

Piotr Werner, Dorota Rucińska, Bartłomiej Iwańczak

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych,

e-mail: peter@uw.edu.pl, dmrucin@uw.edu.pl, b.iwanczak@uw.edu.pl

ZINTEGROWANY MIERNIK WRAŻLIWOŚCI SPOŁECZNEJ NA ZAGROŻENIA NATURALNE W POLSCE¹

Integrated Measure of Social Vulnerability to Environmental Hazards in Poland

Słowa kluczowe: wrażliwość społeczna, zagrożenia naturalne, analiza czynnikowa, zmienność przestrzenna

Key words: social vulnerability, natural hazards, factor analysis, spatial differentiation

WPROWADZENIE

Pojęcie ‘zagrożenie naturalne’ wyraźnie odróżnia się od pozostałych terminów: klęska żywiołowa czy katastrofa naturalna (Lisowski 1993), które w kategoriach teorii systemów oznaczają „nieodwracalną zmianę stanu (...) systemu, w stosunku do sytuacji poprzedzającej...” (Lisowski 1993). Katastrofy naturalne identyfikuje się z naturalnymi zjawiskami ekstremalnymi. Sytuacja zagrożenia oznacza stan poprzedzający wystąpienie zjawiska ekstremalnego, klęski lub katastrofy.

W analizie ryzyka i bezpieczeństwa społecznego w przypadku zagrożenia klęskami żywiołowymi operuje się pojęciem podatności (wrażliwości, w jęz. ang. ‘*vulnerability*’). Źródeł podatności (wrażliwości) społecznej upatruje się w różnych przyczynach, jakkolwiek cele naukowe są jasno postawione: identyfikacja czynników (żywiołów), określenie zagrożonych grup ludzi oraz lokalizacji miejsc i czasu zagrożenia a priori, co pozwala społeczeństwu przedsięwziąć odpowiednie kroki dla minimalizacji skutków nieuchronnych klęsk naturalnych. Co do celów zgadzają się ze sobą specjaliści wszystkich nauk, jakkolwiek różnią się między sobą nie tylko w zakresie stosowanych podejść, ale także w przypadku identyfikacji i definicji podstawowych elementów składających się na wrażliwość społeczną na zagrożenia naturalne, które mogą stanowić wskazówki dla działań wzmacniających poziom bezpieczeństwa.

¹ Krótki komunikat nt. badań został wcześniej opublikowany w materiałach konferencji: Społeczno – gospodarcze aspekty bezpieczeństwa Polski. Wyzwania i zagrożenia. Szkoła Wyższa im. B. Jańskiego, Warszawa, 18.10.2014, Warszawa

POJĘCIE WRAŻLIWOŚCI SPOŁECZNEJ

Wrażliwość społeczna jest tematem licznych rozważań teoretycznych i badań stosowanych. Zagadnienie rozważa się w płaszczyznach: teoretycznej oraz praktycznej, poprzez wybór mierników charakteryzujących zjawisko podatności, pozwalających dokonywać jego oceny.

Badania przestrzenne oceny wrażliwości społecznej na zagrożenia naturalne są elementem analizy ryzyka, obejmując elementy środowiska przyrodniczego i społeczno-ekonomicznego. Ujmuje się je w postaci kompleksowych mierników (m.in. Nelson 2013, Gall 2007, Cutter i in. 2003). Wrażliwość */vulnerability/* jest elementem analizy ryzyka strat w wyniku zagrożeń naturalnych (Davidson 1997, Bollin i in. 2003, Schmidt-Thomé 2006, Peduzzi i in. 2002, Wood 2011). Początkowo utożsamiano wrażliwość z ekspozycją na zjawiska fizyczne i straty materialne (Gabor, Griffith 1980, Bara 2010). Następnie uwzględniano zarówno ekspozycję jak i zróżnicowane uwarunkowania społeczności na zagrożenia naturalne (Cutter 1996), które przejawiają się w potencjalnej zdolności radzenia sobie (*coping capacity*) osób lub grup społeczności w sytuacjach ekstremalnych zjawisk naturalnych; w tym kontekście zaczęto następnie rozważać kategorie odporności (*resistance*), odzyskania i powrotu do normalności (*resilience*; Hewitt 1997) oraz zdolności reagowania w sytuacjach przed, w trakcie i po klęskach żywiołowych (Kates 1985). Ekspozycja na zagrożenia naturalne oraz podatność społeczna (Cutter 1996, Cutter i in. 2000, Wu i in. 2002) to dwa aspekty tego samego zjawiska, wrażliwości na zagrożenia naturalne. Największy wpływ ma doświadczenie, czyli liczba zagrożeń, które dotychczas wystąpiły w życiu każdej osoby. Rdzenni mieszkańcy obszarów ciągle zagrożonych klęskami żywiołowymi rozpoznają miejsca i obszary ekspozowane na ekstremalne zjawiska naturalne, dysponując zarówno wiedzą o swoim obszarze, jak i doświadczeniami osobistymi i społecznymi, przekazywanymi z pokolenia na pokolenie, wzmacniając tym samym swoją zdolność radzenia sobie ze skutkami potencjalnych klęsk żywiołowych. Największą wrażliwość społeczną mają osoby najmniej mobilne, czyli osoby starsze oraz małe dzieci oraz osoby, które przebywają w ośrodkach zbiorowego zakwaterowania i przebywania. M. Pelling (2003) wskazuje, że na te doświadczenia nakładają się dodatkowo uwarunkowania systemu społecznego, ekonomicznego i politycznego. Większość autorów rozważań teoretycznych dochodzi do wspólnego wniosku, że wrażliwość na zagrożenia naturalne jest kombinacją aspektów podatności fizycznej i społecznej (ibid.). K.S. Smith i D.N. Petley (2009) oraz A. Magnuszewski (2010) wskazują na ekspozycję, prewencję i możliwości kompensacji strat; J. Alwang i in. (2001) dopatruje się krytycznej roli poziomu ubóstwa mieszkańców, które znacznie redukuje zdolność radzenia sobie w sytuacjach kryzysowych; O.D. Cardona (i in. 2003, 2004) traktuje na równi elementy: (i) ekspozycji, (ii) słabości społeczno-ekonomicznej z powodu: marginalizacji, segregacji społecznej, ubóstwa i podobnych czynników² oraz (iii) braku elastyczności, sprężystości (*resilience*) związanej z ograniczeniem dostępu

² Podkreśla się, że podatność na zagrożenia naturalne nie jest równoznaczna z biedą, jakkolwiek aspekt biedy i dobrobytu jest istotny (Adger 2006)

i możliwości uruchamiania zasobów oraz niezdolnością do reagowania. Elementy podatności/wrażliwości/ można rozpatrywać w różnych aspektach: ekonomicznym, politycznym i kulturowym oraz na różnych poziomach: indywidualnym, grupowym (w rozumieniu mniejszej społeczności) i instytucjonalnym (Rucińska 2014). Manche (1997) jako podstawowy element wymienia całość dóbr materialnych i osób, które mogą być dotknięte przez dany czynnik ryzyka. Wśród szkód wyróżnia się: ofiary śmiertelne, szkody zdrowotne ludzi, straty mienia, zniszczenia infrastruktury komunalnej, straty dziedzictwa kulturowego, dysfunkcje systemów ekologicznych, zatrzymanie lub zmniejszenie produkcji przemysłowej oraz spadek konkurencyjności podmiotów gospodarczych.

Celem jest uzyskanie zoperacjonalizowanej definicji terminu ‘wrażliwość na zagrożenia naturalne’. Definicje stosowane przez organizacje międzynarodowe i humanitarne są bardzo ogólne (UN/ISDR 2004, UNDP 2004).

Wrażliwość systemu charakteryzowana poprzez narażenie i podatność jest oceniana najczęściej poprzez wskaźniki, które wiążą potencjalne szkody z relacjami społecznymi, ekonomicznymi i ekologicznymi (Sowiński 2008).

DOBÓR WSKAŹNIKÓW I ZMIENNYCH DO OCENY WRAŻLIWOŚCI NA ZAGROŻENIA NATURALNE

Wybór wskaźników obejmuje określenie społecznych cech ludzi i infrastruktury w stosunku do podatności na zagrożenia naturalne. Pierwszą grupę kryteriów stanowią tereny, na których nie przeciwdziała się zagrożeniom. Ocena wrażliwości społecznej obejmuje cechy przestrzenne infrastruktury technicznej, środki nietechniczne (m.in. system ubezpieczeń), metody planowania strategicznego (MPZP), sposoby rekompensaty po wystąpieniu zagrożenia (Iwańczak 2009) i dostępność komunikacyjną (transportową). Z drugiej strony instalacje przesyłowe zapewniają potencjalne ryzyko eskalacji zagrożenia. Odrębna grupa obejmuje zmienne opisujące indywidualne postawy wobec zagrożenia, tj. aspekty percepcji zagrożeń, wiedzy, postaw i wyobrażeń wobec zagrożeń ekstremalnymi zjawiskami przyrodniczymi (Raaijmakers i in. 2007), które wynikają m.in. z habituacji, odporności na dysonans poznawczy, uświadomieniu kontroli. Tego typu cechy nie zostały scharakteryzowane pod względem przestrzennego zróżnicowania w Polsce, natomiast są w dużej mierze związane z wielkością jednostek osadniczych (Biernacki 2009).

Powiązanie ekspozycji (narażenia) z podatnością społeczno-ekonomiczną pozwala na określenie rozkładu czasoprzestrzennego zagrożenia i jego przewidywane skutki. Inny aspekt to problem percepcji zagrożeń, wiedzy, postaw i wyobrażeń wobec zagrożeń ekstremalnymi zjawiskami przyrodniczymi. Wykształcenie wymienia się jako jeden z ważniejszych czynników wpływający na percepcję zagrożeń (Parker i in. 1979, Lisowski 1993, Rucińska 2011) i mający udział w podatności społecznej, a wiedzę, jako czynnik wpływający na podatność społeczeństwa na ekstremalne zjawiska przyrodnicze (Lisowski 1993, 2000, Biernacki i in. 2009, Rucińska 2012).

W większości podejść do badania zagrożeń kłęskami żywiołowymi wrażliwość /podatność/ jest elementem szacowania ryzyka. Jednak autorzy różnili się w dwóch kwestiach; po pierwsze, które mierniki najlepiej opisują ekspozycję (narażenie) względem kłesk żywiołowych i wrażliwość (podatność)? Po drugie: czy należy rozważać ryzyko osobno dla różnych zagrożeń? Wychodząc od sformułowania, że ryzyko kłęski żywiołowej (R) jest funkcją zagrożenia /(*E*) ekspozycji, *exposure*/ i podatności /(*V*) wrażliwości, *vulnerability*/ przy danym zasięgu (*H*), sformułowano zależność: $R=H*E*V$ (UN/ISDR 2004)³.

W kolejnych latach zaproponowano oszacowanie całkowitego ryzyka dla występujących zjawisk ekstremalnych: $R=\sum E*V$ (ibid.). Następnie zaproponowano włączenie elementu odporności, zdolności radzenia sobie w przypadku kłęski żywiołowej /(*C*), *coping capacity*/: $R=E*V/C$ (Villagrán 2006).

Część autorów posługuje się dodatkowo pojęciem *susceptibility* (*S*) (w jęz. pol.: wrażliwość, podatność), definiowanym jako brak zdolności elementów do zachowania fizycznej integralności i funkcji w trakcie zagrożenia.

W przypadku oceny wrażliwości na zagrożenia naturalne, jako elementu szacowania ryzyka, formułuje się następującą zależność (Villagrán, 2006): $V=(E*S)/C$, (gdzie: *V* – wrażliwość, *E* – ekspozycja, *zasięg przestrzenny i stopień zagrożenia*, *S* – podatność), którą w dalszych rozważaniach przyjęto jako punkt wyjścia, abstrahując od całościowego szacowania ryzyka zagrożeniami naturalnymi.

EKSPOZYCJA

Ekspozycja jest elementem ryzyka i rozpatrywana jest w kontekście wrażliwości. Opisuje sytuację lokalizacji zagrożonej populacji w okresie nietypowym (przed lub po) dla zjawisk ekstremalnych na obszarze ich występowania. Ekspozycja to wynik fizycznego stanu miejsca, zarówno klimatu jak i krajobrazu, oraz specyficznego wyboru miejsca pobytu (Sorrensen i in. 2006). Odnosi się do podmiotów narażonych na jedno lub więcej zagrożeń naturalnych (np. populacja, zabudowa, komponenty infrastruktury, obszary przyrodnicze) i dotyczy średniej rocznej liczby osób potencjalnie narażonych na zagrożenie naturalne, gdzie brana jest pod uwagę częstotliwość zagrożeń (WRR 2012).

PODATNOŚĆ

Spśród badań poświęconych podatności (*susceptibility*), część koncentruje się na tylko na wybranym typie zagrożenia naturalnego, jak np. zagrożenie powodzią (Ciurean i in. 2013, Wu i in. 2002, Sorrensen i in. 2006, Pistricea i in. 2007, Fekete 2009, Balica 2012, Jeffers 2013, Li i in. 2013, Balica i in. 2013), osunięciami (*landslides*, Ciurean i in. 2013, Tapsell i in. 2002, Wrachien 2011, SafeLand... 2012, Roberts i in. 2009), zagrożeniami cyklonami tropikalnymi (Wu i in. 2002,

³ Niektórzy autorzy wskazują element ekspozycji (*E*) jako jednoznacznie wskazujący na zasięg i równocześnie mierzący stopień narażenia na zjawiska ekstremalne

Yarnal 2007). Rzadziej można znaleźć opracowania dotyczące podatności na inne zagrożenia lub straty, jak np. na pożary lasów (Szczygieł i in. 2009, Gaither i in. 2011, Woźniak 2011, Woodrow 2012, Stein i in. 2013). Podatność wiąże się zwykle z innymi aspektami, np. występowaniem zjawisk ekstremalnych (grad, opady nawalne, silne mrozy), zmianami klimatu, bądź specyfiką regionalną np. stref brzegowych czy gór wysokich, ekologią miast albo operują integralnym ujęciem podatności na zagrożenia naturalne i antropogeniczne, jak również ze zjawiskami lub procesami takimi jak ubóstwo, korupcja, procesy gospodarcze, zarządzanie, marginalizacja lub wykluczenie z dostępu do zasobów.

W charakterystyce wskazuje się zwykle na cechy demograficzne i gospodarstw domowych, takie jak: wiek, płeć, rasa, wielkość dochodów, jakość budynków, które mogą wpływać na redukcję bądź wzmożenie podatności społecznej na zagrożenia naturalne (Wu i in. 2002). W trakcie operacjonalizacji rozważa się m.in. następujące zmienne: liczbę ludności ogółem, liczbę jednostek osadniczych (miejscowości lub osad), liczbę mieszkańców, m.in. w grupach rasowych, jak również liczbę ludności poniżej 18 lat i powyżej 60 lat (lub 65), liczbę niepełnych gospodarstw domowych (samotnych matek lub rodziców z dziećmi), udział (lub liczba) domów (mieszkań) wynajmowanych lub własnych, średnią wartość (lub medianę wartości) domów (ibid).

Wybór szczegółowych, zoperacjonalizowanych zmiennych opisujących podatność społeczną różni się w zależności od celu badania tj. czy rozważa się określony typ zagrożenia, ich sekwencje czy jak również od specyfiki i zasięgu (powierzchni) badanego obszaru geograficznego. Wiąże się z dostępnością danych i możliwością realizacji badań terenowych (np. przyrodniczych lub ankietowych), odmienną dla skali topograficznej (np. jednej gminy czy powiatu) i geograficznej (np. regionu, województwa).

SAMOADAPTACJA /ZDOLNOŚĆ RADZENIA SOBIE, *COPING CAPABILITY*

Zdolność radzenia sobie (*coping capability*) w sytuacji (przewidywanego) występowania ekstremalnych zjawisk naturalnych oznacza zdolność samoorganizacji i połączenie wszystkich sił i zasobów dostępnych dla społeczności czy systemu, które mogą zmniejszać poziom ryzyka lub skutki katastrofy (UN/ISDR, 2004). W tym kontekście autorzy będą w dalszej części wykorzystywać polski termin 'samoadaptacja' (do zagrożenia naturalnego), rozumiejąc to jako zdolność do zmiany operacyjnych właściwości zjawisk (np. przewidywanych szkód) poprzez zmianę parametrów strategicznych (np. poprzez przygotowanie systemu zarządzania kryzysowego i np. planów ewakuacyjnych). Tak rozumiana samoadaptacja zmniejsza wrażliwość (podatność) i zależy m.in. od teoretycznych zasad podejmowania działania, wzorów w zakresie dostępu do zasobów oraz zarządzania w sytuacjach kryzysowych (Villagrán 2006)⁴.

⁴ Niektórzy autorzy rozróżniają samoadaptację indywidualną i instytucjonalną.

SPRĘŻYSTOŚĆ (*RESILIENCE*, ZDOLNOŚĆ DO POWROTU DO STANU POPRZEDNIEGO)

Zapóżyczona z ekologii koncepcja sprężystości obejmująca relacje między środowiskiem przyrodniczym a społeczeństwem, szczególnie skupia się na reakcjach systemu społeczno-ekologicznego na różnego rodzaju obciążenia, wstrząsy w celu utrzymania swych funkcji (Gall 2007). Sprężystość (*resilience*) jest pożądaną właściwością systemów naturalnych i ludzkich, w obliczu potencjalnych stresów (kryzysów), w tym zagrożeń pogodowych (UN/ISDR 2004). Jest postrzegana jako jeden z czynników zrównoważonego rozwoju, oddziałując na podatność, jakkolwiek brak jest metodyki oceny i narzędzi oddziaływania na sprężystość (Klein i in. 2004). S. Carpenter i in. (2001) rozpatruje sprężystość także w kategoriach samoadaptacji i samoorganizacji rozpatrując: zdolność absorpcji zakłóceń systemu, zdolność samoorganizacji oraz zdolność uczenia się i adaptacji. W kontekście zagrożeń naturalnych Birkmann i in. (2006) zdefiniowali ten element jako zdolność systemu do zachowania podstawowych funkcji i struktur w momencie stresu i pewnych perturbacji.

Część autorów traktuje koncepcję sprężystości identycznie z (opisaną wyżej) samoadaptacją do zagrożeń naturalnych (*coping capability*). Wymienione wyżej elementy szacowania ryzyka w sposób niejawni wprowadzają i próbują oszacować odporność na zagrożenia naturalne (*resistance*).

Koncepcja podatności /wrażliwości/ uwzględnia cechy opisujące odporność i obejmuje łącznie: ekspozycję, odporność na oddziaływanie naturalnych zjawisk ekstremalnych (*resistance*), zdolność do utrzymania podstawowej infrastruktury oraz w celu pokrycia poniesionych strat (sprężystość, *resilience*). W ocenie podatności zawiera się niekiedy koszty odbudowy oraz znaczenie relacji społecznych i podmiotów, na różnych poziomach w określaniu warunków ekspozycji (Kasperson i in. 1995 za Birkmann 2006). W wielu badaniach termin 'odporność' jest używany (Hewit 1997, Uzielli i in. 2008 za Ciurean 2013, Birkmann 2006) bez szczegółowego wyjaśnienia i precyzyjnej definicji.

OPERACJONALIZACJA WRAŻLIWOŚCI SPOŁECZNEJ

Zasięg i stopień ekspozycji opisany jest przez szereg specyficznych dla określonej kategorii zagrożenia naturalnego parametrów fizycznych, ujmujących zasięg i intensywność występujących naturalnych zjawisk ekstremalnych (np. wielkość, częstość, trwałość, długość). Stopień podatności uwzględnia zbiór cech społeczno-ekonomicznych traktowanych jako stymulanty i destymulanty podatności społecznej na zagrożenia naturalne. Ekspozycja jest koniecznym czynnikiem przestrzennym oceny podatności społecznej na zagrożenia naturalne. Poza zasięgiem narażenia na występowanie zjawisk ekstremalnych podatność społeczna na dane zagrożenia naturalne nie istnieje.

Zbiór wybranych dla oceny podatności cech społeczno-ekonomicznych powinien być niezmienny niezależnie od rodzaju zagrożenia, naturalnego zjawiska ekstremalnego.

W literaturze przedmiotu do oceny ryzyka zagrożeń naturalnych dobiera się różne zmienne i konstruuje się mierniki wrażliwości społecznej korzystając z dostępnych, kompleksowych wskaźników opisujących szeroko podatność w kategoriach poziomu rozwoju społeczno-ekonomicznego. Lista zmiennych branych pod uwagę przy ocenie podatności społecznej na zagrożenia naturalne jest rozpoznana (Gall 2007)⁵.

Założono, że elementy związane z systemem reagowania na zagrożenia naturalne są w Polsce mało zróżnicowane przestrzennie, a element odporności (C) jest względnie stały, dlatego przyjęto ostatecznie formułę oszacowania wrażliwości: $SoVI = E * S$ (gdzie: $SoVI$ – wrażliwość społeczna na zagrożenia naturalne, E – ekspozycja, stopień zagrożenia, S – podatność na zagrożenia).

METODYKA SZCZEGÓŁOWA BADAŃ PODATNOŚCI SPOŁECZNEJ

W badaniach nad wrażliwością na zagrożenia naturalne, zoperacjonalizowane zmienne mierzalne opisują zjawiska wyrażane nieporównywalnymi mianami. Dlatego stosuje się klasyczne techniki statystycznego ujednociania skali, pozwalające na analizę numeryczną i porównywanie badanych zmiennych (najczęściej w skali od 0 do 1, metodami standaryzacji i skalowania), np. w badaniach zagrożeń zjawiskami hydrometeorologicznymi, zagrożenia powodzią i osuwiskami stosuje się wskaźnik podatności społecznej (Cutter 2013).

$$V_j = \sum_{i=1}^k W_j X_{ij}$$

gdzie: $W_i > 0$, dla $1, \dots, k$, $W = 1/k$

V_j wrażliwość na zagrożenia dla jednostki przestrzennej j

X_{ij} zbiór k ważonych wskaźników – miar wrażliwości w jednostce przestrzennej

Podobną ocenę zastosowano w badaniach analizy przestrzennej ryzyka na zagrożenia powodzią i osuwiskami. Zmienne wejściowe obejmowały: zasięg obszaru zagrożonego powodzią i osuwiskami, lokalizację obszarów zagrożonych wyznaczonych na podstawie map użytkowania ziemi (*Corine Land Cover*), gęstość zaludnienia, liczbę mieszkańców poniżej 18 lat i powyżej 65 lat, poziom edukacji, liczbę obcokrajowców, liczbę dojeżdżających do pracy, liczbę osób posiadających samochody oraz poziom zatrudnienia. Po znormalizowaniu, wskaźnik

⁵ Wykorzystywane są złożone mierniki opisujące jakość życia, rozwój zrównoważony m.in.: Environmental Vulnerability Index (EVI, Kaly et al. 1999), Human Vulnerability Component of the Environmental Sustainability Index (ESI, Esty et al. 2005), Human Development Index (HDI), Human Wellbeing Index (HWI), Prevalent Vulnerability Index (PVI), Index of Social Vulnerability to Climate Change for Africa (SVA), Disaster Risk Index (DRI), Predictive Indicator of Vulnerability (PIV, Gall 2007)

podatności zawierał się w zakresie od zera do 1, a wyższa wartość wskazywała większą podatność na zagrożenie. Nie przywiązując większej wagi do poszczególnych komponentów społecznej podatności, przyjęto, że wskaźnik w jednostce przestrzennej jest definiowany jako średnia arytmetyczna wskaźników podatności wszystkich zmiennych (Wu i in. 2002).

Odmienne podejście w badaniach wrażliwości na zagrożenia naturalne to konstrukcja zintegrowanego wskaźnika wrażliwości społecznej na zagrożenia naturalne w stanach Zjednoczonych Ameryki Pn. (SoVI, Cutter 2003). Wybrane zmienne społeczno-ekonomiczne poddano statystycznej analizie czynnikowej, dokonując interpretacji tzw. czynników ukrytych i skonfrontowano ich zasięg i intensywność z obszarami o rozpoznanej ekspozycji, tj. zasięgu, intensywności i częstotliwości wybranych zagrożeń naturalnych w układzie podstawowych jednostek przestrzennych.

Dla celów opisywanego badania zastosowano metodę analizy czynnikowej, a następnie skonfrontowano zmienne objaśniające z uzyskanymi wcześniej mapami obszarów zagrożonymi występowaniem wybranych ekstremalnych zjawisk naturalnych.

Wrażliwość społeczna (SoVI) na wybrane zagrożenia naturalne w Polsce jest produktem ekspozycji $/E/$, tj. narażenia, podatności fizycznej oraz podatności społecznej $/S/$, których znormalizowane wartości skalowane są w przedziale $\langle 0,1 \rangle$. Wyróżniono sześć różnych scenariuszy wrażliwości społecznej (SoVI), możliwych produktów ekspozycji oraz podatności społecznej dających w efekcie wskaźnik wrażliwości społecznej, szacując je dla całego roku, oraz osobno w półroczu chłodnym i ciepłym:

1. Średnia ekspozycji i podatności: $SoVI = (E+S)/2$
2. Relacja podatności i ekspozycji: $SoVI = E * S$
3. Intensyfikacja ekspozycji przez podatność: $SoVI = ES$
4. Maskowanie podatności przez ekspozycję: $SoVI = |E-S| / \max(E,S)$
5. Ujawnianie podatności przez ekspozycję: $SoVI = 1 - |E-S| / \max(E,S)$
6. Obustronne ujawnianie podatności i ekspozycji: $SoVI = \min(E,S) / \max(E,S)$

Wszystkie etapy badania udokumentowane są w postaci bazy danych, wyników analiz statystycznych i wizualizacji kartograficznych.

ZMIENNE WEJŚCIOWE PODATNOŚCI SPOŁECZNEJ W ANALIZIE CZYNNIKOWEJ

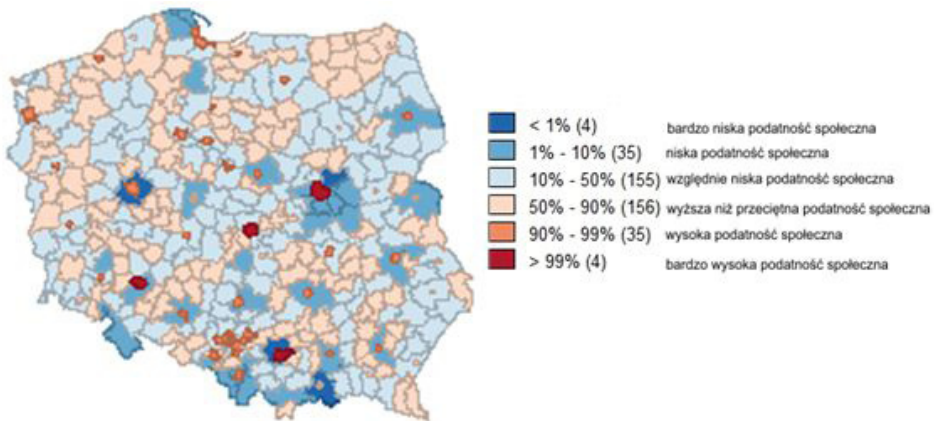
W badaniu podjęto próbę sformułowania objaśnienia podatności społecznej w ujęciu przestrzennym (dla powiatów) na podstawie analizy czynnikowej⁶ w celu redukcji wybranych 14 różnych zmiennych demograficznych, społecznych i gospodarczych (z okresu 2012-2013).

⁶ Analizę przeprowadzono wykorzystując pakiet statystyczny SPSS, a wizualizację kartograficzną za pomocą oprogramowania ArcGIS i GeoDa

Obszary o dużej liczbie i koncentracji ludności, które mogą być eksponowane na zagrożenia naturalne reprezentują: liczba ludności i gęstość zaludnienia. Zmienne, które bezpośrednio opisują uwrażliwienie na zagrożenia naturalne reprezentują: liczba osób w wieku emerytalnym (powyżej 65 lat), liczba dzieci (poniżej 15 lat), liczba rodzin opiekujących się co najmniej dwojgiem dzieci, liczba osób niepełnosprawnych, liczba osób w wieku przed i poprodukcyjnym oraz liczba niepełnych gospodarstw domowych (jeden rodzic). Dodatkowo uwzględniono wydatki pomocy społecznej i średnią wielkość płacy minimalnej oraz liczbę bezrobotnych. Element infrastrukturalny opisują cechy opisujące liczbę ogółem budynków oraz poziom urbanizacji. Jako podstawową jednostkę przestrzenną badania przyjęto powiat. Wybrane cechy reprezentują różne aspekty podatności społecznej i ekonomicznej na zagrożenia naturalne.

Do wyodrębnienia czynników zastosowano metodę składowych głównych (14 składowych wyjaśniających 100% wariancji), a następnie zastosowano rotację Varimax (z normalizacją Kaiser'a) w celu redukcji liczby zmiennych. W ten sposób wyodrębniono i zinterpretowano 4 czynniki (o początkowych wartościach własnych ładunków czynnikowych > 0.7), które wyjaśniały 93.6% wariancji początkowych zmiennych.

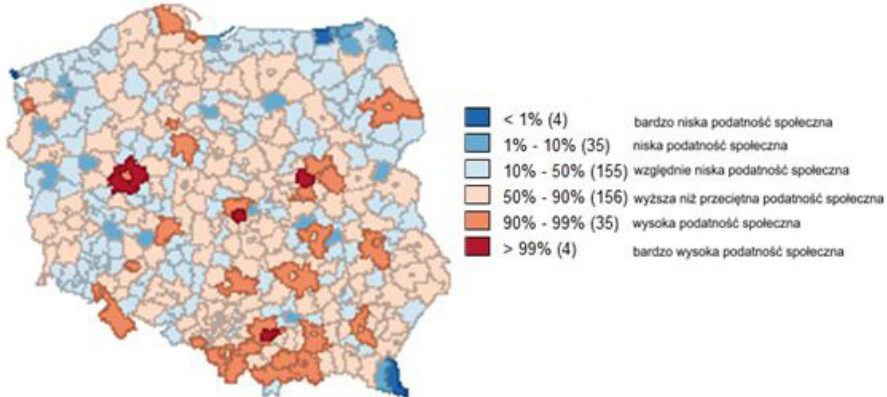
- Czynniki F1: skupiska ludności o dużej liczbie bezrobotnych oraz w wieku przed i poprodukcyjnym (dzieci i starszych osób), wyjaśniający 43.9% wariancji zmiennych początkowych (o wartościach w macierzy rotowanej zmiennych i składnika > 0.9) (ryc. 1),



Ryc. 1. Podatność społeczna wynikająca z występowania koncentracji ludności o dużej liczbie bezrobotnych oraz w wieku przed i poprodukcyjnym w Polsce (percentyle, opr. własne)

Fig. 1. Social susceptibility related to areas of concentration of population, with large share of unemployed and aged both pre- and post-production in Poland (percentiles, own elaboration)

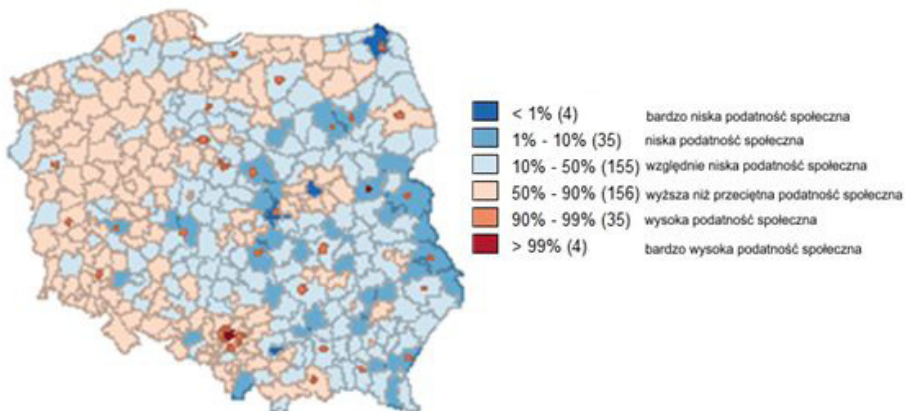
- Czynniki F2: obszary zabudowane o przewadze rodzin wielodzietnych i niepełnych oraz niepełnosprawnych, wyjaśniający 30.8% wariacji zmiennych początkowych (o wartościach w macierzy rotowanej zmiennych i składnika > 0.8)(ryc. 2),



Ryc. 2. Podatność społeczna na obszarach zabudowanych o przewadze rodzin wielodzietnych i niepełnych w Polsce (percentyle, opr.własne)

Fig. 2. Social susceptibility related to built-up areas with predominance of large and parent families in Poland (percentiles, own elaboration)

- Czynniki F3: obszary względnie gęsto zaludnione albo obszary urbanizacji, wyjaśniający 11.5% wariacji zmiennych początkowych (o wartościach w macierzy rotowanej zmiennych i składnika > 0.7)(ryc. 3),

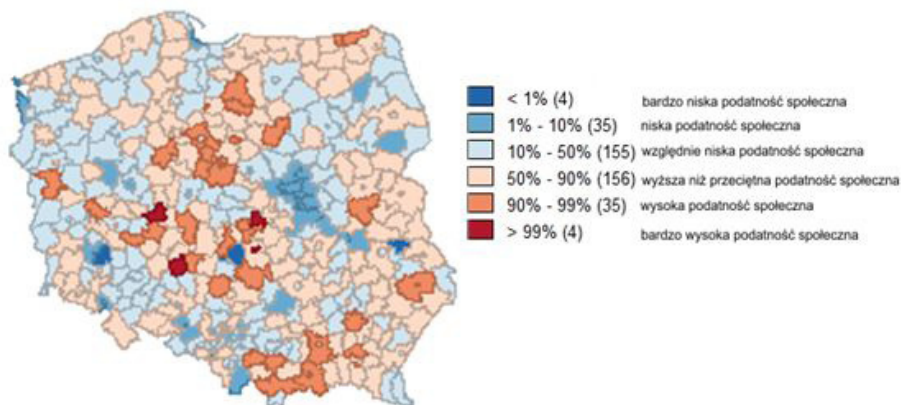


Ryc. 3. Podatność społeczna występująca na obszarach względnie gęsto zaludnionych i zurbanizowanych w Polsce (percentyle, opr.własne)

Fig. 3. Social susceptibility related to densely populated urban areas in Poland (percentiles, own elaboration)

- Czynniki F4: obszary dynamicznie gospodarczo, wyjaśniające 7.3% wariacji zmiennych początkowych (jedyną wysoko skorelowaną zmienną objaśniającą była średnia miesięczna płaca, o wartościach w macierzy rotowanej zmiennej

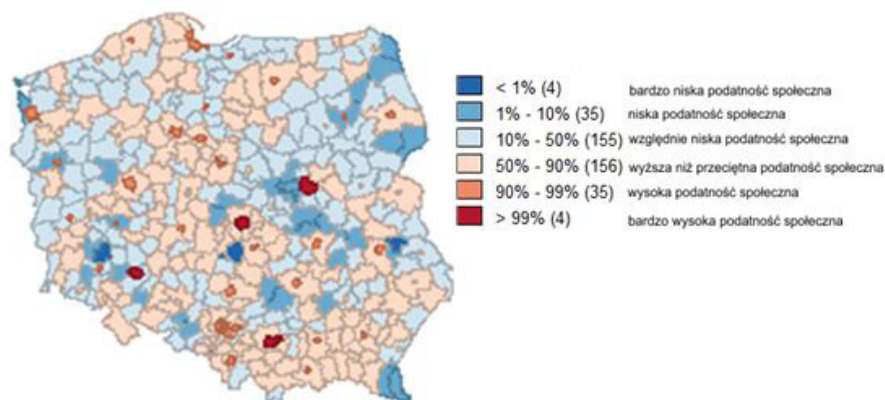
i składnika >0.98), przyjmując, że obszary wyższych płac pokrywają się z intensyfikacją działalności gospodarczej. Można ją także zinterpretować jako zdolność finansową ludności, zakładając, że im wyższe płace średnie, tym większa odporność i zdolność samoadaptacji. W celu właściwej interpretacji przestrzennej składnika odwrócono skalę (wg zasady, że im mniejsza płaca miesięczna, tym większa podatność społeczna)(ryc. 4),



Ryc. 4. Podatność społeczna związana z niską zdolnością finansową ludności w Polsce (percentyle, opr.własne)

Fig. 4. Social susceptibility related to areas of low wages in Poland (percentiles, own elaboration)

Jeżeli przyjąć, że pierwsze trzy wyodrębnione składniki opisują podatność społeczną, a czwarty można sklasyfikować odwrotnie to sumaryczną podatność społeczną można opisać jako średnią kwadratową (RMS) wyodrębnionych wartości czynników w układzie powiatów (ryc. 5).



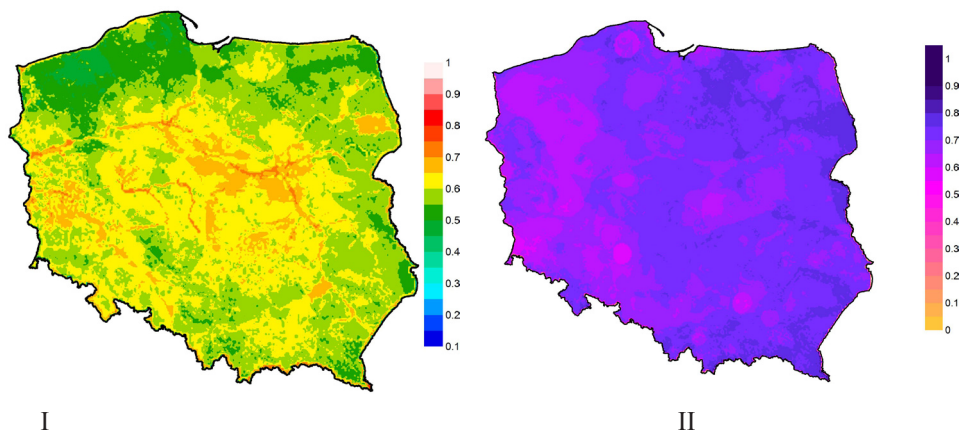
Ryc. 5. Podatność społeczna w Polsce (średnia kwadratowa wartości trzech pierwszych oraz odwrotności czwartej składowej analizy czynnikowej, percentyle, opr.własne)

Fig. 5. Social susceptibility in Poland (root mean square of values of components of results of factor analysis, percentiles, own elaboration)

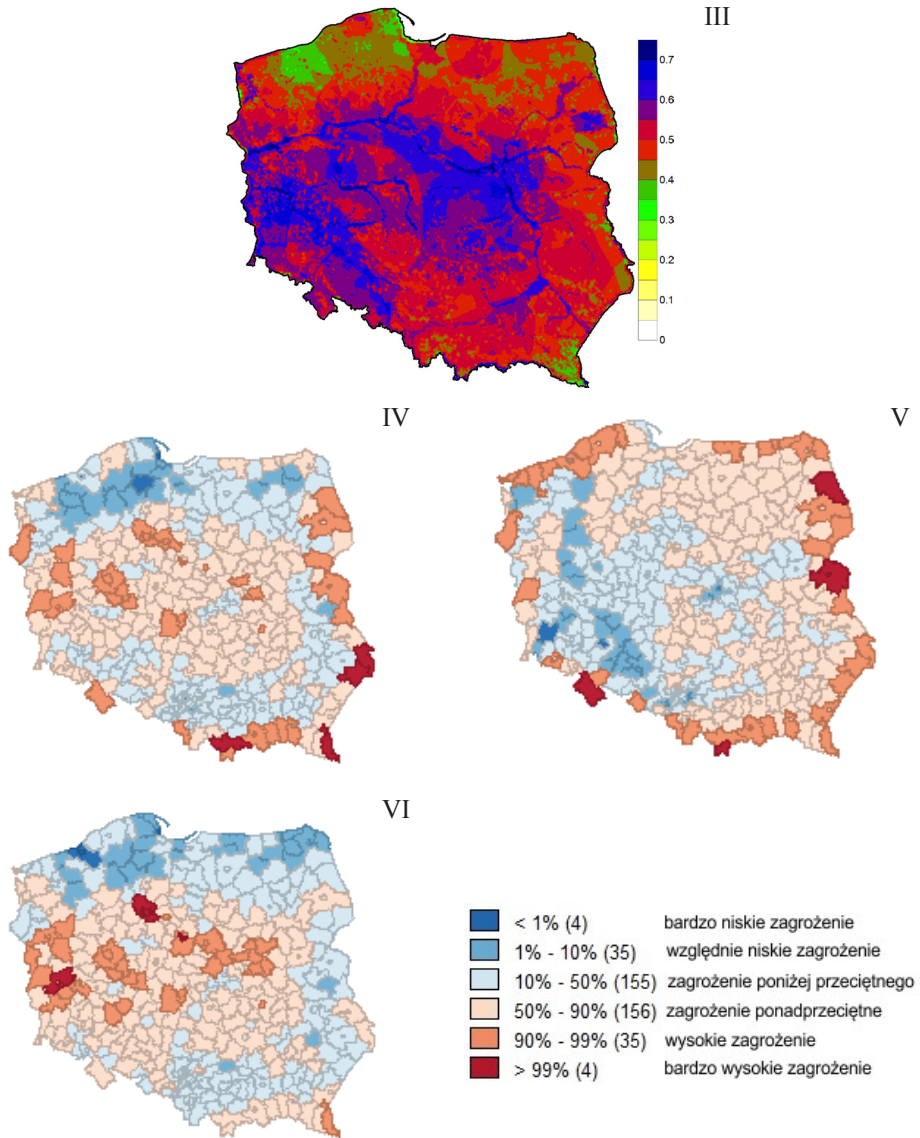
W alternatywnym podejściu do oceny podatności społecznej zastosowano lokalny współczynnik rozwoju społecznego w Polsce⁷ (UNDP 2013). Zakładając, że im wyższy wskaźnik LHDI, tym większa odporność i mniejsza podatność, można wykorzystać jego odwrotność (tzn. dopełnienie do wartości 1), jako miarę podatności. Obydwa wskaźniki: średnia kwadratowa wartości czynnikowych (z uwzględnieniem odwrotnej klasyfikacji czynnika zdolności finansowej ludności) oraz (dopełnienie) lokalnego wskaźnika rozwoju społecznego nie są istotnie skorelowane statystycznie i przestrzennie.

WRAŻLIWOŚĆ SPOŁECZNA NA ZAGROŻENIA NATURALNE W POLSCE

Dla oceny ekspozycji na zagrożenia naturalne wzięto pod uwagę zagrożenia intensywność, częstotliwość i zasięg następującymi ekstremalnymi zjawiskami naturalnymi: upały, burze i grady, silne mrozy, opady śniegu, silne wiatry (i trąby powietrzne), susze, pożary lasów, powódzie (Werner i in. 2014), konstruując odpowiednie złożone wskaźniki ekspozycji jako średnie znormalizowanych parametrów hydrometeorologicznych. Opracowano mapy zróżnicowania przestrzennego ekspozycji na wyżej wymienione zagrożenia naturalne indywidualnie w ciągu roku i sumaryczne: całoroczny, w półroczu ciepłym i półroczu zimowym (ibid., ryc. 6). Posłużyły one jako punkt wyjścia do konfrontacji z opisanymi wyżej wskaźnikami podatności społecznej i opracowania map wrażliwości społecznej.



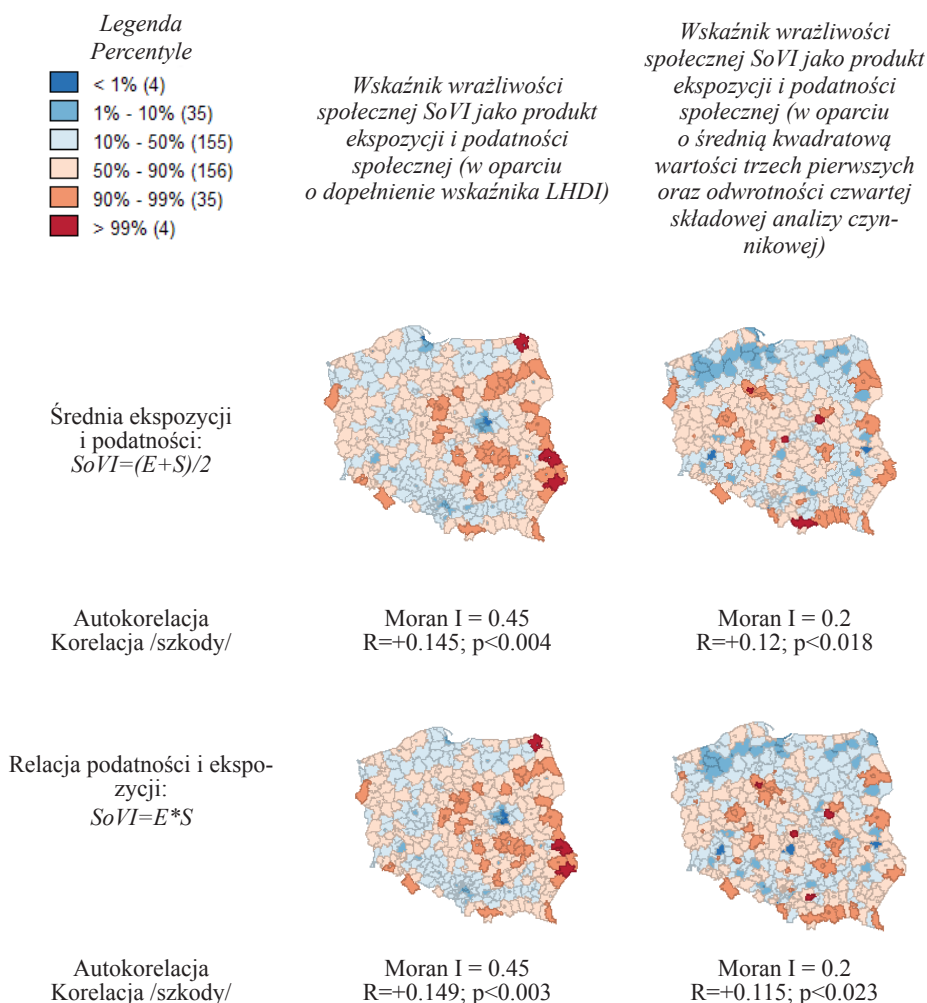
⁷ <http://undp.iq.pl/Co-robimy/Badania-rozwoju-spoolecznego2/Lokalny-Wskaznik-Rozwoju-Spoolecznego>; „Lokalny Wskaźnik Rozwoju Społecznego (*Local Human Development Index*, LHDI) to unikatowe badanie rozwoju społecznego Polski na poziomie lokalnym (regiony, powiaty i częściowo gminy) w oparciu o metodologię HDI. Polska została objęta przez UNDP nowatorskim badaniem dotyczącym mierzenia rozwoju społecznego na poziomie lokalnym i regionalnym”

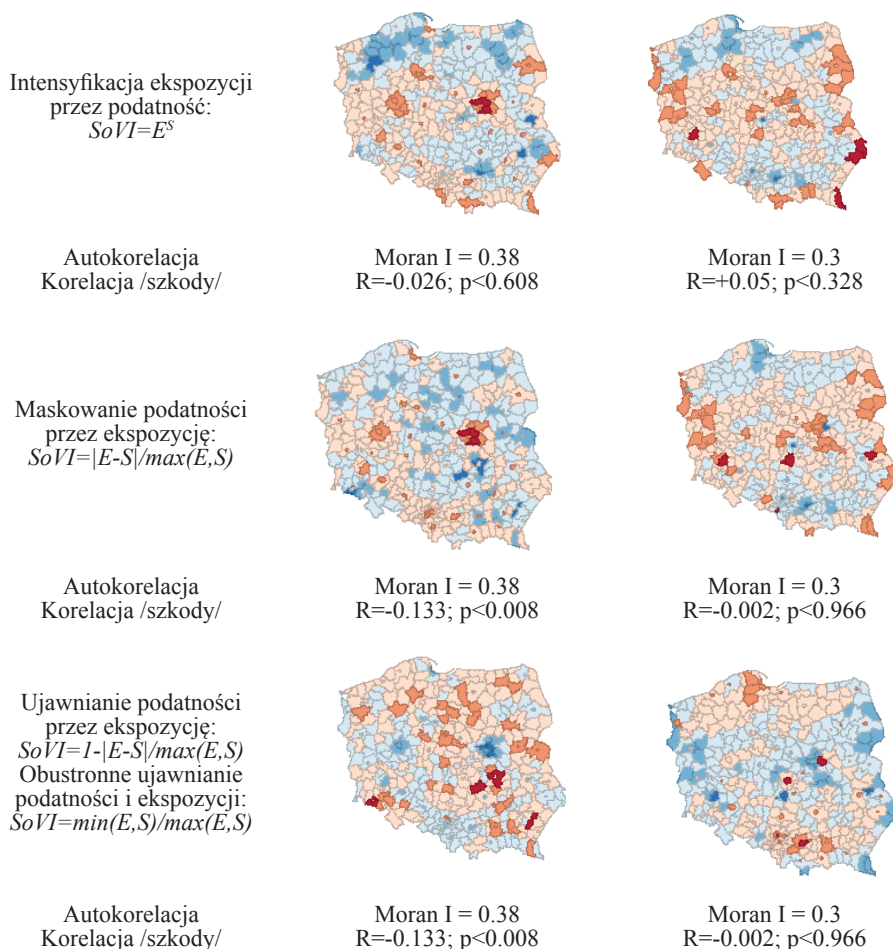


Ryc. 6. Zróżnicowanie przestrzenne złożonych wskaźników ekspozycji na wybrane zagrożenia naturalne w siatce (grid, I,II,III) i w układzie powiatów (IV,V,VI) w Polsce: I – całoroczny, II – w półroczu chłodnym, III – w półroczu ciepłym, IV - całoroczny w układzie powiatów, V – w półroczu chłodnym w układzie powiatów, VI – w półroczu ciepłym w układzie powiatów, źródło: Werner i in. 2014 (zagrożenia: upały, burze i grady, silne mrozy, opady śniegu, silne wiatry i trąby powietrzne, susze, pożary lasów, powodzie)

Fig. 6. Spatial differentiation of overall exposure to certain natural hazards (grid, I,II,III) and by counties (IV,V,VI) in Poland: I – annual, II – cold season, III – warm season, IV – annual by counties, V – cold season by counties, V – warm season by counties; source: Werner et al 2014 (natural hazards: heat waves, storms and hails, severe frosts and hoar-frosts, snow cover, strong winds and whirlwinds, droughts, fire forests, floods)

Scenariusze zróżnicowania przestrzennego wrażliwości społecznej na zagrożenia naturalne w układzie powiatów przedstawiono jako produkty ekspozycji i podatności społecznej (na podstawie dopełnienia wskaźnika LHDI i średniej kwadratowej wartości ładunków czynnikowych) w podziale na całoroczne, w okresie chłodnym i w okresie ciepłym. Ich weryfikacji dokonano szacując wartości autokorelacji przestrzennej (Moran I) i współczynniki korelacji liniowej Pearsona oraz istotność statystyczną dla sumarycznych wydatków budżetów powiatów w latach 2008-2013 na usuwanie skutków klęsk żywiołowych (ryc.7).



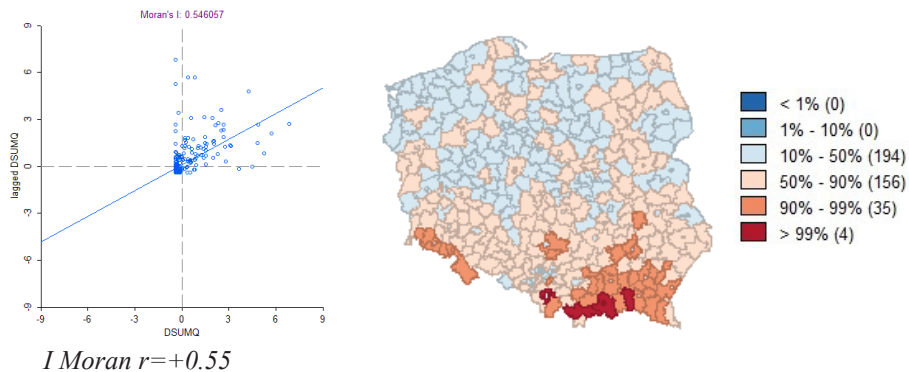


Ryc. 7. Zróżnicowanie przestrzenne całorocznych wskaźników wrażliwości społecznej SoVI na wybrane zagrożenia naturalne w układzie powiatów w Polsce jako produktu ekspozycji i podatności społecznej (na podstawie dopełnienia wskaźnika LHDI i średniej wartości ładunków czynnikowych); źródło: Werner i in. 2014 (zagrożenia: upały, burze i grady, silne mrozy, opady śniegu, silne wiatry i trąby powietrzne, susze, pożary lasów, powodzie; percentyle, opr. własne). Wartości autokorelacji przestrzennej – I Moran i współczynniki korelacji liniowej Pearsona oraz istotność statystyczna dla sumarycznych wydatków budżetów powiatów w latach 2008-2013 na usuwanie skutków klęsk żywiołowych

Fig. 7. Spatial differentiation of annual social vulnerability SoVI to certain natural hazards by counties in Poland. Assessments based on convolution of exposure and social susceptibility. Social susceptibility based on complementary fraction of Local HDI up to one or root mean square (RMS) values of the results of factor analysis; source: Werner et al 2014 (natural hazards: heat waves, storms and hails, severe frosts and hoarfrosts, snow cover, strong winds and whirlwinds, droughts, fire forests, floods). Moran I coefficients of spatial autocorrelation and correlation coefficients with expenditures for removing the effects of natural disasters 2008-2013 by counties

WERYFIKACJA WSKAŹNIKÓW WRAŻLIWOŚCI SPOŁECZNEJ SOVI

W celu weryfikacji złożonych wskaźników wrażliwości społecznej SoVI wykorzystano dane dotyczące sumarycznych wydatków budżetów powiatów w latach 2008-2013 na usuwanie skutków klęsk żywiołowych, przy założeniu, że zagrożenia naturalne w badanym okresie można traktować wyłącznie jako zjawiska występujące losowo.



I Moran $r=+0.55$

Ryc. 8. Rozkład i autokorelacja przestrzenna sumarycznych wydatków poniesionych w rozdziałach ***78 - usuwanie skutków klęsk żywiołowych wg powiatów w Polsce w latach 2008-2013 (percentyle, źródło GUS, 2014)

Fig. 8. Spatial distribution and autocorrelation of expenditures for removing the effects of natural disasters 2008-2013 by counties in Poland (percentiles, own elaboration)

Wartości istotnych statystycznie współczynników korelacji Pearson'a dla współczynników wrażliwości społecznej (*SoVI*) i sumarycznych wydatków na usuwanie klęsk żywiołowych w latach 2008-2013 wg powiatów są bardzo niskie i zaobserwowano je dla wartości średnich ekspozycji i podatności społecznej. Dlatego też rozpatrywano bardziej szczegółowo wyniki analizy korelacyjnej związków oszacowanych dwóch rodzajów wskaźników wrażliwości społecznej: na podstawie lokalnego wskaźnika rozwoju społecznego i na podstawie analizy czynnikowej z wydatkami poniesionymi na usuwanie skutków klęsk żywiołowych wg powiatów osobno dla każdego z lat od 2008 do 2103 roku.

Celem był wybór najlepszej procedury badawczej na podstawie tych wskaźników wrażliwości społecznej na zagrożenia naturalne, które w najwyższym stopniu są skorelowane z rzeczywistym rozkładem przestrzennym zjawisk ekstremalnych, a tym samym ocena szczegółowa poprawności procedury badawczej. Z jednej strony porównywano obydwie typy oszacowanych wskaźników wrażliwości społecznej na zagrożenia naturalne wg sześciu wymienionych wyżej scenariuszy w układzie powiatów dla całego roku, dla półrocza ciepłego i półrocza chłodnego ($2 \cdot 6 \cdot 3 = 36$ rodzajów wskaźników *SoVI*) wg powiatów, a z drugiej roczne sumy wydatków poniesionych na usuwanie skutków klęsk żywiołowych wg powiatów w Polsce w latach 2008-2013. W analizie współczynników korelacji

Pearson'a wzięto pod uwagę tylko wskaźniki wskazujące na istotny statystycznie dodatni związek między badanymi zjawiskami ($p < 0.05$).

Najwyższe wartości wydatków na usuwanie w powiatach szkód na skutek klęsk żywiołowych skorelowane są pozytywnie z wskaźnikami wrażliwości dla okresów chłodnych ($R_{\max} = +0.56$ dla 2009 roku, $R_{\min} = +0.21$ dla 2012 roku)⁸. Podobnie, nieco słabiej skorelowane są wskaźniki dla okresów rocznych ($R_{\max} = +0.39$ dla 2008 roku, $R_{\min} = +0.11$ dla 2012 roku). Najniższe – dotyczą okresów ciepłych ($0 < R < 0.3$).

Szczegółowa analiza dowodzi, że najwyższe wskaźniki dotyczą wydatków związanych na usuwanie szkód okresu zimowego w dziale transport, a w dalszej kolejności analogicznie dla całości wydatków rocznych.

WNIOSKI

Trzy z opisywanych metod szacowania wrażliwości społecznej na zagrożenia naturalne wydają się najbardziej wiarygodne: średnia, relacja i obustronne ujawnianie podatności i ekspozycji wskaźników ekspozycji (podatności fizycznej) oraz podatności społecznej oszacowanej na podstawie analizy czynnikowej. Na podstawie wartości współczynników korelacji można ocenić, że dwie pierwsze metody najlepiej odzwierciedlają zagrożenia w okresach chłodnych i dla całego roku. Natomiast w przypadku okresu ciepłego wyższe wyniki uzyskano metodą obustronnego ujawniania ekspozycji i podatności społecznej.

Trzeba pamiętać, że nawet w przypadku bardziej szczegółowej analizy danych, to jednak nadal jest poszukiwanie najwłaściwszej metody oszacowania wrażliwości społecznej na zagrożenia naturalne, które są zjawiskami losowymi, zmiennymi w czasie i w przestrzeni.

Podziękowania

Badania zrealizowano w ramach projektu badawczego pt. Zróznicowanie przestrzenne wrażliwości społeczeństwa informacyjnego na wybrane zagrożenia naturalne w Polsce, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (DEC-2011/03/B/HS4/04933).

⁸ Współczynniki korelacji oszacowano dla całej zbiorowości powiatów oraz osobno dla podzbioru powiatów, w których obserwowano wydatki na usuwanie szkód klęsk żywiołowych w badanych okresach. Przy całej zbiorowości zanotowano mniejsze wartości wskaźników korelacji ($R_{\max} = +0.36$ dla 2009 roku, $R_{\min} = +0.16$ dla 2012 roku) przy zachowaniu poziomu istotności $p < 0,05$

Literatura

- Adger W. N., 2006, Vulnerability, *Global Environmental Change*, vol. 16, no. 3, 268-281.
- Alwang J., Siegel P.B., Jorgensen S.L., 2001, Vulnerability, a View from Different Disciplines. *Social Protection Discussion Paper Series*, no. 115, Social Protection Unit, Human Development Network, World Bank.
- Balica S.F., Wright N.G., van der Meulen F., 2012, A flood vulnerability index for coastal cities and its use in assessing climate change impacts, *Natural Hazards*, Vol. 52, Springer Publisher, ISSN 0921-030X.
- Balica S.F., Popescu I., Beevers L., Wright N.G., 2013, Parametric and physically based modelling techniques for flood risk and vulnerability assessment: A comparison, *Environmental Modeling & Software*, Vol. 42, 84–92.
- Bara C., 2010, *Factsheet Social Vulnerability to Disasters*, *Crisis and Risk Network (CRN)*, Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich.
- Birkmann J., 2006, *Measuring vulnerability to natural hazards. Towards disaster resilient societies*, UNU-EHS, Tokyo-New York-Paris.
- Bollin C., Cárdenas C., Hahn H., Vatsa K.S., 2003, *Disaster Risk Management by Communities and Local Governments*, Washington DC: Inter-American Development Bank. Available at <http://www.iadb.org/sds/doc/GTZ%2DStudyFinal.pdf>.
- Cardona O.D., Hurtado J.E., Duque G., Moreno A.M., Chardon A.C., Velásquez L.S., Prieto S.D., 2003, *Indicadores para la Medición del Riesgo*, Fundamentos Metodológicos. Institute of Environmental Studies, University of Colombia, Manizales, Colombia. Programme on Information and Indicators for Risk Management, IADB-ECLAC-IDEA.
- Cardona O.D., 2004, The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management, [w:] G. Bankoff, G. Frerks, D. Hilhorst (Eds.) *Mapping Vulnerability, Disasters, Development, and People*, Earthscann Publications, London.
- Carpenter S., Walker B., Anderies J.M., Abel N., 2001, From metaphor to measurement: resilience of what to what? *Ecosystems*, 4(8), 765–781.
- Ciurean R.L., Schröter D., Glade T., 2013, Conceptual Frameworks of Vulnerability Assessments for Natural Disasters Reduction, [w:] J. Tiefenbacher, D. Brand (2013) *Approaches to disaster management: examining the implications of hazards, emergencies and disasters*, Rijeka: Intech.
- Cutter S., 1996, Vulnerability to environmental hazards, *Prog. Human Geogr.*, 20(4), 24-29.
- Cutter S.L., Mitchell J.T., Scott M.S., 2000, Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina, *Annals of the Association of American Geographers*, 90, 713-737. doi: 10.1111/0004-5608.00219.
- Cutter S.L., Boruff B.J., Shirley W.L., 2003, Social Vulnerability to Environmental Hazards, *Social Science Quarterly*, 84, 242–261. doi:10.1111/1540-6237.8402002.
- Cutter S.L., Emrich Ch.T., Webb J.J., Morath D., 2009, *Social Vulnerability to Climate Variability Hazards: A Review of the Literature*, Final Report to Oxfam America, Hazards and Vulnerability Research Institute Department of Geography University of South Carolina, Columbia, SC.
- Davidson R., 1997, *An urban earthquake disaster risk index*, Report No. 121, The John A. Blume Earthquake Engineering Center, Stanford: Stanford University.

- Esty D.C., Levy M., Srebotnjak T., Sherbinin de A., 2005, *Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship*, New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy.
- Fekete A., 2009, Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany, United Nations University, Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS), UN Campus, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 393–403, 2009.
- Gabor T., Griffith T.K., 1980, The assessment of community vulnerability to acute hazardous materials incidents, *Journal of Hazardous Materials*, 8, 323–33.
- Gaither C.J., Poudyal N.C., Goodrick S., Bowker J.M., Malone S., Gan J., 2013, Wildland fire risk and social vulnerability in the Southeastern United States: An exploratory spatial data analysis approach, *Forest Policy and Economics*, 13 (2011), 24–36.
- Gall M., 2007, *Indices of social vulnerability to natural hazards: a comparative evaluation*, ProQuest.
- Hewitt K., 1997, *Region of risk: a geographical introduction to disasters*, Longman, Harlow.
- Kaly U., Briguglio L., McLeod H., Schmall S., Pratt C., Pal R., 1999, Environmental Vulnerability Index (EVI) to summarise national environmental vulnerability profiles, *SOPAC Technical Report*, 275.
- Kasperson J.X., Kasperson R.E., Turner II B.L., 1995, *Regions at Risk*, UNU Studies on Critical Environmental Regions, United Nations University Press, Tokyo.
- Kates R.W., 1985, The interaction of climate and society, [w:] R.W. Kates, J.H. Ausubel, M. Berberian (Editors), *Climate impact assessment*, SCOPE 27, New York: Wiley, 3–36.
- Lisowski A., 1993, *Skutki występowania wybranych zagrożeń naturalnych i ich percepcja w Polsce*, Warszawa: Uniwersytet Warszawski, Wydż. Geografii i Studiów Regionalnych.
- Nelson S.A., (n.d.), *Natural Disasters & Assessing Hazards and Risk*, Dostęp: sierpień, 2013, http://www.tulane.edu/~sanelson/Natural_Disasters/introduction.htm
- Magnuszewski A., 2010, Zastosowanie techniki GIS w ocenie zagrożeń naturalnych – dawnych i przyszłych (Application of GIS technique in past and future natural hazards assessment), [w:] T. Ciupa, R. Suligowski (red.) *Woda w badaniach geograficznych*, Instytut Geografii Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce, 2010, 23–33.
- Manche Y., 1997, *Vers une cartographie spatio-temporelle multi-échelle des risques naturels en montagne*, Conf „Les temps de l’environnement“. Communications des Journées du Programme Environment, Vie et Sociétés Pirevs, Toulouse Centre des Congrès, Nov. 1997, s. 305.
- Peduzzi P., Dao H., Herold C., 2002, *Global Risk And Vulnerability Index. Trends per Year (GRAVITY)*, United Nations Development Programme. Bureau of Crisis Prevention & Recovery (UNDP/BCPR).
- Pelling M., 2003, *The vulnerability of cities : natural disasters and social resilience*. London; Sterling, VA: Earthscan Publications.
- Pistrica A., Tsakiris G., 2007, *Flood Risk Assessment: A Methodological Framework , Water Resources Management: New Approaches and Technologies*, European Water Resources Association, Chania, Crete – Greece.
- Polsky C., Neff R., Yarnal B., 2007, Building comparable global change vulnerability assessments: The vulnerability scoping diagram, *Global Environmental Change* 17, Elsevier, 472–485.

- Raaijmakers R., Krywkow J., van der Veen A., 2007, *Flood risk perceptions and spatial multi-criteria analysis: an exploratory research for hazard mitigation*, The Netherlands: University of Twente.
- Roberts N.J., Nadim F., Kalsnes B., 2009, Quantification of vulnerability to natural hazards. Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards. *Georisk* Vol. 3, no. 3, 164-173.
- Rucińska D., 2011, Social education on extreme natural events in view of extreme floods and landslides in Poland, *Prace i Studia Geograficzne*, Wyd. WGiSR UW.
- Rucińska D., 2014, Podatność społeczna na zagrożenia naturalne jako element ryzyka. Przegląd koncepcji naukowych, *Prace i Studia Geograficzne*, T.55, Wyd. WGiSR UW.
- SafeLand Living with landslide risk in Europe: Assessment, effects of global change, and risk management strategies*, 2012, 7th Cooperation Theme 6 Environment (including climate change) Framework Programme Sub-Activity 6.1.3 Natural Hazards, Grant Agreement No.: 226479.
- Schmidt-Thomé P. (red.), 2006, ESPON Project 1.3.1 – *Natural and technological hazards and risks affecting the spatial development of European regions*, Geological Survey of Finland.
- Smith K.S., Petley D.N., 2009, *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*, Taylor and Francis, London, UK.
- Sowiński M., 2008, Szkody powodziowe jako element wyznaczania ryzyka, *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich*, Nr 7/2008, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, PAN, Oddział w Krakowie, 121–130.
- Sorrensen C.L., Polsky C., Neff R., 2006, The HERO REU Experience: Undergraduate Research on Vulnerability to Climate Change in Local Places, Gamma Theta Upsilon, *The Geographical Bulletin*, 47(2), 65-72.
- Stein S.M., Menakis J., Carr M.A., Comas S.J., Stewart S.I., Cleveland H., Bramwell L., Radeloff V.C., 2013, *Wildfire, wildlands, and people: understanding and preparing for wildfire in the wildland-urban interface—a Forests on the Edge 98*, report. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-299. Fort Collins, CO. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 36.
- Szczygieł R., Ubysz B., Kwiatkowski M., Piwnicki J., 2009, Klasyfikacja zagrożenia pożarowego lasów Polski, *Forest Research Papers*, 70(2), 131-141.
- Tapsell S.M., Penning-Rowsell E.C., Tunstall S.M., Wilson T.L., 2002, Vulnerability to flooding: health and social dimensions, *Phil. Trans. R. Soc.*, Lond. A 360, The Royal Society, 1511-1525.
- UNDP 2004, *Reducing Disaster Risk. A Challenge for Development*, United Nations Development Programme Bureau for Crisis Prevention and Recovery, www.undp.org/bcpr
- UN/ISDR (International Strategy for Disaster Reduction) 2004, *Living with Risk: A global Review of Disaster Reduction Initiatives*, Geneva: UN Publication.
- Villagrán de León, J.C., & United Nations University. Institute for Environment and Human Security, 2006, *Vulnerability: a conceptual and methodological review*, Bonn, Germany: United Nations University, Institute for Environment and Human Security.
- Werner P., Magnuszewski A., Pokojska P., Pokojski W., Korzeniecki P., Kowalewski M., 2014, Integrated fuzzy approach to spatial differentiation and modeling of vulnerability to natural hazards in Poland, w trakcie recenzji, *Natural Hazards*, Springer.
- Wood N., 2011, *Understanding risk and resilience to natural hazards*, U.S. Geological Survey Fact Sheet 2011-3008.

- Woodrow B., 2012, "Fire as Vulnerability": The Value Added from Adopting a Vulnerability Approach, *World Fire Statistics Bulletin*, The Geneva Association, WFS 28 / October 2012.
- Woźniak E., 2011, *Określanie metodami geoinformatycznymi stopnia zagrożenia pożarowego lasów w Polsce*, pr.dr., WGiSR UW, Warszawa.
- Wrachien D., Mambretti S., Schultz B., 2011, Flood Management and Risk Assessment in Flood-Prone Areas: Measures and Solutions, *Irrig. and Drain*, 60, 229–240.
- WRR (World Risk Report) 2012, *Focus: Environmental Degradation and Disasters*, Alliance Development Works, UNU-EHS, The Nature Conservancy.
- Wu Shuang-Ye, Yarnal B., Fisher A., 2002, Vulnerability of coastal communities to sea-level rise: a case study of Cape May County, New Jersey, USA, *Clim Res*, Vol. 22, 255-270.
- Yarnal B., 2007, Vulnerability and all that jazz: Addressing vulnerability in New Orleans after Hurricane Katrina, *Technology in Society*, 29 (2007), 249–255.

Summary

The scientific aims of the study are the measurement and evaluation to social vulnerability to certain environmental hazards in Poland i.e. choice and estimation of spatial differentiation of the indices of society vulnerability to the identified environmental hazards in Poland using the unified methodology.

Natural disasters are often identified with the extreme natural phenomena. But the concept of a natural hazard, which this latter often carries, can be clearly distinguished from a natural disaster. Research framework involves assessment of certain natural hazards according. These are floods, strong winds, severe frost, snow, heat waves, droughts, hailstorms and forest fires. The results encompasses assessment of the spatial inconsistency of identified, potential environmental hazards in Poland and spatial differentiation and conformity of (locations) of vulnerable people and increased vulnerability to identified, potential environmental hazards in Poland.

Assessment of risk of natural hazards and security involves social vulnerability. The roots of social vulnerability are differently perceived and defined. But the scientific aims are clear: the identification of natural hazards, the identification of vulnerable people or groups, and prediction time and location of extreme natural events. All these activities let to undertake appropriate steps to minimize the implications of potential natural hazards. The aims are clear and all the scientists and specialists agree with them, but they are using different approaches, definitions and methods concerning the studies of social vulnerability to natural hazards. The results of their studies might be the guidelines for decision-makers and activities which in turn implies rise the level of social security.

Operationalization of definitions of social vulnerability becomes the base of multidimensional spatial, social and environmental activities of human-aid organizations and institutions. Social vulnerability means the susceptibility of people,

places or systems exposed to natural hazards, which directly are related to potential damages, and in turn directly affects the ability to prepare for, response and recovery following after the emergency or disaster. The elements of vulnerability are exposure, susceptibility and coping capacity. Each of them is related with (natural) physical, systemic (structural) and socioeconomic dimensions.

Vulnerability is differentiated spatially, socially and regionally. These are periodical or random phenomena related to exposure or may be the permanently conditioned phenomena. Vulnerability is not poverty. Understanding of social vulnerability helps in explanation why different societies may be touched differently by the same hazards and it is important for reduction of negative consequences of extreme natural events.

Quantitative approach (FA factor analysis) method of study of social vulnerability in Poland was used, which aimed the reduction and reinterpretation of input demographic, social and economic variables. They were projected on maps of exposure to natural hazards in Poland and compared to regional expenditures on repairing damages and removal of effects of natural disasters. The complete data base, statistical results and cartographical visualizations were prepared using GIS tools.