

Dorota Rucińska

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych,

e-mail: dmrucin@uw.edu.pl

KWANTYFIKACJA PODATNOŚCI NA ZAGROŻENIA NATURALNE - PRZEGLĄD METOD

Quantification of vulnerability to natural hazards. Review of methods

Słowa kluczowe: kwantyfikacja, podatność, zagrożenia naturalne, wskaźniki, społeczeństwo

Key words: quantification, vulnerability, natural hazards, indexes, society

WSTĘP

Natężenie i częstotliwość występowania zagrożeń naturalnych oraz wzrost populacji na świecie, a szczególnie gęstości zaludnienia na obszarach objętych groźnymi zjawiskami naturalnymi skutkuje zainteresowaniem rozwojem koncepcji podatności na tego typu zdarzenia. W ostatnich dwóch dekadach pojawiają się liczne próby jej kwantyfikacji, najczęściej jako elementu oceny ryzyka strat. Powstają przeglądy literatury podejmujące wyzwanie śledzenia rozwoju wskaźników podatności, a zagadnienie oceny podatności jest nieustająco w fazie studyjnej. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wybranych kwantyfikacji podatności na podstawie koncepcji teoretycznych, opierając się na przykładach z zagranicznej literatury naukowej. Stanowią one o zróżnicowanym podejściu badawczym.

Podatność (*vulnerability*) jest koncepcją, która rozwinęła się w naukach społecznych i była reakcją na rozważaną w 70. latach XX w. percepcję ryzyka klęski żywiołowej, skupiając się na zagrożeniach naturalnych. W latach 80. badania były zdominowane przez prognozowanie oraz percepcję zagrożeń. Powstał wówczas alternatywny paradygmat dotyczący podatności, mający na celu redukcję ryzyka (*risk*) wywołanego zagrożeniami naturalnymi. Obecnie, podejmuje się wyzwanie śledzenia rozwoju oraz porządkowania wskaźników podatności (Cutter 1996, Adger 2006, Birkmann 2006, Villagrán De León 2006, Cutter i in. 2009, Christman i in. 2012, Działek 2014, Rucińska 2014).

Jedno z pierwszych podejść, niekiedy utrzymywane wspólnie, utożsamia podatność z potencjalnym narażeniem na fizyczne zjawiska (Gabor i Griffith 1980, Bara 2010), co skutkuje szacowaniem liczby ofiar i poszkodowanych oraz strat materialnych. Drugie, wskazuje na narażenie (ekspozycję) i uwidacznia zróżnicowane uwarunkowania społeczności na zagrożenia naturalne (Timmerman 1981, Susman i inni 1984, za Cutter 1996), które przejawiają się w potencjalnej zdolności radzenia sobie (*coping ability*) człowieka lub społeczności, w tym: odporności (*resistance*) oraz odzyskania poprzedniego stanu i powrotu do normalności (*resilience*) (Hewitt 1997), zdolności reagowania (Kates 1985), co jest wynikiem specyfiki danych społeczności. Koncepcja podatności ewoluowała od zrównoważonego rozwoju, jakości życia i badań sprawiedliwości ekologicznej (*environmental justice research*) (Cutter 1996).

Najczęściej czynniki podatności dzieli się na dwie kategorie: zewnętrzne (ekspozycja na perturbacje) i wewnętrzne (zdolność lub niezdolność radzenia sobie z groźnym zdarzeniem) (Chambers 1989, za Villagrán De León 2006, Stanga i in. 2012). Niekiedy odpowiednio wyróżniane są też czynniki biofizyczne i społeczno-ekonomiczne (Stanga i in. 2012), gdzie poszerza się tę ideę o wielowymiarową i wielopłaszczyznową przestrzeń społeczną kształtowaną przez politykę, ekonomię i możliwości instytucjonalne. Jednocześnie ekspozycja odnosi się do perspektywy społeczno-ekologicznej, prawnej i ekonomii politycznej (Watts i Bohle 2001, za Villagrán De León 2006). Wychodząc nieco poza ramy tych poprzednich, uwzględnia się powiązania społeczne uwypatniając aspekt geograficzny (przestrzenny) (Cutter 1996, Cutter i inni 2000, Wu i inni 2002), rozróżniając typową podatność fizyczną oraz społeczną. Zwraca się uwagę na to, że czynnik zamieszkiwania lub przebywania na obszarach wysoce zagrożonych wpływa na wrażliwość, zdolność reagowania i adaptacji (Yarnal 2007). Według Pellinga (2003) podatność to ekspozycja na ryzyko lub niemożliwość uniknięcia go bądź też absorpcji potencjalnych szkód, gdzie wyodrębnia się trzy typy podatności: fizyczną (rozumianą jako podatność środowiska przyrodniczego, fizycznego), społeczną (rozumianą jako doświadczenie społeczne i doświadczenia systemu społecznego, ekonomicznego i politycznego) oraz podatność ludzką (*human vulnerability*) (będącą kombinacją fizycznej i społecznej (za Villagrán De León 2006).

Podatność fizyczna definiowana jest w niektórych przypadkach jako podatność samego środowiska przyrodniczego (fizycznego) (Pelling 2003). Według *International Panel on Climate Change* (IPCC) środowisko przyrodnicze jest podatne zarówno na zagrożenia naturalne jak i antropogeniczne. Mogą one dotyczyć różnego typu zniszczeń: utraty różnorodności, zakresu, jakości lub funkcji ekosystemu. Podatnością jest tu stopień w jakim system radzi lub nieradzi sobie z negatywnymi skutkami zmian klimatycznych, w tym zmiennościami klimatu i zjawiskami ekstremalnymi. Podatność jest funkcją charakteru, wielkości zjawiska, tempa zmian klimatycznych, na które system jest narażony, jego wrażliwości i zdolności adaptacji. Nie interpretuje jednak zdolności radzenia sobie (przed, po, w trakcie zmienności klimatu i ekstremów). W innej pracy, w ocenie podatności środowi-

ska przyrodniczego Tajwanu, nawiedzanego co roku przez tajfuny, trzęsienia ziemi i osunięcia ziemi oraz sploty gruzowe (*debris flows*) przyjęto, że podatność przyrodnicza jest związana z przyrodą, ekonomią i społeczeństwem. Kryteriami były: jakość pokrycia terenu, obszar osuwiska, typ gleb, średnia roczna opadów, ekstremalny czas trwania burzy, gęstość zaludnienia. W badaniu podatności przyrodniczej uwzględniono czynniki: geograficzny (jakość pokrycia roślinnego, osunięcia ziemi oraz typ gleb), hydrologiczny (średnie roczne opady i długość trwania burz), społeczny (sposób użytkowania ziemi oraz gęstość zaludnienia) (Chang i Chao 2011).

W niektórych koncepcjach podatność koncentruje się na ubóstwie opisując podatność danej osoby lub gospodarstwa, gdy przekracza ono dolną jego granicę w określonej społeczności i wykazuje brak zdolności radzenia sobie z kryzysem (Alwang i in. 2001). Reprezentanci LA RED (LA RED: *Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina*) w Ameryce Łacińskiej definiują podatność jako predyspozycję elementu, systemu lub społeczności do tego, aby być dotkniętym (poszkodowanym) lub do poniesienia strat. Podatność jest tu czynnikiem ryzyka w konsekwencji zagrożenia przyrodniczego będącego zewnętrznym czynnikiem ryzyka, i wynika z trzech czynników: 1. słabości fizycznej lub ekspozycji połączonej z wrażliwością ludzkich osiedli położonych w strefie zagrożenia; 2. słabości społeczno-ekonomicznej związanej z predyspozycją do poniesienia szkody z powodu: marginalizacji, segregacji społecznej, ubóstwa lub podobnych czynników; 3. braku elastyczności, sprężystości (*resilience*) związanej z ograniczeniem dostępu i możliwości uruchamiania zasobów oraz niezdolnością do reagowania, aby złagodzić wpływ katastrofy, co może też być związane z niedorozwojem i brakiem strategii zarządzania ryzykiem (Cardona i inni 2003, Cardona 2004a).

ZRÓŻNICOWANIE KWANTYFIKACJI PODATNOŚCI NA ZAGROŻENIA NATURALNE

Równolegle trwają na świecie studia nad kompleksowymi wskaźnikami podatności dla dużej skali przestrzennej, uwzględniającymi wiele zagrożeń i pozwalającymi na porównanie sytuacji w dużym regionie, jak i nad szczegółowymi wskaźnikami uwzględniającymi np. jeden typ zagrożenia (lub niewielką ich liczbę) w skali lokalnej. Niektóre odnoszą się do podatności ogólnej, inne, rozdzielnie do fizycznej lub społecznej.

Wskaźniki podatności można również rozróżnić z uwagi na skalę przestrzenną prowadzonej analizy. Wpływa to bezpośrednio na dobór mierników, co jest z kolei związane z dostępnością danych. Tworzenie wskaźników, które posiadałyby właściwości pozwalające na porównywanie regionów, natrafia na poważne ograniczenia.

Z uwagi na fakt, że podatność może być generowana przez różne procesy, ocena podatności ma specyficzny kontekst, podobnie, tworzenie zagregowanych wskaź-

ników. Wybór wskaźników (zagregowanego, pojedynczego) wiąże się z celem zastosowania wyniku. Zagregowane wskaźniki oparte na znormalizowanej i zsumowanej podatności społeczno-ekologicznej są przydatne w identyfikacji kluczowych problemów (*hot spots*), gdzie występuje wiele aspektów podatności. Jednak takie podejście jest problematyczne w tworzeniu jednego, kompleksowego wskaźnika podatności, gdyż ukrywa on wiele ważnych informacji na temat relacji między zmiennymi (Abson i in. 2012).

Sposób wykorzystania szacunków podatności dla globalnych porównań lub przeciwnie - dla rozwiązywania lokalnych problemów ryzyka kłęski żywiolowej, odzwierciedlony jest w jej kwantyfikacji.

Większość wskaźników podatności opartych jest na kilku wartościach cząstkowych, rzadko przekraczają one liczebność dziesięciu, jeszcze rzadziej - kilkadziesiąt. Ponadto, zwykle w zintegrowany sposób traktuje się w nich ekosystem (Kaly i inni 1999).

W ramach *United Nations Environment Programme Gravity2* (Peduzzi i in. 2002) opracowano wskaźnik wielozagrożeniowy ryzyka wychodząc z założenia, że ryzyko jest rezultatem trzech komponentów: częstotliwości występowania zagrożeń i ich intensywności, populacji narażonej na te zdarzenia oraz jej podatności (Coburn i in. 1991). Kombinacja dwóch elementów – częstotliwości zagrożeń i ekspozycji populacji jest nazywana podatnością fizyczną. W wyniku tego ryzyko równe jest zero, gdy:

0 (brak zagrożenia) \times populacja \times podatność (*vulnerability*) = 0 (brak ryzyka). Ryzyko jest więc iloczynem zagrożeń, liczby ludności narażonej na gwałtowne zjawisko i podatności. Zagrożenie zależy też od częstotliwości i intensywności zdarzeń. Populacja, to ludność żyjąca na obszarze zagrożenia. Podatność jest zależna od społeczno-polityczno-ekonomicznej sytuacji ludności, stąd wzór:

$$\text{Ryzyko} = \text{Fizyczna ekspozycja} \times \text{Podatność.}$$

Na tej podstawie określono podatność jako stosunek skutków zjawiska do ekspozycji fizycznej (skutki zjawiska podzielone przez wartość podatności fizycznej); gdzie skutkami zjawiska jest liczba ofiar śmiertelnych odnotowanych przez CRED w okresie 1980-2000. W konsekwencji tego, ryzyko określono jako funkcja ekspozycji fizycznej (*physical exposure*) oraz czynników podatności (*vulnerability factors*). Czynniki podatności, przy danym typie zagrożenia, mają charakter społeczno-ekonomiczny i wpływają na poziom strat. Wyróżnia się czynniki: ekonomiczne, środowiska przyrodniczego, demograficzne, zdrowia, sanitarne, polityczne, systemu wczesnego ostrzegania, edukacji, rozwoju. Podatność (*Vul*) opisano poniższym wzorem:

$$vul = \frac{1}{n} \left(\sum \frac{K_i}{\frac{Pop_i}{Pop_{1995}} PhExp} \right)$$

gdzie: n - liczba lat, K_i - liczba zabitych w roku i , Pop_i - populacja w roku i , Pop_{1995} - populacja w roku 1995, $PhExp$ - fizyczna ekspozycja obliczona dla populacji w roku 1995 (Peduzzi i in. 2002).

W przypadku szacowania ryzyka wielozagroźeniowego ograniczono się do danych dotyczących populacji, bez uwzględniania jej cech społeczno-ekonomicznych.

W celu oszacowania wskaźnika ryzyka na świecie (*Disasters Risk Index*) obliczono również podatność wykorzystując już wybrane wskaźniki cząstkowe charakteryzujące sytuację społeczno-ekonomiczną i przyrodniczą: *Human Development Index*, PKB na osobę, łatwy dostęp do zasobów wody wyrażony w procentach populacji, wskaźnik wzrostu populacji - w procentach na rok, procentowy udział użytkowanej rolniczo ziemi oraz gęstość zaludnienia na obszarze zalewowym (w przypadku Polski) (UNEP).

W regionie Meklemburgii – Zachodnie Pomorze – zdefiniowano podatność fizyczną jako stopień szkód (zniszczeń), które mogą powstać przez wystąpienie zagrożenia przyrodniczego wśród: ludzi, budynków, obszarów miejskich, w gospodarce, majątku kultury, technicznej infrastrukturze. Najważniejszymi wskaźnikami w analizie regionu były: liczba mieszkańców społeczności, liczba potencjalnie dotkniętych farm zwierzęcych, liczba potencjalnie dotkniętych obiektów krytycznych tzn. gdzie dostęp wymaga pozwolenia (*critical sites*). Te wskaźniki koncentrują się na: gęstości zaludnienia, liczbie zwierząt gospodarskich itp., charakterystycznych dla identyfikacji miejsc podatnych. Dane te były zgromadzone dla wybrzeża bałtyckiego i rzeki Łeby w regionie. Inne przykłady, to badania zagrożenia pożarowego lasów - wówczas brana była pod uwagę powierzchnia lasów u wybrzeży - długość linii brzegowej, a dla zwierzęcej epidemii – potencjalna liczba farm zwierzęcych. Do oceny podatności użyto skali rang od zera (0 – brak zniszczeń) do 1 (całkowite zniszczenie). Na przykład podatność związana z powodzią na wybrzeżu Bałtyku była oceniana wskaźnikiem: liczba dotkniętych ludzi przez powódź: do 100 osób dotkniętych powodzią – przyjmowano niską podatność (poziom zniszczeń był oszacowany od 0 do 0,3 na wspomnianej skali od 0 do 1), od 101 – 1 000 osób – średnią podatność (zniszczenia do 0,6), ponad 10 000 osób – wysoką podatność (poziom zniszczeń na poziomie od 0,7 do 0,9) (Queste i in. 2006).

Innym przykładem jest wskaźnik *Prevalent Vulnerability Index* (PVI) dotyczący społecznej podatności, będący stosunkiem sumy narażenia, słabości (*fragility*) i braku sprężystości do liczby analizowanych elementów podatności (Cardona 2006). Do oszacowania poszczególnych elementów podatności wykorzystano następujące mierniki wyrażone odpowiednimi wartościami. Dla ekspozycji: wzrost populacji (średnia roczna stopa w %); wzrost urbanizacji (średnia roczna stopa w %); gęstość zaludnienia (liczba ludności na 5 km²); ubóstwo (odsetek ludności o dochodzie poniżej 1 USD dziennie wg parytetu siły nabywczej) (*Purchasing Power Parit*); kapitał zakładowy (w milionach \$ na 1 000 km²); import i eksport towarów i usług (wyrażony w % PKB); PKB na środki trwałe (*gross domestic fixed investment*) (w % PKB); użytki rolne i stałe uprawy (w % użytków rolnych). Dla słabości (wrażliwości) społeczno-ekonomicznej (*fragility*): *Human Poverty Index*; pozostający na utrzymaniu w stosunku do pracującej części populacji; różnice spo-

łeczne (*social disparity*), koncentracja dochodu mierzona wykorzystując *Gini Index*; bezrobotni, jako % ogółu siły roboczej; inflacja, cena żywności (rocznie w %); zależność wzrostu PKB od rolnictwa (rocznie w %); obsługa długu (w % PKB); antropogeniczna degradacja gleby (*Human-induced soil degradation – GLASOD*). Dla oszacowania braku sprężystości zaproponowano inwersję poszczególnych mierników (*Inv*): HDI (*Inv*); związany z płcią *Gender-related Development Index*, GDI (*Inv*); wydatki socjalne na osobę, wydatki na zdrowie, wydatki na edukacja, wyrażone w % PKB (*Inv*); *Governance Index* (Kaufmann) (*Inv*); ubezpieczenie infrastruktury i domów (w % PKB) (*Inv*); zestawy TV na 1 000 os., (*Inv*); liczba łóżek szpitalnych na 1 000 os. (*Inv*); *Environmental Sustainability Index*, ESI (*Inv*). Na tej podstawie powstała ogólna ocena podatności, gdzie na bazie ogólnej ekspozycji, słabości społeczno-ekonomicznej oraz braku sprężystości obliczyć można PVI:

$$PVI == \frac{PVI \text{ Exposure} + PVI \text{ Fragility} + PVI \text{ Lack of Reilience}}{3}$$

(Cardona 2006). Wskaźnik ten pozwala na porównanie podatności na zagrożenia naturalne krajów w regionie. Jest wykorzystywane m. in. przez Inter-American Development Bank.

Istnieje odrębna koncepcja podatności traktująca zagrożenie naturalne, jako jej element wewnętrzny, gdzie społeczeństwo i środowisko przyrodnicze nie stanowią niezależnych i homogenicznych systemów, niezdolnych do adaptacji do zagrożeń (Polsky i in. 2007). Bazą dla porównywania podatności jest w tym przypadku schemat *Vulnerability Scoping Diagram (VSD)*, którego zastosowanie wymaga od naukowca określenia i organizacji pięciu cech własnego projektu badawczego: 1. Rodzaju zagrożenia i związanych z nim skutków podlegających minimalizacji, 2. Jednostek ekspozycji, 3. Elementów charakteryzujących podatność, 4. Komponentów, 5. Mierników podatności w procesie stawiania pytań. Schemat przetestowano na zjawisku suszy w wybranym regionie Stanów Zjednoczonych Ameryki. Według przytoczonej koncepcji podatność na zagrożenia naturalne składa się z: różnego typu narażenia (ekspozycji), wrażliwości oraz zdolności do adaptacji. Podatność należy uwzględnić w procesie analizy w ramach zrównoważonej nauki (*sustainability science*) potrzebnej do ochrony społeczności i zasobów przyrodniczych dla współczesnej i przyszłej generacji. Według autorów schematu, podatność jest funkcją: ekspozycji na groźne zdarzenia społeczne i środowiska przyrodniczego. Powiązane są z nimi wrażliwość oraz zdolność do adaptacji, które są następnie reprezentowane przez komponenty tych wartości. Założono, że ocena podatności może zawierać zasadnicze trzy komponenty dla każdego elementu podatności. Element ekspozycji jest połączeniem systemu człowiek-środowisko. Może zawierać zidentyfikowane zbiorowiska ludzi i wartości rzeczy przynależnych do nich oraz dominantę środowiska przyrodniczego w danym miejscu. Przykładowo, mogą to być: wielkość populacji o określonej lokalizacji, zjawisko suszy o danej intensywności i częstotliwości, jak również system wodociągów o określonym typie charakteryzujący się pewną gwarantowaną wydajnością. W przypadku wrażli-

liwości wykorzystano takie cechy demograficzne jak wiek oraz dochód ludności. Ponadto, analizowano technologiczny system dostawy wody charakteryzujący się np. określoną wielkością sieci dystrybucji wody oraz rodzajem dostawy wody, a także uwzględniono zależności zasobów zbiorników wodnych od opadów oraz poziomu lustra wody. Do kwantyfikacji zdolności adaptacji użyto dostępność informacji w społeczeństwie, wyrażoną jako poziom edukacji oraz system rozpowszechniania informacji. Mając na uwadze strukturę zarządzania uwzględniono dochody instytucji ze zużycia wody mieszkańców, jak i sposób zarządzania zasobami wody oraz plan reagowania kryzysowego. Istotną kwestią była również ogólna dostępność technologii, wyrażona zasobnością regionu lub analizowanej jednostki administracyjnej oraz istnieniem i stosowaniem programu ochrony zasobów wód (Polsky i in. 2007).

W ten sposób można scharakteryzować przestrzeń i czas. Komponenty ekspozycji charakteryzują czynniki i podmioty groźnego zdarzenia przyrodniczego. Elementy wrażliwości charakteryzują pierwsze skutki zagrożenia naturalnego, zaś elementy zdolności adaptacji charakteryzują reakcję na zdarzenie. Teoretycznie, można zastosować ogromną liczbę komponentów dla każdego elementu podatności w tym schemacie, jednak specjalnie użyty przez autorów koncepcji diagram kołowy miał za zadanie uprościć ich dobór. Mierniki są zapisem obserwacji dokonanej na specyficznym komponencie i mogą one być ilościowe (np. zmienność opadów, odległość do wybranego punktu) lub jakościowe (np. przynależności politycznej partii, etyka środowiskowa, zachowania) (Polsky i in. 2007).

W odróżnieniu do ogólnej podatności, podatność społeczna skupia się na demograficznych i społeczno-ekonomicznych czynnikach zwiększających lub zmniejszających wpływ zjawiska zagrożenia na lokalną populację, tak więc na osobach, które są objęte ryzykiem i mogą ponieść obrażenia (Cutter i in. 2009).

Do szacowania podatności społecznej są stosowane różne metody i wskaźniki, np. wskaźnik *Social Vulnerability Index* (SoVI) wykorzystujący analizę czynnikową (Cutter 1996) stworzony został z myślą wykorzystania w Stanach Zjednoczonych Ameryki (Cutter i in. 2003) w celu oszacowania społecznej podatności na naturalne zagrożenia w mniejszych jednostkach administracyjnych tego kraju. Stanowi on narzędzie dla decydentów i praktyków, które przy użyciu technologii GIS graficznie ilustruje przestrzenne zróżnicowanie zjawiska. Wykorzystuje wtórne dane społeczno-gospodarcze i demograficzne z amerykańskiego spisu ludności, na poziomie niższych jednostek administracyjnych, uwzględniając takie czynniki kształtujące podatność, jak: zamożność osobista, wiek, gęstość zabudowy, zależność od pojedynczego sektora ekonomicznego, zasoby mieszkaniowe i dzierżawa, rasa i pochodzenie etniczne, zawód, zależność od infrastruktury (Bara 2010). Wskaźnik SoVI wykorzystuje trzydzieści zmiennych społeczno-ekonomicznych, standaryzowanych, o określonym kierunku danego czynnika (dodatni lub negatywny wpływ na podatność). Wskaźnik jest modyfikowany zgodnie z rozwijającą się koncepcją podatności społecznej. Aby porównać wskaźniki na poziomie krajowym, są one odwzorowane za pomocą kwantyli (Cutter i in. 2003).

PODSUMOWANIE

Przedstawione przykłady kwantyfikacji podatności stanowią o zróżnicowanym podejściu badawczym już na poziomie koncepcji. Pomimo dającego się powszechniejsze zaobserwować stosowania podziału podatności na zewnętrzną i wewnętrzną oraz fizyczną i społeczną, godne uwagi jest odmienne podejście opierające się na spójności systemu człowiek-środowisko. Wskazuje ono wyraźnie na potrzebę zróżnicowanego podejścia w przypadku poszczególnych zagrożeń naturalnych, o czym świadczy dobór specyficznych mierników dla suszy w obrębie trzech elementów podatności i ich komponentów w obrębie *VSD*.

Rozpatrując kwestię użytkowości kwantyfikacji podatności, niezależnie od wyboru koncepcji, sposób szacowania zdeterminowany jest celem zastosowania końcowych wartości wskaźników. Wskaźniki służące studiom porównawczym w skali globalnej ograniczone są potrzebą zastosowania popularnych i dostępnych, ogólnoswiatowych wskaźników cząstkowych, jak np. wskaźnik rozwoju społecznego lub produkt krajowy brutto oraz dostępnymi danymi informującymi nas o liczbie ofiar śmiertelnych w wyniku poszczególnych klęsk żywiołowych. Następuje w tym przypadku uogólnienie, typowe przy badaniach w wielkich skalach przestrzennych. Wyniki tych badań wskazują nam największe różnice między dużymi regionami lub krajami. Mogą również sugerować podobieństwo między krajami w pewnej grupie, np. w zakresie ryzyka. Przykładem jest szacowanie ryzyka wielozagrożeniowego opracowane w ramach Programu *Gravity2* (Peduzzi i in. 2002). Przy przyjętej przez autorów charakterystyce podatności oraz uwzględnieniu trzech typów zagrożeń naturalnych (cyklony, powodzie, trzęsienia ziemi) w okresie od 1980-2000, Polska ułożona jest na tym samym poziomie ryzyka wielozagrożeniowego co np. Stany Zjednoczone Ameryki (w skali od 1 - niske, do 5 - wysokie Polska uzyskała poziom drugi, co budzi wątpliwości względem zobrazowania istniejącego ryzyka w tych krajach, znając częstość występowania analizowanych zjawisk i ich skutki, istniejące systemy redukcji ryzyka i zarządzania nim. Stan taki należy przyjąć jako efekt generalizacji włączonych do analizy danych. Sugeruje on również zachowanie ostrożności w przenoszeniu wagi kwantyfikacji wykonanej w skali globalnej na skalę regionalną i lokalną. Wykorzystanie ich przez organizacje administracji państwowej, szczególnie w przypadku braku bardziej szczegółowych analiz przestrzennych, może dać zdeformowane wyobrażenie o istniejącym ryzyku.

Skala przestrzenna badania podatności determinuje zarówno dobór wskaźników cząstkowych, jak i mierników. Przejście na poziom regionalny i lokalny w badaniu podatności, a w szczególności podatności społecznej, pozbawia nas możliwości porównania między krajami, co wynika głównie z dostępności różnych mierników tworzonych na bazie różnorodnych danych gromadzonych przez krajowe urzędy statystyczne. Oszacowanie podatności społecznej jest zdeterminowane gromadzonymi danymi, m.in. przy spisach ludności. Pewnych podobieństw można się doszukać jedynie w gromadzeniu danych społeczno-ekonomicznych w regionach

i wąskich grupach państw, zwykle utrzymujących wieloletnie stosunki dyplomatyczne i gospodarcze lub też mających wspólne korzenie kulturowe bądź polityczne. Ponadto zróżnicowanie cech społeczności w poszczególnych krajach wymaga indywidualnego zrozumienia i podejścia.

Opracowania wykonano w ramach w/w projektu: Zróżnicowanie przestrzenne wrażliwości społeczeństwa informacyjnego na wybrane zagrożenia naturalne w Polsce, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (2012-2015) na podstawie decyzji UMO-2011/03/B/HS4/04933,194000/GR-4224.

Literatura

- Abson D.J., Dougill A.J., Stringe L.C., 2012, Using Principal Component Analysis for information-rich socio-ecological vulnerability mapping in Southern Africa, *Applied Geography*, 35 (2012), 515-524.
- Adger W.N., 2006, Vulnerability, *Global Environmental Change*, 16 (2006), 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.
- 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.
- 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., 2004a, The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management, [w:] Bankoff G., Frerks G., Hilhorst D. (red.) *Mapping Vulnerability, Disasters, Development, and People*, Earthscann Publications, London.
- Cardona O.D., 2006, A system of indicators for disaster risk management in the America Indicators for risk management, [w:] J. Birkmann (red.) *Measuring Vulnerability to Natural Hazards. Towards Disaster Resilient Societies*, United Nations University (UNU), Tokyo – New York – Paris, 189-209.
- Chang C.L., Chao Y.C., 2011, Using the analytical hierarchy process to assess the environmental vulnerabilities of basins in Taiwan, *Environ Monit Assess*, Springer.
- Chambers R., 1989, Vulnerability. Editorial introduction, *IDS Bulletin*, Vol. 20, no. 2, Sussex, 1-7.
- Christman G., Ibert O., Kilper H., Moss T., 2012, Vulnerability and Resilience from Socio-Spatial Perspective. Towards a Theoretical Framework. Working Paper, no. 45. IRS. Leibniz Institute for Regional Development and Structural Planning, Erkner, Germany.
- Cutter S., 1996, Vulnerability to environmental hazards, *Prog Human Geogr.*, 20(4), 24-29.
- Cutter S., Mitchel J.T., Scott M.S., 2000, Revealing the vulnerability of people and place: a case study of Georgetown County, South Carolina.

- Cutter S.L., Boruff B.J., Shirley W.L., 2003, Social vulnerability to Environmental Hazards, *Social Science Quarterly*, Vol. 84, no 2, Southern Social Science Association.
- 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.
- Coburn A.W., Spence R.J.S., Pomonis A., 1991, Vulnerability and Risk Assessment. UNDP. Disaster Management Training Program, 57 pp.
- Działek J., Biernacki W., 2014, Wrażliwość społeczna na klęski żywiołowe - Ujęcie teoretyczne i praktyka badawcza, *Prace i Studia Geograficzne*, tom 55, WGiSR UW, Warszawa.
- Gabor T., Griffith T.K., 1980, The assessment of community vulnerability to acute hazardous materials incidents, *Journal of Hazardous Materials*, 3, no. 4, 323-333.
- Hewitt K., 1997, Region of risk: a geographical introduction to disasters, Longman, Harlow.
- Kates R.W., 1985, The interaction of climate and society, [w:] R.W. Kates, J.H. Ausubel, M. Berberian (red.), *Climate impact assessment*, SCOPE 27, New York, Wiley, 3-36.
- 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.
- Peduzzi P., Dao H., Herold C., 2002, Global Risk And Vulnerability Index. Trends per Year (GRAVITY). Phase II: Development, analysis and results, The "GRAVITY-Team", United Nations Environment Programme, Global Resource Information Database - Geneva, UNEP/DEWA/GRID-Geneva.
- Pelling M., 2003, The Vulnerability of Cities. Natural Disasters and Social Resilience, Earthscan Publications, London.
- Polsky C., Neff R., Yarna B., 2007, Building comparable global change vulnerability assessments: The vulnerability scoping diagram, *Global Environmental Change*, 17, Elsevier, 472-485.
- Stanga I.C., Grozavu A., 2012, Quantifying human vulnerability in rural areas: case study of Tutova Hills (Eastern Romania), *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 1987-2001.
- Susman P., O'Keefe P., Wisner B., 1984, Global disasters: a radical interpretation, [w:] Hewitt K. (red.), *Interpretations of calamity*, Boston, MA: Allen & Unwin, 264-283.
- Queste A., Lauwe P., 2006, User needs: Why we need indicators, [w:] J. Birkmann (red.) *Measuring Vulnerability to Natural Hazards. Towards Disaster Resilient Societies*, Tokyo: United Nations University, 103-114.
- Villagrán De León J.C., 2006, Vulnerability. A Conceptual and Methodological Review, *Studies of University Research, Counsel, Education*, no. 4/2006 – Publication Series of UNU-EHS.
- Rucińska D., 2014, Podatność społeczna na zagrożenia naturalne jako element ryzyka. Przegląd koncepcji naukowych, *Prace i Studia Geograficzne*, tom 55, WGiSR UW, Warszawa.
- Timmerman P., 1981, Vulnerability, resilience and the collapse of society, *Environmental Monograph 1*, Toronto: Institute for Environmental Studies.
- UNEP. Disasters Risk Index. GRIDCA.GRID. UNEP <http://gridca.grid.unep.ch> (dostępny w 2009 r.).

- Watts M.J., Bohle H.G., 1993, The Space of Vulnerability: the Causal Structure of Hunger and Famine, *Progress in Human Geography*, Vol.17, no.1, 43-67.
- Wu S., Yarnal B., Fisher A., 2002, Vulnerability of coastal communities to sea-level rise: a case study of Cape May County, New Jersey, USA, *Climate Research* 4, Vol. 22, 255-270.
- Yarnal B., 2007, Vulnerability and all that jazz: Addressing vulnerability in New Orleans after Hurricane Katrina, *Technology in Society*, Vol. 29, 249–255.

Summary

In the last two decades, many attempts appear quantification of vulnerability, usually as part of a risk assessment. The issue of susceptibility is constantly in a dynamic phase of the study. The purpose of this article is to present differentiation with vulnerability quantification based on selected examples of foreign scientific literature. Currently, dominates the division vulnerability to physical and social. There are three components: exposure, sensitivity, and coping ability to the natural hazards. Vulnerability indexes share due to the spatial scale of analysis. This affects the selection of measures, which is in turn connected with the availability of data. The article presents examples of estimating vulnerability based on integrated risk assessment of multi-hazards (Peduzzi et al. 2002 UNEP), and one hazard (Queste et al. 2006). Presented solution estimation of the total vulnerability (Cardona 2006, Polsky et al. 2007), as well as social vulnerability (Cutter et al. 2009). The quantification of the vulnerability are examples of different research approach at the level of concepts.