

Anna Dubel

ANALIZA CECH RYZYKA POWODZI W ASPEKCIE PROJEKTOWANIA INSTRUMENTÓW JEGO TRANSFERU

Anna Dubel, dr inż. – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

adres korespondencyjny:

Wydział Zarządzania

ul. A. Gramatyka 10, 30-067 Kraków

e-mail: alasuk@zarz.agh.edu.pl

ANALYSIS OF FLOOD RISK FEATURES IN TERMS OF RISK TRANSFER INSTRUMENTS DESIGN

SUMMARY: Design of risk transfer instruments, such as insurance against natural disasters should be preceded by the analysis of the risk features. Such analysis will help to select the instrument which will finish the task the best way. The primary objective of the instrument design is efficient risk transfer. In the paper the analysis of flood risk characteristics in Poland was presented. The relations between the flood risk characteristics and key features of flood risk transfer instruments were identified. As the result the recommendations for the risk transfer instruments design were indicated. Assumptions and their influence on outcomes were discussed. The author's analysis aims at deepening knowledge about relations between the characteristics of flood risk and key features of flood risk transfer instruments for the better design of efficient instruments.

KEY WORDS: risk, risk transfer, flood

Wstęp

Cechy ryzyka powodzi to właściwości charakteryzujące to ryzyko. Powódź jest zjawiskiem naturalnym, którego wystąpienie określane jest mianem katastrofy naturalnej. W sytuacjach nadzwyczajnego zagrożenia i często wysokich strat powodzie nazywane są również klęskami żywiołowymi. Konstytucja RP w art. 228 i art. 232 przewiduje wprowadzenie stanu nadzwyczajnego, tak zwanego stanu klęski żywiołowej na części albo na całym terytorium Polski w celu zapobieżenia skutkom katastrof naturalnych lub awarii technicznych noszących znamiona klęski żywiołowej oraz w celu ich usunięcia. W związku z wagą problemu, jakim jest powódź i związane z nią zagrożenie życia ludzi i straty w aktywach przeprowadzono analizę cech występującego w Polsce ryzyka powodzi. Ich identyfikacja ma na celu dostarczenie informacji dla projektowania jego instrumentów transferu, poprzez określenie relacji pomiędzy cechami ryzyka powodzi a kluczowymi charakterystykami jego instrumentów transferu. Relacje zdefiniowano jako zależności pomiędzy cechami ryzyka powodzi a cechami instrumentów jego transferu, wyrażone funkcjami. Celem było zidentyfikowanie wynikających z cech ryzyka powodzi istotnych dla minimalizacji strat cech instrumentów transferu ryzyka powodzi. Efektem jest analiza prowadząca do rekomendacji dla projektowania takich instrumentów. Między innymi zastosowano analizę wielowymiarową uwzględniającą kryteria i funkcje istotne przy ocenie instrumentu transferu ryzyka.*

Cechy ryzyka powodzi

Dyrektywa powodziowa bardzo ogólnie definiuje zjawisko powodzi, eksponując jego naturalny charakter. „Powódź oznacza czasowe pokrycie wodą terenu, który normalnie nie jest pokryty wodą”¹. Definicje powodzi sformułowane w Polsce podkreślają społeczno-gospodarcze znaczenie tego naturalnego zjawiska. „Powódź jest szczególnym przypadkiem wezbrania, to znaczy wezbraniem, które przynosi straty gospodarcze i społeczne”². Definicja ryzyka powodzi ujęta w dyrektywie powodziowej doprecyzowuje znaczenie strat społeczno-gospodarczych, a nie eksponuje podatności aktywów na zniszczenia. „Ryzyko powodziowe oznacza kombinację prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi i związanych z powodzią potencjalnych negatywnych konsekwencji dla zdrowia ludzkiego, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej.” Ryzyko powodziowe można określić poniższym wzorem.

* Badania przeprowadzono w ramach projektu, który został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/03/D/HS4/01933.

¹ Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 23.10.2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim (Dz. Urz. UE L 288 z 06.11.2007).

² *Definicje i rodzaje powodzi*, www.oki.krakow.rzgw.gov.pl [15-01-2014].

$$E(D|\text{event}) = P(I|\text{event}) \cdot P(D|I) \cdot W \quad (1)$$

gdzie:

- $E(D|\text{event})$ – maksymalna prawdopodobna strata,
 $P(I|\text{event})$ – prawdopodobieństwo zaistnienia niebezpieczeństwa powodzi,
 $P(D|I)$ – wrażliwość: prawdopodobieństwo strat w przypadku zalania,
 W – wartość aktywów.

Wzór ten uwzględnia zarówno zaistnienie niebezpieczeństwa powodzi, jak i prawdopodobieństwo wystąpienia strat w przypadku zalania mienia. Wysokość strat jest uzależniona od wrażliwości, czy też odporności aktywów na zniszczenia w przypadku wystąpienia powodzi, czyli między innymi od przyjętych metod ochrony i zabezpieczeń przeciwpowodziowych.

Zjawisko powodzi nie jest jednorodne, ale charakteryzuje się dużą zmiennością, w zależności między innymi od czynników fizycznych, przykładowo dynamiki opadu, spływu i przepływu, czynników hydrologicznych, jak przykładowo intensywności opadu, temperatury, czy czynników hydromorfologicznych, jak przykładowo ukształtowanie terenu, rodzaj podłoża, rządna przepływu. W związku z tym powódzie można sklasyfikować jak w tabeli 1. Pomimo to, iż zjawisko powodzi nie występuje wszędzie w taki sam sposób, to każdy ze wskazanych w tabeli 1 rodzajów powodzi przebiega dość przewidywalnie i we właściwy dla siebie sposób, można więc opisać jego przyczyny i cechy charakterystyczne.

Różnice pomiędzy wskazanymi w tabeli 1 rodzajami powodzi dotyczą przede wszystkim:

- częstotliwości ich występowania (prawdopodobieństwo powodzi jest też określane indywidualnie dla danego miejsca);
- intensywności przebiegu zjawiska;
- czasu trwania;
- głębokości zalewu;
- rodzaju czynników niszczących;
- wysokości strat;
- najbardziej adekwatnych sposobów ochrony.

Na podstawie powyższej analizy można wyróżnić następujące kluczowe cechy charakterystyczne dla ryzyka powodzi: zmienne prawdopodobieństwo, zmienna wysokość strat, możliwość prognozowania wysokości strat oraz prawdopodobieństwa. Z uwagi na przyczyny i zasięg występowania powodzi istnieje współzależność pomiędzy stratami (na przykład powódzie w dolinach rzecznych, wzdłuż cieku wodnego), a także możliwość wpływania na wrażliwość, czy też odporność aktywów na zniszczenia poprzez podejmowanie metod ochrony i zabezpieczeń przeciwpowodziowych. Cechy te są istotne z punktu widzenia transferu ryzyka. Warto również zwrócić uwagę na paradoksy, na przykład efektem wprowadzenia niektórych metod ochrony przeciwpowodziowej, przykładowo zabezpieczeń technicznych, takich jak wały, jest złudne poczucie bezpieczeństwa właścicieli gruntów, prowadzące do zwiększenia inwestycji w infrastrukturę na tych terenach, jest to tak zwany *moral hazard*. Ponadto, polityka dyskrecjonalna (uznaniowa) rządu dotycząca wsparcia finansowego dla poszkodowanych

Tabela 1
Klasyfikacja rodzajów powodzi

Rodzaj powodzi	Przyczyny	Zasięg	Typ	Czynnik niszczący	Straty	Zapobieganie
OPADOWE	gwałtowne (nawalne)	lokalne deszcze nawalne, burze termiczne	W/R	mechaniczny wpływ szybkiego spływu powierzchniowego, prawdopodobne duże ilości osadu	wysoka częstotliwość w różnych miejscach, relatywnie mniejsze straty, erozja	sprawne melioracje, systemy odprowadzania wody, specjalne sposoby konstrukcji, 'ucieczka'
	OPADOWE	deszcze frontalne	W			
ROZTOPOWE	rozlewne (frontalne)	deszcze frontalne zasilane opadami orograficznymi	R			
	ROZTOPOWE	gwałtowne topnienie śniegu, zasilane silnymi deszczami jednocześnie przy zamarniętej powierzchni gruntu lub znikomej retencji	R	powodzie o szerokim zasięgu terytorialnym	niska częstotliwość, potencjalnie wysokie straty	wczesne ostrzeżenie, techniczne i nietechniczne metody ochrony, ewakuacja
ZATOROWE	zatorowo-śrężowe	gwałtowny spadek temperatury poniżej -10°C w układzie wyraźnie antycyklonalnym	R			
	ZATOROWE	lokalne, groźne powodzie na rzekach i potokach, w miejscach o hamowanym spływie lodów, najczęściej sztucznie zwężonych	R	spiętrzenie wody na zatorze w czasie spływu lodów		
SZTORMOWE	silny wiatr od morza, sytuacja baryczna sprzyjająca tym powodziom	wybrzeże morskie	Wb	stona woda, fale	niska częstotliwość, bardzo wysokie straty	dobrze zabezpieczenia techniczne, wały, wczesne ostrzeżenie, ewakuacja

skrótly: W – mogące wystąpić wszędzie, R – rzeczne, Wb – na wybrzeżu.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Lambor, *Klasyfikacja typów powodzi i ich przewidywanie*, „Gospodarka Wodna” 1954 nr 4.

w wyniku powodzi może powodować problem niespójności czasowej (*time inconsistency*). Polega on na zmianie zachowań mieszkańców na skutek polityki uznaniowej (mieszkańcy nie podejmują indywidualnych zabezpieczeń lub innego sposobu transferu ryzyka, na przykład ubezpieczeń) i, w konsekwencji, potrzebę zmiany polityki (rząd wprowadza zasadę braku odszkodowań, aby stymulować inne sposoby transferu ryzyka). Łamanie przez rząd przyjętych reguł w sytuacji powodzi prowadzi do pogorszenia wiarygodności władzy w zakresie stosowanej polityki i ostatecznie do porażki tej polityki.

Instrumenty transferu ryzyka powodzi

Podejmowanie indywidualnych lub grupowych sposobów transferu ryzyka pozwala na przeniesienie tego ryzyka na inny podmiot. Dzięki transferowi możliwa jest odbudowa aktywów po powodzi oraz w szczególnych sytuacjach stymulowanie pożądaných sposobów ochrony przeciwpowodziowej. Powinien on być także ważnym elementem zarządzania kryzysowego.

Możliwe sposoby transferu ryzyka to ubezpieczenia i reasekuracja, fundusze katastroficzne (klęskowe), podatki katastroficzne, opcje katastroficzne, czy dotacje z budżetu państwa. Ryzyko przejmowane jest w przypadku ubezpieczeń i reasekuracji przez ubezpieczycieli i reasekuratorów dobrowolnie i za wynagrodzeniem. Podobnie jest w przypadku opcji katastroficznych, kiedy to inwestorzy dobrowolnie kupują ten instrument finansowy, który może wypracować dla nich zysk. Podatki katastroficzne i dotacje z budżetu państwa umożliwiają finansowanie skutków katastrof przez wszystkich podatników, najczęściej niedobrowolnie. Podobnie jest w przypadku funduszu katastroficznego, gdzie transfer ryzyka odbywa się od podmiotów zagrożonych występowaniem powodzi do podmiotów tworzących fundusz. W tej sytuacji ryzyko finansowane jest ponoszone raczej niedobrowolnie przez wszystkich podatników, jak w przypadku funduszy (rezerw) celowych budżetu państwa lub dobrowolnie przez podmioty decydujące się utworzyć taki fundusz z własnej woli. Brak transferu ryzyka angażuje środki własne osób poszkodowanych w powodzi, lub inny kapitał, między innymi udzielone im pożyczki lub kredyty preferencyjne, dotacje ze środków zagranicznych, dotacje od instytucji pomocowych, takich jak na przykład Caritas Polska, PAH. Obecnie są dostępne na rynku ubezpieczenia dobrowolne mienia od ognia i innych zdarzeń losowych oraz ubezpieczenia obowiązkowe budynków w gospodarstwach rolnych od ognia i innych zdarzeń losowych. Od wielu lat w środowiskach naukowych oraz rządowych rozważane są schematy ubezpieczeń, które mogłyby zostać wprowadzone w Polsce. Są to między innymi ubezpieczenia powszechne dobrowolne (wysokie składki dla zagrożonych), ubezpieczenia powszechne obowiązkowe (wysokie składki dla zagrożonych), ubezpieczenia powszechne obowiązkowe (niskie składki dla wszystkich, również niezagrożonych). Każdy z tych schematów ubezpieczeniowych charakteryzują koszty i korzyści dla grup o różnym zagrożeniu powodziowym. Ponadto, schematy te posia-

dają założone, często odmienne, cele oraz pełnią różne funkcje, na przykład dochodotwórczą, transferową, ochronną, bodźcowo-motywacyjną, czy informacyjno-edukacyjną.

Doświadczenia z innych państw z ubezpieczeniami od ryzyk katastroficznych można sklasyfikować według następujących modeli³: model publiczny (opiekunczą funkcja państwa, powołanie funduszu lub quasi-ubezpieczenia), model prywatny (oferta ubezpieczeniowa obejmująca kompensację szkód katastroficznych bez wprowadzania ograniczeń prawnych i ingerencji państwa), model mieszany (skomplikowany, posiada elementy wspomnianych modeli publicznych i prywatnych, wykorzystuje formułę partnerstwa publiczno-prywatnego), modele międzynarodowe (na przykład Fundusz Solidarnościowy UE, ubezpieczenia parametryczne), czy model zerowy, czyli incydentalna pomoc państwa dla poszkodowanych.

Jedna z rozważanych opcji przyszłych polskich ubezpieczeń od skutków katastrof naturalnych, w tym powodzi, zawiera następujące elementy:

- przedmiotem ubezpieczenia miałyby być: lokale i budynki mieszkalne, budynki wchodzące w skład gospodarstwa rolnego, bez ruchomości domowych;
- ubezpieczane ryzyka: powódź, huragan, ogień, obsunięcie się ziemi, bez ryzyka zalania (podtopienia);
- pozostawienie decydowania o wysokości składki zakładom ubezpieczeń (nieujednolicanie składek);
- różne możliwości ingerencji państwa: ograniczenie wysokości składki, na przykład powszechne dofinansowanie (to rozwiązanie kosztowne, ale łatwe do wprowadzenia i rozliczenia), udział państwa w odszkodowaniach w przypadku katastrofy (pozwala to na zmniejszenie ryzyka ubezpieczycieli);
- możliwe rozwiązania obejmują także jednolity zakres ubezpieczeń lub określenie minimalnego zakresu ochrony⁴.

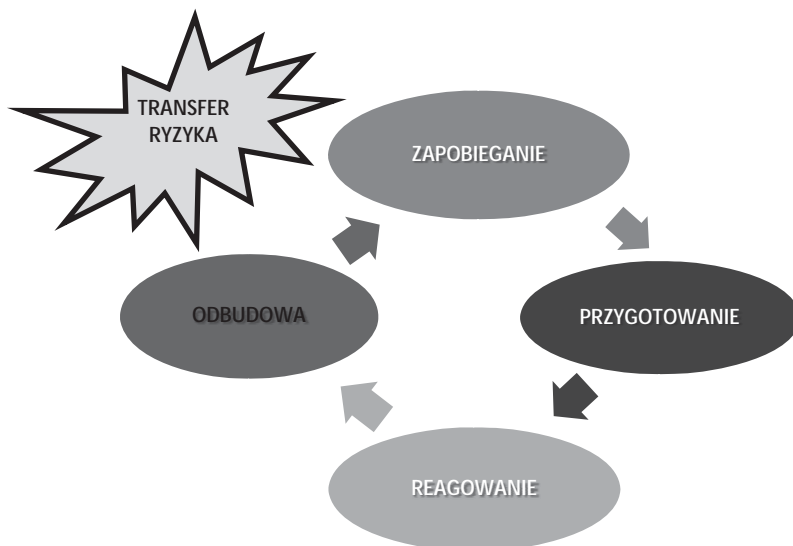
Zarządzanie ryzykiem katastrof jednak bezpośrednio nie uwzględnia transferu tego ryzyka. W cyklu zarządzania ryzykiem (rysunek 1) transfer mógłby być uwzględniony w zapobieganiu i odbudowie. Zapobieganie to redukcja lub eliminacja prawdopodobieństwa wystąpienia klęski żywiołowej na danym obszarze lub jej skutków przez metody strukturalne i niestrukturalne. Na przykład przez: unikanie rozwoju budownictwa i infrastruktury na terenach zalewowych, dostosowanie planów zagospodarowania terenu do ryzyka powodzi, czy promowanie właściwego użytkowania terenu, głównie rolniczego i gospodarki leśnej w dorzeczu. Natomiast odbudowa to usuwanie skutków przez: przywracanie majątku do

³ M. Wałachowska, M. Ziemniak, *Modele ubezpieczania ryzyk katastroficznych na świecie ze szczególnym uwzględnieniem ustawodawstw germańskich*, w: *Aspekty prawno-ekonomiczne projektu obowiązkowego ubezpieczenia budynku od ryzyk katastroficznych*. Konferencja naukowa współorganizowana przez Katedrę Prawa Ubezpieczeniowego Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu i Polską Izbę Ubezpieczeń, Warszawa, 28 lutego 2013, s. 58-68.

⁴ P. Lewiński, *Koncepcja ubezpieczenia budynków mieszkalnych od ryzyk katastroficznych z punktu widzenia zakładu ubezpieczeń*, w: *ibidem*, s. 89-96.

Rysunek 1

Miejsce transferu ryzyka w cyklu zarządzania ryzykiem powodzi



Źródło: opracowanie własne.

stanu sprzed powodzi, pomoc w powrocie do normalnych warunków, odtworzenie infrastruktury telekomunikacyjnej, energetycznej, paliwowej, transportowej, usuwanie negatywnych skutków społecznych i ekonomicznych dotyczących ludzi, mienie i środowisko naturalne, a także przeglądy i doskonalenie procedur zarządzania ryzykiem.

Transfer ryzyka pozwala realizować liczne korzyści w zakresie zapobiegania i odbudowy po powodzi. Jednak istotne są pytania, jaki sposób organizacji transferu (oferowany jako indywidualny instrument, czy jako zbiorowy instrument) byłby najkorzystniejszy dla zainteresowanych podmiotów zagrożonych ryzykiem powodzi, a jaki, uwzględniając całkowite korzyści netto, w tym koszty i korzyści zewnętrzne, dla wszystkich podmiotów (zagrożonych i niezagrożonych). Ważne są także pytania, dlaczego podmioty decydują się na transfer ryzyka lub z jakich przyczyn go nie podejmują.

Z badań prowadzonych przez autorkę w zlewni Przemyszy wynika, iż najczęstsze przyczyny transferu ryzyka to awersja do ryzyka oraz wymóg jego przekazania. Natomiast przyczyny braku transferu ryzyka to: niska świadomość ryzyka, brak wiedzy o możliwościach transferu ryzyka, pogląd o nieopłacalności transferu ryzyka, niskie dochody lub zbyt wysokie dochody mieszkańców. Dalsze pytania pogłębiające mogą wskazywać, jakie czynniki i w jaki sposób kształtują postawy interesariuszy dotyczące transferu ryzyka. Przykładowymi czynnikami są: regulacje prawne, dostępność i warunki korzystania z instrumentów, między

Tabela 2
Cechy ryzyka powodzi i instrumentów transferu ryzyka powodzi

Cechy ryzyka powodzi	Pożądaný poziom cech ryzyka powodzi	Pożądaný poziom cech instrumentów transferu ryzyka powodzi	Cechy i funkcje instrumentów transferu ryzyka powodzi (ITRP)
A_p	A_{ip}	B_{ip}	B_i
Prawdopodobieństwo zaistnienia niebezpieczeństwa powodzi	jak najniższe (zerowe) prawdopodobieństwo zaistnienia niebezpieczeństwa powodzi	nie dotyczy	brak cech i funkcji ITRP, które miałyby wpływ na tą cechę ryzyka powodzi
Zmienne prawdopodobieństwo	jak najniższe (zerowe) prawdopodobieństwo zaistnienia niebezpieczeństwa powodzi	nie dotyczy	brak cech i funkcji ITRP, które miałyby wpływ na tą cechę ryzyka powodzi
Wrażliwość: prawdopodobieństwo strat w przypadku zalania odporność: (1 – prawdopodobieństwo strat w przypadku zalania)	obniżenie wrażliwości lub poprawa odporności na poniesienie strat (prawdopodobieństwo strat w przypadku zalania = 0, odporność na poniesienie strat = 1)	sfinansowanie potrzebnych sposobów ochrony i zapobiegania w 100%	(ewentualny) wpływ na wrażliwość, czy też odporność aktywów na zniszczenia poprzez finansowanie podejmowania metod ochrony i zabezpieczeń przeciwpowodziowych
Wartość aktywów zainwestowana na terenach o danym prawdopodobieństwie wystąpienia zjawiska powodzi	jak najniższa (zerowa) wartość aktywów na terenach zalewowych	brak złudnego poczucia bezpieczeństwa i zachęcania do podejmowania nadmiernego ryzyka (moral hazard)	poczucie bezpieczeństwa dotyczące możliwości odbudowy majątku po katastrofie
Występowanie szkód	minimalizacja wielkości szkód (zerowa wielkość)	całkowite (100%) zabezpieczenie przed szkodami brak motywacji do zabudowy terenów zalewowych wysoka motywacja do podejmowania indywidualnych lub grupowych zabezpieczeń	stymulacja zabezpieczeń

Występowanie strat, zmienna wysokość strat, możliwość prognozowania wysokości strat oraz prawdopodobieństwa	minimalizacja wysokości strat (zero)	przejęcie ryzyka w 100%	dobrowolne lub niedobrowolne przejęcie ryzyka, za lub bez wynagrodzenia
Długo utrzymujące się negatywne skutki powodzi i ich pośredni wpływ na większy obszar niż zalane tereny	minimalizacja wysokości strat pośrednich (zero)	przejęcie ryzyka w 100%	dobrowolne lub niedobrowolne przejęcie ryzyka, za lub bez wynagrodzenia
Szczególne cechy wybranych rodzajów powodzi			
Wysoka częstotliwość występowania zjawiska powodzi przy relatywnie niskich stratach	minimalizacja wysokości strat (zero);	przejęcie ryzyka w 100%,	dobrowolne lub niedobrowolne przejęcie ryzyka, za lub bez wynagrodzenia,
Stymulujący wpływ na dodatkowe zjawiska powodujące szkody jak na przykład erozja	minimalizacja wartości wpływu na dodatkowe zjawiska powodujące szkody	całkowite (100%) zabezpieczenie przed szkodami, brak motywacji do budowy terenów zalewowych, wysoka motywacja do podejmowania indywidualnych lub grupowych zabezpieczeń	stymulacja zabezpieczeń, demotywna do zabudowy terenów zalewowych, motywacja do podejmowania indywidualnych lub grupowych zabezpieczeń
Niska częstotliwość występowania zjawiska powodzi, potencjalnie wysokie straty	nieopłacalne jest budowanie zabezpieczeń, potrzeba transferu ryzyka, solidarności z poszkodowanymi	przejęcie ryzyka w 100%, maksymalizacja zapobiegania (informowanie)	dobrowolne lub niedobrowolne przejęcie ryzyka, za lub bez wynagrodzenia, stymulacja zapobiegania (informowanie)
Niska częstotliwość występowania zjawiska powodzi, bardzo wysokie straty	nieopłacalne jest budowanie zabezpieczeń, potrzeba transferu ryzyka, solidarności z poszkodowanymi	przejęcie ryzyka w 100%, finansowanie odbudowy	dobrowolne lub niedobrowolne przejęcie ryzyka, za lub bez wynagrodzenia, finansowanie odbudowy

Źródło: opracowanie własne.

innymi działania rządu, samorządu, władz lokalnych i instytucji zarządzających. Prowadzone badania powinny wykazać, czy eliminacja przyczyn braku transferu ryzyka powodzi, na przykład zwiększenie świadomości mieszkańców o tym ryzyku, zwiększy liczbę przypadków dokonywania jego transferu.

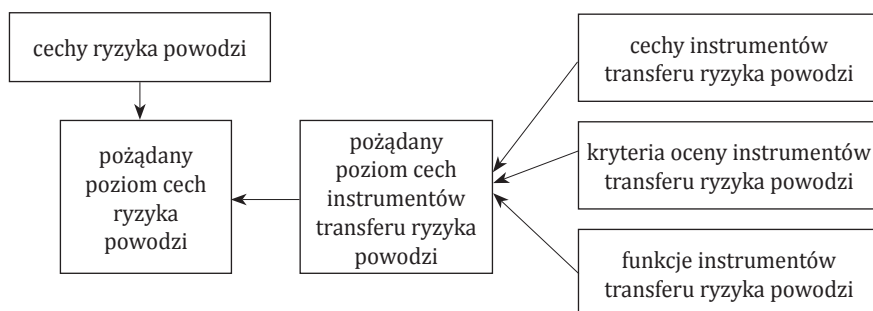
Do wspólnych cech, które charakteryzują instrumenty transferu ryzyka powodzi i wynikają z ich funkcji, należą przede wszystkim: przejęcie ryzyka (dobrowolne/niedobrowolne, za wynagrodzeniem, bez wynagrodzenia), stymulacja zapobiegania (większa ochrona, dzięki bodźcom finansowym motywującym do podejmowania zabezpieczeń przy odpowiednio zdefiniowanym instrumencie transferu), informowanie (zwiększenie świadomości społecznej mieszkańców o ryzyku na danym obszarze), finansowanie odbudowy. Najważniejsze znaczenie dla minimalizacji strat mają następujące cechy instrumentów transferu ryzyka powodzi: stymulacja zapobiegania oraz informowanie.

Relacje pomiędzy cechami ryzyka powodzi a instrumentami transferu tego ryzyka

Sposób doboru instrumentów do cech zagrożenia określa poniższa analiza. Relacje pomiędzy cechami ryzyka powodzi a cechami instrumentów transferu tego ryzyka przedstawiono koncepcyjnie na rysunku 2.

Rysunek 2

Relacje pomiędzy cechami ryzyka powodzi a cechami instrumentów transferu tego ryzyka



Źródło: opracowanie własne.

Instrumenty transferu ryzyka powodzi powinny być dopasowane do cech ryzyka powodzi, gdyż tylko wówczas będą skuteczne, czyli będą prowadzić do ograniczania strat. Tą i inne korzyści można osiągnąć przez optymalizację funkcji i kryteriów, które powinny spełniać instrumenty transferu ryzyka powodzi, w taki sposób, aby uzyskać pożądane wartości cech ryzyka powodzi. Dany instru-

ment ryzyka powodzi będzie służył uzyskaniu tych wartości. Bardzo ważne jest określenie w jaki sposób pożądaną poziom cech instrumentów transferu ryzyka powodzi wpłynie na pożądaną poziom cech ryzyka powodzi. W tabeli 2 uwzględniono wynikające z cech powodzi istotne cechy instrumentów transferu ryzyka powodzi odpowiadające potrzebom zapewnienia skuteczności tych instrumentów. Cechy ryzyka powodzi analizowano też pod kątem wspomnianych instrumentów. Cecha ryzyka powodzi definiuje problem, na który wpływa instrument transferu ryzyka zapobiegając mu lub go neutralizując. Pomiędzy zmiennymi B_i i A_i , które w celu maksymalizacji skuteczności powinny przyjmować odpowiednio wartości B_{ip} , A_{ip} , jak wskazano w tabeli 2, istnieje zależność nieliniowa wyrażona wpływem B_i na A_i .

Przykładowo:

$$A_3 = v * D_3 * A_p + w_n * Z_i * A_p \quad (2)$$

gdzie:

- A_3 - wartość aktywów zainwestowana na terenach o danym prawdopodobieństwie wystąpienia zjawiska powodzi [zł],
- v - wartość parametru stochastycznego zależna od indywidualnych decyzji interesariuszy i czynników, które na te decyzje wpływają, na przykład skłonność interesariuszy do inwestowania w zależności od poczucia bezpieczeństwa,
- D_3 - poczucie bezpieczeństwa dotyczące możliwości odbudowy majątku po katastrofie,
- A_p - potencjalna wartość aktywów możliwa do zainwestowania na terenach o danym prawdopodobieństwie wystąpienia zjawiska powodzi,
- w_n - wartości innych parametrów stochastycznych zależna od indywidualnych decyzji interesariuszy i czynników, które na te decyzje wpływają,
- Z_i - inne istotne czynniki wpływające na wartość aktywów.

Analiza przedstawiona w tabeli 2 pokazuje, iż na wiele cech ryzyka powodzi instrumenty jego transferu nie mają wpływu. Wynika to z ich istoty i charakteru. Instrumenty służą przeniesieniu ryzyka, umożliwiają stymulację określonych zachowań u interesariuszy i mogą wpływać na podejmowanie przez nich decyzji, a nie oddziałują na naturę zjawiska powodzi, na przykład na prawdopodobieństwo jej wystąpienia.

Rekomendacje dla projektowania instrumentów

W celu wskazania rekomendacji dla projektowania instrumentów wyniki analizy relacji pomiędzy cechami powodzi a instrumentami może uzupełnić analiza uwzględniająca kryteria istotne przy ocenie instrumentu transferu ryzyka.

Na przedstawiony w tabeli 2 pożądaną poziom cech ryzyka powodzi wpływają, jak wskazano na rysunku 2, również kryteria oceny instrumentów transferu ryzyka powodzi. W tabeli 3 zdefiniowano pożądaną poziom cech ryzyka powodzi dla wybranych cech instrumentów transferu zależnie od przyjętych kryteriów oceny instrumentów.

Tabela 3
Analiza uwzględniająca kryteria istotne przy ocenie instrumentu transferu ryzyka

Funkcje instrumentów transferu ryzyka	Przykładowe kryteria istotne przy ocenie instrumentu transferu ryzyka (optymalizacja funkcji celu)			
	Skuteczny (maksymalizacja efektu = maksymalizacja pożądanego celu dla którego projektowany jest instrument = maksymalizacja funkcji realizowanej przez instrument)	Efektywność kosztowa (minimalizacja kosztów przy założonym poziomie efektu)	Efektywność finansowa (maksymalizacja wskaźnika korzyści/koszty)	Maksymalizacja korzyści społecznych netto (maksymalizacja wskaźnika całkowite korzyści/koszty, z uwzględnieniem korzyści i kosztów zewnętrznych, społecznych)
Stymulacja zapobiegania poprzez informowanie, motywowanie, ochronę	Zapobiega się 100% strat (straty nie występują) ^a	Zapobiega się x% strat przy jak najniższych kosztach	Maksymalizacja zapobiegania strat i innych korzyści/ minimalizacja kosztów	Maksymalizacja zapobiegania strat i innych korzyści/ minimalizacja kosztów
Finansowanie odbudowy	Sfinansowanie 100% kosztów odbudowy ^a	Sfinansowanie x% strat przy jak najniższych kosztach	Sfinansowanie jak największej strat przy jak najniższych kosztach	Sfinansowanie jak największej strat przy jak najniższych kosztach

^a pożądaną poziom cechy instrumentów transferu ryzyka powodzi

Źródło: opracowanie własne.

Przez odpowiednie ustalenie warunków korzystania z instrumentów transferu ryzyka oraz celowe określenie parametrów instrumentów transferu ryzyka powodzi [na przykład warunki wypłaty dotacji czy odszkodowań, wysokość składki ubezpieczeniowej, jej zmienność w zależności od przyjęcia indywidualnych czy grupowych (na przykład na poziomie gminy) sposobów zabezpieczeń], można kształtować poziom cech, które przyjmują instrumenty transferu (B_{ip}).

Przy projektowaniu instrumentów transferu ryzyka należy uwzględnić również takie cechy ryzyka powodzi jak korelacja pomiędzy stratami (na przykład powodzi w dolinach rzecznych). Brak korelacji jest istotny dla niektórych instrumentów jak na przykład ubezpieczenia i ewentualna korelacja powinna zostać uwzględniona w ich wycenie.

Po przeprowadzeniu analizy statystycznej danych dotyczących ryzyka, optymalizacji funkcji celu z punktu widzenia przyjętych kryteriów oraz agregacji preferencji w globalnym modelu, w wyniku symulacji modelu otrzymane będą wyniki, które pozwolą interesariuszom na podjęcie decyzji o najlepszym dla nich i według nich sposobie transferu ryzyka. Optymalizacja problemu decyzyjnego za pomocą analizy wielokryterialnej, przeprowadzona mogłaby być za pomocą modelu ELECTRE. Zaletami tej metody w kontekście rozwiązania zadania decyzyjnego jest modelowanie zależności w ujęciu relacyjnym, komparatywna ocena wariantów, dopuszczenie sytuacji nieporównywalności i brak przechodności preferencji.

Podsumowanie

Celem zaprezentowanej w artykule autorskiej analizy było pogłębienie wiedzy o relacjach pomiędzy cechami ryzyka powodzi a kluczowymi charakterystykami instrumentów transferu na potrzeby projektowania skutecznych instrumentów. Do najważniejszych cech ryzyka powodzi mających znaczenie dla transferu ryzyka należą: przejęcie ryzyka, stymulacja zapobiegania, informowanie, finansowanie odbudowy. Instrumenty transferu ryzyka powodzi, które maksymalizowałyby korzyści społeczne netto byłyby projektowane z uwzględnieniem ich wpływu na realizację cech ryzyka powodzi. Gromadzenie danych o cechach ryzyka powodzi pomogłoby w podejmowaniu decyzji dotyczących sposobów adaptacji do powodzi. Publiczny dostęp do informacji o charakterystykach zjawiska powodzi na danym obszarze miałby znaczenie dla indywidualnych decyzji o podejmowaniu zabezpieczeń przed katastrofami, czy decyzjach dotyczących zatrzymania czy przeniesienia ryzyka. Mógłby również mieć potencjalne znaczenie dla stymulacji podejmowania grupowych sposobów zabezpieczeń przed ryzykiem i tworzenia instrumentów jego transferu.