

Metodyka analizy ryzyka klimatycznego

Wraz z postępującymi zmianami klimatu wywoływanymi działalnością człowieka zwiększa się ryzyko klimatyczne. Odnosi się ono do negatywnych skutków zmian klimatu dla społeczeństwa, sektorów gospodarki i różnorodności biologicznej.

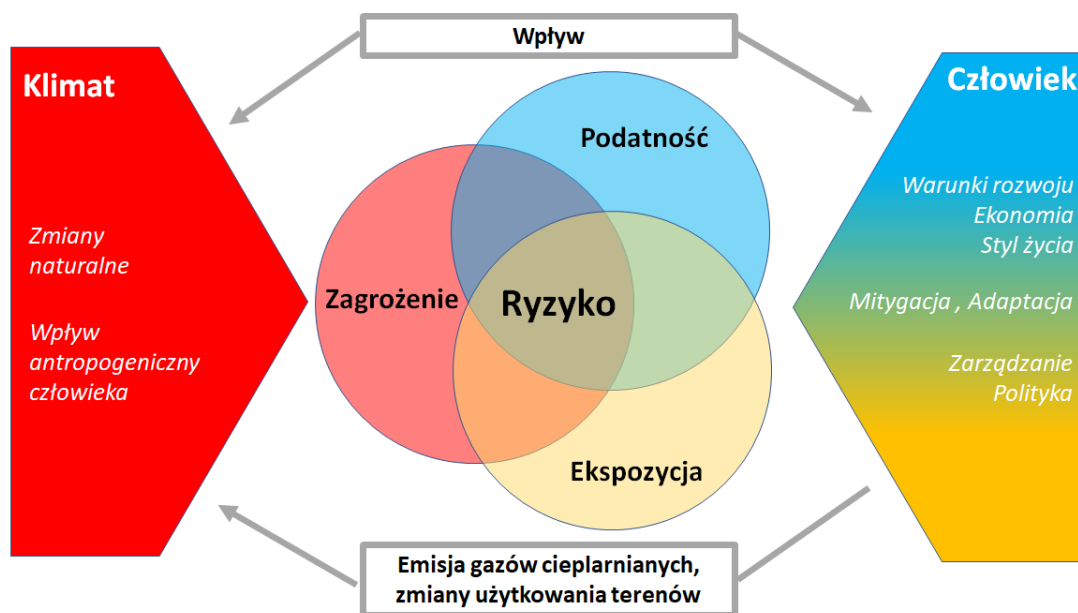
Celem opracowywanych i doskonalonych analiz ryzyka związanego ze zmianami klimatu jest przede wszystkim zdiagnozowanie kluczowych czynników decydujących o stopniu i zasięgu wystąpienia negatywnych skutków zmian klimatu.

W literaturze światowej istnieje wiele modeli oceny ryzyka klimatycznego oraz wiele jest przykładów ich zastosowania. Modele te zakładają integrację fizycznych, społecznych i ekonomicznych czynników wpływających na ryzyko, w tym uwzględniają istotny czynnik stanu środowiska, które może skutecznie zmniejszać ryzyko klimatyczne. Różnorodność czynników oraz powiązania między nimi wymuszają zastosowanie w ocenie ryzyka metod analizy wielokryterialnej.

Odpowiednie zrozumienie, zdefiniowanie i skwantyfikowanie poziomu czynników związanych ze zmianami klimatu stanowi podstawowy element analizy, której wyniki mogą nie tylko informować o skali ryzyka, ale również wskazywać kierunki prowadzenia polityki adaptacyjnej oraz planowanych działań, wymaganych na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym dla zmniejszenia ryzyka klimatycznego.

Na potrzeby przeprowadzenia analizy ryzyka w projekcie Klimada 2.0 zastosowano koncepcję bazującą na systemie pojęciowym opisanym w Raportach Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatu IPCC (*ang. Intergovernmental Panel on Climate Change*). W celu opracowania i następnie zastosowania metody analiz wielokryterialnych, przyjęto założenie, że poziom ryzyka wynika z dynamicznych interakcji pomiędzy:

- **zagrożeniami** związanymi ze zmieniającym się klimatem,
- **ekspozycją** elementów na zagrożenia klimatyczne,
- **podatnością** elementów na te zagrożenia.



Schemat analizy ryzyka związanego ze zmianami klimatu (za IPCC)

Zagrożenia klimatyczne definiowane są w ocenie ryzyka jako występowanie zjawisk lub zdarzeń fizycznych związanych ze zmianami klimatu. Zagrożenia te mogą powodować określone negatywne skutki dla życia i zdrowia ludzi, prowadzić do szkód i strat w mieniu oraz infrastrukturze, wpływać na procesy ekonomiczne, społeczne i gospodarcze oraz na stan środowiska. Zagrożenia klimatyczne mogą wpływać negatywnie w sposób nagły i bezpośredni (np. powodowany występowaniem fal upałów, susz, huraganów, deszczy nawalnych, itd.), jak i pośredni, często obserwowany po dłuższym czasie od wystąpienia danego zagrożenia (np. długookresowe zmiany w ekosystemach). Wysoki poziom zagrożenia nie musi oznaczać wysokiego ryzyka, w szczególności w przypadku braku występowania elementów eksponowanych lub o wysokiej podatności na te zagrożenia na analizowanym obszarze.

Ekspozycja na zagrożenia klimatyczne definiowana jest obecnością elementów wrażliwych (o wysokiej podatności) na obszarach występowania danego zagrożenia (np. ludzi lub mienia, cennych elementów ekosystemów, infrastruktury krytycznej). W przypadku wysokiego zagrożenia klimatycznego na analizowanym obszarze, brak takich elementów oznacza brak ryzyka.

Podatność na zagrożenia klimatyczne odnosi się do sposobu i stopnia reagowania systemu (lub eksponowanego elementu) na zagrożenie. Jest ona warunkowana przez czynniki lub procesy fizyczne, społeczne, ekonomiczne i środowiskowe, które decydują o stopniu, w jakim dany element podlega wpływowi związanemu z zagrożeniem klimatycznym (wrażliwość) oraz o zasobach, które mogą być wykorzystane do złagodzenia tego wpływu (potencjał adaptacyjny). Przykładowo o podatności decydować mogą czynniki:

- społeczne (np. status społeczno-ekonomiczny populacji, poziom świadomości, czy zdolności do zmiany zachowań),
- ekonomiczne (np. dysponowanie finansami na utrzymanie i poprawę stanu środowiska naturalnego lub wzmocnienie odporności infrastruktury, czy dysponowanie odpowiednią technologią adaptacyjną),
- stanu (np. naturalna odporność ekosystemów na dane zagrożenie),
- istotności dla funkcjonowania danego elementu w ocenianym systemie (np. infrastruktury krytycznej, czy możliwością transformacji).

Należy zwrócić uwagę, że w przypadku średniego lub nawet niskiego zagrożenia klimatycznego na analizowanym obszarze, występowanie elementów bardzo wrażliwych może powodować zwiększony poziom ryzyka.

Opracowana i zastosowana w projekcie metoda analizy ryzyka klimatycznego dla opisu wymienionych wyżej trzech elementów – zagrożenia, ekspozycji i podatności – wykorzystuje wskaźniki. Wybór wskaźników oraz ich interpretacja bazują na najnowszych wynikach badań naukowych. W doborze wskaźników wykluczane są wskaźniki zależne od siebie, jednocześnie dąży się do pełnego opisanie danego elementu przez wskaźniki. Wskaźniki obliczone są na podstawie wiarygodnych, dostępnych i zweryfikowanych danych.

Metoda jest analizą wielokryterialną (uwzględniającą wiele wskaźników), standaryzowaną (każdy wskaźnik podlegał standaryzacji z uwzględnieniem jego rozkładu statystycznego w czasie i przestrzeni na terytorium całego kraju) i ważoną (zastosowano wagi dla każdego wskaźnika określające jego istotność dla wyniku końcowego w ujęciu ryzyka).

Na potrzeby projektu opracowano i udostępniono wyniki analizy ryzyka dla Jednostek Samorządu Terytorialnego (JST) z uwzględnieniem podziału administracyjnego na gminy miejskie, wiejskie oraz miejsko-wiejskie. Ocenę ryzyka opracowano z uwzględnieniem scenariuszy klimatycznych RCP4.5 oraz RCP8.5 w 9 horyzontach czasowych odpowiadających dekadom XXI wieku. Scenariusze klimatyczne opracowane w Klimada 2.0 dostępne są na stronie projektu pod linkiem <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze/>.

Analizy przeprowadzono dla kluczowych sektorów, na które JST mogą mieć wpływ, a które z punktu widzenia zagrożeń ze strony zmian klimatu oraz planowanych działań adaptacyjnych, mogą być przydatne dla samorządów w procesie podejmowania decyzji, w szczególności w zakresie adaptacji do zmian klimatu. Analizowane w gminach sektory objęły:

- gospodarkę wodną,
- leśnictwo,
- rolnictwo,
- zdrowie publiczne,
- turystykę,
- różnorodność biologiczną,
- transport drogowy.

Dla każdego sektora udostępnione dane obejmują:

- **Zagrożenie klimatyczne** - wskaźnik standaryzowany (wartość w przedziale od 0 do 1) będący wynikiem uwzględnienia kilku wskaźników jednostkowych definiujących dane zagrożenie wynikające ze zmian klimatu. Wartość wskaźnika 0 oznacza brak zagrożenia, zaś 1 – zagrożenie ekstremalnie wysokie na obszarze danej gminy. Wartość standaryzowana jest w okresie objętym scenariuszami klimatycznymi RCP4.5 i RCP 8.5 (9 dekadami) łącznie z uwzględnieniem zmienności pomiędzy gminami na obszarze całego kraju.
- **Ekspozycję** - wskaźnik standaryzowany (wartość w przedziale od 0 do 1) będący wynikiem uwzględnienia kilku wskaźników jednostkowych dotyczących ekspozycji definiujących eksponowane kluczowe dla analizowanego sektora i zagrożenia elementy na obszarze danej gminy. Wartość wskaźnika 0 oznacza brak eksponowanych elementów na dane zagrożenie na obszarze określonej gminy, zaś 1 – bardzo wysoki poziom ekspozycji tych elementów na obszarze gminy. Wartość standaryzowana jest w okresie bieżącym z uwzględnieniem zmienności pomiędzy gminami na obszarze całego kraju.
- **Podatność** - wskaźnik standaryzowany (wartość w przedziale od 0 do 1) będący wynikiem uwzględnienia kilku wskaźników jednostkowych definiujących podatność eksponowanych elementów dla analizowanego zagrożenia na terenie danej gminy. Wartość wskaźnika 0 oznacza brak podatności na dane zagrożenie na obszarze gminy, zaś 1 – bardzo wysoki poziom podatności eksponowanych elementów na obszarze gminy. Wartość standaryzowana jest w okresie bieżącym z uwzględnieniem zmienności pomiędzy gminami na obszarze całego kraju.
- **Ryzyko** - wskaźnik standaryzowany (w przedziale od 1 do 5) obliczony jako wynikowa zagrożenia, ekspozycji i podatności. Wartość wskaźnika 1 oznacza brak ryzyka, 2 - ryzyko niskie, 3 – ryzyko umiarkowane, 4 – ryzyko wysokie i 5 – ryzyko bardzo wysokie. Dla zobrazowania zmian przestrzennych i czasowych wpływu zmian klimatu na poziomie ryzyka

danej gminy, wyniki obliczono przy braku zmian dla **ekspozycji i podatności**, przy zmianach wskaźnika **zagrożenia** wynikających ze scenariuszy RCP4.5 oraz RCP 8,5 w poszczególnych horyzontach czasowych. Wartość standaryzowana jest w okresie objętym scenariuszami klimatycznymi RCP4.5 i RCP 8.5 (9 dekadami) łącznie z uwzględnieniem zmienności pomiędzy gminami na obszarze całego kraju.

Zastosowana w projekcie Klimada 2.0 metoda analizy ryzyka klimatycznego charakteryzuje się pewnymi cechami, spośród których wymienić można:

- wykorzystanie zarówno wskaźników ilościowych, jak i jakościowych, dzięki czemu pozwala uwzględnić szereg interakcji pomiędzy systemem klimatycznym, ekosystemami i społeczeństwem oraz ekonomią,
- umożliwienie podania wyników ryzyka w formie skwantyfikowanej (numerycznej) oraz prezentacji wyników w postaci kartograficznej,
- umożliwienie uwzględnienia zmian wskaźników w czasie i przestrzeni (np. zmian w scenariuszach klimatycznych, czy zmian wynikających z prowadzonych działań adaptacyjnych), co pozwala na prowadzenie analiz porównawczych stopnia ryzyka w przestrzeni i czasie,
- umożliwienie zastosowania dla potrzeb różnego rodzaju interesariuszy (np. analiz na szczeblu krajowym, regionalnym, lokalnym czy poświęconych poszczególnym sektorom czy aktywnościom).