


Patryk Kaczmarek

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Wydział Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej
Zakład Studiów Regionalnych i Lokalnych
kaczy@amu.edu.pl,  <https://orcid.org/0000-0003-0977-5454>

Zróżnicowanie przestrzenne podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu w województwie wielkopolskim¹

Zarys treści: Artykuł prezentuje propozycję analizy zróżnicowania przestrzennego podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu w województwie wielkopolskim. Podatność jest istotną obecnie w literaturze miarą określającą poziom, w jaki dany system społeczno-ekonomiczny jest narażony na ponoszenie konsekwencji zmian klimatu, a także jakie ma zdolności adaptacyjne. Do analizy przyjęto zestaw wskaźników społeczno-gospodarczych opisujących cechy kapitału terytorialnego, który następnie za pomocą metod wskaźnikowych stał się podstawą do obliczenia miary Hellwiga.

Słowa kluczowe: zmiany klimatu, podatność na zmiany klimatu, zróżnicowanie przestrzenne, Wielkopolska

Wprowadzenie

Zmiany klimatu są rozpoznawalnym współczesnym megatrendem oddziałującym na rozwój społeczno-gospodarczy (Hajkiewicz i in. 2012, Prendecki 2012, Vielmetter, Sell 2014). Wpływ tych zmian (nawet różnie definiowanych) może być pośredni lub bezpośredni (Benson 2008). Z jednej strony system społeczno-gospodarczy odczuje natychmiastowo skutki zmieniającego się klimatu (np. fale upałów), a z drugiej strony negatywne efekty mogą uruchamiać procesy, których skutki mogą być nieoczywiste i niedostrzegalny będzie ich bezpośredni związek z klimatem. Ta determinanta w postaci zmian klimatu z jednej strony będzie pogarszała poziom tego rozwoju (Benson 2008, Hallegate, Rozenberg 2017, Melvin

¹ Artykuł powstał na podstawie fragmentów przygotowywanej przez autora pracy doktorskiej pod roboczym tytułem *Wyzwania terytorializacji polityki rozwoju województwa wielkopolskiego związane z adaptacją do zmian klimatu i mitygacją zmian klimatu* w Szkole Doktorskiej Nauk Społecznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, pod opieką naukową prof. dr. hab. Pawła Churskiego.

i in. 2016, Reyer i in. 2017), ale może też stać się dla niektórych regionów szansą na ich przyspieszony rozwój (Hajkowicz i in. 2012, Iglesias i in. 2012, IPCC 2018, Rezai i in. 2018). Taka sytuacja prowadzi do pogłębienia się dywergencji rozwoju (Diffenbaugh, Burke 2019) i potrzeby aktualizacji polityk rozwoju regionalnego. Mimo że, jak wskazuje literatura, zmiany klimatyczne są procesem globalnym, to konsekwencje dostrzegalne są na poziomie regionu (Selin Vanderveer 2005, Sovacool, Brown 2009), to właśnie region jest najlepszym poziomem do realizacji aktywnej i skutecznej polityki klimatycznej (Galarraga i in. 2001, Victor i in. 2005, Engel 2006). Właśnie dlatego istotne wydaje się poznanie stanu podatności kapitału terytorialnego, który powinien być wykorzystywany do podejmowania działań adaptacyjnych i mitygacyjnych. Celem artykułu jest odpowiedź na pytanie badawcze: jak obszar województwa wielkopolskiego różnicuje się przestrzennie pod względem poziomu podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu? Odpowiedź na to pytanie pozwoli wskazać gminy w województwie wielkopolskim, które mają szczególne predyspozycje do znalezienia się w sytuacji, w której zmiany klimatu będą istotnie oddziaływać na rozwój społeczno-gospodarczy, a tym samym wskazać obszary, które wymagają szczególnej interwencji polityki rozwoju.

Metody badawcze i źródła danych

W przeprowadzonym postępowaniu badawczym przedstawionym w niniejszym artykule wykorzystane zostały zarówno metody jakościowe, jak i ilościowe. Na pierwszym etapie dokonano przeglądu literatury, który pozwolił uporządkować wiedzę na temat podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu. Na etapie drugim zastosowano metody ilościowe. Były one reprezentowane przez grupę metod wskaźnikowych (Czyż 2016), która wykorzystywała zmienne zebra- ne w macierzy informacji geograficznej. Metody wskaźnikowe należą do klasycznych metod używanych w geografii społeczno-ekonomicznej (Chojnicki 1977). Dobór wskaźników oparty został na wiedzy pochodzącej z przeglądu literatury dotyczącej wpływu zmian klimatu na zróżnicowanie przestrzenne rozwoju społeczno-gospodarczego. Wybrane do badania wskaźniki zostały opisane w tabeli 1. Pierwszym krokiem w przygotowaniu wskaźników było stworzenie macierzy korelacji liniowej. W celu realizacji tego zadania wykorzystano współczynnik korelacji liniowej Pearsona:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1} (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1} (y_i - \bar{y})^2}}$$

Następnie gotowa macierz korelacji została poddana redukcji w celu uzyskania cech diagnostycznych. Do dokonania redukcji konieczne było wyznaczenie wartości krytycznej korelacji, którą obliczono ze wzoru:

$$r^* = \sqrt{\frac{(t^*)^2}{n - 2 + (t^*)^2}}$$

gdzie:

r^* – wartość krytyczna korelacji,

n – liczba jednostek przestrzennych,

t^* – wartość z tablic rozkładu t-Studenta.

Potem przeprowadzono standaryzację wartości wybranych cech za pomocą metody unitaryzacji zerowanej (Kukuła 1999, Kukuła, Bogacz 2014). Przedmiotową procedurę rozpoczęto od wyznaczenia stałego punktu odniesienia $R(X_i)$, którym jest rozstęp zmiennej normowanej:

$$R(X_i) = \max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}$$

Następnie dokonano normowania cech:
dla stymulant:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}$$

gdzie:

$Z_{ij} \in [0,1]$

$Z_{ij} = 1 \leftrightarrow x_{ij} = \min_i x_{ij}$

$Z_{ij} = 0 \leftrightarrow x_{ij} = \max_i x_{ij}$

oraz dla destymulant:

$$Z_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}$$

gdzie:

$Z_{ij} = 0 \leftrightarrow x_{ij} = \max_i x_{ij}$

$Z_{ij} = 1 \leftrightarrow x_{ij} = \min_i x_{ij}$

Przygotowane w ten sposób zmienne stały się podstawą do dalszych obliczeń. W następnym kroku skonstruowano miarę syntetyczną Hellwiga (Bąk 2016). Rozpoczęto tę procedurę od określenia współrzędnych wzorca:
dla stymulant:

$$Z_{0j} = \max_i \{Z_{ij}\}$$

oraz dla destymulant:

$$Z_{0j} = \min_i \{Z_{ij}\}$$

Następnie obliczono odległość obiektów od wzorca:

$$d_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_{0j})^2}$$

Na końcu obliczono wartość miary Hellwiga:

$$q_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0}$$

gdzie:

$$d_0 = \bar{d}_0 + 2s_d$$

$$\bar{d}_0 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n d_{i0}$$

$$s_d = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (d_{i0} - \bar{d}_0)^2}$$

Wartość miary Hellwiga mieści się w przedziale [0, 1]. Im wyższe wartości miara przyjmuje, tym badany obiekt znajduje się bliżej wyznaczonego wzorca. Pracując na uzyskanych wartościach miary Hellwiga, przeprowadzona została klasyfikacja jednostek na podstawie średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego miary Hellwiga:

bardzo niska podatność społeczno-ekonomiczna na zmiany klimatu
 niska podatność społeczno-ekonomiczna na zmiany klimatu
 średnia podatność społeczno-ekonomiczna na zmiany klimatu
 wysoka podatność społeczno-ekonomiczna na zmiany klimatu
 bardzo wysoka podatność społeczno-ekonomiczna na zmiany klimatu

$$\begin{aligned} &V_i > \bar{V} + 1\frac{1}{2}S_v \\ &\bar{V} + \frac{1}{2}S_v \leq V_i \leq \bar{V} + 1\frac{1}{2}S_v \\ &\bar{V} - \frac{1}{2}S_v \leq V_i \leq \bar{V} + 1\frac{1}{2}S_v \\ &\bar{V} - \frac{1}{2}S_v \leq V_i \leq \bar{V} - 1\frac{1}{2}S_v \\ &V_i \leq \bar{V} - 1\frac{1}{2}S_v \end{aligned}$$

Wykorzystane w artykule dane pochodziły z Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego, bazy REGON oraz Urzędu Komunikacji Elektronicznej. Przeprowadzone obliczenia wykonano w programie MS Excel, a uzyskane wyniki klasyfikacji zobrazowano w postaci ryciny (ryc. 1) za pomocą oprogramowania QGIS.

Podatność społeczno-ekonomiczna na zmiany klimatu

We współczesnej literaturze naukowej opisywany jest zauważalny wpływ zmian klimatu na rozwój społeczno-gospodarczy, który przedstawiany jest jako podatność (ang. *vulnerability*) (m.in.: O'Brien i in. 2004, Adger 2006, Fussel, Klein 2006, Hahn i in. 2009, Rucińska 2015, IPCC 2018, Wilk i in. 2018) oraz wykorzystywany do operacjonalizacji działań przez instytucje (Hahn i in. 2009). W literaturze istnieje zróżnicowane podejście do definiowania tego pojęcia. Pojęcie podatności oraz jego zakres w znacznym stopniu ewoluowały zarówno w nauce, jak i polityce klimatycznej (Adger 2006, Fussel, Klein 2006). Pierwszą definicję można

przedstawić za zespołem autorów (O'Brien i in. 2004) (poszukującym zróżnicowań podatności na zmiany klimatu w Indiach), który uważa podatność za funkcję wielu czynników biofizycznych i społeczno-ekonomicznych. Łącząc zdolności adaptacyjne w wymiarze biofizycznym, technicznym oraz fizycznym wraz z danymi hydrometeorologicznymi wskazującymi na wrażliwość, można uzyskać według tych autorów obraz podatności na zmiany klimatu. Szeroko cytowana praca Adgera z 2006 r., która zawiera przegląd literatury dotyczącej podatności na zmiany klimatu, charakteryzuje to pojęcie jako negatywne zjawisko; wstrząsy i stresy doświadczane przez system społeczno-ekologiczny, a także reakcją tego systemu i jego zdolność do działań adaptacyjnych. Innym podejściem jest uznanie podatności za stopień, w jakim system naturalny lub społeczny jest podatny na doznanie szkód spowodowanych zmianą klimatu lub jej skutkami, co przedstawia w swojej propozycji zespół Wilk (2018). W raporcie z 2018 r. Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu ONZ charakteryzuje podatność (IPCC 2018) jako „skłonność lub predyspozycje do bycia niekorzystnie dotkniętym zmianami klimatu. Podatność obejmuje różne koncepcje i elementy, w tym wrażliwość lub podatność na straty i brak zdolności z poradzeniem sobie i dostosowaniem się”. Z kolei na polskim gruncie praktyki polityki klimatycznej Ministerstwo Środowiska, przygotowując *Podręcznik adaptacji dla miast. Wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu* (2015), przedstawiło (powołując się na wcześniejszą definicję tego pojęcia według IPCC z 2007 r.) podatność jako złożoną ocenę danego terytorium; zakres, w jakim dany system reaguje na niekorzystne oddziaływanie zmian klimatu, w tym na zmienność i ekstremalne warunki klimatyczne. Na tę ocenę składa się wpływ zmian klimatu na dany teren (uszczegółowiony poprzez badanie ekspozycji na czynnik klimatyczny oraz wrażliwość obszaru na dany czynnik) oraz zdolności adaptacyjne. Sugerowane podejście dokonuje analizy podatności poprzez połączenie analizy jakościowej i ilościowej danego terytorium.

Na potrzeby pracy pojęcie podatności zostało scharakteryzowane jako zestaw cech społeczno-ekonomicznych systemu przekładający się na poziom, w jaki dany system jest podatny na ponoszenie konsekwencji zmian klimatu, a także jakie ma zdolności adaptacyjne. Cechy tego systemu mają charakter zarówno społeczno-gospodarczy, jak i środowiskowy.

Klasyfikacja przestrzenna podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu w województwie wielkopolskim

W celu przeprowadzenia klasyfikacji gmin województwa wielkopolskiego pod względem ich podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu przygotowany został autorski wybór wskaźników. Z pewnością dobór wskaźników ilustrujących podatność stanowi podstawowe wyzwanie, na co wskazuje Adger (2006). Postępowanie badawcze składało się z trzech etapów. Na etapie pierwszym przeprowadzono dobór 24 cech kapitału terytorialnego gmin uporządkowanych

Tabela 1. Przyjęte wskaźniki opisujące podatność społeczno-ekonomiczną na zmiany klimatu

Czynniki rozwoju regionalnego	Wskaźnik	Oznaczenie wskaźnika	Źródło	Typ
Kapitał ludzki	obciążenie demograficzne	W1	BDL GUS	D
	przyrost naturalny na 1000 ludności	W2	BDL GUS	S
	gęstość zaludnienia [osób na km ²]	W3	BDL GUS	D
	udzielone porady lekarskie [porady na 1000 mieszkańców]	W4	BDL GUS	D
	przychodnie na 10 000 mieszkańców	W5	BDL GUS	D
	liczba osób pracujących w sektorze rolnym na 100 mieszkańców	W6	REGON	D
	bezrobotni na 100 osób w wieku produkcyjnym	W7	BDL GUS	D
Kapitał społeczny	frekwencja w wyborach samorządowych w 2018 r. do rad gmin i rad miast w miastach na prawach powiatu [%]	W8	BDL GUS	S
	podmioty gospodarcze wpisane do rejestru na 1000 ludności	W9	BDL GUS	S
	udział wyższych urzędników, kierowników oraz specjalistów w ogóle radnych [%]	W10	BDL GUS	D
Kapitał materialny	udział powierzchni gruntów rolnych w powierzchni całkowitej [%]*	W11	BDL GUS	D
	udział powierzchni chronionej w powierzchni całkowitej [%]	W12	BDL GUS	S
	zużycie wody na jednego mieszkańca [dm ³ /os.]	W13	BDL GUS	D
	długość sieci kanalizacyjnej [liczba kilometrów na 10 000 mieszkańców]	W14	BDL GUS	S
Kapitał finansowy	udział mieszkańców z dostępem do sieci LTE	W15	UKE	S
	liczba beneficjentów środowiskowej pomocy społecznej [osób na 1000 mieszkańców]**	W16	BDL GUS	D
	dochody z podatku PIT na 1 mieszkańca [zł/os.]**	W17	BDL GUS	S
	dochody z podatku CIT na 1 mieszkańca [zł/os.]**	W18	BDL GUS	S
	wydatki na gospodarkę komunalną i ochronę środowiska [kwota na jednego mieszkańca]**	W19	BDL GUS	S
	wydatki majątkowe inwestycyjne gmin na 1 mieszkańca [zł/os.]**	W20	BDL GUS	S
	podmioty działalności finansowej i ubezpieczeniowej na 10 000 ludności	W21	BDL GUS	S
	wartość dofinansowania z środków europejskich [kwota na jednego mieszkańca]**	W22	BDL GUS	S
Innowacje	spółki handlowe z udziałem kapitału zagranicznego na 10 000 ludności	W23	BDL GUS	S
	fundacje, stowarzyszenia, organizacje na 1000 lub 10 000 mieszkańców***	W24	BDL GUS	S

* dane z 2014 roku.

** ze względu na roczną zmienność wartości wskaźnika zastosowano średnią z lat 2018–2020.

*** wskaźnik ten został zakwalifikowany do opisu innowacji, a nie kapitału społecznego ze względu na uznanie lokalnych organizacji pozarządowych jako źródła innowacji społecznych, tj. innowacji które stanowią rozwiązania problemów w tym również tych związanych z zmianami klimatu.

D – destymulanta, S – stymulanta.

Źródło: opracowanie własne.

w przyjętym w niniejszej pracy układzie czynników rozwoju, zaproponowanym przez Churskiego i zespół (2019). Na etapie drugim przyjęte do analizy cechy zostały opisane za pomocą wskaźników statystycznych (tab. 1). Podczas tej procedury napotkano ograniczenia związane z dostępnością do danych, co doprowadziło do zróźnicowania liczby wskaźników w układzie poszczególnych czynników rozwoju. Konsekwencją podjętych decyzji na etapie trzecim była konkretyzacja geograficznej bazy obserwacji, która ostatecznie przybrała kształt macierzy informacji geograficznej o wymiarach 226 gmin (wszystkie gminy województwa wielkopolskiego) na 24 cechy opisujące kapitał terytorialny w przyjętym w artykule układzie pięciu czynników rozwoju.

W wyniku procedury redukcji, w której wykorzystano współczynnik korelacji liniowej Pearsona, za istotne statystycznie uznano 14 wskaźników. Dodatkowo dokonano merytorycznego wyboru 15. wskaźnika opisującego dochody z podatku PIT na 1 mieszkańca (zł/os.) jako najbardziej reprezentatywnego dla pomiaru dobrobytu gminy. Trzy wskaźniki opisywały kapitał ludzki, dwa – kapitał społeczny, cztery – kapitał materialny, cztery – kapitał finansowy oraz 1 – innowacje. W grupie 14 wskaźników 10 z nich miało charakter stymulant i odpowiednio 4 – destymulant (tab. 2).

Tabela 2. Wskaźniki opisujące podatność społeczno-ekonomiczną na zmiany klimatu przyjęte po redukcji

Czynniki rozwoju regionalnego	Wskaźnik	Oznaczenie wskaźnika	Typ
Kapitał ludzki	przyrost naturalny na 1000 ludności	W2	S
	udzielone porady lekarskie [porady na 1000 mieszkańców]	W4	D
	liczba osób pracujących w sektorze rolnym na 100 mieszkańców	W6	D
	bezrobotni na 100 osób w wieku produkcyjnym	W7	D
Kapitał społeczny	frekwencja w wyborach samorządowych w 2018 roku do rad gmin i rad miast w miastach na prawach powiatu [%]	W8	S
	podmioty gospodarcze wpisane do rejestru na 1000 ludności	W9	S
Kapitał materialny	udział powierzchni gruntów rolnych w powierzchni całkowitej [%]	W11	D
	udział powierzchni chronionej w powierzchni całkowitej [%]	W12	S
	Zużycie wody na jednego mieszkańca [dm ³ /os.]	W13	D
Kapitał finansowy	udział mieszkańców z dostępem do sieci LTE	W15	S
	dochody z podatku PIT na 1 mieszkańca [zł/os.]*	W17	S
	wydatki na gospodarkę komunalną i ochronę środowiska [kwota na jednego mieszkańca]	W19	S
	wydatki majątkowe inwestycyjne gmin na 1 mieszkańca [zł/os.]	W20	S
	wartość dofinansowania z środków europejskich [kwota na jednego mieszkańca]	W22	S
Innowacje	fundacje, stowarzyszenia, organizacje na 1000 lub 10 000 mieszkańców	W24	S

* wybór merytoryczny.

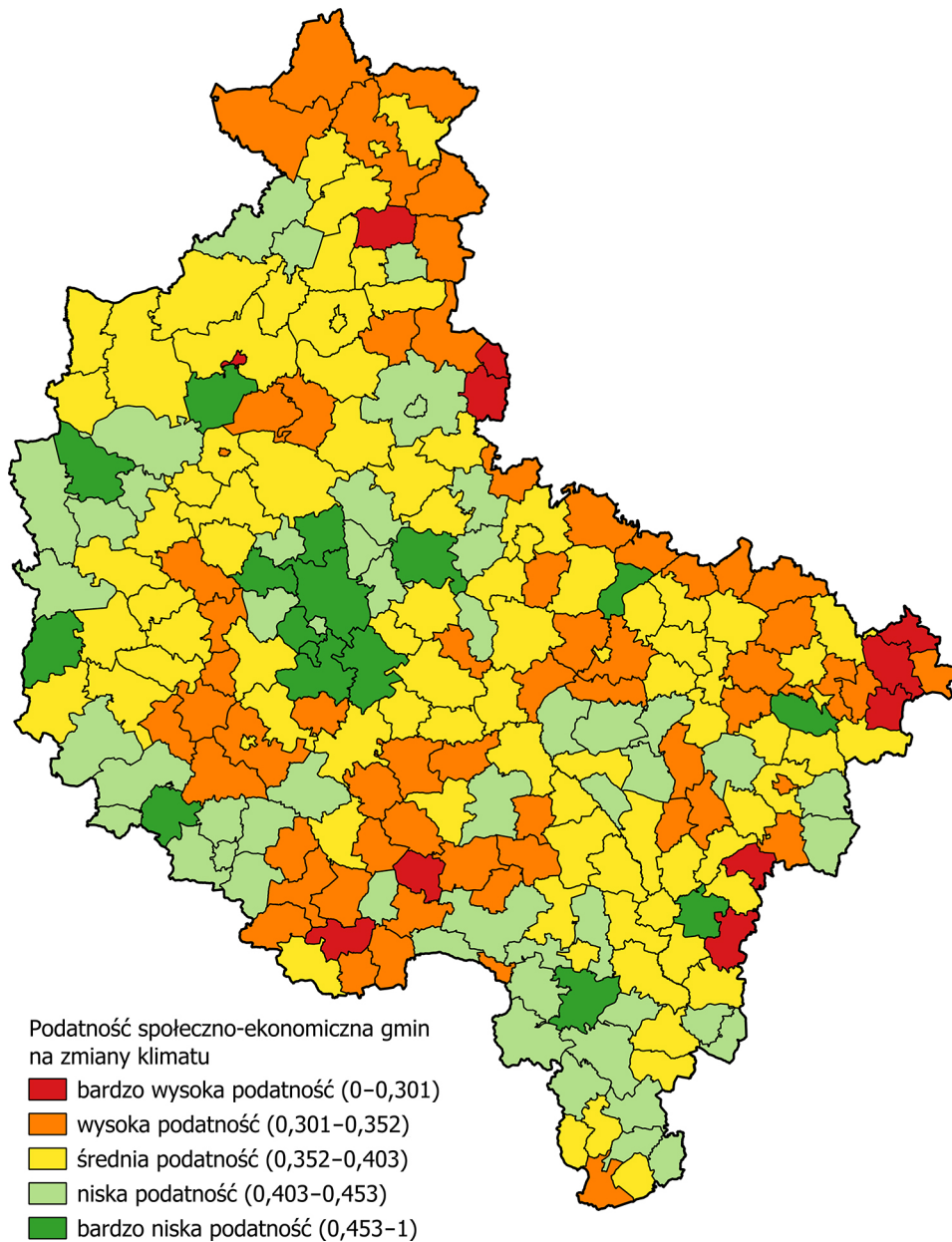
D – destymulanta, S – stymulanta

Źródło: opracowanie własne.

Wartości wybranych jako istotne statystycznie wskaźników zostały zestandaryzowane za pomocą metody unitaryzacji zerowanej polegającej na wyznaczeniu stałego punktu odniesienia dla zmiennych. Następnie skonstruowano miarę syntetyczną Hellwiga, której wartości w pracy są interpretowane następująco: bardzo wysoki poziom rozwoju interpretowany jest jako bardzo niska podatność społeczno-gospodarcza na zmiany klimatu i – odwrotnie – relatywnie niski poziom rozwoju utożsamiany jest z relatywnie wysoką podatnością społeczno-gospodarczą na zmiany klimatu. Na dalszym etapie przeprowadzona została klasyfikacja przestrzenna gmin oparta na średniej i odchyleniu standardowym wartości miary Hellwiga.

Wyniki przeprowadzonej klasyfikacji gmin województwa wielkopolskiego wskazują na duże zróżnicowanie przestrzenne zjawiska podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu (ryc. 1). W skali województwa wielkopolskiego wartości wykorzystanego wskaźnika syntetycznego (miara Hellwiga) zamykają się w przedziale od 0,591 do 0,248, gdzie im wartość znajdowała się bliżej liczby 1, tym podatność społeczno-ekonomiczna na zmiany klimatu była niższa. Na podstawie uzyskanych wyników wyszczególniono pięć klas podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu, w układzie których dokonano klasyfikacji 266 gmin województwa wielkopolskiego. Procedurę klasyfikacji przeprowadzono, uwzględniając wartość odchylenia standardowego. Analiza uzyskanego rozkładu przestrzennego klas podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu pozwala zidentyfikować ogólną prawidłowość przejawiającą się we wzroście podatności na zmiany klimatu wraz z oddaleniem od centrum województwa. Tym samym uwidacznia się dodatkowo prawidłowość potwierdzająca istotny wpływ różnicowań rozwojowych na zróżnicowania przestrzenne podatności na zmiany klimatu. Obszary o relatywnie lepszym poziomie rozwoju społeczno-gospodarczego charakteryzują się niższą podatnością i – odwrotnie – obszary o relatywnie niższym poziomie rozwoju charakteryzują się wyższą podatnością na zmiany klimatu.

Do klasy o bardzo niskiej podatności zaliczono 16 gmin. Są to gminy położone głównie w centrum województwa, w granicach aglomeracji poznańskiej. W tej klasie i spośród wszystkich badanych gmin województwa wielkopolskiego najlepszy wynik osiągnęła gmina Suchy Las – 0,509. Kolejną klasę stanowią gminy o niskiej podatności, do tej klasy zaliczono 51 gmin województwa wielkopolskiego. Są to gminy głównie zlokalizowane w południowej i centralnej części województwa. Największą grupę, o liczebności 86 jednostek, stanowią te charakteryzujące się średnią podatnością. Rozmieszczone są na całym obszarze województwa wielkopolskiego. Występują w kilku obszarach województwa pogrupowane w większe podobszary, których rozkład nie wykazuje zauważalnych prawidłowości przestrzennych. Kolejne 62 gminy zostały zaliczone do klasy charakteryzującej się wysoką podatnością na zmiany klimatu. Gminy te występują głównie w obszarach peryferyjnych w województwie wielkopolskim, oddalonych od centrum regionu. Ostatnią wyszczególnioną klasą są gminy o bardzo wysokiej podatności na zmiany klimatu. W tej klasie znalazło się 11 położonych peryferyjnie gmin Wielkopolski. Najgorszy wynik wśród tych gmin oraz spośród wszystkich gmin województwa wielkopolskiego osiągnęła gmina Wapno – 0,248. Jednostki



Ryc. 1. Klasyfikacja przestrzenna gmin województwa wielkopolskiego pod względem podatności społeczno-gospodarczej na zmiany klimatu
Źródło: opracowanie własne.

zaliczane do tej klasy tworzą dwa skupienia przestrzenne, jedno w powiecie wągrowieckim na północy województwa (2 gminy) oraz drugie w powiecie kolskim na wschodzie województwa (3 gminy), a pozostałe gminy występują pojedynczo.

Analiza otrzymanych wyników odpowiada na cel niniejszego artykułu i pozwala odpowiedzieć na postawione na początku artykułu pytanie badawcze: jak obszar województwa wielkopolskiego różnicuje się przestrzennie pod kątem poziomu podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu? Uzyskana klasyfikacja pokazuje przestrzenne zróżnicowanie poziomu podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu. Część z klasyfikowanych gmin wykazuje szczególne predyspozycje o charakterze społeczno-ekonomicznym do bycia niekorzystnie dotkniętymi zmianami klimatu (są to gminy o bardzo wysokiej podatności na zmiany klimatu). Potwierdza to ustalenia m.in. Sovacool i Brown (2009) wskazujące, że zmiany klimatu dotyczą wszystkich regionów w podobny sposób, ale nie każdy w ten sam sposób będzie na nie reagował, co może prowadzić do pogłębiania się różnic w rozwoju.

Dyskusja

Dyskusja dotycząca zrealizowanego postępowania badawczego oraz otrzymanych wyników klasyfikacji przestrzennej koncentruje się na dwóch kluczowych wątkach. Pierwszym z nich jest procedura badawcza, a drugim są uzyskane wyniki. Adger (2006) w swojej publikacji dotyczącej podatności wskazuje dobór wskaźników jako podstawowe wyzwanie dla pomiaru zjawiska podatności. Wybrane wskaźniki powinny odzwierciedlać procesy społeczne oraz materialny wymiar badanych systemów (Adger 2006). W literaturze przedmiotu badania dotyczące podatności na zmiany klimatu opierają się na wskaźnikach społeczno-ekonomicznych (Yohe, Tol 2002, Vincent 2004, Kropp i in. 2006, Kienberger 2009) lub traktują łącznie wskaźniki społeczno-ekonomiczne wraz ze środowiskowymi (np. O'Brien i in. 2004, Kaspersen i in. 2005), a także bazują na szerokim zbiorze informacji poszerzonym dodatkowo o wyniki oceny jakościowej interesariuszy (Wilk i in. 2018, Gran Castro, Ramos de Robles 2019). Tak tworzone zestawy wskaźników generalizuje się najczęściej na podstawie estymacji wskaźnika syntetycznego (Vincent 2004, Kienberger 2009, Preston i in. 2011, Heltberg, Bonch-Osmolovskiy 2011, Khan, Salman 2011). Na tym tle zastosowane w niniejszym artykule podejście uwzględniające wykorzystanie wskaźników społeczno-gospodarczych oraz ich generalizację wpisuje się w praktykę dotychczasowych podejść badawczych. Oprócz struktury wskaźników istotną kwestią jest zakres analizy odnoszącej się do aspektów społeczno-gospodarczych. Mocną stroną przedstawionej w niniejszym artykule propozycji klasyfikacji jest podejście podejmujące próbę przedstawienia podatności społeczno-ekonomicznej w sposób holistyczny, to jest łączący różne obszary aktywności człowieka. Tak przyjęte podejście jest inne niż to powszechnie obserwowane w literaturze przedmiotu, w której większość ujęć ma charakter traktujący sektorowo problematykę podatności na zmiany klimatu. Przykładowo można przytoczyć prace dotyczące rolnictwa

(Žurovec i in. 2017), rybołówstwa (Sanapti, Gupta 2016) czy też turystyki (Scott i in. 2019). Bardzo popularną tematyką jest również podatność na zmiany klimatu z punktu widzenia aspektów stanu zdrowia człowieka (Confalonieri i in. 2009), zwłaszcza u osób starszych (Carter i in. 2016). Na podstawie przeglądu literatury można przyjąć, że zmiany klimatu determinują całość funkcjonowania życia człowieka (Meyer, Guss 2017), dlatego istotne jest jak najszersze podejście do badania podatności na zmiany klimatu, uwzględniające wiele obszarów aktywności człowieka. Uzasadnia to przyjęte w niniejszym artykule podejście. Przechodząc do drugiego wątku dotyczącego uzyskanych wyników, warto zwrócić uwagę na zgodność zidentyfikowanych prawidłowości w niniejszym artykule z wynikami innych badań. Przykładowo uwidaczniająca się podatność społeczno-ekonomiczna do zmian klimatu w województwie wielkopolskim w układzie rdzeń-peryferia nawiązuje do ustaleń dotyczących m.in. wybranych obszarów Brazylii (Menezes i in. 2018), Pakistanu (Khan, Salman 2012) czy Indii (O'Brien i in. 2004, Malakar, Mishra 2017), gdzie podobnie jak w województwie wielkopolskim obszary centralne charakteryzują się mniejszą podatnością na zmiany klimatu niż peryferia. Warto też zwrócić uwagę na powiązanie poziomu rozwoju gminy z poziomem podatności na zmiany klimatu, które zidentyfikowano w niniejszym badaniu. Marginalizacja ekonomiczna gmin przekłada się na konsekwencje finansowe w zakresie prowadzenia polityki klimatycznej i adaptacyjnej. Iglesias wraz ze współpracownikami (2017) podkreślają, że konieczne są znaczne nakłady na adaptację do zmian klimatu. Ich brak lub bardzo ograniczony poziom w gminach o słabej kondycji ekonomicznej prowadzi do zwiększania ich poziomu podatności na zmiany klimatu. Dotyczy to przede wszystkim obszarów peryferyjnych, które dotyka marginalizacja społeczno-ekonomiczna, co potwierdzają wyniki niniejszego badania. Wyniki przeprowadzonej klasyfikacji mają charakter statyczny, ponieważ dotyczą stanu na dany rok (część danych jest średnią z kilku lat lub konieczne było zastosowanie danych z innego roku ze względu na ich dostępność). Podobne podejście prezentują inne przykładowe prace dotyczące podatności na zmiany klimatu (Hahn i in. 2008, Tripathi 2017), co potwierdza słuszność zastosowanego podejścia w niniejszym artykule. Zwraca natomiast uwagę zakres przestrzenny przyjęty do badania podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu w niniejszym artykule. Zaproponowana klasyfikacja różni się od większości obecnych w literaturze przedmiotu. Najczęściej badania dotyczą poziomu kraju lub dużych stanów (Khan, Salman 2012, Das 2013, Menezes i in. 2018) czy też wybranych dzielnic miast (Adhav i in. 2021) lub nawet poszczególnych gospodarstw domowych (Zhang i in. 2019). Należy podkreślić, że ustalenia teoretyczne z rozdziału drugiego determinują w badaniu przyjęcie poziomu lokalnego i regionalnego. Zmiany klimatyczne są procesem globalnym, ale wielu autorów przywołuje poziom regionalny i lokalny jako te mające najlepsze instrumenty do prowadzenia skutecznej polityki klimatycznej (Galarraga in. 2001, Selin, Vandever 2005, Sovacool, Brown 2009). Warto zwrócić uwagę, że przyjęty w tym badaniu poziom gmin odpowiada polskim uwarunkowaniom prowadzenia lokalnej polityki rozwoju, ma więc także wymiar praktyczny. Właśnie dlatego uzyskana w klasyfikacji wiedza na temat zróżnicowania przestrzennego podatności na

zmiany klimatu na poziomie lokalnym może być unikalna i bardzo użyteczna dla identyfikacji terytoriów szczególnie podatnych na zmiany klimatu ze względu na ich cechy społeczno-ekonomiczne (Hinkel 2011).

Podsumowanie

Należy stwierdzić, że zrealizowana w niniejszym artykule analiza jest jedną z nielicznych w literaturze przedmiotu w Polsce. Jej wyróżnikiem jest uwzględnienie wymiaru społeczno-ekonomicznego w badaniu podatności na zmiany klimatu na poziomie lokalnym. Można również stwierdzić, że niektóre gminy są szczególnie podatne na wpływ zmian klimatu, co może dalej prowadzić do pogłębiania się różnicowań przestrzennych między tymi obszarami w zakresie oddziaływania społeczno-ekonomicznych efektów zmian klimatu. Stanowi to podstawę do kształtowania zróżnicowania regionalnego podatności na zmiany klimatu, które powinno być przedmiotem interwencji ukierunkowanej terytorialnie polityki regionalnej. Tym samym wyprowadzona w niniejszym artykule klasyfikacja podatności społeczno-ekonomicznej na zmiany klimatu powinna być użyteczna dla dalszych prac nad politykami adaptacyjnymi i mitygacyjnymi gmin województwa wielkopolskiego mających bardzo wysoki poziom tej podatności.

Literatura

- Adger W.N. 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3): 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Adhav C.A., Chandel B.S., Bhandari G.P., Ram H. 2021. Socio-economic vulnerability to climate change – Index development and mapping for districts in Maharashtra, India. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3854297>
- Bąk A. 2016. Porządkowanie liniowe obiektów metodą Hellwiga i TOPSIS – analiza porównawcza. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Taksonomia*, 26: 22–31.
- Benson N. 2008. *Climate Change, Effects*. [W:] S.G. Philander (red.), *Encyclopedia of global warming and climate change*. SAGE Publications, Inc. USA.
- Carter T.R., Fronzek S., Inkinen A., Lahtinen I., Lahtinen M., Mela H., O'Brien K.L., Rosentrater L.D., Ruuhela R., Simonsson L., Terama E. 2016. Characterising vulnerability of the elderly to climate change in the Nordic region. *Reg Environ Change*, 16: 43–58. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0688-7>
- Chojnicki Z. 1977. *Dylematy kwantyfikacji geografii*. [W:] *Metody ilościowe i modele w geografii*. PWN, Warszawa, s. 9–15.
- Churski P., Herodowicz T., Konecka-Szydłowska B., Perdał R. 2019. Czynniki rozwoju w praktyce polityki spójności zorientowanej terytorialnie. [W:] J. Danielewicz, D. Sikora-Fernandez (red.), *Zarządzanie rozwojem współczesnych miast*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 141–164.
- Confalonieri U.E.C., Marinho D.P., Rodriguez R.E. 2009. Public health vulnerability to climate change in Brazil. *Clim Res*, 40: 175–186. <https://doi.org/10.3354/cr00808>
- Czyż T. 2016. Metoda wskaźnikowa w geografii społeczno-ekonomicznej. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 34: 9–19.
- Das A. 2013. Mapping the regional variation in potential vulnerability in Indian Agriculture to climate change – An exercise through constructing vulnerability index. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 7.

- Diffenbaugh N.S., Burke M. 2019. Global warming has increased global economic inequality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(20): 9808–9813; 116(4): 112–121.
- Engel K. 2006. Mitigating Global Climate Change in the United States: A Regional Approach. 14. Arizona Legal Studies Discussion Paper. No. 06–01.
- Füssel H.M., Klein R.J.T. 2006. Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. *Climatic Change*, 75: 301–329. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3>
- Galarraga I., Gonzalez-Eguino M., Markandya A. 2011. The Role of Regional Governments in Climate Change Policy. *Env. Pol. Gov.*, 21: 164–182.
- Gran Castro J.A., Ramos De Robles S.L. 2019. Climate change and flood risk: vulnerability assessment in an urban poor community in Mexico. *Environment and Urbanization*, 31(1): 75–92.
- Hahn M.B., Riederer A.M., Foster S.O. 2009. The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change – A case study in Mozambique. *Global Environmental Change*, 19(1): 74–88. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.11.002>
- Hajkowicz S.A., Cook H., Littleboy A. 2012. Our Future World: Global Megatrends That Will Change the Way We Live. The 2012 Revision Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization CSIRO, Australia.
- Hallegatte S., Rozenberg J. 2017. Climate change through a poverty lens. *Nature Climate Change*, 7: 250–256.
- Heltberg R., Bonch-Osmolovskiy M. 2011. Mapping Vulnerability to Climate Change. World Bank Policy Research Working Paper, 5554. <https://ssrn.com/abstract=1754347>
- Hinkel J. 2011. Indicators of vulnerability and adaptive capacity: Towards a clarification of the science–policy interface. *Global Environmental Change*, 21(1): 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.08.002>
- Iglesias A., Quiroga S., Moneo M., Garrote L. 2012. From climate change impact to the development of adaptation strategies: Challenges for agriculture in Europe. *Climate Change*, 112: 143–168.
- IPCC. 2018. Annex I: Glossary. [W:] J.B.R. Matthews (red.), *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.*
- Kaspersen R.E., Dow K., Archer E., Caceres D., Downing T., Elmqvist T., Eriksen S., Folke C., Han G., Iyengar K., Vogel C., Wilson K., Ziervogel G. 2005. Vulnerable people and places. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*, 1: 143–164.
- Khan F.A., Salman A. 2012. A simple human vulnerability index to climate change hazards for Pakistan. *Int J Disaster Risk Sci*, 3: 163–176. <https://doi.org/10.1007/s13753-012-0017-z>
- Kienberger S., Lang S., Zeil P. 2009. Spatial vulnerability units – expert-based spatial modelling of socio-economic vulnerability in the Salzach catchment, Austria. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9: 767–778. <https://doi.org/10.5194/nhess-9-767-2009>
- Kropp J.P., Block A., Reusswig F., Zickfeld K., Schellnhuber H.J. 2006. Semiquantitative Assessment of Regional Climate Vulnerability: The North-Rhine Westphalia Study. *Climatic Change*, 76: 265–290. <https://doi.org/10.1007/s10584-005-9037-7>
- Kukuła K. 1999. Metoda unitaryzacji zerowanej na tle wybranych metod normowania cech diagnostycznych. *Acta Scientifica Academiae Ostroviensis*, 4: 5–31.
- Kukuła K., Bogacz D. 2014. Zero Unitarisation Method and its application in Ranking Research in Agriculture. *Economic and Regional Studies*, 7(3): 5–13.
- Malakar K., Mishra T. 2017. Assessing socio-economic vulnerability to climate change: a city-level index-based approach. *Climate and Development*, 9(4): 348–363.
- Melvin A., Larsen P., Boehlert B., Neumann J., Chinowsky P., Espinet X., Martinich J., Baumann M., Rennels L., Bothner A., Nicolsky D., Marchenko S. 2016. Climate change damages to Alaska public infrastructure and the economics of proactive adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114.
- Menezes J.A., Confalonieri U., Madureira A.P., Duval I., dos Santos R.B., Margonari C. 2018. Mapping human vulnerability to climate change in the Brazilian Amazon: The construction of a municipal vulnerability index. *PLOS ONE*, 13(2). 10.1371/journal.pone.0190808
- Meyer W.B., Guss D.M. 2017. *Environmental Determinism: What Is It?* [W:] P. Macmillan (red.), *Neo-Environmental Determinism.*
- Ministerstwo Środowiska. 2015. Podręcznik adaptacji dla miast. Wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu.

- O'Brien K., Leichenko R., Kelkar U., Venema H., Aandahl G., Tompkins H., Javed A., Bhadwal S., Barg S., Nygaard L., West J. 2004. Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global Environmental Change*, 14(4): 303–313. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.01.001>
- Prandecki K. 2012. Rola megatrendów w przewidywaniu przyszłości. *Przyszłość. Świat – Europa – Polska*, 2: 75–94.
- Preston B.L., Yuen E.J., Westaway R.M. 2011. Putting vulnerability to climate change on the map: a review of approaches, benefits, and risks. *Sustain Sci*, 6: 177–202. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0129-1>
- Reyer C., Otto I., Adams S., Albrecht T., Baarsch F., Carlsburg M., Coumou D., Eden A., Ludi E., Marcus R., Mengel M., Mosello B., Robinson A., Schleussner C.F., Serdeczna O., Stagl J. 2017. Climate change impacts in Central Asia and their implications for development. *Regional Environmental Change*, 17.
- Rezai A., Taylor L., Foley D. 2018. Economic Growth, Income Distribution, and Climate Change. *Ecological Economics*, 146: 164–172.
- Rucińska D. 2015. Quantification of vulnerability to natural hazards. Review of methods/Kwantyfikacja podatności na zagrożenia naturalne. *Przegląd metod. Prace i Studia Geograficzne*, 57: 43–53.
- Scott D., Hall C.M., Gössling S. 2019. Global tourism vulnerability to climate change. *Annals of Tourism Research*, 77: 49–61. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.05.007>
- Selin H., Vandever S.D. 2005. Canadian-U.S. Environmental Cooperation: Climate Change Networks and Regional Action. *American Review of Canadian Studies*, 35(2): 353–378.
- Senapati S., Gupta V. 2017. Socio-economic vulnerability due to climate change: Deriving indicators for fishing communities in Mumbai. *Marine Policy*, 76: 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.11.023>
- Sovacool B.K., Brown M.A. 2009. Scaling the policy response to climate change. *Policy and Society*, 27(4): 317–328.
- Tripathi A. 2017. Socioeconomic backwardness and vulnerability to climate change: evidence from Uttar Pradesh state in India. *Journal of Environmental Planning and Management*, 60(2): 328–350. 10.1080/09640568.2016.1157059
- Victor D., House J., Joy S. 2006. *A Madisonian Approach to Climate Policy*. Science.
- Vielmetter G., Sell Y. 2014. *Sell Leadership 2030: The Six Megatrends you Need to Understand to Lead Your Company into the Future*. Amacon Books, Saranac Lake, New York.
- Vincent K. 2004. Creating an Index of Social Vulnerability to Climate Change in Africa. Tyndall Centre for Climate Change Research, Working Paper 56.
- Wilk J., Jonsson A.C., Rydhagen B., Rani A., Kumar A. 2018. The perspectives of the urban poor in climate vulnerability assessments – The case of Kota, India. *Urban Climate*, 24: 633–642.
- Yohe G., Tol R.S.J. 2002. Indicators for social and economic coping capacity – Moving toward a working definition of adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 12(1): 25–40. 10.1016/S0959-3780(01)00026-7
- Zhang Q., Zhao X., Haiping Tang H. 2019. Vulnerability of communities to climate change: application of the livelihood vulnerability index to an environmentally sensitive region of China. *Climate and Development*, 11(6): 525–542. 10.1080/17565529.2018.1442808
- Žurovec O., Čadro S., Sitaula B.K. 2017. Quantitative Assessment of Vulnerability to Climate Change in Rural Municipalities of Bosnia and Herzegovina. *Sustainability*, 9(7): 1208. <https://doi.org/10.3390/su9071208>

Spatial distribution of socio-economic vulnerability to climate change in Wielkopolskie Voivodeship

Abstract: This paper presents a proposal for an analysis of spatial differentiation of socio-economic vulnerability to climate change in Wielkopolskie Voivodeship. Vulnerability is a measure currently important in the literature that determines the level to which a given socio-economic system is exposed to bear the consequences of climate changes, and what its adaptive capacity is. This paper considers the socio-economic dimension in examining vulnerability to climate change at the local level. A set

of socio-economic indicators describing the characteristics of territorial capital was adopted for the analysis, which then, with the help of indicator methods such as Pearson's linear correlation, zeroed unitarisation; was prepared to calculate the Hellwig measure. Working on the obtained values of the Hellwig measure, a classification of units based on the arithmetic mean and standard deviation of the measure was carried out. The study showed spatial differentiation in Wielkopolskie Voivodeship in terms of socio-economic vulnerability to climate change. Some of the classified municipalities show a particular predisposition of a socio-economic nature to be adversely affected by climate change (these are municipalities with a very high susceptibility to climate change), which may further lead to the deepening of spatial differentiation between these areas in terms of the impact of socio-economic effects of climate change.

Key words: climate change, vulnerability to climate change, spatial diversity, Wielkopolskie Voivodeship