



Zmiany klimatu i adaptacja do zmian klimatu w ocenach oddziaływania na środowisko.

PODRĘCZNIK

Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2021



Publikacja „Zmiany klimatu i adaptacja do zmian klimatu w ocenach oddziaływania na środowisko. Podręcznik” powstała w ramach projektu realizowanego przez Instytut Ochrony Środowiska-Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie pn. „Baza wiedzy o zmianach klimatu i adaptacji do ich skutków oraz kanałów jej upowszechniania w kontekście zwiększenia odporności gospodarki, środowiska i społeczeństwa na zmiany klimatu oraz przeciwdziałania i minimalizowania skutków nadzwyczajnych zagrożeń”, współfinansowanego ze środków pochodzących z Unii Europejskiej z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

Zespół autorski:

Małgorzata Hajto
Zdzisław Cichocki
Agnieszka Kuśmierz
Jan Borzyszkowski

Konsultacja merytoryczna:

prof. dr hab. Maciej Sadowski

Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy

Zakład Ocen Środowiskowych, Ochrony Przyrody i Krajobrazu

ul. Krucza 5/11D

00-548 Warszawa

tel.: 22 37 50 525

e-mail: sekretariat@ios.edu.pl

SPIS TREŚCI

Wprowadzenie	7
Część I	
1 Zmiany klimatu.....	10
2 Relacje między klimatem i przedsięwzięciem	11
2.1 Przedsięwzięcie – klimat, klimat – przedsięwzięcie	11
2.2 Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat.....	12
2.3 Oddziaływania klimatu na przedsięwzięcie	13
2.4 Ramy pojęciowe adaptacji do zmian klimatu	15
3 Niepewność, luki wiedzy i radzenie sobie z nimi	19
3.1 Źródła niepewności	19
3.2 Zmniejszanie zakresu niepewności	20
Część II	
4 Klimat jako element środowiska w OOS	23
4.1 Zakres informacji niezbędnych do opisu klimatu w OOS	23
4.2 Charakterystyka i ocena lokalnych warunków klimatycznych	25
Część III	
5 Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat globalny	29
5.1 Przedsięwzięcie neutralne klimatycznie	29
5.2 Emisja gazów cieplarnianych	29
5.3 Pochłanianie i magazynowanie gazów cieplarnianych	31
5.4 Ocena oddziaływania przedsięwzięcia na klimat globalny	31
6 Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat lokalny	32
6.1 Zmiany elementów klimatu lokalnego.....	32
6.2 Kategorie oddziaływań przedsięwzięcia na klimat lokalny	33
7 Rozwiązania minimalizujące negatywne oddziaływania przedsięwzięcia na klimat	35
7.1 Cele rozwiązań minimalizujących negatywne oddziaływania przedsięwzięcia	35
7.2 Minimalizowanie oddziaływania przedsięwzięcia na klimat globalny	35
7.3 Minimalizowanie oddziaływania przedsięwzięcia na klimat lokalny	36
Część IV	
8 Oddziaływanie klimatu na przedsięwzięcie	39
8.1 Ocena wrażliwości przedsięwzięcia na zmiany klimatu	39
8.2 Ocena potencjału adaptacyjnego przedsięwzięcia	40
8.3 Ocena podatności przedsięwzięcia na zmiany klimatu	41
8.4 Analiza ryzyka klimatycznego.....	41
9 Adaptacja przedsięwzięcia do zmian klimatu	42
9.1 Rozwiązania adaptacyjne.....	42
9.2 Wybór rozwiązań adaptacyjnych	43
Literatura.....	45

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik 1.	Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat.....	49
Załącznik 2.	Rozwiązania minimalizujące wpływ przedsięwzięcia na klimat	51
Załącznik 3.	Zagrożenia klimatyczne.....	54
Załącznik 4.	Oddziaływanie klimatu na przedsięwzięcie	59
Załącznik 5.	Rozwiązania adaptacyjne.....	63

SPIS TABEL

Tab. 1.	Kategorie oddziaływań przedsięwzięcia	12
Tab. 2.	Elementy klimatu podlegające oddziaływaniu przedsięwzięcia	13
Tab. 3.	Elementy przedsięwzięcia podlegające oddziaływaniu klimatu	14
Tab. 4.	Potencjalne zagrożenia klimatyczne dla przedsięwzięcia	15
Tab. 5.	Kryteria wyboru opcji adaptacji	44

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1.	Relacje pomiędzy klimatem i przedsięwzięciem	11
Rys. 2.	System pojęciowy w koncepcji podatności na zmiany klimatu	16
Rys. 3.	Elementy oceny wrażliwości przedsięwzięcia na klimat	16
Rys. 4.	Elementy oceny oddziaływania klimatu na przedsięwzięcie i rezultaty oceny (1)	17
Rys. 5.	Ramy pojęciowe ryzyka klimatycznego	18
Rys. 6.	Elementy oceny oddziaływania klimatu na przedsięwzięcie i rezultaty oceny (2)	19
Rys. 7.	Ciąg skutków w ocenie wrażliwości przedsięwzięcia na zmiany klimatu	39
Rys. 8.	Możliwe interakcje pomiędzy wpływami na środowisko przyrodnicze	40

Używane skróty

BAT	Najlepsze dostępne techniki <i>Best Available Techniques</i>
BZI	Błękitno-zielona infrastruktura
Dyrektywa CCS	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/31/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla oraz zmieniająca dyrektywę Rady 85/337/EWG, dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE, 2001/80/WE, 2004/35/WE, 2006/12/WE, 2008/1/WE i rozporządzenie (WE) nr 1013/2006
Dyrektywa IPPC	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola)
Dyrektywa OOŚ	Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/92/UE z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko wprowadziła do systemu ocen oddziaływania na środowisko
Dyrektywa Ptasia	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa
Dyrektywa Siedliskowa	Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory
EEA	Europejska Agencja Środowiska <i>European Environment Agency</i>
GIS	System Informacji Przestrzennej <i>Geographical Information System</i>
IMGW-PIB	Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
ISOK	Informatyczny System Ośłony Kraju
IPCC	Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
KE	Komisja Europejska
LCA	ocena cyklu życia, <i>Life Cycle Assessment</i>
NGO	Organizacje pozarządowe
OOŚ	Ocena oddziaływania na środowisko
POŚ	Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jedn. Dz.U. 2019 poz. 1396 z późn. zm.)
RCB	Rządowe Centrum Bezpieczeństwa
UE	Unia Europejska
UNFCCC	Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu
Ustawa OOŚ	Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (tekst jedn. Dz. U. 2018 poz. 2081)

Słownik

Adaptacja do zmian klimatu (<i>adaptation</i>)	proces dostosowywania przedsięwzięcia do nieuniknionych skutków zmian klimatu, mający na celu zmniejszanie lub unikanie negatywnych konsekwencji ekstremalnych zjawisk meteorologicznych i hydrologicznych oraz długofalowych zmian warunków klimatycznych
Analiza kosztów i korzyści (<i>Cost-Benefit Analysis</i>)	metoda oceny efektywności rozwiązań adaptacyjnych dokonywana na podstawie kryteriów społecznych, ekonomicznych i środowiskowych opisanych przy pomocy wskaźników i ich wartości wyrażonych w jednostkach finansowych
Analiza wielokryterialna (<i>Multi-Criteria Analysis</i>)	metoda oceny wariantów przedsięwzięcia dokonywana na podstawie różnych kryteriów, dobranych tak, aby pozwalały one na rzetelne i trafne porównanie branych pod uwagę wariantów
Błękitno-zielona infrastruktura/zielona infrastruktura (<i>green infrastucture</i>)	wielofunkcyjna sieć terenów zieleni (w tym wód powierzchniowych) oraz rozwiązań bazujących na funkcjach przyrodniczych, zaprojektowana i zarządzana w sposób mający zapewnić szeroką gamę usług ekosystemowych
Działanie adaptacyjne	działanie służące przystosowaniu przedsięwzięcia do zmian klimatu, o charakterze technicznym lub organizacyjnym
Ekspozycja na zagrożenia klimatyczne (<i>Exposure</i>)	charakter i stopień, w jakim przedsięwzięcie jest narażone na zagrożenie klimatyczne. Ekspozycja jest zależna od globalnych zmian klimatu i lokalizacji przedsięwzięcia
Gazy cieplarniane (<i>Green House Gases</i>)	gazy atmosferyczne, pochodzenia naturalnego lub z działalności człowieka, które pochłaniają podczerwone promieniowanie słoneczne odbijane przez powierzchnię Ziemi, w wyniku czego poprzez zatrzymanie ciepła w atmosferze przyczyniają się do efektu cieplarnianego
Klimat	zespół zjawisk i procesów atmosferycznych charakterystyczny dla danego obszaru, określony na podstawie wyników wieloletnich obserwacji meteorologicznych (jako średni wieloletni stan pogody) <i>Klimat jest tu rozpatrywany w trzech hierarchicznych układach odniesienia (trzech skalach):</i> – klimat globalny – klimat regionalny – klimat lokalny <u>Klimat globalny</u> jest rozważany głównie w aspekcie jego prognozowanych długofalowych zmian (postępującego ocieplania) z uwzględnieniem geograficznego zróżnicowania tych zmian. <u>Klimat regionalny</u> charakteryzowany jest na podstawie uśrednionych z wielolecia (min. 30 lat) danych z pomiarów z najbliższej stacji klimatycznej, z uwzględnieniem scenariuszy zmian klimatu globalnego odniesionych do danego regionu klimatycznego, w którym zlokalizowane będzie planowane przedsięwzięcie. <u>Klimat lokalny (topoklimatu)</u> jest modyfikacją klimatu regionalnego związany z topografią terenu (jego rzeźbą i charakterem pokrycia) w miejscu i najbliższym rejonie lokalizacji planowanego przedsięwzięcia. Na obszarach o zróżnicowanej topografii występuje też odpowiednie zróżnicowanie topoklimatyczne (topoklimat). W przypadku, gdy modyfikacja topoklimatyczna dotyczy przygruntowej warstwy powietrza – do 2 m nad poziomem gruntu, mówimy o mikroklimacie.
Łagodzenie zmian klimatu (<i>mitigation</i>)	proces mający na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych i zwiększenie ich pochłaniania. Łagodzenie zmian klimatu odnosi się do zmniejszania wpływu działalności człowieka na klimat globalny
Negatywne skutki zmian klimatu	zmiany w środowisku fizycznym lub biocie, spowodowane zmianami klimatu, które mają znaczący szkodliwy wpływ na skład, odporność lub wydajność naturalnych i zarządzanych ekosystemów, lub na działanie systemów społecznoekonomicznych albo na zdrowie i dobrobyt człowieka (definicja UNCCC)

Neutralność klimatyczna	cecha działalności człowieka, która nie powoduje emisji gazów cieplarnianych lub emitowane ilości gazów cieplarnianych kompensuje ilością pochłaniania tych gazów, także pośrednio poprzez instrumenty finansowe
Niebezpieczne (ekstremalne) zjawiska klimatyczne	krótkotrwałe zjawiska klimatyczne, występujące ze stosunkowo niską częstotliwością, o dużej intensywności i przynoszące dotkliwe lub niebezpieczne skutki społeczne, ekonomiczne i środowiskowe
Oddziaływanie na środowisko	wywieranie wpływu na komponenty środowiska, mogące prowadzić do zmiany jakościowej lub ilościowej w komponentach środowiska, lub ich strukturze, lub w procesach zachodzących w środowisku
Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat	wywieranie przez przedsięwzięcie wpływu na środowisko, mogące prowadzić do zmian w zjawiskach i procesach atmosferycznych
Opcja adaptacyjna (<i>adaptation option</i>)	jedno z możliwych działań adaptacyjnych (lub ich zespołu) odpowiadających na zagrożenie klimatyczne
Podatność na zmiany klimatu (<i>vulnerability</i>)	stopień, w jakim przedsięwzięcie jest niezdolne do poradzenia sobie z negatywnymi skutkami zmian klimatu lub wykorzystania korzyści związanych z tymi zmianami
Próg klimatyczny	próg tolerancji przedsięwzięcia na wpływ zagrożenia klimatycznego, po którego przekroczeniu może dojść do negatywnych skutków dla przedsięwzięcia i środowiska
Ryzyko klimatyczne (<i>climate risk</i>)	kombinacja (powiązanie) prawdopodobieństwa oraz intensywności wpływu (lub skutków) wystąpienia zagrożenia klimatycznego
Skutki wpływu przedsięwzięcia na środowisko	zmiany jakościowe lub ilościowe w komponentach środowiska, lub ich strukturze, lub w procesach zachodzących w środowisku będące wynikiem oddziaływania przedsięwzięcia na klimat
Wpływ na środowisko	oddziaływanie powodujące zmianę jakościową lub ilościową w komponentach środowiska, lub ich strukturze, lub w procesach zachodzących w środowisku
Wpływ przedsięwzięcia na klimat	oddziaływanie przedsięwzięcia na środowisko powodujące zmianę w zjawiskach i procesach atmosferycznych
Wrażliwość przedsięwzięcia na zmiany klimatu (<i>sensitivity</i>)	stopień, w jakim przedsięwzięcie podlega negatywnemu wpływowi zjawisk klimatycznych, zależny od fizycznych cech przedsięwzięcia, lokalizacji i procesów technologicznych
Zagrożenie klimatyczne (<i>climate hazard</i>)	potencjalne wystąpienie zjawiska klimatycznego, które może wywołać niekorzystne zmiany w przedsięwzięciu, a w efekcie tych zmian spowodować negatywny wpływ na środowisko. Zagrożeniem może być zdarzenie np.: intensywny deszcz lub burza, trend np.: wzrost średniej temperatury dobowej, wzrost poziomu morza, przyrodniczy skutek zdarzenia np.: powódź lub osuwisko
Zakres tolerancji przedsięwzięcia	zakres sprawnego funkcjonowania przedsięwzięcia wyznaczony progami klimatycznymi, których przekroczenie może spowodować negatywne skutki dla środowiska
Zdolność adaptacyjna/potencjał adaptacyjny (<i>adaptive capacity</i>)	zdolność przedsięwzięcia do dostosowywania do skutków zmian klimatu, zależna zasobów technicznych i organizacyjnych, które mogą być wykorzystane w adaptacji do zmian klimatu
Wadliwa adaptacja (<i>maladaptation</i>)	adaptacja do zmian klimatu polegająca na wprowadzeniu działań, które są szkodliwe dla środowiska lub prowadzą do zwiększenia podatności przedsięwzięcia na zmiany klimatu
Zjawiska klimatyczne	zjawiska meteorologiczne, zarówno krótkotrwałe i gwałtowne (np.: intensywny deszcz, burza), jak i długotrwałe (wzrost średniej temperatury dobowej, wzrost poziomu morza) oraz wynikające z ich występowania zjawiska przyrodnicze (np.: powódź lub osuwisko)
Zmiany klimatu	zmiany w klimacie spowodowane pośrednio lub bezpośrednio działalnością człowieka, która zmienia skład atmosfery ziemskiej i która jest odróżniana od naturalnej zmienności klimatu obserwowanej w porównywalnych okresach (definicja UNFCCC)

Wprowadzenie

Nowelizacja Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/92/UE z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko z 2014 roku podkreśliła w systemie ocen oddziaływania na środowisko (OOS) znaczenie kwestii związanych ze zmianami klimatu. Kwestie te zostały uwzględnione w polskich przepisach, jednak mimo kilkuletniego obowiązywania zmiany Ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (tekst jedn. Dz. U. 2018 poz. 2081, dalej Ustawa OOS), stanowią one w pewnym sensie nowość dla decydentów, inwestorów, konsultantów opracowujących raporty o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko.

Oczywiście, klimat zawsze był elementem OOS, ujmowany zarówno jako uwarunkowanie lokalizacji i funkcjonowania przedsięwzięcia, jak i receptor oddziaływania. Zmiany klimatu, których doświadczamy, wymuszają poszerzenie spojrzenia i świadomego włączania w OOS kwestii klimatu globalnego oraz negatywnych skutków zmian klimatu. PODRĘCZNIK służy pogłębieniu zrozumienia kwestii zmian klimatu i adaptacji do zmian klimatu w OOS. Jego przedmiotem są **oddziaływania pomiędzy klimatem i przedsięwzięciem, które w wyniku zmian klimatu mogą zostać spotęgowane i przejawiać się – pomijanymi dotychczas w ocenach – skutkami w środowisku.**

Zmiany klimatu i adaptacja do zmian klimatu w OOS są zagadnieniem skomplikowanym. Wynika to ze złożoności relacji pomiędzy zmianami klimatu i przedsięwzięciem, a także niepewności wynikającej z niedostatków wiedzy o przyszłych warunkach klimatycznych, przyszłego stanu środowiska i rozwoju społeczno-gospodarczego.

W obliczu tej złożoności i niepewności istnieje uzasadniona potrzeba uzupełnienia wiedzy o metodach i narzędziach, które mogą być stosowane w procedurze i przygotowaniu raportów OOS, nade wszystko konieczne jest osvajanie pojęć. Wiedza o zmianach klimatu wciąż ewoluuje. Nie tylko badania naukowe dostarczają nowych podstaw ocen środowiskowych, ale także zmienia się polityka klimatyczna i jej cele. Metody ocen oddziaływania na środowisko muszą być wciąż weryfikowane, jeżeli OOS ma spełniać swoją rolę w ochronie klimatu i adaptacji do jego zmian.

Przezwycięzenie kryzysu klimatycznego wymaga transformacji gospodarki w bezprecedensowej skali. Oznacza to, że we wszelkich podejmowanych przez nas decyzjach konieczne jest rozważenie, czy skutki tych decyzji przyczynią się do łagodzenia zmian klimatu oraz budowania struktur społecznych i przestrzennych odpornych na te zmiany. Rozwój metod ocen oddziaływania na środowisko powinien służyć poszerzeniu wiedzy w zakresie problematyki zmian klimatu w kontekście planowania przedsięwzięć i podejmowania decyzji o ich realizacji oraz pomóc wypełnić wymagania polityki klimatycznej dzięki metodycznemu i rzetelnemu procesowi oceny oddziaływania na środowisko.

O PODRĘCZNIKU

Niniejszy Podręcznik skierowany jest do autorek i autorów raportów OOS, inwestorów i projektantów. Jest także skierowany do przedstawicieli organów ochrony środowiska, w szczególności poziomu lokalnego.

Podręcznik opisuje relacje pomiędzy przedsięwzięciem i klimatem oraz wyjaśnia pojęcia związane ze zmianami klimatu w istotne OOS. Te podstawowe informacje czytelnik znajdzie w części I Podręcznika. Dodatkowo zawarto w Podręczniku słownik najważniejszych pojęć.

W Podręczniku przedstawione są analizy i oceny niezbędne w procesie opracowania raportu OOS, jednak w szczególności skupia się na szczególności na relacji przedsięwzięcia i klimatu lokalnego, w tym aspektów związanych z adaptacją do zmian klimatu. Część II Podręcznika zawiera informacje na temat poprawnego przeprowadzenia charakterystyki klimatu w OOS. Część III poświęcona jest oddziaływaniu przedsięwzięcia na klimat, a część IV oddziaływaniu klimatu na przedsięwzięcie i jego adaptacji do zmian klimatu.

Na końcu Podręcznika w załącznikach znalazły się macierze analityczne i szczegóły dotyczące minimalizowania negatywnego wpływu przedsięwzięcia na klimat lokalny oraz adaptacji przedsięwzięcia do zmian klimatu.

Autorki i Autorzy Podręcznika pragną podkreślić, że zaprezentowane w Podręczniku podejście do uwzględniania zmian klimatu i adaptacji do skutków tych zmian w ocenie oddziaływania na środowisko jest jednym z wielu możliwych podejść metodycznych. Coraz bogatsza literatura przedmiotu oraz nowe przepisy prawa wdrażające politykę klimatyczną i regulujące system ocen środowiskowych wymagają ciągłego aktualizowania i doskonalenie metod ocen oddziaływania. Na końcu Podręcznika znajduje się spis literatury, w którym podano także polecane publikacje dotyczące metod OOS.



CZĘŚĆ I

1 Zmiany klimatu

Obserwacje klimatu Ziemi potwierdzają jego postępujące ocieplanie się. Uwidacznia się ono we wzroście średniej globalnej temperatury powietrza, a także w związanych z tym wzrostem podnoszeniem się temperatury oceanu, zakwaszeniu wód oceanów, topnieniem lodowców i lądolodów i tajeniem wiecznej zmarzliny w strefach polarnych oraz podnoszeniem się globalnego średniego poziomu morza. Z procesem ocieplenia wiąże się także wzrost częstotliwości i intensywności ekstremalnych zjawisk pogodowych.

Obserwacje i pomiary elementów klimatu wskazują, że generalnie tendencja wzrostu temperatury powietrza nasila się. Koreluje ona wyraźnie ze wzrostem emisji i koncentracji w atmosferze dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych w wyniku działalności człowieka. Światowa emisja tych gazów rośnie od początku epoki przemysłowej. Wzrasta koncentracja tych gazów w atmosferze, a od lat 90. XX w. obserwowane jest przyspieszenie trendu wzrostu. Badania wskazują, że wzrost koncentracji gazów cieplarnianych spowodował globalne ocieplenie o ponad 1,0°C powyżej poziomu sprzed epoki przemysłowej (IPCC 2018, IPCC 2021).

Człowiek przyczynia się do zmian klimatu poprzez spalanie paliw kopalnych, ale także poprzez zmiany w użytkowaniu terenów. Zmiany te, takie jak wylesienia, pożary lasów i osuszanie terenów podmokłych na potrzeby rolnictwa i urbanizacji, przyczyniają się do niekorzystnych zmian cyklu węgla w środowisku. Powierzchnia ziemi pozbawiona roślinności traci zdolność do pochłaniania dwutlenku węgla i składowania węgla, co przyczynia się do zwiększenia zawartości dwutlenku węgla w atmosferze. Istotny wpływ ma także rozwój hodowli na skalę przemysłową i odejście od tradycyjnego chowu pastwiskowego lub pastwiskowo-oborowego, w którym obsada hodowanych zwierząt była limitowana lokalną możliwością produkcji roślinnej (paszy) i wykorzystania odchodów zwierząt do nawożenia.

Proces globalnego ocieplenia w przyszłości ujawnia się w długofalowych prognozach opartych na modelach uwzględniających dotychczasowe trendy zmian w elementach klimatu oraz scenariusze społeczno-gospodarcze będące podstawą przyjęcia różnych wariantów poziomu koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze. Bez względu na przyjęte założenia co do poziomu koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze, wszystkie modele są zgodne – wskazują wzrost średniej globalnej temperatury powietrza.

Wzrost globalnej temperatury powietrza nie jest równomiernie rozłożony w czasie i przestrzeni. Tak jak w przeszłości obserwowane są i będą fluktuacje średnich wartości temperatury pomiędzy poszczególnymi latami. Natężenie i tempo ocieplenia wykazuje także zróżnicowanie przestrzenne: są one wyższe w wysokich szerokościach geograficznych półkuli północnej (np. Arktyka) oraz w górach, zwłaszcza w wyższych piętrach klimatycznych. W niższych szerokościach geograficznych większe znaczenie mają zmiany w reżimie opadów, których skutkiem jest powiększanie się obszarów objętych suszą lub pustynnieniem (pustynnienie strefy stepów i sawann) oraz wzrost częstotliwości występowania ekstremalnych opadów.

W Europie prognozowane zmiany warunków klimatycznych także wykazują duże zróżnicowanie przestrzenne. Europa południowo-wschodnia, basen Śródziemnomorski i Europa Środkowa to obszary narażone na znaczący wzrost częstotliwości występowania niekorzystnych zjawisk klimatycznych, takich jak susze, powodzie oraz na skutki wzrostu poziomu morza.

Do najważniejszych skutków prognozowanych zmian klimatu w regionie, w którym położona jest Polska, zaliczyć można:

- wzrost średnich temperatur roku, poszczególnych pór i miesięcy (głównie wpływ na warunki siedliskowe),
- wzrost temperatur maksymalnych (głównie wpływ na ludzi i bilans wodny, wzrost zagrożenia pożarowego),
- wzrost częstotliwości i ciągłych okresów trwania upałów (główny wpływ na ludzi i niektóre sektory gospodarki),
- wzrost temperatur minimalnych; skrócenie okresu mroźnego (wpływ na ludzi i gospodarkę),
- wzrost częstotliwości i natężenia silnych (nawałnych) opadów; wzrost zagrożenia powodziowego (powodzie rzecznych i nagłych),
- wzrost częstotliwości i okresów trwania susz (wpływ na warunki siedliskowe, bilans wodny i gospodarkę; wzrost zagrożenia pożarowego w lasach),
- wzrost poziomu morza; powódzie morskie i rzeczne w dolnych (ujściowych) odcinkach dolin rzek uchodzących do morza.

2 Relacje między klimatem i przedsięwzięciem

2.1 Przedsięwzięcie – klimat, klimat – przedsięwzięcie

Relacje pomiędzy klimatem i przedsięwzięciem obejmujące (1) oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat, (2) oddziaływanie klimatu na przedsięwzięcie obrazuje poniższy schemat (Rys. 1).



Rys. 1. Relacje pomiędzy klimatem i przedsięwzięciem

Źródło: Op. wł.

Schemat (Rys. 1) kategoryzuje zagadnienie na potrzeby Podręcznika, w którym przedstawiono podejście metodyczne do przeprowadzić OOS w części dotyczącej klimatu. Schemat jest uproszczeniem interakcji pomiędzy przedsięwzięciem, klimatem i środowiskiem, nie uwzględnia powiązań pomiędzy klimatem a innymi komponentami przyrody – powierzchnią ziemi i glebą, wodą i różnorodnością biologiczną, na które przedsięwzięcia także oddziałuje.

W kolejnych podrozdziałach opisano relacje przedsięwzięcie – klimat i klimat – przedsięwzięcie. Informacje o oddziaływaniu przedsięwzięcia na klimat i klimatu na przedsięwzięcie przedstawiono odpowiednio w części III i IV Podręcznika.

2.2 Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat

Mówiąc o oddziaływaniu przedsięwzięcia na klimat, należy dokonać rozróżnienia pomiędzy oddziaływaniem na klimat globalny i klimat lokalny.

Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat globalny odnosi się do emisji gazów cieplarnianych. Przedsięwzięcie może generować emisję gazów cieplarnianych bezpośrednio wynikającą z prowadzonej w działalności. Może także pośrednio powodować emisję tych gazów w wyniku zapotrzebowania na wodę, energię, transport, surowce. Przedsięwzięcie może także wiązać się z utratą lub degradacją ekosystemów, które pochłaniają dwutlenek węgla lub magazynują niektóre gazy cieplarniane. W efekcie może przyczyniać się do zwiększenia koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze. Zmiany w składzie atmosfery skutkują zmianami w elementach klimatu w skali globalnej.

Oddziaływanie na klimat lokalny rozumiane jest jako wywieranie wpływu przez przedsięwzięcie na elementy klimatu takie, jak termika, opady czy stosunki anemometryczne (pole wiatru). Wpływ ten polega na zmianie elementów klimatu – ich parametrów (natężenia, czasu trwania oraz częstotliwości występowania). Oddziaływanie przedsięwzięcia może polegać także na wywieraniu wpływu na inne elementy środowiska, które z kolei – przekształcone – będą powodować zmiany elementów klimatu. W przypadku takiego oddziaływania mówimy o wpływie na klimat lokalny (klimat miejsca) lub mikroklimat. Przykładowo, zmniejszenie powierzchni terenu zieleni w związku z realizacją przedsięwzięcia powoduje wzrost temperatury powietrza w danym miejscu. Ciepło odpadowe z budynku powoduje wzrost temperatury powietrza w otoczeniu budynku.

To, w jaki sposób i w jakim stopniu przedsięwzięcie oddziałuje na klimat, wynika z określonych cech przedsięwzięcia – jego cech fizycznych (technicznych), funkcjonowania i lokalizacji. Tak, jak w przypadku oddziaływania na inne komponenty środowiska, można wyróżnić trzy grupy kategorii oddziaływań: eksploatacje (zasobów), emisje (zanieczyszczeń) oraz zmiany struktur zarówno przyrodniczych, jak i osadniczych (elementów układów i procesów). W tabeli (Tab. 1) przedstawiono kategorie oddziaływań, które będą pomocne w analizie i ocenie wpływu przedsięwzięcia na klimat.

Tab. 1. Kategorie oddziaływań przedsięwzięcia na środowisko (w tym klimat)

Kategorie oddziaływań na środowisko	
EKSPLOATACJE (zasobów)	Zużycie wody
	Zużycie surowców mineralnych
	Wykorzystanie gleb
	Wykorzystanie żywych zasobów przyrody (rośliny, zwierzęta, siedliska przyrodnicze)
	Wykorzystanie przestrzeni
EMISJE (zanieczyszczenia)	Emisje gazów cieplarnianych
	Emisje zanieczyszczeń do powietrza
	Emisja hałasu i drgań
	Generowanie spływów powierzchniowych
	Wytwarzanie ścieków
	Wytwarzanie odpadów
	Wytwarzanie pola elektromagnetycznego
	Emisja światła
	Emisja ciepła odpadowego

Kategorie oddziaływań na środowisko	
ZMIANY STRUKTUR (przyrodniczych i osadniczych)	Zmiany rzeźby terenu
	Zmiany stanu wód
	Zmiany stosunków gruntowo-wodnych
	Przekształcenie stanu gleb
	Zmiany warunków siedliskowych
	Zmiana struktury gatunkowej
	Zmiany stanu ochrony przedmiotów ochrony przyrody (obszary, gatunki, siedliska przyrodnicze)
	Zmiany sposobów zagospodarowania terenu
	Zmiana układów funkcjonalno-przestrzennych
	Przekształcenia krajobrazu (zmiany struktury i elementów ekspozycji)

Źródło: Op. wł.

Przedstawione w tabeli (Tab. 2) kategorie oddziaływań są katalogiem dotyczącym przedsięwzięć w ogólności, dla konkretnego przedsięwzięcia mogą być istotne tylko niektóre z tych oddziaływań.

Oceniając oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat lokalny, należy przeanalizować możliwe zmiany poszczególnych elementów klimatu – termiki, opadów i warunków anemometrycznych wywołane przez przedsięwzięcie (Tab. 2). Opisuąc oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat globalny, należy odnosić się do emisji gazów cieplarnianych, pośredni i bezpośrednio związanych z przedsięwzięciem.

Tab. 2. Elementy klimatu lokalnego podlegające oddziaływaniu przedsięwzięcia

Termika	Opady	Warunki anemometryczne
– modyfikacja bilansu radiacyjnego poprzez zmianę albedo podłoża – modyfikacja temperatury powietrza poprzez emisję ciepła odpadowego – modyfikacja temperatury lokalnej (np. adwekcja ciepła lub chłodu) – zmiana topoklimatu	– modyfikacja warunków generujących opady konwekcyjne – zmiana ilości i jakości jąder kondensacji – modyfikacja reżimu spływów wód opadowych (retencji i infiltracji) – modyfikacja warunków wilgotnościowych	– modyfikacja przepływu mas powietrza (modyfikacja współczynnika tarcia podłoża, tunele i bariery aerodynamiczne) w tym ograniczenie prędkości wiatru przez bariery oraz przyspieszenie prędkości przepływu przez niewłaściwą zabudowę

Źródło: Op. wł.

Zagadnienie oddziaływania przedsięwzięcia na klimat omówiono w części III Podręcznika.

2.3 Oddziaływania klimatu na przedsięwzięcie

W rozważaniach o oddziaływaniu klimatu na przedsięwzięcie istotne są przede wszystkim zagrożenia dla przedsięwzięcia, jakie mogą powodować niektóre zjawiska klimatyczne. W tym kontekście celem OOS jest sprawdzenie, w jakim stopniu przedsięwzięcie może być wrażliwe na zagrożenia klimatyczne, oraz w jaki sposób minimalizować ryzyko klimatyczne związane z tymi zagrożeniami.

Przedsięwzięcie powinno być odpowiednio odporne na zjawiska klimatyczne lub wyposażone w rozwiązania przystosowujące je do zmian klimatu (adaptacyjne) – przewidywanych zmian natężenia, długości (trwania) i częstotliwości zjawisk klimatycznych. Powinno więc uwzględniać zmiany klimatu prognozowane w odpowiednio odległej czasowo perspektywie, określonej w szczególności czasem życia planowanego przedsięwzięcia. Biorąc pod uwagę, że nie ma możliwości „przygotowania” przedsięwzięcia na wszelkie możliwe skutki zmian klimatu, przedsięwzięcie w warunkach zmian klimatu powinno posiadać pewną zdolność do radzenia sobie z negatywnymi skutkami zmian klimatu. Procedury postępowania na wypadek wystąpienia zjawisk ekstremalnych oraz elastyczne rozwiązania techniczne pozwolą funkcjonować w zmiennych warunkach klimatycznych i zwiększą zakres tolerancji przedsięwzięcia na zagrożenia klimatyczne.

Oceniając oddziaływanie klimatu na przedsięwzięcie, należy brać pod uwagę wszystkie elementy przedsięwzięcia: (1) lokalizację, decydującą o ekspozycji przedsięwzięcia na zagrożenia klimatyczne, (2) obiekty (budowle), (2) infrastrukturę, która służy zapewnieniu funkcjonowania przedsięwzięcia i (3) procesy produkcyjne (technologiczne) związane z dostarczeniem zasobów (wody, energii, surowców) oraz dotyczące gospodarki ściekami, wodami opadowymi, odpadami (produktami metabolizmu technicznego) i produktami finalnymi. Wreszcie istotnym receptorem jest (4) człowiek, tj. zdrowie i życie pracowników. Elementy te przedstawiono w tabeli poniżej (Tab. 3).

Tab. 3. Elementy przedsięwzięcia podlegające oddziaływaniu klimatu

Elementy przedsięwzięcia	
Lokalizacja	Specyficzne warunki klimatyczne miejsca
Obiekty	Konstrukcja
	Materiały budowlane
	Zagospodarowanie terenu przedsięwzięcia, w tym zespoły zieleni
Infrastruktura	Konstrukcja
	Materiały budowlane
	Wydolność
Procesy produkcyjne (technologiczne)	Procesy wewnętrzne wymagające wody
	Procesy wewnętrzne wymagające energii
	Procesy wewnętrzne wymagające surowców (właściwe dla przedsięwzięcia), w tym transport dostawczy
	Procesy unieszkodliwiania produktów metabolizmu technicznego
	Postępowanie z finalnym produktem, w tym transport wywozowy
Pracownicy	Warunki pracy i zdrowie pracowników (BHP)

Źródło. Op. wł.

Różne zjawiska klimatyczne mogą mieć wpływ na różne elementy przedsięwzięcia, wymienione w tabeli powyżej (tab. 3). Nie wszystkie zagrożenia klimatyczne są istotne z punktu widzenia danego przedsięwzięcia. Jednak identyfikując istotne zagrożenia, należy odpowiedzieć nie tylko pytanie, czy dane zagrożenie dotyczy przedsięwzięcia, ale przede wszystkim należy uwzględnić skutki, jakie może wywołać przedsięwzięcie w sytuacji zagrożenia klimatycznego dla środowiska przyrodniczego i ludzi (np. przedostanie się substancji toksycznych do środowiska w wyniku uszkodzeń spowodowanych powodzią lub wichurą).

W tabeli poniżej (tab.4) przedstawiono katalog potencjalnych zagrożeń klimatycznych, jakie mogą dotyczyć przedsięwzięć o różnym charakterze.

Tab. 4. Potencjalne zagrożenia klimatyczne dla przedsięwzięcia

Potencjalne zagrożenia klimatyczne dla przedsięwzięcia	
Wysoka temperatura, w tym upał i fale upału	Niska temperatura, w tym mróz i fale mrozu
Przymrozki, oblodzenie, gołedź, szadź, wahania temperatury z przejściem przez 0°C	Mgła
Intensywne opady deszczu, podtopienia i powodzie nagłe	Ruchy masowe
Intensywne opady śniegu, zamiecie i zawieje	Grad
Brak pokrywy śnieżnej	Powodzie rzeczne
Wzrost poziomu morza, powodzie sztormowe	Susza
Zjawiska związane z silnym wiatrem, w tym wichura, tornado	Burza, wyładowania atmosferyczne

Źródło: Op. wł. na podstawie IMGW 2013

Zagadnienie oddziaływania klimatu na przedsięwzięcie omówiono w części IV Podręcznika.

2.4 Ramy pojęciowe adaptacji do zmian klimatu

Jak w niemal każdym obszarze tematycznym, tak w opisie skutków zmian klimatu dla społeczeństwa, gospodarki i środowiska przyjęty został pewien system pojęciowy. System ten oczywiście ewoluje, staje się coraz bardziej skomplikowany poprzez włączanie w analizy i oceny kolejnych czynników i związków między nimi (Fussel, Klain 2006). Z punktu widzenia OOS, warto przywołać dwie koncepcje: koncepcję podatności na zmiany klimatu i koncepcję ryzyka klimatycznego. Koncepcja ryzyka klimatycznego jest w pewnym stopniu efektem ewolucji koncepcji podatności. W ocenie oddziaływania klimatu na przedsięwzięcie zalecane jest wykorzystywanie systemu pojęciowego oceny podatności na zmiany klimatu. Analiza ryzyka klimatycznego może być zaś uzupełnieniem lub rozszerzeniem oceny podatności. Zrozumienie podstawowych pojęć ułatwi poruszanie się w materii wpływu zmian klimatu na przedsięwzięcie i jego adaptacji do tych zmian.

Koncepcja podatności na zmiany klimatu

Podatność na zmiany klimatu (*vulnerability*) to pojęcie opisujące stopień, w jakim system jest niezdolny do poradzenia sobie z negatywnymi skutkami zmian klimatu lub wykorzystania korzyści związanych z tymi zmianami (Fussel, Klain 2006, IPCC 2014). Na podatność składają się wrażliwość systemu (*sensitivity*) i jego zdolności adaptacyjne (*adaptation capacity*). Wrażliwość systemu na zmiany klimatu to stopień, w jakim podlega on negatywnemu wpływowi czynników klimatycznych (Fussel, Klain 2006, IPCC 2014). Stopień ten zależy od fizycznych cech systemu, które uznawane są za w miarę stałe. Zdolność adaptacji do zmian klimatu (potencjał adaptacyjny) to zasoby, które mogą być wykorzystane do przystosowywania się do zmian klimatu. Do zasobów tych należą zasoby ludzkie, finansowe, organizacyjne, infrastrukturalne oraz wiedza. Do takich zasobów zaliczyć także należy ekosystemy i pełnione przez nie usługi. Podatność jest więc cechą systemu obejmującą jego wrażliwość i potencjał adaptacyjny (Fussel, Klain 2006, IPCC 2014), a każde przedsięwzięcie cechuje się określoną wrażliwością i określonym potencjałem adaptacyjnym.

Zgodnie z wyżej wymienionym systemem pojęciowym, związek pomiędzy wrażliwością, zdolnością adaptacyjną i podatnością przedsięwzięcia daje się – w uproszczony sposób – przedstawić następująco (Rys. 2)



Rys. 2. System pojęciowy w koncepcji podatności na zmiany klimatu

Źródło: Op. wł. na podstawie Fussell i Klein 2006

Ocena wrażliwości przedsięwzięcia na zmiany klimatu jest kluczowym elementem w OOŚ. Wrażliwość analizowana jest w odniesieniu do różnych zjawisk klimatycznych, na które eksponowane jest przedsięwzięcie. Elementy oceny wrażliwości przedstawiono poniżej (Rys. 3).



Rys. 3. Elementy oceny wrażliwości przedsięwzięcia na klimat

Źródło: Op. wł. na podstawie Fussell i Klein 2006

Oceniając wrażliwość przedsięwzięcia na zmiany klimatu, należy brać pod uwagę, zarówno trwałą zmianę klimatu (np.: wyższa temperatura powietrza w sezonie letnim i zimowym, wcześniejsze przyjście wiosny, podwyższenia poziomu morza), jak i zakres zmienności klimatu (roczne fluktuacje). Każde zjawisko zaś wymaga rozpatrzenia pod kątem zmiany jego natężenia (np.: wartości temperatury, grubości pokrywy śnieżnej) oraz pod kątem zmiany frekwencji i czasu trwania zjawiska (np.: liczby dni w roku z temperaturą maksymalną powyżej określonego progu, częstotliwość opadów nawaalnych, czas zalegania pokrywy śnieżnej itp.).

Wrażliwość uznana jest za podstawową miarę w analizach, które mają służyć wskazaniu niezbędnych rozwiązań adaptacyjnych. Rozwiązania takie mogą bowiem polegać na obniżaniu wrażliwości przedsięwzięcia i zmniejszeniu ekspozycji na dane zjawisko klimatyczne (np. lokalizacja przedsięwzięcia poza zasięgiem zagrożenia powodziowego, zastosowanie konstrukcji odpornej na wysokie temperatury, zastosowanie indywidualnego źródła energii). W ocenie zdolności adaptacyjnych przedsięwzięcia analizie podlegają te elementy przedsięwzięcia, które można zmodyfikować, aby zapewnić bezpieczeństwo jego i środowiska w warunkach zmieniającego się klimatu.

Tak więc, dochodzenie do adaptacji przedsięwzięcia na zmiany klimatu przebiega od zagrożeń klimatycznych i elementów przedsięwzięcia, które podlegają tym zagrożeniom, poprzez potencjał adaptacyjny, w tym rozwiązania już zastosowane, do wskazania rozwiązań adaptacyjnych. Proces ten przedstawia poniższy schemat (rys. 4).



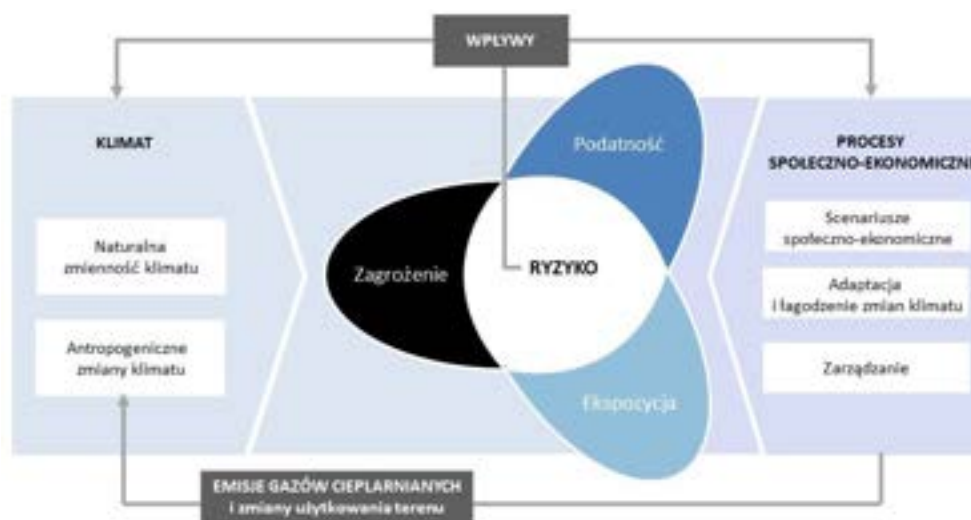
Rys. 4. Elementy oceny oddziaływania klimatu na przedsięwzięcie i rezultaty oceny (1)

Źródło: Op. wł.

Podatność na zmiany klimatu jest cechą przedsięwzięcia opisującą je jako całość wraz z zastosowanymi i potencjalnymi (proponowanym dodatkowymi) działaniami adaptacyjnymi. Podatność przedsięwzięcia jest więc wynikiem końcowym analiz i ocen, które powinny dać nam odpowiedź na pytanie, czy w warunkach zmian klimatu i po zastosowaniu rozwiązań adaptacyjnych przedsięwzięcie będzie (lub nie będzie) znacząco oddziaływać na środowisko.

Koncepcja ryzyka klimatycznego

Koncepcja ryzyka klimatycznego wychodzi poza koncepcję podatności na zmiany klimatu. Ramy pojęciowe ryzyka klimatycznego przedstawione są w raporcie IPCC z 2014 r. (rys. 5). W analizie na potrzeby OOS ryzyko klimatyczne należy traktować jako potencjalne negatywne skutki wystąpienia zagrożenia klimatycznego.



Rys. 5. Ramy pojęciowe ryzyka klimatycznego

Źródło: IPCC 2014

W OOS analiza ryzyka klimatycznego jest jednym z możliwych podejść do oceny wpływu klimatu na przedsięwzięcie, jest rozszerzeniem oceny podatności. Jak widać na schemacie (Rys.5), ocena podatności jest także elementem oceny ryzyka.

Ocena ryzyka klimatycznego w OOS może bazować na prawdopodobieństwie wystąpienia zagrożenia, jednakże w przypadku zmian klimatu takie probabilistyczne podejście jest często niemożliwe do zastosowania lub nieuzasadnione.

Przykładowo, ryzyko powodziowe określamy poprzez prawdopodobieństwo wystąpienia tego zjawiska, ale już np. ryzyko skrócenia czasu zalegania pokrywy śnieżnej dla infrastruktury narciarskiej albo ryzyko suszy dla funkcjonowania oczyszczalni ścieków, należy raczej ocenić, uwzględniając prognozy klimatyczne. W takim podejściu analiza ryzyka klimatycznego pozwala odpowiedzieć na pytania np.: przy jakim skróceniu czasu zalegania pokrywy śnieżnej i, o jakiej grubości tej pokrywy koszty środowiskowe naśnieżania stoków będą nieakceptowalne lub przy jakim obniżeniu poziomu wody w rzece-odbiorniku, zrzut ścieków o określonych parametrach może zagrozić ekosystemowi rzeki. Tak więc w ryzyku klimatycznym uwzględniane może być prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia, ale także scenariusze zmian zagrożeń klimatycznych.

Należy także zwrócić uwagę, że działania adaptacyjne mogą być odpowiedzią na stwierdzoną wrażliwość przedsięwzięcia lub niewystarczający potencjał adaptacyjny, ale także mogą znaleźć uzasadnienie w analizie ryzyka.



Rys. 6. Elementy oceny oddziaływania klimatu na przedsięwzięcie i rezultaty oceny (2)

Źródło: Op. wł.

3 Niepewność, luki wiedzy i radzenie sobie z nimi

3.1 Źródła niepewności

W ocenach oddziaływania na środowisko związek przyczyna-skutek tworzy ciąg, poczynawszy od oddziaływań bezpośrednich i pośrednich, poprzez skutki bezpośrednie, pośrednie i wtórne, kumulowanie się oddziaływań i sprzężenia zwrotne. Nie zawsze jest możliwe jasne i precyzyjne określenie przyczyn i skutków. Dodatkowo niektóre rozwiązania mogą oddziaływać na klimat zarówno negatywnie, jak i pozytywnie, a także w różny sposób oddziałują na różne komponenty środowiska. Trudnością jest także określanie zakresów tolerancji środowiska i udzielenie odpowiedzi na pytanie, po przekroczeniu jakich wartości krytyczny dane oddziaływanie możemy uznać za znaczące.

Obszar niepewności jest także związany z interakcjami zachodzącymi pomiędzy klimatem a innymi komponentami przyrody – powierzchnią ziemi i glebą, wodą i różnorodnością biologiczną, na które przedsięwzięcia oddziałuje. Ekosystemy podlegają wpływowi zmian klimatu, obserwuje się obecnie wiele negatywnych skutków zmian klimatu w środowisku przyrodniczym. Prognozuje się także nasilenie tych skutków w przyszłości. Oceniając oddziaływanie przedsięwzięcia na środowisko, należy wziąć pod uwagę fakt, że stan środowiska, na które może oddziaływać przedsięwzięcie w chwili jego planowania, będzie różnił się od stanu środowiska, w którym przedsięwzięcie po zrealizowaniu będzie funkcjonować przez kilkadziesiąt lat.

Kolejną kwestią jest niepewność prognoz, w tym scenariuszach klimatycznych. Bazują one na kilku scenariuszach emisji gazów cieplarnianych, uwzględniając scenariusze społeczno-gospodarcze. Scenariusze klimatyczne stanowią pewien **prawdopodobny** opis klimatu. Aktualne scenariusze zmian klimatu wskazują wzrost średniej globalnej temperatury powietrza, jednak wyniki modeli w postaci wartości temperatury i jej zmian w czasie są różne. Jeszcze większe różnice występują w przypadku prognozowania opadu. Tu trendy zmian są trudne do modelowania z uwagi na liczbę czynników decydujących o opadzie, a w szczególności ich zależność od uwarunkowań lokalnych. Pewnych zjawisk

klimatycznych nie jesteśmy w stanie prognozować, szczególnie w perspektywie długoterminowej (np.: siły i miejsca wystąpienia huraganowego wiatru, burzy, gradu). O ile istnieje wysokie prawdopodobieństwo charakterystyk klimatu globalnego i regionalnego, o tyle w przypadku elementów klimatu lokalnego, należy zachować dużą ostrożność w dokonywaniu ocen i interpretacji wyników. Podobnie, zmiany krótkoterminowe (dekada) nie są obarczone dużym błędem, długoterminowe trendy i ekstremalne wartości parametrów opisujących klimat są szczególnie niepewne. Należy mieć świadomość tych niepewności, szczególnie że planowane przedsięwzięcia, powinny sprawnie funkcjonować w warunkach klimatu znacznie różniących się od obecnych.

W projektach większości przedsięwzięć stosowane są określone rozwiązania, które muszą spełniać wymogi przepisów prawa w postaci norm. Warto pamiętać, że normy nie zawsze są adekwatne do zmieniających się warunków klimatycznych – zakres ekstremalnych wartości zjawisk klimatycznych rozszerza się szybciej, niż powstają przepisy prawa. Ten aspekt również przyczynia się do zwiększenia pola niepewności w OOS.

Luką w wiedzy jest także postęp techniczny i przyszłych zdolności adaptacyjnych zarówno przedsięwzięcia, jak i środowiska. Przykładowo, planując dziś infrastrukturę drogową, przyjmuje się pewne parametry dotyczące odporności nawierzchni na wysokie temperatury i obciążenie ruchem pojazdów. W przyszłości z pewnością możliwe będzie zastosowanie odporniejszych na czynniki klimatyczne rozwiązań technicznych, wdrożone będą także nowe technologie w pojazdach i zmieniać się wzorce zachowania obecnych użytkowników dróg.

Zarówno w systemie OOS, jak i w obszarze zmian klimatu i adaptacji do zmian klimatu, istnieją ugruntowane systemy pojęciowe oraz narzędzia, techniki analizy i oceny. Łączenie obu tych systemów powoduje sporo metodycznych problemów, a przede wszystkim trudności w rozumieniu i stosowaniu pojęć w OOS. Ten problem również jest źródłem wielu niepewności w OOS.

3.2 Zmniejszanie zakresu niepewności

OOS jest oceną prognostyczną, a więc co do zasady obarczoną niepewnością. **Określenie niepewności, niedostatków i luk wiedzy jest obowiązkowym elementem OOS.** Konieczne jest zidentyfikowanie wszystkich wątpliwości związanych z opisem środowiska, określaniem oddziaływania przedsięwzięcia, jego wrażliwością na zagrożenia klimatyczne i możliwymi rozwiązaniami minimalizującymi oddziaływanie i adaptacyjnymi.

Ograniczeniu zakresu niepewności w opisie zmian klimatu jako uwarunkowaniu przedsięwzięcia służą:

- bazowanie na rzetelnych, wiarygodnych i zweryfikowanych danych (np. dane referencyjne służby meteorologicznej i hydrologicznej, por. rozdz. 4.1),
- bazowanie na odpowiednio długich seriach historycznych danych meteorologicznych i hydrologicznych,
- wykorzystanie różnych scenariuszy klimatycznych (por. rozdz. 4.1), w szczególności scenariuszy opartych na skrajnie niekorzystnych założeniach redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Radzenie sobie z niepewnościami i lukami w wiedzy w ocenie oddziaływania w pewnym stopniu może polegać na uzupełnieniu modelowych podejść jakościowymi metodami oceny. Wykorzystanie w tych metodach czytelnych kryteriów i wskaźników, które odnoszą się do udowodnionych naukowo twierdzeń, może ograniczać niepewność. W tym zakresie przydatna niekiedy może być także, przyjęta w OOS, metoda wykorzystania doświadczeń z podobnych przedsięwzięć (studia przypadków).

Metodami jakościowymi, które mogą służyć zmniejszeniu zakresu niepewności, są metody eksperckie. Poprawnie dobrany zespół ekspertów, reprezentujących różne dziedziny, w tym klimatologów jest bezdyskusyjnie podstawową kwestią dla zapewnienia jakości OOŚ. Tu jednak chcemy zwrócić uwagę na wykorzystanie metody eksperckiej, w której istnieje możliwość wielokrotnego odniesienia się do zagadnienia przez poszczególnych ekspertów i uzgodnienie stanowiska. Istotne jest przy tym definiowanie kolejnych rozbieżności między ekspertami oraz dostarczanie kolejnych dowodów twierdzeń wskazywanych przez ekspertów.

Ograniczeniu skutków niepewności w OOŚ służy zasada przezorności, wyrażana tezą „jeżeli nie jest możliwe ustalenie, że negatywne oddziaływanie wystąpi, należy przyjąć, że oddziaływanie to wystąpi”. Zasada ta jest szczególnie istotna w kontekście prognozowanych zmian w środowisku w wyniku zmian klimatu, to jest zmiany punktu odniesienia w przyszłości. Z tego względu w ocenie oddziaływania przedsięwzięcia na klimat należy wziąć pod uwagę konsekwencje zmian klimatu w przyrodzie, w tym szczególności uwzględnić trendy zmian takie jak:

- obniżanie się poziomu wód podziemnych, w tym wód gruntowych, od których zależne są niektóre ekosystemy (zmiana warunków siedliskowych),
- zmiany reżimu wód w rzekach, zmiany częstości i zasięgu zalewów,
- przyspieszenie procesów eutrofizacji i zanikania zbiorników wodnych,
- zwiększenie skali i przyspieszenie procesów erozji gleb, przesuszenie gleb,
- utrata ekosystemów i gatunków nadmorskich w związku z podnoszeniem się poziomu morza i zwiększonym falowaniem,
- utrata ekosystemów i gatunków wodnych w związku ze zmianą parametrów wód (zmiany fizyczne i chemiczne),
- utrata i obniżenie wartości usług ekosystemowych,
- rozprzestrzenianie się gatunków obcych i inwazyjnych,
- utarta lub degradacja krajobrazów naturalnych i zbliżonych do naturalnych,

a ponadto

- nakładanie się i kumulowanie skutków zanieczyszczenia środowiska i zmian klimatu (np. eutrofizacja jezior, fragmentacja ekosystemów i korytarzy ekologicznych w wyniku urbanizacji),
- planowanie działań adaptacyjnych skierowanych na ochronę różnorodności biologicznej (włączenia nowych obszarów w system ochrony przyrody).

OOŚ charakteryzuje się dużym marginesem dowolności w stosowaniu metod i narzędzi analizy i oceny. Z tego też względu rozważne dobranie i precyzyjne opisanie systemu pojęć, metod i narzędzi, które wykorzystywane są w OOŚ, jest kluczowym sposobem zmniejszania pola niepewności analiz i ocen.



CZĘŚĆ II

4 Klimat jako element środowiska w OOS

4.1 Zakres informacji niezbędnych do opisu klimatu w OOS

Zgodnie z wcześniejszymi rozważaniami, klimat w OOS jest rozpatrywany jako przedmiot oddziaływania przedsięwzięcia (klimat jako receptor) oraz jako czynnik wpływający na przedsięwzięcie (klimat jako stresor). Konieczność uwzględnienia w OOS obu tych aspektów wymaga szerokiego spojrzenia na charakterystykę i ocenę klimatu, zapewniającego bazę do identyfikacji i oceny oddziaływań przedsięwzięcia na klimat i klimatu na przedsięwzięcie.

Charakterystyka klimatu na potrzeby OOS powinna odnosić się do regionu klimatycznego, w którym położone jest przedsięwzięcie oraz do lokalnych warunków klimatycznych. Charakterystyka klimatu – regionalnego i lokalnego w rejonie lokalizacji powinna:

- być opracowana na podstawie wyników wieloletnich pomiarów prowadzonych przez służby meteorologiczne i hydrologiczne,
- być opracowana na podstawie analizy historycznych danych meteorologicznych obejmujących przynajmniej 30-letni okres,
- uwzględniać parametry elementów klimatu uśrednione (wartości średnie) i ekstremalne (wartości maksymalne i minimalne),
- opisywać trendy zmian warunków klimatycznych, na podstawie scenariuszy klimatycznych,
- uwzględniać dane pozwalające scharakteryzować klimat lokalny w odniesieniu do podstawowych elementów: termiki, opadów i warunków anemometrycznych,
- uwzględniać lokalną modyfikację klimatu regionalnego, uwarunkowaną rzeźbą terenu oraz charakterem jego pokrycia i sposobów zagospodarowania (topografią) w rejonie przedsięwzięcia (charakterystyka topoklimatu),
- skupiać się na elementach klimatu istotnych z punktu widzenia potencjalnego oddziaływania przedsięwzięcia na klimat i wrażliwości przedsięwzięcia na klimat.

Analiza zjawisk klimatycznych i określenie istotnych z punktu widzenia OOS uwarunkowań wynikających z klimatu regionalnego stanowią niezbędny kontekst dla oceny miejscowych warunków klimatycznych – topoklimatu miejsca. Topoklimat jest bowiem lokalną modyfikacją klimatu regionalnego, uwarunkowaną rzeźbą terenu oraz charakterem jego pokrycia i sposobów zagospodarowania (topografią). Modyfikacja ta dotyczy zarówno dotychczasowych, jak i przyszłych wynikających z prognozowanych zmian uwarunkowań klimatycznych zakładając, że przedsięwzięcie nie będzie realizowane (czyli stan „0”).

Istnieje wiele podejść do charakterystyki klimatu i wiele różniących się definicji zjawisk meteorologicznych oraz ich pochodnych. W przepisach prawa¹ określone są także definicje sytuacji, w których występują stany zagrożenia meteorologicznego, hydrologicznego i hydrogeologicznego.

¹ Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 28 czerwca 2019 r. w sprawie ostrzeżeń, prognoz, komunikatów, biuletynów i roczników państwowej służby hydrologiczno-meteorologicznej i państwowej służby hydrogeologicznej (Dz. U. 2019 poz. 1215).

Źródła danych

Podstawowe pomiary meteorologiczne i hydrologiczne prowadzi Państwowa Służba Hydrologiczno-Meteorologiczna IMGW-PIB. Dane z pomiarów udostępniane są nieodpłatnie poprzez stronę internetową; są to jednak dane surowe i, aby mogły być wykorzystane w OOS wymagają odpowiedniego przygotowania przez klimatologa. Przygotowanie danych w IMGW-PIB jest odpłatne. PGW Wody Polskie udostępnia także dane dotyczące ryzyka powodziowego na portalu Informatycznego Systemu Ośłony Kraju. Tereny zagrożone osuwiskami wyznaczone zostały w Systemie Ośłony Przeciwośuwiskowej i są dostępne razem z innymi informacjami dotyczącymi geozagrożeń. Informacje o zagrożeniach można pozyskać ze strony Rządowego Centrum Bezpieczeństwa, gdzie publikowane są bieżące raporty oraz analizy o sytuacjach kryzysowych.

Na potrzeby OOS możliwe także jest prowadzenie pomiarów patrolowych niektórych elementów topoklimatu podczas występowania charakterystycznych dla tych elementów kompleksów pogodowych – odniesienie wyników tych pomiarów do pomiarów prowadzonych w tym samym czasie na najbliższej stacji reprezentującej klimat regionalny (jako danych referencyjnych). Najczęściej jednak wykorzystywane mogą być już istniejące opracowania klimatologiczne dla danego obszaru – np. wiele ośrodków uzdrowiskowych posiada takie opracowania. Niezbędne informacje można też pozyskać z innych dokumentów, zwłaszcza z opracowań ekofizjograficznych sporządzonych do studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin lub miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Mogą być one wystarczające dla potrzeb OOS, jeśli odnoszą się wprost do rejonu lokalizacji przedsięwzięcia.

Opis prognozowanych zmian klimatu powinien być dokonany na podstawie scenariuszy klimatycznych. Scenariusze klimatyczne są wynikiem modelowania z uwzględnieniem danych pomiarowych (dane z obserwacji historycznych) i mogą być opracowane specjalnie dla rejonu przedsięwzięcia oraz dla dowolnych horyzontów czasowych. Wynikiem scenariuszy klimatycznych są zwykle wartości temperatury – średnie, maksymalne i minimalne dobowe oraz wysokość opadu – suma dobową, na podstawie których obliczane są niektóre pozostałe parametry klimatyczne. Ponadto, charakterystyka prognozowanego klimatu powinna:

- opisywać trendy zmian warunków klimatycznych, nie zaś określony punkt (punkty) w czasie,
- uwzględniać parametry pozwalające scharakteryzować klimat lokalny ogólnie w odniesieniu do termiki i opadu²,
- uwzględniać uśrednione (wartości średnie) i ekstremalne (wartości maksymalne i minimalne); uwzględniać frekwencję i trwałość okresów parametrów ekstremalnych,
- skupiać się na parametrach istotnych z punktu widzenia potencjalnego oddziaływania przedsięwzięcia na klimat i wrażliwości przedsięwzięcia na klimat,
- uwzględniać różne horyzonty czasowe, dobrane adekwatnie do czasu eksploatacji przedsięwzięcia.

² Pominęto tu stosunki anemometryczne, gdyż w scenariuszach klimatycznych tego elementu klimatu nie prognozuje się.

Scenariusze klimatyczne

Scenariusze klimatyczne dla całej Polski są prezentowane na stronie internetowej projektu Klimada 2.0. Nieodpłatnie można także otrzymać dane. Prognozowane zmiany klimatu dla Polski i jej regionów są opracowywane na bazie wyników symulacji klimatycznych i uwzględniają różne scenariusze społeczno-gospodarcze, w tym różne trendy w emisji gazów cieplarnianych, które są opracowywane przez IPCC. Symulacje klimatyczne są modelowane dla regionu (*Regional Climate Model*) i dla całej Ziemi (*Global Climate Model*), zwykle wyniki obu modeli są brane pod uwagę w scenariuszach klimatycznych. Scenariusze rozwoju gospodarczego i związanego z nim tempa wzrostu zawartości gazów cieplarnianych w atmosferze (*RCP Representative Concentration Pathway*) obejmują różne warianty np.: scenariusz umiarkowany RCP4.5 zakłada dalszy wzrost stężeń CO₂ do poziomu 540 ppm w 2100 r. (oraz osiągnięcie wymuszenia radiacyjnego na poziomie 4.5 W/m²), zaś w scenariuszu RCP8.5 przyjmuje się wzrost stężeń CO₂ do poziomu 940 ppm w 2100 r. (oraz ciągły wzrost wymuszenia radiacyjnego do poziomu 8.5 W/m²). Wyniki symulacji klimatycznych i scenariuszy emisji dwutlenku węgla oraz danych obserwacyjnych, po wykonaniu szeregu obliczeń, w tym dostosowaniu wyników modeli do odpowiedniej skali przestrzennej (*downscaling*) są bazą scenariuszy klimatycznych. Do opracowania scenariuszy i ich interpretacji potrzebna jest wysoko wyspecjalizowana wiedza.

4.2 Charakterystyka i ocena lokalnych warunków klimatycznych

Charakterystyka topoklimatu w rejonie lokalizacji planowanego przedsięwzięcia powinna być opracowana pod kątem spodziewanego oddziaływania tego przedsięwzięcia na klimat lokalny oraz klimatu na przedsięwzięcie. Jako rejon przedsięwzięcia rozumieć należy miejsce jego szczegółowej lokalizacji, np. działka wraz z bezpośrednio sąsiadującym otoczeniem w zasięgu spodziewanego oddziaływania przedsięwzięcia.

Uwarunkowania topoklimatyczne mogą potęgować lub zmniejszać niektóre zagrożenia wynikające ze zmian klimatu. Na obszarach o mało zróżnicowanej topografii (rzeźbie terenu i jego pokrycia) uwarunkowania topoklimatyczne niewiele różnią się od klimatu regionalnego, którego parametry charakteryzujące, mierzone na najbliższej stacji klimatycznej, nie odbiegają istotnie od lokalnych. Dopiero wprowadzenie nowego przedsięwzięcia lub nowego zagospodarowania terenu może je zmienić, co jest jednym z przedmiotów oceny w OOS.

Jak wskazano w rozdz. 2.2 istotne są trzy grupy elementów klimatu, które mogą podlegać oddziaływaniu:

- 1) warunki termiczne – temperatury,
- 2) warunki fluwialne – opady,
- 3) warunki anemometryczne – przepływy mas powietrza (adwekcyjne i konwekcyjne).

Charakteryzując klimat w skali topo- i mikroklimatu w części dotyczącej **warunków termicznych** należy zwrócić uwagę na cechy podłoża, którego charakter, głównie jego albedo, sprzyjać może – w większym lub mniejszym stopniu – przegrzaniu i pośrednio podwyższyć temperaturę przygruntowej warstwy powietrza. Najbardziej na przegrzanie narażone są słabo przewietrzane tereny silnie zurbanizowane – z wysokim udziałem gruntów uszczelnionych i intensywnie zabudowanych. Przy większej rozległości i zwartości takich terenów występują warunki dla podwyższenia temperatur maksymalnych i kształtowania się miejskiej wyspy ciepła (MWC), potęgującej upały i sprzyjającej utrzymywaniu się podwyższonego poziomu ozonu w powietrzu. Łagodzący wpływ może mieć większa wilgotność podłoża i bezpośrednio sąsiadujące radiacyjnie kontrastowe tereny, zwłaszcza większe

zbiorniki wodne lub tereny zieleni. W ocenie uwarunkowań topoklimatycznych lokalizacji planowanego przedsięwzięcia rozpoznanie takiego kontrastowego sąsiedztwa jest bardzo istotne. Radiacyjne kontrasty podłoża w zagospodarowaniu terenów sprzyjają bowiem lokalnej cyrkulacji i wymianie gorącego i zanieczyszczonego powietrza na terenach „przegrzanych” na czystsze i chłodniejsze. Ważne są przy tym proporcje pomiędzy tymi kontrastowymi terenami.

Drugim elementem, na który należy zwrócić uwagę, opisując warunki termiczne, są lokalne przyziemne inwersje termiczne. Wiążą się one z obniżeniem temperatury minimalnej, zwiększoną częstotliwością i trwałością przygruntowych przymrozków, mgieł radiacyjnych, gołoledzi i szadzi. Inwersje sprzyjają też większej koncentracji zanieczyszczeń powietrza pochodzących zwłaszcza z niskich emisji (emisje komunalne i z transportu). Warunki dla kształtowania się lokalnych inwersji termicznych występują w zagłębieniach (obniżeniach) terenu o słabym przewietrzaniu. Intensywne techniczne zainwestowanie i uszczelnienie gruntu także sprzyja tworzeniu się inwersji termicznej w związku z silniejszym nocnym wypromieniowaniem z takiego podłoża.

Szeroko rozumiane **warunki fluwialne** (opady atmosferyczne i pochodne, takie jak powódzie) również podlegają topograficznej modyfikacji – podobnie jak warunki termiczne. Opady nawalne mogą być spotęgowane poprzez „wymuszenie” konwekcji na obszarach zurbanizowanych, z gęstą i wysoką zabudową i wysoką koncentracją jąder kondensacji. Taka „wymuszona” konwekcja może też być efektem przegrzania zurbanizowanego podłoża. Zintensyfikowane opady nawalne zwykle występują po zawietrznej stronie „bariery” tworzonej przez zabudowę.

Efektom nawalnych opadów – z jednej strony – i uszczelnionego podłoża – z drugiej strony są nagłe powódzie. Na obszarach otwartych stopień uszczelnienia gruntu i tym samym utrudnionej infiltracji nadmiaru wód wynikać może z naturalnych uwarunkowań litologicznych (np. podłoże gliniaste). Na obszarach zurbanizowanych główną rolę odgrywa jednak techniczne uszczelnienie podłoża poprzez zabudowę i utwardzone nawierzchnie. Należy także pamiętać, że systemy odprowadzania wód opadowych (systemy kanalizacji deszczowej lub zbiorczej), w szczególności ich wydolność, są także czynnikiem wpływającym na występowanie powodzi nagłych, stąd nie można ich pomijać w charakterystyce zagrożeń klimatycznych dla przedsięwzięcia.

Potęgowanie powodzi rzecznych (generowanych często daleko poza rejonem lokalizacji planowanego przedsięwzięcia) także wynikać może z topografii – rzeźby terenu (np. zawężone doliny) oraz sposobu zagospodarowania, w którym zabudowa i infrastruktura techniczna ogranicza istotnie swobodny odpływ wysokich wód. Pewien wpływ może też mieć zdolność infiltracyjną i retencyjną podłoża.

Intensywne opady, w połączeniu z określoną rzeźbą terenu, budową geologiczną i warunkami hydrogeologicznymi podłoża, generować mogą powierzchniowe ruchy masowe – w szczególności osuwiska.

Warunki anemometryczne są w oczywisty sposób kształtowane topografią poprzez lokalną modyfikację pola wiatru, polegającą na:

- kształtowaniu kierunków przypiływu powietrza (układ kanionów ulic, układ dolin, wysokość, intensywność oraz rozplanowanie istniejącej zabudowy itp.)
- kształtowaniu prędkości przepływu powietrza wynikającego ze współczynnika tarcia, układu tuneli areodynamicznych (np. przyspieszenie wiatru w kanionach ulic lub głębokich dolinach, przeciągi generowane przez nieodpowiednie rozplanowanie zabudowy, występowanie barier – technicznych lub biotycznych).

W związku z powyższym, na danym obszarze mogą występować tereny bardziej „wietrzne” lub lepiej osłonięte przed niszczącym impetem silnych wiatrów, jak również tereny lepiej lub słabiej przewietrzane. Niestety rzadko są wiarygodnie modelowane i prognozowane zmiany klimatu w zakresie warunków anemometrycznych, które są szczególnie istotne z punktu widzenia oddziaływania klimatu na przedsięwzięcie. Obserwowany systematyczny wzrost częstości występowania huraganowego wiatru, warunków do tworzenia się trąb powietrznych oraz coraz dłużej trwających okresów o bardzo dużej prędkości wiatru – powinny być uwzględnione w charakterystyce klimatu.

Jak widać, omawiane warunki topo-, a także mikroklimatyczne obszaru, na którym ma być zlokalizowane planowane przedsięwzięcie, można określić poprzez analizę i interpretację lokalnej topografii. W interpretacji tej należy uwzględnić w szczególności takie elementy i relacje, jak:

- rzeźba terenu, w tym układy dolin i rozmieszczenie innych obniżień, nachylenia zboczy, spadki terenu, układ wyniesień itp.
- charakter pokrycia (sposób zagospodarowania) terenów, w tym charakter szaty roślinnej, charakter, układ i intensywność istniejącej zabudowy, proporcje i wzajemne relacje przestrzenne pomiędzy terenami zainwestowanymi technicznie a terenami biologicznie czynnymi itp.
- struktura litologiczna i hydrogeologiczna podłoża gruntowego, z uwzględnieniem antropogenicznych przekształceń.

Charakteryzując istniejące uwarunkowania topoklimatyczne terenu planowanej inwestycji rozpatrzyć należy problem, w jakim kierunku te uwarunkowania będą się kształtować w przyszłości w związku z prognozowaną zmianą klimatu globalnego a w konsekwencji regionalnego, przykładowo:

- zjawisko wyspy ciepła generowane istniejącym zagospodarowaniem ulegnie jeszcze większemu wzmocnieniu (jej zasięg i intensywność), w związku z przewidywanym wzrostem fal upałów – ich częstotliwości i natężenia (coraz wyższe temperatury maksymalne),
- nagłe powodzie, którym sprzyja istniejący już wysoki stopień uszczelnienia podłoża gruntowego (naturalnego lub wynikającego z zainwestowania) w związku z przewidywanym wzrostem nawałnych opadów – ich częstotliwości i natężenia (wysoka krótkookresowa suma opadów),
- inwersje termiczne na terenach obniżonych i słabo przewietrzanych, skutkujące m.in. koncentracją zanieczyszczeń w przygruntowej warstwie powietrza (pochodzących głównie z niskich emisji), tworzeniem się mgieł radiacyjnych, obniżeniem temperatur minimalnych – wzrostem częstotliwości i trwałości oblodzeń itp. – w związku z kształtowaniem się stałego stanu równowagi atmosfery (zwłaszcza jeśli wg długofalowych prognoz częstotliwość i trwałość takich układów pogodowych wzrośnie).



CZĘŚĆ III

5 Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat globalny

5.1 Przedsięwzięcie neutralne klimatycznie

W kontekście oddziaływania przedsięwzięcia na klimat globalny celem OOS jest sprawdzenie, w jakim stopniu przedsięwzięcie może przyczyniać się do emisji gazów cieplarnianych oraz ocena rozwiązań, które mogą redukować poziom tych emisji. Choć mowa jest o oddziaływaniu przedsięwzięcia na klimat globalny, w gruncie rzeczy w OOS nie ma potrzeby (i uzasadnienia) rozpatrywania stopnia, w jakim przedsięwzięcie może negatywnie wpływać na klimat Ziemi, ale skupienie się na redukcji emisji gazów cieplarnianych, które są przyczyną negatywnych zmian w ekosystemie globalnym.

Przyjęte jest tu generalne założenie, że dla spowolnienia zmian klimatu żadne przedsięwzięcie nie powinno powodować wzrostu udziału gazów cieplarnianych w atmosferze. Każde zaś powinno przyczyniać się do transformacji gospodarki na zeroemisyjną i osiągnięcia celu neutralności klimatycznej. Sednem OOS w tym aspekcie jest więc upewnienie się, że przedsięwzięcie zaplanowano, będzie realizowane i będzie funkcjonowało z uwzględnieniem celu neutralności klimatycznej.

Oceniając oddziaływanie przedsięwzięcia w kontekście klimatu globalnego, należy poświęcić uwagę tym elementom przedsięwzięcia, które mogą przyczyniać się do koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze. Są to:

- emisja gazów cieplarnianych, bezpośrednio związana z funkcjonowaniem przedsięwzięcia,
- emisja gazów cieplarnianych, która powstaje w wyniku zwiększonego zapotrzebowania na energię, transport, surowce,
- utrata ekosystemów pochłaniających lub magazynujących gazy cieplarniane wynikająca ze zmiany użytkowania gruntów, w szczególności utraty terenów zieleni (np. wylesianie).

5.2 Emisja gazów cieplarnianych

To, w jakim zakresie w OOS dokonuje się analiz dot. emisji gazów cieplarnianych, zależy od rodzaju przedsięwzięcia. Redukcja gazów cieplarnianych jest kluczowym elementem polityki UE w zakresie łagodzenia zmian klimatu, dlatego też emisja gazów cieplarnianych, bezpośrednio związana z funkcjonowaniem przedsięwzięcia jest uregulowana przepisami prawa, co kształtuje także zakres OOS.

Niektóre z przedsięwzięć mogą podlegać szczegółowym regulacjom, które wymagają ustalenia granicznych wartości emisji dla przedsięwzięcia. Mowa tu o instalacjach, które wymagają pozwolenia zintegrowanego, zgodnie z art. 181 POŚ. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola, Dyrektywa IED) określa ogólne ramy kontroli emisji z instalacji przemysłowych, kładąc szczególny nacisk na zintegrowane podejście i ograniczanie emisji do różnych komponentów środowiska (powietrza, wody i gleby) i nieprzesuwania zanieczyszczeń z jednego komponentu na drugi. Ograniczenie emisji do środowiska jest osiągane dzięki dostosowaniu instalacji do rozwiązań rekomendowanych jako najlepsze dostępne techniki (BAT). Najlepsze dostępne techniki określane w decyzjach Komisji Europejskiej (tzw. konkluzje BAT) odnoszą się do w pewnym zakresie także do emisji gazów cieplarnianych.

Dla przedsięwzięć, związanych z użyciem instalacji, w raporcie OOS wymagane jest porównanie rozwiązań przyjętych w przedsięwzięciu z najlepszymi dostępnymi technikami. Taka analiza poprzez porównanie elementów przedsięwzięcia i konkluzji BAT pozwala na sprawdzenie, czy przedsięwzięcie w możliwie maksymalnym stopniu ogranicza emisję gazów cieplarnianych pośrednio poprzez rozwiązania związane z wykorzystaniem zasobów środowiska. Graniczne wielkości emisji określone w konkluzjach BAT stanowią normę prawną, która – co do zasady – powinna być spełniona przez instalację będącą elementem przedsięwzięcia. W OOS należy stwierdzić to spełnienia i zgodność z prawem.

Obecnie, niektóre z przedsięwzięć objęte są systemem handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS), systemu będącego elementem polityki Unii Europejskiej w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatu oraz obecnie głównym narzędziem redukcji emisji gazów cieplarnianych. System ten ustanowiony został Dyrektywą 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. ustanawiającą system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz Ustawą z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (tekst jedn. 2019 poz. 1447). Dla niektórych przedsięwzięć ustalany jest dopuszczalny limit emisji gazów cieplarnianych, który zmniejszany w kolejnych latach ma prowadzić do osiągnięcia unijnych celów redukcji emisji gazów cieplarnianych. Uprawnienia do emisji gazów cieplarnianych o określonym poziomie mogą być przyznane dla danej instalacji bezpłatnie lub kupione. Jedno uprawnienie do emisji daje właścicielowi instalacji prawo do emisji jednej tony dwutlenku węgla lub równoważnej ilości innego gazu cieplarnianego, którego emisja wyrażona jest w ekwiwalencie dwutlenku węgla. Systemem tym objęte są przedsięwzięcia z sektorów takich jak elektroenergetyka, zaopatrzenie w ciepło, górnictwo i wydobywanie, przemysł rafineryjny, produkcja żelaza i stali, produkcja metali nieżelaznych, koksownictwo, przemysł cementowy, wapienniczy, ceramiczny, szklarski, drzewny, papierniczy, chemiczny oraz leśnictwo, rolnictwo, transport i przemysł spożywczy.

Wspomniana wcześniej Dyrektywa IED dot. pozwoleń zintegrowanych, pozwala na nienakładanie na instalacje włączone do systemu handlu emisjami dopuszczalnej wielkości emisji dla bezpośrednich emisji gazów cieplarnianych w przypadku, gdy instalacja nie powoduje żadnego znaczącego lokalnego zanieczyszczania. W odniesieniu do instalacji energetycznego spalania lub innych jednostek emitujących dwutlenek węgla na miejscu możliwe jest również nienakładanie wymogów związanych z efektywnością energetyczną. Te zasady nie dotyczą instalacji tymczasowo włączonych do systemu handlu emisjami.

Szczególnym przepisom podlegają także przedsięwzięcia polegające na budowie dużego bloku energetycznego, czyli instalacje do spalania paliw w celu wytwarzania energii elektrycznej o elektrycznej mocy znamionowej nie mniejszej niż 300MW. Podlegają one regulacjom wspomnianej Dyrektywy IED oraz Dyrektywy CCS. Dla tych przedsięwzięć wykonać należy ocenę gotowości instalacji do wychwytywania dwutlenku węgla (CCS Ready). Dla tych przedsięwzięć niezbędne jest przeprowadzanie analiz dotyczących możliwości podziemnego składowania dwutlenku węgla i wykonalności technicznej i ekonomicznej sieci transportowych dwutlenku węgla.

Dla przedsięwzięć, w przypadku których emisja gazów cieplarnianych może być znaczącym oddziaływaniem, wymagane jest więc odniesienie się do szczególnych przepisów prawa, ale tak jak powiedziano wcześniej, w przypadku każdego przedsięwzięcia istotne jest upewnienie się, że nie przyczynia się ono do zwiększania koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze i uwzględnienie analiz oddziaływania przedsięwzięcia w procesie OOS.

5.3 Pochłanianie i magazynowanie gazów cieplarnianych

Niektóre z przedsięwzięć mogą przyczyniać się do zwiększenia koncentracji gazów cieplarnianych poprzez znaczące zmiany w użytkowaniu terenu i funkcjach ekosystemów. Zmiany takie mogą polegać na:

- utracie ekosystemów pełniących funkcje pochłaniaczy dwutlenku węgla, na przykład przez wylesienia,
- uwolnieniu do atmosfery zmagazynowanych w ekosystemach gazów cieplarnianych, na przykład w wyniku osuszenia torfowisk.

Inwestycje, które polegają na usuwaniu roślinności, w tym szczególnie drzew, uszczelnianiu powierzchni – prowadzą do utraty funkcji regulacyjnych klimat pełnionych przez biologicznie czynną powierzchnię ziemi. Jedną z takich funkcji jest pochłanianie dwutlenku węgla przez glebę i roślinność. W takim przypadku utrata ekosystemów lub ich fragmentów powoduje zmniejszenie potencjału ekosystemów pochłaniających dwutlenek węgla i w efekcie wzrost jego stężenia w atmosferze. Nawet więc inwestycje, które nie wiążą się z bezpośrednią emisją dwutlenku węgla do atmosfery, mogą przyczyniać się do zwiększenia koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze. Stopień utraty potencjału pochłaniania dwutlenku węgla jest różny w różnych ekosystemach. Zróżnicowanie to należy uwzględnić w ocenie oddziaływania przedsięwzięcia w kontekście klimatu globalnego.

Ekosystemy zależne od wód, w szczególności takie jak torfowiska, pełnią niezwykle ważną rolę w kontekście oddziaływania przedsięwzięcia na klimat globalny. Ich rola jako pochłaniaczy dwutlenku węgla jest stosunkowo niewielka, ale ekosystemy te magazynują węgiel, który w sytuacji degradacji ekosystemu jest uwalniany do atmosfery w postaci dwutlenku węgla. Analizując więc oddziaływanie przedsięwzięcia w kontekście emisji gazów cieplarnianych, należy zwrócić uwagę na możliwą emisję dwutlenku węgla z osuszanych ekosystemów zależnych od wód. Warto także podkreślić, że w przypadku torfowisk dwutlenek węgla nie jest jedynym gazem cieplarnianym uwalnianym do atmosfery w wyniku degradacji ekosystemu: z osuszanych torfowisk uwalnia się także podtlenek azotu oraz metan.

5.4 Ocena oddziaływania przedsięwzięcia na klimat globalny

W OOS możemy jedynie stwierdzić wielkość emisji gazów cieplarnianych generowanych przez przedsięwzięcie. Skutkiem emisji gazów cieplarnianych przez przedsięwzięcie lub utraty ekosystemów pochłaniających i magazynujących węgiel jest przyczynienie się do zwiększenia koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze. Jaka jest jednak skala udziału przedsięwzięcia w tym procesie oraz jakie są tego skutki – nie jest możliwe udzielenie odpowiedzi na te pytania w OOS.

Istnieje wiele metod i narzędzi pozwalających obliczyć poziom emisji gazów cieplarnianych z przedsięwzięcia lub poziom utraconego potencjału pochłaniania i magazynowania węgla w ekosystemach zniszczonych w wyniku realizacji przedsięwzięcia. Zastosowanie niektórych metod jest wymogiem przepisów prawa.

W ocenach oddziaływania przedsięwzięć na klimat globalny Komisja Europejska zaleca stosowanie metody śladu węglowego, opracowanej przez Europejski Bank Inwestycyjny – „EIB Project Carbon Footprint Methodologies. Methodologies for the assessment of project greenhouse gas emissions and

emission variations”³. Metoda ta pozwala na szacowanie emisji gazów cieplarnianych związanych z przedsięwzięciem w zakresie emisji GHG, pochłaniania GHG, bilansu emisji GHG z uwzględnieniem przedsięwzięcia i bez przedsięwzięcia.

Istnieją także narzędzia obliczenia śladu węglowego i poziomu emisji gazów cieplarnianych takie jak kalkulatory⁴. Narzędzia te pozwalają określić ślad węglowy i poziom emisji GHG, nie pozwalają jednak ocenić stopnia oddziaływania przedsięwzięcia na klimat. Narzędzia takie sprawdzą się w porównywaniu wariantów przedsięwzięć. Mogą także być wykorzystane w porównaniu przedsięwzięcia z innymi przedsięwzięciami, aby wnioskować o skali oddziaływania.

6 Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat lokalny

6.1 Zmiany elementów klimatu lokalnego

Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat lokalny, jak powiedziano wcześniej, może polegać na modyfikowaniu przez przedsięwzięcie elementów klimatu: termiki, opadów i warunków anemometrycznych. Modyfikacja ta może być powodowana poprzez eksploatację (zasobów), emisje (zanieczyszczeń) oraz, w szczególności, zmianę struktur układów, zarówno przyrodniczych jak i osadniczych. Może też dotyczyć każdego z etapów przedsięwzięcia: budowy, eksploatacji i likwidacji.

Oddziaływanie przedsięwzięcia na warunki termiczne może polegać na modyfikacji bilansu radiacyjnego lub modyfikacji temperatury powietrza poprzez emisję ciepła odpadowego, lub tworzenie zastoisk chłodu i inwersji. Warunki fluwialne (wysokość i struktura opadu) w rejonie przedsięwzięcia nie są zmieniane przez przedsięwzięcie, ale przedsięwzięcie powodując zmianę reżimu spływów wód opadowych (retencji i infiltracji), kształtuje warunki wodne na danym terenie. Niekiedy w przypadku przedsięwzięć o dużej skali możliwa jest modyfikacja warunków generujących opady. Przedsięwzięcie może bowiem zmieniać przepływ mas powietrza w wyniku modyfikacji współczynnika tarcia podłoża. Wówczas zmianie ulegają także ogólne warunki anemometryczne (kierunki i prędkości przepływu mas powietrza). Na zmianę bilansu radiacyjnego, w związku z wprowadzeniem nowego zainwestowania, wpłynąć może:

- zmniejszenie powierzchni biologicznie czynnej, w szczególności utrata terenów porośniętych roślinnością oraz wód powierzchniowych,
- wzrost powierzchni w różnym stopniu podatnej na przegrzanie z promieniowania bezpośredniego (ściany i dachy budynków, utwardzone powierzchnie gruntu – np. drogi, place), w zależności od ich albedo (charakterystyki materiału, z którego zostały wykonane, w tym ich kolorystyki).

Kształtowanie bilansu radiacyjnego ma zasadnicze znaczenie dla lokalnych warunków termicznych, zwłaszcza potęgowania wysokich temperatur (upałów). Mniej zauważalny wpływ ma emisja ciepła do środowiska z budynków ze zbyt słabą termoizolacją. Takie ciepło może być też wprowadzane do środowiska (np. w rozgrzane kaniony ulic) przez urządzenia klimatyzacyjne. Zmiany warunków termicznych w skali lokalnej powodować też może zrzut ciepłej wody z procesów technologicznych (np. z elektrowni) do akwenów.

³ https://www.eib.org/attachments/publications/eib_project_carbon_footprint_methodologies_2022_en.pdf

⁴ Przykładowo <https://ghgprotocol.org/calculation-tools>

Pojawienie się (w związku z realizacją przedsięwzięcia) zabudowy, w szczególności wysokiej lub o dużej powierzchni, spowodować może zmianę lokalnej cyrkulacji powietrza:

- pogorszenie warunków przewietrzania, zwłaszcza w przypadku zwartej zabudowy na większej powierzchni,
- wymuszoną konwekcję napływającego powietrza (konwekcja adwekcyjna) lub w efekcie przegrzania podłoża (konwekcja termiczna).

Wymuszona wysoką zabudową konwekcja skutkować może wzrostem natężenia burz i nawałnych opadów (opady konwekcyjne). Z kolei negatywne (nawet groźne) skutki takich opadów są potęgowane znacznym (spowodowanym zainwestowaniem) uszczelnieniem podłoża i niewłaściwym planowaniem kierunków spływu wód (nagłe powodzie).

Zasięg i rozmiary przedstawionych powyżej wpływów przedsięwzięcia na klimat lokalny (topoklimat) w dużym stopniu zależą od jego wielkości, ale także od lokalizacji. Pogląd może dać różnica między wpływem na klimat zbiornika wodnego o powierzchni zalewu ponad 400 ha a wpływem zbiornika o powierzchni 0,5 ha, który także wymaga OOS.

Przy niektórych lokalizacjach może występować istotna synergia oddziaływania – planowanego przedsięwzięcia z istniejącym (a także z innym planowanym) zagospodarowaniem terenów. Przedsięwzięcie może np. spotęgować przekształcenie warunków termicznych, jeśli jego lokalizacja spowoduje istotny wzrost istniejącej intensywności zabudowy i technicznego zainwestowania danego obszaru zurbanizowanego. Rzadziej możemy mieć do czynienia ze złagodzeniem (dotychczasowego) oddziaływania w przypadku takiej lokalizacji, np. jeśli zagospodarowanie terenu przedsięwzięcia (zwłaszcza większego) będzie obfitowało w zielen, tworząc swoistą zieloną enklawę pośród intensywnej zabudowy. Oczywiście takie korzystne oddziaływanie powinno być także wykazane w OOS.

W załącznik 2 przedstawiono macierz oceny oddziaływania przedsięwzięcia na klimat. Macierz skonstruowano, uwzględniając opisane wyżej elementy klimatu – termikę, opady i pole wiatru oraz trzy skale oddziaływania – mikroklimat oraz topoklimat i klimat regionu. Macierz zawiera wyszczególnione kategorie oddziaływań, wymienione w rozdz. 2.2 i opisane poniżej w rozdz. 6.2.

6.2 Kategorie oddziaływań przedsięwzięcia na klimat lokalny

Realizacja planowanego przedsięwzięcia, powodująca zmiany w podłożu (kategorie oddziaływania polegające na zmianie struktur) wpływać może na zmiany uwarunkowań topoklimatycznych. Zmiany w tych uwarunkowaniach w wysokim stopniu zależą od charakteru środowiska, w którym przedsięwzięcie będzie realizowane. Istotne dla tego charakteru w szczególności są:

- intensywności zabudowy (przed- i po zrealizowaniu przedsięwzięcia),
- charakter rozplanowania tej zabudowy,
- zdolności retencyjne podłoża gruntowego (zróżnicowanie rzeźby terenu i struktura litologiczna),
- charakter i wydolność systemów odbioru i odprowadzenia (uwzględnienie gromadzenia) wód gruntowych (istniejących i planowanych – także w związku z realizacją przedsięwzięcia),
- podatność terenu na erozję i ruchy masowe (z uwzględnieniem naturalnej i przekształconej struktury litologicznej),
- istniejące i przyszłe (w związku ze zmianą klimatu) zagrożenia powodziowe (powodzie rzeczne lub morskie),

- charakter i stan biotycznych elementów środowiska / zagospodarowanie terenów, zwłaszcza tych, które mają charakter klimatotwórczy,
- jakość powietrza (stan zanieczyszczenia powietrza).

Wielkość i zasięg zmian topoklimatycznych zależy od także skali przedsięwzięcia.

Zmiany w zagospodarowaniu terenu, wynikające z realizacji planowanej inwestycji mają bezpośredni i największy wpływ na zmiany klimatu lokalnego i kształtowanie się nowych uwarunkowań topoklimatycznych. Zmiany te mogą także pośrednio wpływać na przekształcenia pozostałych struktur – zarówno przyrodniczych, jak i osadniczych, mających wpływ na te uwarunkowania. Przykładowo, zmiany w środowisku glebowym, w lokalnych stosunkach gruntowo-wodnych i wodnych czy w strukturze gatunkowej (np. terenów pokrytych roślinnością) wpływają w szczególności mogą na warunki retencji i odpływu (zadrzewienia, zwłaszcza liściaste, są bardziej efektywne w zatrzymaniu wód w podłożu gruntowym niż inne formacje biotyczne). Mogą mieć też wpływ na lokalne warunki termiczne.

Mówiąc o zmianach w strukturach, w szczególności układach funkcjonalno-przestrzennych, istotne jest zwrócenie uwagi na wzajemne relacje przestrzenne oraz proporcje pomiędzy poszczególnymi formami zagospodarowania na terenie przedsięwzięcia i w jego otoczeniu (zagospodarowanie istniejące i planowane → porównanie i określenie zmian).

Warto zwrócić uwagę, że zmiany w warunkach topoklimatycznych mogą być korzystne lub niekorzystne dla zagospodarowania w sąsiedztwie przedsięwzięcia. Przykładowo:

- wzrost zabudowania terenu (intensyfikacja lub ekspansja zabudowy) generować może, lub potęgować MWC niekorzystną dla form zagospodarowania wrażliwych na wysokie temperatury,
- wzrost uszczelnienia podłoża potęgować może zagrożenia nagłymi powodziami powodowanymi nawałnymi opadami; także potęgować może wysokie temperatury,
- wprowadzenie nowej zabudowy powodować może pogorszenie warunków przewietrzania; w szczególnych przypadkach (przy większym zasięgu tej zabudowy) sprzyjać może wzrostowi częstotliwości i intensywności nawałnych opadów na skutek wymuszonej konwekcji,
- usunięcie zespołów zieleni lub likwidacja akwenów zwiększyć może niekorzystne oddziaływanie wysokich temperatur oraz spotęgować oddziaływanie nagłych powodzi.

Trudniej jest wykazać wpływ emisji generowanych przez planowane przedsięwzięcie na klimat lokalny. Mogą one oddziaływać w sposób pośredni, np. poprzez zniszczenie szaty roślinnej lub osłabienie jej klimatycznych funkcji. Bezpośrednie oddziaływanie emisji zanieczyszczeń powietrza, zwłaszcza pyłów polegać może na osłabieniu bezpośredniego promieniowania słonecznego oraz zwiększeniu częstotliwości, trwałości i gęstości (intensywności) mgieł (smogu), gdyż pyły stanowią jądra kondensacji dla pary wodnej. Niekorzystne jest lokalizowanie przedsięwzięć generujących takie emisje na terenach skłonnych do inwersji termicznych.

Odnosnie różnych kategorii eksploatacji, oceniamy oddziaływanie na klimat lokalny wyłącznie eksploatacji prowadzonej w miejscu lokalizacji inwestycji, ewentualnie w jej najbliższym, bezpośrednio powiązanym otoczeniu (w zasięgu oddziaływania inwestycji). Z reguły będą to oddziaływania pośrednie, które wynikają przede wszystkim ze zmian warunków siedliskowych (np. w przypadku eksploatacji zasobów wodnych, czy też eksploatacji innych surowców powodujących drenaż wód gruntowych). Eksploatacja surowców mineralnych, a także żywych zasobów przyrodniczych może też prowadzić do całkowitego zniszczenia (likwidacji) siedlisk korzystnie kształtujących warunki klimatyczne (termiczne, wodne i przewietrzania – generowania świeżego/czystego powietrza).

7 Rozwiązania minimalizujące negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat

7.1 Cele rozwiązań minimalizujących negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia

Każde przedsięwzięcie oddziałuje – w mniejszym lub większym stopniu na środowisko, w tym na klimat – zarówno globalny, jak i lokalny. Przy sporządzaniu OOS należy zidentyfikować te rozważania zapisane w projekcie przedsięwzięcia, które przyczynią się do zmniejszenia negatywnych skutków oddziaływania na klimat. Należy ocenić je czy będą wystarczająco (zadowalająco) skuteczne i ewentualnie wskazać rozwiązania dodatkowe lub inne (alternatywne). Wskazywane rozwiązania powinny być możliwe do wprowadzenia (realne) pod względem technicznym, a także ekonomicznym. W rozwiązaniach tych przedmiotem ochrony jest klimat jako element środowiska – globalny i lokalny, a nie przedsięwzięcie. Dla zabezpieczenia tego ostatniego (przed negatywnym oddziaływaniem zmienionego klimatu) są rozwiązania adaptacyjne, które omówiono w rozdz. 11.

Generalnie rozwiązania minimalizujące negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat, zarówno globalny, jak i lokalny, mogą realizować różne cele, takie jak:

- ograniczenie negatywnego oddziaływania na klimat,
- wykorzystanie (wzmocnienie) pozytywnego oddziaływania na klimat,
- wzmocnienie środowiska przyjmującego oddziaływanie (tj. będącego receptorem oddziaływania przedsięwzięcia),
- rehabilitacja lub przywracanie zasobów przyrodniczych, które mogą zostać uszkodzone w wyniku oddziaływania przedsięwzięcia,
- kompensacja szkód, które mogą być skutkiem przedsięwzięcia np. poprzez ulepszenie zasobów podobnych do tych, których dotyczy problem.

7.2 Minimalizowanie oddziaływania przedsięwzięcia na klimat globalny

Minimalizowanie oddziaływania przedsięwzięcia na klimat globalny ma na celu redukcję bezpośredniej i pośredniej emisji gazów cieplarnianych. Minimalizowanie negatywnego oddziaływania przedsięwzięcia na klimat globalny może więc polegać na:

- zmianie technologii na zeroemisyjne lub niskoemisyjne,
- ochronie naturalnych pochłaniaczy dwutlenku węgla (w szczególności ekosystemów wodnych i leśnych), które mogą być zagrożone w wyniku realizacji działania, w tym stosowanie praktyk rolniczych służących zwiększaniu zasobów węgla w glebach („carbon farming”),
- realizacji działań kompensujących (równoważących) emisję dwutlenku węgla (działania offsetowe), w szczególności poprzez kształtowanie zespołów zieleni wysokiej związanych z przedsięwzięciem.

Wybór technologii zeroemisyjnej lub niskoemisyjnej jest najważniejszym i podstawowym rozwiązaniem minimalizującym oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat globalny. Wprowadzenie rozwiązań, które istotnie eliminują emisję gazów cieplarnianych, zarówno bezpośrednią, jak i pośrednią, nie mogą być zastępowane przez pozostałe wymienione powyżej rozwiązania. Wybór rozwiązań mających na celu zmniejszanie emisji gazów cieplarnianych może odnosić się do obiektów, infrastruktury, procesów technologicznych, a także każdego z etapów przedsięwzięcia – budowy, eksploatacji i likwidacji.

Rozwiązania służące redukcji gazów cieplarnianych wylistowano w załączniku 2. W zminimalizowaniu wpływu przedsięwzięcia na klimat globalny powinny być wykorzystane naturalne pochłaniacze dwutlenku węgla. Zmniejszeniu oddziaływania przedsięwzięcia może więc polegać na ochronie ekosystemów, które mogą być zagrożone w wyniku realizacji działania (np. wybór wariantu przebiegu drogi niewymagającego usunięcia lasów lub zniszczenia obszarów podmokłych). Z drugiej strony może polegać na odtwarzaniu lub wprowadzaniu roślinności, przede wszystkim drzew, zalesianiu, odtwarzaniu obszarów podmokłych. Takie rozwiązania mogą być realizowane zarówno na terenie przedsięwzięcia, jak również w innych terenach wskazanych (uzgodnionych) z organami ochrony środowiska i społecznością lokalną – jako działania kompensujące szkody w klimacie powodowane emisją. Działania te powinny być podejmowane w ostateczności, gdy nie da się uniknąć emisji gazów cieplarnianych lub obok działań istotnie ograniczających emisję GHG.

Podejmowane w ostateczności, działania kompensujące (równoważące) emisję dwutlenku węgla, której nie da się uniknąć, określane są mianem działań offsetowych (*carbon offsetting*). Działania te są próbą ograniczenia szkód spowodowanych uwalnianiem dwutlenku węgla do środowiska poprzez inne działania, które usuwają dwutlenek węgla z atmosfery. Oprócz wspomnianego wyżej odtwarzania ekosystemów, działaniem offsetowym może być także kompensowanie dwutlenku węgla wyemitowanego w jednym obszarze (sektorze) poprzez redukcję go w innym, przykładem takich działań może być np. inwestowanie w źródła energii odnawialnej, efektywność energetyczną lub technologie zeroemisyjne. Działaniem offsetowym są także opłaty na rzecz podmiotów trzecich za usuwanie lub wyrównanie ilości gazów cieplarnianych emitowanych przez zakład. Mechanizmy finansowe w tym zakresie są uregulowane prawnie.

7.3 Minimalizowanie oddziaływania przedsięwzięcia na klimat lokalny

Wiele rozwiązań minimalizujących negatywne oddziaływania przedsięwzięcia na klimat globalny zmniejsza również negatywne oddziaływania na klimat lokalny. Wprowadzenie zero lub niskoemisyjnych technologii ogranicza także wprowadzenie do powietrza innych (oprócz gazów cieplarnianych) zanieczyszczeń, w tym pyłów, zmniejszając tym samym ryzyko m.in. występowania warunków smogowych. Ten sam efekt dotyczy również rozwiązań energooszczędnych. Jeśli rozwiązania energooszczędne polegają na zwiększonej termoizolacji obiektów, to jednocześnie zmniejsza się ewentualna emisja ciepła „odpadowego” z budynków lub klimatyzacji mechanicznej. Ograniczony jest więc wpływ przedsięwzięcia na lokalną termikę (np. w przegrzanych podczas upałów kanionach ulic).

Korzystne dla kształtowania lokalnych warunków termicznych (zwłaszcza obniżenie wysokich temperatur) mają rozwiązania błękitno-zielonej infrastruktury zarówno w zagospodarowaniu terenu przedsięwzięcia, jak i na budynkach (zielone dachów i ściany). Oprócz korzystnych efektów termicznych, te zielone rozwiązania także przyczynią się do oczyszczania powietrza – zmniejszenie ryzyka smogu, a ponadto wzmocnienia pojemności retencyjnej podłoża gruntowego, zmniejszając tym samym skutki nagłych powodzi lub podtopień generowanych przez intensywne opady. Szeroko rozumiane warunki retencyjne podłoża są tu szczególnie istotne, jako że realizacja przedsięwzięć z reguły prowadzi do znacznego uszczelnienia powierzchni biologicznie czynnej i infiltracyjnej. Tym samym w OOS przedsięwzięcia ważna jest analiza i ocena projektowanych rozwiązań dotyczących sposobów zagospodarowania okresowego nadmiaru wód opadowych, także ocena, w jakim stopniu projektowane systemy odbioru, odprowadzenia i ewentualnej retencji odciążą np. systemy ogólnomiejskie o takim charakterze. Rozwiązania systemów zagospodarowania wód opadowych mogą

również mieć charakter techniczny (kanalizacja, oczyszczanie, zbiorniki retencyjne), albo mieszane – „zielone” i techniczne.

Do rozwiązań technicznych minimalizujących niektóre niekorzystne wpływy i ich skutki w termicznych uwarunkowaniach topoklimatycznych zaliczyć można kolorystykę lub zastosowanie odpowiednich materiałów w budowlach – dla uzyskania pożądanego albedo. Z kolei kształtowanie lokalnych warunków anemometrycznych – warunków przewietrzania – może być realizowane poprzez odpowiednie rozplanowanie i wysokość budowli.

Przykładowe rozwiązania służące ograniczeniu negatywnego wpływu przedsięwzięcia na klimat lokalny przedstawiono w załączniku 2.



CZĘŚĆ IV

8 Oddziaływanie klimatu na przedsięwzięcie

8.1 Ocena wrażliwości przedsięwzięcia na zmiany klimatu

Tak, jak powiedziano w rozdz. 2.4. w ocenie oddziaływania klimatu na przedsięwzięcie konieczna jest – oprócz charakterystyki obecnego i przyszłego klimatu – ocena podatności, która jest wypadkową oceny wrażliwości i potencjału adaptacyjnego.

Wrażliwość przedsięwzięcia na zmiany klimatu to stopień, w jakim podlega ono negatywnemu wpływowi czynników klimatycznych, a stopień ten jest związany z charakterystyką przedsięwzięcia. W określeniu stopnia wrażliwości przedsięwzięcia na zmiany klimatu istotny jest wpływ zjawisk klimatycznych na obiekty, infrastrukturę, procesy technologiczne oraz pracowników. Wpływ ten może polegać na uszkodzeniu lub zniszczeniu elementów technicznych przedsięwzięcia, zakłóceniu procesów lub zagrożeniu zdrowia, lub życia pracowników. Tak więc wrażliwość przedsięwzięcia na zmiany klimatu zależy:

- stopnia uszkodzenia lub zniszczenia obiektów,
- stopnia uszkodzenia infrastruktury,
- czasu trwania zakłócenia funkcjonowania infrastruktury,
- czasu trwania zakłócenia lub zatrzymania procesu technologicznego,
- skutków wymienionych powyżej uszkodzeń lub zakłóceń dla środowiska przyrodniczego i zdrowie ludzi,
- skutków społecznych i ekonomicznych.

W ocenie wrażliwości przedsięwzięcia na potrzeby OoŚ należy na wrażliwość spojrzeć szeroko – uwzględniając wpływ klimatu na przedsięwzięcie, ale także skutki tego wpływu dla środowiska. Przykładowo, zakład produkcyjny zlokalizowany w dolinie rzeki jest wrażliwy na zjawisko powodzi. Stopień wrażliwości tego zakładu jest powiązany z zasięgiem występowania powodzi (czyli ryzykiem). Prognozowane zwiększenie częstotliwości i zasięgu powodzi zwiększa wrażliwość przedsięwzięcia (ekspozycja na dane zjawisko klimatyczne, jakim jest powódź). Jednocześnie, surowiec do produkcji jest składowany na terenie zakładu jedynie w zadaszanej ilości. Ten sposób magazynowania umożliwia dostanie się wody do surowca w sytuacji powodzi, co czyni przedsięwzięcie w jeszcze większym stopniu wrażliwym na powódź. Jeśli surowiec ten po dostaniu się do środowiska może zagrażać siedlisku przyrodniczemu występującemu w sąsiedztwie zakładu, zagrożenie to (a więc zagrożenie dla środowiska) należy traktować jako dodatkowe kryterium zwiększające wrażliwość przedsięwzięcia.

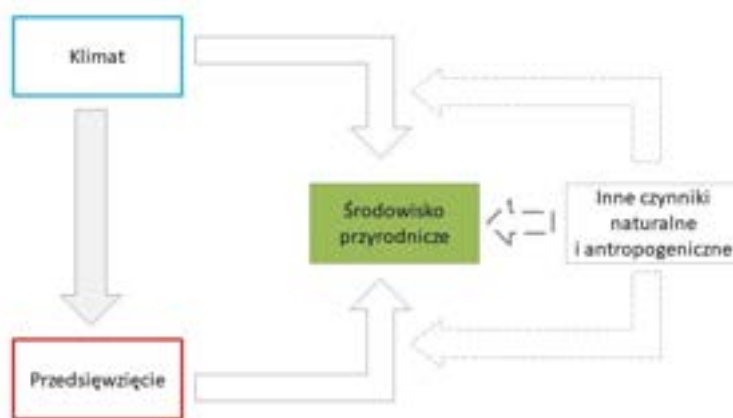


Rys. 7. Ciąg skutków w ocenie wrażliwości przedsięwzięcia na zmiany klimatu

Źródło: Op. wł.

Wystąpienie zagrożenia klimatycznego dla przedsięwzięcia może powodować bezpośrednie lub pośrednie skutki w środowisku. Trzeba pamiętać, że skutki zanieczyszczenia środowiska lub zakłócenia

procesów przyrodniczych mogą być pogłębione w wyniku zmian klimatu. Przykładowo susza może spowodować zakłócenie procesu technologicznego oczyszczalni ścieków z uwagi na niski poziom wód w odbiorniku (w rzece), do którego odprowadzane są oczyszczone ścieki. W efekcie długotrwałej suszy obniża się poziom wody w rzece i podnosi jej temperatura, zmieniają się istotne elementy ekosystemu rzeki. Oczyszczone ścieki także podnoszą temperaturę wody, jednocześnie przepływ wód w rzece może być niewystarczający dla rozkładu zanieczyszczeń zawartych w ściekach odprowadzanych z oczyszczalni. Oceniając wrażliwość przedsięwzięcia, należy więc mieć na uwadze **wrażliwość środowiska** i brać pod uwagę, że w ekosystemie zachodzą wieloczynnikowe zmiany (zmiany klimatu, zagrożenia klimatyczne dla przedsięwzięcia, oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko, wpływu innych czynników naturalnych i poza naturalnych).



Rys. 8. Możliwe interakcje pomiędzy wpływami na środowisko przyrodnicze

Źródło: Op. wł.

8.2 Ocena potencjału adaptacyjnego przedsięwzięcia

W rozdz. 2.4 przedstawiono definicję potencjału adaptacyjnego. Pojęcie to odnosi się do zasobów, które mogą być wykorzystane do przystosowywania się do zmian klimatu. Do zasobów tych należą zasoby ludzkie, finansowe, organizacyjne, infrastrukturalne oraz wiedza.

W ocenie potencjału adaptacyjnego przedsięwzięcia należy wziąć pod uwagę możliwości zmiany w lokalizacji, obiektach, infrastrukturze, procesach technologicznych, które powodowałyby zmniejszenie wrażliwości przedsięwzięcia na zagrożenia klimatyczne. Zastosowane w przedsięwzięciu techniczne rozwiązania adaptacyjne (wskazane w projekcie przedsięwzięcia) należy traktować jako element przedsięwzięcia i wziąć je pod uwagę w ocenie wrażliwości. Możliwe do zastosowania dodatkowe rozwiązania stanowią zdolność przedsięwzięcia do przystosowania się do zmian klimatu (rozdz. 9).

Wielokrotnie podkreślono, że stopień wrażliwości przedsięwzięcia zależy także od skutków, jakie w otaczającym środowisku spowodować może ewentualna awaria wywołana w przedsięwzięciu ekstremalnym zjawiskiem meteorologicznym lub hydrologicznym. W tym kontekście warto zwrócić uwagę, że to jakie będą środowiskowe skutki wpływu zagrożeń klimatycznych dla przedsięwzięcia, zależy od jego otoczenia – sprawności administracji publicznej, w szczególności organów ochrony środowiska, sprawności służb ratowniczych, wdrożonych procedur reagowania kryzysowego, a także świadomości ekologicznej i zaangażowania w ochronę środowiska lokalnej społeczności. Ta

charakterystyka otoczenia, również powinna być wzięta w ocenę potencjału adaptacyjnego przedsięwzięcia.

Istotnym elementem oceny zdolności adaptacyjnych przedsięwzięcia może być także wiedza o środowisku lokalnym, w tym stopień rozpoznania powiązań przyrodniczych w środowisku. Znajomość warunków środowiska lokalnego nie tylko pozwala zawężyć zakres niepewności analiz i ocen, ale także dobrać odpowiednie rozwiązania adaptacyjne, w tym procedury reagowania w sytuacji wystąpienia zagrożenia.

8.3 Ocena podatności przedsięwzięcia na zmiany klimatu

Nie jest możliwe pełne zabezpieczenie przedsięwzięcia i środowiska przed skutkami zmian klimatu. Wynika to z charakteru zjawiska ekstremalnych i niepewności ich prognozowaniu, ale także często braku możliwości technicznych zastosowania rozwiązań adaptacyjnych (np. w przypadku bardzo wysokiego poziomu zagrożenia) lub nieracjonalności ich zastosowania (np.: w przypadku zagrożeń o bardzo małym prawdopodobieństwie wystąpienia). Tak więc nawet w sytuacji zastosowania optymalnych elastycznych działań adaptacyjnych, przedsięwzięcie nadal podlega negatywnemu wpływowi zjawisk klimatycznych. Stopień, w jakim przedsięwzięcie nie jest w stanie sobie poradzić z tym wpływem, należy zidentyfikować i ocenić potencjalne negatywne oddziaływania na środowisko, które mogą wystąpić w sytuacji zagrożenia.

Ocena podatności przedsięwzięcia jest wynikiem końcowym analiz i ocen, które powinny dać nam odpowiedź na pytanie, czy w warunkach zmian klimatu i po zastosowaniu rozwiązań adaptacyjnych przedsięwzięcie będzie znacząco oddziaływać na środowisko. Podatność przedsięwzięcia odnosi się więc do „ostatecznego” wpływu klimatu na przedsięwzięcie i możliwego oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko w sytuacji zagrożenia klimatycznego. Wyniki tej oceny powinny być podstawą decyzji o realizacji przedsięwzięcia, w tym sformułowania zaleceń dotyczące najkorzystniejszego wariantu przedsięwzięcia.

W załączniku 4 zamieszczono macierz oceny podatności. Została ona zbudowana z pojęć i relacji opisanych rozdz. 2.3. i 2.4. Zawiera trzy elementy oceny – wrażliwość, potencjał adaptacyjny i podatność na zmiany klimatu. W załączniku 4 zaproponowano także skale oceny. Macierz nie powinna być używana w sposób statyczny, lecz iteracyjny. Jej wykorzystanie w OOS powinno polegać na wielokrotnym stosowaniu analizy i oceny oddziaływania klimatu na przedsięwzięcie.

8.4 Analiza ryzyka klimatycznego

Ryzyko klimatyczne dla przedsięwzięcia może dotyczyć różnych zagrożeń klimatycznych i różnych elementów przedsięwzięcia. Może to być np.: ryzyko niskiego stanu wód w rzece-odbiorniku dla funkcjonowania oczyszczalni, ryzyko uszkodzenia konstrukcji mostu w wyniku powodzi. Dany element przedsięwzięcia może być narażony nie tylko na jedno ryzyko. Dokonując oceny ryzyka klimatycznego dla przedsięwzięcia, należy zatem określić, na których zagrożeniach i skutkach koncentruje się analiza. Te zaś powinny być zidentyfikowane w ocenie wrażliwości (*vide* rozdz. 8.1). Pamiętać należy, że skutki zjawiska klimatycznego odnoszą się do przedsięwzięcia i środowiska np.: ryzyko zmniejszenia populacji gatunku w wyniku przedostania się do wód powierzchniowych zanieczyszczeń z oczyszczalni powstałych w efekcie powodzi.

Wybór metody analizy ryzyka w OOS zależy od rozpatrywanego ryzyka. Możliwe są tu do zastosowania zarówno metody ilościowe (w tym modelowanie), jak i jakościowe. Możliwe są także metody partycypacyjne i mieszane, składające się z kilku etapów.

Ryzyko klimatyczne dla przedsięwzięcia może być wyznaczone z uwzględnieniem zakresu tolerancji przedsięwzięcia na zagrożenia klimatyczne. W przypadku niektórych przedsięwzięć i niektórych zagrożeń klimatycznych możliwe jest określenie pewnego dopuszczalnego poziomu zagrożenia klimatycznego (natężenie lub czasu trwania zagrożenia), przy którym przedsięwzięcie może funkcjonować w niezakłócony sposób lub ewentualne zakłócenie nie będzie miało negatywnego wpływu na środowisko.

Dla niektórych oddziaływań przedsięwzięcia wartości dopuszczalnego poziomu zagrożenia klimatycznego opisane są w przepisach prawa (w tym w normach) i uwzględniane w stosowanych w OOS metodach analizy. Dotyczyć one mogą obiektów, funkcjonowania i procesów technologicznych, warunków pracy i są one ustalone poprzez progi klimatyczne (np.: zasięg powodzi, wysokość opadu, wysokość temperatury). Przykładowo, projektując oczyszczalnię ścieków, przyjmuje się określone parametry opisujące przepływ wód w rzece-odbiorniku, które muszą być zachowane, aby można było do niego odprowadzać oczyszczone ścieki z oczyszczalni. Te parametry mogą służyć do oceny ryzyka klimatycznego dla przedsięwzięcia – poniżej określonej wartości przepływu wód w rzece-odbiorniku, czyli obniżenia poziomu wód w rzece, zakłócony zostanie proces technologiczny oczyszczalni.

Bez względu na przyjęte kryteria analiza ryzyka klimatycznego dla przedsięwzięcia powinna prowadzić do odpowiedzi na pytania:

- jakie trendy zmian zjawisk klimatycznych lub jakie parametry zjawisk klimatycznych mogą przynieść negatywne skutki dla środowiska,
- jakie skutki w środowisku mogą wystąpić przy określonych trendach zmian klimatu,

a następnie:

- jakie są możliwości zmniejszenia ryzyka klimatycznego, (kto lub co może mieć wpływ na zminimalizowanie ryzyka klimatycznego).

9 Adaptacja przedsięwzięcia do zmian klimatu

9.1 Rozwiązania adaptacyjne

Celem adaptacji przedsięwzięcia do zmian klimatu jest zapewnienie bezpieczeństwa samego przedsięwzięcia oraz środowiska w warunkach zmieniającego się klimatu. Rozwiązania służące temu celowi mogą mieć charakter:

- 1) rozwiązań technicznych; dotyczą one konkretnych elementów przedsięwzięcia tj. obiektów, infrastruktury oraz procesów technologicznych. Mają one na celu zmniejszenie wrażliwości na uszkodzenie przedsięwzięcia lub zakłócenie funkcjonowania przedsięwzięcia w wyniku zjawisk niebezpiecznych; do takich rozwiązań zaliczyć też należy kształtowanie zespołów zieleni związanych z inwestycją,
- 2) rozwiązań organizacyjnych; są to rozwiązania odnoszące się do zarządzania ryzykiem klimatycznym, takie jak systemy wczesnego ostrzegania, procedury postępowania na wypadek wystąpienia zagrożenia, systemy kontroli, ubezpieczenia. Służą one funkcjonowaniu

przedsięwzięcia w stwierdzonych ograniczeniach wynikających z prognozowanych zmian klimatu.

Katalog możliwych działań adaptacyjnych jest szeroki, ale to, jakie działania realnie można zastosować w konkretnym przypadku, zależy od charakteru i rodzaju przedsięwzięcia i powinien wynikać z oceny podatności lub analizy ryzyka klimatycznego. W przypadku nielicznych tylko przedsięwzięć można zastosować środki zmniejszania ryzyka klimatycznego odnoszące się do lokalizacji całego projektu. Dotyczy to przede wszystkim liniowych przedsięwzięć infrastrukturalnych, w których kryterium ryzyka klimatycznego może być zastosowane przy wyborze wariantu przebiegu przedsięwzięcia. W przypadku punktowych przedsięwzięć możliwe jest poszukiwanie optymalnego rozlokowania obiektów – elementów przedsięwzięcia tak, aby zagospodarowanie terenu nie przyczyniło się do zwiększenia wrażliwości całego przedsięwzięcia.

Działaniami adaptacyjnymi są także rozwiązania mające na celu poprawę zdolności przedsięwzięcia do funkcjonowania w warunkach zmian klimatu, np. wybór procesów technologicznych najbardziej oszczędnych pod względem zużycia wody, energii, emisji zanieczyszczeń do wód, gleby, powietrza. Do tego typu rozwiązań adaptacyjnych należą także te, które służą lepszemu wykorzystaniu możliwości oferowanych przez środowisko naturalne np.: wykorzystanie rozwiązań zielonej infrastruktury dla zagospodarowania wód opadowych, czy wykorzystanie źródła energii odnawialnej.

W załączniku 5 przedstawiono rozwiązania adaptacyjne, które mogą być wzięte pod uwagę w przystosowywaniu poszczególnych elementów przedsięwzięcia. Rozwiązania te nie wyczerpują katalogu możliwych działań przystosowujących przedsięwzięcie do zmian klimatu. Należy podchodzić do nich ze świadomością, że adaptacja do zmian klimatu to proces – tworzenie strategii przystosowywania przedsięwzięcia w miarę nowych informacji o warunkach klimatycznych, w tym zmian w funkcjonowaniu przedsięwzięcia, a nawet jego charakterze.

9.2 Wybór rozwiązań adaptacyjnych

Podobnie jak wszelkie inne działania minimalizujące negatywne oddziaływania przedsięwzięcia, tak też rozwiązania adaptacyjne powinny być wykonalne technicznie, uzasadnione ekonomicznie i społecznie akceptowalne. W wyborze działań adaptacyjnych należy się kierować pewnymi zasadami, tak aby nie zmniejszały one skuteczności innego rozwiązania ochrony środowiska, nie powodowały niepożądanego wpływu na środowisko oraz były skuteczne w warunkach zmieniającego się klimatu.

Istnieją przykłady „złej adaptacji” (*maladaptation*) – rozwiązań, które wprowadzie zmniejszają zagrożenie dla przedsięwzięcia, ale jednocześnie powodują negatywne oddziaływania na środowisko. Tradycyjna mechaniczna klimatyzacja pomieszczeń jest takim przykładem. Łagodząc skutki upałów dla ludzi, powoduje zwiększenie emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń do powietrza oraz hałasu.

W sytuacji zmian klimatu i niepewności prognoz klimatycznych bardzo ważne jest wybieranie rozwiązań elastycznych, czyli takich, które łatwo jest modyfikować w sytuacji zwiększenia natężenia zagrożenia lub pojawienia się nowych zagrożeń. Dlatego też w adaptacji preferowane są rozwiązania „miękkie”, ukierunkowane na lepsze radzenie sobie z zagrożeniami, a także rozwiązania wykorzystujące naturalne funkcje ekosystemów.

W tabeli 5 przedstawiono główne zasady adaptacji do zmian klimatu, które mogą stanowić kryteria wyboru rozwiązań (działań) adaptacyjnych.

Tab. 5. Kryteria wyboru opcji adaptacji

Kryteria		Lista sprawdzająca
Efektywność adaptacyjna	Adaptacyjność	Czy rozwiązanie zmniejsza wrażliwość przedsięwzięcia, ogranicza negatywny wpływ klimatu na przedsięwzięcia?
	Odporność na zmiany klimatu	Czy rozwiązanie jest skuteczne w różnych scenariuszach klimatycznych i różnych scenariuszach społeczno-gospodarczych?
	Elastyczność	Czy rozwiązanie może być modyfikowana/weryfikowana, jeśli zmiany warunków klimatycznych będą różnić się od obecnie prognozowanych lub pojawią się nowe zagrożenia?
Zrównoważenie	Efektywność	Czy rozwiązanie przyczynia się do bardziej zrównoważonego zarządzania zasobami środowiska?
	Synergia	Czy rozwiązanie wiąże się z dodatkowymi korzyściami dla innych celów ochrony środowiska?
	Korzystność	Czy korzyści, jakie przyniesie zastosowanie rozwiązania, są wyższe w porównaniu do kosztów?
	Brak skutków ubocznych	Czy rozwiązanie nie wpływa negatywnie na środowisko? Czy rozwiązanie nie przyczynia się do wzrostu emisji gazów cieplarnianych?
Możliwości wdrożenia	Akceptowalność	Czy rozwiązanie jest akceptowane przez zainteresowaną społeczność i decydentów?
	Możliwości techniczne	Czy rozwiązanie jest technicznie możliwe do zastosowania?
	Brak barier wdrożenia	Czy istnieją bariery instytucjonalne (w tym prawne i organizacyjne) i finansowe zastosowania rozwiązania?

Literatura

- COM(2009)147final. BIAŁA KSIĘGA Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pl/ALL/?uri=CELEX:52009DC0147>. Dostęp 22.10.2019.
- EIB Project Carbon Footprint Methodologies. Methodologies for the assessment of project greenhouse gas emissions and emission variations. Version 11.2. February 2022 https://www.eib.org/attachments/publications/eib_project_carbon_footprint_methodologies_2022_en.pdf
- Fussler H-M., Klein R. 2006. Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution Of Conceptual Thinking. *Climatic Change*, 75(3), 301-329
- Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska. 2014. Zagadnienia przyrodnicze w ocenach oddziaływania na środowisko
- Guidance on integrating climate change and biodiversity into environmental impact assessment EU guidelines on climate change and Natura 2000
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.
- IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]
- IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]
- JASPERS. 2017. Wytyczne JASPERS. Podstawy adaptacji do zmian klimatu, ocena podatności i ryzyka. www.jaspersnetwork.org.
- Komisja Europejska 2013. Poradnik dotyczący włączania problematyki zmian klimatu i różnorodności biologicznej do oceny oddziaływania na środowisko. https://sdr.gdos.gov.pl/Documents/OO%C5%9A/biologia_EIA_2015_wersja%20ostateczna.pdf
- Kożuchowski K. 2020. Meteorologia i klimatologia. PWN. Warszawa

- Lackowski A, Lenart W, Wisznieska B, Szydlowski M. 2004. Metodyka oceny oddziaływania na środowisko jako całość w procesie wydawania pozwolenia zintegrowanego. NFOŚiGW
- Ministerstwo Środowiska. 2015. Poradnik przygotowania inwestycji z uwzględnieniem zmian klimatu, ich łagodzenia i przystosowania do tych zmian oraz odporności na klęski żywiołowe. <https://pois.inig.pl/poradnik-przygotowania-inwestycji-z-uwzglednieniem-zmian-klimatu-ich-lagodzenia-i-przystosowania-do-tych-zmian-oraz-odpornosci-na-kleski-zywiolowe/>
- Meteorologiczna Ośłona Kraju. Vademecum. Niebezpieczne zjawiska meteorologiczne. Geneza, skutki, częstość występowania. Część pierwsza– wiosna, lato. 2013. IMGW-PIB
- Meteorologiczna Ośłona Kraju. Vademecum. Niebezpieczne zjawiska meteorologiczne. Geneza, skutki, częstość występowania. Część druga– jesień, zima. 2013. IMGW-PIB
- Ocena planów i przedsięwzięć znacząco oddziałujących na obszary Natura 2000 wytyczne metodyczne dotyczące przepisów artykułu 6(3) i (4) dyrektywy siedliskowej 92/43/EWG
- Popkiewicz M, Kardaś A, Malinowski Sz. 2018. Nauka o klimacie. Post Factum, Wydawnictwo Sonia Draga, Wydawnictwo Nieoczywiste. Warszawa
- Dyjak R. (red). 2018. Raport końcowy dla analizy pn. Uwzględnianie w projektach realizowanych w programie operacyjnym infrastruktura i środowisko 2014-2020 aspektów adaptacji do zmian klimatu, łagodzenia zmian klimatu i zwiększania odporności inwestycji na skutki tych zmian i zagrożenia klęskami żywiołowymi lub katastrofami naturalnymi. Dla Ministerstwa Środowiska Konsorcjum FUNDEKO Korbel, Krok-Baściuk Sp. J. i Ekovert Łukasz Szkudlarek (niepublikowane)
- Unia Europejska 2013. Poradnik dotyczący włączania problematyki zmian klimatu i różnorodności biologicznej do oceny oddziaływania na środowisko. https://sdr.gdos.gov.pl/Documents/OO%C5%9A/biologia_EIA_2015_wersja%20ostateczna.pdf
- Unia Europejska 2018. EY, Arcadis Dostosowanie dużych projektów infrastrukturalnych do zmian klimatu. Raport krajowy dla Polski.
- Wytyczne dotyczące optymalizacji ocen środowiskowych przeprowadzanych na mocy art. 2 ust. 3 dyrektywy w sprawie ocen oddziaływania na środowisko (dyrektywa parlamentu europejskiego i rady 2011/92/UE, zmieniona dyrektywą 2014/52/UE)

Akty prawa, na które się powołano

- Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (tekst jedn. Dz. U. 2018 poz. 2081)
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (tekst jedn. Dz. U. 2018 poz. 1614)
- Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (tekst jedn. 2018 poz. 2268)
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jedn. 2018 poz. 799)
- Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzona w Nowym Jorku dnia 9 maja 1992 r. (Dz.U. 1996 poz. 238)
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 28 czerwca 2019 r. w sprawie ostrzeżeń, prognoz, komunikatów, biuletynów i roczników państwowej służby

hydrologiczno-meteorologicznej i państwowej służby hydrogeologicznej (Dz. U. 2019 poz.1215)

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (tekst jedn. 2016 poz. 71)

Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/31/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla oraz zmieniająca dyrektywę Rady 85/337/EWG, dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE, 2001/80/WE, 2004/35/WE, 2006/12/WE, 2008/1/WE i rozporządzenie (WE) nr 1013/2006

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola)

Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/92/UE z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko wprowadziła do systemu ocen oddziaływania na środowisko

Źródła danych

Dane publiczne IMGW-PIB <https://danepubliczne.imgw.pl/>

Informatyczny System Osłony Kraju <https://isok.gov.pl/hydroportal.html>

Klimada 2.0. Scenariusze klimatyczne <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze/>

Rządowe Centrum Bezpieczeństwa <https://rcb.gov.pl/>

System Osłony Przeciwosuwiskowej <https://www.pgi.gov.pl/centrum-geozagrozen.html>



ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1. Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat

M1. Oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat. Skala oddziaływania i elementy klimatu podlegające oddziaływaniu przedsięwzięcia

Macierz powinna odpowiedzieć na pytanie: **Które kategorie oddziaływania przedsięwzięcia mogą wpływać na klimat i jego elementy?** Znakiem **x** zaznaczono potencjalne oddziaływanie elementu przedsięwzięcia na klimat. Wskazano ogólne relacje przedsięwzięcie – klimat. Wykorzystując macierz w raporcie OOS należy pamiętać, że relacje te zależne są od skali i rodzaju przedsięwzięcia. Większość wymienionych w macierzy kategorii oddziaływania wpływa na klimat globalny, są to jednak oddziaływania pośrednie, często pomijalne, zależne od skali oddziaływania oraz środowiska, na które przedsięwzięcie oddziałuje.

Kategorie oddziaływania		Skala				Elementy klimatu		
		Klimat globalny	Klimat regionalny	Topoklimat	Mikroklimat	Termika	Opady	Pole wiatru
EKSPLOATACJE (zasobów)	Zużycie wody	x	x	x	x			
	Zużycie surowców mineralnych	x				x		x
	Wykorzystanie gleb	x	x	x	x	x		x
	Wykorzystanie żywych zasobów przyrody (rośliny, zwierzęta, siedliska przyrodnicze)	x	x	x	x	x	x	
	Wykorzystanie przestrzeni	x	x	x	x	x	x	x
EMISJE (zanieczyszczeń)	Emisja gazów cieplarnianych	x						
	Emisja zanieczyszczeń do powietrza		x	x	x	x	x	x
	Emisja hałasu i drgań							
	Generowanie spływów powierzchniowych		x	x	x	x		x
	Wytwarzanie ścieków	x	x	x	x	x		
	Wytwarzanie odpadów	x			x			
	Wytwarzanie pola elektromagnetycznego				x			
	Emisja światła				x	x		
	Emisja ciepła odpadowego		x	x	x	x	x	
ZMIANY STRUKTUR (przyrodniczych i osadniczych)	Zmiany rzeźby terenu		x	x	x	x	x	x
	Zmiany stanu wód		x	x	x	x		x
	Zmiany stosunków gruntowo-wodnych	x	x	x	x	x		x
	Przekształcenie stanu gleb	x	x	x	x	x		x
	Zmiany warunków siedliskowych	x	x	x	x	x		x
	Zmiana struktury gatunkowej		x	x	x	x		x
	Zmiany stanu ochrony przedmiotów ochrony przyrody (obszary, gatunki, siedliska przyrodnicze)		x	x	x	x		x
	Zmiany sposobów zagospodarowania terenu	x	x	x	x	x		x
	Zmiana układów funkcjonalno-przestrzennych		x	x	x	x	x	x
	Przekształcenia krajobrazu (zmiany struktury i elementów ekspozycji)		x	x	x	x	x	x

Załącznik 2. Rozwiązania minimalizujące wpływ przedsięwzięcia na klimat

Tabela zawiera przykładowe rozwiązania minimalizujące negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat. Znakiem **x** zaznaczono, dla jakiej skali klimatu dane rozwiązanie może mieć znaczenie.

Elementy przedsięwzięcia	Rozwiązania minimalizujące negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat	Ochrona klimatu globalnego	Ochrona klimatu lokalnego
Lokalizacja	– wskazanie odpowiedniej lokalizacji		x
Obiekty (budowle)	– zapewnienie energooszczędnych rozwiązań (materiały o właściwościach izolacyjnych, zapewnienia szczelności powietrznej budynków, energooszczędne oszklenie)	x	x
	– energooszczędne zagospodarowanie terenu (zwarte bryły budynków, usytuowanie obiektów, zorientowanie solarne budynków w zależności od potrzeb – zapewnienia cienia lub nasłonecznienia pomieszczeń, wykorzystanie roślinności do zapewnienia zacienienia, wykorzystanie naturalnej izolacji termicznej)	x	x
	– usytuowanie obiektów zapewniających energooszczędny transport na terenie przedsięwzięcia	x	x
	– wprowadzanie rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury		x
	– rozplanowanie budynków i dostosowanie ich wysokości dla kształtowania odpowiednich warunków przewietrzania		x
	– dobór kolorystyki i zastosowanie odpowiednich materiałów w budowlach dla uzyskania pożądanego albedo		x
Infrastruktura	– zapewnienie energooszczędnych rozwiązań (materiały o właściwościach izolacyjnych, zapewnienia szczelności)		
	– wprowadzanie rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury (zamiast rozwiązań technicznych lub dla odciążenia infrastruktury technicznej)		x
Procesy produkcyjne (technologiczne)	– zapewnienie energooszczędnych maszyn, urządzeń i materiałów eksploatacyjnych	x	x
	– wykorzystanie bez emisyjnych źródeł energii		
	– zapewnienie procesów technologicznych w sposób pozwalający uniknąć strat w materiałach, surowcach i produktach, wdrożenie technologii materiałooszczędnych	x	
	– współpraca z lokalnymi dostawcami surowców i odbiorcami produktów, z firmami stosującymi zero- i niskoemisyjne technologie, ograniczenie odległości transportu dostawczego i wywozowego	x	x

Elementy przedsięwzięcia	Rozwiązania minimalizujące negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na klimat	Ochrona klimatu globalnego	Ochrona klimatu lokalnego
	– domykanie procesów technologicznych, tak aby zminimalizować powstawanie produktów metabolizmu technologicznego (w szczególności odpadów i gazów cieplarnianych)	x	
	– oszczędne wykorzystanie wody, domykanie procesów technologicznych z wykorzystaniem wody w celu ograniczenia zużycia energii na jej pozyskiwanie i uzdatnianie	x	
Pracownicy	– ograniczenie zapotrzebowania na transport indywidualny pracowników (odpowiednia lokalizacja z zapewnionym dostępem do transportu publicznego, zorganizowanie transportu zbiorowego, infrastruktury rowerowej)	x	

Załącznik 3. Zagrożenia klimatyczne

Tabela zawiera przykładowe potencjalne wpływy zagrożeń klimatycznych dla przedsięwzięcia. Wpływy te odnoszą się do obiektów, infrastruktury, procesów produkcyjnych (technologicznych) oraz pracowników. W tabeli przedstawiono też w sposób ogólny, jakie skutki dla środowiska mogą być wynikiem wystąpienia zagrożenia dla przedsięwzięcia. W ocenie zagrożeń klimatycznych dla konkretnego przedsięwzięcia zarówno lista zagrożeń, jak i możliwe wpływy mogą znacząco odbiegać od przedstawionych w tabeli. Skutki dla środowiska są zaś zależne od cech środowiska lokalnego w miejscu przedsięwzięcia, a skutki te mogą być pogłębione poprzez wpływ zmian klimatu na środowisko, co opisano w rozdz. 8.

Potencjalne zagrożenia klimatyczne dla przedsięwzięcia	Wpływy zagrożeń klimatycznych na przedsięwzięcie	Skutki dla środowiska
Wysoka temperatura, w tym upały i fale upałów	– uszkodzenia konstrukcji i materiałów obiektów oraz infrastruktury powodujące zakłócenia w funkcjonowaniu przedsięwzięcia – obniżenie komfortu pracy, zagrożenie zdrowia i życia pracowników – obniżenie dobrostanu zwierząt (przedsięwzięcia w sektorze rolniczym) – zakłócenie niektórych procesów technologicznych w szczególności dla przedsięwzięć w sektorze rolniczym, transportowym, gospodarki wodno-ściekowej, gospodarki odpadami, energetyki – zakłócenie dostaw wody i energii – zakłócenie dostaw surowców i odbiorze produktów finalnych – zakłócenia w odbiorze odpadów i utrudnione gospodarowanie ściekami	– wzrost emisji zanieczyszczeń do powietrza, emisji gazów cieplarnianych w wyniku większego zapotrzebowania na energię do chłodzenia – wzrost poboru wody w wyniku zwiększonego zapotrzebowania na wodę – zwiększenie obciążenia środowiska ściekami w wyniku obniżenia poziomu wód w odbiorniku – możliwe przedostanie się zanieczyszczeń do środowiska (gleb, wód, ekosystemów) w związku ze zwiększonym ryzykiem awarii – zwiększone obciążenie środowisk odpadami w związku ze zniszczeniem produktów finalnych
Niska temperatura, w tym mrozy i fale mrozu	– uszkodzenia konstrukcji i materiałów obiektów oraz infrastruktury powodujące zakłócenia w funkcjonowaniu przedsięwzięcia – obniżenie komfortu pracy, zagrożenie zdrowia i życia pracowników – obniżenie dobrostanu zwierząt (przedsięwzięcia w sektorze rolniczym) – zakłócenie niektórych procesów technologicznych w szczególności dla przedsięwzięć w sektorze energetyki, transportu, gospodarki wodno-ściekowej – zakłócenie dostaw wody i energii – zakłócenie dostaw surowców i odbiorze produktów finalnych	– wzrost emisji zanieczyszczeń do powietrza, emisji gazów cieplarnianych w wyniku większego zapotrzebowania na energię do ogrzewania – możliwe przedostanie się zanieczyszczeń do środowiska (gleb, wód, ekosystemów) w związku ze zwiększonym ryzykiem awarii – zwiększone obciążenie środowisk odpadami w związku ze zniszczeniem produktów finalnych

Potencjalne zagrożenia klimatyczne dla przedsięwzięcia	Wpływy zagrożeń klimatycznych na przedsięwzięcie	Skutki dla środowiska
	– zakłócenie odbioru odpadów i utrudnione gospodarowanie ściekami	
Przymrozki, oblodzenie, gołoledź, szadź, wahania temperatury z przejściem przez 0°C	– zakłócenie lub uniemożliwienie procesów technologicznych, w szczególności w przypadku przedsięwzięć z sektora transportu, rolnictwa i energetyki – zakłócenie dostaw energii (uszkodzenia napowietrznych elementów infrastruktury technicznej) – zakłócenie dostaw surowców i odbioru produktów finalnych	– możliwe przedostanie się zanieczyszczeń do środowiska (gleb, wód, ekosystemów) w związku ze zwiększonym ryzykiem awarii
Mgła	– zakłócenie lub uniemożliwienie procesów technologicznych, w szczególności w przypadku przedsięwzięcia z sektora transportu	– możliwe przedostanie się zanieczyszczeń do środowiska (gleb, wód, ekosystemów) w związku ze zwiększonym ryzykiem awarii (w przypadku przedsięwzięcia z sektora transportu)
Intensywne opady deszczu i powodzie nagłe	– krótkotrwałe zalanie obiektów lub infrastruktury powodujące zakłócenia w funkcjonowaniu przedsięwzięcia – zakłócenie lub uniemożliwienie procesów technologicznych, w szczególności w przypadku przedsięwzięcia z sektora transportu, rolnictwa – zakłócenie dostaw surowców i odbioru produktów finalnych	– możliwe przedostanie się zanieczyszczeń do środowiska (gleb, wód, ekosystemów) w związku z zalaniem obiektów lub infrastruktury – zwiększone obciążenie środowisk odpadami w związku ze zniszczeniem produktów finalnych
Ruchy masowe	– uszkodzenia konstrukcji i materiałów obiektów i infrastruktury powodujące zakłócenia w funkcjonowaniu przedsięwzięcia – zagrożenie zdrowia i życia pracowników – zagrożenie życia zwierząt (przedsięwzięcia w sektorze rolniczym) – zatrzymanie procesów technologicznych	– możliwe przedostanie się zanieczyszczeń do środowiska (gleb, wód, ekosystemów) w związku z zalaniem obiektów lub infrastruktury – zwiększone obciążenie środowisk odpadami w związku ze zniszczeniem produktów finalnych
Intensywne opady śniegu, zamiecie i zawieje	– uszkodzenia lub zniszczenia obiektów budowlanych (głównie konstrukcji dachowych) – uszkodzenia konstrukcji i materiałów powodujące zakłócenia funkcjonowania infrastruktury (dostawy wody, energii, surowców) – zakłócenie dostaw energii (uszkodzenia napowietrznych elementów infrastruktury technicznej)	– możliwe przedostanie się zanieczyszczeń do środowiska (gleb, wód, ekosystemów) w związku ze zwiększonym ryzykiem awarii

Potencjalne zagrożenia klimatyczne dla przedsięwzięcia	Wpływy zagrożeń klimatycznych na przedsięwzięcie	Skutki dla środowiska
	- zakłócenie niektórych procesów technologicznych w szczególności dla przedsięwzięć w sektorze transportu, energetyki, gospodarki wodno-ściekowej, rolnictwa, infrastruktury turystycznej (turystyka zimowa) - przerwy w dostawach surowców i odbiorze produktów finalnych - przerwy w odbiorze odpadów i utrudnione gospodarowanie ściekami	
Brak pokrywy śnieżnej	zakłócenie niektórych procesów technologicznych w szczególności dla przedsięwzięć w sektorze rolnictwa i turystyki zimowej	wzrost poboru wody w wyniku zwiększonego zapotrzebowania na wodę (w szczególności dla przedsięwzięć w sektorze rolnictwa i turystyki zimowej)
Grad	zakłócenie lub uniemożliwienie procesów technologicznych, w szczególności w przypadku przedsięwzięcia z sektora rolnictwa	- zwiększone obciążenie środowisk odpadami w związku ze zniszczeniem produktów finalnych - możliwe przedostanie się zanieczyszczeń do środowiska (gleb, wód, ekosystemów) w związku ze zwiększonym ryzykiem awarii
Powódzie rzeczne	- zalanie obiektów lub infrastruktury powodujące zakłócenia w funkcjonowaniu przedsięwzięcia - zakłócenie lub uniemożliwienie procesów technologicznych - zakłócenie dostaw surowców i odbioru produktów finalnych	- możliwe przedostanie się zanieczyszczeń do środowiska (gleb, wód, ekosystemów) w związku z zalaniem obiektów lub infrastruktury - wzrost emisji zanieczyszczeń do powietrza, emisji gazów cieplarnianych w wyniku większego zapotrzebowania na energię - wzrost poboru wody w wyniku zwiększonego zapotrzebowania na wodę - zwiększone obciążenie środowisk odpadami w związku ze zniszczeniem produktów finalnych
Wzrost poziomu morza, powódzie sztormowe		
Susza	uniemożliwienie funkcjonowania procesów technologicznych w szczególności w sektorze rolnictwa, leśnictwa, energetyce zależnej od wody, turystyce	wzrost emisji zanieczyszczeń do powietrza, emisji gazów cieplarnianych w wyniku większego zapotrzebowania na energię

Potencjalne zagrożenia klimatyczne dla przedsięwzięcia	Wpływy zagrożeń klimatycznych na przedsięwzięcie	Skutki dla środowiska
	– zagrożenie zdrowia i życia pracowników – zagrożenie życia zwierząt (przedsięwzięcia w sektorze rolniczym) – możliwe uszkodzenia lub zniszczenia elementów przedsięwzięcia w związku ze zwiększonym ryzykiem pożaru	– wzrost poboru wody w wyniku zwiększonego zapotrzebowania na wodę – zagrożenie życia mieszkańców i zniszczenie ekosystemów w sytuacji wystąpienia pożarów
Silny wiatr, burza, wyładowania atmosferyczne	– uszkodzenia lub zniszczenia obiektów budowlanych – uszkodzenia konstrukcji i materiałów powodujące zakłócenia funkcjonowania infrastruktury (dostawy wody, energii, surowców) – zakłócenie dostaw energii (uszkodzenia napowietrznych elementów infrastruktury technicznej) – zakłócenie niektórych procesów technologicznych – przerwy w dostawach surowców i odbiorze produktów finalnych – przerwy w odbiorze odpadów i utrudnione gospodarowanie ściekami	– możliwe przedostanie się zanieczyszczeń do środowiska (gleb, wód, ekosystemów) w związku ze zniszczeniem obiektów lub infrastruktury – zwiększone obciążenie środowisk odpadami w związku ze zniszczeniem produktów finalnych

Załącznik 4. Oddziaływanie klimatu na przedsięwzięcie

Macierz oceny podatności przedsięwzięcia na klimat

Macierz jest narzędziem, które ma pomóc odpowiedzieć na pytania:

- 1) Które elementy przedsięwzięcia podlegają wpływowi zjawisk klimatycznych?
- 2) Które zjawiska klimatyczne stanowią zagrożenia dla przedsięwzięcia?
- 3) Czy jest możliwe zastosowanie skutecznych rozwiązań adaptacyjnych?
- 4) Czy po zastosowaniu rozwiązań adaptacyjnych przedsięwzięcie jest mniej podatne na natywne skutki zmian klimatu?

Macierz służy do oceny trzech cech przedsięwzięcia: wrażliwości (W), potencjału adaptacyjnego (A) i podatności na zmiany klimatu (P). Ocena może być dokonywana metodą ekspercką w oparciu o kryteria wylistowane w tabeli. W odniesieniu do oceny stopnia wrażliwości szczególnie ważne są – niezależnie od wrażliwości na zagrożenie klimatyczne danego elementu przedsięwzięcia – także skutki, jakie w otaczającym środowisku spowodować może ewentualna awaria wywołana klimatycznym zagrożeniem. W ocenie potencjału adaptacyjnego przedsięwzięcia istotne są możliwości zmiany w lokalizacji, obiektach, infrastrukturze, procesach technologicznych, które powodowałyby zmniejszenie wrażliwości przedsięwzięcia na zagrożenia klimatyczne. Zastosowane w przedsięwzięciu rozwiązania adaptacyjne należy traktować jako element przedsięwzięcia i brać je pod uwagę w ocenie wrażliwości. Ocena podatności powinna opierać się na tych samych kryteriach (i skali), co ocena wrażliwości.

Kryteria oceny wrażliwości przedsięwzięcia na zmiany klimatu

- 1) Potencjalne skutki dla środowiska w wyniku wystąpienia zagrożenia klimatycznego dla przedsięwzięcia, w tym:
 - zdrowia i życia mieszkańców w rejonie inwestycji
 - środowiska przyrodniczego (powierzchni ziemi i gleb, wód, ekosystemów)
 - środowiska kulturowego (zabytków i obiektów kulturowych)
- 2) Potencjalne zagrożenia dla życia i zdrowia pracowników
- 3) Brak wytrzymałości konstrukcji (np. dachów na ciężki (mokry) śnieg, budowli i urządzeń na wichury, podtopienia itp.).
- 4) Wrażliwość stosowanej technologii lub procesów produkcyjnych na zakłócenia
- 5) Potencjalne zagrożenia dla funkcjonowania infrastruktury obsługującej planowane przedsięwzięcie

Kryteria oceny potencjału adaptacyjnego przedsięwzięcia

- 1) Możliwości (środowiskowe, finansowe, techniczne) zastosowania dodatkowych rozwiązań adaptacyjnych, w tym:
 - zmiany lokalizacji przedsięwzięcia lub jego elementów – obiektów i infrastruktury
 - modyfikacji procesów technologicznych, w tym sposobów zaopatrzenia w energię i wodę,
 - poprawy warunków pracy pracowników
- 2) Sprawność administracji publicznej, w tym organów ochrony środowiska

- 3) Sprawność służb ratowniczych, w tym wdrożonych procedur zarządzania kryzysowego
- 4) Poziom świadomości ekologicznej i stopień zaangażowania lokalnej społeczności
- 5) Stan wiedzy, w tym stopień rozpoznania warunków lokalnego środowiska decydujący o zakresie niepewności

Kryteria oceny podatności przedsięwzięcia na zmiany klimatu

Tożsame z kryteriami oceny wrażliwości. Stopień wrażliwości może być obniżony, jeśli potencjał adaptacyjny jest odpowiednio wysoki.

Przykładowa skala oceny wrażliwości/podatności przedsięwzięcia na zmiany klimatu

0	Brak wpływu	danego czynnika klimatycznego na dany element przedsięwzięcia
1	Niska wrażliwość	nieznaczące i krótkotrwałe zakłócenia w funkcjonowaniu elementu przedsięwzięcia, niewielkie uszkodzenia w konstrukcjach lub urządzeniach; brak zagrożenia dla zdrowia i życia pracowników, brak znaczącego negatywnego wpływu na otaczające środowisko
2	Wysoka wrażliwość	znaczące i dłuższe zakłócenia w funkcjonowaniu danego elementu przedsięwzięcia mające wpływ na funkcjonowanie całego zakładu; istotne, ale odwracalne uszkodzenia konstrukcji lub urządzeń; znaczce straty finansowe; możliwe obniżenie bezpieczeństwa pracy; znaczce negatywne oddziaływanie na otaczające środowisko przyrodnicze, bez bezpośredniego zagrożenia dla życia i zdrowia mieszkańców oraz unikatowych walorów kulturowych i przyrodniczych
3	Bardzo wysoka wrażliwość	całkowite i nieodwracalne zniszczenie obiektów i urządzeń przedsięwzięcia lub infrastruktury obsługującej; wysokie prawdopodobieństwo zagrożenia życia i zdrowia pracowników; nieodwracalne negatywne zmiany w środowisku – utrata unikatowych walorów kulturowych i przyrodniczych oraz poważne zagrożenie (pośrednio lub bezpośrednio) dla życia i zdrowia mieszkańców w rejonie inwestycji

Przykładowa skala oceny potencjału adaptacyjnego

↑	Niski potencjał adaptacyjny	brak możliwości wprowadzenia dodatkowych rozwiązań adaptacyjnych obniżających wrażliwość na dane zjawisko klimatyczne, lokalne procedury zarządzania kryzysowego nie uwzględniają zagrożenia klimatycznego, szeroki zakres niepewności wynikający z luk w wiedzy o środowisku w rejonie przedsięwzięcia
↑↑	Średni potencjał adaptacyjny	istnieją ograniczone możliwości wprowadzenia dodatkowych rozwiązań adaptacyjnych obniżających wrażliwość na dane zjawisko klimatyczne, lokalne procedury zarządzania kryzysowego zapewniają ochronę środowiska, szeroki zakres niepewności wynikający z luk w wiedzy o środowisku w rejonie przedsięwzięcia
↑↑↑	Wysoki potencjał adaptacyjny	istnieją istotne możliwości wprowadzenia dodatkowych rozwiązań adaptacyjnych obniżających wrażliwość na dane zjawisko klimatyczne, lokalne procedury zarządzania kryzysowego zapewniają ochronę środowiska, zakres niepewności wynikający z luk w wiedzy o środowisku jest stosunkowo niewielki

Elementy przedsięwzięcia		Zagrożenia klimatyczne																																													
		Wysokie temperatury			Niskie temperatury			Przymrozki, oblodzenie, gołoledź, szadź			Mgła			Intensywne opady deszczu			Intensywne opady śniegu, zamiecie i zawieje, bark pokrywy śnieżnej			Grad			Ruchy masowe			Powodzie rzeczne			Powodzie nagłe			Powodzie od strony morza			Wzrost poziomu morza			Susza			Silny wiatr			Burza			
		W	A	P	W	A	P	W	A	P	W	A	P	W	A	P	W	A	P	W	A	P	W	A	P	W	A	P	W	A	P	W	A	P	W	A	P	W	A	P							
Lokalizacja																																															
Obiekty (budowle)	Konstrukcja																																														
	Materiały																																														
	Zagospodarowanie terenu przedsięwzięcia																																														
Infrastruktura	Konstrukcja																																														
	Materiały																																														
	Wydolność																																														
Procesy produkcyjne (technologiczne)	Procesy wewnętrzne wymagające wody																																														
	Procesy wewnętrzne wymagające energii																																														
	Procesy wewnętrzne wymagające surowców																																														
	Procesy unieszkodliwiania produktów metabolizmu technologicznego																																														
	Postępowanie z finalnym produktem																																														
Pracownicy	Warunki pracy i zdrowie pracowników																																														

Załącznik 5. Rozwiązania adaptacyjne

Elementy przedsięwzięcia		Rozwiązania, które mogą być brane pod uwagę w przystosowywaniu przedsięwzięcia do zmian klimatu
Lokalizacja		– zmiana lokalizacji przedsięwzięcia lub jego elementów w celu ograniczenia zagrożenia przed powodzią, osuwiskami, silnym wiatrem
Obiekty (budowle)	Konstrukcja	– zwiększenie odporności konstrukcji na ekstremalne temperatury, intensywne opady (w szczególności śniegu), oblodzenie, powódzie, silny wiatr – systemy kontroli i procedury zarządzania w sytuacji zagrożenia – wykorzystanie instrumentów finansowych zmieszania strat (ubezpieczenie)
	Materiały	– dobór materiałów odpornych na ekstremalne temperatury, intensywne opady, oblodzenie, silny wiatr – systemy kontroli i procedury zarządzania w sytuacji zagrożenia – wykorzystanie instrumentów finansowych zmieszania strat (ubezpieczenie)
	Zagospodarowanie terenu przedsięwzięcia	– wykorzystanie rozwiązań bazujących na funkcjach ekosystemów (błękitno-zielona infrastruktura) – zagospodarowanie wód opadowych <i>in situ</i> – dostosowanie elementów zagospodarowania do progów klimatycznych – ekstremalnych temperatur, intensywnych opadów, powodzi, oblodzenia, mgły – dobór gatunków roślin odpornych na zmiany klimatu i ich skutki
Infrastruktura	Konstrukcja	– zwiększenie odporności konstrukcji na ekstremalne temperatury, intensywne opady, powódzie, silny wiatr – systemy kontroli i procedury zarządzania w sytuacji zagrożenia – wykorzystanie instrumentów finansowych zmieszania strat (ubezpieczenie)
	Materiały	– dobór materiałów odpornych na ekstremalne temperatury, intensywne opady, silny wiatr – systemy kontroli i procedury zarządzania w sytuacji zagrożenia – wykorzystanie instrumentów finansowych zmieszania strat (ubezpieczenie)
	Wydolność	– dostosowanie parametrów infrastruktury do progów klimatycznych – ekstremalnych temperatur, intensywnych opadów, mgły, oblodzenia – wdrożenie rozwiązań (systemów) kontroli funkcjonowania infrastruktury w ekstremalnych warunkach pogodowych – wdrożenie systemów wczesnego ostrzegania i reagowania w sytuacji przekroczenia wydolności infrastruktury – wykorzystanie instrumentów finansowych zmieszania strat (ubezpieczenie)
Procesy produkcyjne (technologiczne)	Procesy wewnętrzne wymagające wody	– zapewnienie ciągłości zaopatrzenia w wodę – wdrożenie rozwiązań (systemów) kontroli zaopatrzenia w wodę w ekstremalnych warunkach pogodowych – wprowadzanie rozwiązań wodooszczędnych, w tym wykorzystanie wody szarej i deszczowej – wdrożenie systemów wczesnego ostrzegania i reagowania w sytuacji przerwania procesów z powodu suszy – wykorzystanie instrumentów finansowych zmieszania strat (ubezpieczenie)
	Procesy wewnętrzne wymagające energii	– zapewnienie trwałości zaopatrzenia w energię, dywersyfikacja źródeł energii – wprowadzenie rozwiązań OZE – wprowadzanie rozwiązań energooszczędnych

Elementy przedsięwzięcia		Rozwiązania, które mogą być brane pod uwagę w przystosowywaniu przedsięwzięcia do zmian klimatu
		– wdrożenie rozwiązań (systemów) kontroli zaopatrzenia w energię w ekstremalnych warunkach pogodowych – wdrożenie systemów wczesnego ostrzegania i reagowania w sytuacji przerwania procesów z powodu ekstremalnych temperatur, intensywnych opadów, silnego wiatru, oblodzenia, powodzi – wykorzystanie instrumentów finansowych zmieszania strat (ubezpieczenie)
	Procesy wewnętrzne wymagające surowców (właściwe dla przedsięwzięcia)	– zapewnienie trwałości dostaw surowców – dywersyfikacja źródeł, dostawców surowców – wdrożenie systemów wczesnego ostrzegania i reagowania w sytuacji przerwania procesów technologicznych z powodu ekstremalnych zjawisk pogodowych – wykorzystanie instrumentów finansowych zmieszania strat (ubezpieczenie)
	Procesy unieszkodliwiania produktów metabolizmu technologicznego	– wdrażanie rozwiązań zapewniających domknięcie procesów technologicznych, w tym wprowadzanie rozwiązań wykorzystujących wodę szarą i deszczową – zapewnienie ciągłości odbioru odpadów – zapewnienie elastycznych terminów odbioru (wywozu) odpadów i dostosowywanie ich do warunków klimatycznych – dostosowanie parametrów produktów do progów klimatycznych – wdrożenia procedur umożliwiających zmiany parametrów w sytuacji wystąpienia zjawisk klimatycznych – wykorzystanie instrumentów finansowych zmieszania strat (ubezpieczenie)
	Postępowanie z finalnym produktem	– dywersyfikacja źródeł i dostawców surowców – dywersyfikacja odbiorców – zapewnienie elastycznych terminów odbioru (wywozu) produktów i dostosowywanie ich do warunków klimatycznych – wykorzystanie instrumentów finansowych zmieszania strat (ubezpieczenie)
Pracownicy	Warunki pracy i zdrowie ludzi	– usytuowanie obiektów w sposób, który pozwoli uniknąć narażania pracowników na ekstremalne temperatury, w tym orientowanie budynków w sposób zapewniający zacienienie, – wykorzystanie roślinności do zapewnienia zacienienia – zapewnienie wentylacji mechanicznej – dostosowanie czasu (elastycznych godzin pracy) i sposobów pracy do warunków pogodowych – wdrożenie systemów kontroli, wczesnego ostrzegania i reagowania w sytuacji zagrożenia – wykorzystanie instrumentów finansowych zmieszania strat (ubezpieczenie)