbanizowanych. W gminach, w których występuje wysoki wskaźnik powierzchni lasów oraz wód płynących i stojących, wskaźnik pożarów, intensywnych opadów deszczu, śniegu, lokalnych podtopień i silnych wiatrów znajduje się na średnim poziomie w badanej grupie.

W zaprezentowanej propozycji badań nie wykazano kategorię podobieństwa zestawu cech charakteryzujących badane gminy, które mogłyby świadczyć o wysokim stopniu ryzyka występowania zjawisk ekstremalnych. W dalszych analizach wskazane byłoby rozszerzenie przestrzenne badań oraz zestawu charakterystyk opisujących gminy.

## PIŚMIENNICTWO

- Białoskórski, R. (2010). Wyzwania i zagrożenia bezpieczeństwa XXI wieku (Challenges and security threats XXI century). Wyższa Szkoła Cła i Logistyki, Warszawa.
- Furmańczyk, A. (2013). Zmiany klimatu w środowisku naturalnym (Climate change in the environment). *Myśl Społeczno-Ekonomiczna. Studencki Zeszyt Naukowy* 37,37–49.
- Gatnar, E. (1998). Symboliczne metody klasyfikacji danych (Symbolic methods of data classification). PWN, Warszawa, ss. 228.
- Giddens, A. (2010). Klimatyczna katastrofa (The politics of climate change). Wyd. Prószyński i Spółka, Warszawa.
- Główny Urząd Statystyczny (Central Statistical Office of Poland. Information Portal), [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl), dostęp: 10.09.2016.
- Grabiński, T., Sokołowski, A. (1984). Z badań nad efektywnością wybranych procedur taksonomicznych (Research over the effectiveness of selected taxonomic procedures). *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie* 181, 63–79.
- Klimada. Adaptacja do zmian klimatu (Klimada. Adaptation to climate change), [www.klimada.mos.gov.pl](http://www.klimada.mos.gov.pl), dostęp: 10.09.2016.
- Kryzys globalny. Początek czy koniec? (Global crisis. The beginning of the end?) (2009). Red. (Ed.) J., Winięcki, Gdańsk.
- Kundzewicz, Z. (2011). Zmiany klimatu, ich przyczyny i skutki – obserwacje i projekcje (Climate changes, their reasons and effects – observations and projections). *Landform Analysis* 15, 39–49.

- Meehl, G., A., Stocker, T., F., Colline, W., D., Friedlingstein, P., Gaye, A., T., Gregory, J., M., Kitoh, A., Knutti R., Murphy, J., M., Noda, A., Raper, S., C., B., Watterson, I., G., Weaver, A.J (2007). Climate change 2007. The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). Cambridge University Press, United Kingdom and New York, USA.
- Michalska, B. (2011). Tendencje zmian temperatury powietrza w Polsce (Tendencies of air temperature changes in Poland). *Prace i Studia Geograficzne* 47, 67–75.
- Moździoch, M., Ploch, A. (2010). Zmiany klimatyczne a ubezpieczenia upraw rolnych (Climatic changes and crop insurance). *Wiadomości Ubezpieczeniowe* 3, 133–150.
- Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu sporządzona w Nowym Jorku 9 maja 1992 r. (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC). Dz.U. 1996 nr 53 poz. 238.
- Sadowski, M. (2005). Ocena potencjalnych skutków społeczno-gospodarczych zmian klimatu w Polsce (The assessment of potential socio-economic climate in Poland). Instytut Ochrony Środowiska, ss. 11.
- Strategiczny plan adaptacji dla sektorów obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 (Strategic Plan for the adaptation of sectors sensitive areas to climate change by 2020). (2013). Ministerstwo Środowiska, Wyd. IOŚ-PIB, Warszawa.
- Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski według gmin (Valorisation of agricultural production area according to Polish municipalities). (1981). Red. (Ed.) T., Witek. IUNIG Puławy.
- Woś, A. (1996). Meteorologia dla geografów (Meteorology for geographers). PWN, Warszawa.

## CONVERGENCE OF SPATIAL CHARACTERISTICS AREAS EXPOSED TO EFFECTS OF EXTREME EVENTS

**Summary.** The greenhouse effect caused by the emission of greenhouse gases affects the emerging climate change and at the same time is one of the reasons for the increasing number of extreme events on the ground. Also in Poland there is a noticeable change in the number of phenomena such as heavy rain, heavy snow, strong winds and fires caused by lightning. Studies in the Warmia and Mazury showed that the space exposed to the occurrence of extreme weather events have converged set of spatial features. With the knowledge of these conditions, you can adjust the catalog of adaptation measures that should be applied in activities that shape the village.

**Key words:** extreme events, climate change, rural areas, similar characteristics; spatial characteristics of rural areas

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 2.12.2016

Do cytowania – For citation:

Kocur-Bera, K. (2016). Konwergencja cech przestrzennych obszarów narażonych na skutki zdarzeń ekstremalnych. *Acta Sci. Pol. Administratio Locorum* 15(4), 73–85.