Ministerstwo
Rozwoju i Technologii

Poradnik do przeprowadzenia analizy ryzyka fizycznego

związanego z klimatem dla aktywności związanych z budownictwem i nieruchomościami w zakresie celu środowiskowego: adaptacja do zmian klimatu (dot. istotnego wkładu i DNSH) w odniesieniu do Taksonomii UE

LUTY 2026

Spis treści

1. Wprowadzenie 5

1.1. Cel poradnika i sposób prowadzenia prac 6

1.2. Zakres zastosowania 7

1.3. Podstawowe definicje i skróty oraz wykaz i opis ryzyk klimatycznych 8

1.4. Wymagania Taksonomii UE dotyczące adaptacji do zmian klimatu 17

2. Etapy analizy ryzyk klimatycznych zgodnie z Taksonomią UE 20

2.1. Podstawowe etapy przeprowadzenia analizy ryzyk 21

2.2. Określenie kontekstu i charakteru działalności, lokalizacja, typ budynku 21

2.3. Analiza ryzyka fizycznego związanego z klimatem – informacje ogólne 27

2.4. Ocena ekspozycji budynku na zagrożenia klimatyczne 28

2.5. Zagrożenia klimatyczne występujące na terenie Polski 30

2.6. Zastosowanie miejskich planów adaptacji (MPA) i danych lokalnych 33

2.7. Ocena wrażliwości budynku na zagrożenia klimatyczne 34

2.8. Ocena podatności budynku na zagrożenia klimatyczne – wynik analizy zagrożenia oraz wrażliwości (Przykłady metod: BREEAM Resilience, Building Resilience Index, inne) 34

2.9. Ocena ryzyka klimatycznego - wynik analizy odziaływania oraz poziomu prawdopodobieństwa 35

2.10. Plan adaptacyjny – wymagania Taksonomii UE 37

3. Środki adaptacyjne 38

3.1. Związane z temperaturą 40

3.2. Związane z wiatrem 40

3.3. Związane z wodą 40

3.4. Związane z ziemią 41

3.5. Zagrożenia priorytetowe 41

4. Weryfikacja wpływu rozwiązań na wysiłki adaptacyjne innych osób, przyrody, dziedzictwa kulturowego, zasobów ani innych działalności gospodarczych 42

4.1. Wpływ na wysiłki adaptacyjne osób trzecich 43

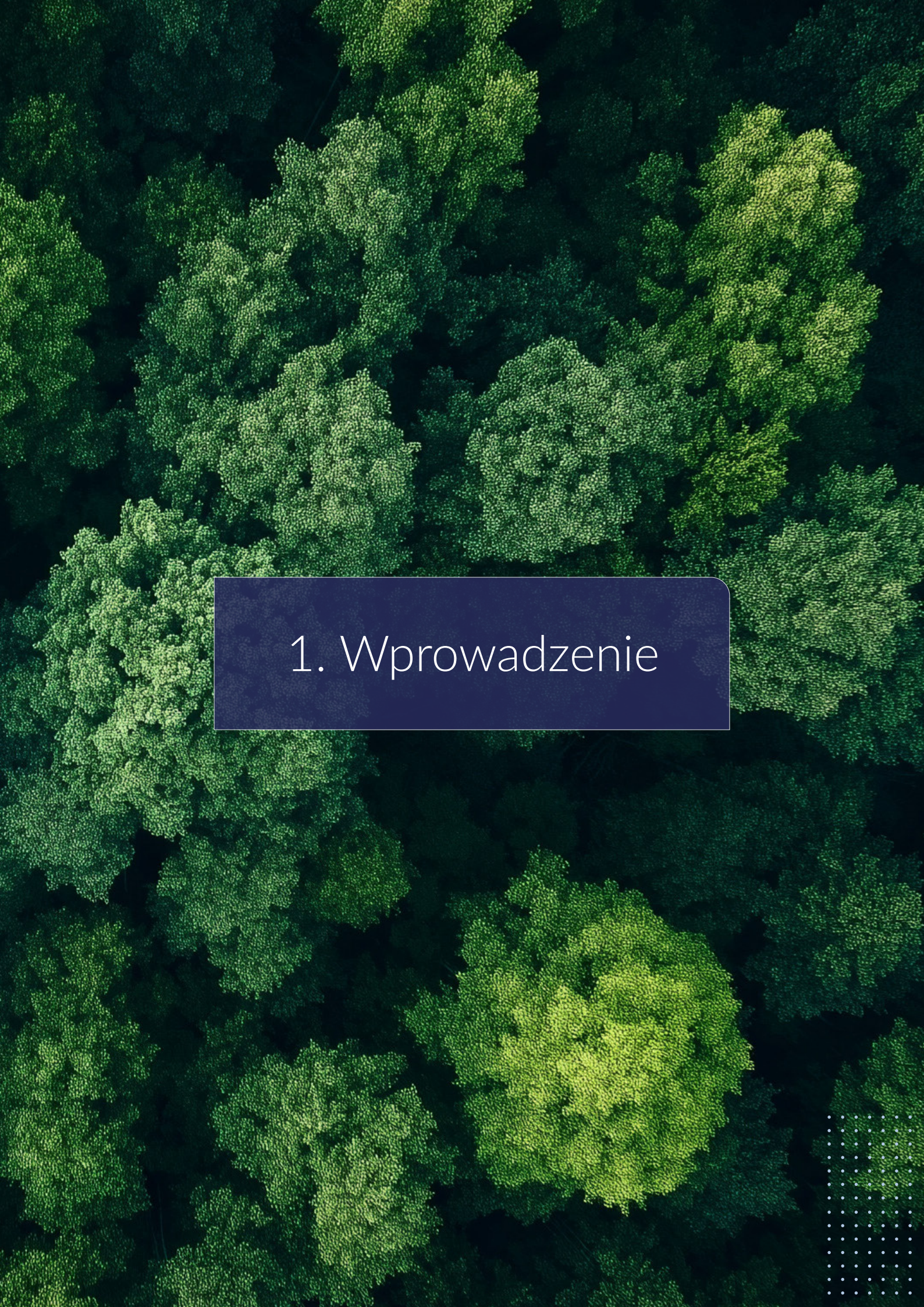
4.2. Wpływ na przyrodę, ekosystemy i zasoby naturalne 44

4.3. Wpływ na dziedzictwo kulturowe 45

4.4. Wpływ na inne działalności gospodarcze 45
4.5. Procedura potwierdzenia spełnienia ww. wytycznych 46

5. Weryfikacja zgodności rozwiązań z lokalnymi, sektorowymi, regionalnymi lub krajowymi strategiami i planami adaptacyjnymi 47
5.1. Elementy planu adaptacji 48
5.2. Harmonogram wdrożenia – dobre praktyki 51
5.3. Szacowany budżet – przykładowe podejście 53

Załączniki 54
Załącznik 1 Akty prawne i wytyczne UE 55
Akty prawa: 55
Dokumenty o charakterze niewiążącym: 56
Dodatkowe akty prawa, stanowiące rozwinięcie i uszczegóławiające wytyczne Taksonomii UE 58
Załącznik 2 Źródła danych (Klimada 2.0, Copernicus, Climate-ADAPT, IMGW) – z linkami 59
Załącznik 3 Przykłady rozwiązań dla różnych typów zagrożeń 61
Fale upałów 61
Trąba powietrzna, burze i silny wiatr 63
Silne opady (deszcz, grad, śnieg/lód) 66
Powódź 72
Osiadanie 77
Susza 81
Pozostałe zagrożenia – związane z temperaturą 82
Pozostałe zagrożenia – związane z wiatrem 93
Pozostałe zagrożenia – związane z wodą 95
Pozostałe zagrożenia - związane z ziemią 98
Załącznik 4 Lista przykładowych działań adaptacyjnych 104



1. Wprowadzenie

1.1. Cel Poradnika i sposób prowadzenia prac

Poradnik stanowi zbiór dostępnej wiedzy i dotychczas ukształtowanej dotychczas praktyki rynkowej na temat podejścia do analizy ryzyka fizycznego w sektorze budownictwa i nieruchomości zgodnie z wymogami Taksonomii UE[1]. Poradnik ma stanowić wsparcie dla przedsiębiorstw niefinansowych w zidentyfikowaniu zagadnień istotnych z punktu widzenia adaptacji do zmian klimatu oraz inspirację związaną z identyfikacją i zarządzaniem ryzykiem fizycznym[2] w ramach działalności w związku z realizowanymi projektami adaptacji do zmian klimatu bądź uwzględnianiem takich działań w prowadzonych inwestycjach. Poradnik ma pełnić głównie funkcję edukacyjną, promując wiedzę z zakresu tego, czym jest ryzyko klimatyczne i jak ta świadomość powinna zostać włączona do procedur i zarządzania danym projektem z obszaru nieruchomości. W przypadku przedsiębiorstw finansowych Poradnik ma stanowić wsparcie w podnoszeniu wiedzy i świadomości u klientów korporacyjnych, tak aby byli przygotowani na ewentualne rozmowy z instytucjami finansującymi. Jakiekolwiek wnioski i wymagania formułowane przez instytucje finansowe w zakresie adaptacji powinny uwzględniać możliwości przeprowadzenia kompleksowej analizy przez klientów. Zasadniczo różny będzie charakter analizy prowadzonej przez dużego dewelopera, a inny przez gospodarstwo domowe.

Poradnik ma stanowić także materiał wspierający instytucje finansowe w kształtowaniu podejścia do zagadnień związanych z analizą i szacowaniem ryzyka klimatycznego w kontekście zarządzania ryzykiem ESG czy też sporządzania wymaganych przepisami ujawnień. Poradnik może stanowić również wskazówkę do interpretacji ewentualnych referencyjnych przepisów z tego obszaru, które zostały wskazane w Załączniku 1.

Publikacja ma charakter wieloautorski. Została opracowana przez Zespół Roboczy, którego prace koordynowali przedstawiciele Związku Banków Polskich, w następującym składzie:

- Anna Bączyk – Dom Development SA
- Justyna Biernacka – MATERIALITY Sp. z o.o.
- Paweł Bogacz – Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
- Ewelina Ciuchta – Panattoni
- Monika Chacińska – Skanska Property Poland Sp. z o.o.
- Julia Faltus-James – Cushman & Wakefield
- Norbert Jeziolowicz – Związek Banków Polskich
- Alicja Kwiatkowska-Bielec – JWA
- Natalia Kwiecińska – NEPI Rockcastle
- Andrzej Kulik – mBank
- Katarzyna Lipka – Cushman & Wakefield

1 Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r. w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje, zmieniające rozporządzenie (UE) 2019/2088, Dz.U. L 198 z 22.6.2020, pp. 13–43.

2 W całości opracowania zamiennie (synonimicznie) traktowane będą sformułowania ryzyko fizyczne i ryzyko fizyczne związane z klimatem.

- Zuzanna Lulińska – Ministerstwo Rozwoju i Technologii
- Izabela Makowska-Kwiecińska – Colliers
- Piotr Mokrzański – Arcadis Sp. z o.o.
- Agnieszka Muszyńska-Szymczak – mBank
- Ilona Otoka – Savills
- Marta Promińska – Strabag
- Magdalena Skrzyńska – Energopomiar Sp. z o.o.
- Joanna Sobotka-Klimczak – ING Bank Śląski
- Mateusz Stachewicz – PwC
- Tomasz Welnic – mBank
- Agnieszka Wicha – Związek Banków Polskich
- Patrycja Żupa-Marczuk – Energopomiar Sp. z o.o.
- Wsparcie realizacji: Izabela Małek, Ewelina Migacz – Ministerstwo Rozwoju i Technologii

Prezentowane w Poradniku przykłady, propozycje podejść lub założenia nie stanowią zaleceń ani rekomendacji. Treści zawarte w Poradniku są wyrazem wiedzy ekspertów, ale nie przesądzają o prawidłowości lub dopuszczalności innych rozwiązań, interpretacji lub praktyk.

1.2. Zakres zastosowania

Poradnik koncentruje się wyłącznie na zagadnieniach i wymogach dotyczących wybranych zagadnień z obszaru analizy fizycznego ryzyka klimatycznego odnoszącego się do aktywności z sektora budowlanego i nieruchomości zawartych w Taksonomii UE.

Nie jest to wyczerpujące opracowanie dotyczące ryzyka fizycznego związanego z klimatem.

Opracowanie jest ograniczone wyłącznie do obowiązków identyfikacji i uwzględniania w planach adaptacji **ryzyka fizycznego odnoszącego się do działalności gospodarczych kwalifikujących się jako:**

- wnoszące istotny wkład w adaptację do zmian klimatu lub

- niewyrządzające poważnych szkód względem celu środowiskowego adaptacja do zmian klimatu w zakresie budownictwa i działalności związanej z obsługą rynku nieruchomości[3].

Poradnik był pisany przy wykorzystaniu założenia, że podstawą do oceny kwestii ryzyka jest lokalizacja nieruchomości.

3 Zgodnie z terminologią i podejściem przyjętym w Taksonomii UE.

1.3. Podstawowe definicje i skróty oraz wykaz i opis ryzyka klimatycznego

1. Adaptacja do zmian klimatu, inaczej przystosowanie się do zmiany klimatu (climate change adaptation) – proces dostosowywania się do obecnych i prognozowanych zmian klimatu oraz ich konsekwencji. Obejmuje przewidywanie szkodliwych skutków zmian klimatu i podejmowanie odpowiednich działań, które pozwolą zapobiec ewentualnym szkodom lub je ograniczyć. Jednocześnie adaptacja oznacza także wykorzystywanie szans i nowych możliwości, jakie mogą się pojawić w związku ze zmieniającym się klimatem.

2. Analiza scenariuszowa (scenario analysis) – proces mający na celu identyfikację i ocenę potencjalnego zakresu wyników przyszłych zdarzeń w warunkach niepewności (Wynika z: Rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r. uzupełniającego dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/34/UE w odniesieniu do standardów sprawozdawczości w zakresie zrównoważonego rozwoju czytanego łącznie ze Sprostowaniem do rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r.).

3. BDL – Bank Danych Lokalnych – system GUS udostępniający dane statystyczne o Polsce na poziomie lokalnym.

4. CCDS – Copernicus Climate Data Store – platforma UE z otwartymi danymi o klimacie i prognozach klimatycznych.

5. EEA – European Environment Agency – agencja UE monitorująca stan środowiska w Europie.

6. ESWD – European Severe Weather Database – baza danych o groźnych zjawiskach pogodowych w Europie.

7. GUS – Główny Urząd Statystyczny – centralny urząd statystyczny w Polsce.

8. IMGW-PIB – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy – państwowy instytut zajmujący się prognozami pogody, hydrologią i klimatem.

9. ISOK – Informatyczny System Ochrony Kraju – system wspierający ochronę przed zagrożeniami naturalnymi, zwłaszcza powodzią.

10. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change – międzynarodowy panel naukowy ONZ ds. zmian klimatu.

11. Ekspozycja – populacja (np. ludzie, zwierzęta), mienie (np. nieruchomości), systemy (np. lub inne elementy (np. infrastruktura krytyczna) obecne w strefach zagrożenia, które są w związku z tym narażone na potencjalne straty.

12. Konsekwencje – negatywne skutki wynikające z zagrożenia wyrażone w kategoriach wpływu na ludzi, wpływu na gospodarkę i środowisko oraz wpływu politycznego i społecznego.

13. Łagodzenie zmian klimatu (climate change mitigation) – proces polegający na redukcji emisji gazów cieplarnianych i utrzymaniu wzrostu średniej temperatury na świecie do 1,5 °C powyżej poziomów sprzed epoki przemysłowej zgodnie z porozumieniem paryskim (Wynika z: Rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r. uzupełniającego dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/34/UE w odniesieniu do standardów sprawozdawczości w zakresie zrównoważonego rozwoju czytanego łącznie ze Sprostowaniem do rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r.).

14. Modele klimatu (climate models) – schemat przedstawiający zróżnicowanie elementów klimatycznych w skali globalnej w postaci diagramu, wykresów lub układów równań.

15. MPA – Miejski Plan Adaptacji do Zmian Klimatu.

16. Odporność na zmiany klimatu (climate resilience) – zdolność systemów gospodarczych, społecznych i środowiskowych do przystosowania się do skutków zmian klimatu, utrzymania podstawowych funkcji i struktur w obliczu związanych z nią zagrożeń oraz do zmienności i niepewności związanych ze zmianami klimatu (Wynika z: Rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r. uzupełniającego dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/34/UE w odniesieniu do standardów sprawozdawczości w zakresie zrównoważonego rozwoju czytanego łącznie ze Sprostowaniem do rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r.).

17. PIG-PIB – Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

18. Podatność/wrażliwość – cechy i okoliczności społeczności, systemu lub zasobu, które czynią je podatnymi na szkodliwe skutki zagrożenia. [W probabilistycznych/ilościowych ocenach ryzyka termin wrażliwość wyraża część lub procent ekspozycji, który prawdopodobnie zostanie utracony z powodu określonego zagrożenia.].

19. Ryzyko fizyczne związane z klimatem (physical climate risk) – ryzyko wynikające z bezpośrednich fizycznych skutków zmiany klimatu, które powstaje na skutek interakcji zagrożeń klimatycznych – zarówno nagłych (np. fale upałów, powodzie, burze), jak i długotrwałych (np. wzrost średniej temperatury) na eksponowane i wrażliwe systemy społeczno-gospodarcze oraz środowiskowe. Zatem wyróżniamy następujące ryzyka4:

    a. Nagłe (Ostre) ryzyka fizyczne wynikają z określonych zagrożeń, w szczególności zdarzeń związanych z pogodą, takich jak burze, powodzie, pożary lub fale upałów. Za zdarzenia związane z pogodą rozumie się zmiany atmosfery o czasie trwania do 7 dni.

    b. Długotrwałe ryzyka fizyczne wynikają z długookresowych zmian klimatu, takich jak zmiany temperatury i ich wpływu na podnoszący się poziom mórz, ograniczoną

4 Według IPCC (2022) https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf

dostępność wody, utratę bioróżnorodności oraz zmiany w zakresie produktywności gruntów i gleby (Wynika z: Rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r. uzupełniającego dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/34/UE w odniesieniu do standardów sprawozdawczości w zakresie zrównoważonego rozwoju czytanego łącznie ze Sprostowaniem do rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r.). Za zdarzenia związane z długookresowymi zmianami klimatu rozumie się zmiany atmosfery o czasie trwania powyżej 7 dni.

20. Ryzyko transformacji (ryzyko przejścia) – ryzyko wynikające z przejścia na gospodarkę niskoemisyjną i odporną na zmiany klimatu. Zazwyczaj obejmuje ryzyka polityczne, ryzyka prawne, ryzyka technologiczne, ryzyka rynkowe oraz ryzyko utraty reputacji. To ryzyko nie jest rozpatrywane w ramach niniejszego Poradnika (Wynika z: Rozporządzenia delegowanego

	Związane z temperaturą	Związane z wiatrem	Związane z wodą	Związane z ziemią
Stałe	Zmiany temperatury (powietrze, woda słodka, woda morska)	Zmiany cyrkulacji wiatru	Zmiany wzorców i rodzajów opadów (deszcz, grad, śnieg/lód)	Erozja obszarów przybrzeżnych
	Stres termiczny		Zmienność opadów lub zmienność hydrologiczna	Degradacja gleby
	Zmienność temperatury		Zakwaszanie oceanów	Erozja gleby
	Topnienie wiecznej zmarzliny		Intruzja wód morskich	Soliflukcja
			Podnoszący się poziom mórz	
			Deficyt wody	
Ostre	Fala upałów	Cyklon, huragan, tajfun	Susza	Lawina
	Fala chłodu/mróz	Burza (w tym śnieżyce, burze pyłowe i piaskowe)	Silne opady (deszcz, grad, śnieg/lód)	Osuwisko
	Pożar samoistny	Tornado	Powódź (przybrzeżna, rzeczna, opadowa, od wód gruntowych)	Osunięcie się ziemi
			Wezbranie jeziora lodowcowego	

Rysunek 1 Tabela z Załącznika I, Dodatku A, części II pt. Klasyfikacja zagrożeń związanych z klimatem z Rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2021/2139 z dnia 4 czerwca 2021 r. uzupełniającego rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 poprzez ustanowienie technicznych kryteriów kwalifikacji służących określeniu warunków, na jakich dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w łagodzenie zmian klimatu lub w adaptację do zmian klimatu, a także określeniu, czy ta działalność gospodarcza nie wyrządza poważnych szkód względem żadnego z pozostałych celów środowiskowych

Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r. uzupełniającego dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/34/UE w odniesieniu do standardów sprawozdawczości w zakresie zrównoważonego rozwoju czytanego łącznie ze Sprostowaniem do rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r.). Obowiązującymi do analizy są ryzyka fizyczne związane z klimatem występujące w Dodatku A do rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2021/2139 z 4 czerwca 2021 r.

21. Ryzyko związane z/ze:

- zmianą temperatury powietrza, wody słodkiej, wody morskiej *(changing temperature air, freshwater, marine water)* – zagrożenie polegające na zmianie wartości temperatury powietrza, temperatury wód słodkich i morskich w określonym miejscu i czasie. Te zmiany mogą stwarzać ryzyko długofalowe związane np. z nieodpowiednią temperaturą w budynkach, wpływającą na komfort termiczny użytkowników oraz trwałość materiałów, a także negatywnie oddziaływać na infrastrukturę oraz ekosystemy wodne;

- stresem termicznym *(heat stress)* – zagrożenie wynikające z długofalowych zmian trendów temperatury. Może prowadzić do przegrzewania się pomieszczeń, zwłaszcza w obiektach o dużych przeszkleniach, słabej wentylacji, niewystarczającej izolacji termicznej bądź z małą akumulacyjnością cieplną przegród, skutkując spadkiem wydajności pracy, dyskomfortem użytkowników, stopniową niewydolnością lub nieefektywnością systemów grzewczych i chłodniczych oraz zwiększonym ryzykiem zagrożeń zdrowotnych;

- zmiennością temperatury *(temperature variability)* – zagrożenie związane z wahaniami wartości temperatury powietrza w określonym czasie i miejscu. Może stwarzać ryzyko długofalowe związane np. przyspieszonym zużyciem materiałów, pękaniem elewacji lub nieszczelności/utratą szczelności przegród;

- falami upałów *(heat wave)* – zagrożenie związane z wystąpieniem co najmniej 3 kolejnych dni z maksymalną temperaturą powietrza powyżej 30°C w każdym dniu. Może stwarzać ryzyko np. obciążenia systemów chłodzenia, ryzyko przegrzania pomieszczeń lub pogorszenie komfortu pracy/mieszkania;

- falami chłodów *(cold wave/spells)* – zagrożenie związane z wystąpieniem co najmniej 3 dni mroźnych (dzień z maksymalną dobową temperaturą powietrza < 0°C lub minimalną ≤ –10°C) w każdym dniu. Zagrożenie może stwarzać ryzyko np. zamarzania instalacji wodnych, uszkodzenia elewacji lub zwiększonych kosztów ogrzewania;

- pożarem samoistnym *(wildfire)* – zagrożenie związane z wystąpieniem pożaru samoistnego powstałego bez bezpośredniej ingerencji człowieka, czyli np. w wyniku: długotrwałej suszy i wysokiej temperatury powietrza, samozapłonu materiałów organicznych lub wyładowań atmosferycznych. Zjawisko to może powodować ryzyko np. uszkodzeń i zniszczeń infrastruktury;

- zmianami cyrkulacji wiatru *(changing wind patterns)* – zagrożenie związane z wystąpieniem zmian w układach atmosferycznych, które sterują kierunkiem,

prędkością i sezonowym rozkładem wiatrów. Może prowadzić do długofalowych skutków związanych np. z uszkodzeniami dachów, fasad budynków lub pogorszeniem komfortu użytkowania;

- burza *(storm)* – zagrożenie związane z wystąpieniem zjawiska atmosferycznego, w postaci wyładowań elektrycznych (błyskawice, grzmoty). Może powodować np. uszkodzenia infrastruktury, przerw w dostawie energii lub zwarć instalacji elektrycznych/zakłóceń systemów technicznych;

- tornado – ze względu na położenie geograficzne Polski przyjęto termin trąba powietrzna *(tornado, landspout)* – zagrożenie związane z wystąpieniem trąby powietrznej. Może powodować np. uszkodzenia elementów zewnętrznych budynków (elewacji, dachu, stolarki), infrastruktury, przerw w dostawie energii lub zwarć instalacji elektrycznych/zakłóceń systemów technicznych;

- silny wiatr – *(strong wind)* – zagrożenie związane z wystąpieniem silnego, porywistego wiatru. Zjawisko to może powodować uszkodzenia elementów zewnętrznych budynków (elewacji, dachu, stolarki), infrastruktury, przerw w dostawie energii lub zwarć instalacji elektrycznych/zakłóceń systemów technicznych;

- zmiany wzorców i rodzajów opadów (deszcz, grad, śnieg/lód) *(changes in precipitation patterns and types rain, hail, snow/ice)* – zagrożenie związane ze zmianą ilości, częstotliwości, intensywności i charakteru opadów. Może stwarzać ryzyko długofalowe np. przeciążenia kanalizacji deszczowej, lokalnych podtopień lub zawilgoceń konstrukcji;

- zmienność opadów lub zmienność hydrologiczna *(precipitation or hydrological variability)* – zagrożenie związane ze zmianami rozkładu czasowego i przestrzennego opadów atmosferycznych, a także zmiennością ilości, reżimu oraz dynamiki wód powierzchniowych i podziemnych, w tym zmianami poziomu zwierciadła wód gruntowych oraz głównych kierunków migracji wód podziemnych. Może stwarzać ryzyko długofalowe np. niewydolności istniejących systemów gospodarki wodnej lub problemy z odprowadzaniem wód;

- intruzja wód morskich *(saline intrusion)* – zagrożenie związane przenikaniem wody morskiej do warstw wodonośnych zawierających wodę słodką. Może powodować długofalowe skutki takie jak korozja elementów konstrukcyjnych, zasolenie fundamentów lub pogorszenie jakości wody;

- podnoszący się poziom mórz *(sea level rise)* – zagrożenie związane ze wzrostem wysokości poziomu morza. Może stwarzać ryzyko długofalowe związane np. z zalaniem i podtopień infrastruktury, erozję wybrzeża (utrata wybrzeża);

- deficyt wody *(water stress)* – zagrożenie związane z brakiem dostatecznej ilości wody. Może stwarzać ryzyko długofalowe związane np. z dostępnością wody dla instalacji w budynkach, w tym wykorzystywanych w procesach przemysłowych, chłodzeniu, ogrzewaniu lub utrzymaniu warunków sanitarnych;

- susza *(drought)* – zagrożenie związane z wystąpieniem długotrwałego okresu odznaczającego się deficytem opadów atmosferycznych, małą wilgotnością powietrza i gleby lub niskim stanem wody w rzekach, np. susza meteorologiczna, rolnicza, hydrologiczna. Może stwarzać ryzyko związane np. z degradacją zieleni wokół obiektu, ryzyko przerw w dostawach energii (niedostateczna dostępność wody ogranicza możliwość chłodzenia instalacji w elektrowniach), ryzyko obniżenia retencji terenu oraz zwiększonej podatności na przegrzewanie powierzchni;

- silne opady (deszcz, grad, śnieg/lód) *(heavy precipitation, rain, hail, snow/ice)* – zagrożenie związane z wystąpieniem intensywnych opadów deszczu, śniegu, lub gradu. Może stwarzać ryzyko związane np. z uszkodzeniami, zniszczeniami infrastruktury, przeciążeniem konstrukcji dachów, awarią instalacji, przeciekami do wnętrza budynku np. przy niewłaściwie wykonanej izolacji lubniewłaściwie osadzonej stolarce, lokalnymi podtopieniami;

- powódź (przybrzeżna, rzeczna, opadowa, od wód gruntowych) *(flood coastal, riverine, pluvial, ground water)* – zagrożenie związane z wystąpieniem powodzi (przybrzeżnej, rzecznej, opadowej, od wód gruntowych) na danym obszarze. Powódź to czasowe pokrycie przez wodę terenu, który w normalnych warunkach nie jest pokryty wodą, w szczególności wywołane przez wezbranie wody w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych, kanałach oraz od strony morza, z wyłączeniem pokrycia przez wodę terenu wywołanego przez wezbranie wody w systemach kanalizacyjnych; Zjawisko to może powodować skutki takie jak przeciążenie systemów kanalizacji deszczowej, zalanie lub podtopień infrastruktury uszkodzenia konstrukcji budynków oraz przerwy w działaniu instalacji;

- erozja obszarów przybrzeżnych *(coastal erosion)* zagrożenie związane z procesem stopniowego niszczenia i cofania się linii brzegowej na skutek działania fal morskich, prądów, pływów, wiatru oraz działalności człowieka. Może stwarzać ryzyko długofalowe związane np. z utratą stabilności gruntu lub osłabieniem fundamentów, uszkodzeniem infrastruktury położonej w strefie nadbrzeżnej;

- lawina *(avalanche)* – zagrożenie związane z zsunięciem się masy śniegu z dużą prędkością ze stoku górskiego, zazwyczaj o nachyleniu przekraczającym 20°. Zjawisko to może powodować skutki takie jak uszkodzenie elewacji, dachów lub infrastruktury położonej w obszarze odziaływania lawiny;

- osuwisko, osunięcia się ziemi *(landslide, subsidence)* – zagrożenie związane z wystąpieniem osuwisk lub osunięć się ziemi powstałych w wyniku grawitacyjnego przemieszczenia się skał, zwietrzelin, gruntów i nasypów wzdłuż powierzchni poślizgu. Może powodować następujące skutki; uszkodzenia fundamentów, pęknięcia konstrukcji lub zagrożenie stabilności budynku.

22. Scenariusz klimatyczny (*climate scenario*) – opis przyszłych, prognozowanych zmian klimatycznych. Bazuje na różnych założeniach dotyczących emisji gazów cieplarnianych, zmian demograficznych, rozwoju technologicznego i innych czynników wpływających na klimat. Scenariusze, które wybrano do przeprowadzenia niniejszej analizy są

prawdopodobne, odróżniające się, spójne, istotne, stanowiące wyzwania i oparte na najnowszej wiedzy naukowej (IPCC, 2021).

23. Scenariusze RCP – (*Representative Concentration Pathways*) przedstawiają prognozowane na koniec XXI w. wartości globalnego wymuszenia radiacyjnego w górnych warstwach atmosfery, wynikające z przewidywanej zawartości gazów cieplarnianych. Obejmują cztery standardowe ścieżki emisji, z których każda opisuje odmienny poziom koncentracji tych gazów do roku 2100 oraz związane z nim skutki klimatyczne (IPCC, 2021[5], KLIMADA 2.0[6]).

Tabela 1. Charakterystyka scenariuszy RCP

Scenariusz RCP	Wymuszenie radiacyjne w 2100 r. [W/m²]	Stężenie CO_2 w 2100 r. [ppm]	Wzrost średniej temp. globalnej (°C)	Charakterystyka i główne skutki klimatyczne
RCP 2.6	2,6	ok. 400	ok. +1,5	• wyhamowanie globalnego ocieplenia w połowie stulecia • stabilizacja stężenia CO_2
RCP 4.5	4,5	ok. 540	ok. +2,5	• spadek emisji w połowie stulecia dzięki nowym technologiom • znaczące ocieplenie, ale ograniczenie skali zjawisk ekstremalnych
RCP 6.0	6,0	ok. 650	ok. +3,0	• stopniowy wzrost emisji GHG • nasilone występowanie zjawisk ekstremalnych
RCP 8.5	8,5	ok. 940	ok. +4,5	• scenariusz tzw. „business as usual"; z 95% prawdopodobieństwem prowadzi do nieodwracalnej destabilizacji klimatu • ekstremalne warunki pogodowe i silne podnoszenie poziomu mórz

Źródło: opracowanie własne na podstawie https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FullReport_small.pdf

5 www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FullReport_small.pdf
6 https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze/

24. Scenariusze SSP – (*Shared Socio-economic Pathway*) przedstawiają prognozowane na koniec XXI w. wartości globalnego wymuszenia radiacyjnego w górnych warstwach atmosfery, wynikające z przewidywanej zawartości gazów cieplarnianych, a także trendy społeczno-ekonomiczne będące podstawą scenariusza. Emisje w poszczególnych scenariuszach różnią się w zależności od założeń społeczno-gospodarczych, stopnia mitygacji zmian klimatu oraz – w przypadku aerozoli i niemetanowych prekursorów ozonu – ograniczania zanieczyszczenia powietrza (IPCC, 2021).

Tabela 2. Charakterystyka scenariuszy SSP

Scenariusz SSP	Wymuszenie radiacyjne w 2100 r. [W/m²]	Stężenie CO_2 w 2100 r. [ppm]	Wzrost średniej temp. globalne (°C)	Charakterystyka i główne skutki klimatyczne
SSP1-1.9	1,9	ok. 350–380	ok. +1,3 do +1,5	• intensywna redukcja emisji, transformacja energetyczna • osiągnięcie neutralności klimatycznej ok. 2050 r. • uniknięcie większości negatywnych skutków zmian klimatu
SSP1-2.6	2,6	ok. 400	ok. +1,5	• ścieżka zgodna z celem Porozumienia Paryskiego (<2°C) • niskoemisyjna gospodarka • ograniczenie zjawisk ekstremalnych
SSP2-4.5	4,5	ok. 540	ok. +2,5	• częściowa redukcja emisji, ale utrzymanie umiarkowanego ocieplenia • wzrost częstości występowania zjawisk ekstremalnych
SSP3-7.0	7,0	ok. 860	ok. +3,6	• wysokie emisje, brak globalnej współpracy klimatycznej; • wzrost częstości występowania zjawisk ekstremalnych • spadek bezpieczeństwa żywnościowego i wodnego, migracje klimatyczne
SSP5-8.5	8,5	ok. 940	ok. +4,4 do +4,8	• gospodarka oparta na paliwach kopalnych, szybki wzrost emisji • występowanie zjawisk ekstremalnych • destabilizacja klimatu na skalę globalną

Źródło: opracowanie własne na podstawie https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FullReport_small.pdf

25. Skutki ekonomiczne i środowiskowe – koszty leczenia lub opieki zdrowotnej, koszty natychmiastowych lub długoterminowych środków nadzwyczajnych, koszty renowacji budynków, systemów transportu publicznego i infrastruktury, nieruchomości, dziedzictwa kulturowego itp., koszty restytucji środowiska i inne koszty środowiskowe (lub szkód środowiskowych), koszty zakłócenia działalności gospodarczej, wartości wypłat ubezpieczeniowych, koszty pośrednie dla gospodarki, pośrednie koszty społeczne i inne koszty bezpośrednie i pośrednie, w zależności od przypadku.

26. Szanse związane z klimatem (*climate-related opportunities*) – potencjalne pozytywne skutki wynikające ze zmian klimatu, które powstają w wyniku np. prowadzonych działań na rzecz łagodzenia zmian klimatu (Wynika z: Rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r. uzupełniającego dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/34/UE w odniesieniu do standardów sprawozdawczości w zakresie zrównoważonego rozwoju czytanego łącznie ze Sprostowaniem do rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r.) Potencjalne szanse wynikające ze zmian klimatu dla prowadzonej działalności, np. łagodniejsze zimy mogą sprzyjać wydłużeniu sezonu realizacji prac budowlanych, co może umożliwić sprawniejsze prowadzenie inwestycji, skrócenie przerw technologicznych oraz większą elastyczność harmonogramów realizacji nowych przedsięwzięć.

27. Działalność gospodarcza zgodna z systematyką (*taxonomy-aligned economic activity*) – działalność gospodarcza (lub konkretna inwestycja/projekt) spełniający wymogi określone w art. 3 Taksonomii UE.

28. Działalność gospodarcza kwalifikująca się do systematyki (*taxonomy-eligible economic activity*) - działalność gospodarcza (lub konkretna inwestycja/projekt), która została opisana w Technicznych Kryteriach Kwalifikacji (TKK) niezależnie od tego czy spełnia wszystkie wymogi TKK.

29. Techniczne Kryteria Kwalifikacji (TKK, *Technical Screening Criteria*) – akty delegowane wydawane przez Komisję Europejską na podstawie art. 10 ust. 3, art. 11 ust. 3, art. 12 ust. 2, art. 13 ust. 2, art. 14 ust. 2 i art. 15 ust. 2 Taksonomii UE, które określają techniczne szczegóły jakie powinny być spełnione, aby dana działalność gospodarcza została uznana za zgodną z Taksonomią UE, czyli za działalność gospodarczą zrównoważoną środowiskowo.

30. Zagrożenie (*hazard*) – niebezpieczne zjawisko, substancja, działalność ludzka lub stan, które mogą spowodować utratę życia, obrażenia lub inne skutki zdrowotne, szkody materialne, utratę środków do życia i usług, zakłócenia społeczne i ekonomiczne lub szkody dla środowiska.

31. Komentarz: Zagrożenia są opisywane ilościowo przez prawdopodobną częstotliwość występowania różnych natężeń dla różnych obszarów, ustaloną na podstawie danych historycznych lub analizy naukowej.

32. Oceny zagrożeń określają prawdopodobieństwo wystąpienia danego zagrożenia o określonej intensywności.

33. Oceny zagrożeń wielokrotnych określają prawdopodobieństwo wystąpienia różnych zagrożeń pojawiających się jednocześnie lub w krótkim odstępie czasu. Może to wynikać z ich wzajemnych zależności, wspólnego zdarzenia wyzwalającego albo tego, że oddziałują na te same podatne elementy – nawet jeśli nie zachodzą na siebie chronologicznie.

34. Mapa zagrożeń (*hazard map*) – mapa przedstawiająca poziomy prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia na danym obszarze geograficznym. Takie mapy mogą skupiać się tylko na jednym zagrożeniu lub obejmować kilka typów zagrożeń (mapa wielu zagrożeń).

35. Mapa wielu zagrożeń (*multi-hazard map*) – mapa przedstawiająca poziomy prawdopodobieństwa wystąpienia kilku zagrożeń na danym obszarze geograficznym.

36. Zasada DNSH – (*Do No Significant Harm*) – zasada „Nie czyń poważnych szkód" to kluczowy element Taksonomii UE, który wymaga, aby działalność gospodarcza nie powodowała poważnych szkód dla żadnego z sześciu celów środowiskowych określonych w Taksonomii UE. Oznacza to, że nawet jeśli dana działalność wnosi istotny wkład w realizację jednego z celów (np. łagodzenie zmian klimatu), musi jednocześnie spełniać techniczne kryteria kwalifikacji (TKK) zapewniające brak czynienia poważnych szkód dla pozostałych pięciu celów. Techniczne kryteria klasyfikacji dla danych działalności i celów środowiskowych zostały opublikowane w rozporządzeniach delegowanych. Przykładowo, dla działalności związanej z budową nowych budynków, Taksonomia UE określiła kryteria istotnego wkładu dla celów: łagodzenie zmian klimatu, adaptacja do zmian klimatu oraz przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym. Każdorazowo kryterium istotnego wkładu dla danego celu środowiskowego jest zestawione z kryteriami DNSH dla pozostałych pięciu celów środowiskowych wskazanych w Taksonomii UE.

1.4. Wymagania Taksonomii UE dotyczące adaptacji do zmian klimatu

Taksonomia UE została przyjęta w celu stworzenia jednolitych kryteriów stosowanych do ustalania, czy dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako zrównoważona środowiskowo. Celem regulacji było ustanowienie ram klasyfikacji opartych na obiektywnych, naukowo uzasadnionych kryteriach. Taksonomia UE ma być jednym z narzędzi, które umożliwi przekierowanie finansowań na przedsięwzięcia wspierające cele zrównoważonego rozwoju. Żeby jednak to osiągnąć i zapewnić spójność rynku wewnętrznego UE musiały zostać ustanowione jednolite kryteria. Taksonomia UE określa, czy dana inwestycja może zostać uznana za zrównoważoną środowiskowo.

Działalność gospodarcza zrównoważona środowiskowo to taka, która spełnia łącznie następujące kryteria:

a) wnosi istotny wkład w realizację co najmniej jednego z celów środowiskowych określonych w art. 9 zgodnie z art. 10–16 Taksonomii UE;

b) nie wyrządza poważnych szkód dla żadnego z celów środowiskowych określonych w art. 9 zgodnie z art. 17 Taksonomii UE;

c) jest prowadzona zgodnie z minimalnymi gwarancjami określonymi w art. 18 Taksonomii UE; oraz

d) spełnia techniczne kryteria kwalifikacji, które zostały ustanowione przez Komisję zgodnie z art. 10 ust. 3, art. 11 ust. 3, art. 12 ust. 2, art. 13 ust. 2, art. 14 ust. 2 lub art. 15 ust. 2.

Adaptacja do zmian klimatu jest jednym z celów środowiskowych, wskazanym w art. 9 lit. b).

Sama Taksonomia UE definiuje na poziomie ogólnym co oznacza wnoszenie istotnego wkładu w adaptację do zmian klimatu. Zostało to określone w art. 11 Taksonomii UE. Zgodnie tym artykułem, *dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w adaptację do zmian klimatu, jeżeli działalność ta:*

a) obejmuje rozwiązania w zakresie adaptacji, które istotnie ograniczają ryzyko niekorzystnych skutków obecnych i oczekiwanych przyszłych warunków klimatycznych dla tej działalności gospodarczej albo istotnie ograniczają te niekorzystne skutki bez zwiększania ryzyka niekorzystnych skutków wywieranych na ludzi, przyrodę lub aktywa; lub

b) zapewnia rozwiązania w zakresie adaptacji, które – oprócz tego, że spełniają warunki określone w art. 16 – wnoszą istotny wkład w zapobieganie ryzyku niekorzystnych skutków obecnych i oczekiwanych przyszłych warunków klimatycznych wywieranych na ludzi, przyrodę lub aktywa, lub w ograniczanie tego ryzyka, bez zwiększania ryzyka niekorzystnych skutków wywieranych na ludzi, przyrodę lub aktywa.

Rozwiązania adaptacyjne powinny być oparte na najlepszych dostępnych prognozach klimatycznych, usystematyzowane i uszeregowane według priorytetów oraz ukierunkowane na:

- ochronę działalności w jej lokalnym kontekście,
- lub ochronę środowiska, w którym działalność jest prowadzona.

Zgodnie z art. 17 Taksonomii UE

1. Do celów art. 3 lit. b) daną działalność gospodarczą uznaje się – z uwzględnieniem cyklu życia produktów dostarczanych i usług świadczonych w ramach tej działalności gospodarczej, w tym danych pochodzących z istniejących ocen cyklu życia – za wyrządzającą poważne szkody:

a) łagodzeniu zmian klimatu, jeżeli działalność ta prowadzi do znaczących emisji gazów cieplarnianych;

b) adaptacji do zmian klimatu, jeżeli działalność ta prowadzi do nasilenia niekorzystnych skutków obecnych i oczekiwanych, przyszłych warunków klimatycznych, wywieranych na tę działalność lub na ludzi, przyrodę lub aktywa;

Techniczne kryteria kwalifikacji (TKK) wskazujące szczegółowe wymogi związane z realizacją celu jakim jest adaptacja do zmian klimatu zostały zdefiniowane w rozporządzeniu delegowanym Komisji (UE) 2021/2139.[7]

Analiza ryzyka fizycznego zgodnie ze scenariuszami IPCC jest jednym z elementów składowych „kryterium istotnego wkładu", ponieważ istotny wkład będzie miał miejsce wtedy, gdy dana działalność przyczynia się do zmniejszenia najważniejszych zidentyfikowanych rodzajów ryzyka fizycznego związanego z klimatem.

Ryzyka fizyczne związane z klimatem kluczowe dla danej działalności powinny być oceniane spośród rodzajów ryzyka wymienionych w dodatku A do TKK[8] na podstawie przeprowadzonej szczegółowej oceny ryzyka. Ta ocena powinna odbyć się w 3 etapach:

1. ocena, które rodzaje ryzyka fizycznego związanego z klimatem mają wpływ na prowadzoną działalność

2. w przypadku zidentyfikowania już powiązanych rodzajów ryzyka fizycznego należy dokonać analizy ryzyka i narażenia na nie, przez ocenę istotności zagrożenia dla działalności.

3. ocena rozwiązań, które mogą zmniejszać zidentyfikowane zagrożenia.

Natomiast zasada DNSH sprowadza się do tego, że oceniana działalność musi zostać oceniona nie tylko z perspektywy tego na ile przyczynia się do realizacji celu jakim jest adaptacja do zmian klimatu (jeden z celów środowiskowych), ale także nie czyni poważnej szkody dla żadnego innego celu środowiskowego. Ocena ryzyka fizycznego związanego z klimatem umożliwia potwierdzenie zachowania zasady DNSH.

Zatem, odpowiednie uwzględnienie ryzyk fizycznych jest niezbędne do oceny czy dana działalność spełnia kryterium istotnego wkładu oraz czy spełnia zasadę DNSH. W skrócie można powiedzieć, że ocena ryzyka fizycznego jest częścią procesu adaptacji do zmian klimatu.

---

7 TKK są skonstruowane w taki sposób, że wskazywane są poszczególne sektory działalności gospodarczej, jak np. budownictwo i działalność związana z obsługą rynku nieruchomości. Następnie przygotowany jest krótki opis danej branży wraz z podaniem kodów NACE. Później wskazane są konkretne kryteria umożliwiające określenie czy dana działalność spełnia kryterium istotnego wkładu (w tym miejscu parametry i wymogi są determinowane specyfiką danej branży). W kolejnym punkcie znajduje się wykaz elementów, jakie muszą zostać spełnione, aby uznać, że działalność nie wyrządza istotnych szkód pozostałym celom środowiskowym określonym w Taksonomii UE (zachowanie zasady DNSH).

8 Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2021/2139 z dnia 4 czerwca 2021 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 poprzez ustanowienie technicznych kryteriów kwalifikacji służących określeniu warunków, na jakich dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w łagodzenie zmian klimatu lub w adaptację do zmian klimatu, a także określeniu, czy ta działalność gospodarcza nie wyrządza poważnych szkód względem żadnego z pozostałych celów środowiskowych, Dz.U. L 442 z 9.12.2021, s. 1–349 z późn. zm.

2. Etapy analizy ryzyka klimatycznego zgodnie z Taksonomią UE

2.1. Podstawowe etapy przeprowadzenia analizy ryzyka

Podstawowe etapy przeprowadzenia analizy ryzyka klimatycznego dla budownictwa i nieruchomości zgodnie z Taksonomią UE obejmują następujące kroki[9]:

1. Określenie kontekstu i charakteru nieruchomości, dla której będzie wykonywana analiza.
2. Określenie lokalizacji nieruchomości.
3. Identyfikacja zagrożeń we wskazanej lokalizacji – określenie potencjalnych zagrożeń klimatycznych i środowiskowych w danej lokalizacji (np. charakterystycznych dla całej Polski, regionu nadmorskiego, regionu górskiego).
4. Określenie przewidywanego cyklu życia budynku/inwestycji dla którego zostanie wykonana analiza.
5. Dobór scenariuszy klimatycznych.
6. Analiza zagrożeń klimatycznych[10]:
   a. ocena ekspozycji (wykonanie analizy danych historycznych i scenariuszowych dla przyjętego cyklu życia);
   b. ocena wrażliwości;
   c. ocena podatności.
7. Ocena ryzyka klimatycznego z uwzględnieniem oddziaływania zagrożeń i analizy prawdopodobieństwa.
8. Plan adaptacji do zmian klimatu.

Poszczególne etapy analizy szczegółowo określono w punktach poniżej.

2.2. Określenie kontekstu i charakteru działalności, lokalizacja, typ budynku

Każda działalność uznana za wnoszącą istotny wkład w adaptację do zmian klimatu musi zapobiegać lub ograniczać fizyczne zagrożenia klimatyczne, które są istotne (tj. mogą

9 Dla innych działalności schemat postepowania jest zbliżony

10 Przyjęta systematyka bazuje na Normie ISO 14 090 i 14 091 - (metodyka analizy ryzyka fizycznego - klimatycznego)

prowadzić do szkód) dla danego składnika majątku, operacji, działalności lub infrastruktury, w określonej lokalizacji i kontekście. Analizy powinny być oparte na ocenach ryzyka klimatycznego[11].

Techniczne kryteria kwalifikacji dotyczące niektórych rodzajów działalności opierają się na elementach o dużej złożoności technicznej, a ocena, czy kryteria te zostały spełnione, może wymagać wiedzy eksperckiej i nie być wykonalna dla inwestorów lub konsumentów[12].

Podatność nieruchomości za zagrożenia klimatyczne jest ściśle związana z szerszym kontekstem. W analizie ryzyka klimatycznego ważna jest dokładna lokalizacja nieruchomości w kontekście potencjalnych zagrożeń np. położenia w stosunku do terenów zalewowych, sąsiedztwo i otoczenie, polityki i działania miasta (np. postępowanie z wodą deszczową czy środki wdrożone w celu zapobiegania suszy). Podatność nieruchomości na zagrożenia klimatyczne odnosi się do faktu, że wybudowany składnik aktywów znajduje się w określonej sytuacji lub miejscu, a zatem jest narażony na potencjalną stratę.

Dodatkowo część zagrożeń wymienionych w Taksonomii UE jak np. topnienie wiecznej zmarzliny będą miały zastosowanie tylko w określonych regionach Europy. Podczas analizy narażenia budynku na określone zagrożenia klimatyczne należy uwzględnić wszystkie wymiary oddziaływania. Oznacza to, że nawet jeśli prawdopodobieństwo uszkodzenia konstrukcji przez dane zagrożenie – np. falę upałów – jest niewielkie, może ono wpływać na funkcjonowanie budynku (np. komfort użytkowników), a w konsekwencji także na jego wartość, jeżeli obiekt staje się nieużyteczny podczas wysokich temperatur. [13]

Podobnie zapobieganie i ograniczanie ryzyka może prowadzić do różnych rozwiązań adaptacyjnych w zależności od kontekstu, lokalizacji działalności, skali, zdolności instytucjonalnych i finansowych podmiotu do radzenia sobie z ryzykiem klimatycznym oraz ewolucji tego ryzyka w czasie (np. wzrost poziomu morza lub powtarzające się susze).

2.2.1. Charakter działalności, lokalizacja, typ budynku

W zależności od tych czynników podmiot gospodarczy (przedsiębiorstwo) może:

- wdrożyć rozwiązania adaptacyjne w ramach samej działalności gospodarczej, które w istotny sposób zmniejszają (ryzyko) negatywnego wpływu zmian klimatycznych na tę działalność gospodarczą (działalność dostosowana),

11 COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT REPORT … {SWD(2021) 153 final}

12 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R2139

13 https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2023-04/Technical%20Guidance%20adapting%20buildings.pdf

- nabyć/dostarczyć rozwiązanie adaptacyjne, które w istotny sposób przyczyniają się do zapobiegania lub zmniejszania (ryzyka) negatywnego wpływu zmian klimatycznych na inne osoby, przyrodę lub zasoby.

Rozwiązania adaptacyjne należy dobrać odpowiednio do wyników oceny ryzyka i kontekstu, w którym będą wdrażane oraz włączyć do jednego, spójnego planu, który zapewni, że zastosowane razem działania istotnie ograniczą zidentyfikowane zagrożenia i skutki zmian klimatu.

Działania adaptacyjne obejmują nie tylko rozwiązania wdrażane na terenie samej nieruchomości, lecz ważne są też zintegrowane inicjatywy realizowane w skali miejskiej. Władze lokalne mają możliwość przewidywania i wpływania na rozwiązania adaptacyjne na szczeblu lokalnym i regionalnym.

Unijna systematyka dotycząca zrównoważonego rozwoju zawiera następujące podstawowe działalności gospodarcze z rynku nieruchomości:

- budowa nowych budynków,
- renowacje/remonty istniejących budynków,
- nabywanie i posiadanie budynków na własność.

Podczas przeprowadzania analizy ryzyka klimatycznego kluczową kwestią jest typologia budynków. Narażenie budynków na zagrożenia klimatyczne różni się w zależności od tego, czy rozpatrywany budynek jest domem jednorodzinnym, biurowcem, szkołą, czy szpitalem. Podobnie, zasoby dostępne do przeprowadzenia analizy ryzyka klimatycznego, jak i możliwości adaptacji budynków różnią się w zależności od tego, czy właścicielem jest osoba fizyczna, organ publiczny czy duży prywatny deweloper. W przypadku budowy nowych budynków i projektów renowacyjnych najlepiej byłoby, gdyby ocena była przeprowadzana na wczesnym etapie projektowania, aby umożliwić włączenie odpowiednich środków dostosowawczych.

2.2.2. Przewidywany cykl życia budynku, horyzont czasowy analizy (krótko-, średnio-długoterminowy)

Zgodnie z Załącznikiem A[14] ocena ryzyka klimatycznego i podatności jest proporcjonalna do skali działalności oraz jej przewidywanego cyklu życia, w taki sposób, że:

(a) dla działalności o przewidywanym cyklu życia krótszym niż 10 lat ocena jest przeprowadzana co najmniej z wykorzystaniem projekcji klimatycznych w najmniejszej odpowiedniej skali;

14 https://ec.europa.eu/sustainable-finance-taxonomy/assets/documents/CCM%20Appendix%20A.pdf

(b) dla wszystkich pozostałych działalności ocena jest przeprowadzana z użyciem projekcji klimatycznych o najwyższej dostępnej rozdzielczości, zgodnych z najnowszym stanem wiedzy, w oparciu o pełen zakres dostępnych scenariuszy przyszłości, spójnych z przewidywanym czasem życia działalności, obejmujących co najmniej projekcje klimatyczne na okres 10–30 lat dla dużych inwestycji.

2.2.3. Dobór scenariuszy klimatycznych (RCP/SSP)

W zależności od dostępności danych można zastosować scenariusze RCP (*Representative Concentration Pathways*) lub SSP (*Shared Socioeconomic Pathways*). Zaleca się, aby w przypadku analiz dla budownictwa stosować co najmniej dwa scenariusze: jeden umiarkowany (np. SSP2-4.5 / RCP4.5) oraz jeden wysokich emisji (np. SSP3-7.0 lub RCP8.5), tak aby odzwierciedlić niepewność modeli i zapewnić analizę wariantu skrajnego. Scenariusze RCP są dostępne m.in. w bazie danych Klimada 2.0. Natomiast scenariusze SSP (*Shared Socioeconomic Pathways*) nie są jeszcze w pełni dostępne we wszystkich bazach danych i modelach klimatycznych. Zgodnie z zawiadomieniem Komisji UE (C/2023/267) (pyt. 166) w analizach ryzyka klimatycznego możemy korzystać z dostępnych scenariuszy RCP (*Representative Concentration Pathways*), które koncentrują się na trajektoriach emisji gazów cieplarnianych i wymuszeniu radiacyjnym, stanowiąc sprawdzoną podstawę do prognozowania zmian klimatu. Natomiast jeżeli scenariusze SSP zostaną udostępnione do baz danych, użytkownicy powinni odnosić się do najnowszego raportu IPCC.

W 2021 roku opublikowany został VI Raport IPCC, w którym przedstawiono nowe scenariusze rozwoju społeczno-gospodarczego i klimatycznego – tzw. *Shared Socioeconomic Pathways* (SSP). Scenariusze te łączą prognozy dotyczące emisji gazów cieplarnianych z możliwymi kierunkami rozwoju społeczeństw i gospodarki, uwzględniając m.in. tempo transformacji energetycznej, nierówności społeczne czy poziom globalnej współpracy. Dzięki temu pozwalają one na bardziej kompleksową ocenę przyszłych rodzajów ryzyka klimatycznego w porównaniu do wcześniejszych scenariuszy RCP. Kierując się wyborem odpowiednich scenariuszy scenariusz RCP 4.5 odpowiada scenariuszowi SSP2-4.5, RCP 6.0 – SSP3-7.0, natomiast RCP 8.5 – SSP 5-8.5. Dobór odpowiedniego scenariusza polega na wyborze ścieżek emisji gazów cieplarnianych oraz – w przypadku SSP – założeń społeczno-gospodarczych, które najlepiej odpowiadają celowi badania i przyjętemu horyzontowi czasowemu.

Dobór scenariuszy klimatycznych zarówno w przypadku nowych, jak i planowanych budynków wymaga uwzględnienia:

a) skali działalności i oczekiwanego okresu jej prowadzenia:

- działalność krótsza niż 10 lat – w przypadku działalności planowanej na okres krótszy niż 10 lat należy opierać się na projekcjach klimatycznych w najmniejszej dostępnej i jednocześnie odpowiedniej skali czasowej oraz przestrzennej. Można wykorzystać scenariusze RCP 4.5 (lub SSP 2-4.5) lub RCP 6.0 (SSP 3-7.0) lub RCP 8.5 (lub SSP5-8.5). Oznacza to, że w analizie ryzyka wykorzystuje się przede wszystkim krótkoterminowe prognozy (np. do roku 2035) oraz dane regionalne i lokalne, które najlepiej odzwierciedlają

warunki klimatyczne obszaru objętego przedsięwzięciem. W tego typu analizach szczególnie istotne są także dane historyczne i obserwowane trendy z ostatnich lat, ponieważ to one najtrafniej obrazują potencjalne zagrożenia mogące wystąpić w horyzoncie czasowym prowadzonej działalności,

- działalność dłuższa niż 10 lat – wykorzystuje się scenariusze dopasowane do przewidywanego okresu realizacji działalności. Dostępne scenariusze należy stosować na skalę, która jest znacząca i proporcjonalna do oceny potencjalnych skutków zagrożeń w ramach czasowych prowadzenia działalności gospodarczej: (Wynika z: Rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r. uzupełniającego dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/34/UE w odniesieniu do standardów sprawozdawczości w zakresie zrównoważonego rozwoju czytanego łącznie ze Sprostowaniem do rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r.)

  - zgodnie z zawiadomieniem Komisji UE (C/2023/267) (pyt. 169) scenariusz RCP 4.5 lub SSP2-4.5 można wykorzystać do prognoz klimatu do około 2060 r. (różnice między poszczególnymi scenariuszami emisji są jeszcze niewielkie, natomiast po tym okresie scenariusz RCP 4.5 może zaniżać skalę zmian, zwłaszcza jeśli emisje gazów cieplarnianych będą wyższe od prognoz);

  - scenariusz RCP 6.0 lub SSP3-7.0 lub RCP 8.5 lub SSP5-8.5. (przede wszystkim) należy wykorzystać do prognoz do 2100 r. (ocieplenie w RCP 8.5 jest większe niż w większości dotychczasowych ścieżek emisji, jego uwzględnienie ma znaczenie w zarządzaniu ryzykiem);

  Oprócz scenariuszy RCP 4,5, 6.0 i 8.5 wyróżniono również scenariusz RCP 2.6 (SSP1-1.9). Scenariusz ten zakłada wyhamowanie globalnego ocieplenia w połowie stulecia i stabilizacje stężenia CO_2. Jednak w praktyce scenariusz ten nie jest powszechnie stosowany w analizach ryzyka klimatycznego, ponieważ wymaga on bardzo zdecydowanych działań redukcyjnych, które obecnie uznaje się za mało prawdopodobne do zrealizowania w skali globalnej.

b) dostępność scenariuszy: scenariusze można pozyskać z następujących baz danych:

- IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)
- Copernicus Climate Data Store (CDS)
- European Environment Agency (EEA)
- Climate-ADAPT
- Aqueduct Water Risk Atlas
- Climate Central Coastal
- KLIMADA 2.0

Bazy danych zostały szczegółowo przedstawione w Załączniku nr 2.

c) wcześniejsze narażenie na zagrożenie:

jak wskazano w zawiadomieniu Komisji UE C/2023/267 (pyt. 168)[15]

- jeśli budynek w przeszłości doświadczał skutków określonych zagrożeń lub teren, na którym planowana jest nowa inwestycja, był narażony na ich wystąpienie, i wcześniej były prowadzone działania adaptacyjne, można zastosować łagodniejszy scenariusz (np. RCP 4.5), zakładający umiarkowane ograniczenia emisji i mniejszą skalę zmian klimatu,

- jeśli budynek w przeszłości nie doświadczał skutków określonych zagrożeń lub teren, na którym planowana jest nowa inwestycja, nie był narażony na ich wystąpienie należy przyjąć scenariusz RCP 8.5, czyli wariant z niskim poziomem łagodzenia.

Natomiast, w celu zachowania zasady ostrożności zaleca się zastosowanie scenariusza RCP 8.5 w obu przypadkach, tj., jeżeli budynek:

- w przeszłości doświadczał skutków określonych zagrożeń lub teren, na którym planowana jest nowa inwestycja,

- był narażony na ich wystąpienie lub

- budynek w przeszłości nie doświadczał skutków określonych zagrożeń lub

- teren, na którym planowana jest nowa inwestycja, nie był narażony na ich wystąpienie, w celu uniknięcia niedoszacowania strat, które mogą wyniknąć np. z braku jednoznacznych danych o wcześniejszej skali skutków, a także w przypadku, kiedy nie posiadamy informacji, czy wprowadzono działania adaptacyjne.

Takie podejście pozwala ograniczyć ryzyko niedoszacowania zagrożeń w miejscach bez historycznych danych i zapewnia, że inwestycja będzie odporna nawet na najbardziej ekstremalne prognozy klimatyczne.

d) zasady proporcjonalności w kontekście oceny ryzyka klimatycznego wymaganej przez kryterium „nieczynienia poważnych szkód" (DNSH) w obszarze adaptacji do zmian klimatu - jak wskazano w zawiadomieniu Komisji UE C/2023/267 (pyt. 170) zakres oceny powinien być proporcjonalny do: skali projektu, rodzaju i poziomu ryzyka klimatycznego, znaczenia obiektu i jego wrażliwości. W wielu przypadkach wystarczające może być

15 Zawiadomienie Komisji w sprawie interpretacji i wykonania niektórych przepisów prawnych aktu delegowanego UE w sprawie unijnej systematyki dotyczącej zmiany klimatu ustanawiającego techniczne kryteria kwalifikacji w odniesieniu do tych rodzajów działalności gospodarczej, która wnosi istotny wkład łagodzenie zmiany klimatu lub adaptację do zmiany klimatu i nie wyrządza poważnych szkód względem żadnego z pozostałych celów środowiskowych, C/2023/6756.

zastosowanie pesymistycznego scenariusza, takiego jak RCP 8.5, bez rozważania wszystkich czterech scenariuszy RCP pod warunkiem, że rozważenie dodatkowych scenariuszy prawdopodobnie nie dostarczy nowych spostrzeżeń istotnych dla oceny ryzyka (Zawiadomienie Komisji (UE) 2023/2772 z dnia 31 lipca 2023 r.).

e) rodzaju zagrożeń zgodnie z raportem IPCC i z podejściem stosowanym w modelach hydrologicznych w Polsce.

Tabela 3. Prezentacja zagrożeń, scenariuszy i uzasadnienia

Zagrożenie	Zalecane scenariusze: SSP/RCP	Uzasadnienie
Zmiany temperatury (powietrze, woda słodka, morska), stres termiczny, fale upałów, susza, deficyt wody	SSP2-4.5 (RCP 4.5) / SSP3-7.0 (RCP 6.0)	Wzrost temperatury powietrza, wzrost liczby dni ekstremalnie gorących, ograniczenie dostępności wody
Silne opady (deszcz, grad, śnieg/lód)	SSP5-8.5 (RCP8.5)	Wysoka niepewność prognozowania i potrzeby bezpieczeństwa
Powódź (przybrzeżna, rzeczna, opadowa, od wód gruntowych)	SSP5-8.5 (RCP8.5)	Zgodnie z podejściem stosowanym w modelach hydrologicznych w Polsce

Źródło: opracowanie własne na podstawie https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FullReport_small.pdf

2.3. Analiza ryzyka fizycznego związanego z klimatem – informacje ogólne

Przyjmuje się, że ocena fizycznego ryzyka klimatycznego i podatności na to ryzyko dla budynków powinna obejmować następujące etapy:

- ocenę ekspozycji (zagrożenia, zagrożenia brutto); obejmującą zagrożenia fizyczne, na które budynek prawdopodobnie będzie narażony w przewidywanym okresie funkcjonowania;
- ocenę wrażliwości (zagrożenia netto) - obejmującą analizę rozwiązań fizycznych (odporność elementów budowlanych i instalacyjnych), wyposażenia w zasilanie awaryjne, rozwiązań architektonicznych (orientacja wzgl. stron świata, uwzględnienie ukształtowania terenu, zagospodarowanie terenu wokół budynku, ochrony przed przegrzewaniem),
- ocenę podatności budynku na wszelkie zidentyfikowane zagrożenia, łącząca wyniki analizy oceny ekspozycji (zagrożenia brutto) oraz analizy wrażliwości i zdolności adaptacyjnych budynku (zagrożenia netto);
- przegląd potencjalnych skutków (oddziaływania) wraz z oceną prawdopodobieństwa i wielkości tych oddziaływań w celu oceny ryzyka związanego z klimatem dla budynku.

Powyższe etapy zostały pokrótce omówione w dalszej części Poradnika, natomiast pełny przegląd elementów oceny można znaleźć w dokumencie *EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change* (https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7cca7ab9-cc5e-11ed-a05c-01aa75ed71a1/language-en).

2.4. Ocena ekspozycji budynku na zagrożenia klimatyczne

Ocena ekspozycji budynku zarówno nowopowstałego, jak i istniejącego na zagrożenia klimatyczne, polega na analizie i ocenie jakie zagrożenia są istotne dla danej lokalizacji. Proces ten obejmuje identyfikację potencjalnych zagrożeń występujących obecnie oraz tych, które mogą pojawić się w przyszłości w wyniku nasilenia zmian klimatycznych.

Powyższa ocena obejmuje następujące etapy:

- analiza: lokalizacji budynku (sąsiedztwo cieków wodnych), roku budowy, technologii konstrukcji, rozwiązań materiałowych (dach, elewacja), rozwiązań instalacyjnych (w tym klimatyzacja, system M=BMS), planowanego cyklu życia, sposobu użytkowania oraz infrastruktury towarzyszącej budynkowi – parkingi zewnętrzne, zagospodarowanie terenu (np. powierzchnię biologicznie czynną),
- analiza zagrożeń związanych z klimatem, które nie mają szansy wystąpić w danej lokalizacji,
- analiza zagrożeń klimatycznych, które pozostały wynikowo po poprzednich etapach, oceniając stopień ich nasilenia oraz wpływu na budynek (bądź poszczególne elementy budynku) w przewidywanym cyklu życia obiektu, w perspektywie do 10 lat i do 30 lat w adekwatnym/ch scenariuszu/ach zmian klimatu, odnosząc się m.in. do istniejących:
- Miejskiego Planu Adaptacji,
- map klimatycznych Klimada 2.0,
- Hydroportalu,
- Mapy osuwisk.

Należy wziąć pod uwagę również narażenia historyczne, a więc historyczne uszkodzenia, jakie wystąpiły w przeszłości oraz związane z nimi naprawy.

W przypadku **budynków istniejących** ocena ekspozycji opiera się na analizie dotychczasowych i prognozowanych warunków klimatycznych występujących w danym obszarze, warunków lokalnych oraz stanu technicznego obiektu – w tym odporności konstrukcji i systemów instalacyjnych. Ważnym elementem jest określenie prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożeń w całym okresie przewidywanej eksploatacji, co wymaga wykorzystania scenariuszy klimatycznych. Istotne jest także uwzględnienie zmian w otoczeniu, takich jak nowa zabudowa, zmiany w zagospodarowania terenu czy modernizacja systemów odprowadzania wód

opadowych, które mogą zarówno zwiększać, jak i zmniejszać podatność budynku na skutki ekstremalnych zjawisk pogodowych.

W odniesieniu do **budynków nowo powstających** ocena ekspozycji wymaga prognozowania warunków klimatycznych podczas etapu budowy oraz w całym planowanym okresie użytkowania obiektu. W tym celu również stosuje się scenariusze klimatyczne, aby oszacować prawdopodobieństwo wystąpienia określonych zjawisk w przyszłości. Dzięki temu już na etapie projektu można uwzględnić rozwiązania lokalizacyjne, konstrukcyjne i materiałowe minimalizujące ryzyko, takie jak podniesienie poziomu posadowienia budynku, zastosowanie materiałów odpornych na wysoką temperaturę i wilgoć, wzmocnienie konstrukcji dachów czy wprowadzenie zielonych stref retencyjnych w otoczeniu budynku. W ramach analizy należy także uwzględnić potencjalne zagrożenia mogące pojawić się w trakcie realizacji inwestycji i powodować opóźnienia w harmonogramie.

Ostatecznym celem takiej oceny jest uzyskanie pełnego obrazu obecnych i przyszłych zagrożeń oraz określenie poziomu ryzyka, co stanowi podstawę do planowania działań adaptacyjnych i inwestycyjnych, zwiększających odporność budynku na zmieniające się warunki klimatyczne.

Przykłady parametrów do oceny ekspozycji budynku na wybrane zagrożenia klimatyczne przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 4. Przykłady parametrów do oceny ekspozycji budynku na wybrane zagrożenia klimatyczne

Zagrożenie związane z klimatem	Parametr/ Wskaźniki klimatyczne
Zmiana temperatury powietrza	CDD - Stopniodni chłodzenia
	Średnia temperatura roczna [°C]
Stres termiczny	Liczba dni upalnych (Tmax > 30°C)
Zmiana wzorców opadów atmosferycznych	Roczna suma opadu [mm]
Silne opady deszczu	Wskaźnik intensywności opadu
	Liczba dni w roku z opadem dziennym >30 mm
Fale upałów	Liczba fal upałów (min. 3 dni z Tmax > 30 °C)
Susza	Liczba okresów bez opadu dłuższych niż 5 dni

Zagrożenie związane z klimatem	Parametr/ Wskaźniki klimatyczne
Podnoszący się poziom mórz	lokalizacja w granicach obszaru znajdującego się poniżej wzrostu poziomu morza (tak/ nie)
Powódź	Głębokość wody przy powodzi od strony morza - 1% (raz na 100 lat) [m]
	Głębokość wody przy powodzi rzecznej - 1% (raz na 100 lat) [m]
Erozja gleby	R-factor (wskaźnikiem erozji opadowej)
Osuwisko	lokalizacja w granicach istniejących osuwisk (tak/ nie)
	Lokalizacja w granicach terenu zagrożonego ruchami masowymi (tak/nie)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie https://klimada2.ios.gov.pl/

2.5. Zagrożenia klimatyczne występujące na terenie Polski

Na terenie Polski występuje wiele zagrożeń klimatycznych, które mają istotny wpływ zarówno na nowo powstające, jak i już istniejące budynki. Wraz z postępującymi zmianami klimatu rośnie częstotliwość i intensywność zjawisk ekstremalnych, co zwiększa ryzyko uszkodzeń konstrukcji, pogorszenia warunków użytkowania oraz wzrostu kosztów utrzymania obiektów.

Zagrożenia te w większości pokrywają się z zagrożeniami przedstawionymi w katalogu zagrożeń klimatycznych znajdującym się w Dodatku A do załącznika I Rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2021/2139 z dnia 4 czerwca 2021 r.[1] Zagrożenia te można podzielić na dwie grupy: stałe rozumiane jako zmiany długoterminowe oraz ostre rozumiane jako zagrożenia krótkotrwałe, ekstremalne. Podział zagrożeń klimatycznych na „ostre" i „stałe" przyjęty w Taksonomii UE jest zgodny z klasyfikacją stosowaną w wytycznych TCFD (*Task Force on Climate-related Financial Disclosures, Final Recommendations Report*, 2017).

Tabela 5. Klasyfikacja zagrożeń związanych z klimatem

	Związane z temperaturą	Związane z wiatrem	Związane z wodą	Związane z ziemią
Stałe	Zmiany temperatury (powietrze, woda słodka, woda morska)	Zmiany cyrkulacji wiatru	Zmiany wzorców i rodzajów opadów (deszcz, grad, śnieg/lód)	Erozja obszarów przybrzeżnych
	Stres termiczny		Zmienność opadów lub zmienność hydrologiczna	Degradacja gleby
	Zmienność temperatury		Zakwaszanie oceanów	Erozja gleby
	Topnienie wiecznej zmarzliny		Intruzja wód morskich	Soliflukcja
			Podnoszący się poziom mórz	
			Deficyt wody	
Ostre	Fala upałów	Cyklon, huragan, tajfun	Susza	Lawina
	Fala chłodu/ mróz	Burza (w tym śnieżyce, burze pyłowe i piaskowe)	Silne opady (deszcz, grad, śnieg/lód)	Osuwisko
	Pożar samoistny	Tornado	Powódź (przybrzeżna, rzeczna, opadowa, od wód gruntowych)	Osunięcie się ziemi
			Wezbranie jeziora lodowcowego	

Źródło: Załącznik A Rozporządzenie delegowane 2021/2139.

Ze względu na położenie geograficzne Polski, zagrożenia takie jak topnienie wiecznej zmarzliny, cyklony tropikalne (huragany i tajfuny), zakwaszanie oceanów, wezbranie jeziora lodowcowego czy procesy soliflukcji są uważane za nieistotne.

Ponadto zagrożenia takie jak wzrost poziomu morza, intruzja wód morskich, erozja obszarów przybrzeżnych czy powodzie przybrzeżne dotyczą wyłącznie inwestycji zlokalizowanych na terenach nadmorskich. Natomiast pozostałe zagrożenia mogą już występować na obszarze całego kraju, co oznacza, że należy je brać pod uwagę przy ocenie ryzyka dla budynków i nieruchomości w dowolnej lokalizacji w Polsce.

Zagrożenia stałe rozumiane jako zmiany długoterminowe to procesy zachodzące w skali dekad, które stopniowo przekształcają klimat kraju i stanowią tło dla występowania ostrych epizodów pogodowych. Obejmują one zmiany temperatury (powietrze, woda słodka, woda morska), stres termiczny, zmienność temperatury, zmiany cyrkulacji wiatru, zmiany wzorców i rodzajów opadów (deszcz, grad, śnieg/lód), zmienność opadów lub zmienność hydrologiczna, intruzja wód morskich, podnoszący się poziom mórz, deficyt wody, erozja obszarów przybrzeżnych, degradacja gleby i erozja gleby. Te zagrożenia stopniowo wpływają na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo, powodując trwałe zmiany w ekosystemach i infrastrukturze. Na przykład cieplejszy klimat oznacza wydłużenie okresów wegetacyjnych, skracanie zim i przesunięcia pór roku, ale jednocześnie zwiększa zapotrzebowanie na chłodzenie budynków i zmienia bilans wodny kraju.

Skutkiem tych powolnych, długotrwałych zmian jest coraz częstsze występowanie **nagłych i ekstremalnych zjawisk**, które mogą powodować gwałtowne i poważne szkody. Zjawiska te pojawiają się niespodziewanie, charakteryzują się dużą intensywnością, a ich skutki są natychmiastowe i mogą być katastrofalne.

Do tej grupy zaliczają się m.in. fale upałów, które stają się coraz dłuższe i częstsze, oraz fale chłodów, wciąż występujące zimą, choć charakteryzujące się większą zmiennością.

Należą tu także pożary samoistne, potęgowane przez długotrwałe okresy suszy, których częstość i intensywność w ostatnich latach się znacznie nasiliła. Susze o dużej intensywności i obejmujące swym zasięgiem większą część kraju wystąpiły w latach: 2011, 2015, 2018, 2019. Dla porównania, we wcześniejszych dekadach (1989-2009) zdarzenia suszy o dużej intensywności i zasięgu notowano dwukrotnie rzadziej, raz na 5 lat (lata: 1989, 1992, 2000, 2003) (*Atlas skutków zjawisk ekstremalnych w Polsce*).

Burze, silny wiatr i trąby powietrzne pojawiają się często w sposób nagły i trudny do przewidzenia, powodując poważne szkody w infrastrukturze. Szkody wyrządzone przez trąby powietrzne dotyczą głównie skali lokalnej, niemniej sumaryczna wartość strat spowodowanych przez trąby powietrzne jest znacząca. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabierają również zagrożenia związane z występowaniem silnego wiatru. W latach 2010–2019 zjawiska te należały do najczęstszych przyczyn interwencji Państwowej Straży Pożarnej (PSP) *(Atlas skutków zjawisk ekstremalnych w Polsce*).

Z kolei intensywne opady deszczu, gradu czy śniegu i lodu mogą prowadzić do rozległych zniszczeń, a w konsekwencji do powodzi – przybrzeżnych, rzecznych, opadowych czy wywołanych wysokim poziomem wód gruntowych. Do katalogu tych zagrożeń zalicza się również lawiny, osuwiska oraz osunięcia ziemi, które mogą wystąpić w następstwie ekstremalnych warunków pogodowych.

Relacja między obiema grupami jest bezpośrednia – zmiany stałe można traktować jako „silnik", który napędza intensyfikację zjawisk nagłych, ekstremalnych. Wyższa średnia temperatura i zmieniony rozkład opadów sprzyjają częstszym falom upałów i gwałtownym burzom. Podnoszenie się poziomu morza zwiększa ryzyko cofki sztormowej w czasie niżów barycznych. Z kolei zmiany w cyrkulacji atmosferycznej powodują, że szlaki przechodzenia układów burzowych czy niżów mogą się przesuwać, przynosząc nieznane dotąd konfiguracje zagrożeń.

Tak szerokie spektrum zagrożeń sprawia, że planowanie inwestycji i utrzymania infrastruktury w Polsce wymaga uwzględniania zarówno skutków ekstremalnych zjawisk pogodowych, jak i długoterminowych trendów klimatycznych, które będą w przyszłości coraz bardziej oddziaływać na gospodarkę i bezpieczeństwo mieszkańców.

2.6. Zastosowanie miejskich planów adaptacji (MPA) i danych lokalnych

Zastosowanie miejskich planów adaptacji (MPA) i danych lokalnych odgrywa kluczową rolę w ocenie oraz minimalizowaniu ryzyka klimatycznego dla nowych i istniejących budynków. Miejskie plany adaptacji zostały opracowywane dla wielu polskich miast w ramach krajowej polityki adaptacji do zmian klimatu i stanowią cenne źródło informacji o aktualnych i prognozowanych zagrożeniach klimatycznych występujących w danym obszarze.

Zgodnie z Ustawą z dnia 27 listopada 2024 r. o zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw (Ustawa z dnia 27 listopada 2024 r. o zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw), dokumentem wyznaczającym kierunki działań dostosowanych do lokalnych uwarunkowań będzie miejski plan adaptacji do zmian klimatu (MPA). Obowiązek jego opracowania dotyczy wszystkich miast liczących co najmniej 20 tys. mieszkańców. MPA będzie tak jak do tej pory sporządzany na podstawie analizy zjawisk meteorologicznych i hydrologicznych obserwowanych na terenie gminy, a także scenariuszy prognozowanych zmian klimatu. Dokumenty te obejmują m.in. analizy scenariuszowe, mapy zagrożeń powodziowych, osuwiskowych oraz mapy miejskich wysp ciepła, a także rekomendacje działań adaptacyjnych dopasowanych do specyfiki lokalnej infrastruktury.

Dla **istniejących budynków** miejskie plany adaptacji mogą być podstawą do identyfikacji najbardziej prawdopodobnych i najgroźniejszych zagrożeń w danej lokalizacji takich np. jak powodzie czy fale upałów. MPA powinny zawierać szczegółowe dane meteorologiczne i hydrologiczne, obejmujące m.in. informacje o maksymalnych i minimalnych wartościach temperatury powietrza, liczbie dni upalnych i mroźnych, sumach i intensywności opadów, poziomach wód w rzekach oraz częstotliwości występowania zjawisk ekstremalnych. Natomiast dane lokalne zawierają szereg informacji dot. zagospodarowania terenu (w tym udział powierzchni uszczelnionych, obecność terenów zielonych), informacje o infrastrukturze (w tym np. przebieg i stan sieci kanalizacyjnych, systemów odprowadzania wód opadowych, wrażliwości na zagrożenia związane z klimatem), czy rejestry występowania zdarzeń ekstremalnych. Dzięki tym danym można lepiej ocenić, które części budynku są szczególnie narażone i wymagają priorytetowej interwencji, a także zaplanować działania adaptacyjne takie np. jak system odprowadzania wód opadowych, poprawa izolacji termicznej, czy instalację systemów chłodzenia pasywnego.

W przypadku **nowych inwestycji** MPA oraz lokalne dane stanowią cenne wsparcie przy wyborze odpowiedniej lokalizacji pod zabudowę. Dane i informacje zawarte w tych dokumentach wskazują tereny narażone np. na powódź, fale upałów czy wzrost poziomu morza, co umożliwia unikanie lokalizacji inwestycji w obszarach o podwyższonym ryzyku. Pozwala to na zastosowanie rozwiązań minimalizujących ekspozycję, takich jak podniesienie poziomu posadowienia, zaprojektowanie systemów retencji wód opadowych czy wprowadzenie obszarów zielonych.

Zarówno w odniesieniu do istniejących, jak i nowych budynków, połączenie MPA z aktualnymi danymi lokalnymi umożliwia opracowanie spójnej strategii adaptacyjnej. Pozwala to nie tylko zwiększyć odporność obiektów na skutki zmian klimatu, ale także zoptymalizować koszty inwestycji i eksploatacji, unikając strat wynikających z nieprzewidzianych zdarzeń pogodowych. W efekcie czego MPA i dane lokalne stają się praktycznym narzędziem planowania działań ochronnych na poziomie również pojedynczych nieruchomości, a nie tylko w skali całego miasta.

2.7. Ocena wrażliwości budynku na zagrożenia klimatyczne

Ocena wrażliwości (narażenia netto) obejmuje analizę rozwiązań fizycznych budynku (odporność elementów budowlanych i instalacyjnych), jego wyposażenia w zasilanie awaryjne, rozwiązań architektonicznych (orientacja wzgl. stron świata, uwzględnienie ukształtowania terenu, zagospodarowanie terenu wokół budynku, ochrony przed przegrzewaniem), a także rozwiązań niefizycznych budynku (regularność przeglądów i wdrażania zaleceń, procedury ostrzegania i postępowania w razie awarii, procedury BHP, gwarancje, usługi serwisowe, ubezpieczenia), które są realizowane w budynku. Wynikiem powyższej analizy jest ocena stopnia wystarczalności stosowanych rozwiązań fizycznych i niefizycznych w aspekcie planowanego cyklu życia oraz adekwatnego ocenianego scenariusza klimatycznego. Wynik powyższej pracy wpisuje się jako:

- wysoka wrażliwość: zagrożenie klimatyczne może oddziaływać w sposób znaczący na aktywa oraz procesy, nakłady, produkty i połączenia transportowe;

lub

- średnia wrażliwość: zagrożenie klimatyczne może oddziaływać w niewielkim stopniu na aktywa oraz procesy, nakłady, produkty i połączenia transportowe;

lub

- niska wrażliwość: zagrożenie klimatyczne nie ma żadnego oddziaływania (lub oddziałuje w sposób nieznaczący).

2.8. Ocena podatności budynku na zagrożenia klimatyczne – wynik analizy zagrożenia oraz wrażliwości (Przykłady metod: BREEAM Resilience, Building Resilience Index, inne)

Podatność na zagrożenia klimatyczne jest warunkowana przez czynniki, które decydują o stopniu, w jakim budynek lub jego element podlega wpływowi związanemu z zagrożeniem klimatycznym (wrażliwość) oraz o zasobach, które mogą być wykorzystane do złagodzenia tego wpływu (potencjał adaptacyjny).

Ocena podatności budynku na zagrożenia klimatyczne powinna polegać na analizie wrażliwości i zdolności adaptacyjnych budynku, a następnie zestawieniu wyników tej analizy z ekspozycją na każde zagrożenie (zidentyfikowane w ramach oceny ekspozycji). Do określenia ogólnej podatności budynku na zagrożenia klimatyczne można wykorzystać macierz podatności. Każde zidentyfikowane zagrożenie jest umieszczane na macierzy zgodnie z dwoma podstawowymi wymiarami: ekspozycja i wrażliwość, co pozwala na określenie stopnia podatności budynku na dane zagrożenie klimatyczne.

Ocena zagrożenia ma na celu wskazanie potencjalnych poważnych zagrożeń i związanego z nimi ryzyka, a także stanowi podstawę decyzji dotyczącej kontynuowania etapu oceny ryzyka. Zwykle w wyniku tej oceny ujawnia się najistotniejsze zagrożenia dla oceny ryzyka (można je uznać za poziomy zagrożenia ocenione jako „wysokie" i ewentualnie „średnie", w zależności od skali). Jeśli w wyniku oceny zagrożenia stwierdzono, że wszystkie poziomy zagrożenia w uzasadniony sposób oceniono jako niskie lub nieistotne, dalsza ocena ryzyka może nie być potrzebna. Niemniej jednak decyzja o tym, które poziomy zagrożenia zostaną poddane szczegółowej analizie ryzyka, będzie zależała od uzasadnionej oceny wykonawcy analizy.

2.9. Ocena ryzyka klimatycznego - wynik analizy odziaływania oraz poziomu prawdopodobieństwa

Ocena ryzyka stanowi usystematyzowaną metodę analizy zagrożeń klimatycznych (określonych w punkcie 3.4) i ich oddziaływania, której celem jest zapewnienie informacji na potrzeby podejmowania decyzji. Proces ten obejmuje ocenę prawdopodobieństwa wystąpienia i dotkliwości oddziaływania związanego z zagrożeniami zidentyfikowanymi w toku oceny zagrożenia (lub wstępnej preselekcji w odniesieniu do istotnych zagrożeń), a także ocenę powagi ryzyka dla powodzenia projektu. Przegląd oddziaływania (potencjalnych skutków), wraz z oceną prawdopodobieństwa wystąpienia i skali tych skutków pozwala na ocenę ryzyka związanego ze zmianami klimatu dla budynku. Ocena ryzyka powinna dotyczyć zagrożeń klimatycznych uznanych za istotne ze względu na ich potencjalnie znaczący wpływ na budynek (tj. zagrożenia ocenione jako wywołujące podatność na poziomie średnim lub wysokim na etapie oceny podatności).

Pierwszą częścią tej analizy jest ocena poziomu oddziaływania klimatu na budynek, która odbywa się w aspekcie każdego z rodzajów konsekwencji (potencjalnych skutków). Potencjalne skutki można pogrupować ze względu na obszar wpływu:

- uszkodzenia lub poważne zniszczenia budynku,
- zdrowie i bezpieczeństwo użytkowników budynku,
- obszar finansowy (koszty uszkodzeń, utrata wartości nieruchomości, przerwa w ciągłości działania, roszczenia o odszkodowania itp.),

- reputacja (utrata wizerunku, brak zaufania),
- społeczność lokalna,
- środowisko.

Poziom ryzyka przypisany każdemu zagrożeniu można ocenić za pomocą macierzy o dwóch podstawowych wymiarach: skala możliwych konsekwencji (np. strat finansowych) oraz prawdopodobieństwo wystąpienia oddziaływań w okresie funkcjonowania budynku, z uwzględnieniem wszelkich działań podjętych w celu ich uniknięcia. W przypadku rodzajów ryzyka uznanych za istotne (ryzyka na poziomie wysokim) wymagana jest dalsza ocena i wybór odpowiednich środków adaptacyjnych, w celu minimalizacji ryzyka do akceptowalnego poziomu. W tym celu należy przygotować plan adaptacji.

Ocena prawdopodobieństwa prowadzona jest w oparciu o liczbowe wskazanie tego, na ile prawdopodobne jest to, że zidentyfikowane zagrożenia klimatyczne wystąpią na analizowanym terenie w danej perspektywie w danym scenariuszu zmian klimatu. Można wykorzystać do tego następującą tabelę:

Rysunek 2. Orientacyjna skala na potrzeby oceny prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyk klimatycznego.

ANALIZA PRAWDOPODOBIEŃSTWA

Orientacyjna skala na potrzeby oceny prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia klimatycznego (przykład):

Termin	Ujęcie jakościowe	Ujęcie ilościowe (*)
Rzadkie	Bardzo małe prawdopodobieństwo wystąpienia	5 %
Małe prawdopodobieństwo	Małe prawdopodobieństwo wystąpienia	20 %
Umiarkowane	Wystąpienie równie prawdopodobne co niewystąpienie	50 %
Prawdopodobne	Duże prawdopodobieństwo wystąpienia	80 %
Niemal pewne	Bardzo duże prawdopodobieństwo wystąpienia	95 %

Wyniki analizy prawdopodobieństwa można przedstawić w formie jakościowego lub ilościowego oszacowania prawdopodobieństwa w odniesieniu do kluczowych zmiennych dotyczących klimatu i zagrożeń klimatycznych. (*) Określenie skali wiąże się z koniecznością szczegółowego zbadania różnych przyczyn, w tym faktu, że prawdopodobieństwo wystąpienia i oddziaływanie kluczowych zagrożeń klimatycznych może zmienić się istotnie w cyklu życia projektu infrastrukturalnego m.in. z uwagi na zmianę klimatu. W literaturze przedmiotu przedstawiono różne tego rodzaju skale.

Źródło: ZAWIADOMIENIE KOMISJI — Wytyczne techniczne dotyczące weryfikacji infrastruktury pod względem wpływu na klimat w latach 2021–2027, (2021/C 373/01).

2.10. Plan adaptacyjny – wymagania Taksonomii UE[16]

Plan adaptacyjny stanowi kluczowy element spełnienia kryteriów Taksonomii UE w zakresie adaptacji do zmian klimatu. Jego opracowanie jest potwierdzeniem, że inwestycja budowlana bądź istniejący budynek uwzględniają obecne i prognozowane ryzyka klimatyczne, a przyjęte środki adaptacyjne pozostają w zgodności z zasadą *DNSH* wobec pozostałych celów środowiskowych.

Podstawę stanowi ocena ryzyka klimatycznego i podatności (*Climate Risk and Vulnerability Assessment* – CRVA), przeprowadzona zgodnie z zasadą proporcjonalności i oparta na aktualnych scenariuszach IPCC (RCP/SSP) oraz danych regionalnych i lokalnych. Wdrożenie rozwiązań adaptacyjnych, które zmniejszają zidentyfikowane w ocenie ryzyka jest konieczne w przypadku ryzyka na poziomie wysokim. W tym celu należy sporządzić plan w zakresie adaptacji zawierający konkretny zestaw działań adaptacyjnych, przypisanych do elementów budynku i jego otoczenia (fundamenty, ściany, dach, instalacje, zagospodarowanie terenu).

Plan adaptacyjny powinien:

- wskazywać priorytetowe zagrożenia klimatyczne w danej lokalizacji i horyzoncie czasowym (na podstawie wyników CRVA),
- przedstawiać działania techniczne, organizacyjne i oparte na naturze ograniczające ryzyko,
- dokumentować, że środki adaptacyjne nie prowadzą do maladaptacji (niedostatecznego przygotowania),
- pozostawać w zgodzie z lokalnymi i krajowymi strategiami adaptacyjnymi oraz innymi działaniami w sąsiedztwie,
- obejmować harmonogram, wskaźniki monitorowania i dowody wdrożenia, a także – jako dobra praktyka – oszacowanie budżetu i źródeł finansowania.

W praktyce plan adaptacyjny stanowi łącznik pomiędzy analizą ryzyka klimatycznego a wdrożeniem środków technicznych i zarządczych, zapewniając długoterminową odporność budynków i inwestycji oraz zgodność z kryteriami Taksonomii UE.

16 Niniejsze opracowanie powstało na podstawie EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change - BEST PRACTICE GUIDANCE (2023) – poradnika przedstawiającego środki adaptacje dla budynków, które mogą dostosować budynki do zagrożeń związanych z klimatem, które zostały określone w Taksonomii UE

3. Środki adaptacyjne

Klimat jest kluczowym czynnikiem branym pod uwagę podczas projektowania, budowy i eksploatacji budynków. Zmiany klimatu już teraz powodują zauważalne skutki dla środowiska i wpływają na budynki, w których mieszkamy i pracujemy. Środki adaptacyjne mają za zadanie zredukować najważniejsze zidentyfikowane rodzaje ryzyka klimatycznego wpływające na środowisko budowlane (zgodnie z kategoriami Taksonomii UE). Niniejsze opracowanie ma na celu dostarczanie technicznych wskazówek dotyczących środków adaptacji do zmian klimatu w skali budynku.

Środki adaptacyjne to zestaw działań technicznych, organizacyjnych i opartych na naturze, które mają na celu ograniczenie podatności budynków na skutki zmian klimatu. Ich rolą jest przełożenie wyników analizy ryzyka klimatycznego (CRVA) na praktyczne rozwiązania zapewniające odporność obiektu w całym cyklu życia.

Zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej oraz Taksonomią UE, środki adaptacyjne muszą być:

- proporcjonalne do zidentyfikowanych zagrożeń i znaczenia budynku,
- komplementarne względem innych działań adaptacyjnych i zgodne z lokalnymi strategiami,
- wolne od maladaptacji, czyli nie mogą przenosić ryzyka na inne obszary, obiekty czy społeczności,
- trwałe i dostosowane do przewidywanych warunków klimatycznych w perspektywie dziesięcioleci.

Środki te odnoszą się do czterech głównych kategorii zagrożeń klimatycznych, wskazanych w Załączniku A do Rozporządzenia Delegowanego (UE) 2021/2139:

- temperatura (np. fale upałów, zmienność temperatury, stres cieplny),
- wiatr (np. burze, silne wiatry, cyklony),
- woda (np. powodzie, intensywne opady, susze, podnoszenie poziomu mórz),
- masa stała (np. osuwiska, lawiny, erozja gleby).

Każdy środek adaptacyjny powinien być również poddany ocenie zgodnie z zasadą „nie czyń poważnych szkód” DNSH. Oznacza to, że rozwiązania stosowane dla zwiększenia odporności na jedno zagrożenie klimatyczne nie mogą jednocześnie generować istotnych szkód dla innych celów środowiskowych Taksonomii (np. ochrona bioróżnorodności, gospodarka wodna, efektywne wykorzystanie zasobów, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych).

3.1. Związane z temperaturą:

- Zmiany temperatury (powietrze, woda słodka, woda morska);
- Stres termiczny;
- Zmienność temperatury;
- Topnienie wiecznej zmarzliny;
- Fala upałów;
- Fala chłodu/mróz;
- Pożar samoistny;

3.2. Związane z wiatrem:

- Zmiany cyrkulacji wiatru;
- Burza (w tym śnieżyce, burze pyłowe i piaskowe);
- Cyklon, huragan, tajfun;
- Tornado (trąba powietrzna), silny wiatr.

3.3. Związane z wodą:

- Zmiany wzorców i rodzajów opadów (deszcz, grad, śnieg/lód);
- Zmienność opadów lub zmienność hydrologiczna;
- Zakwaszenie oceanów;
- Intruzja wód morskich;
- Podnoszący się poziom mórz;
- Deficyt wody;
- Susza;
- Silne opady (deszcz, grad, śnieg/lód);

- Powódź (przybrzeżna, rzeczna, opadowa, od wód gruntowych);
- Wezbranie jeziora lodowcowego.

3.4. Związane z ziemią:

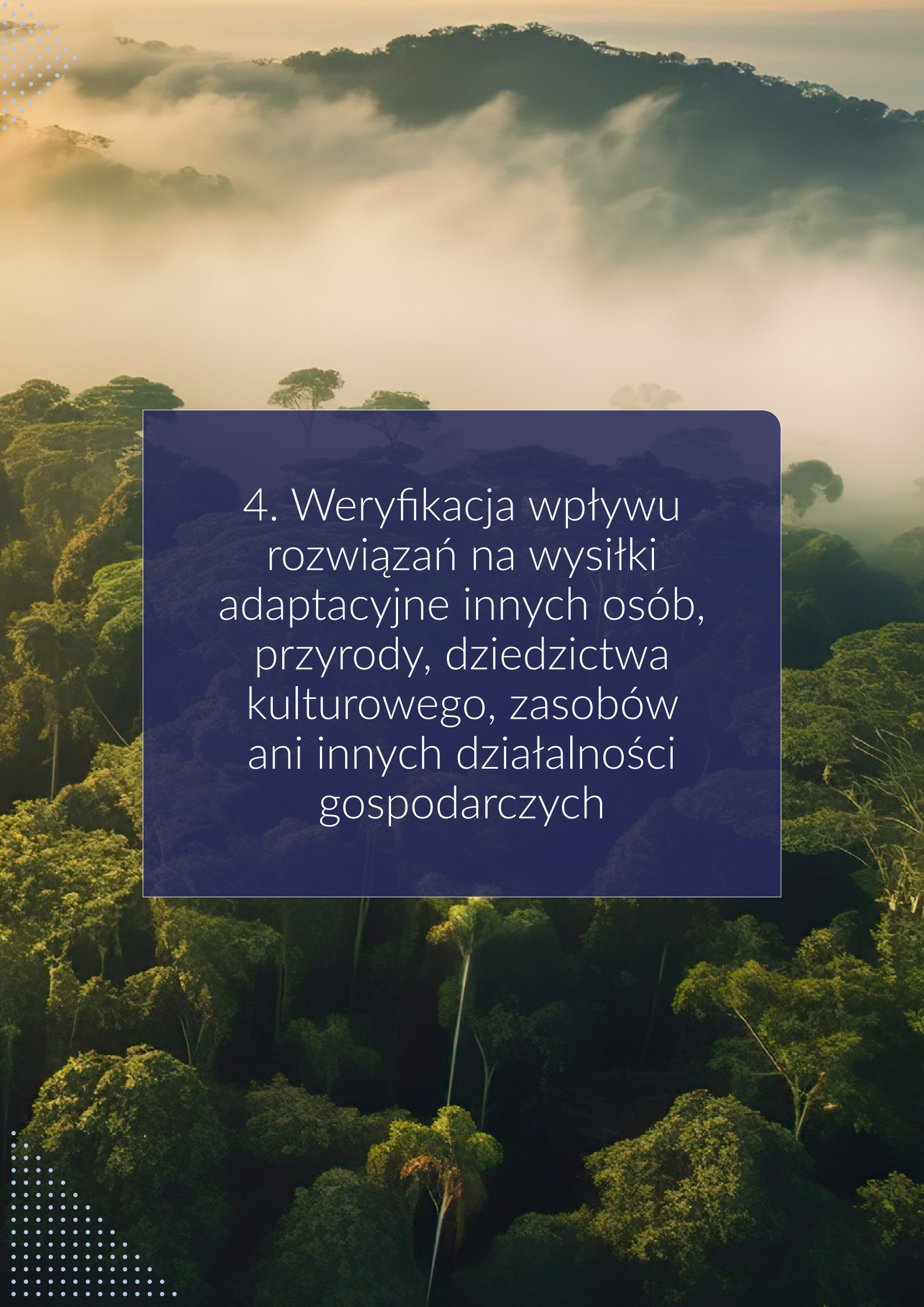
- Erozja obszarów przybrzeżnych;
- Degradacja gleby;
- Erozja gleby;
- Soliflukcja;
- Lawina;
- Osuwisko;
- Osunięcie się ziemi (Osiadanie).

3.5. Zagrożenia priorytetowe

W tym rozdziale opisane zostały najlepsze praktyki dotyczące środków adaptacyjnych dla zagrożeń priorytetowych. Priorytetowe zagrożenia zostały zdefiniowane jako zagrożenia związane z klimatem, które są typowe dla całej Europy oraz mają znaczący wpływ na budynek i jego użytkowników.
W Polsce najważniejsze zagrożenia klimatyczne, które mają wpływ na budynki to właśnie:

- fale upałów,
- burze i silny wiatr,
- silne opady,
- powódź,
- osiadanie,
- susza.

W Załączniku nr 3 przedstawiono najlepsze praktyki oraz przykłady rozwiązań technicznych i przyrodniczych, które odpowiadają na priorytetowe zagrożenia klimatyczne w Europie. Ich wdrożenie pozwala nie tylko na zwiększenie bezpieczeństwa budynków i użytkowników, ale także na utrzymanie wartości aktywów oraz zgodność z wymogami Taksonomii UE.



4. Weryfikacja wpływu rozwiązań na wysiłki adaptacyjne innych osób, przyrody, dziedzictwa kulturowego, zasobów ani innych działalności gospodarczych

Zgodnie z wytycznymi Taksonomii UE, wdrażane rozwiązania w zakresie adaptacji do zmian klimatu powinny być tak dobrane, aby nie wywierały negatywnego wpływu na:

a) działania adaptacyjne podejmowane przez innych interesariuszy oraz

b) poziom odporności na fizyczne ryzyka klimatyczne dotyczące ludzi, przyrody, dziedzictwa kulturowego, dóbr oraz innych form działalności gospodarczej.

Warto podkreślić, że powyższa wytyczna odnosi się nie do całokształtu ocenianej działalności gospodarczej (np. budowy nowego budynku), lecz wyłącznie do wdrożonych działań adaptacyjnych. Ich wpływ nie musi być oceniany w odniesieniu do ogólnego stanu środowiska, dóbr czy działalności gospodarczej, lecz do ich zdolności adaptacyjnych oraz poziomu odporności na ryzyka klimatyczne, zgodnie z intencją, by działania danego podmiotu nie powodowały szkód.

Z uwagi na ogólny charakter tej wytycznej, podmioty realizujące inwestycje mogą mieć trudność w określeniu odpowiedniego poziomu szczegółowości dokumentacji potwierdzającej spełnienie tego warunku. Art. 20 *Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane* wskazuje, że do podstawowych obowiązków projektanta należy określenie obszaru oddziaływania obiektu. W pierwszej kolejności warto więc wykorzystać dokumentację techniczną sporządzoną w ramach procesu budowlanego do określenia zakresu oddziaływania wdrażanych rozwiązań adaptacyjnych i wykluczyć dane obszary oddziaływania.

Należy zaznaczyć, że niektóre działania adaptacyjne mogą stanowić typowe rozwiązania projektowe, takie jak pasywne metody ograniczania zysków cieplnych – przykładowo zastosowanie materiałów pokrycia dachowego o wysokim współczynniku SRI (ang. *Solar Reflectance Index*), który opisuje zdolność materiału do odbijania promieniowania słonecznego oraz wypromieniowywania pochłoniętego ciepła. Tego typu rozwiązania mogą nie powodować oddziaływania, a w szczególności nie wywierać negatywnego wpływu na obszary wskazane w wytycznych Taksonomii.

Poniżej przedstawiono **przykładowy** zakres zagadnień do analizy oraz dokumentacji. Zakres ten nie powinien być traktowany jako obowiązkowa lista kontrolna, lecz jako obszar do rozważenia w kontekście konkretnej inwestycji. Nie jest wymagane sporządzenie dodatkowych raportów i analiz, poza tymi które już będą w zakresie dokumentacji projektowej lub w pojedynczych przypadkach wdrożeń adaptacyjnych.

4.1. Wpływ na wysiłki adaptacyjne osób trzecich

Tematy do analizy:

- Identyfikacja istniejącego działania adaptacyjnego na sąsiednich nieruchomościach oraz potencjalnego powiązania lub konfliktów z planowanymi rozwiązaniami.

Przykłady dokumentacji do sprawdzenia:

- Planowane/istniejące działania na działkach sąsiednich i planowane/istniejące działania adaptacyjne (sprawdzenie w publicznie dostępnych źródłach, np. Internet)
- Mapy sąsiedztwa, Lokalne strategie adaptacyjne, Lokalny plan adaptacji do zmian klimatu, wytyczne samorządów.

Weryfikacja:

- Ocena potencjalnych zagrożeń lub synergii
- Potwierdzenie braku kolizji z istniejącymi planami adaptacyjnymi

4.2. Wpływ na przyrodę, ekosystemy i zasoby naturalne

Tematy do analizy:

- Oddziaływanie na lokalne i chronione gatunki roślin i zwierząt oraz ekosystemy.
- Oddziaływanie na gleby, wody powierzchniowe i podziemne.
- Ocena skutków dla migracji zwierząt, bioróżnorodności oraz równowagi ekosystemów.
- Unikanie „przerzucania ryzyka" (np. ochrona przeciwpowodziowa budynku nie może zwiększać ryzyka dla sąsiadów).

Przykład dokumentacji do sprawdzenia:

- Oceny i decyzje oddziaływania na środowisko (OOŚ).
- Wytyczne Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska, lokalne strategie ochrony.
- Ekspertyzy: biologiczna, mapy migracji, rekomendacje dotyczące minimalizacji wpływu.
- Mapy zagrożeń powodziowych i suszowych.
- Ekspertyzy: hydrologiczne, ekologiczne i krajobrazowe.

Weryfikacja:

- Analiza zgodności projektu z lokalnymi planami adaptacji do zmian klimatu i planami zagospodarowania.
- Analiza wdrożenia rekomendacji dotyczących minimalizacji wpływu.

- Dla działek graniczących z terenami zielonymi, zaleca się audyt niezależnego eksperta środowiskowego, ale nie jest niezbędny.

4.3. Wpływ na dziedzictwo kulturowe

Tematy do analizy:

- Identyfikacja obiektów i obszarów objętych ochroną konserwatorską, ocena wpływu inwestycji na nie.

Przykład dokumentacji do sprawdzenia:

- Opinie konserwatora zabytków, dokumentacja fotograficzna, mapy konserwatorskie, protokoły konsultacji.

Weryfikacja:

- Sprawdzenie czy rozwiązania adaptacyjne (np. modernizacje instalacji, zmiana fasady) nie zniekształcają walorów kulturowych.
- Protokoły konsultacji, decyzje i uzgodnienia pisemne.
- Potwierdzenie uzyskania wszystkich wymaganych zgód.

4.4. Wpływ na inne działalności gospodarcze

Tematy do analizy:

- Unikanie negatywnych efektów dla sąsiednich nieruchomości (np. zmiana stosunków wodnych, zacienianie).
- Wpływ na dostępność transportową, logistykę, lokalne łańcuchy dostaw.

Przykład dokumentacji do sprawdzenia:

- Analizy architektoniczne, transportowe i komunikacyjne.
- Opinie lokalnych gestorów mediów i infrastruktury.
- Raporty konsultacji społecznych.

Weryfikacja:

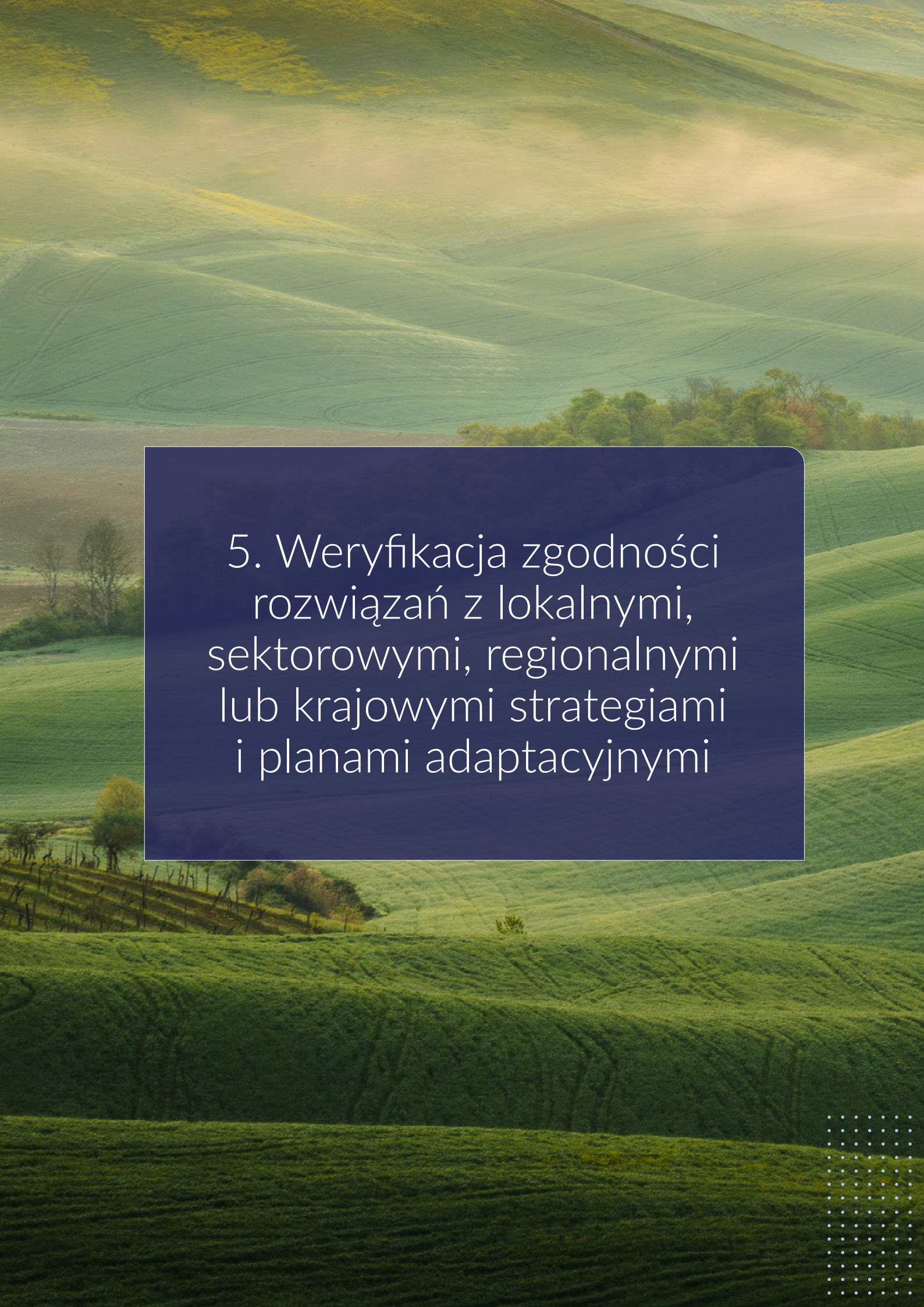
- Potwierdzenie braku kolizji z lokalną infrastrukturą

4.5. Procedura potwierdzenia spełnienia ww. wytycznych

- **Checklista DNSH** (dla każdego obszaru: ludzie, przyroda, kultura, zasoby, gospodarka).
- **Ścieżka dowodowa** – dokumentacja projektowa, ekspertyzy, decyzje administracyjne, certyfikaty.
- **Raport weryfikacyjny** – podsumowanie, że dane rozwiązanie adaptacyjne spełnia kryteria Taksonomii. (Opinię przygotowuje Inwestor, architekt, doradca).

  lub

- **Weryfikacja zewnętrzna** – audyt przez niezależnego eksperta (jeżeli wymagane przez instytucje finansowe/inwestora). (Opinię przygotowuje Inwestor, architekt, doradca).



5. Weryfikacja zgodności rozwiązań z lokalnymi, sektorowymi, regionalnymi lub krajowymi strategiami i planami adaptacyjnymi

5.1. Elementy planu adaptacji

Plan adaptacji jest dokumentem operacyjnym i dowodowym, potwierdzającym zgodność inwestycji z kryteriami Taksonomii UE w zakresie adaptacji do zmian klimatu. Powinien on obejmować pełny cykl zarządzania ryzykiem klimatycznym – od analizy podatności po wdrożenie i monitoring działań.

Elementy planu adaptacji:

1. Identyfikacja zagrożeń klimatycznych
    a. Analiza warunków klimatycznych w danej lokalizacji na podstawie danych historycznych (IMGW, Copernicus, Klimada 2.0) oraz prognoz (scenariusze IPCC RCP/SSP).
    b. Wskazanie zagrożeń priorytetowych dla Polski: fale upałów, burze i silne wiatry, intensywne opady, powodzie, osiadanie gruntu, susze.
    c. Uwzględnienie potencjalnych efektów kaskadowych (np. burza + awaria sieci energetycznej).
2. Ocena ryzyka i podatności (*Climate Risk and Vulnerability Assessment* – CRVA)
    a. Screening ryzyka – szybka ocena wstępna, czy inwestycja narażona jest na zagrożenia klimatyczne.
    b. Ocena szczegółowa – analiza wrażliwości budynku i jego użytkowników w odniesieniu do zidentyfikowanych zagrożeń.
    c. Zastosowanie zasady proporcjonalności – im większa i bardziej wrażliwa inwestycja, tym bardziej kompleksowa analiza.
3. Dobór i opis środków adaptacyjnych
    a. Wskazanie konkretnych działań technicznych, przyrodniczych i organizacyjnych odpowiadających na każde istotne ryzyko.
    b. Ocena, czy planowane środki nie powodują maladaptacji (np. zwiększania emisji, przenoszenia ryzyka w inne miejsce).
    c. Dokumentacja zgodności z zasadą DNSH – brak istotnej szkody dla innych celów środowiskowych Taksonomii.
4. Integracja z procesem inwestycyjnym
    a. Umiejscowienie środków adaptacyjnych w harmonogramie projektu (etap projektowy, budowa, eksploatacja).

b. Określenie odpowiedzialności za wdrożenie działań (inwestor, projektant, wykonawca, zarządca budynku).

c. Wskazanie powiązań z innymi planami i dokumentami (np. miejscowe plany adaptacji do zmian klimatu, plany gospodarki wodnej, strategie ESG spółki).

5. Harmonogram i finansowanie

a. Określenie kolejności działań adaptacyjnych oraz horyzontu ich realizacji.

b. Wskazanie źródeł finansowania (CapEx, OpEx, fundusze UE, zielone obligacje, instrumenty finansowania klimatycznego).

6. Monitoring i ewaluacja

a. Zdefiniowanie wskaźników monitorowania skuteczności działań (np. temperatura wewnętrzna, liczba dni z komfortem cieplnym, liczba awarii instalacji).

b. Regularny przegląd i aktualizacja planu adaptacji w cyklu kilkuletnim, w oparciu o nowe dane klimatyczne i doświadczenia eksploatacyjne.

7. Dowody i dokumentacja

a. Raporty z oceny ryzyka klimatycznego (CRVA).

b. Opisy i rysunki techniczne przyjętych środków adaptacyjnych.

c. Protokoły odbioru i certyfikaty materiałowe.

d. Dokumentacja fotograficzna i monitoring powdrożeniowy.

W polskich warunkach plan adaptacji powinien być powiązany z:

- krajową Strategią adaptacji do zmian klimatu,
- danymi systemu ISOK (mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego),
- bazą danych Klimada 2.0,
- wytycznymi w ramach Taksonomii UE (Appendix A – Technical Screening Criteria).

Tabela 6. Elementy planu adaptacji – przykładowe opracowanie

Element planu adaptacji	Wymagania / dobre praktyki	Dowody i dokumentacja (checklista)
1. Identyfikacja zagrożeń klimatycznych	• Dane historyczne (IMGW, Copernicus, Klimada 2.0) • Scenariusze IPCC (RCP/SSP) • Zagrożenia występujące w Polsce: np. fale upałów, burze/silny wiatr, intensywne opady, powodzie, susze, osiadanie	☐ Raport z analizy klimatycznej ☐ Wykaz priorytetowych zagrożeń dla lokalizacji ☐ Mapy zagrożenia (np. ISOK)
2. Ocena ryzyka i podatności (CRVA)	• Screening ryzyka (ocena wstępna) • Analiza szczegółowa podatności budynku i użytkowników • Zasada proporcjonalności (większa inwestycja = bardziej szczegółowa analiza)	☐ Raport CRVA ☐ Matryca ryzyka (prawdopodobieństwo x wpływ) ☐ Wskazanie obszarów krytycznych budynku
3. Dobór i opis środków adaptacyjnych	• Środki techniczne, przyrodnicze, organizacyjne • Brak maladaptacji • Zgodność z zasadą DNSH	☐ Lista środków adaptacyjnych przypisana do ryzyka ☐ Analiza wpływu działań na inne cele środowiskowe ☐ Opisy techniczne i rysunki
4. Integracja z procesem inwestycyjnym	• Umiejscowienie działań w harmonogramie • Wskazanie odpowiedzialności (inwestor, projektant, wykonawca, zarządca) • Powiązania z innymi dokumentami (m.in.: MPA, strategie ESG, plany gospodarki wodnej, Regionalne Plany Adaptacji)	☐ Harmonogram realizacji ☐ Macierz odpowiedzialności (RACI) - – wykonana po analizie interesariuszy ☐ Odniesienia do innych planów / polityk
5. Harmonogram i finansowanie	• Kolejność działań adaptacyjnych • Źródła finansowania: CapEx, OpEx, fundusze UE, obligacje zielone	☐ Harmonogram wdrożenia ☐ Budżet i źródła finansowania ☐ Opcjonalnie: Analiza kosztów cyklu życia (LCC)

Element planu adaptacji	Wymagania / dobre praktyki	Dowody i dokumentacja (checklista)
6. Monitoring i ewaluacja	• Wskaźniki skuteczności działań (np. temperatura, awarie, retencja wody) • Regularny przegląd i aktualizacja planu	☐ Zdefiniowane KPI ☐ Raporty z monitoringu ☐ Procedura aktualizacji planu
7. Dowody i dokumentacja	• Raporty CRVA • Opisy środków adaptacyjnych • Protokoły odbioru i certyfikaty materiałowe • Monitoring powdrożeniowy	☐ Raport końcowy planu adaptacji ☐ Dokumentacja fotograficzna ☐ Certyfikaty i protokoły odbioru

Źródło: 1 Opracowanie własne na podstawie: „Poradnik weryfikacji inwestycji pod względem wpływu na klimat i adaptacji do zmian klimatu w okresie programowania UE 2021-2027" oraz „Wytyczne Jaspers. Podstawy adaptacji do zmian klimatu, ocena podatności i ryzyka".

5.2. Harmonogram wdrożenia – dobre praktyki

Harmonogram wdrożenia planu adaptacji powinien odzwierciedlać cykl życia inwestycji budowlanej i wskazywać, na jakim etapie procesu zostaną zastosowane poszczególne środki adaptacyjne. Dokument ten pełni rolę mapy drogowej, która zapewnia spójność działań technicznych, organizacyjnych i finansowych, a także ułatwia monitorowanie postępów.

Elementy harmonogramu:

1. Etap przygotowawczy (przedprojektowy)
   a. Wykonanie oceny ryzyka klimatycznego i podatności (CRVA).
   b. Wstępny wybór środków adaptacyjnych.
   c. Zapewnienie zgodności z zasadą DNSH i lokalnymi strategiami adaptacyjnymi.
2. Etap projektowania
   a. Integracja środków adaptacyjnych w projekcie architektonicznym i technicznym.
   b. Konsultacje z interesariuszami (inwestor, projektant, wykonawca, społeczność lokalna).
   c. Określenie wymogów materiałowych i instalacyjnych.

3. Etap realizacji (budowa/renowacja)

   a. Wdrożenie środków adaptacyjnych zgodnie z dokumentacją techniczną.

   b. Kontrola jakości i zgodności materiałów z kryteriami odporności klimatycznej.

   c. Dokumentowanie zastosowanych rozwiązań (protokoły, zdjęcia, certyfikaty).

4. Etap oddania i eksploatacji

   a. Testy funkcjonalne i odbiór środków adaptacyjnych.

   b. Szkolenie użytkowników/zarządców w zakresie procedur awaryjnych i eksploatacyjnych.

   c. Wprowadzenie procedur monitoringu skuteczności działań.

5. Etap przeglądów okresowych i aktualizacji planu

   a. Ewaluacja skuteczności działań adaptacyjnych co 3–5 lat lub po wystąpieniu ekstremalnego zjawiska klimatycznego.

   b. Aktualizacja planu w oparciu o nowe dane klimatyczne i doświadczenia eksploatacyjne.

   c. Identyfikacja dodatkowych potrzeb inwestycyjnych.

Dobre praktyki dla Polski:

- powiązanie harmonogramu z dokumentacją wymaganą przy pozwoleniu na budowę i użytkowanie,
- zapisywanie wdrożonych działań w formie „logbooka adaptacyjnego" budynku,
- powiązanie harmonogramu z planami remontów i modernizacji, aby wykorzystać synergię kosztową,
- wskazanie źródeł finansowania poszczególnych etapów (np. fundusze UE, zielone obligacje, CapEx/OpEx).

5.3. Szacowany budżet – przykładowe podejście

5.3.1. Wymogi formalne

Wytyczne Komisji Europejskiej dotyczące unijnej taksonomii w obszarze adaptacji do zmian klimatu nie przewidują formalnego wymogu przedstawienia budżetu dla planu adaptacyjnego. Zgodnie z dokumentem interpretacyjnym (C/2023/267, pyt. 171), plan adaptacji powinien przede wszystkim zawierać:

- identyfikację najważniejszych rodzajów ryzyka klimatycznego,
- opis zaplanowanych działań ograniczających te ryzyka,
- harmonogram wdrożenia,
- dokumentację działań już zrealizowanych.

Nie ma więc obowiązku ujmowania kosztów czy źródeł finansowania w ramach planu, aby spełnić kryteria „nieczynienia poważnych szkód" (DNSH) w zakresie adaptacji.

5.3.2. Dobre praktyki

Jednak w praktyce sektora nieruchomości szacowanie kosztów adaptacji do zmian klimatu stanowi istotny element dobrych praktyk. Uwzględnienie budżetu w planie adaptacji do zmian klimatu:

- zwiększa wiarygodność planu adaptacji,
- ułatwia integrację działań adaptacyjnych z planami inwestycyjnymi,
- zwiększa przejrzystość i ułatwia kontrolę realizacji poprzez przypisanie kosztów do konkretnych działań.

Załączniki

Załącznik 1 Akty prawne i wytyczne UE

Akty prawa:

Poniżej przedstawione akty prawne są rozporządzeniami przyjmowanymi na poziomie Unii Europejskiej, co oznacza, że są one bezpośrednio skuteczne, stanowią bezpośrednią podstawę dla praw i obowiązków nakładanych na podmioty objęte zakresem tej regulacji.

Dokumentem stanowiącym punkt wyjścia dla rozważań nt. ryzyka jest tzw. „Taksonomia UE":

- *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r. w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje, zmieniające rozporządzenie (UE) 2019/2088*[1]

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=celex%3A32020R0852

Na podstawie art. 10 ust. 3 i art. 11 ust. 3 Taksonomii UE wydane zostało rozporządzenie delegowane, które stanowi uzupełnienie ogólnych ram regulacyjnych ustanowionych w Taksonomii UE. To rozporządzenie delegowane ustanawia tzw. Techniczne Kryteria Kwalifikacji („TKK"), które umożliwiają identyfikację działalności gospodarczych zrównoważonych środowiskowo:

- *Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2021/2139 z dnia 4 czerwca 2021 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 poprzez ustanowienie technicznych kryteriów kwalifikacji służących określeniu warunków, na jakich dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w łagodzenie zmian klimatu lub w adaptację do zmian klimatu, a także określeniu, czy ta działalność gospodarcza nie wyrządza poważnych szkód względem żadnego z pozostałych celów środowiskowych*[2].

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A02021R2139-20250108

Na podstawie art. 8 ust. 4, art. 12 ust. 2, art. 13 ust. 2, art. 14 ust. 2 i art. 15 ust. 2 Taksonomii UE Komisja Europejska wydała rozporządzenie delegowana ustanawiające techniczne kryteria kwalifikacji służących określeniu warunków, na jakich dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w pozostałe cele środowiskowe oraz określające kryteria oceny, czy dana działalność nie wyrządza poważnych szkód względem któregokolwiek z innych celów środowiskowych, w tym dla celu adaptacji dla zmian klimatu:

- Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2023/2486 z dnia 27 czerwca 2023 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 poprzez ustanowienie technicznych kryteriów kwalifikacji służących określeniu warunków, na jakich dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w zrównoważone wykorzystywanie i ochronę zasobów wodnych i morskich, w przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym, w zapobieganie zanieczyszczeniu i jego kontrolę lub w ochronę i odbudowę bioróżnorodności i ekosystemów, a także określeniu, czy ta działalność gospodarcza nie wyrządza poważnych szkód względem któregokolwiek z innych celów

środowiskowych, i zmieniające rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2021/2178 w odniesieniu do publicznego ujawniania szczególnych informacji w odniesieniu do tych rodzajów działalności gospodarczej

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023R2486&qid=1757584406768

Na podstawie art. 8 ust. 4 Taksonomii UE Komisja Europejska wydała rozporządzenie delegowane ustanawiające wzory i zasady dokonywania ujawnień nt. stopnia w jakim prowadzona działalność jest związana z działalnością gospodarczą zrównoważoną środowiskowo:

- *Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2021/2178 z dnia 6 lipca 2021 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 przez sprecyzowanie treści i prezentacji informacji dotyczących zrównoważonej środowiskowo działalności gospodarczej, które mają być ujawniane przez przedsiębiorstwa podlegające art. 19a lub 29a dyrektywy 2013/34/UE, oraz określenie metody spełnienia tego obowiązku ujawniania informacji*[3]

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A02021R2178-20240101&qid=1756209721407

UWAGA: 8 stycznia 2026 r. w Dzienniku Urzędowym UE zostało opublikowane rozporządzenie delegowane dokonujące zmian w rozporządzeniu delegowanym 2021/2178 oraz rozporządzeniu delegowanego 2021/2139: rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2026/73 z dnia 4 lipca 2025 r. zmieniające rozporządzenie delegowane (UE) 2021/2178 w odniesieniu do uproszczenia treści i prezentacji informacji dotyczących zrównoważonej środowiskowo działalności, które mają być ujawniane, oraz rozporządzenia delegowane (UE) 2021/2139 i (UE) 2023/2486 w odniesieniu do uproszczenia niektórych technicznych kryteriów kwalifikacji służących określeniu, czy działalność gospodarcza nie wyrządza poważnych szkód względem celów środowiskowych. Nowe rozporządzenie delegowane jest stosowane od 1 stycznia 2026 r.

Dokumenty o charakterze niewiążącym:

Wraz z rozwojem regulacji i skomplikowanych zasad kwalifikacji działalności gospodarczych jako zrównoważone środowiskowo Komisja Europejska publikowała wyjaśnienia interpretacyjne, które miały wspierać przedsiębiorstwa we wdrażaniu Taksonomii UE.

- Kwiecień 2021

FAQ: What is the EU Taxonomy and how will it work in practice?

https://finance.ec.europa.eu/system/files/2021-04/sustainable-finance-taxonomy-faq_en.pdf

- Lipiec 2021

FAQ: What is the EU Taxonomy Article 8 delegated act and how will it work in practice?

https://finance.ec.europa.eu/document/download/af6e560f-842c-4ea9-ba5f-ef4a97246f88_en?filename=sustainable-finance-taxonomy-article-8-faq_en.pdf

- Grudzień 2021

FAQs: How should financial and non-financial undertakings report Taxonomy-eligible economic activities and assets in accordance with the Taxonomy Regulation Article 8 Disclosures Delegated Act?

https://finance.ec.europa.eu/system/files/2022-01/sustainable-finance-taxonomy-article-8-report-eligible-activities-assets-faq_en.pdf

- Luty 2022

Questions and Answers on the EU Taxonomy Complementary Climate Delegated Act covering certain nuclear and gas activities

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_22_712

- Luty 2022

Zawiadomienie komisji w sprawie interpretacji niektórych przepisów prawnych aktu delegowanego określającego obowiązki w zakresie ujawniania informacji na mocy art. 8 rozporządzenia w sprawie unijnej systematyki dotyczącej zrównoważonego rozwoju dotyczących zgłaszania kwalifikującej się działalności gospodarczej i kwalifikujących się aktywów (2022/C 385/01)

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022XC1006(01)

- Grudzień 2022

Zawiadomienie Komisji w sprawie interpretacji i wykonania niektórych przepisów prawnych aktu delegowanego określającego obowiązki w zakresie ujawniania informacji na mocy art. 8 rozporządzenia w sprawie unijnej systematyki dotyczącej zrównoważonego rozwoju dotyczących zgłaszania działalności gospodarczej i aktywów kwalifikujących się do systematyki i zgodnych z systematyką (C/2023/305)

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=OJ:C_202300305

- Grudzień 2022

Zawiadomienie Komisji w sprawie interpretacji i wykonania niektórych przepisów prawnych aktu delegowanego UE w sprawie unijnej systematyki dotyczącej zmiany klimatu ustanawiającego techniczne kryteria kwalifikacji w odniesieniu do tych rodzajów działalności gospodarczej, która wnosi istotny wkład łagodzenie zmiany klimatu lub adaptację do zmiany klimatu i nie wyrządza poważnych szkód względem żadnego z pozostałych celów środowiskowych(C/2023/267)

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=OJ:C_202300267

- Czerwiec 2023

Zawiadomienie Komisji w sprawie interpretacji i wykonania niektórych przepisów prawnych rozporządzenia w sprawie systematyki oraz powiązań z rozporządzeniem w sprawie ujawniania informacji związanych ze zrównoważonym rozwojem w sektorze usług finansowych (2023/C 211/01)

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023XC0616(01)

- Grudzień 2023

Zawiadomienie Komisji w sprawie interpretacji i wykonania niektórych przepisów prawnych aktu delegowanego określającego obowiązki w zakresie ujawniania informacji na mocy art. 8 rozporządzenia w sprawie unijnej systematyki dotyczącej zrównoważonego rozwoju dotyczących zgłaszania działalności gospodarczej i aktywów kwalifikujących się do systematyki i zgodnych z systematyką (C/2024/6691)

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=OJ:C_202406691

Dodatkowe akty prawa, stanowiące rozwinięcie i uszczegóławiające wytyczne Taksonomii UE

Wytyczne techniczne Komisji (UE) dotyczące weryfikacji infrastruktury pod względem wpływu na klimat na lata 2021-2027 (2021/C 373/01) z dnia 16 września 2021 r. Dokument ten pokazuje (na poziomie bardziej detalicznym niż podstawowe wymogi Taksonomii UE) szczegółową metodykę analizy ryzyka fizycznego, proponując ją w ujęciu dwóch dużych etapów (preselekcji oraz analizy szczegółowej) do poziomu elementów i instalacji budynków.

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=OJ:C:2021:373:FULL

Załącznik 2 Źródła danych (Klimada 2.0, Copernicus, Climate-ADAPT, IMGW) – z linkami

Przy przeprowadzaniu analizy ryzyka klimatycznego zgodnie z Taksonomią UE istotne jest korzystanie z wiarygodnych, aktualnych oraz możliwie szczegółowych danych. Przy czym dla obszaru Polski za takie dane warto uznać dane obserwacyjne i pomiarowe IMGW-PIB, które powinny być traktowane jako źródło nadrzędne w analizie ryzyka. Ocena zagrożeń powinna opierać się na sprawdzonych metodach naukowych oraz oficjalnych źródłach informacji:

A) źródła międzynarodowe i europejskie

- IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) – źródło najbardziej kompleksowych raportów oceniających i specjalnych, prezentujących aktualną wiedzę o zmianach klimatu, ich przyczynach, skutkach oraz możliwościach ograniczania i adaptacji. Udostępnia także bazy danych, opisy scenariuszy klimatycznych RCP/SSP oraz skrócone wersje raportów w przystępnej formie, przydatne m.in. dla samorządów i przedsiębiorstw. Dane są prezentowane w skali globalnej i regionalnej (kontynenty, makroregiony klimatyczne) (https://www.ipcc.ch/)

- Copernicus Climate Data Store (CDS) – szeroki zakres danych satelitarnych, historycznych i prognozowanych, a także narzędzia do analizowania trendów klimatycznych w ujęciu przeszłym i przyszłym. Baza ta zawiera „najnowocześniejsze projekcje klimatu", czyli jak wskazano w zawiadomieniu Komisji UE C/2023/267 (pyt. 175) najnowsze projekcje uwzględniające rozwijającą się wiedzę naukową o których mowa w kryteriach istotnego wkładu w adaptację do zmian klimatu. Dane są dostępne w siatkach przestrzennych (np. rozdzielczość 0,25°) z możliwością pobierania dla wybranego obszaru lub punktu (https://cds.climate.copernicus.eu)

- European Environment Agency (EEA) – baza raportów i wskaźników klimatycznych dla Europy, która obejmuje dane w skali krajów UE oraz regionów, mapy ryzyka klimatycznego (m.in. fale upałów, susze, powodzie) oraz wskaźniki adaptacji do zmian klimatu (https://www.eea.europa.eu/en)

- Climate-ADAPT – platforma gromadząca aktualne informacje i analizy dotyczące adaptacji do zmian klimatu, obejmująca bazy danych, profile krajów i regionów, strategie i polityki UE, dane sektorowe oraz informacje o dostępnych źródłach finansowania (https://climate-adapt.eea.europa.eu/en)[17]

- Aqueduct Water Risk Atlas – narzędzie umożliwia analizę obecnych warunków i prognozowanych zmian klimatyczno-hydrologicznych w różnych scenariuszach, zawiera wskaźniki związane z ilością wody (np. stres wodny) i jakością wody (np. dostęp do czystej wody, efektywność infrastruktury). Dane są dostępne w wysokiej rozdzielczości przestrzennej (siatka ok. 10×10 km), (https://wri.org)

17 Portal Climate-ADAPT jest dostępny również w języku polskim: https://climate-adapt.eea.europa.eu/pl?set_language=pl

- European Severe Weather Database (ESWD) – baza danych o gwałtownych zjawiskach atmosferycznych (np. burze, silny wiatr, tornado, grad) (https://eswd.eu)

- Climate Central Coastal – interaktywna mapa prezentująca ryzyko powodzi oraz prognozowany wzrost poziomu morza w różnych scenariuszach klimatycznych (https://coastal.climatecentral.org/map)

B) źródła krajowe

- IMGW-PIB – źródło danych historycznych, a także raportów podsumowujących stan klimatu w Polsce (https://danepubliczne.imgw.pl/; https://imgw.pl/)

- Klimada 2.0 - platforma adaptacji do zmian klimatu, zawierająca informacje o wpływie zmian klimatu na różne sektory gospodarki i środowiska, przykłady działań adaptacyjnych na poziomie lokalnym, regionalnym i krajowym, scenariusze klimatyczne (RCP) i strategie. Dane klimatyczne i projekcje są dostępne dla Polski w skali powiatów (https://klimada2.ios.gov.pl/)

- GUS / BDL – dane statystyczne o zagospodarowaniu terenu, infrastrukturze, rolnictwie i zasobach wodnych (https://portal.geo.stat.gov.pl/pl/dane/bank-danych-lokalnych/); (https://bdl.stat.gov.pl/pl/dane/bank-danych-lokalnych/)

- Państwowy Instytut Geologiczny – PIB (PIG-PIB) – dane o geologii, osuwiskach, erozji i jakości wód (https://www.pgi.gov.pl)

- Informatyczny System Ochrony Kraju (ISOK) – dane i mapy: wstępna ocena ryzyka powodziowego, mapy zagrożenia powodziowego, mapy ryzyka powodziowego, plany zarządzania ryzykiem powodziowym, plany gospodarowania wodami, plan przeciwdziałania skutkom suszy, krajowy program oczyszczania ścieków komunalnych (https://isok.gov.pl)

C) Źródła lokalne

- lokalne plany adaptacji do zmian klimatu – opracowywane przez miasta i gminy w ramach projektów MPA44 lub LIFE,

- regionalne programy ochrony środowiska – dane o lokalnych ryzykach i planach przeciwdziałania skutkom zmian klimatu.

Załącznik 3 Przykłady rozwiązań adaptacyjnych dla różnych typów zagrożeń

W Polsce największy nacisk należy położyć na:

- adaptację budynków w miastach (walka z miejską wyspą ciepła), - architektoniczne kształtowanie zabudowy w sposób zapewniający zacienienie i miejsca wytchnienia od upałów
- poprawę jakości stolarki i izolacji w istniejących budynkach,
- wdrażanie rozwiązań opartych na naturze (zielone dachy, fasady, zieleń przyuliczna),
- edukację użytkowników w zakresie efektywnego ogrzewania i chłodzenia i oszczędzania energii w budynkach.
- odpowiedni dobór źródeł ciepła do budynków.

Dla Polski szczególnie istotne są:

- odporność dachów i stolarki na grad i porywisty wiatr,
- zabezpieczenie instalacji dachowych (fotowoltaika, wentylacja, klimatyzacja),
- stosowanie zieleni niższej (krzewy, żywopłoty) zamiast wysokich drzew tuż przy budynkach,
- zwiększenie roli systemów ostrzegania i planów awaryjnych.

Przedstawione poniżej rozwiązania adaptacyjne zostały opracowane na podstawie *publikacji EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change - best practice guidance*..

Fale upałów

Fale upałów w Polsce występują coraz częściej, a prognozy wskazują na dalszy wzrost liczby dni z temperaturą powyżej 30°C oraz tropikalnych nocy głównie w miastach. Zjawisko to prowadzi do przegrzewania budynków, obniżenia komfortu użytkowników, spadku produktywności pracy oraz wzrostu zagrożeń zdrowotnych. W odpowiedzi na to konieczne jest stosowanie kompleksowych rozwiązań adaptacyjnych, które zmniejszają temperaturę wewnątrz budynków oraz ograniczają efekt miejskiej wyspy ciepła.

Kształt i orientacja budynku

- Projektowanie brył o ograniczonej ekspozycji na bezpośrednie promieniowanie słoneczne – np. unikanie dużych przeszkleń od strony południowej i zachodniej.
- Uwzględnianie naturalnej wentylacji krzyżowej poprzez odpowiednie rozmieszczenie otworów okiennych i przewietrzników.

- Zadaszenia, balkony, loggie i podcienia jako elementy chroniące fasady i wnętrza przed nadmiernym nagrzewaniem.

Fundamenty i piwnice

- Wprowadzenie podpiwniczenia o funkcji bufora termicznego, który stabilizuje temperaturę wewnętrzną budynku.
- Zastosowanie materiałów o wysokiej pojemności cieplnej w częściach podziemnych w celu spowolnienia przenikania ciepła.

Ściany i fasady

- Zielone fasady (pnącza, ogrody wertykalne) – redukują nagrzewanie ścian przez zacienienie i ewapotranspirację.
- Okładziny o wysokim albedo (jasne tynki, panele odbijające światło) – zmniejszają absorpcję promieniowania słonecznego.
- Izolacja zewnętrzna poprawiająca komfort cieplny wewnątrz i ograniczająca zyski ciepła latem.

Stolarka okienna i przeszklenia

- Szkło niskoemisyjne i selektywne o wysokim współczynniku ochrony przeciwsłonecznej (*g-value*).
- Rolety zewnętrzne, żaluzje fasadowe, okiennice – ograniczają dopływ ciepła do wnętrza.
- Okna dachowe z powłoką przeciwsłoneczną w budynkach z dachami wielospadowymi.

Dach

- Zielone dachy (ekstensywne i intensywne) – zmniejszają temperaturę powierzchni i poprawiają retencję wody.
- Dachy o wysokim albedo („*cool roofs*") – pokrycia dachowe o jasnych barwach odbijających promieniowanie słoneczne.
- Błękitno-zielone dachy – łączą efekt retencyjny z chłodzeniem poprzez ewapotranspirację.

Roślinność i zagospodarowanie terenu

- Nasadzenia drzew liściastych po stronie południowej i zachodniej – cień latem, przepuszczanie światła zimą.

- Ogrody deszczowe i zieleń przybudynkowa zwiększają wilgotność powietrza i łagodzą efekt miejskiej wyspy ciepła.
- Powierzchnie przepuszczalne (np. nawierzchnie żwirowe, ażurowe) ograniczają nagrzewanie i zwiększają infiltrację wody.

Instalacje

- Systemy pasywnego chłodzenia: wentylacja nocna, *free cooling*, wykorzystanie masy termicznej budynku.
- Systemy aktywnego chłodzenia (klimatyzacja) – rekomendowane jako uzupełnienie rozwiązań pasywnych, zasilane energią odnawialną.
- Magazynowanie wody deszczowej do nawadniania zieleni przybudynkowej i dachowej, co zwiększa efekt chłodzenia.

Materiały

- Materiały o wysokiej pojemności cieplnej (np. beton, cegła, kamień) – stabilizują wahania temperatury wewnętrznej.
- Powłoki refleksyjne na dachach i elewacjach.
- Rozwiązania hybrydowe (np. połączenie izolacji z zieloną fasadą).

Inne środki organizacyjne

- Systemy monitorowania temperatury wewnętrznej i jakości powietrza (IAQ), które pozwalają na optymalne zarządzanie chłodzeniem.
- Plany awaryjne dla użytkowników w okresach ekstremalnych upałów (np. pomieszczenia chłodzone w budynkach użyteczności publicznej).

Trąba powietrzna, burze i silny wiatr

W Polsce obserwuje się rosnącą częstotliwość i intensywność gwałtownych burz, w tym śnieżyc, nawalnych deszczy, burz pyłowych oraz lokalnych trąb powietrznych. Zjawiskom tym towarzyszą silne porywy wiatru, które stanowią poważne zagrożenie dla dachów, elewacji, stolarki okiennej, elementów instalacyjnych oraz bezpieczeństwa użytkowników. Rosnące ryzyko wymaga stosowania rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych podnoszących odporność budynków na obciążenia wiatrowe oraz uszkodzenia związane z wodą opadową niesioną wiatrem.

Kształt i orientacja budynku

- Unikanie dużych płaskich powierzchni fasad prostopadłych do dominującego kierunku wiatru, które są najbardziej podatne na uszkodzenia i zacinający deszcz.
- Zaokrąglone lub trójkątne rzuty budynków – zmniejszają efekt oddziaływania wiatru i opadów niesionych poziomo.
- Ograniczanie wąskich przestrzeni między budynkami, które mogą powodować zwiększenie prędkości wiatru (efekt tunelu).

Fundamenty i podłoże

- Stabilizacja gruntu i zabezpieczenie skarp przed erozją powodowaną deszczem i wiatrem.
- Ściany oporowe, kosze gabionowe, geowłókniny – ograniczają osuwiska wywołane intensywnymi opadami połączonymi z burzami.

Ściany i fasady

- Okładziny wentylowane, fasady przeciwdeszczowe – stanowią pierwszą barierę chroniącą przed wodą niesioną wiatrem.
- Systemy odwadniania ścian umożliwiające szybkie odprowadzanie wody, która przeniknie do warstw przegrody.
- Wzmocnienie punktów newralgicznych (naroża, połączenia paneli elewacyjnych) – minimalizuje ryzyko odrywania elementów podczas porywów wiatru.

Stolarka okienna i drzwiowa

- Szkło hartowane lub laminowane odporne na uderzenia (np. gradu, unoszonych przedmiotów).
- Okiennice, rolety i żaluzje zewnętrzne odporne na wiatr i grad.
- Szczelne połączenia ram okiennych z murem, aby zapobiegać przeciekom w czasie deszczu zacinającego.

Dach

- Dachy dwuspadowe i czterospadowe o odpowiednim kącie nachylenia (25–40°) – redukują ryzyko oderwania pokrycia.
- Zastosowanie mocowań mechanicznych (śruby, klamry, haki) dla pokryć dachowych, zwłaszcza w strefach przyokapowych i narożnych.

- Membrany dachowe o wysokiej odporności na wiatr i wodę jako dodatkowa bariera ochronna.
- Regularna konserwacja rynien i rur spustowych w celu zapobiegania ich zapychaniu i oderwaniu podczas burz.

Roślinność i zagospodarowanie terenu

- Żywopłoty i krzewy zamiast wysokich drzew w bezpośrednim sąsiedztwie budynków, aby zmniejszyć ryzyko uszkodzeń spowodowanych upadkiem konarów.
- Unikanie sadzenia drzew o rozbudowanym systemie korzeniowym zbyt blisko fundamentów, co zmniejsza ryzyko osiadania i przewracania się drzew.
- Systemy odwodnienia terenu i rowy konturowe – ograniczają gromadzenie się wody i podmywanie fundamentów.

Instalacje

- Zabezpieczenie elementów instalacji dachowych i elewacyjnych (panele PV, anteny, jednostki klimatyzacyjne) poprzez mocowania odporniejsze na działanie wiatru.
- Systemy odprowadzania wody deszczowej przewymiarowane na intensywne opady.
- Instalacja zaworów zwrotnych w celu zapobiegania cofaniu się wody do budynku podczas podtopień wywołanych burzą.

Materiały

- Materiały hydrofobowe i wodoszczelne na ścianach i fundamentach – chronią przed wnikaniem wody.
- Pokrycia dachowe z blachy profilowanej lub płyt włókno-cementowych, odpornych na grad i porywisty wiatr.
- Elastyczne uszczelnienia – ograniczają ryzyko powstawania nieszczelności i przecieków.

Inne środki organizacyjne

- Systemy wczesnego ostrzegania (SMS, aplikacje IMGW, lokalne systemy alarmowe) – pozwalają użytkownikom na szybkie reagowanie i zabezpieczanie budynku.
- Plany awaryjne – procedury zabezpieczania stolarki, odłączania instalacji zewnętrznych i ewakuacji w razie gwałtownych burz.

Silne opady (deszcz, grad, śnieg/lód)

Kształt budynku

Zmiany klimatu mogą zwiększyć opady deszczu i prędkość wiatru prowadząc do częstszego występowania zacinającego deszczu. Pod wpływem wiatru, krople deszczu są przenoszone z pędem poziomym i gromadzą się na nawietrznych powierzchniach budynków. Ciśnienie spowodowane przez wiatr może następnie przepychać wodę deszczową przez szczeliny i pory prowadząc do penetracji wody, uszkodzeń okładzin i degradacji właściwości cieplno-wilgotnościowych

Budynki o ścianach ustawionych pod ostrym kątem względem kierunku dominujących wiatrów Budynki na planie trójkąta, ustawione wierzchołkami w kierunku wiatru, będą redukowały efekty wpływu poziomego opadu deszczu. Płaskie powierzchnie prostopadłe do kierunku wiatru będą narażone na bardziej intensywny wpływ poziomego opadu deszczu, zwłaszcza na górnych narożach.

Kształty o większym zakrzywieniu są narażone na poziome opady deszczu na mniejszej powierzchni w centralnej części nawietrznej strony budynku. Budynki na planie prostokąta z płaskimi powierzchniami prostopadłymi do wiatru są najbardziej podatne na intensywne opady deszczu zacinającego, dlatego mogą wymagać **osłony**.

Fundamenty

Silne opady mogą powodować uszkodzenia związane z podtopieniami – rozwiązania zostały opisane w dziale dotyczącym powodzi.

Można zastosować różne modyfikacje fundamentów w celu ograniczenia osuwisk wywołanych opadami. Odpowiednie **przygotowanie podłoża** jest niezbędne, żeby zapobiec przemieszczeniu się fundamentów pod wpływem silnych opadów. Ryzyko wystąpienia osuwisk można ograniczyć poprzez **wzmocnienie gruntu, zastosowanie środków ograniczenie erozji gleby (geowłóknina, progi narzutowe)** lub **modyfikację geometrii skarpy**, aby zwiększyć jej stabilność (**zasypywanie, ściany oporowe i kosze gabionowe**).

Ściany

Rośliny na **zielonej fasadzie** mogą pełnić rolę osłony przeciwdeszczowej oraz pomagają zmniejszyć temperaturę powietrza i powierzchni poprzez ewapotranspirację i zacienienie. Istnieje kilka rodzajów konstrukcji zielonych fasad:

- **Zielone fasady ukorzenione w podłożu**: zimozielone lub liściaste pnącza rosnące na ścianie i zakorzenione w podłożu obok fasady. Samoczepne rośliny rosnąc, pną się po ścianie lub po ramie przytwierdzonej do ściany;

- **Zielone fasady nieukorzenione w podłożu**: rośliny rosną ponad poziomem gruntu na dedykowanych, przytwierdzonych do budynku, cienkich warstwach podłoża, aby zmniejszyć wagę zielonej fasady. To rozwiązanie jest droższe, wymaga większej konserwacji oraz zapewnia mniejszą retencję wody niż fasada ukorzeniona w podłożu.

Zmiany klimatu zwiększą ilość deszczu zacinającego, co może powodować uszkodzenia wewnętrznych ścian oraz zawilgocenie materiałów, szczególnie w miejscach, gdzie występują niskiej jakości detale konstrukcyjne lub pęknięcia i szczeliny w ścianach zewnętrznych. W większości europejskich stref klimatycznych, promieniowanie słoneczne jest wystarczające, aby wysuszyć ściany. **Zastosowanie materiałów nieprzepuszczalnych dla wody** do budowy ścian jest dobrym sposobem, żeby zredukować wpływ silnych opadów deszczu.

Pierwszą, zewnętrzną linię ochrony może stanowić na przykład **fasady wentylowane lub przeciwdeszczowe okładziny elewacyjne.** W przypadku wniknięcia wody w dalsze warstwy ściany, może zostać ona usunięta poprzez zaprojektowany **system odwodnienia ścian** (Straube, 2011). Okładziny są zamontowane do budynku za pomocą podkonstrukcji, co chroni warstwę izolacyjną ścian nośnych. Takie rozwiązanie kontroluje wilgotność i zapewnia odprowadzenie wody w miejscach, które są narażone na częste deszcze zacinające. W celu zabezpieczenia przed gradem można użyć różnych materiałów, takich jak **płyty warstwowe, blachy profilowane, cienkie blachy czy płyty z włókno-cementu**. Ważne, aby przy wyborze osłon wziąć pod uwagę nie tylko ochronę przed deszczem, ale też przed wiatrem, śniegiem, promieniowaniem słonecznym i ogniem.

W większości budynków historycznych zastosowane materiały przepuszczalne absorbują więcej wilgoci, która jest następnie uwalniania w wyniku parowania wewnętrznego i zewnętrznego. Budynki tego typu często nazywane są budynkami „oddychającymi". Odpowiednio konserwowane, **przepuszczalne materiały** użyte w tych budynkach (takie jak zaprawy, tynki, gipsy i farby wapienne na bazie wapna i/lub gliny) mogą służyć jako bufor dla wilgoci środowiskowej, pochłaniający ją z powietrza, gdy wilgotność jest wysoka, i uwalniający ją, gdy powietrze jest suche.

Ogólnie rzecz biorąc, **konserwacja i naprawa budynku** stanowią skuteczny pierwszy krok zapobieganiu uszkodzeniom spowodowanym przez zacinający deszcz.

Stolarka okienna i drzwiowa

Silne opady, w szczególności grad, mogą powodować uszkodzenia okien. Standardowe szyby ze szkła hartowanego gr. 4mm używane do szklenia wieloszybowego mają odporność na grad równy 3, co oznacza, że bryła grady wielkości 3 cm nie spowoduje uszkodzenia okien. Należy **unikać szczelin pomiędzy ramą okna a ścianą,** ponieważ umożliwiają one przedostanie się wody podczas deszczy zacinających. Należy zapewnić **prawidłowe uszczelnienie okna** w ścianie.

W budynkach historycznych, degradacji okien drewnianych spowodowanej penetracją wody można zapobiec poprzez **malowanie, regularną konserwację i naprawy**. Luźne połączenia powinny być zabezpieczone poprzez **ściski, klejenie, ponowne klinowanie i kołkowanie**. Połączenia, które uległy degradacji powinny zostać rozebrane, a uszkodzone elementy wymienione. Zarówno nowe, jak i istniejące elementy drewniane powinny zostać poddane **impregnacji środkiem konserwującym** na bazie rozpuszczalnika.

W rejonach wysokiego ryzyka gradobicia szklenie może być chronione również poprzez **rolety i okiennice** odporne na grad.

Dach

Ocieplony dach, zaprojektowany z warstwą izolacyjną nad krokwiami, pozwala na zachowanie ciepła wewnątrz budynku. **Oddychająca, wodoodporna membrana** pod dachówkami/łupkami umożliwia odprowadzenie wilgoci, co może zapobiec zawilgoceniu i powstawaniu pleśni. **Dwuspadowy, ocieplony dach** jest uważany za najskuteczniejszy w przeciwdziałaniu skutkom silnych opadów, ponieważ nachylenie chroni przed gromadzeniem i infiltracją wody.

Jednakże, wyzwania techniczne, takie jak obciążenie konstrukcji, grubość kontrłaty, czy ciężar pokrycia dachowego, muszą zostać wzięte pod uwagę przez inżynierów.

Dach odwrócony z termoizolacją umieszczoną nad warstwą wodoodporną, zapewnia podobną ochronę, lecz rozwiązanie to najlepiej sprawdza się w przypadku dachów płaskich.

W strefach klimatycznych o znacznych opadach śniegu dachy muszą być **projektowane tak, aby wytrzymać przewidywane obciążenia śniegowe. Regularne odśnieżanie dachu** zapobiega przekroczeniu dopuszczalnego obciążenia dachu oraz zapobiega infiltrowaniu wody z topiącego się śniegu. **Skrócone nad poziomem gruntu rury spustowe** zapewniają swobodny przepływ wody oraz zapobiegają zamarzaniu od dołu. **Ogrzewanie rynien i rur spustowych** może zostać rozważone jako środek zapobiegający powstawaniu lodu.

Rynny powinny być **regularnie konserwowane**, aby zapewnić skuteczne odprowadzanie wody z dachu. Ich **rozmiar powinien być dobrany tak, aby zapewnić odprowadzenie ilości wody** gromadzącej się podczas silnych opadów. **Inspekcje i czyszczenie** opływów dachowych, rynien i rur spustowych redukuje ryzyko powstawania zastojów i zapewnia swobodny przepływ wody przez system odwodnienia.

Należy rozważyć zastosowanie **siatki przeciw gradowej** w celu ochrony kruchych elementów dachu, takich jak dachówki czy panele fotowoltaiczne.

Zielone dachy powinny być dostosowane do silnych opadów i zapewnić ochronne przed falami upałów. Dotyczy to w szczególności zielonych dachów wyposażonych w system magazynowania wody, umożliwiający wysokie tempo ewapotranspiracji oraz zapobiegający przesuszeniu. Dachy zielone zmniejszają również zapotrzebowanie budynku na energię – badania pokazują, że powodują one mniejszą utratę ciepła zimą i lepsze chłodzenie latem w porównaniu z dachami pokrytymi papą.

- **Zielone dachy ekstensywne lub standardowe** – to zielone dachy o relatywnie cienkiej warstwie podłoża i roślinności. Odpowiednie typy roślin to sukulenty (np. rozchodnik) lub dla zacienionych dachów, mchy oraz zioła. Rozchodnik ma zdolność dużego magazynowania wody. W zależności os podłoża, dachy z rozchodnika mogą zatrzymać opady deszczu o wysokości do 10 mm. Panele fotowoltaiczne mogą zostać zintegrowane z warstwami dachu (montaż na konstrukcjach balastowych), obniżając temperaturę i zwiększając efektywność paneli. Dachy z rozchodnika, w związku z ich niewielką wagą, stosuje się na istniejących dachach o maksymalnym nachyleniu 35°.

- **Zielone dachy intensywne** – charakteryzują się grubszą warstwę substratu porośniętą bujniejszą i bardziej różnorodną roślinnością, w tym krzewami, małymi drzewami, często z możliwością montażu gniazd dla ptaków i nietoperzy. Oprócz zatrzymywania opadów, dachy intensywne, jeśli są odpowiednio zaprojektowane, mogą przyczyniać się do wzrostu bioróżnorodności. Ten rodzaj dachu wymaga częstej pielęgnacji, w zależności od rodzaju roślinności. Wybór roślinności powinien być uzależniony od wytrzymałości dachu oraz lokalnego środowiska.

Błękitno-zielone dachy, czyli dachy zielone z warstwą retencyjną pod warstwą zieloną. Dzięki takiemu rozwiązaniu, dachy mają większą zdolność magazynowania wody niż zwykłe dachy zielone. Warstwa retencyjna służy jako system nawadniający w okresach suszy za pomocą kapilarnego systemu nawadniania. Automatyczny zawór jest używany do regulacji poziomu wody w systemie. Tym samym eliminowana jest konieczność nawadniania, zwykle niezbędna dla zwykłego zielonego dachu.

Ponadto, błękitno-zielone dachy wykazują wyższy współczynnik ewapotranspiracji w gorące, letnie dni, w porównaniu do zielonych dachów, co sprzyja chłodzeniu. Przy projektowaniu konstrukcji tego rodzaju dachu należy uwzględnić jego zwiększony względem standardowego dachu ciężar.

Podsumowując, błękitno-zielone dachy stanowią sposób tymczasowego magazynowania wody na płaskich dachach podczas intensywnych opadów deszczu. Jednakże pojemność magazynowa zależy od konstrukcji dachu.

Wysokość magazynowania do ok. 10 cm może zostać osiągnięta dla dachów o maksymalnym obciążeniu 1kN/m^2. Podczas fali upałów, dachy z retencjonowaną wodą mogą zapewnić krótkotrwały efekt chłodzenia.

W rejonach o wysokim ryzyku gradobicia, rekomenduje się **unikanie stosowania dachów szklanych**, gdyż grad może je uszkodzić. Ewentualnie istnieje możliwość wzmocnienia szkła lub zastąpienia go materiałami odpornymi na uderzenia.

Roślinność

Roślinność, dzięki swoim właściwością absorpcyjnym, może być wykorzystywana do łagodzenia skutków intensywnych opadów.

Jak wskazano powyżej, zielone fasady i dachy są naturalnym sposobem retencji części opadów deszczu. Te rozwiązania są częścią tak zwanego **zrównoważonego systemu odprowadzania wód opadowych** (ang. *sustainable drainage systems – SuDS*). Inne rozwiązania SuDS, które mogą zostać zastosowane przy zagospodarowaniu terenu to **rowy konturowe (swale)**, **ogrody deszczowe, czy tereny bio-retencji**. Rowy konturowe to zielone kanały, które wspierają infiltrację, tam gdzie warunki glebowe i poziom wód gruntowych to umożliwiają. Powinny być one zaprojektowanie jako część strategii zagospodarowania terenu i umieszczone w odpowiedniej odległości od budynku. Ogrody deszczowe poprzez infiltrację,

zwiększają ilość wody dostającej się do ziemi, tym samym, redukując szybkość spływu i objętość wód powierzchniowych. Ogrody deszczowe mogą być połączone ze **środkami do zbierania wody deszczowej**.

Powierzchnie przepuszczalne to kolejne rozwiązanie SuDS, które pozwala na infiltrację poprzez szczeliny i puste przestrzenie w nawierzchni. Powierzchnie przepuszczalne mogą być stosowanie w sąsiedztwie budynku, ale zwykle stosuje je się na podjazdach i parkingach.

Materiały

Ściany zewnętrzne budynku mogą być chronione przed silnymi opadami poprzez **zastosowanie materiałów hydrofobowych**. Materiały te różnią się od materiałów wodoodpornych, które zostały opisane w części dotyczącej powodzi i mogą być łatwiej łączone z innymi środkami adaptacji do zmian klimatu, takimi jak izolacje.

- Przykłady hydrofobowych materiałów budowlanych:
- Dachówki z hydrofobową zaprawą do osadzania;
- Ściany murowane z pustką powietrzną i izolacją termiczną;
- Zewnętrzne okładziny ścienne z wentylacją;
- Ściany z izolacją zewnętrzną;
- Zewnętrzne ściany drewniane z ochroną przed warunkami atmosferycznymi.

Grad, w zależności od rozmiaru, może powodować uszkodzenia różnych materiałów, zarówno na dachach jak i ścianach, stąd należy uważnie dobierać materiały. **Usuwanie uszkodzeń bezpośrednio po gradobiciu** pozwala uniknąć ich rozprzestrzenianiu się. W obszarach narażonych na gradobicie **blachy dachowe** mogą stanowić skuteczną ochronę. Choć grad może powodować wgniecenia blach, uszkodzenia te są zazwyczaj powierzchowne, gdyż materiał nie jest łatwo penetrowany.

Zagospodarowanie terenu

Przestrzeń wokół budynku stwarza możliwość na adaptację w celu przeciwdziałania silnym opadom.

Koncept miast gąbek może dostarczyć wielu rekomendacji dotyczących wykorzystania natury i przestrzeni do pochłaniania wód opadowych i zapobiegania powodziom. Rozwiązania te obejmują **otwarte, zielone przestrzenie, rowy konturowe, porowate drogi oraz nawierzchnie**, które naturalnie zatrzymują i filtrują wodę.

W obszarach narażonych na grad, zewnętrzne wyposażenie powinno zostać zaprojektowane tak, aby wytrzymać energię uderzenia brył gradu.

Konstrukcja budynku

Silne opadu (deszczu lub śniegu) mogą powodować przeciążenie dachu. Konstrukcja powinna być **zaprojektowana tak, aby wytrzymać obciążenia** spowodowane opadami atmosferycznymi.

Typowe detale występujące w tradycyjnych budynkach umożliwiające **odprowadzenie wody opadowej**, takie jak wystające okapy, gzymsy i parapety, powinny zostać zachowane i poddawane konserwacji.

Różne modyfikacje głównej konstrukcji budynku mogą zostać wdrożone w celu ograniczenia osuwisk wywołanych intensywnymi opadami. Odpowiednie przygotowanie podłoża jest konieczne, aby zapewnić, że fundamenty nie osiądą ani nie ulegną przesunięciu podczas intensywnych opadów. Środki zapobiegawcze przeciwko osuwiskom obejmują takie rozwiązania, jak:

- Środki ograniczenia erozji (geowłóknina, progi narzutowe, zadarnianie);
- Modyfikacja geometrii skarpy;
- Systemy drenażu powierzchniowego i gruntowego, takie jak dreny subhoryzontalne i studnie pionowe;
- Modyfikacja parametrów mechanicznych niestabilnych mas ziemnych (zagęszczanie, iniekcje strumieniowe, iniekcje cementowe);
- Mechaniczne przenoszenie obciążeń na bardziej nośne warstwy (kotwienie gruntowe, kesony, kotwy ciągnione);
- Konstrukcje oporowe dla poprawy stabilności skarpy (mury oporowe, gabiony, ściany komorowe);
- Pasywne systemy kontroli dla przekierowywania osuwisk (zapory, struktury odchylające, bariery).

Instalacje

Systemy odwodnienia powinny być wymiarowane z uwzględnieniem przewidywanych w przyszłości przepływów wywołanych zmianami klimatu. Metody retencji, takie jak przewymiarowane **rynny i rury spustowe, systemy zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi (SuDS), dachy niebieskie oraz zbiorniki retencyjne**, mogą ograniczyć oddziaływanie na istniejące sieci kanalizacji deszczowej.

Wewnątrz budynków w celu zapobiegania napływowi ścieków można podjąć środki, takie jak **pompy, zawory zwrotne** dla toalet i zlewów zlokalizowanych na kondygnacji naziemnej oraz w fazie projektowania i remontu, **umieszczenie zlewów na minimalnej możliwej wysokości nad poziomem ulicy**. Środki tymczasowe, które można zastosować, to **nadmuchiwane zamknięcia toalet i zaślepki odpływów prysznicowych**.

Rury spustowe mogą również zostać połączone z rozwiązaniami zbierania wody, takimi jak zbiorniki wody deszczowej, które mogą dostarczyć wodę do toalet lub służyć do podlewania roślinności podczas suchych okresów. Woda zgromadzona w ten sposób nie nadaje się do spożycia, chyba że zostanie wcześniej uzdatniona.

Powódź

Kształt budynku

Kształt bryły lub rzutu budynku oraz jego orientacja względem kierunku przepływu wody są czynnikami, które wpływają na odporność budynku na skutki powodzi. Budynki zaprojektowane uwzględniając ryzyko powodzi powinny zostać zaopiniowane przez odpowiedniego specjalistę. Jednak w ogólnym ujęciu **budynki na rzucie kwadratu** są bardziej odporne na obciążenia poziome spowodowane wodą powodziową.

Należy unikać długich i wąskich budynków przecinających dłuższą ścianą kierunek przepływu wody, tj. orientacja budynku powinna być taka, aby dłuższa ściana nie była prostopadła do kierunku przepływu.

Wąskie przestrzenie pomiędzy budynkami mogą powodować zwiększenie prędkości wody (i osadów), które mogą wpływać na ściany równoległe do przepływu.

Fundamenty

Pierwszym krokiem powinno być zaprojektowanie konstrukcji powyżej poziomu wód powodziowych, aby zminimalizować szkody, gdy dojdzie do zalania. Można to osiągnąć**, wznosząc budynek na kolumnach lub palach**, bądź budując solidne fundamenty. Niemniej jednak, projektowanie fundamentów powinno uwzględniać siłę wyporu oraz potencjalne uszkodzenia spowodowane silnymi wiatrami.

Przepuszczalność gruntu wpływa na infiltrację wody na terenie, co z kolei oddziałuje na bezpieczeństwo konstrukcji fundamentów lub piwnicy. Dlatego też, należy **przeprowadzić wstępne badanie** podłoża w szczególności badania geologiczno-inżynierskiej w celu wykrycia ryzyka związanego z przemieszczaniem się podłoża.

Przepuszczalność gruntu wpływa na infiltrację wody na terenie, co z kolei oddziałuje na bezpieczeństwo konstrukcji fundamentów lub piwnicy. Dlatego też, należy **przeprowadzić wstępne badanie gruntu** w celu wykrycia wszystkich rodzajów ryzyka związanych z ruchami ziemi.

Może być konieczne p**odjęcie środków kontrolujących poziom wilgotności gruntu** i zachowujących integralność fundamentów budynku. W obszarach narażonych na powodzie należy unikać stosowania materiałów nasypowych w fundamentach, ponieważ może to uczynić fundamenty podatnymi na erozję i lokalne wymywanie. W rejonach narażonych na powodzie przybrzeżne projektowanie fundamentów powinno uwzględniać wszystkie siły wynikające z powodzi, w tym działanie fal, uderzenia przez zanieczyszczenia, erozję oraz

lokalne wymywanie. W przypadku gleb podatnych na erozję i lokalne wymywanie, konstrukcje powinny być podparte na głębokich stopach fundamentowych lub fundamentach.

Fundamenty płytkie powinny być zaprojektowane tak, **aby zapobiegać przesuwaniu, podnoszeniu lub przewracaniu** wskutek obciążeń powodziowych. Istniejące budynki o niskiej zabudowie są często budowane na płytkich fundamentach. Powodzie rzadko prowadzą do poważnej destabilizacji konstrukcji, chyba że dojdzie do znacznego wymycia gruntu nośnego. Można temu zapobiec poprzez wzmocnienie gruntu.

Budowanie na terenach zalewowych wymaga specjalistycznych konsultacji; budynki mogą być zaprojektowane jako pływające lub amfibiotyczne. **Budynki pływające** mogą podnosić się i opadać w odpowiedzi na wzrastające poziomy wody, podczas gdy **budynki amfibiotyczne** są zbudowane na ziemi, ale mają zdolność do pływania, gdy teren zostanie zalany wodą. Budynek amfibiotyczny ma pływający fundament, dzięki czemu może unosić się, podczas gdy słupy pionowe ograniczają ruch poziomy, a podkonstrukcje wspierają i stabilizują budynek.

Możliwe jest zastosowanie dwóch różnych strategii podczas projektowania konstrukcji odpornej na wpływ powodzi:

- **Suche zabezpieczanie przed powodzią** – zapobiega wniknięciu wody do budynku podczas powodzi;

- **Mokre zabezpieczanie przed powodzią** – pozwala na tymczasowe zalanie dolnych części budynku poprzez zastosowanie otworów lub ścian przełamujących.

Metody mokrego zabezpieczenia przeciwpowodziowego mogą obejmować **pale lub piwnicę przystosowaną do zalania** (niezamieszkała przestrzeń np. parking). Umożliwienie zalania piwnicy zapewnia zrównoważenie sił hydrostatycznych i redukuje naprężenia konstrukcji oporowej. Najniższa kondygnacja powinna być zaprojektowana z uwzględnieniem obciążeń powodziowych działających jednocześnie z obciążeniami wiatrowymi i powinna być odpowiednio zakotwiona za pomocą pali, aby zapobiec wyporności. Należy również wziąć pod uwagę obciążenie od uderzeń osadów lub tworzenia się zatorów. Podkonstrukcja powinna być wodoodporna, wykonana z materiałów odpornych na działanie słonej wody, aby zapewnić odporność na warunki powodziowe.

Ściany przełamujące mają na celu ograniczenie szkód powodziowych poprzez zawalenie się pod wpływem określonych obciążeń bocznych, co pozwala na zredukowanie ciśnienia wody bez uszkodzenia głównej konstrukcji. Takie podejście jest odpowiednie dla budynków murowanych z pustką powietrzną, w przypadku powodzi przekraczających 0,60 metra głębokości, ponieważ integralność strukturalna takich budynków może być zagrożona.

Innym przykładem mokrego zabezpieczenia przeciwpowodziowego jest zastosowanie **otworów w fundamentach** lub wewnętrznego systemu odwodnienia np. **pomp**. Otwory pozwalają na przedostawanie się niewielkiej ilości wody do budynku, zamiast gromadzenia się jej wokół niego, co zmniejsza ciśnienie wody powodziowej na okna i ściany. Zakres szkód może zostać ograniczony, jeśli wnętrze budynku zostało wykonane z użyciem materiałów odpornych na zalanie, zastosowano otwory hydrostatyczne, a kluczowe urządzenia są zabezpieczone.

Podobnie, w przypadku zastosowania pomp, które odpompowują wodę z piwnic. Podczas zalania pompy są zasilane elektrycznie. W przypadku przerw w dostawie prądu wywołanych burzami konieczne może okazać się zapasowe źródło zasilania lub awaryjne zasilanie bateryjne.

Sucha ochrona przeciwpowodziowa ma na celu uczynienie budynku wodoszczelnym poniżej poziomu powodzi. Suchą ochronę przeciwpowodziową można zastosować w istniejących budynkach jako część modernizacji; jednak wymaga to starannego rozważenia materiałów użytych i ich potencjalnego wpływu na oddychalność struktury budynku (więcej w dziale dotyczącym materiałów).

Nieprzepuszczalne membrany i uszczelnienia mogą zostać użyte na ścianach zewnętrznych. Rozwiązania te uszczelniają ścianę, zmniejszając lub zapobiegając penetracji wody powodziowej przez ścianę. Podczas budowy nowych budynków można zastosować wodoodporną warstwę z asfaltu lub z tworzywa sztucznego.

Tymczasowe bariery przeciwpowodziowe mogą być stosowane w celu przygotowania się na potencjalną powódź lub po wydaniu ostrzeżenia o powodzi. Bariery przeciwpowodziowe zwykle wykonane są z aluminium, stali nierdzewnej lub tworzywa sztucznego, a do ich uszczelnienia używa się gumy neoprenowej lub podobnych materiałów.

Wewnątrz budynku można zainstalować **urządzenia zapobiegające cofnięciu się wody w rurach kanalizacyjnych**, aby zapobiec przedostawaniu się zanieczyszczonej wody do budynku przez instalację wodno-kanalizacyjną na skutek zalania kanalizacji.

Można również zamontować pompy zbiornikowe, aby zrekompensować przecieki w piwnicach. Jeśli techniki suchej ochrony przeciwpowodziowej zawiodą i woda dostanie się do budynku, zainstalowanie nieprzepuszczalnej podłogi w piwnicy pomoże zminimalizować szkody (i związane z tym koszty napraw). Polerowane płyty betonowe są nieprzepuszczalne i, jeśli zostaną prawidłowo zainstalowane, nie będą wymagały wymiany po powodzi. Dla budynków położonych na terenach zagrożonych powodzią, sucha ochrona przeciwpowodziowa będzie najbardziej skuteczna, gdy zostaną połączone różne środki.

Ogólnie rzecz biorąc, mokra ochrona przeciwpowodziowa ma kilka zalet w porównaniu z suchą ochroną przeciwpowodziową. Po pierwsze, metody mokrej ochrony przeciwpowodziowej są często tańsze, zarówno w przypadku nowych budowli, jak i modernizacji. Po drugie, mokra ochrona przeciwpowodziowa zapobiega poważnym uszkodzeniom strukturalnym, które mogą wystąpić, gdy obciążenia projektowe zostaną przekroczone w warunkach powodziowych. Jednakże, budynki z mokrą ochroną przeciwpowodziową mogą wymagać gruntownego sprzątania po zdarzeniu powodziowym. Budynki mogą być narażone na zanieczyszczenia i ryzyko dla zdrowia, jeżeli wody powodziowe przyniosą do nich ścieki, chemikalia lub inne zanieczyszczenia.

Ściany

Podczas powodzi najbardziej narażone są ściany w dolnej części budynku, będące częścią fundamentów i piwnicy. Aby zapewnić ochronę powierzchni wewnętrznych, w szczególności niższych kondygnacji, rekomenduje się użycie wodoodpornych materiałów.

W przypadku zewnętrznej powłoki budynku zaleca się zabezpieczenie ścian przed wodą (od wewnątrz dla części nadziemnych i od zewnętrz dla części podziemnych) poprzez zastosowanie, na przykład, powłoki na bazie gipsu lub zaprawy hydrofobowej.

Stolarka okienna i drzwiowa

Tymczasowe bariery dla okien i drzwi są zwykle skutecznym i nisko kosztowym rozwiązaniem chroniącym przed skutkami powodzi. Przykładami takich barier są **osłony przeciwpowodziowe dla okien i drzwi, worki piasku przy głównych wejściach, oraz bariery rozkładane i nadmuchiwane**.

Bariery przeciwpowodziowe mogą być również **stałe**. Takie rozwiązanie może być odpowiednie dla stolarki usytuowanej poniżej poziomu wody powodziowej, które jako pierwsze ulegają zalaniu w przypadku wysokiego poziomu wody. Do takich rozwiązań należą bariery automatyczne, które podnoszą się, kiedy zaistnieje taka potrzeba, wały przeciwpowodziowe oraz bariery chowane. Regularna konserwacja jest niezbędna do zapewnienia niezawodności tych rozwiązań, w przypadku wystąpienia powodzi.

Dach

W sekcji poświęconej rozwiązaniom dotyczącym silnych opadów przedstawiono dostosowania dachu, które sprawdzą się w przypadku powodzi spowodowanych opadami. Powodzie rzeczne i powodzie spowodowane podniesieniem się poziomu morza prawdopodobnie nie będą miały wpływu na dach budynku.

Roślinność

Roślinność zwiększa tempo infiltracji wody wokół budynku. Korzenie **drzew** mogą zwiększać stabilność podłoża i zapewniają ochronę przed osuwiskami wywołanymi powodziami. **Roślinność przystosowana do terenów podmokłych**, taka jak trzciny i wierzby, sprzyja ochronie przeciwpowodziowej poprzez wychwytywanie osadów za pomocą swoich korzeni, obniżanie wysokości fal oraz zmniejszanie prędkości przepływu poprzez tarcie.

Materiały

Materiały odporne na powódź to materiały, które mogą przetrwać działanie wody co najmniej 72 godziny, nie ulegając istotnemu zniszczeniu, np.:

- Kamień lub beton, dla posadzek;
- Polichlorek winylu (PVC), aluminium lub stal do stolarki wewnętrznej
- Przegrody ze stali zimnogiętej;
- Membrany podłogowe z polietylenu lub wodoodporne wykończenia podłóg
- Szkło, metal, ceramika oraz niektóre rodzaje tworzyw sztucznych do innych wykończeń wnętrza;

- **Wodoodporne izolacje**, takie jak polistyren ekspandowany (EPS) i polistyren ekstrudowany (XPS), mogą być użyte jako zamiennik wełny mineralnej.

Jeśli budynek jest zaprojektowany, żeby być odpornym na krótkotrwałe zalania, np. jeśli piwnica pełni wyłącznie funkcje pomocnicze (takie jak parking czy przechowywanie), ściany zewnętrzne oraz podłogi mogą być wykonane z betonu wodoszczelnego, aby zwiększyć odporność na powodzie.

Niektóre popularne materiały budowlane nie zapewniają ochrony przed powodzią, dlatego mogą nie być odpowiednie w regionach narażonych na zalania. Fasady drewniane, mur kompozytowy, czy ściany wentylowane, dwuwarstwowe, pozwalają na przenikanie wody do pustych przestrzeni, prowadząc do nasiąkania. Drewno jest podatne na rozkład w następstwie zalania, chyba że jest odpowiednio zabezpieczone i wysuszone w odpowiednim czasie.

Podczas modernizacji istniejących budynków można zastosować specjalne powłoki lub tynki podkładowe do uzyskania wodoodporności murów, płytki gresowe lub profile metalowe.

Materiały odporne na skutki powodzi wymienione powyżej mogą nie być odpowiednie dla budynków zabytkowych. Materiały tego typu zastosowane w tradycyjnym budownictwie mogą być szkodliwe, wpływając na konieczną „oddychalność" struktury budynku, obniżając jego efektywność energetyczną i potencjalnie sprzyjając rozwojowi pleśni (co ma konsekwencje dla dobrostanu mieszkańców budynku). Tymczasowe bariery przeciwpowodziowe takie jak worki piasku, osłony przeciwpowodziowe lub bariery nadmuchiwane mogą chronić wejścia i inne otwory, bez wpływania na materiały budynku.

Zagospodarowanie terenu

W celu przeciwdziałania siłom hydrostatycznym oraz wyporu, wskazane jest **utworzenie stref buforowych wokół budynku** w odpowiedniej odległości od granicy obszaru zagrożonego powodzią. Gleba zasypowa powinna być jednorodna i o niskiej przepuszczalności. **System odwodnienia zainstalowany wokół fundamentów budynku** zawierający pompę może zredukować intensywność infiltracji gruntu i dzięki temu zwiększyć bezpieczeństwo konstrukcji.

Konstrukcja

Budynki historyczne powinny być chronione przed wpływem powodzi w uzgodnieniu z **Konserwatorem Zabytków oraz projektantem**.

Wszelkie oznaki uszkodzenia konstrukcji, w tym wybrzuszenia lub oderwane elementy muru, spowodowane uderzeniami, intensywnym parciem wody lub podmyte fundamenty, w szczególności w narożach budynku, istotne pęknięcia nad drzwiami, oknami i fasadami, jakiekolwiek znaczne przechylenia, odchylenia lub osiadanie konstrukcji, które nie było widoczne lub nie było tak wyraźne przed powodzią, wymaga ekspertyzy technicznej.

Instalacje

Systemy elektryczne, mechaniczne oraz infrastruktura techniczna mogą być umieszczane powyżej poziomu zalania. W przypadku projektów przeznaczonych do instalacji podwodnych, zakopane części podziemnych instalacji elektrycznych są zazwyczaj odporne na uszkodzenia spowodowane powodzią, jednak elementy naziemne podziemnych instalacji elektrycznych, takie jak podziemne komory elektryczne, transformatory montowane na platformach, rozdzielnice montowane na platformach czy stacje elektroenergetyczne, mogą zostać uszkodzone przez powodzie, jeśli znajdują się poniżej poziomu zalania. Obwody elektryczne znajdujące się poniżej poziomu powodziowego powinny być **odseparowane** od tych, które znajdują się powyżej poziomu zalania**.**

Osiadanie

Fundamenty

Płytkie fundamenty są bardziej podatne na osiadanie, co jest typowe dla niskich i historycznych budynków. Fundamenty powinny być posadowione głębiej w strefach narażonych na zmiany poziomu wilgotności, dlatego zaleca się stosowanie **fundamentów głębokich lub półgłębokich.** Im głębsze fundamenty, tym bardziej ograniczą wpływ kurczenia się lub pęcznienia gruntu na konstrukcję, ponieważ fundamenty sięgają bardziej stabilnych warstw. Zalecana głębokość zależy od podatności gleby na osiadanie.

Fundamenty powinny być wykopywane równomiernie wokół całego obwodu budynku, aby uniknąć różnicowego przemieszczenia; jest to szczególnie ważne dla budynków usytuowanych na pochyłym terenie. Zaleca się unikanie częściowych piwnic, które prowadzą do różnic w poziomie fundamentowania, szczególnie na pochyłym terenie.

Należy przeanalizować odpowiednie warianty konstrukcji fundamentów. Fundamenty płytowe, pale lub **jet grounding** mogą być odpowiednimi rozwiązaniami w zależności od okoliczności i opłacalności ekonomicznej. Jeśli osiadanie występuje w istniejącej konstrukcji należy zastosować wdrożyć strategię **podbudowy fundamentów**.

Po wystąpieniu osiadania, podbudowa fundamentów zapobiegnie dalszym zniszczeniom. Metoda ta polega na podniesieniu, wyrównywaniu i ponownym podparciu budynku za pomocą dodatkowej warstwy fundamentowej. Obejmuje to podnoszenie, ponowne poziomowanie i ponowne wsparcie budynku dodatkową warstwą fundamentową. Najbardziej powszechne tradycyjne metody podbudowy to masowe betonowanie, belki i baza oraz mikropale. Jednakże, ponieważ odpowiedniość metody podbudowy zależy od warunków gruntowych, otoczenia i typu budynku, inżynierowie powinni doradzić najbardziej odpowiednią strategię.

Budynki tradycyjne (w tym zabytki i miejsca dziedzictwa) mogą być zbudowane na płytach lub płytkich fundamentach. Czyni to budynki tradycyjne szczególnie podatnymi na osiadanie, ponieważ fundamenty mogą pękać lub osiadać, gdy grunt się obniża, w przeciwieństwie do głębszych fundamentów, które mogą przenieść obciążenie dalej w dół, gdzie występują

mniejsze fluktuacje. Ta podatność jest dodatkowo zwiększona, gdy dodano nowoczesne instalacje lub dokonano zmian w budynku. W takich przypadkach należy zwrócić się do odpowiedniego specjalisty (inżyniera geotechnika, geologa lub pokrewnych w zależności od specyfiki projektu), w celu **wzmocnienia gruntu** i zachowania struktury, jednocześnie redukując dodatkowe ruchy.

Ściany

Budynki mogą nie mieć wystarczającej sztywności, aby wytrzymać i dostosować się do pionowych i poziomych ruchów gruntu. Zastosowanie rozwiązań wzmacniających konstrukcję może zwiększyć stabilność, co powinno zostać wykonane w całej konstrukcji budynku.

Sposoby wzmocnienia konstrukcji:

- Pręty łączące;
- Spoinowanie żywicą epoksydową;
- Zszywanie murów;
- Usztywnianie za pomocą żelbetowych lub sprężonych belek podwalinowych;
- Poziome wzmocnienia spoin umieszczane w poziomych spoinach zaprawowych ścian murowanych;
- Wzmocnienia pionowe spoin dla ścian nośnych.

Należy zwrócić szczególną uwagę na łączenie poziomych i pionowych wzmocnień na narożach budynku.

Wzmocnienie konstrukcyjne wymaga znacznych prac budowlanych, dlatego najlepiej nadaje się do nowych budowli lub istniejących budynków poddawanych renowacji.

W przypadkach, gdy sąsiadujące budynki mają różne głębokości posadowienia fundamentów, sztywne konstrukcje ścian mogą sprawić, że połączenie między tymi budynkami będzie podatne na pękanie lub odrywanie, wskutek różnic w tempie przemieszczenia konstrukcji. Należy stosować **dylatacje** w budynkach, w których różne części mają różne fundamenty, różne obciążenia lub są posadowione w warunkach gruntowych, w których występuje ryzyko osiadania. Zastosowanie dylatacji pozwala ramie konstrukcyjnej / ścianie dostosować się do ruchów mas ziemnych poprzez umożliwienie każdej części budynku niezależnego przemieszczania się, dzięki czemu można uniknąć uszkodzeń wynikających z różnic w przemieszczeniach. Dylatacje są odpowiednie dla projektów zawierający rozbudowę istniejących budynków.

Temperatura może również prowadzić do ruchów w różnych ścianach konstrukcji budynku. Dylatacje są rozwiązaniem, które pozwala na dostosowanie się do zmian temperatury, które mogą wpłynąć na zmiany konstrukcji. Spoiny te są bardziej odporne na ruchy dzięki możliwości

rozszerzania się i odkształcania. Najbardziej skuteczne są, gdy są stosowane na całej wysokości budynków (łącznie z fundamentami).

Dach

Wzmocnienia ukośne na długości i szerokości dachu zapewniają dodatkową stabilność.

Roślinność

Osiadanie może być również skutkiem lub zostać dodatkowo wzmocnione, poprzez ruchy gruntu związane z drzewami. Korzenie drzew (w szczególności wierzba, wiąz, jesion i dąb) pobierają i pochłaniają wodę oraz wilgoć z gleby, co może powodować osiadanie, jeśli drzewa pobiorą więcej wody, niż jest dostępne. Intensywna roślinność, ogrody, oraz żwirowe nawierzchnie w sąsiedztwie budynku mogą powodować retencję wody w glebie i zmiany w poziomie wilgotności. Zwiększa to podatność budynków na osiadanie, szczególnie na gruntach podatnych na osiadanie, takich jak gliny. Zarządzanie ekosystemem obejmuje **staranną analizę rozmiarów, gatunków i rozmieszczenia drzew**.

Zarządzanie roślinnością może zapobiec dalszemu osiadaniu budynków, w tym celu istnieje szereg metod zarządzania:

- Chociaż roślinność pomaga ograniczać spływ powierzchniowy i ryzyko osunięć ziemi w większej skali, drzewa mogą bezpośrednio uszkodzić budynek, gdy pobierają wodę z gleby, prowadząc do jej wysychania, kurczenia się oraz osiadania. **Drzewa** powinny zostać usunięte lub **nie powinny być sadzone w odległości mniejszej niż 1,5–2 razy wysokość drzewa od budynku**. Drzewa znajdujące się w tej odległości powinny być poddane ocenie przez inżyniera. Zalecana odległość może zależeć od gatunku drzewa (zobacz brytyjskie wytyczne w sekcji narzędzi). Działanie to będzie miało najbardziej znaczący i natychmiastowy wpływ na poziom wysuszania gleby.

- Jeśli usunięcie niebezpiecznych drzew nie jest możliwe, ich **korzenie można zmniejszyć poprzez ich przycięcie lub wykopanie rowu między nieruchomością a drzewem**. Rów nie może być zbyt blisko drzewa ani budynku, aby zachować stabilność drzewa.

Tworzy to trwałą barierę dla korzeni. Głębokość wykopu musi sięgać korzeni drzewa (2–4 metry, w zależności od sytuacji).

Materiały

Ponieważ częstotliwość suszy i osiadania zwiększa się latem, ryzyko pękania rur również będzie się zwiększać. Materiały rur powinny być dostosowane do ekstremalnych temperatur. Podobnie podczas zimy gleba może zamarznąć powodując ruchy gruntu. Rekomendowane jest zastosowanie materiałów o wystarczającej elastyczności, takich jak polichlorek winylu (PVC), co zmniejsza ryzyko pękania zakopanych rur.

Zagospodarowanie terenu

Gleba znajdująca się bezpośrednio pod budynkiem jest mniej narażona na parowanie niż gleba otaczająca budynek, która podlega sezonowemu parowaniu. Różnica w zawartości wody w glebie może wpływać na fundamenty budynku. Poniższe podejścia mogą ograniczyć ryzyko wynikające ze zmiennych poziomów wilgoci w glebie zarówno dla nowych, jak i istniejących budynków:

- Umieszczenie **nieprzepuszczalnego chodnika wokół budynku**, aby odprowadzać wodę z dala od fundamentów. Taki chodnik może chronić glebę bezpośrednio otaczającą budynek, ograniczając możliwość wahań poziomu wilgoci i zapobiegając kurczeniu się i pęcznieniu gleby. Nieprzepuszczalne materiały, takie jak geomembrana lub beton, mogą być umieszczone wokół obwodu budynku pod warstwą ziemi. Chodnik powinien mieć minimalną szerokość od 1,5 do 2,5 metra. Skuteczność tej metody zależy od szczelności chodnika; należy również uwzględnić odprowadzanie wody opadowej (np. nadając chodnikowi lekki spadek). System zbierania wody opadowej może być również zainstalowany, aby zebrać wodę spływającą i zapobiec jej przenikaniu do gleby w pobliżu budynku.

- **System zbierania wody opadowej** może być również zainstalowany, aby zebrać wodę spływającą i zapobiec jej przenikaniu do gleby w pobliżu budynku.

Konstrukcja

Oznaki uszkodzeń i rozwiązania są podobne jak te opisane w dziale dotyczącym powodzi.

Instalacje

Sieci podziemne są narażone na działanie osiadania i mogą być zabezpieczone poprzez **zastosowanie połączeń elastycznych** (dla kanalizacji, gazu, wody) oraz elastycznych uszczelek na złączach.

Zapewnienie odpowiedniego **uszczelnienia rur** może zapobiec przeciekom związanym z osiadaniem. **Regularna inspekcja szczelności sieci podziemnych** zlokalizowanych pod lub w pobliżu budynku jest kluczowe dla istniejących, sztywnych rurociągów, starego typu, które mogą być bardziej podatne na pękanie.

W budynkach instalacją centralnego ogrzewania lub ze źródłem ciepła, jak np. bojler zainstalowany w piwnicy budynku, **utrata ciepła** poprzez ściany musi być ograniczona poprzez zastosowanie **izolacji termicznej ścian**. Zwykle izolacja wykonana jest z polistyrenu lub wełny mineralnej.

Innym czynnikiem powodującym i później zwiększającym, osiadanie jest przeciekające odwodnienie i rynny. Przeciekająca woda może przesiąkać do gruntu pod budynkiem i wymywać podłoże fundamentu, a także powodować nasycenie gruntu wodą. Fundamenty mogą się wtedy osunąć i zapadać. Instalacja **zbierania i pozbywania się wody z dachu** jest niedrogim rozwiązaniem, które ogranicza wpływ wody na fundamenty. Kanały zbierające wodę z dachu muszą być odprowadzane do wodoszczelnej sieci z dala od fundamentów budynku.

Susza

Fundamenty

Susze i obniżony poziom wody gruntowej mogą prowadzić do skurczania gleby, pionowych ruchów gruntu oraz osiadania, co może powodować uszkodzenia fundamentów. Wskazówki dotyczące rozwiązań adaptacyjnych zostały opisane w dziale poświęconym osiadaniu.

Ściany

Osiadania wywołane suszą mogą wpływać na stabilność konstrukcji budynku oraz ścian. Wskazówki dotyczące rozwiązań adaptacyjnych zostały opisane w dziale poświęconym osiadaniu w sekcji dotyczącej ścian.

Dach

Długie okresy suszy skutkują niedoborami wody. Oszczędzanie wody i ponowne wykorzystanie wody deszczowej to kluczowe działania, szczególnie w gorących i suchych strefach klimatycznych, które są bardziej podatne na niedobory wody. **Systemy zbierania wody deszczowej** mogą pomóc w zapewnieniu ciągłego zaopatrzenia w wodę.

Beczki lub zbiorniki na deszczówkę zainstalowane na dachu budynku, zbierają wodę deszczową oraz przekierowują wodę opadową do zbiorników magazynowych. System ten polega na zbieraniu, filtrowaniu, magazynowaniu i wykorzystywaniu wody deszczowej w celu zapewnienia alternatywnego źródła zaopatrzenia w wodę, która może zostać użyta do podlewania ogrodów i innych celów, aby zmaksymalizować wykorzystanie zasobów.

Jeśli użytkownicy budynku nie zużywają zgromadzonej wody deszczowej, może być ona powoli wypuszczana, aby zasilić wody gruntowe. Takie podejście zredukuje ryzyku spływów powierzchniowych oraz zalania. Podczas instalowania systemu zbierania wody deszczowej, przy doborze lokalizacji, wielkości oraz materiału, z którego będzie wykonany zbiornik, należy wziąć pod uwagę oddziaływanie suszy latem.

Roślinność

Rozwiązania oparte na naturze mogą redukować oddziaływanie suszy na budynek. Przykładami takich rozwiązań mogą być **zielone dachy i zielone fasady**, które mogą zmniejszyć wpływ suszy poprzez zwiększenie retencji i magazynowania wody na dachach.

Konwencjonalne dachy zielone mogą być narażone na suszę, gdy dodatkowe nawadnianie nie jest możliwe. Z tego względu należy zadbać o sadzenie odpowiedniej roślinności, takich jak odporne na suszę rozchodniki (sukulenty) i trawy (z powodu ich płytkiego ukorzenienia i małego zapotrzebowania na wodę). **Błękitno-zielone dachy** są mniej podatne na uszkodzenia podczas suszy. Szczegółowe środki adaptacyjne zostały opisane w dziale poświęconym fali upałów. Rozwiązania oparte na roślinności opisane w sekcji dotyczącej osiadania gruntu mają również zastosowanie w adaptacji do osiadania gruntu spowodowanego suszą.

Materiały

Ekstremalne upały oraz brak opadów podczas suszy może skrócić żywotność budynku i spowodować uszkodzenia materiałów. Wilgotność utracona podczas suszy może powodować kurczenie i pękanie materiałów. Środki adaptacyjne opisane w dziale dotyczącym osiadania, w sekcji materiały mają również zastosowanie w czasie suszy.

Konstrukcja

Osiadanie spowodowane suszą może spowodować uszkodzenia konstrukcji budynku. Należy zadbać o odpowiednie i stabilne fundamenty. Wskazówki dotyczące dostosowania fundamentów do osiadania spowodowanego suszą można znaleźć w dziale poświęconym osiadaniu.

Instalacje

Poprawa efektywności zużycia wody jest kluczowa dla dostosowania budynków do okresów suszy. **Zastosowanie osprzętu i armatury oszczędzających wodę** może zredukować jej zużycie. Przykładami takich urządzeń są: **ograniczniki przepływu, zawory opóźnionego napełnienia i toalety o niskim zużyciu wody**. Ponadto, kluczowa jest **regularna inspekcja oraz szybkie naprawianie przecieków**.

System odzyskiwania wody szarej może służyć jako alternatywne źródło zaopatrzenia w wodę. Możliwe jest zainstalowanie systemu, który zbiera wodę z pryszniców, wanien i umywalek, która zostanie zużyta do spłukiwania toalet, a następnie przygotowuje ją do ponownego użytku na miejscu.

System wychwytywania i ponownego wykorzystania kondensatu z centrali wentylacyjnej (AHU) może również przyczynić się do oszczędzania wody. Gdy powietrze przepływa przez zimne wężownice chłodzące w centrali wentylacyjnej, kondensuje się na nich. Woda zbiera się i spływa do umieszczonej poniżej tacy ociekowej, skąd może zostać ponownie wykorzystana w budynku.

Inne

Rozwiązania opisane w dziale dotyczącym osiadania mogą również być wykorzystane podczas adaptacji do osiadania spowodowanego suszą.

Pozostałe zagrożenia – związane z temperaturą

Dla Polski kluczowe są:

- redukcja efektu przegrzewania budynków w okresach letnich,
- dostosowanie systemów instalacyjnych do rosnącego zapotrzebowania na chłodzenie,

- ochrona trwałości materiałów (zwłaszcza elewacji i pokryć dachowych) przed przyspieszonym starzeniem spowodowanym podwyższonymi temperaturami.

Zmiany temperatury (powietrze, woda słodka, woda morska)

Zmiany średnich temperatur powietrza, wód śródlądowych oraz mórz należą do długoterminowych procesów klimatycznych, które mają istotny wpływ na trwałość budynków i komfort użytkowników. W Polsce obserwuje się systematyczny wzrost średniej temperatury rocznej oraz wydłużenie okresów wegetacyjnych, co prowadzi do zmiany warunków eksploatacyjnych obiektów budowlanych. Podnosząca się temperatura powietrza i wody powoduje zwiększone obciążenia dla systemów chłodzenia i wentylacji, przyspiesza starzenie materiałów oraz może oddziaływać na fundamenty i elementy konstrukcyjne w wyniku zmieniających się procesów hydrologicznych.

Kształt i orientacja budynku

- Projektowanie brył budynków z uwzględnieniem naturalnego przewietrzania i chłodzenia.
- Ograniczanie dużych przeszkleń od strony południowej i zachodniej, aby zmniejszyć zyski cieplne.
- Zadaszenia i elementy zacieniające (balkony, loggie, podcienia) ograniczające nagrzewanie wnętrz.

Fundamenty i podłoże

- Uwzględnienie zmian temperatury wód gruntowych w projektowaniu izolacji fundamentów.
- Zastosowanie materiałów odpornych na zwiększoną wilgotność i wahania termiczne.

Ściany i fasady

- Zastosowanie materiałów o dużej pojemności cieplnej (np. cegła, beton), które spowalniają nagrzewanie i chłodzenie.
- Izolacje termiczne ograniczające wahania temperatury wewnętrznej.
- Jasne elewacje i powłoki refleksyjne redukujące absorpcję promieniowania.

Stolarka i przeszklenia

- Okna o niskim współczynniku przenikania ciepła (U) i powłokach selektywnych redukujących nadmierne zyski ciepła.
- Systemy zacieniania – rolety zewnętrzne, żaluzje, markizy.

Dach

- Zielone dachy i dachy o wysokim albedo zmniejszające nagrzewanie się powierzchni.
- Warstwy termoizolacyjne stabilizujące temperaturę w pomieszczeniach poddasza.

Roślinność i zagospodarowanie terenu

- Drzewa liściaste wokół budynku zapewniające cień latem i przepuszczające światło zimą.
- Zieleń retencyjna wspierająca naturalne chłodzenie i ograniczająca efekt miejskiej wyspy ciepła.

Instalacje

- Pasywne systemy chłodzenia i wentylacji nocnej wykorzystujące spadki temperatury.
- Modernizacja systemów grzewczych i chłodzących z uwzględnieniem rosnącej liczby dni gorących.
- Wykorzystanie OZE (fotowoltaika, pompy ciepła) do ograniczenia dodatkowych emisji związanych z chłodzeniem.

Materiały

- Stosowanie materiałów odpornych na wahania temperatury (np. zaprawy elastyczne, farby termorefleksyjne).
- Wybór powłok hydrofobowych i odpornych na UV, aby ograniczyć degradację elewacji.

Inne środki organizacyjne

- Monitoring temperatury wewnętrznej i zużycia energii w celu optymalizacji pracy systemów HVAC.
- Planowanie eksploatacji z uwzględnieniem zwiększonego zużycia energii do chłodzenia w okresach letnich.

Stres termiczny

Stres termiczny to zjawisko, w którym ekstremalne temperatury – zarówno wysokie, jak i niskie – przekraczają zdolności adaptacyjne budynku oraz jego użytkowników. W Polsce największym wyzwaniem stają się coraz częstsze fale upałów, ale także okresy silnych mrozów mogą powodować uszkodzenia materiałów i zwiększone zużycie energii. Skutki stresu cieplnego obejmują: przegrzewanie wnętrz, pogorszenie warunków zdrowotnych i komfortu, nadmierne obciążenie systemów HVAC, a także przyspieszoną degradację materiałów budowlanych.

W polskich warunkach stres termiczny dotyczy głównie:

- przegrzewania budynków mieszkalnych i biurowych latem,
- degradacji materiałów elewacyjnych i dachowych wskutek dużych amplitud temperatur,
- cykli zamarzania i rozmarzania zimą, które powodują mikropęknięcia i przyspieszają erozję betonu i zapraw.

Kształt i orientacja budynku

- Kompaktowa bryła budynku ograniczająca straty ciepła zimą i przegrzewanie latem.
- Odpowiednia orientacja względem stron świata w celu maksymalizacji zysków słonecznych zimą i ograniczenia ich latem.
- Projektowanie przestrzeni wspólnych i korytarzy jako stref buforowych termicznie.

Fundamenty i podłoże

- Wzmocnione izolacje przeciwwilgociowe i termiczne fundamentów, aby ograniczyć wpływ zmian temperatury gruntu.
- Zastosowanie materiałów odpornych na cykle zamarzania i rozmarzania.

Ściany i fasady

- Warstwowe przegrody z izolacją termiczną minimalizującą straty ciepła i zyski cieplne.
- Zastosowanie fasad podwójnych (double-skin) z możliwością regulacji wentylacji w przestrzeni międzypowłokowej.
- Okładziny i powłoki odporne na promieniowanie UV oraz na pękanie w wyniku naprężeń termicznych.

Stolarka i przeszklenia

- Okna o wysokiej szczelności ograniczające infiltrację powietrza w okresie zimowym.
- Zastosowanie szyb o niskim współczynniku U i powłok selektywnych.
- Rolety i żaluzje fasadowe umożliwiające dynamiczną kontrolę dopływu energii cieplnej.

Dach

- Izolacja termiczna o wysokiej odporności na wahania temperatury.

- Zastosowanie jasnych pokryć dachowych redukujących przegrzewanie w lecie.
- Wzmocnienie konstrukcji pod kątem cykli zamarzania/rozmarzania i zalegania śniegu.

Roślinność i zagospodarowanie terenu

- Zieleń wysoka i średnia ograniczająca nagrzewanie budynku latem.
- Zieleń przy fundamentach wspierająca utrzymanie stabilnej wilgotności i ograniczająca erozję gruntu.

Instalacje

- Pasywne systemy chłodzenia (free cooling, wentylacja nocna) zmniejszające przegrzewanie.
- Systemy grzewcze o wysokiej sprawności energetycznej, przygotowane na okresy długotrwałego mrozu.
- Inteligentne systemy zarządzania budynkiem (BMS) regulujące temperaturę w oparciu o prognozy pogody i dane czujników (gotowość budynków do inteligencji, o której mowa w dyrektywie EPBD).

Materiały

- Materiały odporne na cykle zamarzania i rozmarzania (np. beton mrozoodporny, ceramika).
- Powłoki elastyczne i hydrofobowe ograniczające pękanie i degradację powierzchni.
- Materiały o dużej pojemności cieplnej stabilizujące temperaturę wnętrz.

Inne środki organizacyjne

- Monitorowanie komfortu cieplnego użytkowników (czujniki temperatury, wilgotności, CO_2).
- Procedury awaryjne w przypadku ekstremalnych upałów lub mrozów (np. pomieszczenia schronienia klimatyzowanego/ogrzewanego).
- Edukacja użytkowników w zakresie racjonalnego korzystania z systemów grzewczych i chłodzących.

Zmienność temperatury

Zmienność temperatury oznacza szybkie i częste wahania między wartościami wysokimi a niskimi w krótkim czasie, zarówno w cyklu dobowym, jak i sezonowym. W Polsce zjawisko to nasila się – coraz częściej obserwuje się wahania temperatury o kilkanaście stopni w ciągu jednej doby oraz gwałtowne zmiany pogodowe związane z frontami atmosferycznymi.

Zmienność temperatury powoduje dodatkowe naprężenia w materiałach budowlanych, prowadzi do mikropęknięć, zmniejsza trwałość przegród, a także zwiększa zapotrzebowanie energetyczne na ogrzewanie i chłodzenie.

Kształt i orientacja budynku

W polskich warunkach szczególnie ważne jest:

- uwzględnianie cykli zamarzania/rozmarzania w projektowaniu i modernizacji budynków,
- stosowanie elastycznych i odpornych materiałów na elewacjach i dachach,
- przygotowanie systemów HVAC na gwałtowne przejścia między sezonami (np. nagłe spadki temperatur w maju czy wzrosty w październiku),
- projektowanie bryły ograniczającej nadmierną ekspozycję na czynniki atmosferyczne (np. elewacje o zróżnicowanej fakturze zmniejszają efekt bezpośredniego nagrzewania i ochładzania),
- uwzględnianie buforowych stref (wiatrołapy, loggie, oranżerie) stabilizujących wymianę ciepła z otoczeniem.

Fundamenty i podłoże

- Wykorzystanie materiałów konstrukcyjnych odpornych na cykle zamarzania i odmarzania.
- Dodatkowa izolacja przeciwwilgociowa i termiczna fundamentów zmniejszająca ryzyko przenikania wody i powstawania spękań.

Ściany i fasady

- Systemy ociepleń z elastycznymi zaprawami i siatkami zbrojącymi, które ograniczają pękanie elewacji.
- Fasady wentylowane umożliwiające szybkie odprowadzenie wilgoci i wyrównanie temperatur.
- Powłoki ochronne odporne na promieniowanie UV i niskie temperatury.

Stolarka i przeszklenia

- Okna o wysokiej szczelności, eliminujące przeciągi i napływ zimnego powietrza w czasie gwałtownych ochłodzeń.
- Szkło o powłokach niskoemisyjnych, które stabilizuje zyski i straty ciepła przy dużych amplitudach.

- Mechaniczne systemy zacieniania (rolety, żaluzje) pozwalające na dynamiczną adaptację do nagrzewania w ciągu dnia.

Dach

- Konstrukcje dachowe projektowane z uwzględnieniem dylatacji termicznej (materiały o różnym współczynniku rozszerzalności cieplnej).
- Pokrycia odporne na gwałtowne zmiany temperatury (blachy powlekane, dachówki ceramiczne wysokiej jakości).
- Dodatkowe warstwy hydroizolacyjne ograniczające degradację pod wpływem kondensacji i zamarzania wody.

Roślinność i zagospodarowanie terenu

- Zieleń przybudynkowa stabilizująca mikroklimat i ograniczająca nagrzewanie powierzchni utwardzonych.
- Stosowanie nawierzchni o wysokiej przepuszczalności, które ograniczają akumulację ciepła i nagłe zmiany temperatury przy powierzchni gruntu.

Instalacje

- Systemy HVAC dostosowane do pracy w szerokim zakresie temperatur.
- Magazynowanie energii (np. w buforach ciepła lub chłodu, V2H (Vehicle-to-Home) wykorzystanie pojazdów elektrycznych do zasilania budynków w energię)) w celu łagodzenia wahań w zapotrzebowaniu.
- Inteligentne systemy sterowania (BMS) reagujące na krótkoterminowe prognozy pogody.
- Rozwój infrastruktury na rzecz zrównoważonej mobilności przy budynkach, Inteligentne ładowanie i ładowanie dwukierunkowe umożliwiające integrację systemów energetycznych budynków

Materiały

- Materiały o wysokiej odporności na szok termiczny (betony mrozoodporne, elastyczne spoiwa).
- Elastyczne membrany dachowe i hydroizolacyjne.
- Kompozyty i materiały hybrydowe o podwyższonej trwałości.

Inne środki organizacyjne

- Regularne przeglądy i konserwacje elementów narażonych na naprężenia termiczne (elewacje, dachy, stolarka).
- Przeglądy systemów ogrzewania lub klimatyzacji i połączonych systemów w budynkach
- Wdrażanie procedur szybkiej reakcji w okresach nagłych zmian temperatury (np. zabezpieczenia systemów wodnych przed zamarzaniem).

Fala chłodu/mróz

Fale chłodu oraz okresy długotrwałych mrozów w Polsce, choć coraz rzadsze, nadal stanowią istotne zagrożenie dla budynków i ich użytkowników. Spadki temperatur poniżej normy prowadzą do zwiększonego zapotrzebowania na energię grzewczą, ryzyka awarii instalacji wodnych, uszkodzeń materiałów budowlanych na skutek cykli zamarzania i rozmarzania, a także do zagrożeń zdrowotnych dla mieszkańców.

W polskich warunkach szczególnie istotne są:

- ochrona instalacji wodnych przed zamarzaniem,
- stosowanie materiałów odpornych na cykle mroźne,
- ograniczanie strat ciepła przez izolacje i szczelną stolarkę,
- przygotowanie systemów awaryjnych ogrzewania na wypadek blackoutu zimą.

Kształt i orientacja budynku

- Kompaktowe bryły o mniejszym stosunku powierzchni przegród do kubatury, co zmniejsza straty ciepła.
- Minimalizowanie mostków cieplnych poprzez projektowanie ciągłości izolacji.
- Strefy buforowe (wiatrołapy, przedsionki, oranżerie) ograniczające bezpośrednią wymianę powietrza z otoczeniem.

Fundamenty i podłoże

- Izolacja przeciwwilgociowa i termiczna fundamentów chroniąca przed przemarzaniem gruntu.
- Zabezpieczenie przyłączy instalacyjnych (woda, kanalizacja) przed zamarzaniem.

Ściany i fasady

- Ocieplenie ścian zewnętrznych w systemach ETICS lub fasadach wentylowanych.
- Materiały odporne na cykle zamarzania/rozmarzania (mrozoodporne cegły, beton).
- Hydrofobizacja elewacji – ogranicza wnikanie wilgoci, która przy zamarzaniu powoduje mikropęknięcia.

Stolarka i przeszklenia

- Okna i drzwi o niskim współczynniku przenikania ciepła (U).
- Szczelne połączenia ram z murem, aby zredukować infiltrację zimnego powietrza.
- Potrójne szyby zespolone w budynkach energooszczędnych i pasywnych.

Dach

- Izolacja termiczna połaci dachowej ograniczająca straty ciepła.
- Pokrycia odporne na zaleganie śniegu i obciążenia lodem.
- Systemy przeciwoblodzeniowe w rynnach i rurach spustowych, aby zapobiegać zatorom lodowym.

Roślinność i zagospodarowanie terenu

- Pas zieleni jako naturalna bariera wiatrowa, ograniczająca wychładzanie budynku.
- Nawierzchnie odporne na zamarzanie i odmarzanie w otoczeniu budynków.

Instalacje

- Systemy grzewcze o wysokiej sprawności, umożliwiające szybkie reagowanie na nagłe spadki temperatur.
- Zabezpieczenie instalacji wodnych (izolacja rur, grzałki elektryczne) przed zamarzaniem.
- Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła (rekuperacja) – zmniejsza straty energii przy utrzymaniu jakości powietrza.

Materiały

- Materiały mrozoodporne o niskiej nasiąkliwości, odporne na wielokrotne cykle zamrażania i rozmrażania.

- Elastyczne spoiny i zaprawy, które ograniczają pękanie pod wpływem naprężeń termicznych.

Inne środki organizacyjne

- Systemy monitorowania temperatury w instalacjach krytycznych (np. wodociągi, hydranty, zbiorniki).
- Plany awaryjne zapewniające alternatywne źródła ciepła w przypadku awarii systemów grzewczych.
- Edukacja użytkowników w zakresie zabezpieczania budynków przed mrozem (np. spuszczanie wody z instalacji zewnętrznych).

Pożar samoistny

Pożar samoistny (ang. *wildfire*, *spontaneous fire*) to zjawisko związane z występowaniem wysokich temperatur, długotrwałej suszy oraz niskiej wilgotności powietrza, które sprzyjają szybkiemu rozprzestrzenianiu się ognia. W Polsce ryzyko tego typu zdarzeń rośnie, zwłaszcza na terenach leśnych i podmiejskich, gdzie zabudowa sąsiaduje z obszarami zielonymi. Choć nie jest to zagrożenie powszechne w całym kraju, coraz częstsze fale upałów i deficyty opadów zwiększają prawdopodobieństwo występowania pożarów, które mogą oddziaływać także na budynki mieszkalne i użyteczności publicznej.

W Polsce szczególnie ważne jest:

- stosowanie niepalnych materiałów budowlanych w budynkach na terenach leśnych i podmiejskich,
- tworzenie stref ochronnych wokół zabudowy (brak łatwopalnej roślinności tuż przy ścianach),
- wdrażanie procedur przeciwpożarowych w okresach suszy i fal upałów,
- zwiększanie odporności dachów i fasad na kontakt z ogniem i wysoką temperaturą.

Kształt i orientacja budynku

- Projektowanie budynków z ograniczeniem elementów łatwopalnych na elewacjach i dachach.
- Minimalizowanie ryzyka gromadzenia się łatwopalnych materiałów (np. liści, igliwia) w zagłębieniach fasady i dachu.
- Uwzględnienie stref buforowych pomiędzy zabudową a lasami/terenami zalesionymi.

Fundamenty i podłoże

- Zastosowanie niepalnych materiałów przy cokołach budynku i wokół fundamentów.
- Utwardzenie pasa terenu w bezpośrednim sąsiedztwie obiektu, aby ograniczyć rozprzestrzenianie się ognia.

Ściany i fasady

- Stosowanie materiałów o klasie reakcji na ogień A1 lub A2 (np. tynki mineralne, beton, ceramika).
- Unikanie łatwopalnych okładzin elewacyjnych z PVC czy drewna bez zabezpieczeń przeciwpożarowych.
- Zielone ściany powinny być projektowane tak, aby zawierały gatunki o wysokiej odporności na ogień (np. rośliny liściaste o dużej zawartości wody).

Stolarka i przeszklenia

- Okna i drzwi o podwyższonej odporności ogniowej.
- Szyby zespolone ograniczające ryzyko pękania i wnikania ognia.
- Uszczelnienia zapobiegające przenikaniu dymu.

Dach

- Pokrycia dachowe niepalne lub trudno zapalne (np. dachówki ceramiczne, blacha).
- Unikanie łatwopalnych materiałów dachowych (np. gonty bitumiczne).
- Siatki ochronne i regularne czyszczenie rynien, aby ograniczyć gromadzenie suchych liści i igliwia.

Roślinność i zagospodarowanie terenu

- Strefa ochronna wokół budynku (co najmniej 5–10 m wolnej przestrzeni od łatwopalnej roślinności).
- Wybór roślin o niskiej palności (liściaste zamiast iglastych, gatunki o dużej wilgotności liści).
- Regularne usuwanie suchych gałęzi, traw i krzewów w pobliżu zabudowy.

Instalacje

- Zabezpieczenie zbiorników gazowych i paliwowych przed ekspozycją na ogień.
- Systemy tryskaczowe i mgłowe wewnątrz budynków użyteczności publicznej.
- W miejscach szczególnie narażonych – zewnętrzne kurtyny wodne jako bariera ochronna.

Materiały

- Materiały konstrukcyjne o wysokiej odporności ogniowej (beton, stal zabezpieczona ogniochronnie).
- Stosowanie impregnacji przeciwogniowej dla drewna.
- Uszczelnienia ogniowe na przejściach instalacyjnych.

Inne środki organizacyjne

- Systemy monitorowania zagrożeń pożarowych (czujniki dymu, systemy alarmowe).
- Plany ewakuacji i procedury kryzysowe dla mieszkańców i użytkowników.
- Edukacja użytkowników i mieszkańców w zakresie zachowania w przypadku zagrożenia pożarowego.

Pozostałe zagrożenia – związane z wiatrem

Zmiany cyrkulacji wiatru

Zmiany cyrkulacji wiatru wynikają z przekształceń klimatycznych, które wpływają na częstotliwość, kierunki i siłę wiatrów w Europie. W Polsce obserwuje się coraz częstsze występowanie porywów wiatru o charakterze huraganowym, lokalnych trąb powietrznych, a także zmiany dominujących kierunków wiatrów. Zjawiska te oddziałują na konstrukcje budynków, systemy dachowe, elewacje oraz elementy instalacyjne. Zmieniona cyrkulacja wiatru może również prowadzić do efektu tunelowego w obszarach miejskich i zaburzać wentylację naturalną budynków.

W Polsce szczególnie istotne są:

- odporność dachów i stolarki na gwałtowne porywy wiatru,
- ograniczanie efektu tunelowego w zabudowie miejskiej,

- zabezpieczenie instalacji dachowych (fotowoltaika, klimatyzacja), które są coraz bardziej powszechne.

Kształt i orientacja budynku

- Projektowanie brył o opływowych kształtach, które ograniczają obciążenia wiatrowe.
- Unikanie dużych, płaskich powierzchni ścian prostopadłych do dominujących kierunków wiatru.
- Kształtowanie urbanistyki tak, aby zmniejszać efekt tunelu wiatrowego między budynkami.

Fundamenty i podłoże

- Zabezpieczenie fundamentów i podłoża przed erozją wietrzną i wodną.
- Zastosowanie geowłóknin, murów oporowych lub gabionów w terenach szczególnie narażonych.

Ściany i fasady

- Wzmocnienie mocowań okładzin elewacyjnych, aby zapobiec ich odrywaniu.
- Fasady wentylowane z systemami odpornymi na wiatr i zacinający deszcz.
- Elastyczne materiały wykończeniowe, które lepiej znoszą zmienne obciążenia.

Stolarka i przeszklenia

- Okna o podwyższonej odporności na obciążenie wiatrem, z certyfikacją odpowiednią do strefy wiatrowej.
- Szyby laminowane lub hartowane, odporne na uderzenia niesionych przedmiotów.
- Szczelne uszczelnienia zapobiegające przedostawaniu się wody przy deszczu zacinającym.

Dach

- Dachy o konstrukcji spadzistej (dwuspadowe, czterospadowe) z odpowiednim kątem nachylenia ograniczającym ryzyko podrywania pokrycia.
- Mechaniczne mocowania dachówek i blach, zwłaszcza w strefach przyokapowych i narożnych.
- Wzmocnienie konstrukcji więźby dachowej zgodnie z normami dla stref obciążenia wiatrem.

Roślinność i zagospodarowanie terenu

- Sadzenie drzew i krzewów jako barier wiatrowych, ale w bezpiecznej odległości od budynków.
- Unikanie lokalizacji drzew wysokich w bliskim sąsiedztwie dachów i linii energetycznych.
- Utrzymywanie zieleni w dobrej kondycji (przycinanie gałęzi, usuwanie suchych drzew).

Instalacje

- Wzmocnione mocowania instalacji dachowych (panele PV, anteny, jednostki HVAC).
- Osłony dla wrażliwych elementów instalacji narażonych na bezpośrednie działanie wiatru.
- Zabezpieczenia przepięciowe dla instalacji elektrycznych w przypadku burz towarzyszących silnym wiatrom.

Materiały

- Lekkie, ale odporne na wiatr materiały fasadowe i dachowe (np. płyty włókno-cementowe).
- Uszczelnienia elastyczne, które kompensują ruchy materiałów przy obciążeniu wiatrem.

Inne środki organizacyjne

- Regularne przeglądy techniczne dachów, elewacji i instalacji zewnętrznych.
- Plany awaryjne dla użytkowników – np. procedury zabezpieczania okien, drzwi i tarasów przed silnym wiatrem.
- Systemy wczesnego ostrzegania (SMS, aplikacje IMGW).

Pozostałe zagrożenia – związane z wodą

Zmiany wzorców i rodzajów opadów (deszcz, grad, śnieg/lód)

Zmiany wzorców i rodzajów opadów z powodu zmian klimatu będą różniły się w poszczególnych regionach, stąd ważne jest aby uwzględnić ich oczekiwany wpływ na każdy region z osobna. Różne narzędzia są dostępne, aby zidentyfikować wpływ przewidywanych przyszłych opadów, dla różnych krajów.

Rozwiązania dla zmieniających się wzorców opadów skutkujących w dłuższych lub bardziej intensywnych silnych opadach deszczu i gromadzenia się śniegu lub lodu są podobne do tych stosowanych w przypadku silnych opadów, w tym:

- Zielone, zielono-niebieskie dachy, które mogą magazynować wodę;
- Użycie materiałów hydrofobowych i uszczelnienie piwnicy i kondygnacji naziemnej, aby zapobiec zalaniem przez wodę deszczową
- Podniesione wejścia;
- Przepuszczalna powierzchnia terenu, jak np. zielone ogrody czy żwir, aby zwiększyć szybkość infiltracji;
- Zielone fasady;
- Rolety okienne odporne na grad;
- Konserwacja rynien i rur spustowych oraz ich połączenie z systemem magazynowania wody.

Więcej informacji o charakterystyce poszczególnych rozwiązań można znaleźć w dziale poświęconym silnym opadom.

Zmiany wzorców i rodzajów opadów może również wiązać się z dłuższymi okresami suszy, po których następują okresy zwiększonego ryzyka powodzi. Susze mogą powodować kurczenie i ruchy gruntu, i w konsekwencji prowadzić do spadku poziomu wód gruntowych.

Rozwiązania dotyczące skutków związanych z osiadaniem są następujące:

- Głębsze fundamenty;
- Wzmocnienie konstrukcji ścian;
- Zarządzanie roślinnością wokół budynku (np. bariery przeciw korzeniom);
- Instalacja obwodowego systemu drenażowego, aby utrzymać wilgoć z dala od fundamentów;
- Użycie **elastycznych połączeń rur oraz uszczelek na połączeniach**, aby uniknąć przecieków.

Więcej informacji można znaleźć w dziale poświęconym osiadaniu.

Przedłużające się okresy powodzi mogą wymagać wprowadzenia suchej ochrony budynku. Zapobiegnie to przedostawaniu się wody do budynku w przypadku powodzi. **Bariery przeciwpowodziowe**, takie jak **podniesione stopnie i wejścia lub wysokie bariery przy wjazdach** do garaży, mogą być skutecznym sposobem minimalizacji szkód. Dla fundamentów można zastosować pale, aby podnieść parter powyżej poziomu powodziowego. Dla nowych budynków warstwa wodoodporna może być nałożona na zewnętrzne ściany, najlepiej w fazie budowy. Więcej szczegółów zostało opisanych w dziale poświęconym powodziom.

Zmienność opadów lub zmienność hydrologiczna

Zmienność hydrologiczna może powodować osiadanie i/lub powodzie. Powodzie i susze z większym prawdopodobieństwem będą następować po sobie w jednym regionie w wyniku zmian klimatu. Tym samym budynki powinny być dostosowane do obu zagrożeń, co oznacza, że rozwiązania związane z powodzią powinny być kompatybilne z tymi związanym z suszami. Mimo, że wpływ powodzi i suszy różnią się, niektóre rozwiązania są podobne, np. **głębokie i wodoszczelne fundamenty** są odpowiednia dla suszy i powodzi.

Niektóre stosowane rozwiązania nie są identyczne, ale mogą być kompatybilne. Na przykład powodzie mogą uszkodzić instalacje budynku, jeśli woda zalewowa dostanie się do wnętrza budynku przez rury kanalizacyjne. Rozwiązania obejmują **instalację zaworu zwrotnego** oraz zmniejszenie ilości wody w kanalizacji, na przykład poprzez **odłączenie rur spustowych**. Susza wpływa na rurociągi z powodu osiadania gruntu. Rozwiązania obejmują zastosowanie **elastycznych łączek rurowych** i **elastycznych uszczelek**. Te rozwiązania mogą być wdrożone jednocześnie.

Dla lepszej retencji wody wskazane jest zwiększenie ilości roślinności wokół budynku. **Roślinność zwiększa szybkość infiltracji** i może pomóc w redukcji wody powodziowej. Jednak, w przypadku suszy, roślinność, w szczególności korzenie drzew, może powodować wysychanie gleby blisko fundamentów zwiększając ryzyko osiadania, szczególnie w glebach podatnych na osiadanie takich jak gliny. Zapewnienie odpowiedniej odległości korzeni od budynku może zmniejszyć ryzyko.

Podnoszący się poziom mórz

Podnoszący się poziom mórz jest szczególnie niebezpieczny dla miast nabrzeżnych. Podniesienie się poziomu mórz dla niżej położonych wybrzeży może powodować częstsze lub bardziej intensywne ekstremalne powodzie, zwiększyć erozję i zasolenie gruntu, wód gruntowych i powierzchniowych. Środki adaptacyjne dla długotrwałych powodzi oraz podniesienia się poziomu mórz opisane zostały w dziale poświęconym powodziom i dziale poświęconym osiadaniu, są to między innymi:

- Fundamenty w obszarach narażonych na przybrzeżne powodzie powinny być zaprojektowane z uwzględnieniem wszystkich sił, wynikających z działania fal, uderzeń przez zanieczyszczenia, erozji oraz lokalnego wymywania. Zaleca się stosowanie **głębokich fundamentów**, na przykład za pomocą pali lub filarów jako fundamentów powyżej poziomu powodziowego.

- **Użycie materiałów konstrukcyjnych odpornych na uszkodzenia spowodowane działaniem słonej wody**, w celu odporności na warunki otoczenia;

- **Podniesienie wejść oraz części pełniących funkcje użytkowe nad poziom powodziowy**. Poziom powodzi, który należy uwzględnić podczas projektowania, powinien obejmować wzajemny wpływ podnoszenia się poziomu morza i sztormowych przypływów;

- Lokalizacja budynków, zwłaszcza tych zapewniających kluczowe funkcje, na wyżej położonych terenach.

Deficyt wody

Deficyt wody może odnosić się do zmniejszenia zasobów świeżej wody (spowodowany suszą) lub jakością (spowodowany zanieczyszczeniem lub skażeniem wywołanym powodzią). Środki adaptacji, zapobiegające deficytowi wody, skupiają się na jej magazynowaniu. Rozwiązania opisane w dziale dotyczącym silnych opadów oraz suszy mają tutaj zastosowanie, i obejmują magazynowanie wody deszczowej i zastosowanie metod opartych na naturze:

- **Zbieranie wody deszczowej z dachów i magazynowanie jej w beczkach lub w podziemnych zbiornikach** poprzez połączenie z rurami spustowymi;
- Zastosowanie niebiesko-zielonej infrastruktury i **zrównoważonego systemu odprowadzania wód opadowych (SuSD**), jak np. rowy konturowe (swale) czy kanały wokół budynku, co jest skutecznym sposobem na krótkotrwałe zatrzymanie wody;
- **Nasadzenia odpowiednich gatunków,** które są odporne na suszę, takich jak sukulenty i trawy;
- **Dachy zielone i rowy infiltracyjne**.

Wezbranie jeziora lodowcowego

To zagrożenie jest szczególnie istotne w alpejskich regionach Europy. Wezbranie jezior każdego typu może być destrukcyjne dla budynków oraz co ważniejsze, dla jego mieszkańców. Najważniejszym środkiem adaptacyjnym jest stałe **monitorowanie i pomiary ryzyka wezbrania jeziora**, oraz implementacja **wczesnego systemu ostrzegania** w regionach wysokiego ryzyka.

Pozostałe zagrożenia - związane z ziemią

Erozja obszarów przybrzeżnych

Erozja obszarów przybrzeżnych jest procesem, w którym lokalny wzrost poziomu morza, silne działanie fal i powodzie przybrzeżne powodują niszczenie lub przemieszczanie skał, gleby i/lub piasku wzdłuż wybrzeża.

Proces erozji zwiększa się na skutek podnoszenia się poziomu mórz, wzrostu temperatur i powstawania fal sztormowych. Budynki zlokalizowane na linii wybrzeża są narażone na erozję obszarów przybrzeżnych, co może prowadzić do utraty stabilności konstrukcji.

Środki adaptacyjne dla budynków narażonych na erozję obszarów przybrzeżnych dzielą się na 3 grupy.

Pierwsza grupa dotyczy ochrony przed zagrożeniem. Podejście to polega na **wzmacnianiu linii brzegowej** obejmującym wdrażanie twardych konstrukcji ochronnych (**falochrony, groble, narzuty kamienne i wały przeciwpowodziowe**).

Inne, mniej inwazyjne środki adaptacyjne obejmują **odbudowę plaż poprzez nanoszenie piasku** oraz **odtwarzanie roślinności przybrzeżnej**. Zasilanie plaży piaskiem jest niekonstrukcyjnym sposobem stabilizacji, który polega na zbieraniu piasku zastępczego z wnętrza lądu i transportowaniu go na wybrzeże. Odtwarzanie roślinności przybrzeżnej sprzyja rozwojowi słonawych bagien, obszarów namorzynowych i traw morskich przystosowanych do środowiska przybrzeżnego. Wszystkie wybrane gatunki muszą mieć gęste i głębokie ukorzenienie (takie jak róże, itp.), aby zatrzymać osady. Szczegółowe **monitorowanie redystrybucji piasku** w wyniku zastosowania powyższych metod ochrony ma kluczowe znaczenie dla oceny skuteczności i wpływu projektów.

Powyższe metody ochrony są podatne na zniszczenia przez sztormy i działanie fal, ale pomagają zapobiegać zalewaniu i dalszej erozji. Co więcej, ze względu na zmiany klimatu, ryzyko powodujące bardziej ekstremalny klimat, pozostaje.

Druga grupa dotyczy dostosowania się do warunków. Społeczności nadal zajmują budynki na terenach narażonych na powodzie i erozję. W budynkach na terenach narażonych na powodzie przybrzeżne powinny być zastosowane **środki adaptacji opisane w dziale dotyczącym powodzi**. **Pale** mogą zostać użyte, aby zwiększyć odporność fundamentów na powódź, **materiały konstrukcyjne odporne na wodę i słoną wodę** powinny zostać użyte. Dostosowanie również obejmuje zastosowanie systemów informacyjnych (takich jak mapowanie zagrożenia powodziowego, badania podłoża w szczególności badania geologiczno-inżynierskie i systemy wczesnego ostrzegania), aby zminimalizować wpływ powodzi. Takie podejście powinno być regularnie poddane sprawdzeniu.

Trzecia grupa środków adaptacyjnych dotyczy wycofywania się z obszarów nabrzeżnych. Mogą zostać zaplanowane działania, aby przenieść budynki oraz ludzi z dala od regionów przybrzeżnych narażonych na erozję. Konkretne podejście do wycofania polega na **wyznaczeniu obszaru oddalonego** oraz **określeniu strefy buforowej** o minimalnej odległości lub wysokości pomiędzy obszarami erozji przybrzeżnej a budynkami.

W szerszej perspektywie, połączenie instalacji ochrony wybrzeża z umożliwieniem rozwoju strefy między pływowej może zmniejszyć ryzyko związane z erozją obszarów przybrzeżnych i powodziami. Strefy między pływowe działa jak bufor, zapewniając lepszą ochronę przed powodziami i może zwiększyć bioróżnorodność.

Nabrzeża europejskie są coraz bardziej narażone na erozję obszarów przybrzeżnych z powodu podnoszącego się poziomu mórz. Najbardziej narażonym wybrzeżem jest linia brzegowa Portugali, podejście adaptacyjne obejmowało przenoszenie budynków i przesiedlenie społeczności.

Wybrzeże Hiszpanii jest również narażone na erozję gleby, a jego podejście adaptacyjne polega na dostosowaniu (poprzez adaptacje projektowanych budynków i użycie materiałów odpornych na powodzie) oraz wycofanie (np. zarządzanie poprzez zmianę układu, w tym wykup ziemi w celu wdrożenia rozwiązań opartych na naturze oraz podejścia wycofania).

Skuteczny **system lokalnego planowania** jest kluczowy w celu opracowania najlepszych praktyk w zakresie adaptacji budynków; długoterminowy system planowania powinien

wspierać przejście budynków z terenów wysokiego ryzyka i ograniczać przyszłą zabudowę na obszarach dotkniętych erozją przybrzeżną.

Narzędzia monitorowania oraz **modele ryzyka powodziowego** są kluczowe dla nieformalnego zarządzania wybrzeżem i adaptacji, aby wspierać lokalne władze, zespoły projektowe, właścicieli, użytkowników budynków i inwestorów. Na przykład British Geological Survey stworzyło GeoCast (British Geological Survey, n.d.), produkt, który informuje i wspiera użytkowników w reagowaniu na zmiany klimatu i budowaniu wytrzymałości wybrzeża.

Zawiera informacje na temat erozji przybrzeżnej, podnoszeniu się poziomu morza i zalewaniu, osiadaniu przybrzeżnym oraz właściwościach osadów geologicznych. Zrozumienie ryzyka pozwala zainteresowanym stronom wdrożyć odpowiednie środki adaptacyjne.

Degradacja gleby

Degradacja gleby jest procesem naturalnym. Jednak sytuacja uległa pogorszeniu w wyniku działalności człowieka i zmian klimatu. Degradacja gleby zmniejsza zdolność gleby do absorbowania i filtrowania wody, co może prowadzić do suszy, utraty struktury gleby oraz powodzi w wyniku zwiększonego spływu wody podczas intensywnych opadów.

Degradacja gleby stwarza w szczególności ryzyko dla fundamentów budynku zwiększając prawdopodobieństwo erozji lub przemieszczenia gruntu.

Środki adaptacyjne mające na celu zmniejszenia podatności na degradację gleby pokrywają się z tymi przedstawionymi w działach poświęconych powodzi, osiadaniu i suszy. Przeprowadzenie **wstępnego badania gruntu**, aby ocenić, czy gleba jest podatna na degradację jest istotnym krokiem, aby ocenić lokalizację planowanej budowy budynku.

Erozja gleby

Erozja gleby to przyspieszona utrata lub degradacja wierzchniej warstwy gleby, często związana z czynnikami klimatycznymi, takimi jak silne wiatry, ulewne deszcze i burze. Niewłaściwe użytkowanie terenów może dodatkowo pogłębiać erozję gleby.

W fazie budowy, skuteczne zarządzanie jakością gruntu jest kluczowe, ponieważ na tym etapie inwestycja jest najbardziej narażona na erozję gleby. Działania mogą obejmować **ponowne zazielenianie i zwiększenie poziomu materii organicznej w glebie**, aby zniwelować szkody powstałe podczas przygotowania terenu.

Elementy projektowania budynku, które mają na celu dostosowanie się do erozji gleby i jej ograniczenie, obejmują:

- **zastosowanie odpływów i rynien**, aby skutecznie odprowadzać wodę deszczową z fundamentów budynku;

- **sadzenie traw i kwiatów wokół fundamentów budynku**. Ich korzenie pomogą zatrzymać glebę i ograniczyć jej utratę.

Soliflukcja

Soliflukcja to powolny, stały przepływ nasyconej wodą gleby po stromym zboczu. Ten ruch gleby jest przypisywany cyklom zamarzania i odmarzania, które powodują przemieszczanie się w dół, szczególnie w warunkach klimatu peryglacjalnego i zimnych środowisk. Osuwiska i lawiny błotne związane z soliflukcją stanowią zagrożenie dla budynków.

Podobnie jak w przypadku innych zagrożeń związanych z przemieszczaniem się mas ziemnych, środki adaptacyjne koncentrują się na **wstępnej ocenie zagrożenia i wyborze lokalizacji**, z minimalnym ryzykiem soliflukcji.

W przypadku istniejących budynków środki adaptacyjne obejmują **utrzymanie i wzmocnienie stabilności konstrukcji budynku**.

Lawiny

Lawiny śnieżne to szybko przemieszczające się masy śnieżne, które pojawiają się w regionach górzystych, Lawiny stanowią duże zagrożenie dla budynków.

- Wysokie obciążenia ciśnieniowe i efekty ssania od lawiny mogą wpływać na ściany i dach budynku;
- Wpływ obciążenia śniegiem, ziemią lub kamieniami i gruzem, które są transportowane wraz z lawiną mogą zagrażać stabilności budynku;
- Śnieg i ziemia mogą powodować wewnętrzne uszkodzenia, jeśli z siłą dostaną się do wnętrza przez otwory w budynku.

Największym priorytetem dla nowych budynków jest unikanie terenów o podwyższonym ryzyku. Istnieje możliwość adaptacji istniejących budynków poprzez elementy konstrukcyjne i projektowe, aby przeciwdziałać siłom uderzeniowym lawin śnieżnych oraz związanych z nimi transportowanymi osadami. Najlepsze projektowe praktyki zawierają poniższe:

- Piwnice powinny być **wodoszczelne** z odpowiednim wykończeniem oraz zastosowaniu betonu wodoszczelnego;
- **Zewnętrzne ściany narażone na lawiny** powinny być dostosowane (np. poprzez dodatkową osłonę) lub zbudowane z materiałów takich jak kamień czy beton;
- **Należy unikać otworów** na ścianach zwróconych w kierunku potencjalnego nadejścia lawiny;

- **Eliminować otwory na poziomie powierzchni gruntu**;

- Jeżeli jest to konieczne, powinny być zastosowane odpowiednio **wzmocnione, wielowarstwowe szklenie okien, ramy okien oraz wykończenia**, które są dostępne, aby chronić przed znaczącym ciśnieniem uderzeniowym lawin.

Struktury obronne poza strukturą budynku są kluczowe dla zmiany kierunku, hamowania i zatrzymywania lawin, szczególnie tam, gdzie istnieją budynki na odkrytych obszarach z tradycyjnym budownictwem murowanym o niskiej odporności. Podejścia ochronne, takie jak mosty śniegowe, grabie śniegowe i siatki wokół otoczenia budynku, mogą pomóc zapobiec uszkodzeniom.

Osuwiska

Osuwiska to grawitacyjne przemieszczenie masy skał, gruzu, ziemi lub błota w dół stoku. Stanowią one poważne zagrożenie, gdyż budynki mogą zostać zasypane, wypełnione osadami osuwiskowymi, zdeformowane lub uszkodzone, zdestabilizowane i podatne na zawalenie. Osuwiska często są wywoływane przez obfite opady deszczu i trzęsienia ziemi. Zmiany poziomu opadów i temperatury mogą wpływać na stabilność stoku i podłoża skalnego, co również może wywołać osuwisko.

Ocena zagrożeń lub ryzyka oraz monitorowanie to pierwszy krok w adaptacji budynków na osuwiska. **Dane geologiczne pochodzące z map geologicznych, istniejących odwiertów lub mapowanie ryzyka** pozwalają interesariuszom zidentyfikować najbardziej podatne obszary. Informacje te mogą następnie wspierać wdrażanie specyficznych dla kontekstu środków adaptacyjnych.

Planowanie przestrzenne oraz wyznaczenie terenów nie przeznaczonych do zabudowy to najskuteczniejsze metody minimalizowania ryzyka związanego z osuwiskami.

Powierzchownym osuwiskom (występującym w promieniu do 2 m od powierzchni gruntu) najlepiej zapobiegać poprzez wykonywanie **prac stabilizacyjnych** wokół budynku. Jednak w przypadku głębszych osuwisk konieczne są większe środki ochrony i **wzmocnienie** budynku.

Należ zasięgnąć **opinii wykwalifikowanego geologa**, aby uniknąć budowania w regionach podatnych na osuwiska i określić najlepiej dopasowane środki adaptacyjne.

Środki adaptacyjne zmniejszające ryzyko oddziaływania osuwisk mogą obejmować:

- Środki kontroli erozji (geowłóknina, narzut kamienny, zadarnianie);

- Modyfikacja geometrii zbocza;

- Roboty drenażowe związane z wodą powierzchniową i gruntową, takie jak dreny oraz studnie poziome;

- Modyfikacja mechanicznych właściwości niestabilnego gruntu (zagęszczanie, iniekcja strumieniowa, iniekcja cementowa)
- Mechaniczne przenoszenie obciążeń na bardziej nośne warstwy (gwoździowanie gruntowe, kesony, kotwy strunowe);
- konstrukcje oporowe poprawiające stabilność skarp (ściany oporowe, gabiony, ściany ażurowe);
- pasywne środki kontroli odchylających się osuwisk (przegrody, konstrukcje odchylające, bariery)

Wymagana jest staranna analiza lokalizacji tych środków, aby zapewnić ochronę jak największego obszaru i zmniejszyć prawdopodobieństwo nagłego przemieszczenia mas ziemnych.

Załącznik 4 Lista przykładowych działań adaptacyjnych

Możliwe rozwiązania dotyczące dostosowania budynków do priorytetowych zagrożeń zostały zebrane w poniższą listę działań adaptacyjnych na podstawie informacji zawartych w publikacji *EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change - best practice guidance*. Dla każdej części budynku określono kompleksowy zestaw rozwiązań:

- Kształt budynku
- Fundamenty
- Ściany
- Stolarka
- Dach
- Roślinność
- Zagospodarowanie terenu
- Instalacje
- Inne,

Każdy środek adaptacyjny będzie miał korzystny wpływ, poprawiając zdolność budynku do reagowania na docelowe zagrożenie, jednak może również wywołać efekt pośredni, potencjalnie negatywnie wpływając na zdolność budynku do reagowania na inne zagrożenia, co zostało wskazane w tabeli.

☑ korzystny wpływ

⃠ potencjalnie negatywne skutki

Poniższa tabela stanowi zbiór zidentyfikowanych przykładów i dobrych praktyk, nie jest ona wyczerpującym katalogiem. Może stanowić źródło inspiracji do indywidualnych analiz i projektów.

Działanie adaptacyjne	Element	Zagrożenie	Kluczowe zagadnienia
Izolacja ścian, okien i dachów	Ściany Stolarka Dach	☑ Fale upałów ⃠ Powódź ⃠ Silne opady	☑ Zmniejszenie zapotrzebowania na energię i zmniejszenie kosztów użytkowania ⃠ Możliwy wzrost wilgotności w ścianach i dachu

Działanie adaptacyjne	Element	Zagrożenie	Kluczowe zagadnienia
Wysoka roślinność przy nasłonecznionych stronach budynku, aby zapewnić cień (od zewnątrz)	Roślinność	☑ Fale upałów ☑ Powódź ☑ Silne opady ⊘ Burza ⊘ Osiadanie	☑ Korzystne dla bioróżnorodności ☑ Zmniejszenie zapotrzebowania na energię i zmniejszenie kosztów ⊘ Stwarza ryzyko, że podczas burzy rośliny zostaną wyrwane ⊘ Jeśli korzenie są zbyt blisko fundamentów zwiększa ryzyko osiadania
Połączenia dylatacyjne	Konstrukcja	☑ Fale upałów (zmienność temperatur - dużą ich amplituda) ☑ Osiadanie	☑ chroni budynek przed pękaniem pod wpływem wysokich zmian temperatur
Aktywne chłodzenie i wentylacja	Instalacje	☑ Fale upałów ⊘ Powódź ⊘ Silne opady ⊘ Burza	☑ zapewnia natychmiastowe chłodzenie w okresach ekstremalnych upałów ⊘ stojąca woda po powodziowa może uszkodzić elektryczne elementy znajdujące się garażach/niższych kondygnacjach ⊘ deszcz zacinający może powodować uszkodzenia
Najniższa kondygnacja użytkowa wyniesiona ponad poziom terenu	Funda-menty	☑ Burza ☑ Powódź	⊘ Negatywny wpływ na obciążenie wiatrem
Efektywne odwodnienie dachu	Dach	☑ Burza ☑ Silne opady ☑ Fale upałów ☑ Powódź	⊘ Konieczność zwiększenia obciążenia konstrukcji dachu
Dach czterospadowy (o nachyleniu 30°)	Dach	☑ Burza ☑ Silne opady	Nie ma zastosowania w każdym rodzaju budownictwa (np. budownictwa wielorodzinnego)
Żywopłoty i krzewy zamiast drzew wokół budynku	Roślinność	☑ Burza ⊘ Fale upałów ☑ Osiadanie	⊘ Niska roślinność nie stworzy cienia dla budynku ⊘ Powinny być rozważone gatunki zgodne siedliskowo

Działanie adaptacyjne	Element	Zagrożenie	Kluczowe zagadnienia
Dodatkowa ochrona w ścianach przed deszczem niesionym przez wiatr	Ściany	☑ Burza ☑ Silne opady	⊘ Może wpływać na jakość powietrza i wentylacji
Wzmocnienie i ochrona otworów, okiennice	Ściany Stolarka	☑ Burza ☑ Fale upałów ☑ Osiadanie	
Szkło odporne na uderzenia w oknach i drzwiach	Stolarka	☑ Burza ☑ Silne opady	
Spoina uszczelniająca w oknach w celu zapobiegania wilgoci	Stolarka	☑ Burza ☑ Silne opady	
Unikanie kwadratowych i prostokątnych płaskich powierzchni prostopadłych do kierunku wiatru	Kształt budynku	☑ Silne opady	< Nieodpowiednie do modernizacji lub renowacji
Zielone fasady	Ściany	☑ Silne opady ☑ Fale upałów	☑ Korzystne dla bioróżnorodności ☑ Zmniejszenie zapotrzebowania na energię ⊘ zwiększona wilgotność ścian może być szkodliwa dla funkcji termicznych przegrody i sprzyjać powstawaniu pleśni
Okładziny przeciwdeszczowe	Ściany	☑ Silne opady ☑ Burza	
Materiały nieprzepuszczające wody	Ściany Materiały	☑ Silne opady ☑ Burza	⊘ Należy uwzględnić zmiany w oddychalności budynku
Szkło hartowane gr. 4mm	Stolarka	☑ Silne opady ☑ Burza	
Skuteczne uszczelnienie	Stolarka	☑ Silne opady ☑ Burza ☑ Powódź	
Rolety i okiennice odporne na grad	Stolarka	☑ Silne opady ☑ Burza	

Działanie adaptacyjne	Element	Zagrożenie	Kluczowe zagadnienia
Zabezpieczenie luźnych połączeń poprzez ściski, klejenie, ponowne klinowanie i kołkowanie	Stolarka	☑ Silne opady ☑ Burza ☑ Powódź	
Rowy infiltracyjne	Materiały	☑ Silne opady ☑ Burza ⊘ Powódź	
Metalowe pokrycia dachowe	Dach Materiały	☑ Silne opady ☑ Burza ⊘ Powódź	
Pasywne metody kontroli osuwisk	Konstrukcja	☑ Silne opady ☑ Burza ⊘ Powódź ☑ Osuwisko	
Siatki przeciw gradowe	Dach	☑ Silne opady ☑ Burza	
System podgrzewania w rynnach	Dach	☑ Silne opady ☑ Burza ☑ Susza	⊘ Wymaga źródła ciepła/energii
Inspekcje i czyszczenie odpływów dachowych, rynien, rur spustowych i odśnieżanie	Dach	☑ Silne opady ☑ Burza	
Zaizolowany dach	Dach	☑ Silne opady ☑ Burza	☑ Zmniejszenie zapotrzebowania na energię
Dach odwrócony	Dach	☑ Silne opady ☑ Fale upałów	☑ Zmniejszenie zapotrzebowania na energię
Dach dwuspadowy	Dach	☑ Silne opady ☑ Burze	⊘ Nie może być zastosowany w dachach zielonych
Skracanie rur spustowych	Dach	☑ Silne opady ☑ Powódź ☑ Susza	⊘ Rozwiązanie niesamodzielne
Dach błękitny	Dach Roślinność	☑ Silne opady ☑ Fale upałów ☑ Powódź ☑ Susza	☑ Zmniejszenie zapotrzebowania na energię

Działanie adaptacyjne	Element	Zagrożenie	Kluczowe zagadnienia
Dach błękitno-zielony	Dach Roślinność	☑ Silne opady ☑ Fale upałów ☑ Powódź ☑ Susze	☑ Zmniejszenie zapotrzebowania na energię ☑ Korzystne dla bioróżnorodności
Dach zielony (ekstensywny lub intensywny)	Dach Roślinność	☑ Silne opady ☑ Fale upałów ☑ Powódź ☑ Susze ☑ Burze	⊘ zwiększenie śladu węglowego z powodu dodatkowego obciążenia konstrukcji dachu ☑ zwiększenie efektywności instalacji fotowoltaicznej ☑ Zmniejszenie zapotrzebowania na energię ☑ Korzystne dla bioróżnorodności
Grunty przepuszczalne lub nasiąkliwe	Roślinność Zagospodarowanie terenu	☑ Silne opady ☑ Fale upałów ☑ Powódź ☑ Burze ⊘ Osiadanie	
Ogrody deszczowe i rowy konturowe (swale)	Roślinność Zagospodarowanie terenu	☑ Silne opady ☑ Fale upałów ☑ Burze ☑ Susze	
Przygotowanie podłoża	Konstrukcja	☑ Silne opady ☑ Powódź ☑ Burze ☑ Susze	☑ Ułatwia odwadnianie ☑ Zmniejsza ryzyko osuwisk < Może być wyzwaniem przy modernizacji
Zawory zwrotne do toalet i zlewów / pompy	Instalacje	☑ Silne opady ☑ Powódź ☑ Burze ☑ Susze	
Odłączenie wód powierzchniowych od kanalizacji sanitarnej	Instalacje	☑ Silne opady ☑ Powódź	
Instalacja odwodnienia zwymiarowana na przyszłe przewidywane odpływy	Instalacje	☑ Silne opady ☑ Powódź	

Działanie adaptacyjne	Element	Zagrożenie	Kluczowe zagadnienia
Zbiorniki wody deszczowej	Instalacje	☑ Silne opady ☑ Powódź ☑ Burze ☑ Susze	
Zrównoważony system odprowadzania wód opadowych (SuDS)	Instalacje Roślinność	☑ Silne opady ☑ Powódź	☑ Naturalna filtracja zanieczyszczeń
Budynek na planie prostokąta	Kształt budynku	☑ Powódź ⊘ Burze ⊘ Silne opady	⊘ Długie ściany nie powinny być odwrócone w kierunku przepływu < Nieodpowiednie dla modernizacji i renowacji
Pływający fundament w budynkach amfibijnych	Funda-menty	☑ Powódź	< Nieodpowiednie dla modernizacji i renowacji
Podwyższona konstrukcja	Funda-menty	☑ Powódź ☑ Osiadanie	< Nieodpowiednie dla modernizacji i renowacji
Wstępne badanie gruntu	Funda-menty	☑ Powódź ☑ Silne opady	
Mokra ochrona przed powodzią (otwory, wewnętrzny system odwadniający itp.)	Funda-menty	☑ Powódź ☑ Silne opady ☑ Burze	☑ Tańsze niż sucha ochrona przed powodzią ⊘ wymaga intensywnego sprzątania po powodzi, zwiększa ryzyko dla zdrowia
Materiały wodoodporne (powłoki na bazie gipsu lub wodoodporne)	Ściany Materiały	☑ Powódź ☑ Silne opady ☑ Burze	⊘ Możliwe zmniejszenie oddychalności
Stała bariera antypowodziowa (bariery automatyczne, wały przeciwpowodziowe, bariery chowane)	Stolarka	☑ Powódź ☑ Susza ☑ Burze	

Działanie adaptacyjne	Element	Zagrożenie	Kluczowe zagadnienia
Tymczasowe bariery przeciwpowodziowe (osłony przeciwpowodziowe, worki piasku, bariery rozkładane i nadmuchiwane)	Stolarka	☑ Powódź ☑ Susza ☑ Burze	
Hydrofobowe wykończenia	Materiały	☑ Powódź ☑ Silne opady ☑ Burze ⊘ Fale upałów	⊘ większość materiałów nie może być użyta jako materiały izolacyjne ⊘ nieprzepuszczalne materiały mogą zapobiec oddychalności i powodować przegrzanie podczas wysokich temperatur
Wodoodporna Izolacja (Polistyren ekspandowany – EPS i Polistyren ekstrudowany – XPS)	Materiały	☑ Powódź ☑ Silne opady ☑ Burze ☑ Fale upałów	☑ zmniejszenie zapotrzebowania na energię
Wodoodporne materiały	Materiały	☑ Powódź ☑ Silne opady ☑ Burze	⊘ Ryzyko zwiększonej emisji dwutlenku węgla
Instalacje elektryczne i mechaniczne oraz użytkowe nad poziomem powodziowym	Instalacje	☑ Powódź ☑ Silne opady ☑ Burze	
Strefy buforowe wokół budynku	Zagospodarowanie terenu	☑ Powódź ☑ Silne opady	
System odwodnienia wokół budynku	Zagospodarowanie terenu	☑ Powódź ☑ Silne opady ☑ Burze	
Sadzenie drzew	Roślinność	☑ Powódź ☑ Silne opady ☑ Burze	
Systemy zarządzania terenami zielonymi	Roślinność	☑ Osiadanie ☑ Susze ☑ Burze ☑ Fale upałów	⊘ Należy uwzględnić odpowiedni odstęp od fundamentów biorąc pod uwagę gatunek roślin

Działanie adaptacyjne	Element	Zagrożenie	Kluczowe zagadnienia
Nieprzepuszczalna nawierzchnia opaski wokół budynku	Zagospodarowanie terenu	☑ Osiadanie ☑ Burze	
Obwodowy system odwodnienia	Zagospodaowanie terenu	☑ Osiadanie	
Sadzenie drzew w bezpiecznej odległości od budynku oraz zachowanie ich minimalnej możliwej ilości	Roślinność	☑ Osiadanie ☑ Susze ⊘ Powódź ⊘ Silne opady ☑ Burze ⊘ Fale upałów	⊘ Należy uwzględnić odpowiedni odstęp od fundamentów biorąc pod uwagę gatunek drzew
Głębokie lub półgłębokie fundamenty	Fundamenty	☑ Osiadanie ☑ Susze ☑ Burze	< Nieodpowiednie dla modernizacji i renowacji
Podbudowanie fundamentów	Fundamenty	☑ Osiadanie	⊘ odpowiednie dla budynków, które zaczęły osiadać, aby uniknąć dalszych zniszczeń
Jednorodne fundamenty (unikanie częściowych piwnic)	Fundamenty	☑ Osiadanie	< Nieodpowiednie dla modernizacji i renowacji
Wzmocnienie konstrukcji (poziome i pionowe)	Ściany	☑ Osiadanie	< Nieodpowiednie dla modernizacji i renowacji
Szczeliny dylatacyjne	Ściany	☑ Osiadanie	
Zbieranie i ponowne wykorzystanie kondensatu z jednostki klimatyzacyjnej (AHU)	Instalacje	☑ Susza ☑ Fale upałów	
Wyznaczanie obszarów dotkniętych niedoborem wody	Zagospodarowanie terenu	☑ Susza ☑ Osiadanie ☑ Fale upałów	
Recykling wody szarej	Instalacje	☑ Susza	Woda z recyklingu powinna w miarę możliwości być wykorzystana na miejscu

Działanie adaptacyjne	Element	Zagrożenie	Kluczowe zagadnienia
Efektywność zużycia wody wewnątrz budynku (urządzenia i armatura oszczędzające wodę)	Instalacje	☑ Susza ☑ Fale upałów	⊘ wymaga regularnej inspekcji i monitorowania wycieków
Własne źródło wody, takie jak magazyn wody lub studnie, które mogą dostarczać wodę przez 3-4 dni	Instalacje	☑ Susza ☑ Fale upałów ☑ Burze	Wziąć pod uwagę lokalizację zbiornika, aby uniknąć oddziaływania słońca
Zbieranie wody deszczowej	Dach	☑ Susza ☑ Fale upałów	Wziąć pod uwagę lokalizację zbiornika, aby uniknąć oddziaływania słońca
Rozwiązania oparte na naturze	Roślinność	☑ Susza	Wybieranie gatunków odpornych na suszę

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change - best practice guidance

Spis tabel

Tabela 1. Charakterystyka scenariuszy RCP 14

Tabela 2. Charakterystyka scenariuszy SSP 15

Tabela 3. Prezentacja zagrożeń, scenariuszy i uzasadnienia 27

Tabela 4. Przykłady parametrów do oceny ekspozycji budynku na wybrane zagrożenia klimatyczne 29

Tabela 5. Klasyfikacja zagrożeń związanych z klimatem 31

Tabela 6. Elementy planu adaptacji – przykładowe opracowanie 50

Poradnik do przeprowadzenia analizy ryzyka fizycznego związanego z klimatem dla aktywności związanych z budownictwem i nieruchomościami w zakresie celu środowiskowego: adaptacja do zmian klimatu (dot. istotnego wkładu i DNSH) w odniesieniu do Taksonomii UE

Ministerstwo
Rozwoju i Technologii