

# Zmiana klimatu 2007

## Raport Syntetyczny

*Zredagowany przez:*

---

**Główny zespół autorski**  
Raportu Syntetycznego IPCC

**Rajendra K. Pachauri**  
Przewodniczący IPCC

**Andy Reisinger**  
Dyrektor IPCC

### **Główny zespół autorski**

Lenny Bernstein, Peter Bosch, Osvaldo Canziani, Zhenlin Chen, Renate Christ, Ogunlade Davidson, William Hare, Saleemul Huq, David Karoly, Vladimir Kattsov, Zbigniew Kundzewicz, Jian Liu, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taroh Matsuno, Bettina Menne, Bert Metz, Monirul Mirza, Neville Nicholls, Leonard Nurse, Rajendra Pachauri, Jean Palutikof, Martin Parry, Dahe Qin, Nijavalli Ravindranath, Andy Reisinger, Jiawen Ren, Keywan Riahi, Cynthia Rosenzweig, Matilde Rusticucci, Stephen Schneider, Youba Sokona, Susan Solomon, Peter Stott, Ronald Stouffer, Taishi Sugiyama, Rob Swart, Dennis Tirpak, Coleen Vogel, Gary Yohe

---

### **Zespół wsparcia technicznego**

Andy Reisinger, Richard Nottage, Prima Madan

### ***Powoływanie się na ten raport***

IPCC 2007: Zmiana klimatu 2007: Raport Syntetyczny. Wkład Grup roboczych I, II i III do Czwartego Raportu Oceniającego Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu [(red.) Główny zespół autorski, Pachauri R.K. i Reisinger A.]. Wyd. IOŚ, Warszawa, 2009.



*Oryginał opublikowany przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu*





Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej  
na zamówienie Ministra Środowiska

© Intergovernmental Panel on Climate Change, 2008

ISBN 978-83-60312-01-8

Tytuł oryginału angielskiego: Climate Change 2007: Synthesis Report

Prawo do publikacji wydanej drukiem, w formie elektronicznej lub pod jakąkolwiek inną postacią i w jakimkolwiek języku jest zastrzeżone przez IPCC. Krótkie fragmenty niniejszej publikacji mogą być odtwarzane bez pisemnego zezwolenia posiadacza praw autorskich pod warunkiem, że wyraźnie zostanie wskazane pełne źródło. Korespondencję w sprawach redakcyjnych i prośby o wydanie, odtwarzanie i tłumaczenie fragmentów publikacji lub całości powinny być kierowane do:

IPCC

c/o World Meteorological Organization (WMO)

7bis avenue de la Paix

Tel. : +41 22 730 8208

P.O Box No. 2300

Fax.: +41 22 730 8025

CH- 1211 Geneva 2, Switzerland

E-mail: IPCC-Sec@wmo.int

Przedstawienie materiałów i określeń zastosowanych w niniejszej publikacji nie oznacza wyrażenia jakichkolwiek opinii ze strony IPCC na temat statusu prawnego któregośkolwiek kraju, terytorium, miasta albo obszaru lub ich władz, oraz granic.

Wymienienie konkretnych przedsięwzięć lub produktów nie oznacza, że są one lansowane lub popierane przez IPCC zamiast innych podobnego rodzaju, które nie są wymienione lub reklamowane.

Jako organ Organizacji Narodów Zjednoczonych IPCC publikuje raporty tylko w sześciu oficjalnych językach ONZ. Niniejsze tłumaczenie raportu IPCC „Zmiana klimatu 2007 – Raport Syntetyczny” nie jest więc oficjalnym tłumaczeniem IPCC. Przekład ten został dokonany przez Instytut Ochrony Środowiska z zachowaniem najwierniej języka użytego w tekście oryginalnym.

Tłumaczenie i opracowanie redakcyjne:

Mirosław Miętus, Anna Olecka,

Grażyna Porębska, Anna Romańczak,

Katarzyna Rymwid-Mickiewicz, Maciej Sadowski

Opracowanie edytorskie i korekta:

Maria Bucka, Maria Lackowska

Wydawca wersji polskojęzycznej



Instytut Ochrony Środowiska

00-548 Warszawa, ul. Krucza 5/11

tel. (0-22) 625-10-05 w. 58; fax (0-22) 629-52-63

www.ios.edu.pl; e-mail: wydawnictwa@ios.edu.pl

Wydanie I. Nakład 300 egz.

Przygotowanie do druku i druk

Wydawnictwo Naukowe Gabriel Borowski,

www.borowski.net.pl



Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu jest współlaureatem Pokojowej  
Nagrody Nobla w 2007 roku

© Noblowska Fundacja. Nagroda Nobla® i projekt medalu Nagrody Nobla® są znakami handlowymi zastrzeżonymi Fundacji  
Noblowskiej

## Słowo wstępne

---

Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC) został powołany w 1988 roku przez Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) i Program Ochrony Środowiska Narodów Zjednoczonych (UNEP) w celu dokonania oceny wyników naukowych badań zmiany klimatu oraz określenia jej środowiskowych i społeczno-ekonomicznych konsekwencji, a także w celu sformułowania realistycznych strategii łagodzenia tej zmiany. Od tego czasu wielotomowe oceny przedstawiane przez IPCC wspierają rządy w formułowaniu i wdrażaniu polityki łagodzenia zmiany klimatu i stanowią merytoryczne wsparcie dla Konferencji Stron (COP) Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC) przyjętej w 1992 roku i jej Protokołu z Kioto (1997).

Międzyrządowy Zespół od momentu powstania opracował serię Raportów Oceniających (w latach: 1990, 1995, 2001 i obecny w 2007 roku), Raporty Specjalne, przewodniki techniczne i Raporty metodyczne, które stały się standardowym źródłem informacji, powszechnie stosowanym przez decydentów, naukowców, ekspertów i studentów. Ostatnio opracowane zostały Raporty Specjalne „Wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla” i „Ochrona warstwy ozonowej a globalny system klimatyczny” opublikowane w 2005 roku oraz powtórnie wydane w 2006 roku „Wytyczne do krajowych inwentaryzacji gazów cieplarnianych”. W trakcie opracowywania jest przewodnik techniczny „Zmiana klimatu i woda”.

Niniejszy Raport Syntetyczny (SYR) przyjęty w Walencji w Hiszpanii w dniu 17 listopada 2007 roku obejmuje zakres czterotomowego Czwartego Raportu Oceniającego IPCC (AR4), zatytułowanego „Zmiana klimatu 2007”, który był przyjmowany w kilku etapach w ciągu całego roku. W raporcie podsumowano ustalenia zawarte w raportach trzech Grup roboczych, zwracając szczególną uwagę na problemy z zakresu zmiany klimatu, które stanowią przedmiot zainteresowania decydentów i polityków. Potwierdzono, że zmiana klimatu już ma miejsce, przede wszystkim jako efekt działalności człowieka; podano przykłady aktualnego oraz spodziewanego w przyszłości wpływu ocieplenia globalnego oraz opisano potencjalne możliwości adaptacji i ograniczenia podatności społeczeństw na zmianę klimatu. Wreszcie przedstawiono analizę kosztów, polityk i technologii mających na celu ograniczenie rozmiarów przyszłych zmian w systemie klimatycznym.

Czwarty Raport Oceniający jest ważnym osiągnięciem, na który złożyła się praca ponad 500 autorów wiodących i ponad 2000 recenzentów szeroko wykorzystujących osiągnięcia światowej społeczności naukowej. Projekt został poddany ocenie delegatów z ponad stu krajów uczestniczących w przygotowaniach. Jest wynikiem entuzjazmu, poświęcenia i współpracy ekspertów z wielu

różnych lecz związanych z tym problemem dyscyplin naukowych i technicznych. Chcielibyśmy im wszystkim wyrazić naszą wdzięczność, także członkom Biura IPCC, zespołom wsparcia technicznego, a zwłaszcza zespołowi wsparcia technicznego w Instytucie Energii i Zasobów (TERI) w New Delhi, dr Renacie Christ – Sekretarzowi IPCC i pracownikom Sekretariatu.

Pragniemy wyrazić wdzięczność rządowi i organizacjom, które wniosły wkład do Funduszu Powierniczego IPCC i wspierały pracę ekspertów w różny sposób. Zespół IPCC był bardzo skuteczny we włączaniu do swoich prac dużej liczby ekspertów z krajów rozwijających się i krajów z gospodarką w okresie przejściowym. Fundusz Powierniczy umożliwił udzielanie wsparcia finansowego na pokrycie kosztów ich uczestnictwa w spotkaniach IPCC. Jesteśmy także wdzięczni wszystkim przedstawicielom rządów za ich gotowość do współpracy w trakcie sesji IPCC w celu osiągnięcia znaczącego i konkretnego porozumienia.

Chcemy wreszcie podziękować przewodniczącemu IPCC dr. Rajendra K. Pachauri za niezłomne przewodniczenie i jego poświęcenie. Jest to szczególnie celowe w okresie, gdy IPCC pod jego kierownictwem został laureatem Pokojowej Nagrody Nobla w 2007 roku.

Korzystając z okazji chcielibyśmy również wyrazić nasze głębokie uznanie i smutek wspominając prof. Berta Bolina, który dwadzieścia lat temu stworzył podstawy działania IPCC jako jego pierwszy przewodniczący. Niestety odszedł od nas dnia 30 grudnia 2007 roku kończąc wspaniałą karierę w meteorologii i naukach o klimacie.



Michel Jarraud  
Sekretarz Generalny  
Światowej Organizacji Meteorologicznej



Dyrektor Wykonawczy  
Programu Ochrony Środowiska Narodów Zjednoczonych

## Przedmowa do wydania polskiego

---

Publikacja Czwartego Raportu Oceniającego IPCC zbiegła się z przygotowaniem Polski do objęcia przez Ministra Środowiska funkcji Prezydenta 14 sesji Konferencji Stron Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu i 4 sesji Spotkania Stron Protokołu z Kioto oraz związanego z tym wzrostu zainteresowania opinii publicznej, decydentów i środowisk naukowych problematyką obecnej zmiany klimatu. Wychodząc naprzeciw temu zapotrzebowaniu uznano za celowe przybliżenie tej problematyki przez przedstawienie najbardziej aktualnego stanu wiedzy pochodzącego z kompetentnego i syntetycznego źródła jakim jest Raport Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC), współlaureata Pokojowej Nagrody Nobla w roku 2007. Kompletny Czwarty Raport Oceniający IPCC (AR4) jest obszernym trzynomowym dokumentem liczącym blisko 3000 stron. Większość zawartych w nim informacji ma bardzo specjalistyczny naukowo-techniczny charakter i jest przeznaczona dla specjalistów. Pełny Raport jest dostępny na stronie [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) lub w wydawnictwie Cambridge University Press. Z tego powodu IPCC opublikowało także Raport Syntetyczny, który jest dokumentem przedstawiającym w zwartej i przystępnej formie wyniki podane w AR4. Dlatego uznano za celowe przetłumaczenie go i udostępnienie polskiemu czytelnikowi.

Biorąc pod uwagę charakter Raportu Syntetycznego należy podkreślić, że nie może on stanowić wyczerpującego kompendium wiedzy na temat obecnej zmiany klimatu. Niewątpliwie raport dostarcza podstawowych informacji i wskazuje, gdzie można znaleźć bardziej szczegółowe informacje.

Raport składa się z dwóch części: podsumowania i raportu zasadniczego składającego się z sześciu rozdziałów (zagadnień). Zwięzłe omówienie treści każdego z rozdziałów znajduje się w przedmowie do Raportu. Ponadto w załącznikach Czytelnik znajdzie informacje na temat AR4 oraz słownik podstawowych terminów

stosowanych w raporcie. Wiele z zamieszczonych tam haseł nie zostało wcześniej zdefiniowanych w polskiej literaturze przedmiotu. Zespół tłumaczy musiał zaproponować własne określenia, aby polski termin oddawał treść definicji, a nie był bezpośrednim tłumaczeniem terminu angielskiego.

Oddając do rąk polskiego czytelnika Raport Syntetyczny mamy nadzieję, że pomoże on lepiej zrozumieć złożoną problematykę obecnej zmiany klimatu i uświadomić zakres naszej wiedzy na ten temat, a także poziom naukowej niepewności.

Pragniemy podziękować Sekretariatowi Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC) za udzielenie zgody na tłumaczenie i wydanie tego raportu oraz za dostarczenie niezbędnych materiałów redakcyjnych umożliwiających zachowanie wysokich standardów edytorskich.

Dziękujemy Ministrowi Środowiska za uznanie jako celowe wydanie Raportu Syntetycznego oraz Narodowemu Funduszowi Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej za sfinansowanie tej publikacji.

Prof. dr hab. Maciej Sadowski  
Instytut Ochrony Środowiska

dr hab. Mirosław Miętus, prof. IMGW i UG  
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej  
oraz Uniwersytet Gdański

Raport Syntetyczny łącznie ze streszczeniem przeznaczonym dla decydentów jest czwartą i ostatnią częścią Czwartego Raportu Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu – „Zmiana Klimatu 2007” (AR4). Raport łączy z korzyścią dla decydentów oraz przedstawicieli innych dziedzin najbardziej aktualne i użyteczne informacje dotyczące naukowych, technicznych i społeczno-ekonomicznych aspektów zmiany klimatu. Założeniem Raportu jest pomoc rządów oraz innym uczestnikom publicznego i prywatnego sektora w podejmowaniu decyzji o formułowaniu i realizowaniu odpowiednich działań dotyczących zagrożenia człowieka wynikającego ze zmieniającego się klimatu.

Swoim zakresem Raport Syntetyczny obejmuje informacje przygotowane do AR4 przez trzy Grupy robocze IPCC; Raport Grupy roboczej I „Podstawy fizyczne zmiany klimatu” (The Physical Science Basis), Raport Grupy roboczej II „Wpływy, adaptacja i podatność” (Impacts, Adaptation and Vulnerability) oraz Raport Grupy roboczej III „Łagodzenie zmiany klimatu” (Mitigation of Climate Change), a także innych raportów IPCC, zwłaszcza ostatnio opublikowanych Raportów Specjalnych. Raport został napisany pod nadzorem Przewodniczącego IPCC przez wyznaczony do tego zadania zespół składający się z autorów poszczególnych raportów Grup roboczych do AR4. Zgodnie z zaleceniem IPCC autorzy przygotowali szkic, a następnie wprowadzono naukowe i techniczne poprawki.

Raport Syntetyczny obejmuje szeroki zakres problemów dotyczących polityki, ujętych w sześciu głównych zagadnieniach zatwierdzonych przez IPCC. Składa się z dwóch części; Streszczenia dla decydentów (SPM) oraz dłuższego raportu. Części SPM w znacznym stopniu odpowiadają strukturze zagadnień ujętych w dłuższym raporcie, jednak dla zwięzłości i jasności, pewne kwestie powtarzające się w kilku rozdziałach zostały podsumowane w jednej części SPM.

**Zagadnienie 1** – zawiera zestawienie informacji z Grup roboczych I i II dotyczących obserwowanych zmian klimatu oraz wpływu wcześniejszych zmian klimatu na środowisko naturalne oraz na społeczeństwo.

**Zagadnienie 2** – omawia przyczyny zmiany klimatu, biorąc pod uwagę zarówno przyczyny naturalne, jak i antropogeniczne. Analizuje wpływ m.in. emisji gazów cieplarnianych i ich koncentracji, na wymuszenie radiacyjne i wynikające z tego zmiany klimatu oraz ocenia czy obserwowane zmiany klimatu w systemach fizycznych i biologicznych można przypisać przyczynom naturalnym lub spowodowanym działalnością człowieka. Zagadnienie omawiane jest na podstawie informacji zawartych w raportach Grup Roboczych stanowiących wkład do AR4.

**Zagadnienie 3** – zawiera informacje z trzech raportów Grup roboczych na temat przewidywanych zmian klimatu i ich skutków. Uwzględnia uaktualnione dane o scenariuszach emisji oraz spodziewanych zmianach klimatu w XXI wieku i później oraz opisuje ich

przewidywane konsekwencje dla systemów, sektorów i regionów, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu na dobrobyt społeczeństwa oraz rozwój.

**Zagadnienie 4** – opisuje problemy adaptacji i łagodzenia zmian klimatu i ich skutki poddane ocenie w raportach Grup roboczych II i III, a także współzależności między zmianą klimatu a zrównoważonym rozwojem. Głównym celem tego zagadnienia jest określenie działań łagodzących, jakie mogą być wprowadzone do roku 2030. Kwestie dotyczące technologii, polityki, działań i instrumentów oraz barier w realizacji celów rozpatrywane są z uwzględnieniem ich wzajemnej współzależności i możliwości zamiany.

**Zagadnienie 5** – dotyczy długoterminowych perspektyw i analiz naukowych, technicznych i społeczno-ekonomicznych aspektów adaptacji i łagodzenia zmian klimatu, zgodnie z celami i postanowieniami Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. W Raporcie przedstawiono sposób podejmowania decyzji w kwestii zmiany klimatu w aspekcie zarządzania ryzykiem, ze zwróceniem szczególnej uwagi na szerszy kontekst zagadnień środowiskowych i integracyjnych. Opisane są scenariusze emisji prowadzące do stabilizacji koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze na różnych poziomach oraz związany z tym wzrost temperatury, jak również informacje o kosztach łagodzenia zmian klimatu, wymaganego rozwoju technologicznego oraz unikniętych skutków wpływu zmian klimatu. Analizowano także pięć głównych powodów do zaniepokojenia związanych ze zmianami klimatu, które umocniły się dzięki nowej wiedzy uzyskanej od czasów Trzeciego Raportu Oceniającego (TAR).

**Zagadnienie 6** – naświetla najważniejsze fakty oraz kluczowe niepewności.

Raport Syntetyczny chociaż w znacznej mierze jest niezależnym dokumentem, należy go rozpatrywać w kontekście pozostałych części raportu „Zmiana klimatu 2007”, a w celu poznania dalszych szczegółów zalecane jest sięgnięcie do raportów trzech Grup roboczych. Każdy z raportów Grup roboczych składa się z wielu rozdziałów, które zawierają szczegółową ocenę naukową i techniczną. Streszczenia Technicznego oraz Streszczenia dla decydentów, którego cały tekst został zatwierdzony przez IPCC.

Dłuższa część Raportu Syntetycznego zawiera obszerne odniesienia do odpowiednich rozdziałów w raportach Grup roboczych stanowiących wkład do Raportu AR4 i innych właściwych raportów IPCC. W celu lepszego zrozumienia tekstu odniesienia zawarte w Streszczeniu dla decydentów odwołują się do odpowiadających im zagadnień w dłuższej części Raportu Syntetycznego.

Przewodnik, słownik oraz wykaz akronimów, lista autorów, redaktorów recenzujących oraz recenzentów znajdują się w załącznikach do Raportu.


Raport Syntetyczny został sporządzony zgodnie z wszelkimi procedurami IPCC w kwestii przygotowania, przeglądu, akceptacji, przyjęcia, aprobaty i publikacji oraz został przyjęty i zatwierdzony

przez IPCC podczas dwudziestej siódmej sesji odbywającej się w Walencji w dniach 12–17 listopada 2007 roku.

Korzystając z okazji chcielibyśmy podziękować:

- Głównemu zespołowi autorskiemu, który stworzył podstawy raportu oraz pieczołowicie i skrupulatnie doprowadził do jego zakończenia,
- Redaktorom recenzującym, którzy dopilnowali żeby wszystkie komentarze zostały uwzględnione i żeby została zachowana zgodność z przedstawionymi wcześniej raportami,
- członkom koordynacyjnych zespołów autorów wiodących w Grupach roboczych i autorom wiodącym pomagającym przy tworzeniu podstaw Raportu,
- władzom i pracownikom Zespołu wsparcia technicznego, głównie dr Andyemu Reisingerowi oraz specjalistom z Zespołów wsparcia technicznego trzech Grup roboczych za wsparcie logistyczne i redakcyjne,
- zespołowi z Sekretariatu IPCC za wykonanie niezliczonych zadań wspierających przygotowanie i opublikowanie Raportu,

- WMO i UNEP za wsparcie Sekretariatu IPCC oraz wkład finansowy do Funduszu Powierniczego,
- członkom rządów oraz UNFCCC za ich darowizny na Fundusz Powierniczy,
- wszystkim członkom rządów oraz organizacji wspomagających za nieoceniony wkład, w tym wspieranie ekspertów zaangażowanych w działanie IPCC oraz organizację spotkań i sesji IPCC.

  
Dr R.K. Pachauri  
Przewodniczący IPCC

  
Dr Renate Christ  
Sekretarz IPCC

# Zmiana klimatu 2007: Raport Syntetyczny

---

## Spis treści

---

<b>Słowo wstępne</b>	<b>iii</b>
<b>Przedmowa do wydania polskiego</b>	<b>iv</b>
<b>Przedmowa</b>	<b>v</b>
<b>Streszczenie dla decydentów</b>	<b>1</b>
<b>Raport Syntetyczny</b>	<b>23</b>
Wprowadzenie	25
Zagadnienie 1	29
Zagadnienie 2	35
Zagadnienie 3	43
Zagadnienie 4	55
Zagadnienie 5	63
Zagadnienie 6	71
<b>Załączniki</b>	
I. Przewodnik i dostęp do bardziej szczegółowych informacji	75
II. Słownik	76
III. Akronimy, symbole chemiczne, jednostki naukowe, grupy krajów	91
IV. Lista autorów	93
V. Lista recenzentów i redaktorów recenzujących	95
VI. Indeks	101
VII. Wydawnictwa Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu	103



### Źródła cytowań w Raporcie Syntetycznym

Powołania na materiały źródłowe zawarte w tym raporcie są podane w nawiasach { } na końcu każdego akapitu.

W **Streszczeniu dla decydentów** powołania odnoszą się do ustępów, rysunków, tabel i ramek z zasadniczych części Raportu Syntetycznego, tj. Wprowadzenia i rozdziałów poświęconych poszczególnym zagadnieniom.

We **Wprowadzeniu** i w **6 zagadnieniach** Raportu Syntetycznego powołania odnoszą się do raportów Grup roboczych I, II i III IPCC (WGI, WGII i WGIII), stanowiących wkład do Czwartego Raportu Oceniającego, i innych raportów IPCC, w oparciu o które został przygotowany Raport Syntetyczny, oraz innych części tego Raportu Syntetycznego (SYR).

Zastosowano następujące skróty:

- SPM: Streszczenie dla decydentów,
- TS: Streszczenie Techniczne,
- ES: Streszczenie Rozdziału.

Przykładowo, powołanie {WGI TS.3; WGII 4.ES, rys. 4.3; WGIII tab. 11.3} odnosiloby się do Streszczenia Technicznego części 3 raportu WGI, Streszczenia i rysunku 4.3 w rozdziale 4 raportu WGII oraz tabeli 11.3 w rozdziale 11 raportu WGIII.

W Raporcie Syntetycznym cytowane są inne raporty:

- TAR: Trzeci Raport Oceniający (Third Assessment Report).
- SROC: Raport specjalny „Ochrona warstwy ozonowej a globalny system klimatyczny” (Special Report on Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System).





# Zmiana klimatu 2007

## Raport Syntetyczny

---

# Streszczenie dla decydentów

### **Dokument opracowany przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu**

*Niniejsze streszczenie zatwierdzone podczas XXVII sesji plenarnej IPCC (Walencja, Hiszpania, 12–17 listopada 2007 r.) stanowi oficjalne, uzgodnione oświadczenie IPCC dotyczące najistotniejszych wniosków i niepewności zawartych w raportach Grup roboczych IPCC stanowiących wkład do Czwartego Raportu Oceniającego.*

---

Na podstawie roboczej wersji przygotowanej przez:

Lenny Bernstein, Peter Bosch, Osvaldo Canziani, Zhenlin Chen, Renate Christ, Ogunlade Davidson, William Hare, Saleemul Huq, David Karoly, Vladimir Kattsov, Zbigniew Kundzewicz, Jian Liu, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taroh Matsuno, Bettina Menne, Bert Metz, Monirul Mirza, Neville Nicholls, Leonard Nurse, Rajendra Pachauri, Jean Palutikof, Martin Parry, Dahe Qin, Nijavalli Ravindranath, Andy Reisinger, Jiawen Ren, Keywan Riahi, Cynthia Rosenzweig, Matilde Rusticucci, Stephen Schneider, Youba Sokona, Susan Solomon, Peter Stott, Ronald Stouffer, Taishi Sugiyama, Rob Swart, Dennis Tirpak, Coleen Vogel, Gary Yohe.

## Wprowadzenie

Niniejszy Raport Syntetyczny opiera się na ocenie przeprowadzonej przez trzy Grupy Robocze (WG) Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu. Jako finalna część Czwartego Raportu Oceniającego IPCC (AR4) przedstawia kompleksowy pogląd na zmiany klimatu.

Pełne opracowanie zagadnień omówionych w tym streszczeniu można znaleźć w Raporcie Syntetycznym oraz w wymienionych raportach trzech Grup Roboczych.

## 1. Obserwowane zmiany klimatu i ich skutki

**Ocieplenie się systemu klimatycznego nie budzi wątpliwości, i jest widoczne w obserwowanym wzroście średniej globalnej temperatury powietrza i temperatury oceanu, powszechnym topnieniu śniegu i lodu oraz podnoszeniu globalnego średniego poziomu morza – rys. 1.1 {1.1}.**

Spośród najcieplejszych 12 lat w całej serii instrumentalnych pomiarów globalnej temperatury przy powierzchni ziemi (począwszy od 1850 roku) jedenaście pochodzi z okresu 1995–2006. Trend liniowy dla 100-letniego okresu (lata 1906–2005) wynoszący 0,74 [od 0,56 do 0,92]°C<sup>1</sup> jest większy od podawanego w TAR i wynoszącego 0,6 [od 0,4 do 0,8]°C dla lat 1901–2000 (rys. SPM.1). Wzrost temperatury na kuli ziemskiej jest powszechny i większy w wysokich szerokościach geograficznych półkuli północnej. Obszary lądowe ocieplają się szybciej niż oceany – rys. SPM.2 i SPM.4 {1.1, 1.2}.

Podnoszący się poziom morza jest zgodny z ociepleniem (rys. SPM.1). Globalny średni poziom morza podnosił się od roku 1961 w średnim tempie 1,8 [od 1,3 do 2,3] mm w ciągu roku a od roku 1993 w średnim tempie około 3,1 [od 2,4 do 3,8] mm w ciągu roku, wskutek termicznej rozszerzalności, topnienia lodowców, czap lodowych i polarnych lądolodów. Nie jest jasne, czy owe szybsze tempo podnoszenia się w latach 1993–2003 odzwierciedla dekadową zmienność czy też wzrost o charakterze trendu długookresowego {1.1}.

Obserwowane zmniejszanie się zasięgów występowania śniegu i lodu jest również spowodowane ociepleniem (rys. SPM.1). Dane satelitarne pokazują, że średni roczny zasięg lodu morskiego w Arktyce zmniejszył się od roku 1978 w tempie 2,7 [od 2,1 do 3,3] % w ciągu dekady, z silniejszym spadkiem w okresie lata – w tempie 7,4 [od 5,0 do 9,8] % w ciągu dekady. Lodowce górskie i pokrywa śnieżna przeciętnie zmniejszyły się na obu półkulach {1.1}.

W latach 1900–2005 wysokość opadów wzrosła znacząco we wschodnich częściach Północnej i Południowej Ameryki, północnej Europie, północnej i centralnej Azji, ale zmalała na obszarze Sahelu

(na południe od Sahary), w basenie Morza Śródziemnego, południowej Afryce oraz w części południowej Azji. Jest *prawdopodobne*<sup>2</sup>, że w skali globalnej, obszar dotknięty suszą wzrósł od lat 70-tych XX wieku {1.1}.

Jest *bardzo prawdopodobne*, że w ciągu ostatnich 50 lat: chłodne noce i dni, oraz przymrozki występują rzadziej na większości obszarów lądowych, natomiast dni upalne i ciepłe noce występują częściej. Jest *prawdopodobne*, że fale ciepła są częstsze na większości obszarów lądowych, częstość występowania opadów nawalnych (lub suma wysokości opadów nawalnych w stosunku do sumy wysokości wszystkich opadów) wzrosła na większości obszarów, i że przypadki wystąpienia ekstremalnie wysokiego poziomu morza<sup>3</sup> notowane są częściej w licznych miejscach na świecie od roku 1975 {1.1}.

Obserwacje potwierdzają wzrost aktywności intensywnych cyklonów tropikalnych od roku 1970 na Północnym Atlantyku, na pozostałych akwenach liczba dowodów potwierdzających wzrost jest ograniczona. Trend rocznej liczby cyklonów tropikalnych nie jest jasny. Oszacowanie trendu aktywności cyklonów dla dłuższego okresu jest trudne, szczególnie przed rokiem 1970 {1.1}.

Jest *bardzo prawdopodobne*, że średnie temperatury na półkuli północnej w drugiej połowie XX wieku były wyższe niż w jakimkolwiek innym okresie 50-letnim w ciągu ostatnich 500 lat. Jest także *prawdopodobne*, że były one najwyższe w ciągu co najmniej ostatnich 1300 lat {1.1}.

**Dowody obserwacyjne<sup>4</sup> ze wszystkich kontynentów i większości oceanów pokazują, że wiele naturalnych ekosystemów jest zagrożonych regionalnymi zmianami klimatu, szczególnie wzrostem temperatury {1.2}.**

Zmiany zachodzące w pokrywie śnieżnej, lodu i zamrożonego gruntu przyczyniły się z *wysoką pewnością* do wzrostu liczby i rozmiarów jezior lodowcowych, wzrostu niestabilności gruntu w górach i w innych regionach występowania wiecznej zmarzliny i doprowadziły do zmian w ekosystemach Arktyki i Antarktyki {1.2}.

Jest *wysoko pewne*, że niektóre systemy hydrologiczne są także zagrożone skutkami wzrastającego odpływu i wcześniejszego wiosennego maksymalnego przepływu wód z wielu lodowców oraz z rzek zasilanych śniegiem, a także skutkami zmian struktury termicznej i jakości wody wskutek ogrzewania rzek i jezior {1.2}.

W przypadku ekosystemów lądowych wcześniejsze występowanie wiosny i przesunięcie granic występowania pewnych gatunków roślin i zwierząt ku biegunom oraz ku wyżej położonym siedliskom jest z *bardzo wysoką pewnością* związane z obecnym ociepleniem. W niektórych systemach morskich i słodkowodnych przesunięcia zakresów występowania oraz zmiany dotyczące obfitości glonów, zooplanktonu i ryb są z całą pewnością związane ze wzrastającą temperaturą wody, jak również z wynikającymi z tego zmianami pokrywy lodowej, zasolenia, poziomu tlenu i jego obiegu {1.2}.

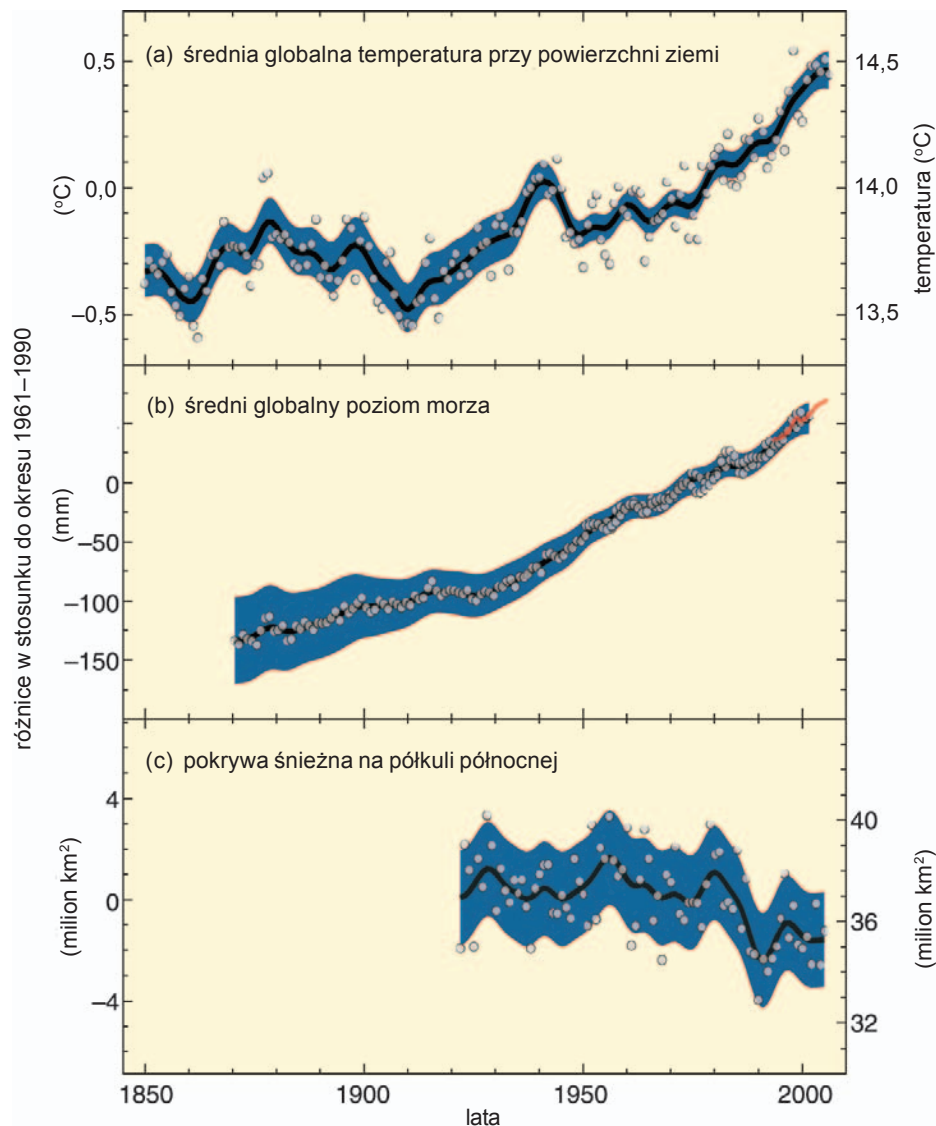
<sup>1</sup> Liczby w nawiasie kwadratowym wskazują 90% przedział ufności, t.j. istnieje 5% prawdopodobieństwo, że wartość mogłaby być wyższa od zakresu podanego w nawiasie kwadratowym i 5% prawdopodobieństwo, że ta wartość mogłaby być niższa od tego zakresu. Przedział ufności niekoniecznie jest symetryczny względem najlepszej liczby szacunkowej.

<sup>2</sup> Prawdopodobieństwo i określenia pewności (ufności) podawane kursywą przedstawiają ujednoczone wyrażenia niepewności i ufności. Wyjaśnienia terminów znajdują się w ramce „Omówienie kwestii niepewności” we Wprowadzeniu.

<sup>3</sup> Wyłączając tsunami, które nie są powodowane zmianą klimatu. Ekstremalnie wysoki poziom morza zależy od jego średniego poziomu i od regionalnych systemów pogody. W niniejszej pracy jest on definiowany jako najwyższy z 1% godzinnych wartości obserwowanego poziomu morza na stacji w danym okresie referencyjnym.

<sup>4</sup> Bazują na obszernych zbiorach danych, które obejmują okres od roku 1970.

## Zmiany temperatury, poziomu morza i obszaru pokrywy śnieżnej na półkuli północnej



**Rysunek SPM. 1.** Obserwowane zmiany: (a) globalnej średniej temperatury przy powierzchni ziemi, (b) globalnego średniego poziomu morza na podstawie odczytów z wodowskazów (linia niebieska) i na podstawie danych satelitarnych (linia czerwona) oraz (c) pokrywy śnieżnej na półkuli północnej w okresie marzec–kwiecień; wszystkie różnice są podane w stosunku do wartości średnich z lat 1961–1990; krzywe wygładzone przedstawiają wartości uśrednione dekadowo, kółkami oznaczono wartości roczne; obszary zacieniowane przedstawiają przedziały pewności (ufności) wyznaczone na podstawie wszechstronnej analizy znanych niepewności – a i b – i na podstawie serii danych – c {rys. 1.1}

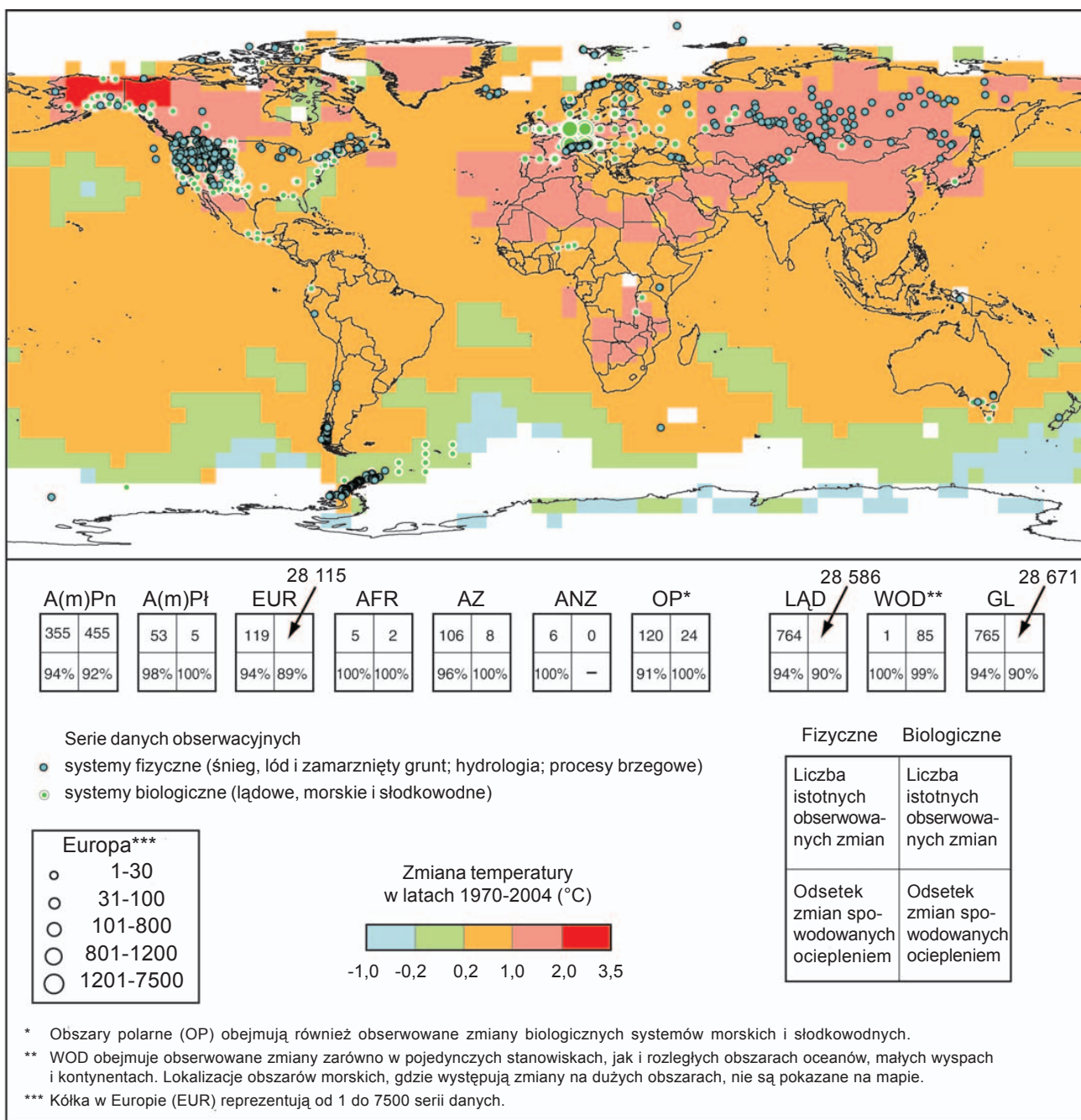
Ponad 89% przypadków, spośród ponad 29 000 serii danych obserwacyjnych i 75 analiz pokazujących znaczące zmiany wielu systemów fizycznych i biologicznych, jest zgodnych z kierunkiem zmiany spodziewanej jako reakcja systemu na ocieplenie (rys. SPM.2). Istnieje szczególnie wyraźny brak geograficznej równowagi zarówno w danych, jak i publikacjach na temat obserwowanych zmian – braki te szczególnie uwidaczniają się w przypadku krajów rozwijających się {1.2, 1.3}.

**Jest średnio pewne, że występują inne skutki regionalnych zmian klimatu w środowisku naturalnym i środowisku człowieka, jednakże wiele z nich jest trudnych do rozróżnienia z powodu adaptacji i czynników pozaklimatycznych {1.2}.**

Wzrost temperatury ma wpływ na {1.2}:

- rolnictwo i uprawy leśne wysokich szerokości geograficznych półkuli północnej, oraz zmiany takie, jak wcześniejsze wiosenne zasiewy upraw i zaburzenia obszarów leśnych z powodu pożarów i szkodników,
- niektóre aspekty ludzkiego zdrowia, jak nadmierna śmiertelność z powodu występowania upałów w Europie, zmiany u nosicieli chorób zakaźnych w niektórych regionach i zmiany wywołujących alergię pyłków w wysokich i średnich szerokościach geograficznych półkuli północnej,
- niektóre formy aktywności ludzkiej w Arktyce (np. polowania i podróżowanie po śniegu i lodzie) oraz na niższej położonych obszarach wysokogórskich (uprawianie sportów górskich).

## Zmiany w systemach fizycznych i biologicznych oraz temperatury przy powierzchni ziemi, lata 1970–2004



**Rysunek SPM. 2.** Lokalizacja istotnych zmian w seriach danych dotyczących systemów fizycznych (śnieg, lód i zamrznięty grunt; hydrologia; procesy brzegowe) i systemów biologicznych (lądowych, morskich i słodkowodnych). Zmiany te są zaprezentowane razem ze zmianami temperatury powietrza w latach 1970–2004. Podzbiór około 29 000 serii został wybrany spośród około 80 000 serii danych pochodzących z 577 analiz. Wybrane zbiory spełniają następujące kryteria: (1) kończą się w roku 1990 lub później, (2) obejmują okres co najmniej 20 lat oraz (3) pokazują istotną zmianę in plus lub in minus, zgodnie z wynikami badań. Powyższe serie danych pochodzą z około 75 analiz (z których około 70 przeprowadzono po opublikowaniu TAR) i zawierają około 29 000 serii danych, spośród których około 28 000 pochodzi z analiz europejskich. Na biało oznaczono obszary, dla których brak jest wystarczającej liczby danych niezbędnych do określenia trendu temperatury. Zbiór kwadratów 2x2 przedstawia: całkowitą liczbę serii danych, w których występują istotne zmiany (górnny rząd) i procent serii danych, w których istotne zmiany są spójne z ociepleniem (dolny rząd) w skali (i) kontynentalnej: Ameryka Północna (A(m)Pn), Ameryka Południowa (A(m)Pł), Europa (EUR), Afryka (AFR), Azja (AZ), Australia i Nowa Zelandia (ANZ), i obszary polarne (OP) oraz (ii) skali globalnej: lądowej (LĄD), wodnej (WOD) i globalnej (GL). Suma liczby analiz dotyczących siedmiu regionów kontynentalnych (A(m)Pn, ..., OP) nie pokrywa się z sumą podaną w skali globalnej (GL), ponieważ liczby z poszczególnych regionów, poza obszarami polarnymi (OP), nie zawierają liczb dotyczących systemów wodnych (WOD). Na mapie nie zostały zaznaczone duże obszary zmian morskich [rys. 1.2]

## 2. Przyczyny zmiany

Zmiany atmosferycznej koncentracji gazów cieplarnianych (GHG) i aerozoli, pokrywy roślinnej lądów i promieniowania słonecznego zmieniają bilans energetyczny systemu klimatycznego {2.2}.

**Globalna emisja gazów cieplarnianych wzrosła w wyniku działalności ludzkiej od czasów przedprzemysłowych. W okresie między rokiem 1970 a 2004 ten wynosił 70% – rys. SPM.3<sup>5</sup> {2.1}.**

Dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>) jest najważniejszym antropogenicznym gazem cieplarnianym. Jego roczne emisje zwiększyły się między rokiem 1970 a 2004 o 80%. Długotrwały trend zmniejszającej się emisji CO<sub>2</sub> na jednostkę dostarczonej energii odwrócił się po roku 2000 {2.1}.

**Globalna koncentracja atmosferyczna CO<sub>2</sub>, metanu (CH<sub>4</sub>) i podtlenku azotu (N<sub>2</sub>O) od roku 1750 wzrosła znacząco w efekcie działalności ludzkiej i obecnie znacznie przewyższa wartości przed epoką przemysłową określone na podstawie rdzeni lodowych zawierających informacje z wielu tysięcy lat {2.2}.**

Koncentracje atmosferyczne CO<sub>2</sub> (379 ppm) i CH<sub>4</sub> (1774 ppb) w roku 2005 znacznie przewyższały naturalny zakres wartości występujących w ostatnich 650 000 lat. Globalne wzrosty koncentracji CO<sub>2</sub> są spowodowane przede wszystkim wykorzystaniem

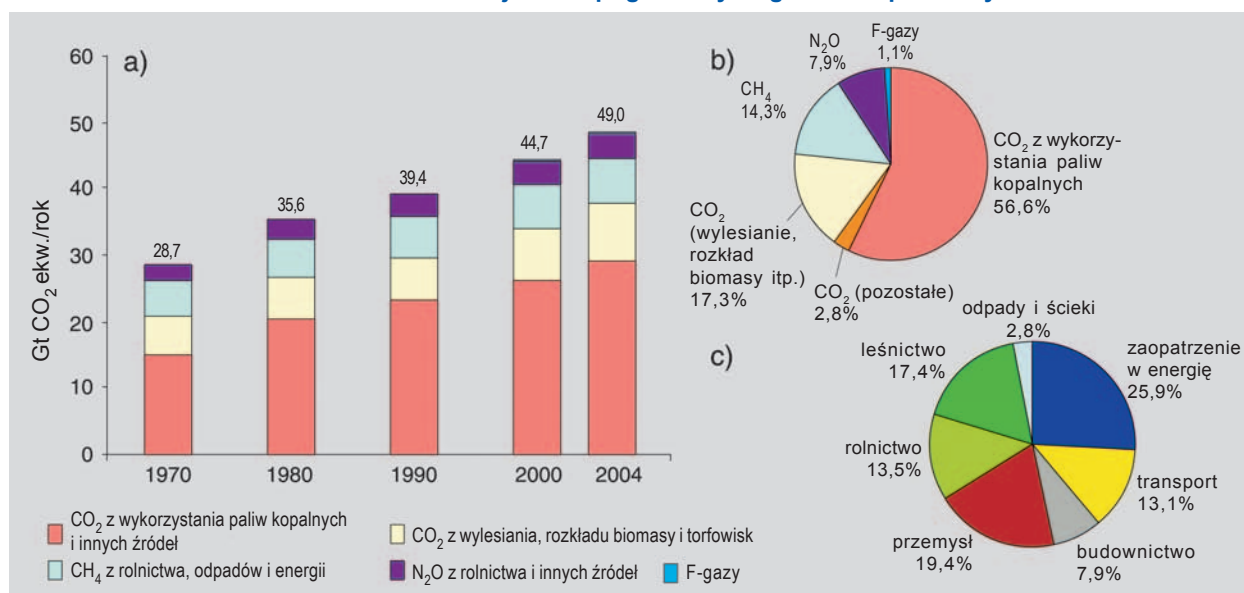
paliw kopalnych. Zmiany form użytkowania terenu również powodują istotne, jakkolwiek mniejsze, wzrosty. Jest *bardzo prawdopodobne*, że obserwowany wzrost koncentracji CH<sub>4</sub> jest przede wszystkim skutkiem rozwoju rolnictwa i spalania paliw kopalnych. Tempo wzrostu CH<sub>4</sub> spadło od wczesnych lat 90-tych XX wieku, zgodnie z całkowitą emisją (sumą naturalnych i antropogenicznych źródeł), która pozostawała niemalże stała w tym okresie. Wzrost koncentracji N<sub>2</sub>O jest przede wszystkim pochodzenia rolniczego {2.2}.

*Bardzo wysoko pewnie* oceniono, że powodem ocieplenia<sup>6</sup> jest głównie działalność ludzka od roku 1750 {2.2}.

**Większość obserwowanego wzrostu globalnej temperatury od połowy XX wieku jest bardzo prawdopodobnie spowodowana obserwowanym wzrostem koncentracji antropogenicznych GHG<sup>7</sup>. Jest prawdopodobne, że w okresie ostatnich 50 lat występuje istotne antropogeniczne ocieplenie na wszystkich kontynentach (poza Antarktyką) – rys. SPM.4 {2.4}.**

W okresie minionych 50 lat suma wymuszenia solarnego i wulkanicznego powinna *prawdopodobnie* powodować ochłodzenie. Obserwowany charakter ocieplenia i jego zmiany są symulowane jedynie przez modele, które zawierają antropogeniczne wymuszenia. Występują trudności w symulacjach i przypisaniu przyczyn obserwowanych zmian w skalach mniejszych od kontynentalnej {2.4}.

### Globalne roczne emisje antropogenicznych gazów cieplarnianych



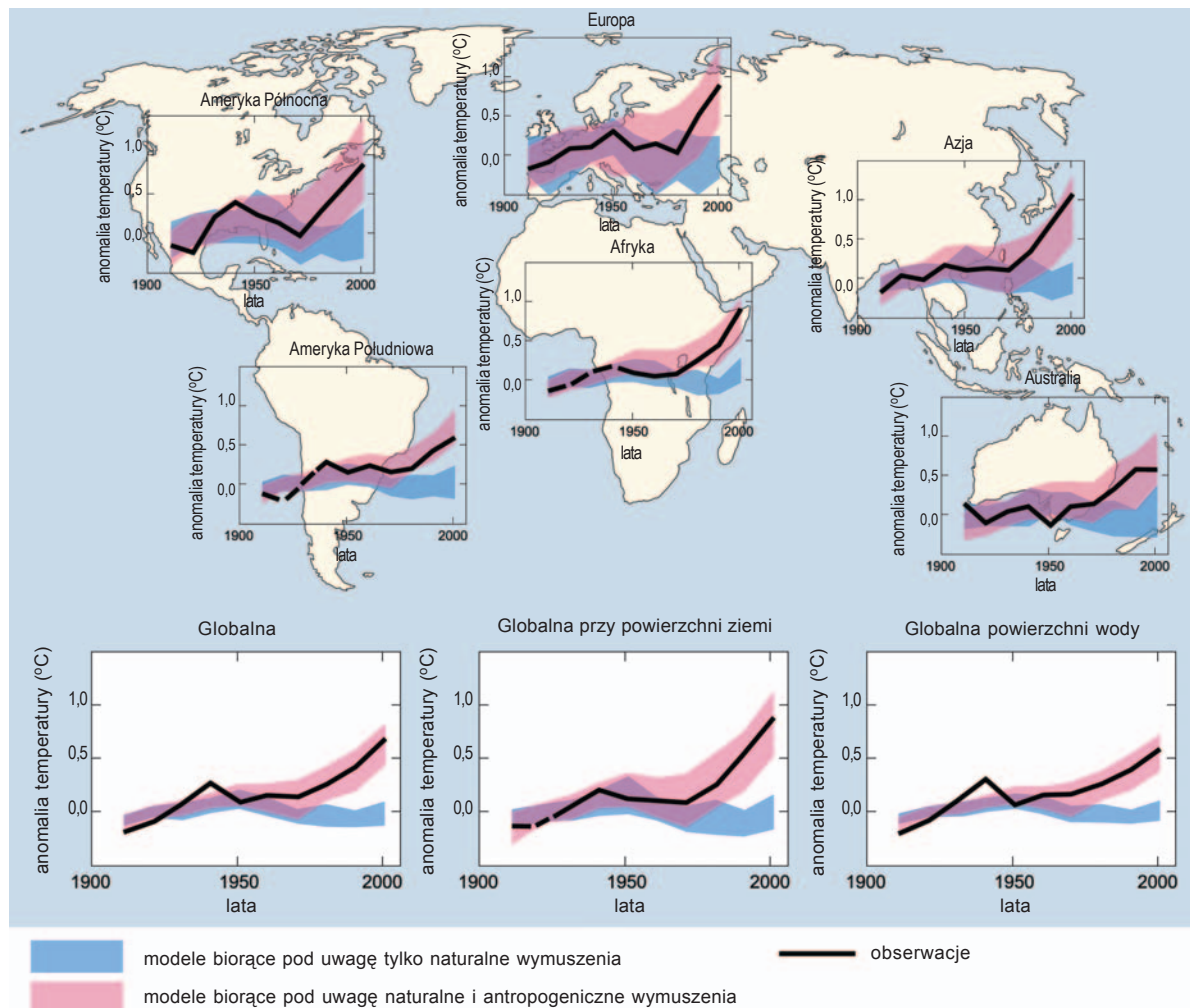
**Rysunek SPM. 3.** (a) Globalne roczne emisje antropogenicznych gazów cieplarnianych w latach 1970–2004<sup>5</sup>; (b) udział różnych antropogenicznych gazów cieplarnianych w całkowitej emisji w roku 2004 wyrażony w ekwiwalencie CO<sub>2</sub>; (c) udział różnych sektorów w całkowitej antropogenicznej emisji GHG w roku 2004 wyrażony w ekwiwalencie CO<sub>2</sub>, w leśnictwie ujęto wylesianie {rys. 2.1}.

<sup>5</sup> Dotyczy jedynie dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), metanu (CH<sub>4</sub>), podtlenku azotu (N<sub>2</sub>O), fluorowęglowodórów (HFCs), perfluorowęglowodórów (PFCs) i sześćofluorku siarki (SF<sub>6</sub>), których emisje objęte są Ramową konwencją Narodów Zjednoczonych w sprawie zmiany klimatu (UNFCCC). Te gazy cieplarniane są ważone przez ich 100-letni wskaźnik globalnego ocieplenia wykorzystując wartości zgodne z raportowanymi w ramach konwencji.

<sup>6</sup> Zwiększenie koncentracji GHG prowadzi do ocieplenia powierzchni, natomiast zwiększenie koncentracji aerozoli skutkuje ochłodzeniem. Skutkiem prowadzonej od ery przedprzemysłowej działalności człowieka jest ocieplenie +1,6 [+0,6 do +2,4] W/m<sup>2</sup>. Dla porównania, szacuje się, że zmiany *aktywności słonecznej* spowodowały powstanie małego wymuszenia radiacyjnego wynoszącego +0,12 [+0,06 do 0,30] W/m<sup>2</sup>.

<sup>7</sup> Rozważania odnośnie pozostałej niepewności oparte są na obecnych metodologiach.

## Globalna i kontynentalna zmiana temperatury



**Rysunek SPM. 4.** Porównanie obserwowanych zmian temperatury przypowierzchniowej w skali kontynentalnej i globalnej z wynikami symulacji globalnych modeli klimatu obejmującymi albo naturalne przyczyny zmian, albo zarówno naturalne, jak i antropogeniczne wymuszenia. Średnie wartości dekadowe obserwacji przedstawiono dla lat 1906–2005 (linia czarna) w punktach centrowanych w środku poszczególnych dekad i w stosunku do odpowiadających im średnich wartości dla okresu od 1901 r. do 1950 r. Linie przerywane oznaczają przestrzenne pokrycie analizowanego obszaru mniejsze od 50%. Zakresowany na niebiesko pas przedstawia zakres zmienności wyznaczony przez 5 i 95% zakres wartości dla 19 symulacji wykonanych z pomocą 5 modeli klimatu, wykorzystujących jedynie naturalne wymuszenia, tj. promieniowanie Słońca i aktywność wulkaniczną. Zakresowany na czerwono pas pokazuje 5 i 95% zakres wartości określony w oparciu o 58 symulacji wykonanych z wykorzystaniem 14 modeli klimatu, biorących pod uwagę naturalne i antropogeniczne wymuszenia (rys. 2.5).

**Postęp w stosunku do TAR pokazuje, że dostrzegalny wpływ człowieka rozszerzył się poza średnią temperaturę także na inne aspekty klimatu {2.4}.**

Działalność ludzka {2.4}:

- *bardzo prawdopodobnie* wpływa na podniesienie poziomu morza w drugiej połowie XX wieku,
- *prawdopodobnie* wpływa na zmiany rozkładu wiatrów, szlak cyklonów w umiarkowanych szerokościach geograficznych oraz rozkłady temperatury,
- *prawdopodobnie* wpływa na wzrost temperatury ekstremalnie ciepłych nocy, chłodnych dni i nocy,
- jest *dosyć prawdopodobne*, że wzrosło ryzyko występowania fal ciepła, powiększył się obszar zagrożony suszą od lat 70-tych XX wieku oraz częstość występowania przypadków opadów nawalnych.

**Antropogeniczne ocieplenie w okresie ostatnich trzech dekad miało *prawdopodobnie* dostrzegalny wpływ na obserwowane w skali globalnej zmiany wielu systemów fizycznych i biologicznych {2.4}.**

*Bardzo nieprawdopodobne* jest, aby przestrzenna zgodność między regionami o istotnym ociepleniu w skali globu i lokalizacje istotnych obserwowanych zmian w wielu systemach wynikające z ocieplenia powodowane były przez naturalną zmienność. Szereg przypadków modelowania wskazuje na charakterystyczne reakcje systemów fizycznych i biologicznych na antropogeniczne ocieplenie, jakkolwiek jedynie kilka tego typu badań zostało przeprowadzonych {2.4}.

Wskazanie bardziej kompletnej przyczyn obserwowanych reakcji systemu przyrodniczego na antropogeniczne ocieplenie jest obecnie ograniczone przez krótką skalę czasową wielu badań oce-

niających wpływy, większą zmiennością naturalną klimatu w skalach regionalnych, wpływem czynników poza klimatycznych i ograniczoną liczbą analiz {2.4}.

### 3. Przewidywana zmiana klimatu i jej skutki

**Istnieje wysoka zgodność oraz wiele dowodów, że przy obecnej polityce łagodzenia zmiany klimatu i związanych z nią praktyk zrównoważonego rozwoju, globalna emisja gazów cieplarnianych będzie się nasilać w ciągu najbliższych kilku dekad {3.1}.**

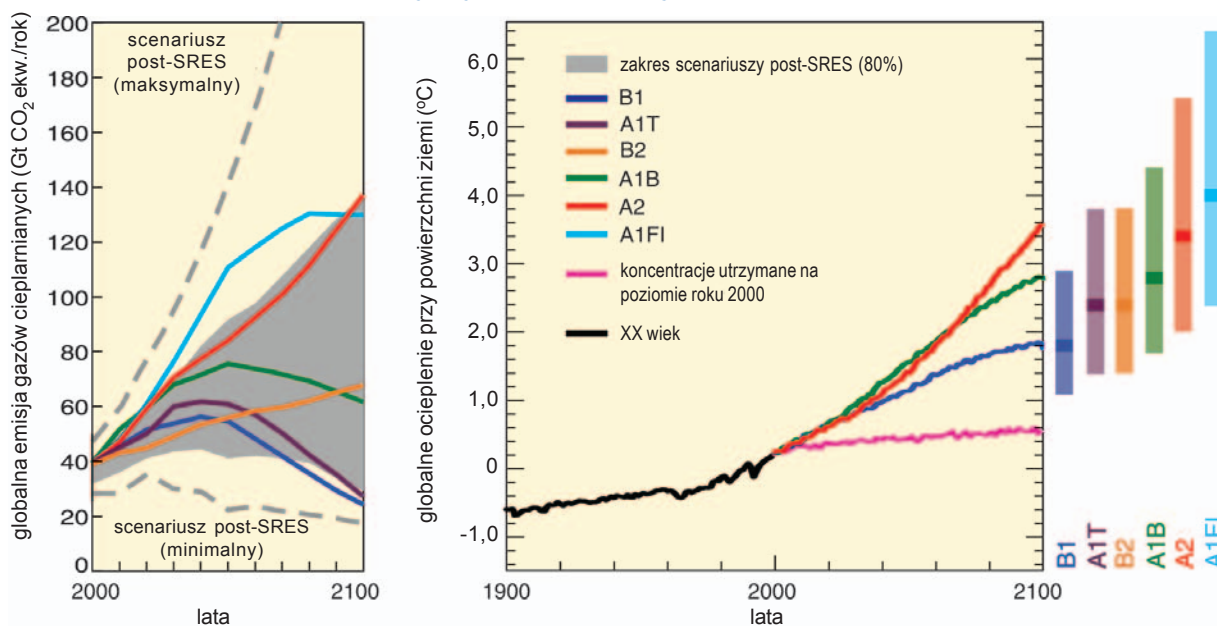
W Specjalnym Raporcie IPCC nt. Scenariuszy Emisyjnych (SRES, 2000) przewiduje się wzrost globalnej emisji GHG od 25 do 90% (ekwiwalentu CO<sub>2</sub>) w latach 2000–2030 (rys. SPM. 5). Powyższe scenariusze zakładają, że paliwa kopalne utrzymają swoją dominującą rolę na globalnym rynku energii do roku 2030, a nawet po nim<sup>8,9</sup> {3.1}.

**Trwająca emisja gazów cieplarnianych na dotychczasowym lub wyższym poziomie będzie powodowała dalsze ocieplenie i będzie generowała wiele zmian w globalnym systemie klimatycznym w XXI wieku, które bardzo prawdopodobnie będą większe od obserwowanych w XX wieku – tab. SPM. 1, rys. SPM. 5 {3.2.1}.**

W najbliższych dwóch dekadach jest spodziewane dla większości scenariuszy emisyjnych SRES ocieplenie o około 0,2°C w ciągu dekady. Nawet jeżeli koncentracje wszystkich gazów cieplarnianych i aerozoli pozostałyby niezmiennione, na poziomie roku 2000, spodziewane byłoby dalsze ocieplenie rzędu 0,1°C w ciągu dekady. Po tym okresie projekcje temperatury silnie zależą od specyfiki poszczególnych scenariuszy emisyjnych {3.2}.

Zakres projekcji (tab. SPM.1) jest w dużej mierze zgodny z TAR, jednak większe są niepewności oraz górne granice zmian temperatury, co wynika głównie z faktu, że większa liczba dostępnych obecnie modeli sugeruje silniejsze sprzężenie między klimatem a cyklem węglowym. Znaczenie skutków tego sprzężenia różni się wyraźnie w zależności od modelu {2.3, 3.2.1}.

#### Scenariusze emisji gazów cieplarnianych od roku 2000 do 2100 w warunkach braku dodatkowych działań oraz projekcje ocieplenia przy powierzchni ziemi



**Rysunek SPM. 5. Lewy wykres:** Globalna emisja gazów cieplarnianych (wyrażona w ekwiwalencie CO<sub>2</sub> w skali roku lub CO<sub>2</sub> ekw./rok) w przypadku braku podjęcia jakichkolwiek dodatkowych działań: sześć objaśniających scenariuszy SRES (linie kolorowe) i zakres percentyla 80% dla obecnych scenariuszy opublikowanych po SRES (post-SRES) – obszar zakresowany w kolorze szarym. Linie przerywane pokazują pełen zakres scenariuszy post-SRES. Emisja uwzględnia: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O i fluorowane gazy cieplarniane. **Prawy wykres:** Linie ciągle przedstawiają wielomodelowe średnie globalne ocieplenie przypowierzchniowe (w stosunku do lat 1980–1999) dla następujących scenariuszy SRES: A2, A1B i B1, przedstawionych jako kontynuacje XX-wiecznych symulacji. Projekcje te biorą także pod uwagę emisje nietrwałych GHG oraz aerozoli. Linia różowa nie jest scenariuszem, lecz wynikiem symulacji Atmosferyczno-Oceanicznego Modelu Ogólnej Cyrkulacji (AOGCM), w których koncentracje są stałe na poziomie roku 2000. Słupki po prawej stronie rysunku oznaczają najlepsze szacunki (linia ciągła na słupku) i prawdopodobne zakresy oszacowane dla sześciu wskaźnikowych scenariuszy SRES dla lat 2020–2099. Wszystkie prognozy zmian temperatury są podawane w odniesieniu do lat 1980–1999 {rys. 3.1 i 3.2}

<sup>8</sup> Informacje na temat scenariuszy emisyjnych SRES można znaleźć w ramce „Scenariusze SRES” w zagadnieniu 3 tego Raportu Syntetycznego. Scenariusze uwzględniają jedynie obecną politykę klimatyczną; nowsze analizy różnią się pod względem włączania UNFCCC oraz Protokołu z Kioto.

<sup>9</sup> Założenia emisyjne scenariuszy są przedstawione w zagadnieniu 5.

**Tabela SPM.1.** Projektowane globalne ocieplenie przypowierzchniowe oraz podniesienie poziomu morza na koniec XXI wieku {WGI 10.5, 10.6, tab. 10.7, tab. SPM.3}

Przypadek	Zmiana temperatury (°C, w latach 2090–2099 w stosunku do lat 1980–1999) <sup>a,d</sup>		Podniesienie poziomu morza (m, w latach 2090–2099 w stosunku do lat 1980–1999)
	Wartość „najlepiej szacowana”	Prawdopodobny zakres	Zakres oparty na modelach wykluczający przyszłe nagłe dynamiczne zmiany splotu lodu
Koncentracja stała na poziomie 2000 roku <sup>b</sup>	0,6	0,3–0,9	niedostępna
B1 scenariusz	1,8	1,1–2,9	0,18–0,38
A1T scenariusz	2,4	1,4–3,8	0,20–0,45
B2 scenariusz	2,4	1,4–3,8	0,20–0,43
A1B scenariusz	2,8	1,7–4,4	0,21–0,48
A2 scenariusz	3,4	2,0–5,4	0,23–0,51
A1FI scenariusz	4,0	2,4–6,4	0,26–0,59

Uwagi:

- Podane temperatury to wartość najlepiej szacowana oraz *prawdopodobny* zakres niepewności, wynikający z użycia modeli o różnej złożoności oraz ograniczeń prowadzonych obserwacji.
- Stały skład dla roku 2000 jest otrzymany tylko z symulacji modelu AOGCM.
- Wszystkie powyższe scenariusze są wskaźnikami scenariuszami SRES. Przymiślnie koncentracje CO<sub>2</sub> ekw. odpowiadające obliczonym wymuszeniom radiacyjnym związanym z GHG i aerozolami w roku 2100 (zobacz strona 823 WGI TAR) dla scenariuszy B1, A1T, B2, A1B, A2 i A1FI wynoszą w przybliżeniu odpowiednio 600, 700, 800, 850, 1250 oraz 1550 ppm.
- Zmiany temperatury są określone jako różnice w stosunku do lat 1980–1999. Aby wyrazić zmiany w stosunku do lat 1850–1899 należy dodać 0,5°C.

Ponieważ zrozumienie pewnych ważnych procesów, które powodują podniesienie poziomu morza jest zbyt ograniczone, raport niniejszy nie szacuje prawdopodobieństwa, ani nie podaje wartości „najlepiej szacowanej”, ani górnej granicy podniesienia poziomu morza. Oparte na modelach projekcje podniesienia się globalnego poziomu morza do lat 2090–2099<sup>10</sup> są zaprezentowane w tabeli SPM.1. Projekcje poziomu morza nie zawierają niepewności sprzężeń zwrotnych klimat–cykl węglowy ani nie zawierają pełnego efektu zmian splotu z lodolodów, dlatego górne wartości podanych zakresów nie mogą być traktowane jako górne zakresy możliwego podniesienia się poziomu morza. Projekcje zawierają składowe wynikające ze wzrastającego splotu lodolodów Grenlandii i Antarktyki w tempie obserwowanym w latach 1993–2003, ale owe tempo może zarówno wzrosnąć, jak i osłabnąć w przyszłości<sup>11</sup> {3.2.2}.

**Obecnie istnieje większa pewność, niż w TAR, w zakresie przewidywanych rozkładów ocieplenia i innych jego cech właściwych dla skali regionalnej, włączając te dotyczące rozkładu wiatru, opadów, niektórych aspektów zjawisk ekstremalnych oraz lodu morskiego {3.2.2}.**

Zmiany w skali regionalnej obejmują {3.2.2}:

- najsilniejsze ocieplenie, zgodnie z obserwowanymi trendami, na obszarach lądowych i w wysokich szerokościach geograficznych, najmniejsze w rejonie Oceanu Południowego oraz niektórych obszarach Północnego Atlantyku (rys. SPM.6),
- zmniejszenie zasięgu występowania pokrywy śnieżnej, wzrost głębokości rozmarzania na większości obszarów z wieczną zmarzliną oraz spadek zasięgu lodu morskiego; w niektórych projekcjach Arktyka późnym latem jest niemalże w całości wolna od lodu morskiego w ostatnich latach XXI wieku,

- bardzo prawdopodobny* wzrost częstości ekstremalnego gorąca, fal ciepła i nawałnych opadów,
- prawdopodobny* wzrost intensywności cyklonów tropikalnych; mniejsza jest pewność prognoz mówiących o spadku ogólnej liczby cyklonów tropikalnych,
- przesunięcie szlaku cyklonów z umiarkowanych szerokości geograficznych w kierunku biegunów wraz ze związanymi z tym zmianami przestrzennych rozkładów wiatru, opadów i temperatury,
- bardzo prawdopodobny* i zgodny z obserwowanymi obecnie trendami wzrost wysokości opadów w wysokich szerokościach geograficznych oraz ich spadek na większości subtropikalnych obszarów lądowych.

Z *dużą pewnością* przewiduje się, że do połowy wieku nastąpi wzrost odpływu rzeczno- i dostępności wody w wysokich szerokościach geograficznych (i w niektórych wilgotnych regionach strefy tropikalnej) oraz spadek w suchych regionach strefy umiarkowanej i tropikalnej. Z *dużą pewnością* można także zakładać, że zmniejszenie zasobów wodnych dotknie wiele półsuchych regionów, np. basen Morza Śródziemnego, zachodnią część USA, południową Afrykę, północno-wschodnią Brazylię {3.3.1, rys. 3.5}.

**Badania przeprowadzone od czasu TAR umożliwiły lepsze rozumienie rozmiaru i czasu występowania skutków zmiany klimatu o różnej skali czasowej i nasileniu {3.3.1, 3.3.2}.**

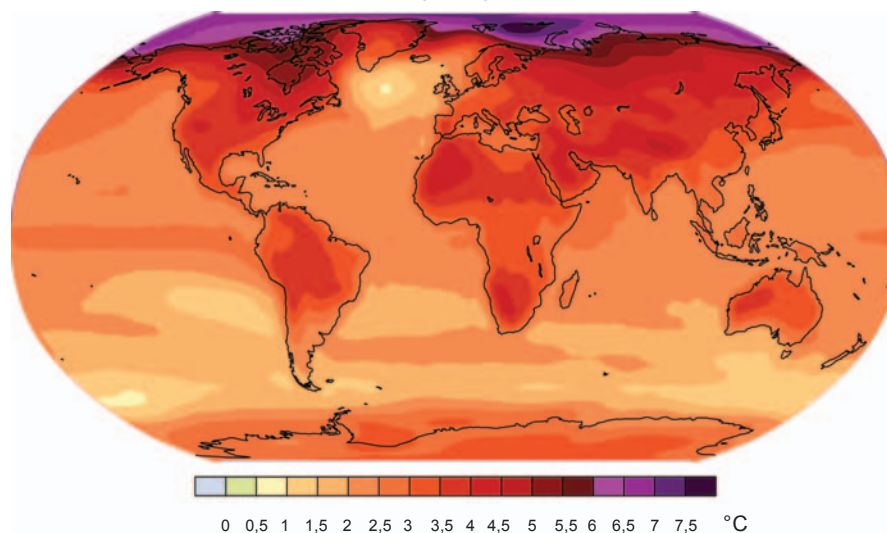
Przykłady nowych informacji dla systemów i sektorów zaprezentowano na rysunku SPM.7. Na górnym rysunku przedstawiono wzrost znaczenia skutków wraz z rosnącą zmianą temperatury. Ich wielkość i czas występowania jest także uzależniony od przyjętej drogi rozwoju gospodarczego – dolny panel {3.3.1}.

<sup>10</sup> Projekcje zawarte w TAR kończyły się w roku 2100, podczas gdy w tym raporcie jest to dekada 2090–2099. Projekcje w TAR miałyby zbliżone zakresy do tych zaprezentowanych w tabeli SPM.1, jeśli niepewności zostałyby potraktowane w ten sam sposób.

<sup>11</sup> Dyskusję dla dłuższego terminu zaprezentowano w dalszej części.



## Rozkład temperatury przy powierzchni ziemi



**Rysunek SPM.6.** Przewidywane zmiany temperatury przy powierzchni ziemi dla końca XXI wieku (lata 2090–2099). Mapa ukazuje średnie przewidywania Atmosferyczno–Oceanicznych Modeli Ogólnej Cyrkulacji (multiAOGCM) dla scenariusza SRES A1B. Temperatura jest związana z latami 1980–1999 (rys.3.2)

Przykłady przewidywanych skutków dla różnych regionów podano w tabeli SPM.2.

Niektóre systemy, sektory i regiony *prawdopodobnie* zostaną szczególnie dotknięte przez zmiany klimatu<sup>12</sup> {3.3.3}.

Systemy i sektory {3.3.3}:

- ekosystemy:
  - lądowe: tundra; las borealny (tajga) i regiony górskie ze względu na wrażliwość na ocieplenie; ekosystemy typu śródziemnomorskiego ze względu na redukcję opadów i tropikalne lasy deszczowe, gdzie zmniejszają się opady,
  - przybrzeżny: namorzyny i słone bagna, z uwagi na różne zagrożenia,
  - morski: rafy koralowe z uwagi na wielorakie zagrożenia; biom strefy kontaktu morze – lód ze względu na wrażliwość na ocieplenie;
- zasoby wodne w niektórych suchych regionach umiarkowanych szerokości geograficznych<sup>13</sup> i w suchej strefie zwrotnikowej z uwagi na zmiany w opadach i parowaniu, a także obszary zależne od topnienia śniegu i lodu;
- rolnictwo w niskich szerokościach geograficznych z uwagi na zmniejszenie dostępności wody;
- nisko położone systemy na wybrzeżu, z powodu niebezpieczeństwa podniesienia poziomu morza i zwiększonego ryzyka występowania ekstremalnych sytuacji pogodowych;
- zdrowie ludzkie w populacjach z obniżoną zdolnością adaptacyjną.

Regiony {3.3.3}:

- Arktyka, z powodu wpływu przewidywanego znacznego ocieplenia na systemy naturalne i społeczności ludzkie;

- Afryka, z powodu obniżonej zdolności adaptacyjnej i przewidywanych skutków wpływu zmian klimatu;
- małe wyspy, gdzie narażenie ludności i infrastruktury na przewidywane skutki wpływu zmian klimatu jest wysokie;
- azjatyckie i afrykańskie wielkie delty, ze względu na dużą liczbę ludności i wysokie narażenie na podniesienie poziomu morza, wezbrania sztormowe i powódzie rzeczne.

Na pewnych obszarach, nawet z wysokimi dochodami, niektórzy ludzie (tacy jak biedacy, młode dzieci i osoby starsze) mogą być szczególnie narażeni {3.3.3}.

### Zakwaszenie oceanu

Absorpcja antropogenicznego węgla od roku 1750 doprowadziła do wzrostu kwasowości oceanu, ze średnim zmniejszeniem wartości pH o 0,1 jednostki. Wzrastająca atmosferyczna koncentracja CO<sub>2</sub> prowadzi do dalszego zakwaszenia. Przewidywania, oparte na scenariuszach SRES, wskazują na redukcję wartości średniego globalnego pH przy powierzchni od 0,14 do 0,35 jednostki w ciągu XXI wieku. O ile efekty obserwowanego wzrostu zakwaszenia oceanu na biosferę morską nie są jeszcze udokumentowane, przewiduje się, że ciągłe zakwaszenie oceanów będzie miało negatywne skutki dla szkieletowych organizmów morskich (np. koralowców) i zależnych od nich gatunków {3.3.4}.

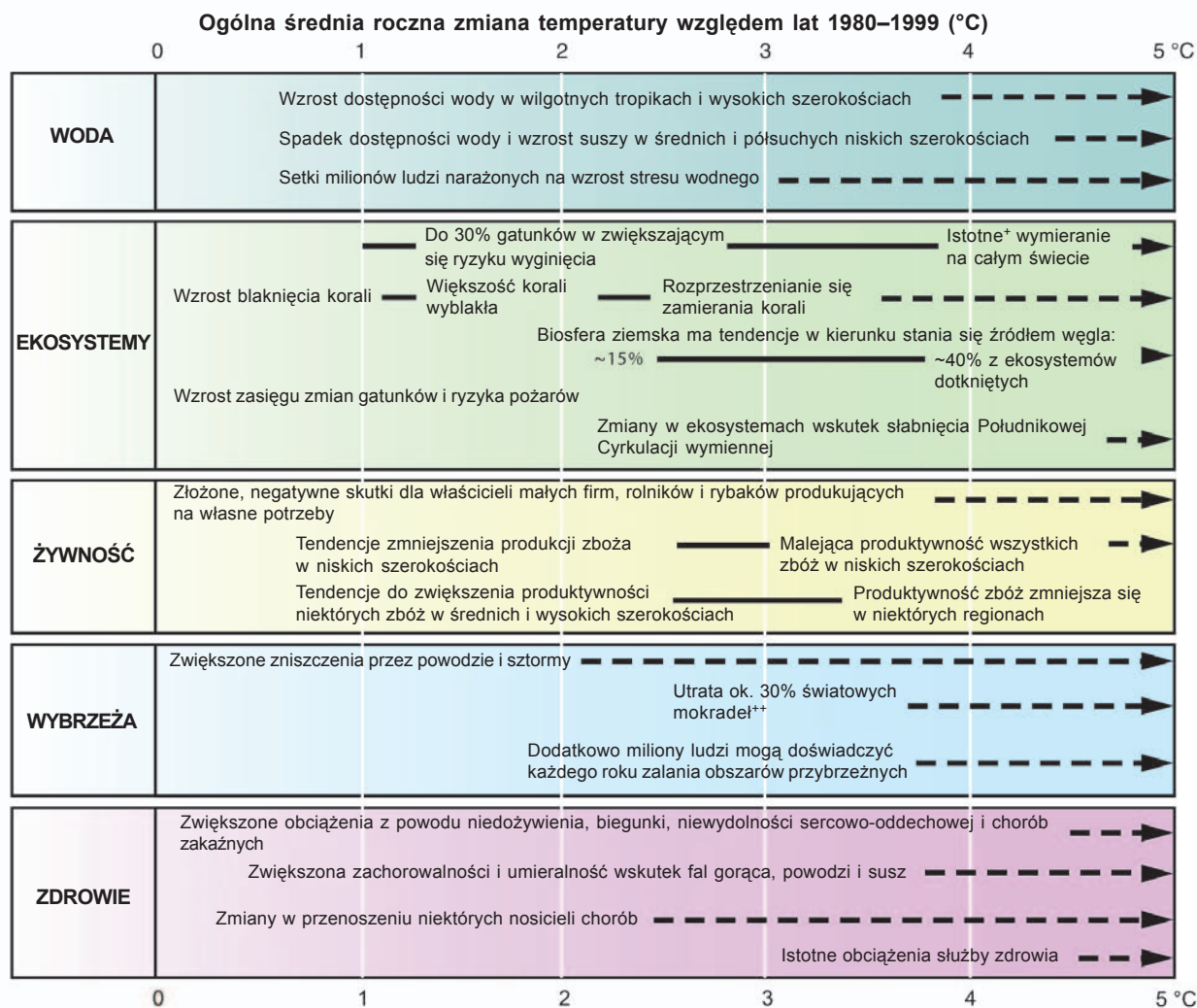
### Zwiększona częstość występowania i intensywność ekstremalnych zjawisk pogodowych, razem z podniesieniem poziomu morza, będzie miała przeważnie negatywne skutki na naturalne i ludzkie systemy {3.3.5}.

Przykłady wybranych zjawisk ekstremalnych i sektorów omówiono w tabeli SPM.3.

<sup>12</sup> Określone przez ekspertów na podstawie ocenianej literatury, wzięwszy pod uwagę wielkość, umiejscowienie w czasie i skalę zmian klimatu, wrażliwość i możliwości adaptacji.

<sup>13</sup> Obejmuje regiony suche i półsuche.

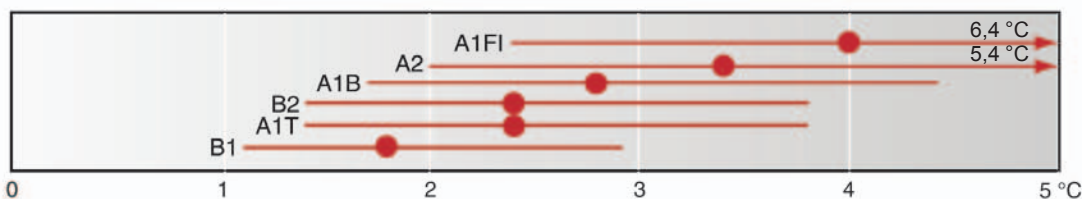
**Przykłady skutków związanych ze zmianą średniej globalnej temperatury**  
(skutki będą się różnić ze względu na stopień adaptacji, tempo zmiany temperatury i ścieżkę społeczno-ekonomiczną)



\* Istotność jest zdefiniowana tutaj jako więcej niż 40%.

\*\* Na podstawie średniego podniesienia poziomu morza rzędu 4,2 mm/rok od 2000 roku do 2080 roku.

**Ocieplenie w latach 2090–2099 w odniesieniu do lat 1980–1999 w warunkach braku działań łagodzących**



**Rysunek SPM.7.** Przykłady skutków powiązanych ze zmianą średniej globalnej temperatury (skutki będą się różnić ze względu na stopień adaptacji, tempo zmiany temperatury i ścieżkę społeczno-ekonomiczną). **Górny rysunek:** ilustruje przykłady skutków zmian klimatu (jak również poziom morza i koncentracji atmosferycznego CO<sub>2</sub>, tam gdzie jest to istotne) powiązane z różnymi wielkościami wzrostu globalnej średniej temperatury przypowierzchniowej w XXI wieku. Czarne linie integrują skutki; strzałki z przerywanymi liniami oznaczają skutki przedłużające się ze wzrostem temperatury. Opisy są umieszczone w taki sposób, że lewa strona tekstu wskazuje przybliżony poziom ocieplenia, który jest połączony z początkiem wystąpienia określonego skutku. Ilościowe informacje dotyczące niedostatków wody i wystąpienia powodzi przedstawiają dodatkowe skutki zmian klimatu powiązane z warunkami przewidywanymi przez scenariusze SRES A1FI, A2, B1 i B2. Adaptacja do zmiany klimatu nie jest uwzględniana w tych szacunkach. Poziomy ufnoci do wszystkich stwierdzeń są wysokie. **Dolny rysunek:** Kropki i słupki (linie) wskazują najlepsze oszacowanie i prawdopodobne zasięgi szacowanego ocieplenia dla sześciu wskaźnikowych scenariuszy na lata 2090–2099 w porównaniu do lat 1980–1999 (rys. 3.6)

Tabela SPM.2. Przykłady niektórych przewidywanych skutków regionalnych {3.3.2}

<b>Afryka</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przewiduje się, że do roku 2020 od 75 do 250 milionów ludzi będzie narażonych na stres wodny (brak lub ograniczony dostęp) wynikający ze zmiany klimatu.</li> <li>Do roku 2020 w niektórych krajach plony upraw nienawadnianych mogą się zmniejszyć nawet o 50%. Produkcja rolnicza oraz dostęp do żywności w wielu krajach Afryki ulegną poważnemu ograniczeniu. Doprowadzi to do zmniejszenia bezpieczeństwa żywnościowego i skutkiem tego powszechnego niedożywienia.</li> <li>Pod koniec XXI wieku rosnący poziom morza stanie się zagrożeniem dla gęsto zaludnionych obszarów wybrzeża. Koszty adaptacji mogą wynieść przynajmniej 5 do 10% PKB.</li> <li>Do roku 2080, zgodnie z projekcjami licznych scenariuszy klimatu, powierzchnia obszarów suchych i półsuchych w Afryce zwiększy się od 5 do 8% (TS).</li> </ul>
<b>Azja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Do roku 2050 zmniejszy się wielkość dostępnych zasobów wód słodkich w środkowej, południowej i południowo-wschodniej Azji, zwłaszcza w dorzeczeniach wielkich rzek.</li> <li>Na wybrzeżach południowej, wschodniej i południowo-wschodniej Azji, szczególnie na obszarze licznie zamieszkałych wielkich delt, zwiększy się ryzyko powodzi morskich, a na obszarach niektórych delt również powodzi rzecznych.</li> <li>Przewiduje się, że zmiana klimatu wzmocni presję wynikającą z gwałtownej urbanizacji, przemysłowienia i rozwoju gospodarczego na zasoby naturalne i środowisko.</li> <li>We wschodniej, południowej i południowo-wschodniej Azji w wyniku częstszych powodzi i susz przewiduje się wzrost zachorowalności i śmiertelności z powodu zatruc pokarmowych.</li> </ul>
<b>Australia i Nowa Zelandia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przewiduje się, że do roku 2020 nastąpi znaczący spadek różnorodności biologicznej w niektórych szczególnie bogatych ekosystemach, takich jak Wielka Rafa Koralowa i wilgotne lasy tropikalne Queenslandu.</li> <li>Do roku 2030 nasilą się problemy z zapewnieniem bezpieczeństwa wodnego we wschodniej Australii oraz w niektórych regionach Nowej Zelandii (część wschodnia, region Northland).</li> <li>Do roku 2030, w związku z coraz częstszymi suszami i pożarami, zmniejszy się produkcja rolnicza i leśna na znacznych obszarach południowej i wschodniej Australii oraz wschodniej części Nowej Zelandii. Tym niemniej, na pozostałych obszarach Nowej Zelandii początkowo można spodziewać się pewnych korzyści.</li> <li>Do roku 2050 postępujące zagospodarowywanie wybrzeży oraz wzrost liczby ludności może przyczynić się do spotęgowania ryzyka wynikającego ze wzrostu poziomu morza, wzrostu częstości i siły sztormów oraz przybrzeżnych powodzi.</li> </ul>
<b>Europa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przewiduje się, że zmiana klimatu przyczyni się do wzrostu regionalnego zróżnicowania Europy pod względem zasobów naturalnych i kapitałowych. Negatywnymi skutkami będą ponadto większe ryzyko powodzi gwałtownych, częstsze powodzie przybrzeżne oraz wzmocniona erozja brzegów morskich (z powodu częstszych sztormów i podniesienia poziomu morza).</li> <li>Na terenach górskich należy spodziewać się zanikania lodowców, redukcji pokrywy śnieżnej i ograniczenia turystyki zimowej, jak również powszechnego wymierania gatunków (w niektórych obszarach do 60% do roku 2080 zgodnie ze scenariuszami wysokoemisyjnymi).</li> <li>Dla obszaru południowej Europy, regionu wrażliwego na zmienność klimatu, prognozuje się, że zmiana klimatu (wysoka temperatura powietrza, susze) spowoduje pogorszenie warunków życia, a także ograniczenie dostępności wody, potencjału hydroenergetycznego rzek, turystyki letniej oraz produktywności rolniczej.</li> <li>Przewidywane fale upałów i pożary, będące efektem zmiany klimatu, zwiększą ryzyko utraty zdrowia.</li> </ul>
<b>Ameryka Łacińska</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Do połowy wieku wzrost temperatury powietrza i związany z nią spadek wilgotności gleb może doprowadzić we wschodniej Amazonii do stopniowego zastąpienia lasów tropikalnych przez sawannę. Nastąpi rozprzestrzenianie się roślinności sucholubnej.</li> <li>Przewidywane wymieranie gatunków przyczyni się do znacznego spadku bioróżnorodności w wielu obszarach tropikalnej części Ameryki Łacińskiej.</li> <li>Plonowanie niektórych ważnych upraw, podobnie jak produkcja żywego inwentarza, zmniejszy się, wpływając negatywnie na bezpieczeństwo żywnościowe. W strefie umiarkowanej przewiduje się wzrost plonów soi. Generalnie liczba ludzi zagrożonych głodem zwiększy się (TS; <i>średnia pewność</i>).</li> <li>Zmiany w rozkładzie opadów atmosferycznych oraz zanik lodowców spowoduje znaczący spadek zasobów wody pitnej i zasobów wody wykorzystywanej w rolnictwie i produkcji energii.</li> </ul>
<b>Ameryka Północna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przewiduje się, że ocieplenie w górach zachodnich spowoduje zanik pokrywy śnieżnej, więcej zimowych powodzi i zredukowanie letnich odpływów, ograniczając dostęp do posiadanych zasobów wodnych.</li> <li>W początkowych dekadach wieku, przewiduje się, że umiarkowana zmiana klimatu spowoduje wzrost łącznych plonów upraw zasilanych opadowo o 5 do 20%, jednak ze znaczną zmiennością wśród regionów. Zasadnicze wyzwanie przewidywane są dla roślin, które są blisko górnej granicy zasięgu albo takich, które zależą od wysokiego wykorzystania zasobów wodnych.</li> <li>Przewiduje się, że miasta, w których aktualnie występują fale ciepła z upływem wieku staną wobec ich zwiększonej liczby, intensywności i czasu trwania, z możliwością niekorzystnego wpływu na zdrowie.</li> <li>Społeczności i siedliska na wybrzeżu będą coraz bardziej narażone na wpływy zmian klimatu oddziałujące razem z rozwojem i zanieczyszczeniem.</li> </ul>

cd tabeli...

## cd tabeli SPM.2.

<b>Obszary polarne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Główne przewidywane efekty biofizyczne dotyczą redukcji grubości i zasięgu lodowców, łądolodów i lodu morskiego oraz zmiany w naturalnych ekosystemach, ze szkodliwymi skutkami dla wielu organizmów, wliczając ptaki wędrownie, ssaki i drapieżniki z wyższych poziomów łańcucha troficznego.</li> <li>• Dla społeczności w Arktyce wpływy, zwłaszcza te wynikające ze zmian warunków śniegowych i lodowych, będą niejednoznaczne.</li> <li>• Szkodliwe wpływy będą obejmować tamtejszą infrastrukturę i tradycyjny autochtoniczny styl życia.</li> <li>• W obu regionach polarnych, specyficzne ekosystemy i siedliska naturalne będą narażone ze względu na obniżone bariery klimatyczne na inwazję obcych gatunków.</li> </ul>
<b>Małe wyspy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przypuszcza się, że podniesienie się poziomu morza zaostry podtopienia, wezbrania sztormowe, erozję i inne niebezpieczeństwa, zagrażając w ten sposób infrastrukturze, osadom i wyposażeniu, które zapewnia źródło utrzymania wspólnot wyspiarskich.</li> <li>• Oczekuje się, że pogorszenie się warunków na wybrzeżu, np. erozja plaży i blaknięcie koralii, wpłynie na lokalne zasoby.</li> <li>• Do połowy wieku, zmiana klimatu przypuszczalnie zredukuje zasoby wodne na wielu mniejszych wyspach, na przykład na Karaibach i Pacyfiku, do momentu kiedy staną się niewystarczające do pokrycia zapotrzebowania podczas okresów z niskimi opadami.</li> <li>• Z wyższymi temperaturami spodziewane jest, że pojawi się wzrost inwazji obcych (nierodzimych) gatunków, szczególnie na wyspach w średnich i wysokich szerokościach geograficznych.</li> </ul>

## Uwagi:

Jeśli nie podano inaczej, wszystkie informacje pochodzą z tekstu WG II SPM i, odnosząc się do różnych sektorów (rolnictwo, ekosystemy, woda, wybrzeża, zdrowie, przemysł i osadnictwo), są twierdzeniami o *bardzo wysokiej* lub *wysokiej pewności*. Streszczenie dla decydentów WG II odsyła do źródła twierdzeń, granic czasowych i temperatur. Wielkość i umiejscowienie w czasie skutków, które ostatecznie wystąpią jest uzależniona od skali zmiany klimatu, scenariuszy emisyjnych, dróg rozwoju gospodarczego i możliwości adaptacji.

### Antropogeniczne ocieplenie oraz podnoszenie się poziomu morza będzie następowało przez stulecia z powodu skal czasowych związanych z procesami klimatycznymi i występującymi sprzężeniami zwrotnymi, nawet jeżeli koncentracje gazów cieplarnianych zostaną ustabilizowane {3.2.3}.

Szacunkowe długoterminowe (wielowiekowe) ocieplenie odpowiadające sześciu opracowanym przez WG III (AR4) kategoriom stabilizacyjnym są przedstawione na rysunku SPM.8.

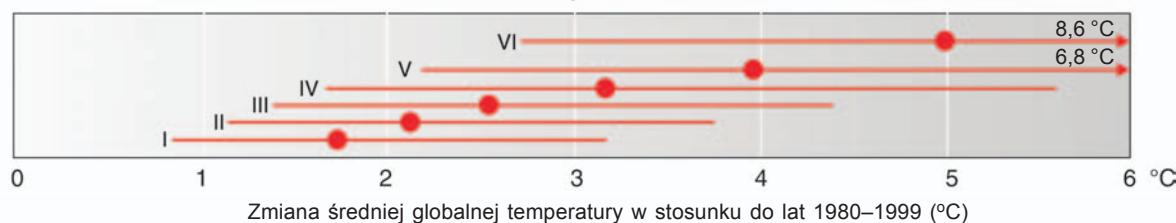
Przewiduje się, że kurczenie się łądolodu Grenlandii będzie miało wpływ na wzrost poziomu morza po roku 2100. Utrata masy lodu według obecnych modeli będzie gwałtowniejsza z powodu wzrostu temperatury niż jej akumulacja związana ze wzrostem opadów. W konsekwencji będzie to prowadziło do ujemnego bilansu masy (wypadkowa utrata lodu) w warunkach globalnego ocieplenia (w stosunku do wartości przedprzemysłowych) powyżej 1,9 do 4,6°C. Jeśli taki ujemny bilans masy utrzymywałby się

przez tysiąclecia, doprowadziłoby to do prawie całkowitej eliminacji łądolodu grenlandzkiego i spowodowało podniesienie poziomu morza o około 7 m. Odpowiadające temu przyszłe zmiany temperatury na Grenlandii (od 1,9 do 4,6°C) są porównywalne do oszacowanych dla ostatniego okresu interglacjalnego około 125 000 lat temu, gdzie badania paleoklimatyczne sugerują ograniczenie zasięgu lodów polarnych oraz podniesienie poziomu morza od 4 do 6 m {3.2.3}.

Aktualne badania z wykorzystaniem globalnych modeli przewidują, że łądolód antarktyczny pozostanie zbyt zimny, aby ulegać powszechnemu topnieniu i będzie akumulował masę ze wzrostu opadów śniegu. Jednakże, wypadkowa utrata masy lodu może wystąpić, jeśli dynamiczny spływ lodu zdominuje bilans masy {3.2.3}.

### Antropogeniczne ocieplenie może doprowadzić do skutków, które są nagłe albo nieodwracalne, zależnie od skali i wielkości zmiany klimatu {3.4}.

#### Szacunkowe wielowiekowe ocieplenie w stosunku do lat 1980–1999 dla kategorii stabilizacyjnych zdefiniowanych przez AR4



**Rysunek SPM.8.** Szacunkowe długoterminowe (wielowiekowe) ocieplenie odpowiada sześciu opracowanym przez WG III (AR4) kategoriom stabilizacyjnym (tab. SPM.6). Skala temperatury została przesunięta o 0,5°C w stosunku do tabeli SPM.6, aby uwzględnić przybliżone ocieplenie od czasów przedprzemysłowych do lat 1980–1999. Dla większości poziomów stabilizacyjnych średnia globalna temperatura osiąga poziom równowagi przez kilka stuleci. Dla scenariuszy emisji gazów cieplarnianych prowadzących do stabilizacji na poziomach porównywalnych ze scenariuszami SRES B1 i A1B w roku 2100 (600 i 850 ppm CO<sub>2</sub> ekw.; kategoria IV i V), oszacowane modele przewidują około 65 do 70% szacunkowego wzrostu globalnej temperatury równowagi, zakładając że wrażliwość klimatu na poziomie 3°C, zostanie osiągnięta w momencie stabilizacji. W przypadku scenariuszy dotyczących znacznie niższych scenariuszy stabilizacyjnych (kategoria I i II, rys. SPM.11) temperatura równowagi może zostać osiągnięta wcześniej (rys. 3.4).

**Tabela SPM.3.** Przykłady możliwych skutków zmian klimatu spowodowanych zmianami występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych i wydarzeń klimatycznych, na podstawie projekcji do połowy XXI wieku. Nie bierze się pod uwagę żadnych zmian, ani rozwoju zdolności adaptacyjnej. Oszacowane prawdopodobieństwo w kolumnie drugiej odnosi się do zjawisk wyszczególnionych w pierwszej kolumnie {tab. 3.2}

Zjawisko <sup>a</sup> i kierunek trendu	Prawdopodobieństwo przyszłych trendów na podstawie projekcji dla XXI wieku ze scenariuszy SRES	Przykłady głównych przewidywanych wpływów na sektory			
		Rolnictwo, leśnictwo i ekosystemy	Zasoby wodne	Zdrowie ludzkie	Przemysł, osadnictwo i ludność
W większości obszarów lądowych, ciepłe dni i rzadziej występujące chłodne dni i noce, ciepłe dni i częściej występujące gorące dni i noce	<i>Praktycznie pewny<sup>b</sup></i>	wzrost plonów w chłodniejszych środowiskach; zmniejszenie plonów w środowiskach cieplejszych; częstsze plagi owadów	wpływ na zasoby wodne zależne od topnienia śniegu; wpływ na zaopatrzenie w wodę	zmniejszenie śmiertelności ludzi wskutek zmniejszenia narażenia na chłód	zredukowanie zapotrzebowania na energię do ogrzewania; wzrost zapotrzebowania na chłodzenie; obniżona jakość powietrza w miastach; zmniejszenie zakłóceń w transporcie spowodowanych śniegiem, lodem; wpływ na turystykę zimową
Fale upałów. Wzrost częstotliwości na większości obszarów lądowych	<i>Bardzo prawdopodobne</i>	zmniejszenie plonów w cieplejszych regionach z powodu stresu gorąca, wzrost niebezpieczeństwa pożarów	wzrost zapotrzebowania na wodę, problemy z jakością wody, np. zakwity glonów	zwiększone ryzyko umieralności związane z gorącem, zwłaszcza u osób starszych, przewlekle chorych, bardzo młodych i samotnych	obniżenie jakości życia osób w ciepłych obszarach bez odpowiedniego budownictwa; skutki dotkną osoby starsze, bardzo młode i biedne
Silne opady. Wzrost częstotliwości na większości obszarów	<i>Bardzo prawdopodobne</i>	zniszczenie upraw; erozja gleby, brak możliwości uprawy z powodu nasączenia gleb wodą	negatywny wpływ na jakość wód gruntowych i powierzchniowych; skażenia zasobów wodnych; niedobory wód mogą się chwilowo zmniejszyć	zwiększone ryzyko śmierci, obrażeń i zakażeń, chorób układu oddechowego i skóry	zakłócenia w osadnictwie, handlu, transporcie i społeczeństwie z powodu powodzi; wpływ na infrastrukturę miejską i wiejską; utrata własności
Rejony dotknięte przez częstsze susze	<i>Prawdopodobne</i>	degradacja ziemi, niższe plony, zniszczenia upraw; zwiększona śmiertelność trzody; większe niebezpieczeństwo pożarów	bardziej rozpowszechniony stres wodny	zwiększone ryzyko przerw w dostawie wody i jedzenia, większe ryzyko niedożywienia, zwiększone ryzyko chorób przenoszonych przez wodę i żywność	przerwy w dostawach wody dla osadnictwa, przemysłu i ludności, niższa potencjalna produkcja energii wodnej; możliwość migracji ludności
Wzrost aktywności intensywnych cyklonów tropikalnych	<i>Prawdopodobne</i>	zniszczenia upraw; wyrwanie drzew z korzeniami, zniszczenia rafy koralowej	przerwy w zasilaniu powodujące zakłócenia w dostarczaniu wody	zwiększone ryzyko śmierci, urazów, chorób przenoszonych przez wodę i żywność; zaburzenia i stres pourazowy	zakłócenia spowodowane powodzią i silnymi wiatrami; ograniczanie prywatnych ubezpieczeń na zagrożonym terenie, możliwość migracji ludności, utrata własności
Zwiększona liczba przypadków wysokiego poziomu morza (wyłączając tsunami) <sup>c</sup>	<i>Prawdopodobne<sup>d</sup></i>	zasolenie systemów nawadniających, ujęć oraz systemów wody słodkiej	zmniejszenie dostępności do wody słodkiej wskutek intruzji słonej wody	zwiększone ryzyko śmierci i obrażeń odniesionych podczas powodzi	koszty ochrony wybrzeża w porównaniu do kosztów zmiany miejsca zamieszkania, możliwość przemieszczania ludności i infrastruktury; patrz cyklony tropikalne powyżej

Uwagi:

- Dalsze szczegóły dotyczące definicji patrz WG I tabela 3.7.
- Ocieplenie najbardziej ekstremalnych dni i nocy każdego roku.
- Ekstremalnie wysoki poziom morza zależy od średniego poziomu morza i od regionalnych systemów pogody. Definiowany jest jako najwyższy z 1% cogodzinnych wartości obserwowanego poziomu morza na stacji dla danego okresu odniesienia.
- We wszystkich scenariuszach, przewidywany średni globalny poziom morza w roku 2100 jest wyższy niż w okresie odniesienia. Efekty zmian w regionalnych systemach pogodowych na ekstremalny poziom morza nie zostały oszacowane.

Częściowa utrata lodolodów na terenach polarnych i/lub termiczna rozszerzalność wody oceanicznej w długich skalach czasowych może pociągać za sobą podniesienie poziomu morza rzędu metrów, zasadnicze zmiany linii brzegowej i podtopienia niskopoleżonych obszarów z najsilniejszym efektem na obszarach delt i niewielkich wysp. Obecne modele przewidują, że tego typu zmiany będą występować w bardzo długiej skali czasowej (tysiącletniej), jeśli wzrost globalnej temperatury od 1,9°C do 4,6°C (w stosunku do okresu przedprzemysłowego) zostanie podtrzymany. Sytuacja nagłego podniesienia poziomu morza w skali wieku nie może zostać wykluczona {3.4}.

Zmiana klimatu *prawdopodobnie* prowadzi do pewnych nieodwracalnych skutków. Istnieje *średnia pewność*, że około 20 do 30% znanych dotychczas gatunków jest *prawdopodobnie* zagrożonych wzrastającym ryzykiem wyginiecia, jeśli wzrost średniego globalnego ocieplenia przekroczy od 1,5 do 2,5°C (w stosunku do lat 1980–1999). Projekcje modelowe sugerują znaczące wymieranie (40–70% zbadanych gatunków) w skali globalnej, jeśli wzrost średniej globalnej temperatury przekroczy około 3,5°C {3.4}.

Na podstawie aktualnych symulacji modelowych jest *bardzo prawdopodobne*, że Południkowa Cyrkulacja Wymienna (MOC) w Oceanie Atlantyckim będzie słabła w XXI wieku mimo to przewiduje się, że temperatury w regionie będą wrosnąć. Jest *bardzo nieprawdopodobne*, że MOC doświadczy nagłej zmiany w XXI wieku. Długoterminowe zmiany MOC nie mogą być wiarygodnie oszacowane. Wpływy wielkoskalowych i trwałych zmian MOC *prawdopodobnie* obejmą zmiany w: produktywności ekosystemu morskiego, łowiskach, wychwyicie CO<sub>2</sub> przez ocean, oceanicznej koncentracji tlenu i wegetacji lądowej. Zmiany lądowego i oceanicznego wychwytu CO<sub>2</sub> mogą wywierać wpływ na system klimatyczny {3.4}.

#### 4. Opcje adaptacyjne i łagodzące<sup>14</sup>

**Dostępny jest szeroki pakiet opcji adaptacyjnych, jednak w celu zmniejszenia wrażliwości na zmiany klimatu niezbędne będą obszerniejsze działania adaptacyjne niż te podejmowane obecnie. Istnieje wiele barier, ograniczeń i kosztów do tej pory nie w pełni rozpoznanych {4.2}.**

W historii społeczeństw na całym świecie znajdziemy wzmianki o adaptacji do warunków pogodowych i zjawisk klimatycznych.

Jednak dodatkowe działania na rzecz adaptacji będą konieczne do podjęcia w celu zmniejszenia niekorzystnych konsekwencji prognozowanych zmian klimatu i ich zmienności, niezależnie od skali podjętych działań zapobiegawczych, w ciągu najbliższych dwóch do trzech dziesięcioleci. Ponadto wrażliwość na zmiany klimatu może zostać pogłębiona przez inne czynniki. Wynikają one m.in. z obecnie występujących niebezpiecznych zjawisk klimatycznych, ubóstwa, nierównomiernego dostępu do zasobów, braku bezpieczeństwa żywnościowego, trendów występujących w gospodarce globalizacji, konfliktów oraz rozmiarów epidemii, np. HIV/AIDS {4.2}.

Pewne planowane działania adaptacyjne już są podejmowane w ograniczonym zakresie. Adaptacja może zmniejszyć wrażliwość, szczególnie jeżeli jest rozważana w szerszym kontekście działań sektorowych (tab. SPM.4). Istnieje *duże prawdopodobieństwo*, że istnieją realne opcje adaptacyjne, które mogą być wdrożone w pewnych sektorach po niskich kosztach i/lub przy wysokim stosunku korzyści do kosztów. Jednak kompletnych szacunków kosztów i korzyści wynikających z adaptacji na poziomie globalnym jest niewiele {4.2, tab. 4.1}.

**Zdolności adaptacyjne są blisko powiązane z rozwojem społecznym i gospodarczym, lecz nie są one równomiernie rozłożone pomiędzy i w ramach społeczeństw {4.2}.**

Liczne bariery ograniczają zarówno wdrażanie jak i efektywność działań na rzecz adaptacji. Zdolność do adaptacji jest cechą dynamiczną, kształtowaną przez możliwości produkcyjne społeczeństwa, które obejmują naturalne i wypracowane przez człowieka zasoby kapitałowe, powiązania społeczne i systemy własności, zasoby ludzkie oraz instytucje, systemy zarządzania, dochód narodowy, zdrowie i technologie. Nawet społeczeństwa o znacznych zdolnościach adaptacyjnych pozostają wrażliwe na zmiany klimatu, jego zmienność i zjawiska ekstremalne {4.2}.

**Zarówno analizy typu „dół-góra”, jak i „góra-dół” wskazują, że istnieje duża zgodność oraz wiele dowodów odnośnie znaczącego potencjału ekonomicznego do zapobiegania globalnej emisji gazów cieplarnianych w nadchodzących dziesięcioleciach, które mogłyby zrównoważyć prognozowany wzrost globalnej emisji lub doprowadzić do redukcji emisji poniżej obecnego poziomu (rys. SPM.9, SPM.10)<sup>15</sup>. I chociaż analizy typu „góra-dół” oraz „dół-góra” są ze sobą zgodne na poziomie globalnym, to na poziomie sektorowym występują znaczące różnice {4.3}.**

<sup>14</sup> Rozdział ten zajmuje się osobno adaptacją i łagodzeniem zmian klimatu, jednak obydwa te kierunki mogą się uzupełniać. Tematyka ta została opisana w zagadnieniu 5.

<sup>15</sup> Koncepcja „**potencjału łagodzącego**” została opracowana w celu oszacowania skali redukcji gazów cieplarnianych, która mogłaby być dokonana w odniesieniu do emisji bazowej dla danego poziomu ceny węgla (określonej jako koszt na jednostkę unikniętej lub zredukowanej emisji wyrażonej w ekwiwalencie dwutlenku węgla). Potencjał zapobiegawczy jest dalej zróżnicowany w warunkach „rynkowego potencjału zapobiegawczego” i „gospodarczego potencjału zapobiegawczego”.

**Rynkowy potencjał łagodzący** jest to potencjał oparty na kosztach prywatnych oraz prywatnych stopach dyskontowych (odzwierciedlających perspektywę prywatnych konsumentów i przedsiębiorstw), który mógłby mieć miejsce w prognozowanych warunkach rynkowych, obejmujących polityki i działania obecnie wdrażane, przy uwzględnieniu barier ograniczających rzeczywistą konsumpcję.

**Ekonomiczny potencjał łagodzący** jest to potencjał, który bierze pod uwagę społeczne koszty i korzyści oraz społeczne stopy dyskontowe (odzwierciedlające perspektywę społeczeństwa; społeczne stopy dyskontowe są niższe od tych stosowanych przez prywatnych inwestorów) oraz zakłada, że efektywność rynkowa została udoskonalona przez politykę i działania, a bariery usunięte.

Potencjał łagodzący szacuje się przy użyciu różnych typów podejść. **Analizy typu „dół-góra”** opierają się na ocenie opcji zapobiegawczych i kładą nacisk na konkretne technologie i regulacje. Są to zazwyczaj analizy sektorowe zakładające brak zmian makroekonomicznych. **Analizy typu „góra-dół”** oceniają szeroki gospodarczy potencjał opcji zapobiegawczych. Stosują one spójną globalną strukturę oraz zagregowane informacje i uwzględniają sprzężenia makroekonomiczne i rynkowe w zakresie opcji zapobiegawczych.

Tabela SPM.4. Wybrane przykłady planowanych działań na rzecz adaptacji {tab. 4.1}

Sektor	Opcja/strategia adaptacyjna	Struktura odnośnej polityki	Główne bariery i możliwości związane z wdrożeniem (czcionka prosta = bariery, czcionka ukośna = możliwości)
<b>Woda</b>	Upowszechnianie odzysku wody deszczowej; techniki magazynowania i ochrony wody, ponowne użycie wody; odsalanie; efektywność zużycia wody oraz nawadniania	krajowe polityki wodne oraz zintegrowana gospodarka zasobami wodnymi; zarządzanie ryzykiem związanym z wodą	finansowe, zasoby ludzkie i bariery fizyczne; <i>zintegrowana gospodarka zasobami wodnymi; powiązanie z innymi sektorami</i>
<b>Rolnictwo</b>	Dostosowanie dat siewu i zróżnicowanie upraw; relokacja upraw; poprawa gospodarki gruntami, np. kontrola erozji i ochrona gleb przez sadzenie drzew	polityki badawczo-rozwojowe; reforma instytucjonalna; dzierżawy gruntu i reforma rolna; szkolenia; budowa potencjału; ubezpieczenie upraw; bodźce finansowe np. subsydia i kredyty podatkowe	bariery technologiczne i finansowe; dostęp do nowych odmian roślin; rynek; <i>dłuższy sezon wegetacyjny w wyższych szerokościach geograficznych; dochody z „nowych” produktów</i>
<b>Infrastruktura/osiedla (łącznie ze strefą brzegową)</b>	Przesiedlanie; falochrony i bariery przeciwsztormowe; odbudowa wydm; pozyskiwanie gruntów i tworzenie na nich obszarów podmokłych/bagien jako buforów dla podnoszącego się poziomu morza i powodzi; ochrona istniejących naturalnych barier	zintegrowane standardy i regulacje w zakresie zmian klimatu; polityki dotyczące użytkowania gruntów; przepisy budowlane; ubezpieczenia	bariery finansowe i technologiczne; dostępność przestrzeni potrzebnej do przesiedleń; <i>zintegrowanie polityki z zarządzaniem; związki z celami zrównoważonego rozwoju</i>
<b>Ludzkie zdrowie</b>	Plany działań związane z wpływem upałów na zdrowie; medyczne służby ratownicze; poprawa nadzoru i kontroli nad chorobami wrażliwymi na warunki klimatyczne; czysta woda i poprawa higieny	polityki związane z publicznym zdrowiem uwzględniające ryzyko klimatyczne; wzmocnienie usług zdrowotnych; współpraca regionalna i międzynarodowa	ograniczenia w ludzkiej tolerancji (grupy wrażliwe); ograniczenia w wiedzy; <i>zdolności finansowe; usprawnienie usług zdrowotnych; poprawa jakości życia</i>
<b>Turystyka</b>	Dywersyfikacja atrakcji turystycznych i dochodów; przeniesienie tras narciarskich w wyższe partie gór i na lodowce; sztuczne naśnieżanie stoków	zintegrowane planowanie (np. zdolności przystosowawcze, powiązania z innymi sektorami); bodźce finansowe, np. subsydia i kredyty podatkowe	reklamowanie i wprowadzanie na rynek nowych atrakcji; wyzwania finansowe i logistyczne; potencjalny niekorzystny wpływ na inne sektory (np. sztuczne naśnieżanie może zwiększyć wykorzystanie energii); <i>dochody z „nowych” atrakcji; zaangażowanie szerszej grupy partnerów</i>
<b>Transport</b>	Zmiany kierunków/relokacja; przystosowanie standardów projektowych i planowania dróg, kolei i pozostałej infrastruktury do ocieplenia i odwodnienia	zintegrowanie problematyki zmian klimatu z krajową polityką transportową; inwestowanie w badania i rozwój ukierunkowane na specyficzne sytuacje, np. w obszarach wiecznej zmarzliny	bariery finansowe i technologiczne; dostępność mniej wrażliwych szlaków; <i>doskonalenie technologii oraz integracja z innymi sektorami (np. energetyką)</i>
<b>Energia</b>	Wzmocnienie przesyłu napowietrznego oraz infrastruktury dystrybucyjnej; podziemne okablowanie zakładów; efektywność energetyczna; wykorzystanie odnawialnych źródeł energii; zmniejszenie uzależnienia od jednego źródła energii	krajowe polityki energetyczne, regulacje, bodźce fiskalne i finansowe mające na celu zachętę do stosowania alternatywnych źródeł energii; włączanie problematyki zmian klimatu do standardów projektowych	dostęp do realnych alternatyw; bariery finansowe i technologiczne; przyjęcie nowych technologii; <i>stymulacja nowych technologii; wykorzystanie lokalnych zasobów</i>

Uwaga:

Inne przykłady z wielu sektorów obejmowałyby systemy wczesnego ostrzegania.

Żadna z konkretnych technologii nie jest w stanie zapewnić pełnego potencjału zapobiegawczego w jakimkolwiek sektorze. Ekonomiczny potencjał zapobiegawczy, który jest ogólnie większy niż rynkowy, może być osiągnięty kiedy wejdą w życie odpowiednie polityki, a bariery zostaną usunięte (tab. SPM.5); {4.3}.

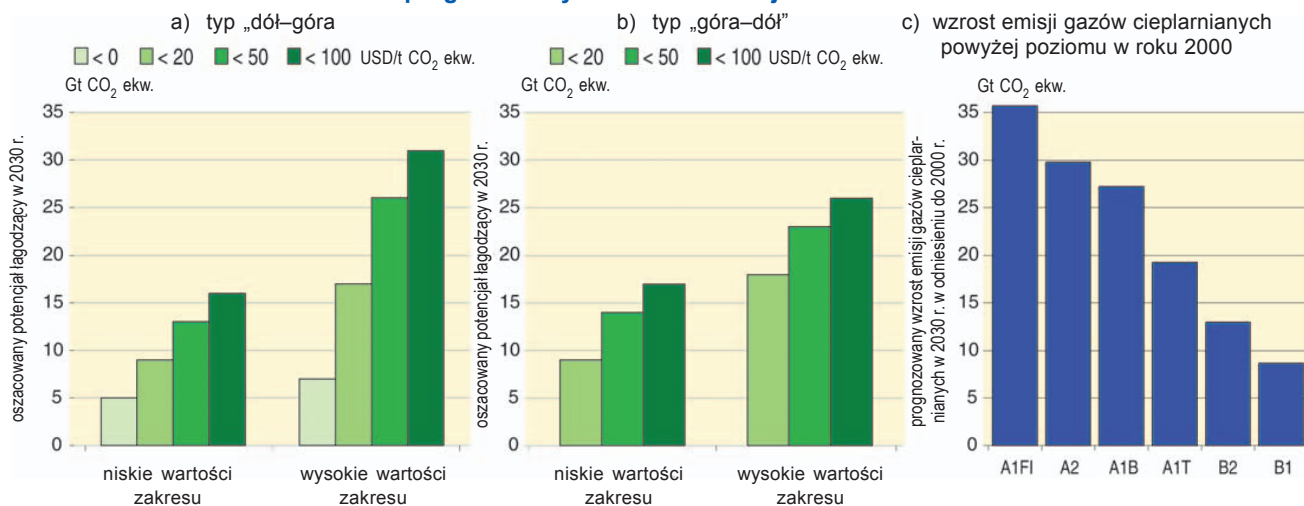
Analizy typu „dół-góra” sugerują, że opcje zapobiegawcze o ujemnym koszcie netto mają potencjał do redukcji emisji

o około 6 Gt CO<sub>2</sub> ekw. rocznie w 2030 roku. Realizacja tego zadania wymaga poradzenia sobie z barierami implementacyjnymi {4.3}.

Decyzje dotyczące inwestycji w przyszłą infrastrukturę energetyczną, której spodziewany całkowity koszt może przekroczyć 20 trylionów<sup>16</sup> USD w latach 2005–2030, będą miały długoterminowy wpływ na emisję gazów cieplarnianych z powodu długiej

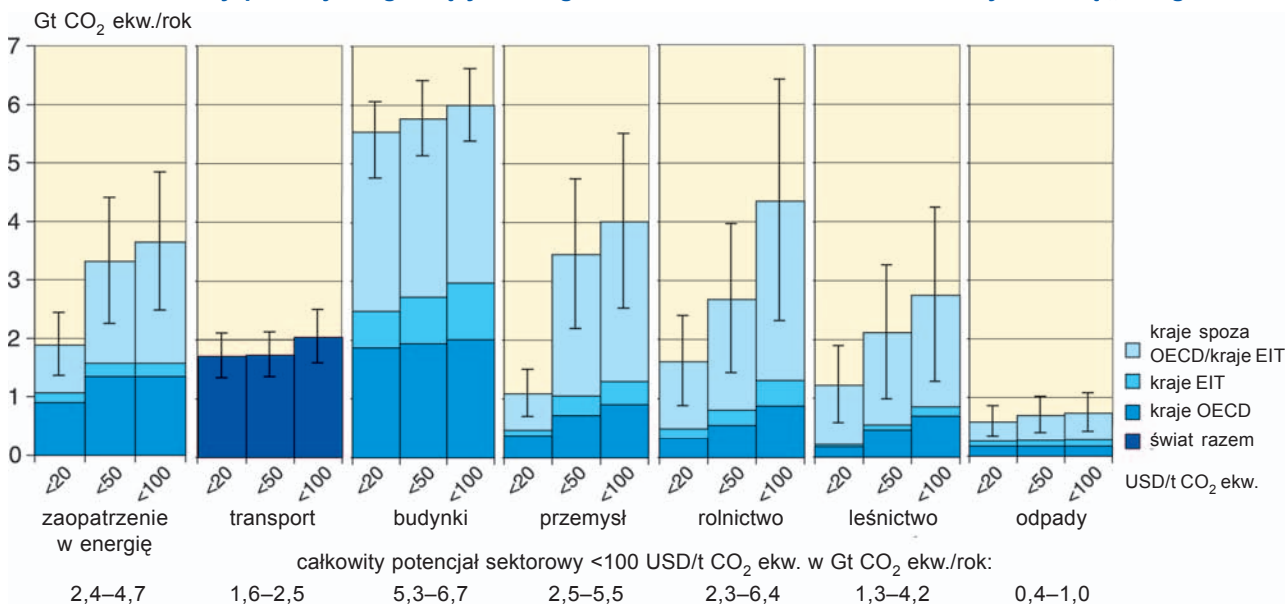
<sup>16</sup> 20 trylionów = 20 000 miliardów = 20x10<sup>12</sup>.

### Porównanie globalnego ekonomicznego potencjału na rzecz zapobiegania emisji z prognozowanym wzrostem emisji w 2030 roku



**Rysunek SPM.9.** Globalny ekonomiczny potencjał w 2030 roku oszacowany według analizy typu „dół–góra” (wykres a) oraz typu „góra–dół” (wykres b) w porównaniu z prognozowanym wzrostem emisji według scenariuszy SRES w odniesieniu do emisji w roku 2000 w wielkości 40,8 Gt CO<sub>2</sub> ekw. (wykres c). **Uwaga:** Emisja gazów cieplarnianych w 2000 roku nie obejmuje emisji z rozkładu nadzieiowej biomasy pozostającej po wyrobie i wylesianiu, jak również z odwadniania gleb torfowych w celu zapewnienia spójności z wynikami scenariuszy SRES {rys. 4.1}

### Ekonomiczny potencjał łagodzący według sektorów w 2030 roku oszacowany metodą „dół–góra”



**Rysunek SPM.10.** Oszacowany ekonomiczny potencjał łagodzący według sektorów i regionów z zastosowaniem technologii i praktyk dostępnych w 2030 roku. Potencjał nie obejmuje opcji pozatechnicznych, np. zmiany w stylu życia { rys. 4.2}

Uwagi:

- Oszacowane zakresy globalnego ekonomicznego potencjału w każdym z sektorów widoczne są jako pionowe linie. Zakresy określono w oparciu o końcowych użytkowników, co oznacza, że emisja pochodząca z wykorzystania energii została obliczona w sektorach będących końcowym odbiorcą a nie w sektorze produkcji energii.
- Oszacowany potencjał jest ograniczony dostępnością badań, szczególnie tych dotyczących wysokich cen węgla.
- Do poszczególnych sektorów zastosowano różne poziomy odniesienia. Do przemysłu zastosowano scenariusz B2 z grupy SRES, do celów zaopatrzenia w energię i do transportu zastosowano scenariusz World Energy Outlook (WEO) z 2004 roku; do sektora komunalno-bytowego (budynki) wyznaczono poziom odniesienia między scenariuszami B2 i A1B z grupy SRES; do skonstruowania poziomu odniesienia dla sektora odpadów wykorzystano założenia scenariusza A1B z grupy SRES; w przypadku rolnictwa i leśnictwa zastosowano poziomy odniesienia oparte głównie na tych samych założeniach co scenariusz B2.
- Pokazano całkowitą wartość dla całego transportu, ponieważ włączono tu międzynarodowe lotnictwo.
- Kategorie wyłączone to: emisja innych gazów niż CO<sub>2</sub> w sektorze komunalno-bytowym i transporcie, część opcji związanych z materiałochłonnością, produkcja ciepła i kogeneracja w produkcji energii, ciężkie pojazdy, przewozy morskie oraz transport pasażerski o dużym napelnieniu, większość opcji wysokosztowych w sektorze komunalno-bytowym, oczyszczaniu ścieków, redukcji emisji z kopalń węgla i rurociągów, oraz gazów fluorowanych w produkcji energii i transporcie. Niedoszacowanie całkowitego potencjału ekonomicznego z tych emisji wynosi 10–15%.



Tabela SPM.5. Wybrane przykłady kluczowych sektorowych technologii, polityk i działań oraz bariery i możliwości na rzecz zapobiegania {tab. 4.2}

Sektor	Kluczowe technologie i praktyki na rzecz łagodzenia dostępne na zasadach komercyjnych (kluczowe technologie i praktyki na rzecz łagodzenia planowane do komercjalizacji przed 2030 pokazano czcionką ukośną)	Polityki, działania i instrumenty uznane za efektywne środowiskowo	Główne bariery lub możliwości (czcionką prosta = bariery, czcionką ukośna = możliwości)
<b>Zaopatrzenie w energię</b>	Poprawa efektywności zaopatrzenia i dystrybucji; zamiana paliw z węgla na gaz; energia jądrowa; produkcja ciepła i energii ze źródeł odnawialnych (energia wodna, słoneczna, wiatru, geotermalna i bioenergia); produkcja ciepła i energii w skojarzeniu; wczesne zastosowanie technologii wychwytu i składowania węgla (CCS), np. magazynowanie CO <sub>2</sub> usuniętego z gazu ziemnego; CCS dla gazu, biomasy i urządzeń generujących prąd opalanych węglem; zaawansowana energia odnawialna, łącznie z energią pływów i fal morskich, skoncentrowanie odbiorników energii słonecznej i ogniw fotowoltaicznych	zmniejszenie subsydów do paliw kopalnych; podatki lub opłaty węglowe od paliw kopalnych system stałych dopłat do technologii energii odnawialnych; obowiązek stosowania energii odnawialnej; subsydia produkcyjne	opór ze strony grup interesów może utrudnić wdrażanie odpowiednio do stworzenia rynków dla technologii niskoemisyjnych
<b>Transport</b>	Więcej pojazdów o niskim zużyciu paliw; pojazdy hybrydowe; pojazdy z czystszyim silnikiem diesla; biopaliwa; zamiana transportu drogowego na szynowy oraz publiczne systemy transportowe; transport niezmotoryzowany (rowerowy, pieszy); planowanie użytkowania gruntów i transportu; biopaliwa (rowerowy, pieszy); planowanie użytkowania gruntów i transportu; biopaliwa drugiej generacji; efektywniejsze lotnictwo; zaawansowane pojazdy elektryczne i hybrydowe z mocniejszymi i bardziej niezawodnymi bateriami	obowiązkowa gospodarka paliwowa; mieszanki biopaliwowe oraz standardy dotyczące emisji CO <sub>2</sub> w transporcie drogowym podatki od zakupu pojazdów, rejestracji, użytkowania i paliw silnikowych; opłaty drogowe i parkingowe wpływające na potrzeby mobilne przez regulację w zakresie użytkowania gruntów i planowanie infrastruktury; inwestowanie w atrakcyjne formy publicznego transportu i niezmotoryzowane formy transportu standardy produktowe i ich etykietowanie kodowanie i certyfikacja budynków	ograniczona liczba pojazdów może zmniejszyć efektywność efektywność może spaść wraz ze wzrastającymi dochodami szczególnie stosowne dla krajów, które obecnie tworzą swoje systemy transportowe
<b>Budownictwo</b>	Efektywne oświetlenie i dzienne oświetlenie; efektywniejsze urządzenia elektryczne, grzewcze i klimatyzacyjne; ulepszone kuchnie, poprawa izolacji; bierna i aktywne projekty wykorzystywania energii słonecznej na potrzeby grzewcze i klimatyzacyjne; alternatywne płyny chłodzące, odzysk i ponowne użycie gazów fluorowanych; zintegrowane projektowanie budynków komercyjnych angażując takie technologie jak inteligentne liczniki kontrolne, dostarczające informacji zwrotnej; integrowanie ogniw fotowoltaicznych w budynkach	programy zarządzania popytem stymulowanie przodownictwa sektora publicznego, łącznie z zaopatrzeniem bodźce dla przedsiębiorstw sektora usług energetycznych przepisy dotyczące wskaźników emisji; opracowanie standardów; subsydia; kredyty podatkowe	konieczne okresowe przeglądy standardów atrakcyjne dla nowych budynków. Wdrożenie może być trudne potrzeba opracowania przepisów, z których przedsiębiorstwa miałyby korzyści rządowe zamówienia mogą rozszerzyć popyt na produkty energooszczędne czynnik sukcesu: dostęp do finansowania dla stron trzecich
<b>Przemysł</b>	Efektywnejsze urządzenia elektryczne; odzysk ciepła i energii; ponowne wykorzystanie materiałów i ich zastępowanie; kontrola emisji gazów innych niż CO <sub>2</sub> ; szeroki pakiet technologii procesowych; zaawansowana efektywność energetyczna; CCS dla produkcji cementu, amoniaku i żelaza; elektrody bierne w produkcji aluminium	zbywalne uprawnienia do emisji dobrowolne porozumienia bodźce finansowe (krajowe i międzynarodowe) do zwiększenia powierzchni leśnej, zmniejszenia wylesiania oraz utrzymania i zarządzania lasami; przepisy i ich przestrzeganie w zakresie użytkowania gruntów	mechanizmy przewidywalnych alokacji oraz stabilne ceny ważnym sygnałem dla inwestycji
<b>Rolnictwo</b>	Ulepszone gospodarka gruntami uprawnymi i pastwiskami w celu zwiększenia magazynowania węgla w glebie; odnowa eksploatowanych torfowisk oraz zdegradowanych gleb; ulepszenie technik uprawy ryżu oraz hodowli zwierząt i gospodarki ich odchodami w celu redukcji emisji CH <sub>4</sub> ; poprawa technik nawożenia azotem w celu redukcji emisji NO <sub>2</sub> ; zastępowanie paliw kopalnych roślinami energetycznymi; poprawa efektywności energetycznej; poprawa planowania roślin	bodźce finansowe (krajowe i międzynarodowe) do zwiększenia powierzchni leśnej, zmniejszenia wylesiania oraz utrzymania i zarządzania lasami; przepisy i ich przestrzeganie w zakresie użytkowania gruntów	może być stosowne do stymulowania asymilacji technologii. Ważna tu stabilność krajowej polityki biorąc pod uwagę międzynarodową konkurencyjność
<b>Leśnictwo/lasy</b>	Zalesianie; ponowne zalesianie; gospodarka leśna; zmniejszanie wylesiania; gospodarka produktami drzewnymi; wykorzystanie produktów leśnych w formie bioenergii w celu zastępowania paliw kopalnych; doskonalenie gatunków drzew w celu zwiększenia produktywności biomasy i wiązania węgla; doskonalenie technik zdalnej obserwacji do analizy potencjału węgla z pokrywy roślinnej/gleby oraz sporządzania map użytkowania gruntów	bodźce finansowe (krajowe i międzynarodowe) do zwiększenia powierzchni leśnej, zmniejszenia wylesiania oraz utrzymania i zarządzania lasami; przepisy i ich przestrzeganie w zakresie użytkowania gruntów	mechanizmy przewidywalnych alokacji oraz stabilne ceny ważnym sygnałem dla inwestycji
<b>Odpady</b>	Odzyskiwanie CH <sub>4</sub> z wysypisk odpadów; spalanie odpadów z odzyskiem energii; kompostowanie odpadów organicznych; kontrolowane oczyszczanie ścieków; ponowne wykorzystanie i minimalizacja odpadów; stosowanie biopokryw i biofiltrów w celu optymalnego utlenienia CH <sub>4</sub>	bodźce finansowe zachęcające do doskonalenia gospodarki odpadami i ściekami zachęty lub obowiązki w zakresie energii odnawialnej przepisy dotyczące gospodarki odpadami	bariery obejmują brak kapitału inwestycyjnego i problemny z własnością gruntów. Mogą pomóc w zwyciężeniu błędów

żywołności elektrowni i innej infrastruktury kapitału zakładowego. Szerokie rozpowszechnienie technologii niskowęglowych może zająć kilka dziesięcioleci, pomimo zwiększenia atrakcyjności inwestycji w ich wczesnym stadium. Wstępne szacunki wskazują, że powrót emisji CO<sub>2</sub> związanej z globalną energią z 2005 roku do 2030 roku wymagałby znacznego przesunięcia w kierunkach inwestycji, chociaż wymagany zakres dodatkowych inwestycji netto waha się od wielkości bliskiej zera do 5–10% {4.3}.

**Istnieje duża różnorodność polityk i instrumentów dostępnych dla rządów do tworzenia zachęt w kierunku działań zapobiegawczych. Możliwość ich zastosowania uzależniona jest od warunków krajowych oraz sytuacji w sektorach (tab. SPM.5); {4.3}.**

Działania zapobiegawcze obejmują włączenie polityki klimatycznej w szerszą politykę rozwoju, przepisy i standardy, dobrowolne porozumienia, instrumenty informacyjne oraz programy badawczo-rozwojowe, RD&D {4.3}.

Znaczący potencjał zapobiegawczy we wszystkich sektorach można by uzyskać przez konkretny sygnał dotyczący ceny węgla. Badania modelowe wykazują, że globalne ceny emisji węgla mogą wzrosnąć do 20–80 USD/t CO<sub>2</sub> ekw. do 2030 roku i są zgodne ze stabilizacją koncentracji na poziomie 550 ppm CO<sub>2</sub> ekw. do 2100 roku. Do tego samego poziomu stabilizacji, badania prowadzone od czasu wydania raportu TAR, które biorą pod uwagę stymulowane zmiany technologiczne, mogą obniżyć ten zakres cen do 5–65 USD/t CO<sub>2</sub> ekw. w 2030 roku<sup>17</sup> {4.3}.

Istnieje *duża zgodność* oraz *wiele dowodów* na to, że działania na rzecz zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych mogą przynieść korzyści w krótkim okresie (np. poprawa zdrowia dzięki zmniejszeniu zanieczyszczenia powietrza), które może zrównoważyć część kosztów zapobiegawczych {4.3}.

Istnieje *duża zgodność* oraz *średnia liczba dowodów* na to, że działania podejmowane przez kraje z załącznika I do konwencji mogą mieć wpływ na globalną gospodarkę i emisję, chociaż skala wycieku węgla pozostaje niepewna<sup>18</sup> {4.3}.

Kraje eksportujące ropę naftową (zarówno wymienione, jak i te niewymienione w załączniku I) mogą się spodziewać, jak to wykazano w raporcie TAR, mniejszego zapotrzebowania i niższych cen ropy oraz niższego wzrostu PKB z powodu wdrożenia polityk zapobiegawczych. Zakres tych skutków zależy głównie od założeń związanych z decyzjami politycznymi i sytuacją na rynku ropy {4.3}.

Istnieje również *duża zgodność* oraz *średnia liczba dowodów*, że zmiany w stylu życia i wzorach zachowań mogą się przyczynić do zapobiegania zmianom klimatu we wszystkich sektorach {4.3}.

**Istnieje wiele opcji mających na celu redukcję globalnej emisji gazów cieplarnianych na drodze międzynarodowej współpracy. Jest duża zgodność oraz wiele dowodów na to, że godne uwagi osiągnięcia konwencji UNFCCC oraz jej Protokołu z Kioto ustanowiły globalną reakcję na problem zmian klimatu, stymulując wachlarz krajowych polityk, stworzenie międzynarodowego rynku węgla i założenie nowych instytucjonalnych mechanizmów, które mogą dostarczyć fundamentów pod przyszłe działania zapobiegawcze. Widoczny jest również postęp w odniesieniu do adaptacji w ramach konwencji UNFCCC, gdzie dodatkowe inicjatywy zostały zasugerowane {4.5}.**

Większy wspólny wysiłek oraz rozwój mechanizmów rynkowych przyczyni się do zmniejszenia globalnych kosztów w osiągnięciu danego poziomu redukcji lub poprawi efektywność środowiskową. Wysiłki te mogą obejmować różnorodne elementy takie jak cele redukcyjne, działania sektorowe, lokalne, krajowe i regionalne, programy badawczo-rozwojowe RD&D, przyjmowanie wspólnych polityk, wdrażanie działań ukierunkowanych na rozwój lub rozszerzanie instrumentów finansowych {4.5}.

**W niektórych sektorach, opcje odnoszące się do klimatu mogą być wdrażane, w celu umożliwienia współdziałania i uniknięcia konfliktów z innymi wymiarami zrównoważonego rozwoju. Decyzje dotyczące polityk makroekonomicznych i innych odnoszących się do klimatu mogą znacząco wpłynąć na emisję, zdolności adaptacyjne oraz wrażliwość {4.4, 5.8}.**

Przeszkodą we wdrażaniu bardziej zrównoważonego rozwoju, który może wzmocnić zdolności zapobiegawcze i adaptacyjne, zmniejszyć emisję oraz wrażliwość, mogą być pewne bariery. Z drugiej strony jest *bardzo prawdopodobne*, że zmiany klimatu mogą spowolnić tempo osiągania zrównoważonego rozwoju. W drugiej połowie wieku zmiany klimatu mogą utrudnić osiągnięcie milenijnych celów rozwoju {5.8}.

## 5. Dłuższa perspektywa czasowa

**Określenie tego, co stanowi „niebezpieczną antropogeniczną ingerencję w system klimatyczny” w stosunku do artykułu 2 Konwencji wymaga dokonania oceny wartościującej. Nauka może wspierać podejmowanie świadomej decyzji w tym zakresie przez zapewnienie kryteriów oceny, w oparciu o które wyznaczone zostaną najistotniejsze podatności na zmiany klimatu [ramka „Istotne podatności i Artykuł 2 UNFCCC, Zagadnienie 5].**

<sup>17</sup> Wyniki badań nad wachlarzem działań zapobiegawczych i kosztów makroekonomicznych przedstawione w tym raporcie oparto na modelowaniu typu „góra-dół”. W większości modeli, do grupy działań zapobiegawczych, zastosowano podejście globalnego najmniejszego kosztu, z powszechnym handlem emisjami, przy założeniu przejrzystych rynków, bez kosztów transakcji i w ten sposób doskonalym wdrożeniem działań zapobiegawczych w XXI wieku. Koszty podano dla poszczególnych progów czasowych. Globalne koszty według zastosowanych modeli wzrosną, jeśli pewne regiony, sektory (np. użytkowanie gruntów), opcje lub gazy zostaną wyłączone. Globalne koszty według zastosowanych modeli spadną wraz z niższymi poziomami odniesienia, wykorzystaniem przychodów z podatków węglowych i aukcji pozwoleń na emisję, oraz przy uwzględnieniu stymulowania wiedzy technologicznej. Modele te nie biorą pod uwagę korzyści klimatycznych ani dodatkowych korzyści wynikających z działań zapobiegawczych czy problemów równości. Znaczący postęp został osiągnięty w stosowaniu podejść opartych na stymulowanych zmianach technologicznych w studiach nad stabilizacją emisji; jednakże problemy pojęciowe pozostają. W modelach rozważających stymulowane zmiany technologiczne, prognozowane koszty dla danych poziomów stabilizacji zostały zredukowane; redukcje są większe przy niższym poziomie stabilizacji.

<sup>18</sup> Więcej szczegółów znajduje się w Zagadnieniu 4 Raportu Syntetycznego.

Istotne podatności<sup>19</sup> na zmiany klimatu mogą być związane z wieloma systemami wrażliwymi na warunki klimatyczne, do których należą zaopatrzenie w żywność, infrastruktura, zdrowie, zasoby wodne, wybrzeża morskie, ekosystemy, globalne cykle biogeochemiczne, pokrywa lodowa i procesy cyrkulacji oceanicznej i atmosferycznej {ramka „Istotne podatności i Artykuł 2 UNFCCC, Zagadnienie 5}.

**Pięć powodów do obaw o zmiany klimatu wskazanych w Trzecim Raportcie IPCC (TAR) może stanowić prawdziwą podstawę rozważań istotnych zagadnień podatności na zmiany klimatu. Obawy te zostały obecnie uznane za poważniejsze, obarczone dużym ryzykiem o większym prawdopodobieństwie wystąpienia. Przewiduje się, że skala niektórych zmian będzie większa lub wystąpią one nawet przy niższym wzroście temperatury powietrza. Relacje między skutkami zmian klimatu, które w TAR stanowiły podstawę do rozpatrywania zagrożeń związanych ze zmianami klimatu, a podatnością na zmiany klimatu, która obejmuje zdolność adaptacyjną do tych zmian, stały się obecnie lepiej zrozumiane {5.2}.**

Dokonanie takiej oceny stało się możliwe dzięki bardziej precyzyjnemu określeniu warunków przyczyniających się do zwiększenia czułości systemów, sektorów, grup lub regionów oraz wzrastającej liczbie dowodów na wystąpienia ryzyka bardzo znacznych skutków zmian klimatu na przestrzeni wieków {5.2}.

- **Zagrożenia dla unikalnych i wrażliwych systemów.** Obserwowane skutki wpływu zmian klimatu na unikalne i wrażliwe systemy, takie jak ekosystemy położone w obszarach polarnych i wysokogórskich oraz społeczności lokalne zamieszkujące te tereny, dostarczają nowych i mocniejszych dowodów na wzrastający poziom negatywnych oddziaływań postępujący wraz z dalším wzrostem temperatury. Zagrożenie wyginięciem gatunków i uszkodzeniem rafy koralowej zwiększające się wraz z ociepleniem prognozowane jest z większą pewnością niż w raporcie TAR. Jeśli wzrost średniej temperatury globalnej przekroczy o 1,5–2,5°C poziom z lat 1980–1999 to prawdopodobnie blisko 20–30% gatunków roślin i zwierząt zostanie zagrożonych wymarciem, co przewiduje się ze *średnim stopniem pewności*. Z większą pewnością przewiduje się, że wzrost średniej temperatury globalnej o 1,5–2,5°C powyżej poziomu z okresu przedprzemysłowego stanowi znaczące zagrożenie wielu unikalnych i wrażliwych ekosystemów. Wiele obszarów narażonych będzie na utratę bioróżnorodności. Wrażliwe na stres cieplny są koralowce, które mają niewielką zdolność przystosowania się. Wzrost temperatury wody morskiej o 1–3°C przyczyni się do zwiększenia blednięcia koralowców oraz zwiększenia ich śmiertelności, jeśli nie zaadaptują się do nowych warunków termicznych. Prognozowane jest także zwiększenie podatności na ocieplenie ludności autochtonicznej zamieszkującej obszary Arktyki i małych wysp {5.2}.
- **Narażenie na ekstremalne zjawiska pogodowe.** Reakcja na niektóre z ostatnich ekstremalnych zjawisk pogodowych ukazała zwiększony w porównaniu do raportu TAR poziom podatności na warunki klimatyczne. Z większą pewnością spodzie-

wane jest wzmocnienie występowania susz, fali upałów i powodzi oraz innych negatywnych oddziaływań {5.2}.

- **Rozmieszczenie skutków zmian klimatu i podatności na te zmiany.** Na tle wyraźnego zróżnicowania między regionami najslabiej rozwinięte gospodarczo regiony często okazują się najbardziej podatne na zmiany klimatu. Wzrasta liczba dowodów świadczących o zwiększeniu podatności określonych grup społecznych, takich jak ludzie biedni i ludzie starsi, nie tylko w krajach rozwijających się, ale również w krajach rozwiniętych. Ponadto, wzrosła liczba dowodów na to, że słabiej rozwinięte obszary położone w niskich szerokościach geograficznych na ogół doświadczają większego zagrożenia, na przykład w obszarach suchych i obszarach wielkich delt {5.2}.
- **Zagregowane skutki wpływu zmian klimatu.** Najwyższe wartości wstępnych korzyści rynkowych zostaną osiągnięte przy mniejszym rozmiarze zmian klimatu, co oznacza, że nastąpi to wcześniej niż przewidywano w poprzednim raporcie TAR. Większe niż przewidywane w raporcie TAR straty będą *prawdopodobnie* odpowiadały znacznie większym zmianom wzrostu globalnej temperatury, a koszt netto skutków nasilającego się ocieplenia będzie wzrastać w czasie {5.2}.
- **Zagrożenia związane z występowaniem wielkoskalowych osobliwości.** Z *dużą pewnością* uznaje się, że przez wiele stuleci globalne ocieplenie doprowadzi do podniesienia poziomu morza w wyniku wyłącznie termicznego rozszerzenia się wód powierzchniowych. Podniesienie poziomu morza przekroczy zmiany zachodzące w XX wieku, powodując utratę terenów nadmorskich i związane z tym następstwa. W porównaniu z raportem TAR lepiej rozumiane jest zagrożenie związane z dodatkowym wpływem na podniesienie poziomu morza topienia tarcz lodowych na Grenlandii i Antarktyce. Oddziaływanie to może być *znacznie* słabsze od przewidywanego w modelu lądolodu. Zmiany te mogą nastąpić w skali stulecia. Różnice wynikają z tego, że w modelach lądolodu ocenionych w raporcie AR4 nie w pełni uwzględniono dynamiczne procesy lodowe obserwowane w ostatnich latach a mogące przyczynić się do zwiększenia tempa utraty lodu {5.2}.

**Z dużą pewnością stwierdza się, że ani działania w zakresie adaptacji, ani działania w zakresie łagodzenia zmian klimatu prowadzone oddzielnie nie mogą zapobiec wszystkim skutkom zmian klimatu. Działania w zakresie adaptacji i działania łagodzące zmiany klimatu mogą uzupełniać się wzajemnie znacząco zmniejszając zagrożenia związane ze zmianami klimatu {5.3}.**

Adaptacja jest niezbędnym elementem zarówno krótko-, jak i długoterminowych działań ukierunkowanych na skutki ocieplenia, które mogłyby wystąpić nawet w warunkach stabilizacji koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze na najniższym poziomie. Istniejące przeszkody, ograniczenia i koszty działań, które nie są w pełni zrozumiałe. W dłuższej perspektywie czasowej brak podejmowania działań łagodzących mogłoby *prawdopodobnie* spowodować przekroczenie możliwości adaptacyjnych systemów naturalnych, zarządzanych i systemów społecznych. Okres, w jakim to mogłoby nastąpić, będzie różny dla różnych sektorów i różnych regionów. Podejmowanie

<sup>19</sup> Najważniejsze podatności na zmiany klimatu mogą zostać wskazane na podstawie wielu kryteriów, o których mowa w literaturze, do których należy wielkość, czas oddziaływania, trwałość zmian, zdolność dostosowania się do zmian, aspekty dotyczące rozmieszczenia, prawdopodobieństwa wystąpienia oraz istotności oddziaływania.

w najbliższym czasie działań łagodzących mogłoby zapobiec dalszemu zamykaniu węglowodnorodnej infrastruktury, zmniejszyć tempo zmian klimatu i ograniczyć potrzeby adaptacji do tych zmian {5.2, 5.3}.

**Wiele skutków zmian klimatu możemy uniknąć, zmniejszyć lub opóźnić przez działania łagodzące. Podejmowane podczas najbliższych 20–30 lat wysiłki oraz inwestycje na rzecz łagodzenia zmian klimatu będą miały znaczący wpływ na możliwości osiągnięcia niższego poziomu stabilizacji koncentracji GHG w atmosferze. Opóźnienie redukcji emisji gazów cieplarnianych ograniczy znacznie możliwości ustabilizowania koncentracji tych gazów na niższym poziomie i spowoduje wzrost zagrożenia znacznie poważniejszymi skutkami zmian klimatu {5.3, 5.4, 5.7}.**

W celu ustabilizowania koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze musiałby nastąpić spadek emisji tych gazów po osiągnięciu punktu szczytowego. Im niższy poziom stabilizacji koncentracji tym szybciej to powinno nastąpić<sup>20</sup> {5.4}.

W tabeli SPM.6 i na rysunku SPM.11 podsumowano stan wiedzy o wielkości emisji gazów cieplarnianych wymaganej do osiągnięcia różnych poziomów stabilizacji ich koncentracji w atmosferze oraz wynikającej z tego wzrostu średniej globalnej temperatury równowagi i podnoszenia poziomu morza związanego tylko z termicznym rozszerzaniem wód w dłuższej perspektywie czasowej<sup>21</sup>. Jeśli wrażliwość klimatu jest wysoka, to termin wprowadzenia działań łagodzących będzie wcześniejszy i stopień redukcji emisji wybrany ze względu na osiągnięcie określonego poziomu stabilizacji temperatury będzie bardziej rygorystyczny {5.4, 5.7}.

**Tabela SPM.6.** Cechy opublikowanych po TAR scenariuszy stabilizacji oraz wyników długookresowa średnia temperatura równowagi i podniesienie poziomu morza związane tylko z termicznym rozszerzaniem wód<sup>a</sup> {tab. 5.1}

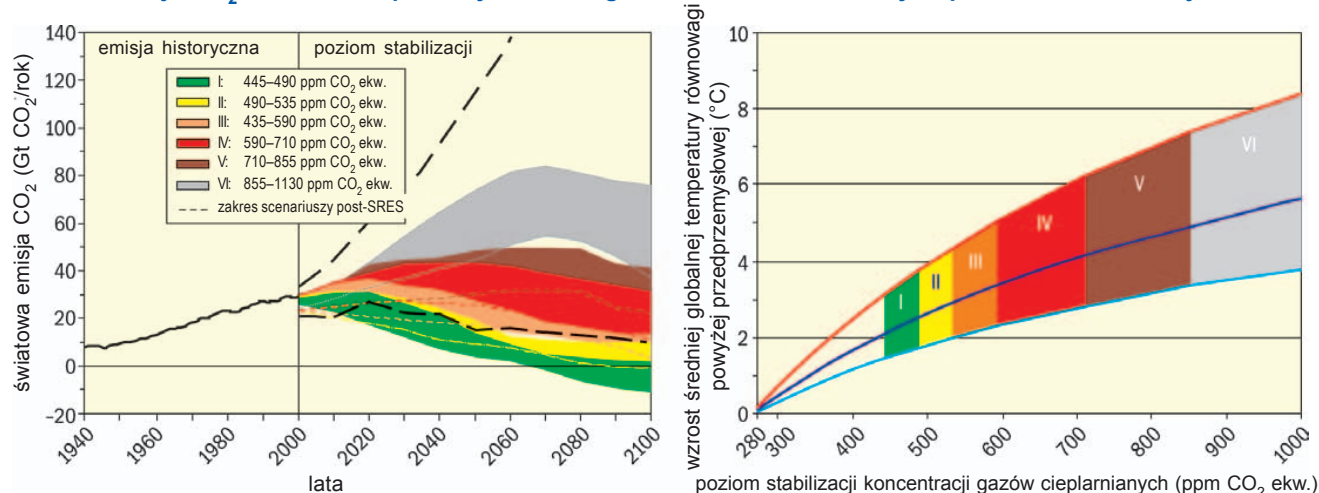
Kategoria	Koncentracja CO <sub>2</sub> na poziomie stabilizacji (2005 r. = 379 ppm) <sup>b</sup>	Koncentracja GHG i aerozoli na poziomie stabilizacji wyrażona w CO <sub>2</sub> ekw. (2005=375 ppm) <sup>b</sup>	Rok osiągnięcia największej emisji CO <sub>2</sub> <sup>a, c</sup>	Zmiany globalnej emisji CO <sub>2</sub> w 2050 r. (procent emisji z roku 2000) <sup>a, c</sup>	Wzrost globalnej temperatury równowagi względem przedprzemysłowej, z wykorzystaniem „najlepszych ocen” wrażliwości klimatu <sup>d, e</sup>	Wzrost globalnego poziomu morza powyżej przedprzemysłowego w stanie równowagi (wynikający tylko ze wzrostu objętości wody)	Liczba ocenionych scenariuszy
	[ppm]	[ppm]	[rok]	[%]	[°C]	[metr]	
I	350 – 400	445 – 490	2000 – 2015	-85 – -50	2,0 – 2,4	0,4 – 1,4	6
II	400 – 440	490 – 535	2000 – 2020	-60 – -30	2,4 – 2,8	0,5 – 1,7	18
III	440 – 485	535 – 590	2010 – 2030	-30 – +5	2,8 – 3,2	0,6 – 1,9	21
IV	485 – 570	590 – 710	2020 – 2060	+10 – +60	3,2 – 4,0	0,6 – 2,4	118
V	570 – 660	710 – 855	2050 – 2080	+25 – +85	4,0 – 4,9	0,8 – 2,9	9
VI	660 – 790	855 – 1130	2060 – 2090	+90 – +140	4,9 – 6,1	1,0 – 3,7	5

Uwagi:

- Przedstawiona w badaniach ocenianych w tym raporcie, dotyczących łagodzenia zmian klimatu, redukcja emisji, która odnosi się do poszczególnych poziomów stabilizacyjnych, może być zbyt nisko oszacowana ze względu na brakujące informacje o sprzężeniach zwrotnych cyklu węglowego (patrz zagadnienie 2.3).
- Koncentracja CO<sub>2</sub> w atmosferze wynosiła 379 ppm w 2005 roku. Według najlepszego oszacowania całkowita koncentracja wszystkich gazów cieplarnianych długo utrzymujących się w atmosferze wyrażona w ekwiwalencie CO<sub>2</sub> w 2005 roku osiągnęła blisko 455 ppm, podczas gdy odpowiadająca temu wartość wszystkich antropogenicznych czynników wymuszania sięga 375 ppm CO<sub>2</sub> ekw.
- Zakresy odpowiadają 15–85% scenariuszy opublikowanych po raporcie TAR. Emisja CO<sub>2</sub> pokazuje, że scenariusze dotyczące wielu gazów mogą być porównywane ze scenariuszami określającymi emisję tylko CO<sub>2</sub> (patrz rysunek SPM.3).
- Najlepsza ocena wrażliwości klimatu jest na poziomie 3°C.
- Należy zauważyć, że z powodu bezwładności systemu klimatycznego średnia temperatura równowagi jest inna niż spodziewana średnia temperatura w momencie stabilizacji koncentracji GHG. W większości ocenianych scenariuszy koncentracja GHG zostanie ustabilizowana w atmosferze pomiędzy 2100 a 2150 rokiem (patrz przypis 21).
- Stan równowagi podnoszenia się poziomu morza jest określony wyłącznie względem poziomu morza podnoszącego się wskutek wzrostu objętości wody oceanicznej wraz ze wzrostem jej temperatury, i przynajmniej przez wiele stuleci nie zostanie osiągnięty. Te wartości zostały oszacowane przy zastosowaniu prostych modeli klimatycznych (jednego modelu AOGCM o niskiej zdolności rozdzielczej i kilku modeli EMICs opartych na najlepszej ocenie wrażliwości klimatu na poziomie 3°C). Nie uwzględniają one współdziałania topniejącej pokrywy lodowej, lodowców i czap lodowych. Prognozuje się, że na skutek długookresowego wzrostu objętości wody poziom morza podniesie się o 0,2–0,6 m na 1°C ocieplenia klimatu powyżej stanu w okresie przedprzemysłowym. Skrót AOGCM oznacza Modele Ogólnej Cyrkulacji Atmosfera-Ocean (Atmosphere-Ocean General Circulation Model) a EMICs – Modele Systemu Ziemi o Średnio zaawansowanej Złożoności (Earth System Models of Intermediate Complexity).

<sup>20</sup> W przypadku najniższego ze scenariuszy zapobiegania zmianom klimatu, emisja musiałaby osiągnąć szczytową wartość przed rokiem 2015, a w przypadku najwyższego przed rokiem 2090 (patrz tab. SPM. 6). Scenariusze, w których przyjmuje się alternatywne ścieżki emisji pokazują znaczące różnice w tempie globalnych zmian klimatu.

<sup>21</sup> Oceny przebiegu zmian temperatury w tym stuleciu są niedostępne w raporcie AR4 w odniesieniu do scenariuszy stabilizacyjnych. W przypadku większości poziomów stabilizacyjnych średnia temperatura zbliża się do stanu równowagi przez kilka stuleci. W scenariuszach o znacznie niższym poziomie stabilizacji (kategoria I i II, rys. SPM.11) równowaga temperatury może zostać osiągnięta wcześniej.

Emisja CO<sub>2</sub> i wzrost temperatury równowagi w odniesieniu do różnych poziomów stabilizacji

**Rysunek SPM. 11.** Globalna emisja CO<sub>2</sub> w latach 1940–2000 i zakres emisji w odniesieniu do kategorii scenariuszy stabilizacji koncentracji gazów w okresie od 2000 do 2100 roku (tablica po lewej stronie) oraz odpowiadający temu związek między stabilizacyjnym celem a prawdopodobnym wzrostem globalnej temperatury równowagi powyżej okresu przedprzemysłowego (tablica po prawej stronie). Zbliżenie się do stanu równowagi może trwać kilka stuleci, szczególnie w przypadku scenariuszy z założeniem osiągnięcia wyższego poziomu stabilizacji koncentracji. Kolorowym zacienieniem zaznaczono scenariusze pogrupowane według różnych celów stabilizacji (kategorie stabilizacji od I do VI). Na prawej tablicy pokazano zakres zmian średniej globalnej temperatury powyżej przedprzemysłowej stosując (i) „najlepsze oceny” czułości klimatu na poziomie 3°C (czarna linia pośrodku pokolorowanego obszaru), (ii) górną granicę prawdopodobnego zakresu czułości klimatu na poziomie 4,5°C (czerwona linia w górnej części pokolorowanego obszaru), (iii) dolną granicę prawdopodobnego zakresu czułości klimatu na poziomie 2°C (niebieska linia w dolnej części pokolorowanego obszaru). Zaznaczone na lewej tablicy czarne linie przerywane wskazują zakres emisji obecnych scenariuszy bazowych opublikowanych od czasu scenariuszy SRES (2000). Zakresy emisji scenariuszy stabilizacyjnych obejmują scenariusze odnoszące się tylko do CO<sub>2</sub> i scenariusze dotyczące wielu gazów, i odpowiadają za 10–90% całkowitego rozdziału scenariuszy. Uwaga: W większości modeli w emisji CO<sub>2</sub> nie uwzględnia się emisji z rozkładu naziemnej biomasy pozostającej po wyrębie i wylesianiu oraz emisji z pożarów torfowisk i z odwodnienia gleb torfowych {rys. 5.1}

Podniesienie poziomu morza jest nieuchronne w warunkach ocieplania się klimatu. Proces rozszerzalności cieplnej cieczy prowadzący do wzrostu objętości wody będzie trwał przez wiele stuleci po ustabilizowaniu koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze, niezależnie od poziomu stabilizacji, co ostatecznie spowoduje znacznie większe niż przewidywano podniesienie poziomu morza w XXI wieku. Udział topniejącego lodu grenlandzkiego w podniesieniu poziomu morza będzie większy, ostatecznie może osiągnąć

kilka metrów w warunkach utrzymującego się przez wiele stuleci ocieplenia klimatu o 1,9–4,6°C powyżej poziomu z okresu przedprzemysłowego. Z powodu utrzymującego się przez długi okres termicznego rozszerzania wód i reakcji pokrywy lodowej na ocieplenie strategię zapobiegania zmianom klimatu, w których zakłada się stabilizację koncentracji GHG na obecnym lub wyższym poziomie nie doprowadzą do ustabilizowania poziomu morza przez wiele stuleci {5.3, 5.4}.

**Tabela SPM. 7.** Oszacowane koszty makroekonomiczne w latach 2030 i 2050. Koszty są porównywane względem linii bazowej dotyczącej przebiegów o najmniejszych kosztach prowadzących do różnych długofalowych poziomów stabilizacji {tab. 5.2}

Poziom stabilizacji [ppm CO <sub>2</sub> ekw.]	Średnia redukcja PKB <sup>a</sup> [%]		Zakres redukcji PKB <sup>b</sup> [%]		Redukcja średniego rocznego tempa wzrotu PKB (punkty procentowe) <sup>c,e</sup>	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050
lata						
445–535 <sup>d</sup>	niedostępne		<3	<5,5	< 0,12	< 0,12
535–590	0,6	1,3	0,2–2,5	nieznacznie ujemna do 4	< 0,1	< 0,1
590–710	0,2	0,5	-0,6–1,2	-1–2	< 0,06	< 0,05

Uwagi:

Podane w powyższej tabeli wartości odpowiadają wskazywanym w całej literaturze dotyczącej scenariuszy bazowych i łagodzących wartościom PKB.

a) Globalne PKB w oparciu o rynkowy kurs wymiany.

b) 10 i 90 percentylowy zakres analizowanych danych został podany tam, gdzie było to właściwe. Ujemne wartości wskazują przyrost PKB. W pierwszym wierszu (445–535 ppm CO<sub>2</sub> ekw.) podano skrajne górne oceny zamieszczone w literaturze.

c) Obliczenia redukcji średniego rocznego tempa wzrotu dokonano na podstawie średniej redukcji w ocenianym okresie, która będzie skutkowałą wskazanym spadkiem PKB odpowiednio przed rokiem 2030 i rokiem 2050.

d) Liczba badań jest stosunkowo mała i większość dotyczy niskiego poziomu odniesienia. Linie odniesienia o wyższej emisji na ogół prowadzą do wyższych kosztów.

e) Wartości odpowiadające najwyższym oszacowaniom redukcji PKB pokazano w kolumnie trzeciej.

Istnieje *duża zgodność i wiele dowodów* wskazuje na to, że wszystkie ocenione w raporcie poziomy stabilizacyjne mogą zostać osiągnięte dzięki wprowadzeniu pakietu technologii, które są już dostępne na rynku, albo ich komercjalizacja jest spodziewana w nadchodzących dekadach, zakładając wprowadzenie odpowiednich i skutecznych zachęt do ich rozwoju, nabywania, wprowadzania i upowszechnienia oraz pokonywania napotykanymi barier {5.5}.

Wszystkie poddane ocenie scenariusze stabilizacji wykazują zgodność co do tego, że 60–80% redukcji w ciągu całego stulecia zostanie uzyskane z procesu produkcji i zużycia energii oraz procesów przemysłowych. Uwzględnienie działań łagodzących dotyczących pozostałych gazów cieplarnianych i działań odnoszących się do użytkowania gruntów i leśnictwa zapewnia znaczną elastyczność i efektywność kosztową ograniczania emisji. Osiągnięcie niższego poziomu stabilizacji wymaga podjęcia wcześniejszych inwestycji i znacząco szybszego upowszechnienia i komercjalizacji zaawansowanych technologii o małej emisji gazów {5.5}.

Osiągnięcie znaczącej skali redukcji emisji może być trudne bez stworzenia warunków do przepływu inwestycji i efektywnego transferu technologii. Ogromne znaczenie ma uzyskanie finansowania kosztów krańcowych związanych z niskowęglowymi technologiami {5.5}.

**Makroekonomiczne koszty działań łagodzących zmiany klimatu zwykle wzrastają wraz z zaostrzeniem celu stabilizacyjnego (tab. SPM. 7). W poszczególnych krajach i sektorach koszty te różnią się znacząco od średnich globalnych<sup>22</sup> {5.6}.**

W 2050 roku średnie makroekonomiczne koszty działań redukujących emisję wielu gazów cieplarnianych do poziomu stabilizacji od 710 do 445 ppm CO<sub>2</sub> ekw. wyniosą od 1% przyrostu do 5,5% spadku globalnego PKB (tab. SPM. 7). Odpowiada to spowolnieniu średniego rocznego wzrostu globalnego PKB nie więcej niż o 0,12 punktów procentowych {5.6}.

**Podjęcie decyzji w odpowiedzi na zmiany klimatu wymaga zastosowania interaktywnego procesu zarządzania ryzykiem obejmującego zarówno łago-**

**zenie zmian klimatu, jak również adaptację do tych zmian. Pod uwagę brane są rzeczywiste szkody powodowane przez zmiany klimatu i te, których udało się uniknąć oraz korzyści niezwiązane ze zmianami klimatu. Ponadto uwzględniane są aspekty zrównoważonego rozwoju, zasady równości oraz postawy społeczne wobec ryzyka {5.1}.**

Skutki oddziaływania zmian klimatu *bardzo prawdopodobnie* wymuszą roczne koszty netto, które będą wzrastać z upływem czasu wraz ze wzrostem globalnej temperatury. Recenzowane wyniki oszacowań społecznych kosztów węglowych<sup>23</sup> w 2005 roku wskazują średnią wartość 12 USD na tonę CO<sub>2</sub>, ale zakres kosztów wynikający ze 100 oszacowań jest większy (od -3 USD do 95 USD na tonę CO<sub>2</sub>). W przeważającej mierze przyczyną tego jest zróżnicowanie przyjętych założeń dotyczących podatności klimatu, opóźnień reakcji na zmiany klimatu, podejścia do zagadnienia ryzyka i równości, skutków gospodarczych i pozagospodarczych, uwzględnienia potencjalnych strat związanych z wystąpieniem zjawisk katastroficznych oraz przyjętą stopą dyskontową. Zsumowane szacunki kosztów ukrywają znaczące różnice w oddziaływaniu zmian klimatu na sektory, regiony, kraje i społeczeństwa i *bardzo prawdopodobnym* jest, że w zsumowanych globalnie kwotach za nisko szacuje się koszty zniszczeń, ponieważ nie można w nich uwzględnić wielu niewymiernych skutków zmian klimatu {5.7}.

Ograniczone i początkowe wyniki analityczne z zintegrowanych analiz globalnych kosztów i korzyści działań łagodzących zmiany klimatu wskazują, że zasadniczo są one porównywalne pod względem wielkości, ale do obecnej chwili nie pozwalają jednoznacznie określić przebiegu emisji czy poziomu stabilizacji, w którym korzyści przeważają nad kosztami {5.7}.

Wrażliwość klimatu stanowi kluczowe źródło niepewności w scenariuszach zapobiegania zmianom klimatu, których celem jest osiągnięcie określonych poziomów temperatury {5.4}.

Wybór skali działań redukujących emisję GHG i terminu ich realizacji wymaga zbilansowania kosztów ekonomicznych, podjęcia znacznie szybszej redukcji emisji w stosunku do zagrożenia związanego ze zmianą klimatu wynikającego z opóźnienia działań w perspektywie średnio- i długookresowej {5.7}.

<sup>22</sup> Co do dalszych szczegółów dotyczących oszacowań kosztów i założeń modelowych patrz przypis 17.

<sup>23</sup> Koszty netto zniszczeń spowodowanych przez zmiany klimatu zsumowane na świecie i zdyskontowane względem określonego roku.

# Zmiana klimatu 2007: Raport Syntetyczny

---

## Raport Syntetyczny

### **Dokument opracowany przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu**

*Niniejszy raport zatwierdzony podczas XXVII sesji plenarnej IPCC (Walencja, Hiszpania, 12–17 listopada 2007 r.) stanowi oficjalne, uzgodnione oświadczenie IPCC dotyczące najistotniejszych wniosków i niepewności zawartych w raportach Grup roboczych IPCC stanowiących wkład do Czwartego Raportu Oceniającego.*

---

Na podstawie roboczej wersji przygotowanej przez:

#### **Główny zespół autorski**

Lenny Bernstein, Peter Bosch, Osvaldo Canziani, Zhenlin Chen, Renate Christ, Ogunlade Davidson, William Hare, Saleemul Huq, David Karoly, Vladimir Kattsov, Zbigniew Kundzewicz, Jian Liu, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taro Matsuno, Bettina Menne, Bert Metz, Monirul Mirza, Neville Nicholls, Leonard Nurse, Rajendra Pachauri, Jean Palutikof, Martin Parry, Dahe Qin, Nijavalli Ravindranath, Andy Reisinger, Jiawen Ren, Keywan Riahi, Cynthia Rosenzweig, Matilde Rusticucci, Stephen Schneider, Youba Sokona, Susan Solomon, Peter Stott, Ronald Stouffer, Taishi Sugiyama, Rob Swart, Dennis Tirpak, Coleen Vogel, Gary Yohe

#### **Pozostali autorzy**

Terry Barker

#### **Redaktorzy recenzujący**

Abdelkader Allali, Roxana Bojariu, Sandra Diaz, Ismail Elgizouli, Dave Griggs, David Hawkins, Olav Hohmeyer, Bubu Pateh Jallow, Lučka Kajfe-Bogataj, Neil Leary, Hoesung Lee, David Wratt





---

# Wprowadzenie

---

## Wprowadzenie

Niniejszy Raport Syntetyczny bazuje na ocenie przeprowadzonej przez trzy Grupy robocze (WG) Międzyrządowego Zespołu ds. Zmiany Klimatu. Jako finalna część Czwartego Raportu Oceniającego IPCC (AR4) przedstawia kompleksowy pogląd na zmiany klimatu.

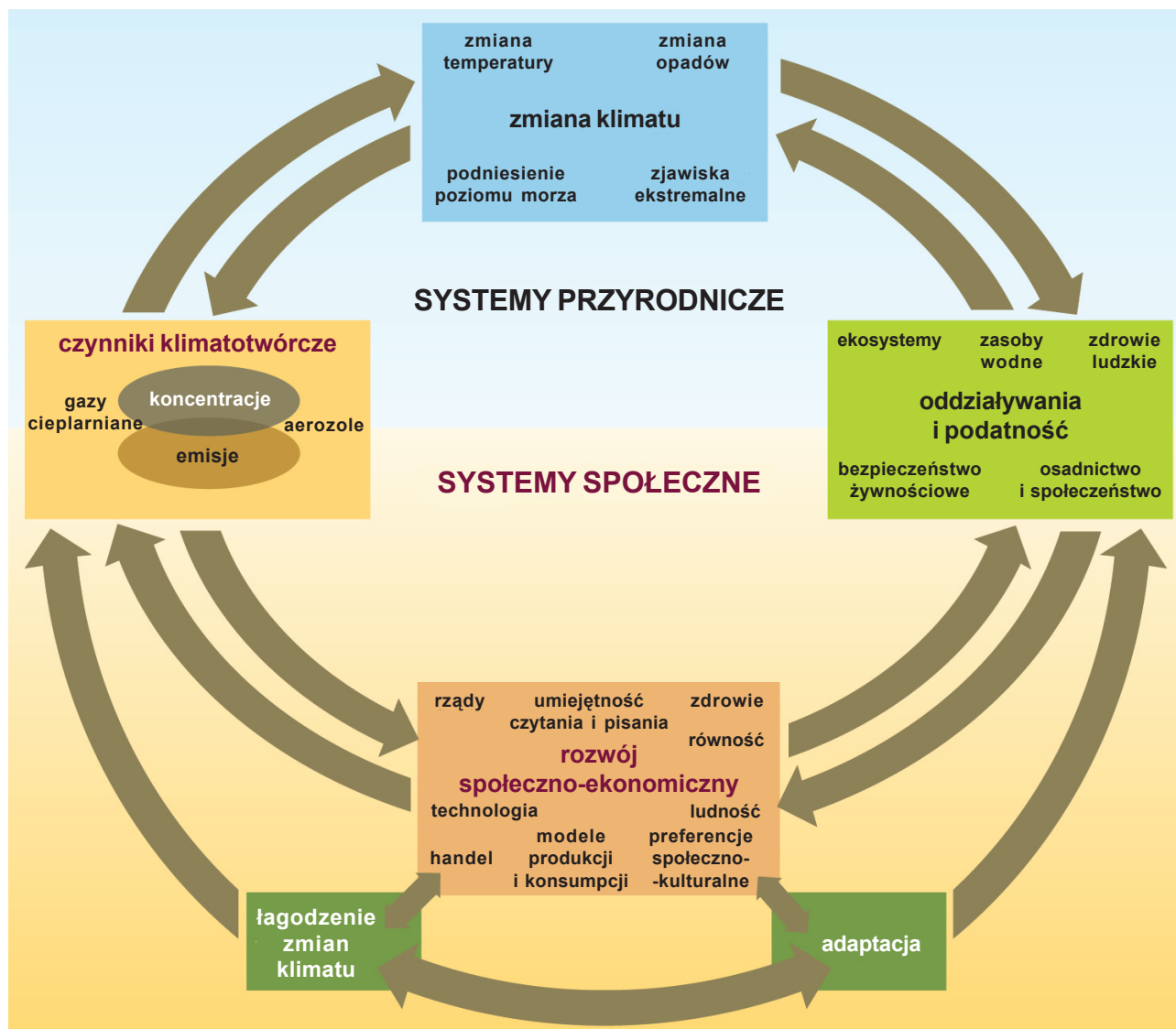
W zagadnieniu 1 omówiono obserwowane zmiany klimatu i ich wpływ na systemy naturalne i społeczne, niezależnie od ich przyczyn, natomiast w zagadnieniu 2 określono przyczyny obserwowanych zmian. W zagadnieniu 3 przedstawiono przewidywania przyszłej zmiany klimatu i związanej z nią wpływ w warunkach różnych scenariuszy.

W zagadnieniu 4 omawiane są możliwości adaptacji i łagodzenia zmiany klimatu w następnych kilku dziesięcioleciach oraz ich powiązania ze zrównoważonym rozwojem. W zagadnieniu 5 oceniane są związki między adaptacją a łagodzeniem zmiany klimatu bardziej na płaszczyźnie

czyźnie pojęciowej i z punktu widzenia perspektywy długookresowej. W zagadnieniu 6 podsumowane zostały najważniejsze fakty i kluczowe niepewności odnoszące się do zmian klimatu omówionych w tej ocenie.

Na rysunku I.1 pokazano schematyczną strukturę przedstawiającą antropogeniczne czynniki zmiany klimatu, oddziaływanie i reakcje na tę zmianę oraz ich wzajemne powiązania. W roku 2001, podczas opracowywania Trzeciego raportu oceniającego (TAR) dostępne były przede wszystkim informacje pokazane na rysunku jako zgodne z ruchem wskazówek zegara, tj. dotyczące zmiany klimatu i jej skutków, uzyskiwane z informacji o czynnikach społeczno-gospodarczych i emisji. Obecnie wraz z większym zrozumieniem tych zależności stało się możliwe oszacowanie powiązań również w kierunku przeciwnym ruchowi wskazówek zegara, tj. określenie możliwych ścieżek rozwoju i zahamowań globalnej emisji, które mogłyby przyczynić się do zmniejszenia ryzyka związanego z przyszłymi skutkami zmian klimatu, których społeczeństwo chciałoby uniknąć.

Schematyczna struktura antropogenicznych czynników zmiany klimatu, oddziaływań i reakcji na zmianę



Rysunek I.1. Schematyczna struktura przedstawiająca antropogeniczne czynniki zmiany klimatu, oddziaływań i reakcji na zmianę oraz ich wzajemne powiązania

## Omówienie kwestii niepewności

Kwestia niepewności w raportach wszystkich grup roboczych IPCC i w tym raporcie syntetycznym jest zdefiniowana w uwagach do wskazówek IPCC odnoszących się do tego zagadnienia<sup>1</sup>. Problem jest omówiony szeroko ze względu na materiały oceniane przez Grupy robocze IPCC i dotyczące różnych dyscyplin nauki oraz wprowadzenie z literatury różnorodnych pojęć dotyczących traktowania kwestii niepewności. Istota danych, wskaźników i analiz stosowanych w naukach przyrodniczych różni się zasadniczo od tych stosowanych do oceny rozwoju technologicznego czy w naukach społecznych. Prace Grupy roboczej I skupiają się na zagadnieniach z zakresu nauk przyrodniczych, Grupy roboczej II z zakresu nauk społecznych, natomiast Grupa robocza III rozpatruje zmiany klimatu w aspekcie obydwu dziedzin nauki.

Do omówienia kwestii niepewności są stosowane trzy różne podejścia, każde z nich ma różne słownictwo. Wybór między trzema podejściami zależy zarówno od rodzaju dostępnych informacji, jak i autorskiej oceny ekspertów co do poprawności i kompletności aktualnego naukowego zrozumienia zagadnienia.

Zawsze, kiedy ocena niepewności jest jakościowa, to jest ona opisywana przez zapewnienie subiektywnego odczucia ilości i jakości zdarzeń (informacje uzyskiwane z teorii, obserwacji lub modeli wskazujące czy przekonanie lub twierdzenie jest prawdą, czy fałszem) oraz stopień zgodności (poziom zgodności poglądów prezentowanych w literaturze w odniesieniu do konkretnych wyników). Podejście takie jest stosowane przez Grupę roboczą III w serii sformułowań, takich jak: *duża zgodność i wiele dowodów*; *duża zgodność i średnia liczba dowodów*; *średnia zgodność i średnia liczba dowodów itp.*

Jeżeli niepewność jest oceniana bardziej ilościowo przy zastosowaniu oceny eksperckiej poprawności podstawowych danych, stosowanych modeli lub dokonanych analiz, wówczas stosowana jest następująca skala poziomu pewności w celu wyrażenia oszacowanego prawdopodobieństwa poprawności wyników: *bardzo wysoka pewność* – co najmniej 9 na 10; *wysoka pewność* – blisko 8 na 10; *średnia pewność* – prawie 5 na 10; *niska pewność* – około 2 na 10 i *bardzo niska pewność* – mniej niż 1 na 10.

Kiedy do oceny niepewności określonych wyników wykorzystuje się ekspercką ocenę i analizę statystyczną zebranych materiałów (np. wyniki obserwacji lub wyniki uzyskane z modeli), wtedy do wyrażenia oszacowanego prawdopodobieństwa zdarzenia jest stosowany następujący zakres prawdopodobieństwa: *praktycznie pewne* > 99%; *w najwyższym stopniu prawdopodobne* > 95%; *bardzo prawdopodobne* > 90%; *prawdopodobne* > 66%; *dosyć prawdopodobne* > 50%; *niezbyt prawdopodobne* od 33% do 66%; *nieprawdopodobne* < 33%; *bardzo nieprawdopodobne* < 10%; *w najwyższym stopniu nieprawdopodobne* < 5%; *wyjątkowo nieprawdopodobne* < 1%.

Grupa Robocza II w ocenie niepewności stosuje połączenie oceny pewności z oszacowaniami prawdopodobieństwa, natomiast WG I w przeważającej mierze wykorzystuje oceny prawdopodobieństwa.

W Raporcie Syntetycznym ocena niepewności opiera się na podstawowych zasadach przyjętych przez Grupy robocze. Jeżeli wyniki uogólniające są oparte na informacjach więcej niż jednej Grupy roboczej opis niepewności jest zgodny z zastosowanym do składników zaczerpniętych z odpowiednich raportów Grup roboczych.

Jeżeli nie określono inaczej, w tym raporcie liczbowy zakres podany w nawiasie kwadratowym wskazuje 90% przedział ufności (tj. istnieje 5% prawdopodobieństwo, że wartość mogłaby być wyższa od zakresu podanego w nawiasie kwadratowym i 5% prawdopodobieństwo, że ta wartość mogłaby być niższa od tego zakresu). Przedział ufności niekoniecznie jest symetryczny względem najwłaściwszej liczby szacunkowej.

<sup>1</sup> patrz <http://www.ipcc.ch/meetings/ar4-workshops-express-meetings/uncertainty-guidance-note.pdf>



# 1

---

## **Obserwowane zmiany klimatu i ich skutki**

---

## 1.1. Obserwacje zmian klimatu

Od momentu opublikowania TAR postęp w rozumieniu, jak klimat się zmienia w przestrzeni i w czasie został osiągnięty przez ulepszenie i rozszerzenie licznych zbiorów danych, ich późniejszą analizę, powiększenie geograficznego obszaru badań, lepsze zrozumienie kwestii wątpliwych oraz poszerzenie zakresu pomiarów *{WGI SPM}*.

### Definicje zmiany klimatu

Zmiana klimatu w rozumieniu IPCC odnosi się do zmiany stanu klimatu, która może zostać zidentyfikowana (np. za pomocą testów statystycznych) jako zmiana średnich charakterystyk i/lub ich zmienności, która utrzymuje się przez długi okres, zazwyczaj dekady lub dłużej. Dotyczy to każdej zmiany klimatu w czasie, niezależnie od tego czy wynika ona z naturalnej zmienności, czy też z działalności ludzkiej. Definicja ta różni się od definicji stosowanej w Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmiany klimatu, gdzie zmianę klimatu odnosi się do zmiany (klimatu), która wynika bezpośrednio lub pośrednio z działalności ludzkiej, zmieniającej skład atmosfery ziemskiej i która to zmienność występuje niezależnie od naturalnej zmienności klimatu obserwowanej w porównywalnych okresach.

**Ocieplenie się systemu klimatycznego nie budzi wątpliwości i jest widoczne w obserwowanym wzroście średniej globalnej temperatury powietrza i temperatury wody w oceanie, powszechnym topnieniu śniegu i lodu oraz podnoszeniu globalnego średniego poziomu morza (rys.1.1); *{WGI 3.2, 4.8, 5.2, 5.5, SPM}*.**

Spośród 12 najcieplejszych lat w całej serii instrumentalnych pomiarów globalnej temperatury przy powierzchni ziemi (począwszy od 1850 r.) jedenaście pochodzi z okresu 1995–2006. Trend liniowych zmian temperatury dla 100-letniego okresu 1906–2005 wynoszący 0,74 [od 0,56 do 0,92]°C jest większy niż podawany w TAR i wynoszący 0,6 [od 0,4 do 0,8]°C dla lat 1901–2000. Trend liniowy dla 50-letniego okresu (1956–2005) wynosi 0,13°C/10 lat i jest prawie dwukrotnie wyższy od notowanego w stuleciu 1906–2005 *{WGI 3.2, SPM}*.

Wzrost temperatury na kuli ziemskiej jest powszechny i większy w wysokich szerokościach geograficznych półkuli północnej (rys. 1.2). W okresie ostatnich 100 lat średnia temperatura w Arktyce wzrosła co najmniej dwa razy więcej niż miało to miejsce w skali globalnej. Obszary lądowe ocieplają się szybciej niż oceany (rys. 1.2 i 2.5). Obserwacje prowadzone od roku 1961 pokazują, że co najmniej do głębokości 3000 m wzrosła średnia temperatura wszechoceanu i że ocean zmagazynował ponad 80% ciepła, które zostało „dodane” do systemu klimatycznego. Nowe analizy danych radiosondażowych i pomiarów satelitarnych temperatury dolnej i środkowej troposfery wskazują na ocieplenie tego samego rzędu co na powierzchni Ziemi *{WGI 3.2, 3.4, 5.2, SPM}*.

Poziom morza podnosi się wraz z ociepleniem (rys. 1.1). Globalny średni poziom morza wzrastał w tempie 1,8 [1,3–2,3] mm w ciągu roku

w latach 1961–2003 i około 3,1 [2,4–3,8] mm w ciągu roku w latach 1993–2003. Nie jest jasne, czy owe szybsze tempo podnoszenia poziomu morza w latach 1993–2003 odzwierciedla dekadową zmienność czy też ma charakter trendu długookresowego. Podniesienie średniego poziomu morza od roku 1993 jest w 57% wynikiem rozszerzalności cieplnej oceanów, w 28% malejącej objętości lodowców i czap lodowych, a w pozostałej części konsekwencją zaniku polarnych lądolodów. W latach 1993–2003 suma owych czynników klimatycznych jest zgodna z niepewnością dotyczącą całkowitego bezpośrednio obserwowanego podnoszenia poziomu morza *{WGI 4.6, 4.8, 5.5, SPM, tab. SPM.1}*.

Obserwowane zmniejszanie zasięgów występowania śniegu i lodu jest również skutkiem ocieplenia (rys. 1.1). Dane satelitarne pokazują, że średni roczny zasięg lodu morskiego w Arktyce zmniejszał się od roku 1978 w tempie 2,7 [od 2,1 do 3,3]% w ciągu dekady, z silniejszym spadkiem w okresie lata w tempie 7,4 [od 5,0 do 9,8]% w ciągu dekady. Lodowce górskie i pokrywa śnieżna zmniejszyły się, średnio rzecz biorąc, na obu półkulach. Maksymalny zasięg obszaru sezonowo zamrożonego gruntu zmniejszył się na półkuli północnej o 7% od roku 1900. Wiosną zasięg ten był o ponad 15% mniejszy. Temperatura górnych warstw wiecznej zmarzliny od lat 80-tych XX wieku wzrosła w Arktyce o 3°C *{WGI 3.2, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 5.5, SPM}*.

Liczne długookresowe zmiany innych elementów klimatu są obserwowane w skalach kontynentalnej, regionalnej i oceanicznej. W latach 1900–2005 trendy zmian wysokości opadów były zauważalne na wielu rozległych obszarach. We wspomnianym okresie wysokość opadów wzrosła znacząco we wschodnich częściach Północnej i Południowej Ameryki, północnej Europie, północnej i centralnej Azji. Zmalała natomiast na obszarze Sahelu (na południe od Sahary), w basenie Morza Śródziemnego, południowej Afryce oraz w części południowej Azji. Jest *prawdopodobne*<sup>2</sup>, że w skali globalnej, obszar dotknięty suszą zwiększył się od lat 70-tych XX wieku *{WGI 3.3, 3.9, SPM}*.

Częstość występowania i/lub natężenie niektórych ekstremalnych zjawisk pogodowych uległa zmianie w ciągu ostatnich 50 lat. I tak:

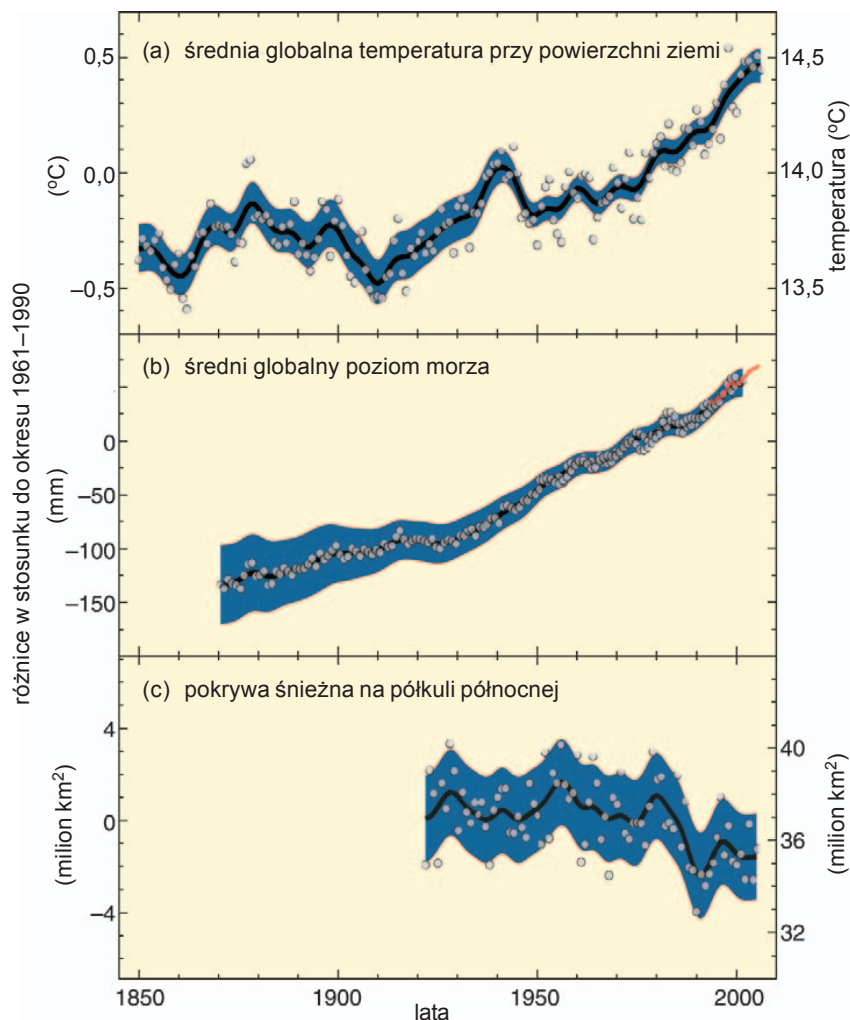
- *Bardzo prawdopodobne* jest, że chłodne noce i dni oraz przymrozki występują rzadziej na większości obszarów lądowych, podczas gdy dni upalne i ciepłe noce występują częściej *{WGI 3.8, SPM}*.
- *Prawdopodobne* jest, że fale ciepła są częstsze na większości obszarów lądowych *{WGI 3.8, SPM}*.
- *Prawdopodobne* jest, że na większości obszarów wzrosła częstość występowania opadów nawalnych lub suma wysokości wszystkich opadów nawalnych w stosunku do sumy wysokości wszystkich opadów *{WGI 3.8, 3.9, SPM}*.
- *Prawdopodobne* jest, że przypadki wystąpienia ekstremalnie wysokiego poziomu morza notowane są częściej w licznych miejscach na świecie od roku 1975<sup>3</sup> *{WGI 5.5, SPM}*.

Wzrost aktywności intensywnych cyklonów tropikalnych od roku 1970 na Północnym Atlantyku jest obserwacyjnie potwierdzony. Na innych obszarach występowania ze względu na wątpliwości, co do jakości danych, wspomniany wzrost jest prawdopodobny. Wielodekadowa zmienność ich aktywności oraz brak rutynowych satelitarnych obserwacji cyklonów przed rokiem 1970 komplikuje detekcję wieloletnich trendów w ich aktywności *{WGI 3.8, SPM}*.

<sup>2</sup> Prawdopodobieństwo i określenia pewności (ufności) podawane kursywą przedstawiają ujednolicone wyrażenia niepewności i ufności. Wyjaśnienia terminów znajdują się w ramce „Omówienie kwestii niepewności” we Wprowadzeniu.

<sup>3</sup> Wyłączając tsunami, które nie są powodowane zmianą klimatu. Ekstremalnie wysoki poziom morza zależy od jego średniego poziomu i od regionalnych systemów pogody. W niniejszej pracy jest on definiowany jako najwyższy z 1% rocznych wartości obserwowanego poziomu morza na stacji w danym okresie referencyjnym.

## Zmiany temperatury, poziomu morza i obszaru pokrywy śnieżnej na półkuli północnej



**Rysunek 1.1.** Obserwowane zmiany: (a) globalnej średniej temperatury przy powierzchni ziemi, (b) globalnego średniego poziomu morza na podstawie odczytów z wodowskazów (linia niebieska) i na podstawie danych satelitarnych (linia czerwona) oraz (c) pokrywy śnieżnej na półkuli północnej w okresie marzec–kwiecień; wszystkie różnice są podane w stosunku do wartości średnich z lat 1961–1990; krzywe wygładzone przedstawiają wartości uśrednione dekadowo, kółkami oznaczono wartości roczne; obszary zacieniowane przedstawiają przedziały pewności (ufności) wyznaczone na podstawie wszechstronnej analizy znanych niepewności – a i b – i na podstawie serii danych – c {WGI FAQ 3.1 rys. 1, rys. 4.2, rys. 5.13, rys. SPM.3}

Bardzo prawdopodobne jest, że średnie temperatury na półkuli północnej w drugiej połowie XX wieku były wyższe niż w jakimkolwiek innym okresie 50-letnim w ciągu ostatnich 500 lat. Prawdopodobne jest także, że były one najwyższe w ciągu co najmniej ostatnich 1300 lat {WGI 6.6, SPM}.

## 1.2. Obserwowane skutki zmian klimatu

Zaprezentowane w rozdziale poglądy bazują na obszernych zbiorach danych, które obejmują okres od roku 1970. Liczba analiz obserwowanych trendów zachodzących w środowisku fizycznym i biologicznym oraz ich związków z regionalnymi zmianami klimatu zwiększyła się znacząco od momentu opublikowania TAR. Uległa również poprawie jakość zbiorów danych. Istnieje szczególnie wyraźny brak geograficznej równowagi zarówno w danych, jak i w publikacjach na temat obserwowanych zmian – braki te szczególnie uwidaczniają się w odniesieniu do krajów rozwijających się {WGI SPM}.

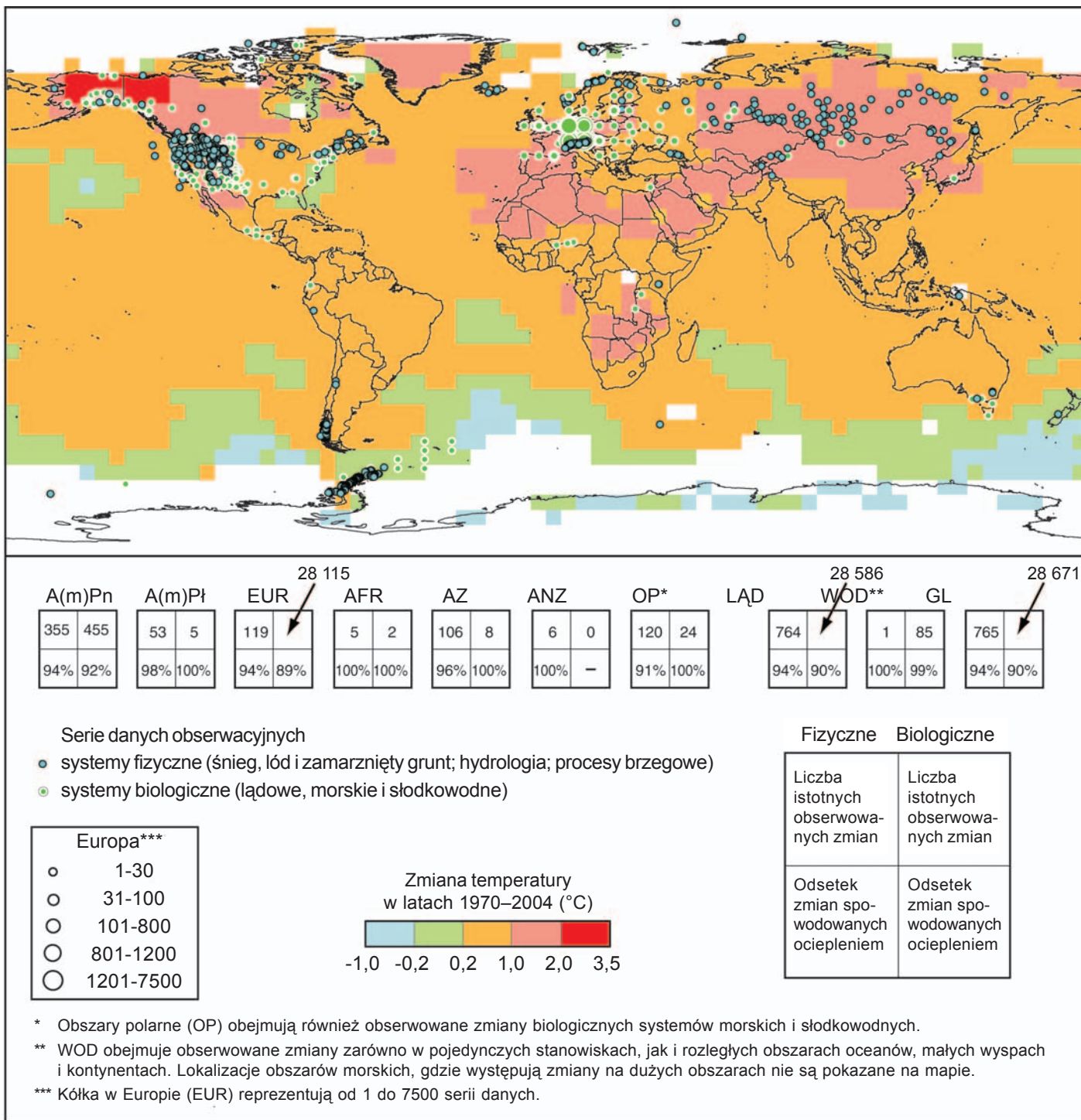
Analizy te pozwoliły na szerszą i bardziej wiarygodną ocenę skutków ocieplenia niż to miało miejsce w TAR. Jest *wysoce pewne*<sup>2</sup>, że obecne regionalne zmiany temperatury mają dostrzegalny wpływ na system fizyczny i biologiczny {WGI SPM}.

**Dowody obserwacyjne ze wszystkich kontynentów i większości oceanów wskazują, że wiele naturalnych ekosystemów jest zagrożonych regionalnymi zmianami klimatu, zwłaszcza wzrostem temperatury {WGI SPM}.**

Jest *wysoce pewne*, że systemy naturalne związane ze śniegiem, lodem i zamrożonym gruntem (włączając wieczną zmarzlinę) są zagrożone w wyniku zmian klimatu. Potwierdzają to następujące przykłady:

- powiększenie oraz wzrastająca liczba jezior lodowcowych {WGI 1.3, SPM};
- wzrost niestabilności gruntu w regionach występowania wiecznej zmarzliny oraz zwiększenie częstości występowania lawin skalnych w obszarach górskich {WGI 1.3, SPM};

## Zmiany w systemach fizycznych i biologicznych oraz temperatury przy powierzchni ziemi, lata 1970–2004



**Rysunek 1.2.** Lokalizacja istotnych zmian w seriach danych dotyczących systemów fizycznych (śnieg, lód i zamrznięty grunt; hydrologia; procesy brzegowe) i systemów biologicznych (lądowych, morskich i słodkowodnych). Zmiany te są zaprezentowane razem ze zmianami temperatury powietrza w latach 1970–2004. Podzbiór około 29 000 serii został wybrany spośród około 80 000 serii danych pochodzących z 577 analiz. Wybrane zbiory spełniają następujące kryteria: (1) kończą się w roku 1990 lub później, (2) obejmują okres co najmniej 20 lat oraz (3) pokazują istotną zmianę in plus lub in minus, zgodnie z wynikami badań. Powyższe serie danych pochodzą z około 75 analiz (z których około 70 przeprowadzono po opublikowaniu TAR) i zawierają około 29 000 serii danych, spośród których około 28 000 pochodzi z analiz europejskich. Na biało oznaczono obszary, dla których brak jest wystarczającej liczby danych niezbędnych do określenia trendu temperatury. Zbiór kwadratów 2x2 przedstawia: całkowitą liczbę serii danych, w których występują istotne zmiany (górny rząd) i procent serii danych, w których istotne zmiany są spójne z ociepleniem (dolny rząd) w skali (i) kontynentalnej: Ameryka Północna (A(m)Pn), Ameryka Południowa (A(m)Pł), Europa (EUR), Afryka (AFR), Azja (AZ), Australia i Nowa Zelandia (ANZ), i obszary polarne (OP) oraz (ii) skali globalnej: lądowej (ŁĄD), wodnej (WOD) i globalnej (GL). Suma liczby analiz dotyczących siedmiu regionów kontynentalnych (A(m)Pn, ..., OP) nie pokrywa się z sumą podaną w skali globalnej (GL), ponieważ liczby z poszczególnych regionów, poza obszarami polarnymi (OP), nie zawierają liczb dotyczących systemów wodnych (WOD). Na mapie nie zostały zaznaczone duże obszary zmian morskich (WGIł rys. SPM.1, rys. 1.8, rys. 1.9; WGI rys. 3.9b)



- zmiany w niektórych arktycznych i antarktycznych ekosystemach, w tym biomy związane ze strefą morze–lód oraz zmiany występowania drapieżników z wysokich poziomów łańcucha troficznego {WGII 1.3, 4.4, 15.4, SPM}.

Na podstawie wzrastającej liczby dowodów jest *wysoce pewne*, że mają miejsce następujące zjawiska w systemach hydrologicznych:

- zwiększony odpływ i wcześniejsze maksimum wiosennego przepływu w rzekach o zasilaniu śnieżnym i lodowcowym;
- ogrzanie jezior i rzek w wielu regionach, co wpływa na strukturę termiczną oraz jakość wody {WGII 1.3, 15.2, SPM}.

Na podstawie licznych dowodów pochodzących z badań znacznie większej liczby gatunków istnieje *bardzo wysoka pewność*, że obecne ocieplenie silnie wpływa na lądowe systemy biologiczne, obejmując takie zmiany, jak wcześniejsze występowanie wiosny, np. wcześniejsze rozwijanie liści, migracje ptaków i składanie jaj; przesunięcie granic występowania pewnych gatunków roślin i zwierząt ku biegunom oraz ku wyżej położonym siedliskom. Na podstawie obserwacji satelitarnych prowadzonych od początku lat 80-tych XX wieku jest *wysoce pewne*, że w wielu regionach występuje trend dotyczący wcześniejszego rozpoczęcia wegetacji wiosną, a więc wydłużania termicznego okresu wegetacji z powodu obecnego ocieplenia {WGII 1.3, 8.2, 14.2, SPM}.

Na podstawie istotnych, nowych dowodów jest *wysoce pewne*, że obserwowane zmiany występujące w morskich i słodkowodnych systemach biologicznych są związane z wzrastającą temperaturą wody oraz z towarzyszącymi jej zmianami pokrywy lodowej, zasolenia, poziomu tlenu i jego obiegu. Wspomniane zmiany obejmują: przesunięcie zakresów występowania oraz zmiany dotyczące obfitości glonów, zooplanktonu i ryb w wysokich szerokościach geograficznych, zwiększenie występowania glonów i zooplanktonu w jeziorach położonych w wysokich szerokościach geograficznych i na większych wysokościach oraz zmiany zasięgu i wcześniejszej migracji ryb w rzekach. Wzrasta liczba dowodów świadczących o wpływie zmiany klimatu na rafy koralowe, jednak rozdzielenie oddziaływania czynników klimatycznych od innych (np. przełożeń i zanieczyszczenia) jest trudne {WGII 1.3, SPM}.

**Pojawiają się inne skutki regionalnych zmian klimatu w środowisku naturalnym i środowisku człowieka, jednakże wiele z nich jest trudne do rozróżnienia z powodu adaptacji i czynników pozaklimatycznych {WGII, SPM}.**

Wpływ wzrostu temperatury został udokumentowany ze *średnią pewnością* w następujących dziedzinach działalności człowieka:

- rolnictwie i uprawach leśnych wysokich szerokości geograficznych półkuli północnej, np. wcześniejsze wiosenne zasiewy upraw i zaburzenia obszarów leśnych z powodu pożarów i szkodników {WGII 1.3, SPM};

- niektórych aspektach ludzkiego zdrowia, jak nadmierna śmiertelność z powodu upałów w Europie, zmiany u nosicieli chorób zakaźnych w części Europy, wcześniejszy początek sezonu pylenia oraz wzrost występowania alergicznych pyłków w wysokich i średnich szerokościach geograficznych półkuli północnej {WGII 1.3, 8.2, 8.ES, SPM};
- niektórych formach aktywności ludzkiej w Arktyce (np. polowania i krótszy okres podróży przez śnieg i lód) oraz na niżej położonych obszarach wysokogórskich, jak ograniczenia w uprawianiu sportów górskich {WGII 1.3, SPM}.

Podnoszenie poziomu morza oraz rozwój cywilizacyjny łącznie wpływają na utratę przybrzeżnych obszarów podmokłych i mangrowych oraz wzrastanie szkód wynikających z zalewania terenów przybrzeżnych na wielu obszarach. Jednakże, jak wynika z opublikowanej literatury, wpływ te nie mogą być utożsamiane z trendami {WGII 1.3, 1.ES, SPM}.

### 1.3. Zgodność zmian w systemach fizycznych i biologicznych z ociepleniem

Zmiany w oceanie i na lądzie, takie jak zmniejszenie pokrywy śnieżnej i zasięgu lodów morskich na półkuli północnej, cieńszy lód morski, krótsze sezony lodowe na jeziorach i rzekach, topnienie lodowców, zmniejszenie zasięgu wiecznej zmarzliny, wzrost temperatury gleby i termicznych profili odwiertów oraz podniesienie poziomu morza dostarczają dodatkowych dowodów, że świat staje się cieplejszy {WGI 3.9}.

Spśród ponad 29 000 serii danych obserwacyjnych i wyników 75 analiz, które pokazują znaczące zmiany wielu systemów fizycznych i biologicznych, ponad 89% to dane zgodne z kierunkiem zmiany spodziewanej jako reakcja systemu na ocieplenie – rys.1.2 {WGII 1.4, SPM}.

### 1.4. Niektóre niezmiennające się cechy klimatu

Niektóre cechy klimatu wydają się nie zmieniać. Oznacza to, że z powodu niewystarczających danych zmiany te nie mogą zostać określone, nawet jeśli wystąpiły. Zasięg lodów antarktycznych wykazuje międzyroczną zmienność i lokalne zmiany, ale brak jest statystycznie istotnego wielodekadowego średniego trendu, zgodnego z trendem zmian uśrednionej nad kontynentem temperatury przypowierzchniowych warstw atmosfery. Brak jest wystarczających dowodów, by rozstrzygnąć, czy trendy istnieją w odniesieniu do innych zmiennych takich, np. jak w Południkowej Cyrkulacji Wymiennej (MOC – Meridional Overturning Circulation) globalnego oceanu lub w zjawiskach w skali lokalnej, jak np. tornada, grad, błyskawice, burze piaskowe. Trend rocznej liczby cyklonów tropikalnych nie jest jednoznaczny {WGI 3.2, 3.8, 4.4, 5.3, SPM}.



# 2

---

## Przyczyny zmiany

---

## Przyczyny zmiany

W tym rozdziale raportu rozważone są zarówno naturalne, jak i antropogeniczne przyczyny zmiany klimatu, począwszy od emisji gazów cieplarnianych (GHG), ich stężenia w atmosferze, do radiacyjnego wymuszenia<sup>4</sup> i w końcu do reakcji klimatu i skutków.

### 2.1. Emisje długo utrzymujących się w atmosferze gazów cieplarnianych

Wymuszenie radiacyjne systemu klimatycznego jest zdominowane przez długo utrzymujące się w atmosferze gazy cieplarniane, a rozdział niniejszy rozważa te, które uwzględnione są w Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC).

**Globalna emisja gazów cieplarnianych wzrosła w wyniku działalności ludzkiej od czasów przedprzemysłowych. W okresie między rokiem 1970 a 2004 wzrost ten wynosił 70%<sup>5</sup> – rys. 2.1 {WGIII 1.3, SPM}.**

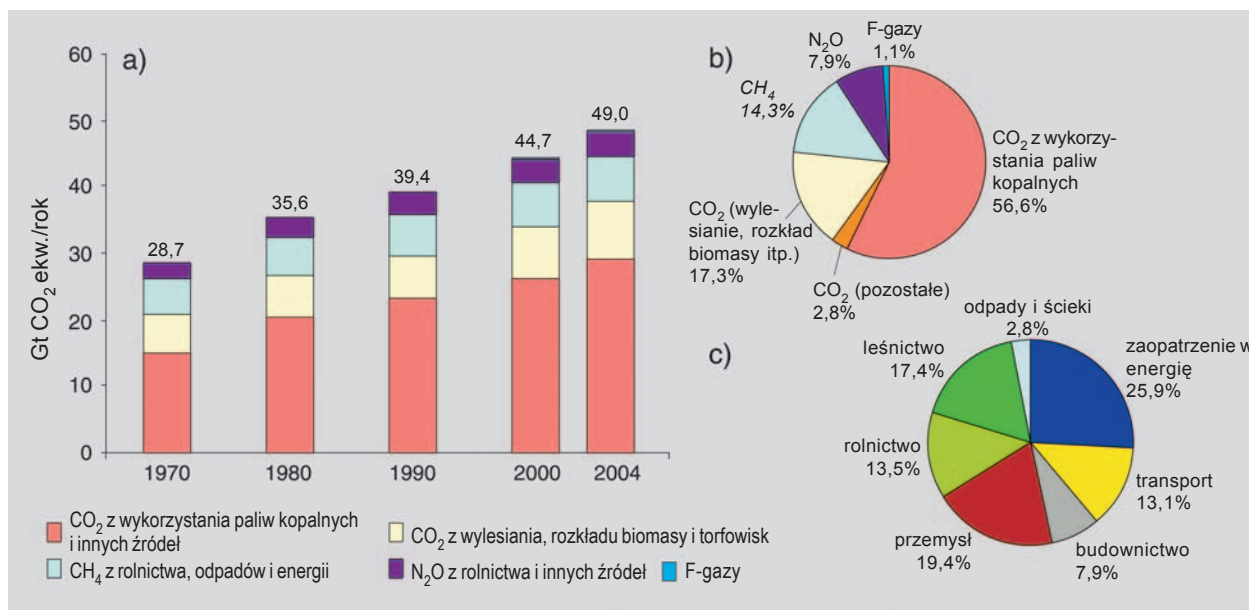
Dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>) jest najważniejszym antropogenicznym gazem cieplarnianym. Jego roczne emisje zwiększyły się między rokiem 1970 a 2004 o 80%, od 21 do 38 Gt i stanowiły 77% całkowitej antropogenicznej emisji gazów cieplarnianych w roku 2004 (rys. 2.1).

### Emisje i koncentracje ekwiwalentu dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub> ekw.)

Gazy cieplarniane różnią się wpływem ocieplającym (radiacyjnym wymuszeniem) na globalny system klimatyczny z powodu ich różnych właściwości radiacyjnych i różnych wartości czasu utrzymywania się w atmosferze. Te wpływy ocieplające mogą zostać wyrażone za pomocą wspólnej miary, opartej na wymuszeniu radiacyjnym dwutlenku węgla.

- **Emisja ekwiwalentna dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub> ekw.)** jest równoważna emisji CO<sub>2</sub>, która spowodowałaby takie samo wymuszenie radiacyjne, jak ilość emisji długo utrzymujących się w atmosferze gazów cieplarnianych lub mieszaniny tych gazów w określonym horyzoncie czasowym. Ekwiwalentna emisja CO<sub>2</sub> jest otrzymywana przez pomnożenie emisji gazu cieplarnianego przez jego wskaźnik globalnego ocieplenia (GPW) dla danego horyzontu czasowego<sup>6</sup>. Dla mieszaniny gazów cieplarnianych ekwiwalentna emisja CO<sub>2</sub> jest otrzymywana przez zsumowanie ekwiwalentnych emisji poszczególnych gazów. Ekwiwalentna emisja CO<sub>2</sub> jest standardową i użyteczną miarą w celu porównywania emisji różnych gazów cieplarnianych, ale nie powoduje takiej samej zmiany klimatu (patrz: WGI 2.10).
- **Koncentracja ekwiwalentu dwutlenku węgla** jest koncentracją CO<sub>2</sub>, która spowodowałaby tej samej wielkości wymuszenie radiacyjne co dana mieszanina CO<sub>2</sub> i innych składników wymuszających<sup>7</sup>.

### Globalne roczne emisje antropogenicznych gazów cieplarnianych



**Rysunek 2.1.** (a) Globalne roczne emisje antropogenicznych gazów cieplarnianych w latach 1970–2004<sup>5</sup>; (b) udział różnych antropogenicznych gazów cieplarnianych w całkowitej emisji w roku 2004 wyrażony w ekwiwalencie CO<sub>2</sub>; (c) udział różnych sektorów w całkowitej antropogenicznej emisji GHG w roku 2004 wyrażony w ekwiwalencie CO<sub>2</sub>, w leśnictwie ujęto wylesianie {WGIII rys. TS.1a, TS.1b, TS.2b}

<sup>4</sup> Wymuszenie radiacyjne jest miarą wpływu, jaki ma dany czynnik na zmianę bilansu docierającej i opuszczającej system Ziemia – atmosfera energii i jest indeksem ważności tego czynnika jako mechanizmu potencjalnych zmian klimatu. W tym raporcie wartości wymuszenia radiacyjnego są podawane w stosunku do warunków przed początkiem epoki przemysłowej datowanym na rok 1750 i są wyrażone w watach na metr kwadratowy (W/m<sup>2</sup>).

<sup>5</sup> Dotyczy jedynie dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), metanu (CH<sub>4</sub>), podtlenku azotu (N<sub>2</sub>O), fluorowęglowodorów (HFCs), perfluorowęglowodorów (PFCs) i sześćciofluorku siarki (SF<sub>6</sub>), których emisje objęte są Ramową konwencją Narodów Zjednoczonych w sprawie zmiany klimatu. Te gazy cieplarniane są ważone przez ich 100-letni wskaźnik globalnego ocieplenia, wykorzystując wartości zgodne z raportowanymi w ramach konwencji.

<sup>6</sup> Raport ten stosuje 100-letnie wartości wskaźnika globalnego ocieplenia i wartości numeryczne zgodne z raportowanymi w ramach konwencji.

<sup>7</sup> Takie wartości mogą dotyczyć jedynie gazów cieplarnianych lub kombinacji gazów cieplarnianych i aerozoli.

Tempo wzrostu emisji ekwiwalentu CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> ekw.) było znacznie wyższe w ostatnim 10-leciu, lata 1995–2004 (0,92 Gt CO<sub>2</sub> ekw. w ciągu roku), niż w poprzednim okresie, w latach 1970–1994 (0,43 Gt CO<sub>2</sub> ekw. w ciągu roku); {WGIII 1.3, TS.1, SPM}.

Największy wzrost emisji gazów cieplarnianych w latach 1970–2004 pochodzi z energetyki, transportu i przemysłu. Wzrost emisji pochodzący z budownictwa mieszkaniowego i budynków użyteczności publicznej, leśnictwa (włączając wylesianie) i rolnictwa był w tym okresie niższy. Sektorowe źródła emisji gazów cieplarnianych w roku 2004 są przedstawione na rys. 2.1c {WGIII 1.3, SPM}.

Wpływ zmniejszenia się globalnej energochłonności (-33%) na globalną emisję w latach 1970–2004 jest mniejszy niż łączny wpływ globalnego wzrostu dochodu (77%) i globalnego wzrostu populacji (69%), stanowiące główne przyczyny wzrostu emisji CO<sub>2</sub> pochodzenia energetycznego. Długotrwały trend zmniejszania się emisji CO<sub>2</sub> na jednostkę dostarczonej energii odwrócił się po roku 2000 {WGIII 1.3, rys. SPM.2, SPM}.

Różnice w dochodzie *per capita*, emisji *per capita* oraz energochłonności między poszczególnymi krajami pozostają istotne. W roku 2004 kraje z załącznika I do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmiany klimatu zamieszkiwało 20% światowej populacji, wytwarzały one 57% światowego produktu krajowego brutto, opartego na parytecie siły nabywczej (PKB<sub>ppp</sub>) i były odpowiedzialne za 46% globalnej emisji gazów cieplarnianych – rys. 2.2 {WGIII 1.3, SPM}.

## 2.2. Przyczyny zmiany klimatu

Zmiany atmosferycznej koncentracji gazów cieplarnianych i aerozoli, oraz zmiany pokrywy roślinnej łądów i promieniowania słonecznego zmieniają bilans energetyczny systemu klimatycznego i są przyczynami zmiany klimatu. Wpływają na absorpcję, rozpraszanie i emisję promieniowania w atmosferze i na powierzchni Ziemi. Wynikające z działania tych czynników dodatnie lub ujemne zmiany bilansu energetycznego są określane mianem wymuszenia radiacyjnego<sup>4</sup>, które jest stosowane do porównywania ocieplających lub ochładzających wpływów na globalny klimat {WGI TS.2}.

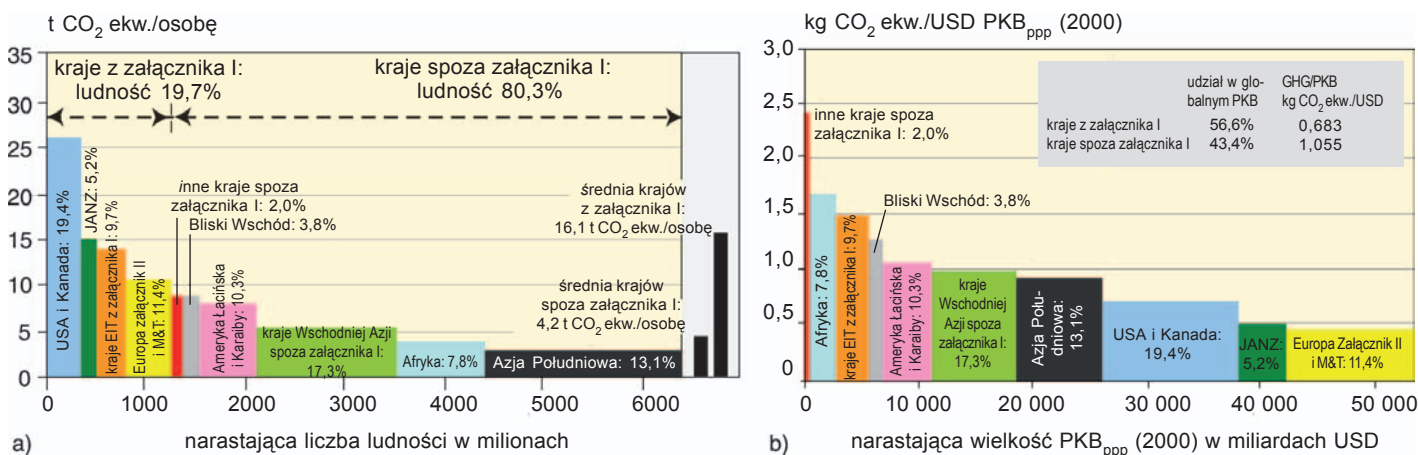
Działalność ludzka skutkuje emisją długo utrzymujących się w atmosferze czterech gazów cieplarnianych: dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), metanu (CH<sub>4</sub>), podtlenku azotu (N<sub>2</sub>O) i halowęglowodorów (grupy gazów zawierających fluor, chlor i brom). Koncentracja atmosferyczna gazów cieplarnianych zwiększa się, jeżeli emisja jest większa niż procesy usuwające.

**Globalna koncentracja atmosferyczna CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i N<sub>2</sub>O zwiększyła się znacząco od roku 1750 w efekcie działalności ludzkiej i obecnie znacznie przewyższa wartości z epoki przedprzemysłowej określone na podstawie rdzeni lodowych zawierających informacje z wielu tysięcy lat (rys. 2.3). Koncentracje atmosferyczne CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub> w roku 2005 przewyższały znacznie naturalny zakres wartości występujących w ostatnich 650 000 lat. Globalne zwiększenie się koncentracji CO<sub>2</sub> jest spowodowane przede wszystkim wykorzystaniem paliw kopalnych. Zmiana sposobu użytkowania gruntu również powoduje istotne, jakkolwiek mniejsze wzrosty. Bardzo prawdopodobne jest, że obserwowane zwiększanie się koncentracji CH<sub>4</sub> jest przede wszystkim skutkiem rozwoju rolnictwa i spalania paliw kopalnych. Wzrost koncentracji N<sub>2</sub>O jest przede wszystkim pochodzenia rolniczego {WGI 2.3, 7.3, SPM}.**

Globalna koncentracja CO<sub>2</sub> w atmosferze zwiększyła się od około 280 ppm na początku ery przemysłowej do 379 ppm w roku 2005. Roczne tempo zwiększania się koncentracji CO<sub>2</sub> było w okresie ostatnich 10 lat większe (średnia dla lat 1995–2005: 1,9 ppm/rok) niż kiedykolwiek od rozpoczęcia ciągłych bezpośrednich pomiarów atmosferycznych (średnia dla lat 1960–2005: 1,4 ppm/rok). Tempo zwiększania się koncentracji CO<sub>2</sub> ulega zmianom z roku na rok {WGI 2.3, 7.3, SPM; WGIII 1.3}.

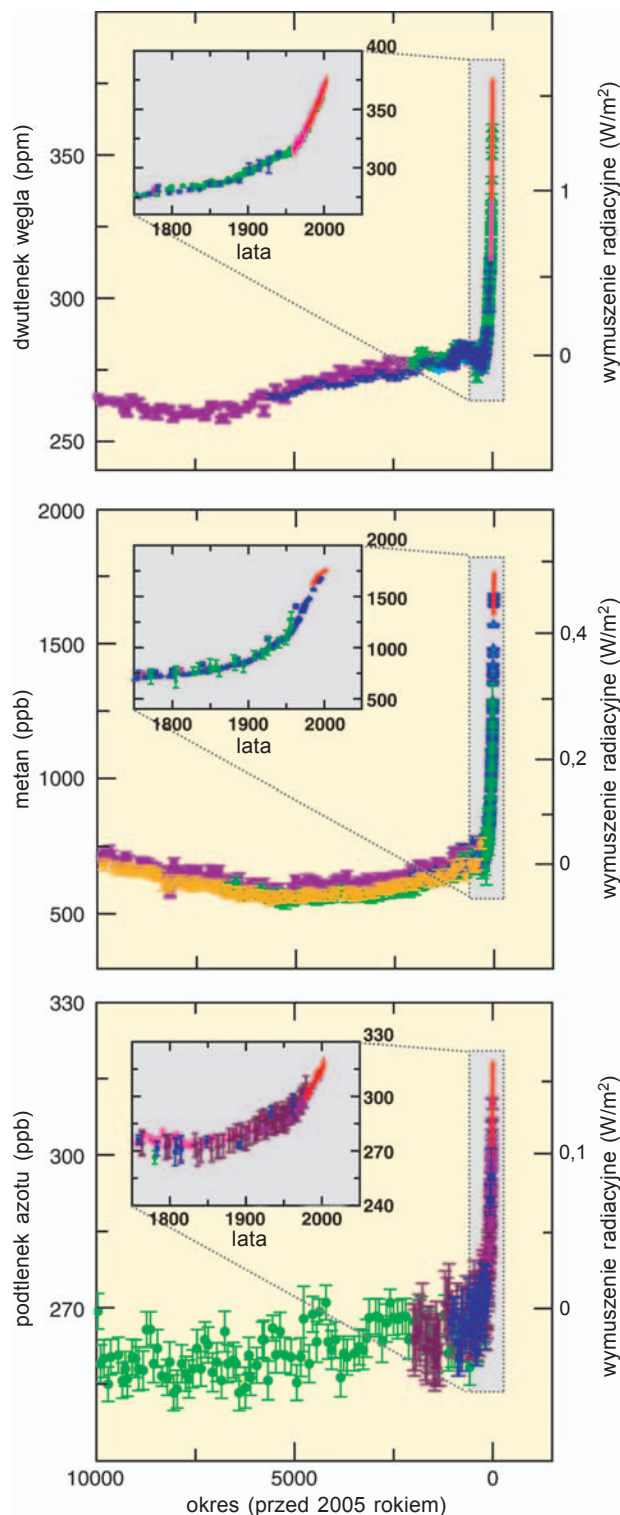
Globalna koncentracja CH<sub>4</sub> w atmosferze zwiększyła się od około 715 ppb na początku ery przemysłowej do 1732 ppb w roku 2005. Tempo zwiększania się koncentracji zmniejszyło się od wczesnych lat 90-tych XX wieku, zgodnie z całkowitą emisją (sumą emisji z naturalnych i z antropogenicznych źródeł), w stosunku do tła, które było niemalże stałe w tym okresie {WGI 2.3, 7.4, SPM}.

### Regionalne rozmieszczenie emisji gazów cieplarnianych w odniesieniu do populacji i Produktu Krajowego Brutto opartego na parytecie siły nabywczej



**Rysunek 2.2.** (a) Rozkład regionalny emisji gazów cieplarnianych per capita według populacji różnych grup krajów w roku 2004 (definicja grup znajduje się w załączniku); (b) Rozkład regionalnej emisji gazów cieplarnianych w odniesieniu do PKB wyrażonego w USD opartego na parytecie siły nabywczej (PKB<sub>ppp</sub>) względem PKB grup krajów w roku 2004. Procenty podane w słupkach na obu wykresach oznaczają udział regionów w globalnej emisji gazów cieplarnianych {WGIII rys. SPM.3a, SPM.3b}

### Zmiany koncentracji gazów cieplarnianych na podstawie rdzeni lodowych i danych współczesnych



**Rysunek 2.3.** Koncentracja  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  i  $\text{N}_2\text{O}$  w atmosferze w ostatnich 10 000 lat (duży panel) i od roku 1750 (wykres wewnętrzny). Prezentowane pomiary pochodzą z rdzeni lodowych (różne kolory symboli dotyczą danych z różnych analiz) oraz próbek atmosferycznych (czerwona linia). Związane z tym wymuszenia radiacyjne w stosunku do wartości z roku 1750 są przedstawione na osi pionowej znajdującej się po prawej stronie dużego wykresu {WGI rys. SPM.1}

Globalna koncentracja  $\text{N}_2\text{O}$  w atmosferze zwiększyła się od około 270 ppb na początku ery przemysłowej do 319 ppb w roku 2005 {WGI 2.3, 7.4, SPM}.

Od okresu przemysłowego koncentracja wielu halowęglowodorów (włączając chlorofluorowęglowodory) od bliskiej zera koncentracji tła zwiększyła się głównie z powodu działalności ludzkiej {WGI 2.3, SPM; SROC SPM}.

**Jest bardzo wysoce pewne, że powodem ocieplenia, z wymuszeniem radiacyjnym  $+1,6$  [od  $+0,6$  do  $+2,4$ ]  $\text{W/m}^2$  – rys. 2.4 w skali globalnej jest działalność człowieka od 1750 roku {WGI 2.3, 6.5, 2.9, SPM}.**

Łączne wymuszenie radiacyjne wynikające ze wzrostu koncentracji  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  i  $\text{N}_2\text{O}$  wynosi  $+2,3$  [od  $+2,1$  do  $+2,5$ ]  $\text{W/m}^2$ . *Bardzo prawdopodobne* jest, że tempo jego wzrostu w okresie przemysłowym jest bez precedensu w okresie dłuższym niż 10 000 lat (rys. 2.3 i 2.4). Wymuszenie radiacyjne  $\text{CO}_2$  zwiększyło się o 20% w latach 1995–2005, jest to największa zmiana w okresie co najmniej ostatnich 200 lat {WGI 2.3, 6.4, SPM}.

Antropogeniczny udział w emisji aerozoli (głównie siarczany, organiczny i czarny węgiel, azotany i pył) wspólnie wywołują efekt ochładzający, z całkowitym bezpośrednim wymuszeniem radiacyjnym  $-0,5$  [od  $-0,9$  do  $-0,1$ ]  $\text{W/m}^2$  oraz pośrednim wymuszeniem albedo chmur wynoszącym  $-0,7$  [od  $-1,8$  do  $-0,3$ ]  $\text{W/m}^2$ . Aerozole wpływają także na opady {WGI 2.4, 2.9, 7.5, SPM}.

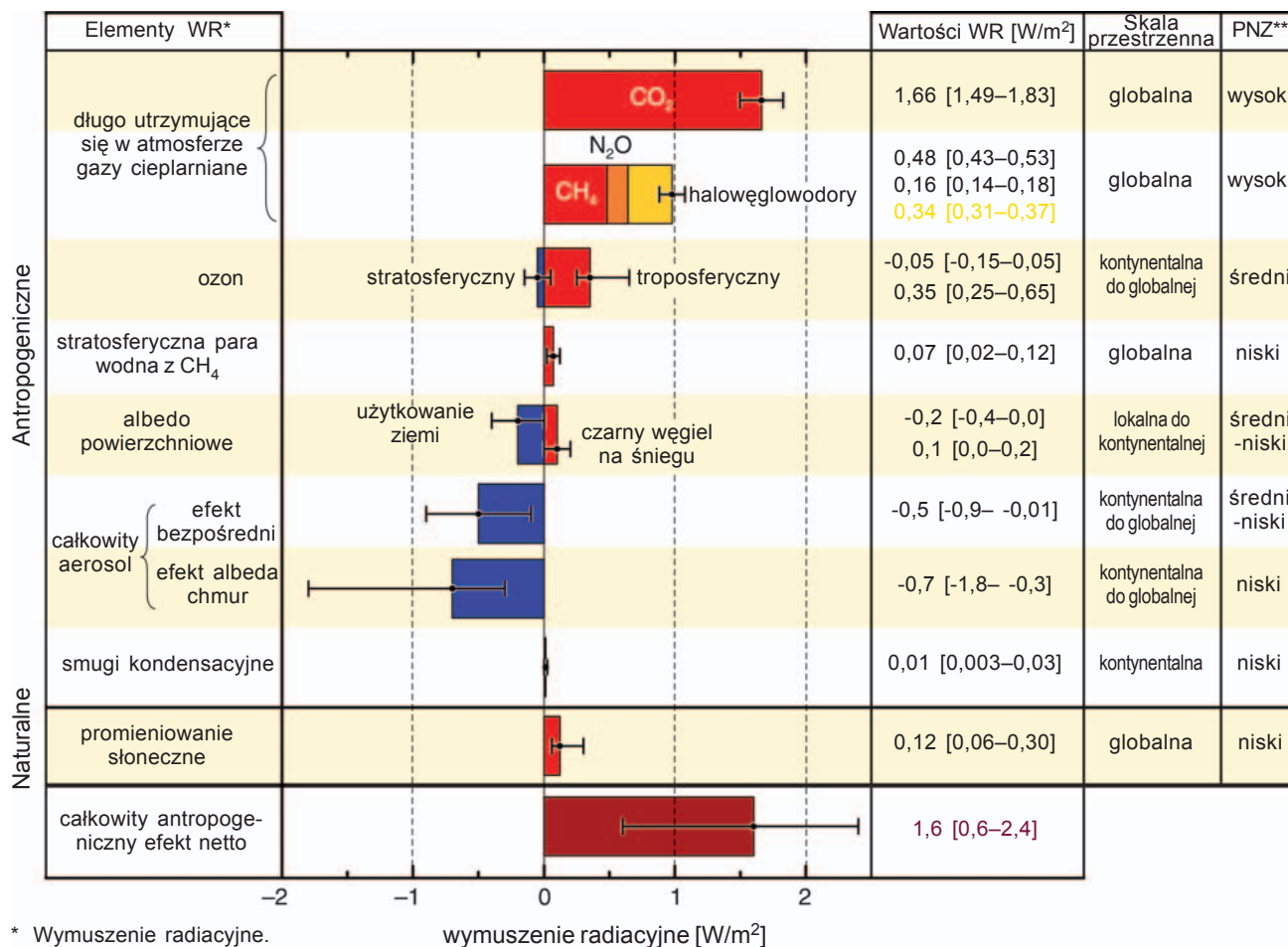
Dla porównania szacuje się, że zmiany aktywności słonecznej od roku 1750 spowodowały powstanie małego wymuszenia radiacyjnego wynoszącego  $+0,12$  [od  $+0,06$  do  $+0,30$ ]  $\text{W/m}^2$ , które jest co najmniej o połowę mniejsze od szacowanego w TAR {WGI 2.7, SPM}.

### 2.3. Wrażliwość klimatu i sprzężenia zwrotne

Wrażliwość klimatu w stanie równowagi jest miarą odpowiedzi systemu klimatycznego na utrzymujące się wymuszenie radiacyjne. Zdefiniowana jest ona jako zbilansowane globalne ocieplenie powierzchni, towarzyszące podwojeniu koncentracji  $\text{CO}_2$ . Postęp jaki nastąpił po opublikowaniu TAR pozwala ocenić, że jest *prawdopodobne*, że wrażliwość klimatu zawiera się między 2 a  $4,5^\circ\text{C}$ , z najlepszymi szacunkami na poziomie  $3^\circ\text{C}$  oraz że *bardzo nieprawdopodobne* jest, aby była ona mniejsza niż  $1,5^\circ\text{C}$ . Wartości znacząco większe od  $4,5^\circ\text{C}$  nie mogą zostać wykluczone, ale zgodność modeli z obserwacjami jest dla tego przedziału wartości niewysoka {WGI 8.6, 9.6, ramka 10.2, SPM}.

Sprzężenia zwrotne mogą wzmacniać lub osłabiać odpowiedź systemu na dane wymuszenie. Bezpośrednia emisja pary wodnej (gazu cieplarnianego) związana z działalnością ludzką stanowi nieistotny wkład do wymuszenia radiacyjnego. Ponieważ temperatura globalna wzrośnie, wzrośnie również koncentracja pary wodnej w troposferze, co stanowi kluczowe dodatnie sprzężenie, a nie wymuszenie powodujące zmianę klimatu. Zmiany koncentracji pary wodnej stanowią największe sprzężenie zwrotne wpływające na wrażliwość klimatu w stanie równowagi i są obecnie lepiej zrozumiane niż w TAR. Największym źródłem niepewności pozostają sprzężenia zwrotne związane z chmurami. Przestrzenne zróżnicowanie odpowiedzi systemu klimatycznego jest w znacznym stopniu kontrolowane przez procesy klimatyczne oraz sprzężenia zwrotne. Na przykład reakcje zwrotne związane z albedo lodu morskiego przyczyniają się do wzmocnienia reakcji w obszarach polarnych szerokości geograficznych {WGI 2.8, 8.6, 9.2, TS.2.1.3, TS.2.5, SPM}.

## Składowe wymuszenia radiacyjne



\* Wymuszenie radiacyjne.

\*\* Poziom Naukowego Zrozumienia.

**Rysunek 2.4.** Średnie globalne wymuszenie radiacyjne (RF) w roku 2005 (najlepsze szacunki oraz 5 i 95% przedziały ufności) w stosunku do koncentracji CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O w roku 1750 i innych ważnych czynników i mechanizmów, wspólnie z typowym geograficznym zasięgiem (skala przestrzenna) wymuszenia i oszacowany poziom naukowego zrozumienia (PNZ). Aerosole pochodzące z wybuchów wulkanicznych przyczyniają się do epizodycznych przypadków ochłodzeń trwających przez kilka lat po wybuchu. Zakres podany dla smug kondensacyjnych nie obejmuje innych możliwych efektów wpływu lotnictwa na zachmurzenie {WGI rys. SPM.2}

Ocieplenie redukuje lądowe i oceaniczne pochłanianie atmosferycznego CO<sub>2</sub>, zwiększając jednocześnie odsetek antropogenicznej emisji pozostającej w atmosferze. Ten dodatni mechanizm sprzężenia zwrotnego cyklu węglowego prowadzi do większego wzrostu koncentracji atmosferycznej CO<sub>2</sub> i większej zmiany klimatu przy danym scenariuszu emisyjnym, ale siła tego sprzężenia zwrotnego różni się znacząco w zależności od modelu {WGI 7.3, TS.5.4, SPM; WGII 4.4}.

## 2.4. Określenie przyczyn zmian klimatu

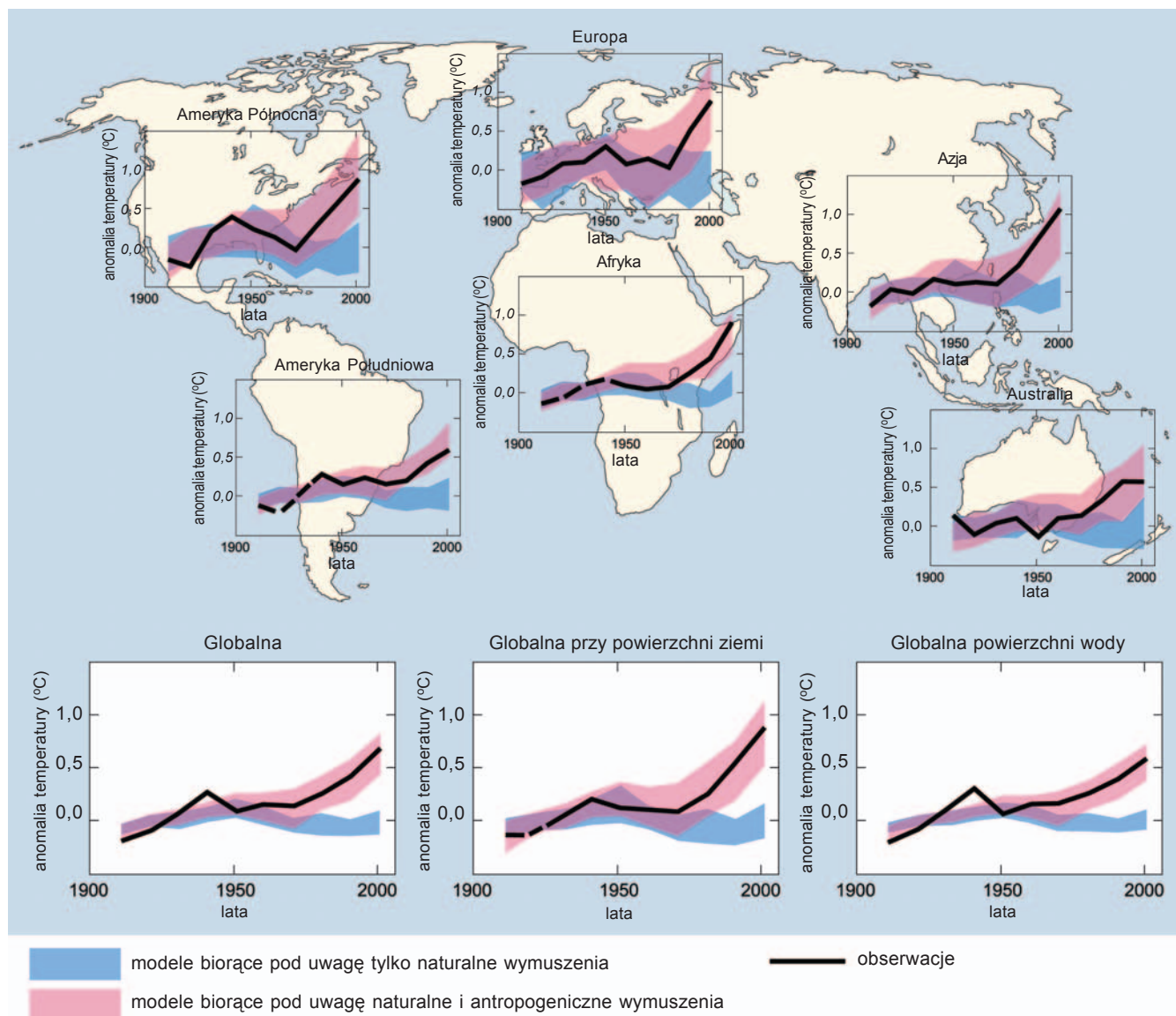
Wskazanie przyczyn pozwala ocenić czy obserwowane zmiany klimatu są ilościowo zgodne z oczekiwaną reakcją na zewnętrzne wymuszenie (np. zmiany promieniowania słonecznego lub koncentracji gazów cieplarnianych) a także czy są one niespójne z alternatywnymi lecz fizycznie akceptowanymi wyjaśnieniami {WGITS.4, SPM}.

**Większość obserwowanego wzrostu globalnej temperatury od połowy XX wieku jest bardzo prawdopodobnie spowodowana obserwowanym wzrostem koncentracji antropogenicznych GHG<sup>8</sup>. Stanowi to postęp w stosunku do TAR, gdzie w konkluzjach stwierdzano, że „większość obserwowanego w ostatnich 50 latach globalnego ocieplenia jest prawdopodobnie wynikiem wzrostu koncentracji GHG” – rys. 2.5 {WGI 9.4, SPM}.**

Obserwowane powszechne ocieplenie atmosfery i oceanu łącznie z utratą masy lodu pozwala na stwierdzenie, że jest w *najwyższym stopniu nieprawdopodobne*, aby globalna zmiana klimatu w ostatnich 50 latach mogła zostać wytłumaczona z pominięciem zewnętrznego wymuszenia, natomiast jest *bardzo prawdopodobne*, że nie jest ona spowodowana jedynie przez znane przyczyny naturalne. We wspomnianym okresie suma wymuszenia słonecznego i wulkanicznego powinna

<sup>8</sup> Rozważania odnośnie pozostałej niepewności oparte są na obecnych metodologiach.

## Globalna i kontynentalna zmiana temperatury



**Rysunek 2.5.** Porównanie obserwowanych zmian temperatury powierzchni w skali kontynentalnej i globalnej z wynikami symulacji globalnych modeli klimatu obejmującymi albo naturalne przyczyny zmian, albo zarówno naturalne, jak i antropogeniczne wymuszenia. Średnie wartości dekadowe obserwacji przedstawiono dla lat 1906–2005 (linia czarna) w punktach centrowanych w środku poszczególnych dekad i w stosunku do odpowiadających im średnich wartości dla okresu od 1901 r. do 1950 r. Linie przerywane oznaczają przestrzenne pokrycie analizowanego obszaru mniejsze od 50%. Zakresowany na niebiesko pas przedstawia zakres zmienności wyznaczony przez 5 i 95% zakres wartości dla 19 symulacji wykonanych z pomocą 5 modeli klimatu, wykorzystujących jedynie naturalne wymuszenia, tj. promieniowanie Słońca i aktywność wulkaniczną. Zakresowany na czerwono pas pokazuje 5 i 95% zakres wartości określony w oparciu o 58 symulacji wykonanych z wykorzystaniem 14 modeli klimatu, biorących pod uwagę naturalne i antropogeniczne wymuszenia {WGI rys. SPM.4}.

prawdopodobnie powodować ochłodzenie, a nie ocieplenie. Ocieplenie systemu klimatycznego zostało stwierdzone na podstawie zmian temperatury powierzchni kuli ziemskiej, w atmosferze oraz grubej na kilkaset metrów przypowierzchniowej warstwie oceanu. Obserwowany charakter troposferycznego ocieplenia i stratosferycznego ochłodzenia jest *bardzo prawdopodobnie* spowodowany zarówno wpływem wzrostu koncentracji GHG jak i zmniejszenia koncentracji ozonu stratosferycznego. Samo zwiększenie koncentracji GHG *prawdopodobnie* powodowałoby większe ocieplenie od obserwowanego, ponieważ wulkaniczne i antropogeniczne aerozole kompensują ocieplenie, które w przeciwnym razie miałyby miejsce {WGI 2.9, 3.2, 3.4, 4.8, 5.2, 7.5, 9.4, 9.5, 9.7, TS.4.1, SPM}.

**Prawdopodobne jest, że w okresie ostatnich 50 lat występuje istotne antropogeniczne ocieplenie na wszystkich kontynentach, poza Antarktyką – rys. 2.5 {WGI 3.2, 9.4, SPM}.**

Obserwowane rozkłady przestrzenne ocieplenia, włączając większe ocieplenia nad lądami niż nad oceanami oraz ich zmiany w czasie są symulowane jedynie przez modele, które uwzględniają wymuszenie antropogeniczne. Żaden sprzężony globalny model klimatu, który uwzględniał jedynie naturalne wymuszenia nie odtwarzał tendencji średniego ocieplenia nad poszczególnymi kontynentami w drugiej połowie XX wieku, z wyłączeniem Antarktyki {WGI 3.2, 9.4, TS.4.2, SPM}.



Wciąż występują trudności w symulacjach modelowych i wskazaniu przyczyn obserwowanych zmian klimatu w mniejszych skalach przestrzennych. W tych skalach, naturalna zmienność klimatu jest stosunkowo duża, utrudniając rozpoznanie zmian spowodowanych przez zewnętrzne wymuszenia. Niepewność dotycząca lokalnych wymuszeń, związana z aerozolami i zmianami w użytkowaniu gruntu, oraz sprzężenia zwrotne powodują, że oszacowanie wpływu wzrostu GHG na obserwowane w małych skalach zmiany temperatury jest trudne {WGI 8.3, 9.4, SPM}.

**Postęp w stosunku do TAR pokazuje, że dostrzegalny wpływ człowieka na średnią temperaturę rozszerzył się na inne aspekty klimatu, także temperatury ekstremalne i przestrzenny rozkład pola wiatru {WGI 9.4, 9.5, SPM}.**

Temperatura szczególnie ekstremalnie gorących nocy, zimnych nocy i zimnych dni *najprawdopodobniej* wzrosła z przyczyn antropogenicznych. Jest *dosyć prawdopodobne*, że z przyczyn antropogenicznych wzrosło ryzyko występowania fal ciepła. Jest *prawdopodobne*, że czynniki antropogeniczne przyczyniły się do zmian pola wiatrów, szlaku cyklonów ekwatorialnych w umiarkowanych szerokościach geograficznych i rozkładu temperatury na obu półkulach. Jednakże obserwowane zmiany cyrkulacji atmosferycznej na półkuli północnej są większe od symulowanych przez modele jako reakcje systemu na zmiany wymuszenia zachodzące w XX wieku {WGI 3.5, 3.6, 9.4, 9.5, 10.3, SPM}.

Jest *bardzo prawdopodobne*, że reakcja na antropogeniczne wymuszenie przyczyniła się do podniesienia poziomu morza w drugiej połowie XX wieku. Istnieją dowody wpływu człowieka na cykl hydrologiczny, obejmujące obserwowane wielkoskalowe zmiany rozkładu opadów na obszarach lądowych w XX wieku. Jest *dosyć prawdopodobne*, że swoją działalnością ludzkość przyczyniła się do globalnego trendu powiększania się obszarów objętych suszą od lat 70-tych XX wieku

oraz wzrostu częstotliwości występowania przypadków ekstremalnych opadów {WGI 3.3, 5.5, 9.5, TS.4.1, TS.4.3}.

**Antropogeniczne ocieplenie w ostatnich trzech dekadach miało *prawdopodobnie* dostrzegalny wpływ na obserwowane w skali globalnej zmiany wielu systemów fizycznych i biologicznych {WGII 1.4}.**

Wyniki badań zdecydowanie wskazują, że jest *bardzo nieprawdopodobne*, aby przestrzenna zgodność między regionami o istotnym ociepleniu w skali globu i lokalizacje istotnych obserwowanych zmian w wielu systemach naturalnych wynikających z ocieplenia powodowane były przez naturalną zmienność temperatury lub naturalną zmienność systemów. Wiele przypadków modelowania wskazuje na charakterystyczne reakcje systemów fizycznych i biologicznych na antropogeniczne ocieplenie, jakkolwiek jedynie kilka tego rodzaju badań zostało przeprowadzonych. Rozważając wyniki modeli i dowody istotnego antropogenicznego ocieplenia w skali wszystkich kontynentów (poza Antarktyką) w okresie ostatnich 50 lat jest *prawdopodobne*, że antropogeniczne ocieplenie w okresie ostatnich trzech dekad miało dostrzegalny wpływ na wiele naturalnych systemów {WGI 3.2, 9.4, SPM; WGII 1.4, SPM}.

Ograniczenia i braki w seriach danych uniemożliwiają obecnie bardziej kompletne wskazanie przyczyn obserwowanych reakcji systemu przyrodniczego na antropogeniczne ocieplenie. Dostępne analizy są ograniczone zarówno pod względem liczby systemów, długości rozważanych rekordów danych, jak również ich lokalizacji. Naturalna zmienność temperatury jest większa w skali regionalnej niż globalnej, w ten sposób wpływając na określenie zmian na skutek zewnętrznych wymuszeń. W skali regionalnej inne pozaklimatyczne czynniki (takie jak użytkowanie gruntu, zanieczyszczenia i inwazyjne gatunki) mają również swój wpływ {WGII 1.2, 1.3, 1.4, SPM}.



# 3

---

## Zmiana klimatu i jej wpływ w krótkim i długim okresie w scenariuszach

---

### 3.1. Scenariusze emisji

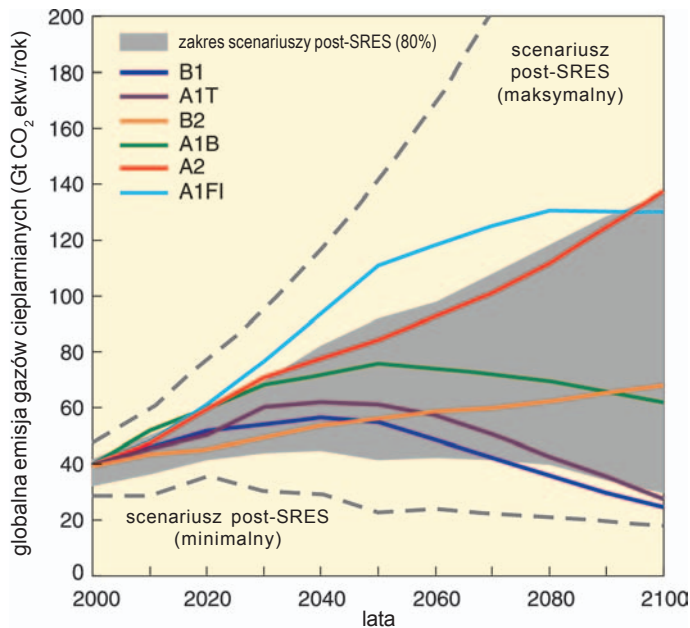
Istnieje **duża zgodność oraz wiele dowodów<sup>9</sup>**, że przy obecnej polityce łagodzenia zmian klimatu i związanych z nią praktyk zrównoważonego rozwoju, globalna emisja gazów cieplarnianych będzie się nasilać w ciągu najbliższych kilku dekad. Bazowe scenariusze emisyjne opublikowane po ukazaniu się Specjalnego Raportu nt. Scenariuszy Emisyjnych (SRES, 2000) są porównywalne z przedstawionymi w SRES; patrz ramka nt. scenariuszy SRES i rysunek 3.1<sup>10</sup> {WGIII 1.3, 3.2, SPM}.

W scenariuszach SRES zakładano wzrost bazowej globalnej emisji GHG w zakresie od 9,7 do 36,7 Gt ekwiwalentu CO<sub>2</sub> (od 25 do 90%) pomiędzy rokiem 2000 a 2030. W scenariuszach tych przyjęto, że paliwa kopalne utrzymają dominującą rolę w globalnym rynku energii do roku 2030, a nawet po nim. Z tego powodu przewiduje się, że we wspomnianym okresie emisja CO<sub>2</sub> z sektora energetycznego wzrośnie od 40 do 110% {WGIII 1.3, SPM}.

Analizy opublikowane po ukazaniu się SRES (tj. scenariusze post-SRES) posługiwały się niższymi wartościami niektórych przyczyn zmian emisji, szczególnie projekcjami populacji. Jednakże, w przypadku badań uwzględniających nowe przewidywania dotyczące populacji, zmiany innych czynników wymuszających, jak np. wzrost ekonomiczny, powodują niewielkie zmiany ogólnego poziomu emisji. Przewidywany rozwój ekonomiczny Afryki, Ameryki Łacińskiej i Środkowego Wschodu do roku 2030 w scenariuszach post-SRES jest niższy, od tego który zakładały scenariusze SRES, jakkolwiek ma to niewielki wpływ na globalny rozwój ekonomiczny i całkowitą emisję {WGIII 3.2, TS.3, SPM}.

Aerozole mają w ostatecznym wyniku wpływ ochładzający. Reprezentacja emisji aerozoli i ich prekursorów, włączając dwutlenek siarki, sadzę i węgiel organiczny uległa poprawie od czasu SRES. Zasadniczo, przewiduje się, że emisje tych związków będą niższe niż to miało miejsce w SRES {WGIII 3.2, TS.3, SPM}.

Scenariusze emisji gazów cieplarnianych od roku 2000 do 2100 w warunkach braku dodatkowych działań



**Rysunek 3.1.** Globalna emisja gazów cieplarnianych (wyrażona w ekwiwalencie CO<sub>2</sub> w skali roku lub CO<sub>2</sub> ekw./rok) w przypadku braku podjęcia jakichkolwiek dodatkowych działań: sześć objaśniających scenariuszy SRES (linie kolorowe) i zakres percentyla 80% dla obecnych scenariuszy opublikowanych po SRES, post-SRES (obszar zakreskowany w kolorze szarym). Linie przerywane pokazują pełen zakres scenariuszy post-SRES. Emisja uwzględnia: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O i fluorowane gazy cieplarniane {WGIII 1.3, 3.2, rys. SPM.4}

Dostępne wyniki badań wskazują, że wybór kursu wymiany na potrzeby Krajowego Produktu Brutto (rynkowy kurs wymiany walut, MER lub parytet siły nabywczej, PPP) nie wpływa istotnie na przewidywane emisje, jeśli tylko jest stosowany konsekwentnie<sup>11</sup>. Jeśli występują ja-

#### Scenariusze SRES

SRES odnosi się do scenariuszy opisanych w Specjalnym Raporcie IPCC nt. Scenariuszy Emisyjnych (SRES, 2000). Scenariusze SRES są pogrupowane w cztery rodziny (A1, A2, B1 i B2), które obrazują alternatywne ścieżki rozwoju, uwzględniając szeroki zakres czynników wymuszających, takich jak: demografia, ekonomia, technologia i wynikające z nich emisje gazów cieplarnianych. Scenariusze SRES nie uwzględniają żadnych dodatkowych elementów działań klimatycznych poza aktualnie obowiązującymi. Projekcje emisji są szeroko stosowane w ocenach przyszłej zmiany klimatu a ich założenia dotyczące zmian społeczno-ekonomicznych, demograficznych i technologicznych są wykorzystywane jako dane wejściowe w wielu obecnych ocenach dotyczących wrażliwości klimatycznej i wpływu zmian klimatu {WGI 10.1; WGII 2.4; WGIII TS.1, SPM}.

Linia rozwoju A1 zakłada bardzo gwałtowny rozwój ekonomiczny świata, osiągnięcie maksimum populacji w połowie stulecia oraz gwałtowne wprowadzenie nowych i bardzo wydajnych technologii. Linia ta jest podzielona na trzy grupy, które opisują alternatywne kierunki zmian technologicznych: intensywne wykorzystanie paliw kopalnych (A1FI), wykorzystanie niekopalnych zasobów energii (A1T) oraz zrównoważone wykorzystanie wszystkich źródeł (A1B). Linia B1 opisuje świat konwergentny, z tą samą ścieżką rozwoju populacji, ale z bardziej gwałtownymi zmianami struktury ekonomicznej usług i informacji. Linia B2 opisuje świat o średniej populacji i średnim wzroście ekonomicznym, uwydatniając lokalne rozwiązania ekonomiczne, socjalne i zrównoważenie środowiskowe. Linia A2 opisuje świat bardzo różnorodny, o silnym wzroście populacji, wolnym rozwoju ekonomicznym i wolnych zmianach technologicznych. Żadne prawdopodobieństwo nie zostało przypisane do żadnego scenariusza {WGIII TS.1, SPM}.

<sup>9</sup> Stwierdzenia dotyczące zgodności/dowodów zapisane kursywą przedstawiają ważne wyrażenie niepewności i ufnosci. Patrz ramka „Omówienie kwestii niepewności” we Wprowadzeniu w celu wyjaśnienia tych terminów.

<sup>10</sup> Scenariusze bazowe uwzględniają tylko działania klimatyczne obecnie obowiązujące. Najaktualniejsze badania różnią się w porównaniu z Ramową konwencją Narodów Zjednoczonych w sprawie zmiany klimatu i Protokołu z Kioto. Ścieżki emisji scenariuszy łagodzących są omawiane w zagadnieniu 5.

<sup>11</sup> Po opublikowaniu TAR rozpoczęto dyskusje na temat stosowania różnych kursów wymiany walut w scenariuszach emisji. Stosuje się dwie jednostki do porównania Krajowego Produktu Brutto (PKB) pomiędzy krajami. MER stosuje się w przypadku analiz obejmujących produkty wymiany międzynarodowej. Stosowanie PPP jest preferowane do analiz dotyczących krajów o bardzo odlegającym poziomie rozwoju. Większość jednostek monetarnych jest podawanych w tym raporcie w MER. Znajduje to odzwierciedlenie w zdecydowanej większości literatury związanej z zapobieganiem emisji. Jeżeli jednostki monetarne są wyrażone w PPP, oznaczane jest to jako PKB<sub>PPP</sub> {WGIII SPM}.

kierunków różnice to są one małe w stosunku do niepewności związanych z przyjętymi założeniami dotyczącymi innych parametrów w scenariuszach, np. zmian technologicznych {WGIII 3.2, TS.3, SPM}.

### 3.2. Projekcje przyszłych zmian klimatu

**W najbliższych dwóch dekadach spodziewane jest ocieplenie o około 0,2°C w ciągu dekady dla większości scenariuszy emisyjnych SRES. Nawet jeżeli koncentracje wszystkich gazów cieplarnianych i aerozoli pozostałyby niezmiennione na poziomie roku 2000, spodziewane byłoby dalsze ocieplenia rzędu 0,1°C w ciągu dekady. Po tym okresie projekcje temperatury silnie zależą od specyfiki poszczególnych scenariuszy emisyjnych – rysunek 3.2 {WGI 10.3, 10.7; WGIII 3.2}.**

Od pierwszego raportu IPCC w roku 1990, sprawdzone projekcje sugerowały wzrost średniej globalnej temperatury w latach 1990–2005 od około 0,15 do 0,3°C w ciągu dekady. Można to obecnie porównać z obserwowanymi wartościami około 0,2°C w ciągu dekady co zwiększa zaufanie do projekcji na najbliższy okres {WGI 1.2, 3.2}.

#### 3.2.1. Zmiany globalne w XXI wieku

**Emisja gazów cieplarnianych na dotychczasowym lub wyższym poziomie będzie powodowała dalsze ocieplenie i będzie generowała wiele zmian w globalnym systemie klimatycznym w XXI wieku, które bardzo prawdopodobnie będą większe od tych, które obserwowano w XX wieku {WGI 10.3}.**

Postęp w modelowaniu klimatycznym umożliwi obecnie lepsze oceny i *prawdopodobne* szacowanie zakresów niepewności związanych

z projekcjami ocieplenia dla różnych scenariuszy emisji. Tabela 3.1 prezentuje wartości „najlepiej oszacowane” i *prawdopodobne* zakresy globalnego średniego przypowierzchniowego ocieplenia powietrza dla sześciu scenariuszy emisyjnych SRES, uwzględniających sprzężenie klimat – cykl węglowy {WGI 10.5}.

Mimo, że projekcje te są generalnie spójne z zakresem podawanym w TAR (od 1,4 do 5,8°C), to nie są one bezpośrednio porównywalne. Oszacowane górne zakresy dla projekcji temperatury są większe od tych z TAR, głównie dlatego, że większa liczba dostępnych obecnie modeli sugeruje silniejsze sprzężenie zwrotne pomiędzy klimatem a cyklem węglowym. Na przykład w scenariuszu A2 sprzężenie zwrotne klimat – cykl węglowy zwiększa odpowiadające mu średnie globalne ocieplenie do roku 2100 o ponad 1°C. Sprzężenia zwrotne węglowe są omawiane w zagadnieniu 2.3 {WGI 7.3, 10.5, SPM}.

Ponieważ zrozumienie pewnych ważnych procesów powodujących podnoszenie się poziomu morza jest zbyt ograniczone, raport niniejszy nie szacuje prawdopodobieństwa, ani nie podaje wartości „najlepiej szacowanej” lub górnej granicy podniesienia się poziomu morza. Oparte na modelach projekcje podniesienia się globalnego poziomu morza do końca XXI wieku (lata 2090–2099) są zaprezentowane w tabeli 3.1. Dla każdego scenariusza punkt środkowy zakresu w tabeli 3.1 jest w granicach 10% średnich wartości dla okresu od 2090 do 2099 podawanych w TAR. Zakresy są węższe niż w TAR, głównie z powodu poprawienia informacji na temat niektórych niepewności związanych z przewidywanymi przyczynami<sup>12</sup>. Projekcje poziomu morza nie zawierają niepewności sprzężeń zwrotnych klimat – cykl węglowy ani nie zawierają pełnego efektu zmian splotu z lodolodów z powodu niedostatku badań opisanych w literaturze. Dlatego górne wartości podanych zakresów nie mogą być traktowane jako górne zakresy możliwego podniesienia poziomu morza. Projekcje zawierają składowe wynikające ze zwiększającego się splotu lodolodów Grenlandii i Antarktyki w tempie obserwowanym w latach 1993–2003, ale tempo to może zarówno wzrosnąć, jak i osłabnąć

**Tabela 3.1.** Projektowane globalne ocieplenie przypowierzchniowe oraz podniesienie poziomu morza na koniec XXI wieku {WGI 10.5, 10.6, tab. 10.7, tab. SPM.3}

Przypadek	Zmiana temperatury (°C, w latach 2090–2099 w stosunku do lat 1980–1999) <sup>a,d</sup>		Podniesienie poziomu morza (m, w latach 2090–2099 w stosunku do lat 1980–1999)
	Wartość „najlepiej szacowana”	Prawdopodobny zakres	Zakres oparty na modelach wykluczający przyszłe nagłe dynamiczne zmiany splotu lodu
Koncentracja stała na poziomie 2000 roku <sup>b</sup>	0,6	0,3–0,9	niedostępna
B1	scenariusz	1,8	1,1–2,9 0,18–0,38
A1T	scenariusz	2,4	1,4–3,8 0,20–0,45
B2	scenariusz	2,4	1,4–3,8 0,20–0,43
A1B	scenariusz	2,8	1,7–4,4 0,21–0,48
A2	scenariusz	3,4	2,0–5,4 0,23–0,51
A1FI	scenariusz	4,0	2,4–6,4 0,26–0,59

Uwagi:

- Podane temperatury to wartość najlepiej szacowana oraz prawdopodobny zakres niepewności, wynikający z użycia modeli o różnej złożoności oraz ograniczeń prowadzonych obserwacji.
- Stały skład dla roku 2000 jest otrzymany tylko z symulacji modelu AOGCM.
- Wszystkie powyższe scenariusze są wskaźnikowymi scenariuszami SRES. Przepuszczalne koncentracje CO<sub>2</sub> ekw. odpowiadające obliczonym wymuszaniom radiacyjnym związanym z GHG i aerozolami w roku 2100 (zobacz strona 823 WGI TAR) dla scenariuszy B1, A1T, B2, A1B, A2 i A1FI wynoszą odpowiednio około 600, 700, 800, 850, 1250 oraz 1550 ppm.
- Zmiany temperatury są określone jako różnice w stosunku do lat 1980–1999. Aby wyrazić zmiany w stosunku do lat 1850–1899 należy dodać 0,5°C.

<sup>12</sup> W TAR projekcje dotyczyły roku 2100, tym razem dotyczą one okresu od 2090 do 2099. W TAR mielibyśmy do czynienia z podobnym zakresem niepewności, jak wynikającym z tabeli 3.1, gdyby tylko niepewności były określane w ten sam sposób.

w przyszłości. Jeśli ten wkład wzrastałby liniowo ze zmianami globalnej temperatury, górne zakresy podniesienia się poziomu morza, dla scenariuszy SRES pokazane w tabeli 3.1, wzrosłyby od 0,1 do 0,2 m<sup>13</sup> {WGI 10.6, SPM}.

### 3.2.2. Regionalne zmiany klimatu w XXI wieku

**Obecnie istnieje większa pewność niż w TAR w zakresie przewidywanych rozkładów ocieplenia i innych jego cech regionalnych oraz dotyczących rozkładu wiatru, opadów, niektórych zjawisk ekstremalnych oraz lodu morskiego {WGI 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 9.4, 9.5, 10.3, 11.1}.**

Przewidywane ocieplenie w XXI wieku pokazuje niezależnie od scenariusza podobny do obserwowanego w ostatnich kilku dekadach geograficzny rozkład zmian. Silniejsze ocieplenie, analogiczne z obecnie występującymi trendami, jest spodziewane nad lądami oraz w bardzo wysokich szerokościach geograficznych, słabsze w rejonie Oceanu Południowego (w pobliżu Antarktyki) i nad północną częścią Północnego Atlantyku – rysunek 3.2, prawy {WGI 10.3, SPM}.

Obszar pokrywy śnieżnej będzie się kurczył. Powszechny wzrost głębokości rozmarzania jest przewidywany na większości obszarów występowania wiecznej zmarzliny. Wszystkie scenariusze SRES przewidują topnienie lodu morskiego w obszarze Arktyki i Antarktyki. W niektórych projekcjach Arktyka w ostatnich latach XXI wieku późnym latem jest niemalże w całości wolna od lodu morskiego {WGI 10.3, 10.6, SPM; WGII 15.3.4}.

Jest *bardzo prawdopodobne*, że ekstremalna temperatura, fale ciepła i przypadki opadów nawalnych będą występować częściej {SYR tab. 3.2; WGI 10.3, SPM}.

Jest *prawdopodobne*, że w przyszłości cyklony tropikalne (tajfuny i huragany) będą bardziej intensywne, z większymi prędkościami maksymalnymi wiatru i dużo silniejszymi opadami związanymi z postępującym wzrostem powierzchniowej temperatury wody morskiej w strefie tropikalnej. Projekcje dotyczące zmniejszenia liczby cyklonów tropikalnych są mniej pewne. Widoczny od roku 1970 wzrost udziału bardzo intensywnych sztormów w niektórych regionach jest dużo większy niż symulowany dla tego okresu przy obecnie wykorzystywanych modelach {WGI 3.8, 9.5, 10.3, SPM}.

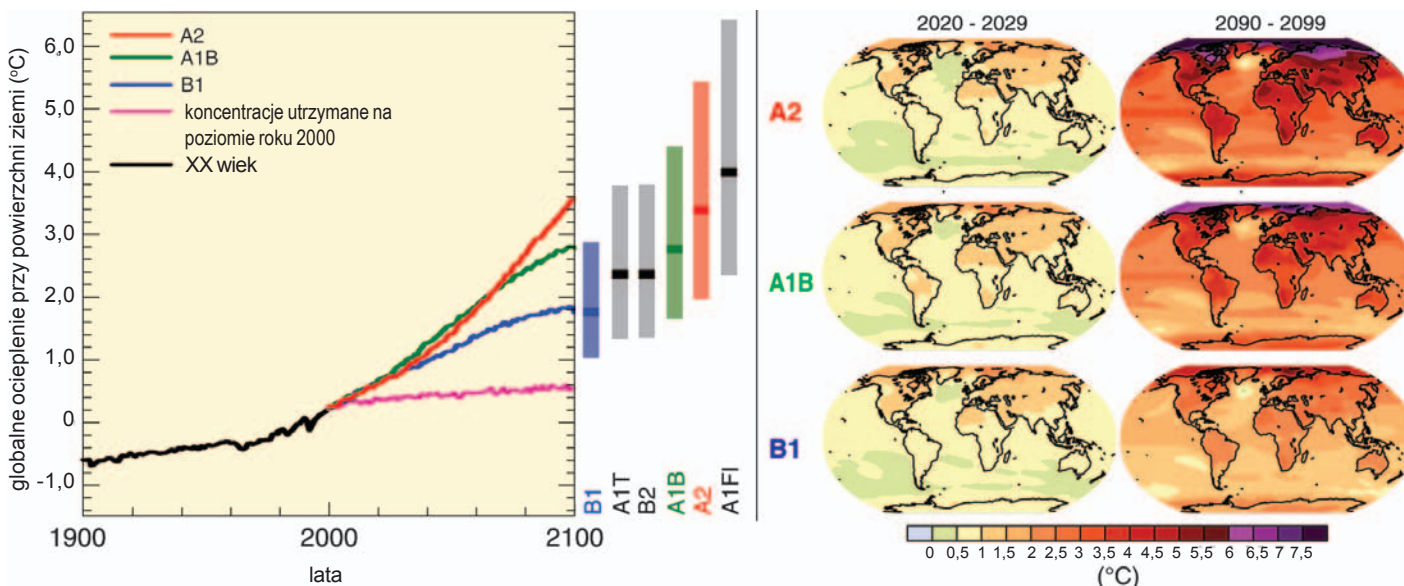
Przewidywane jest przesunięcie szlaku cyklonów z umiarkowanych szerokości geograficznych w kierunku biegunów wraz ze związanymi z tym zmianami przestrzennego rozkładu wiatrów, opadów i temperatury, co będzie kontynuacją przestrzennego rozkładu obserwowanych w ostatnim półwieczu trendów {WGI 3.6, 10.3, SPM}.

W stosunku do TAR nastąpiła poprawa w rozumieniu projekcji przestrzennego rozkładu opadów. Wzrost wysokości opadów jest *bardzo prawdopodobny* w wysokich szerokościach geograficznych podczas, gdy zmniejszenie wysokości opadów jest *prawdopodobne* na większości subtropikalnych obszarów lądowych (o około 20% w scenariuszu A1B w roku 2100, rys. 3.3) zgodnie z obserwowanymi obecnie trendami {WGI 3.3, 8.3, 9.5, 10.3, 11.2–11.9, SPM}.

### 3.2.3. Zmiany po XXI wieku

**Antropogeniczne ocieplenie oraz podnoszenie poziomu morza będzie następowało przez stulecia z powodu bezwładności procesów klimatycznych i sprzężeń zwrotnych, nawet jeżeli koncentracje gazów cieplarnianych zostaną ustabilizowane {WGI 10.4, 10.5, 10.7, SPM}.**

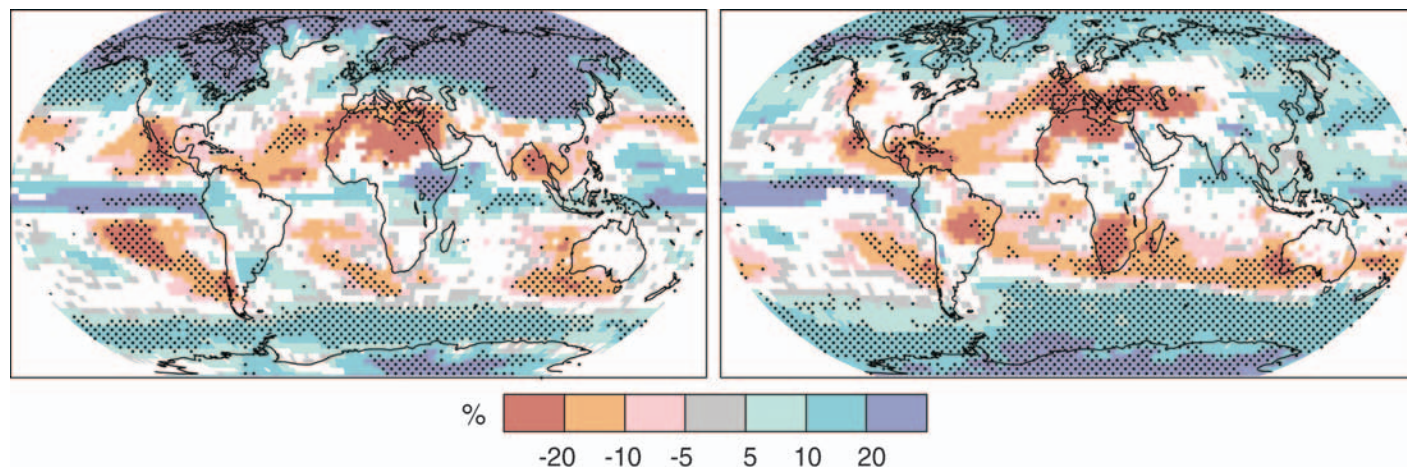
Projekcje ocieplenia przy powierzchni Ziemi za pomocą oceaniczno-atmosferycznych modeli ogólnej cyrkulacji



**Rysunek 3.2. Rysunek lewy:** Linie ciągłe przedstawiają wielomodelowe średnie globalne ocieplenie powierzchni (w stosunku do lat 1980–1999) dla następujących scenariuszy SRES: A2, A1B i B1, przedstawionych jako kontynuacje XX-wiecznych symulacji. Linia pomarańczowa przedstawia rezultaty eksperymentu, w którym koncentracje są stałe na poziomie roku 2000. Słupki w środku rysunku oznaczają najlepsze szacunki (linia ciągła na słupku) i prawdopodobne zakresy oszacowane dla sześciu znacznikowych scenariuszy SRES dla okresu od 2090 do 2099 w stosunku do lat 1980–1999. Ocena najlepszych szacunków i prawdopodobnych zakresów na słupkach uwzględnia rezultaty modelowania z wykorzystaniem oceaniczno-atmosferycznych modeli ogólnej cyrkulacji, jak również sekwencje niezależnych modeli oraz ograniczenia obserwacyjne. **Rysunek prawy:** Przewidywane zmiany temperatury powierzchniowej w początkowym i końcowym okresie XXI wieku w stosunku do lat 1980–1999. Rysunki pokazują średnie wartości dla dekad od 2020 do 2029 (lewa część) i od 2090 do 2099 (prawa część) wielomodelowych projekcji z wykorzystaniem oceaniczno-atmosferycznych modeli ogólnej cyrkulacji dla następujących scenariuszy SRES A2 (górną), A1B (środek) i B1 (dół) {WGI 10.4, 10.8, rys. 10.28, 10.29, SPM}

<sup>13</sup> W przypadku dyskusji dotyczącej dłuższego okresu, patrz sekcja 3.2.3 i 5.2.

## Wielomodelowa projekcja zmian rozkładu opadów



**Rysunek 3.3.** Względne zmiany wysokości opadów (w procentach) w latach 2090–2099 w stosunku do lat 1980–1999. Wartości przedstawiają wielomodelowe średnie scenariusza SRES A1B w okresie grudzień–luty (na lewo) i czerwiec–sierpień (na prawo). Na biało oznaczono obszary, gdzie mniej niż 66% modeli zgadza się w zakresie znaku zmian. Obszary, na których występuje zgodność ponad 90% modeli co do znaku zmian są wykropkowane {WGI rys. 10.9, SPM}

Jeżeli wymuszenie radiacyjne zostanie ustabilizowane, przez utrzymanie wszystkich składników wymuszenia radiacyjnego na niezmiennym poziomie przewidywanym przez scenariusze B1 lub A1b dla roku 2100, to jak pokazują eksperymenty z wykorzystaniem modeli, spodziewany jest dalszy wzrost temperatury o około 0,5 °C do roku 2200. Dodatkowo, tylko wskutek rozszerzalności cieplnej poziomu morza podniesie się od 0,3 do 0,8 m (w stosunku do wartości z okresu od 1980 do 1999) do roku 2300. Termiczne zwiększenie objętości wszechoceanu i w konsekwencji poziomu morza będzie trwało przez wiele stuleci, z powodu inercji czasowej związanej z przekazywaniem ciepła w głąb oceanu {WGI 10.7, SPM}.

Przewiduje się, że kurczenie lodolodu Grenlandii będzie miało wpływ na podniesienie poziomu morza po roku 2100. Utrata masy lodu według obecnych modeli będzie gwałtowniejsza z powodu wzrostu temperatury niż jej akumulacja związana ze wzrostem wysokości opadów, co w konsekwencji prowadzić będzie do ujemnego bilansu masy (wypadkowa utrata lodu) w warunkach globalnego ocieplenia (w stosunku do wartości przedprzemysłowych) przekraczającego 1,9 do 4,6 °C. Jeśli taki ujemny bilans masy utrzymywałby się przez tysiąclecia, doprowadziłoby to do niemalże całkowitej eliminacji lodolodu grenlandzkiego, co spowodowałoby wzrost poziomu morza o około 7 m. Odpowiadające temu przyszłe zmiany tempe-

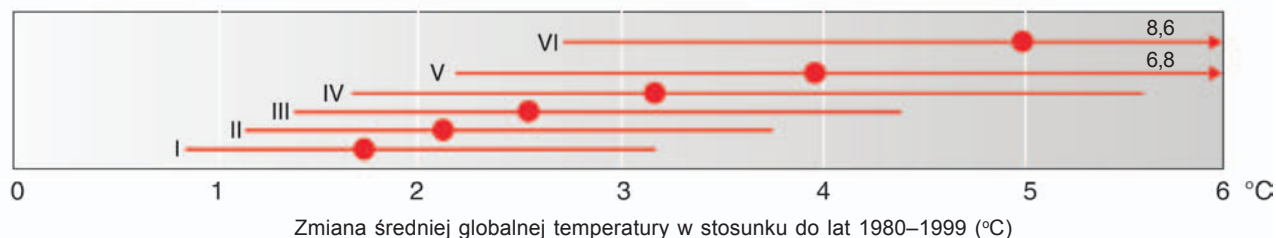
ratury na Grenlandii (od 1,9 do 4,6 °C) są porównywalne do oszacowanych dla ostatniego okresu interglacjalnego około 125 000 lat temu, gdzie badania paleoklimatyczne sugerują ograniczenie zasięgu lodów polarnych oraz podniesienie poziomu morza od 4 do 6 m {WGI 6.4, 10.7, SPM}.

Procesy dynamiczne związane ze spływem lodu są nieuwzględnione w obecnych modelach, ale jak sugerują najnowsze obserwacje, mogą spowodować wzrost podatności lodolodów na ocieplenie przyczyniając się do podniesienia poziomu morza w przyszłości. Zrozumienie tych procesów jest ograniczone i brak jest konsensusu co do ich natężenia {WGI 4.6, 10.7, SPM}.

Aktualne badania z wykorzystaniem globalnych modeli przewidują, że lodolód antarktyczny pozostanie zbyt zimny, aby ulegać powszechnemu topnieniu i będzie akumulował masę w wyniku wzrostu opadów śniegu. Jednakże utrata masy lodu może wystąpić, jeśli dynamiczny spływ lodu zdominuje bilans masy {WGI 10.7, SPM}.

Zarówno przeszła, jak i przyszła antropogeniczna emisja CO<sub>2</sub> będzie stale wpływać na ocieplenie i podniesienie poziomu morza przez dłuższy niż tysiąclecie, z powodu skali czasowej procesów usuwania tych gazów z atmosfery {WGI 7.3, 10.3, rys. 7.12, rys. 10.35, SPM}.

## Szacunkowe wielowiekowe ocieplenie w stosunku do lat 1980–1999 dla kategorii stabilizacyjnych zdefiniowanych przez AR4



**Rysunek 3.4.** Szacunkowe długoterminowe (wielowiekowe) ocieplenie odpowiadające sześciu opracowanym przez WGIII (AR4) kategoriom stabilizacyjnym (tab. 5.1). Skala temperatury została przesunięta o 0,5 °C w stosunku do przedstawionej w tabeli 5.1, aby uwzględnić przybliżone ocieplenie od czasów przedprzemysłowych do lat 1980–1999. Dla większości poziomów stabilizacyjnych średnia globalna temperatura osiąga poziom równowagi przez kilka stuleci. Dla scenariuszy emisji gazów cieplarnianych prowadzących do stabilizacji na poziomach porównywalnych ze scenariuszami SRES B1 i A1B w roku 2100 (600 i 850 ppm ekwiwalentu CO<sub>2</sub>; kategoria IV i V), oszacowane modele przewidują, że około 65 do 70% szacunkowego wzrostu globalnej temperatury równowagi, zakładając wrażliwość klimatu na poziomie 3 °C, zostanie osiągnięte w momencie stabilizacji. W przypadku scenariuszy o znacznie niższych poziomach stabilizacyjnych (kategoria I i II, rys. 5.1) temperatura równowagi może zostać osiągnięta wcześniej {WGI 10.7.2}

Szacunkowe długoterminowe (wielowiekowe) ocieplenie odpowiadające sześciu opracowanym przez WGIII (AR4) kategoriom stabilizacyjnym jest przedstawione na rysunku 3.4.

### 3.3. Skutki przyszłych zmian klimatu

**Obecnie dysponujemy bardziej szczegółowymi informacjami o skutkach przyszłych zmian w szerokim zakresie systemów i sektorów, także tych nieujętych w poprzednich raportach {WGII TS.4, SPM}.**

Poniżej przedstawiono kluczowe rezultaty<sup>14</sup> dotyczące wpływu przewidywanej na XXI wiek zmiany klimatu na systemy, sektory i regiony. Zaprezentowano również oceny ich wrażliwości<sup>15</sup>. Jeśli nie podano innego, poziom pewności przewidywań jest *wysoki*. Wzrost średniej globalnej temperatury powietrza jest podawany w odniesieniu do lat 1980–1999. Dodatkowe informacje na temat skutków zmian można znaleźć w raporcie WG II {WGII SPM}.

#### 3.3.1. Wpływ na systemy i sektory

##### Ekosystemy

- Zdolność regeneracji wielu ekosystemów w XXI wieku zostanie *prawdopodobnie* przekroczona w wyniku współdziałania zmiany klimatu z towarzyszącymi zaburzeniami (np. powodzie, susze, pożary, plagi owadów, zakwaszenie oceanów) i innymi czynnikami o zasięgu globalnym, takimi jak zmiany użytkowania ziemi, zanieczyszczenie środowiska, fragmentacja naturalnych systemów, nadmierna eksploatacja surowców {WGII 4.1–4.6, SPM}.
- Wychwył węgiel przez ekosystemy lądowe *prawdopodobnie* osiągnie najwyższe wartości przed rokiem 2150, a następnie osłabnie lub jego kierunek ulegnie odwróceniu<sup>16</sup>, przyczyniając się tym samym do wzmocnienia zmiany klimatu {WGII 4.ES, rys. 4.2, SPM}.
- Około 20–30% spośród wziętych pod uwagę gatunków zwierząt i roślin będzie *prawdopodobnie* zagrożonych wyginieciem, jeśli wzrost średniej globalnej temperatury powietrza przekroczy 1,5 do 2,5°C, *średnia pewność* {WGII 4.ES, rys. 4.2, SPM}.
- W konsekwencji wzrostu średniej globalnej temperatury powietrza przekraczającego od 1,5 do 2,5°C i towarzyszącego mu wzrostowi koncentracji CO<sub>2</sub>, przewiduje się duże zmiany struktur i funkcji ekosystemów, wzajemnych oddziaływań między gatunkami, jak również granic ich występowania, skutkujące spadkiem bioróżnorodności i mniejszymi możliwościami wykorzystania zasobów ekosystemów, np. zaopatrzenia w wodę i żywność {WGII 4.4, ramka TS.6, SPM}.

##### Żywność

- Przewiduje się, że wydajność plonów wzrośnie nieznacznie w średnich i wysokich szerokościach geograficznych, ze względu na wzrost średniej temperatury obszaru od 1 do 3°C (zależnie od rodzaju upraw), a następnie – po przekroczeniu tej granicy – spadnie, *średnia pewność* {WGII 5.4, SPM}.
- W niskich szerokościach geograficznych, zwłaszcza na obszarach sezonowo suchych i zwrotnikowych, wydajność plonów spadnie nawet przy niewielkim lokalnym wzroście średniej temperatury powie-

trza (rzędu 1–2°C), co zwiększy ryzyko wystąpienia głodu, *średnia pewność* {WGII 5.4, SPM}.

- W skali globalnej przewiduje się wzrost potencjału produkcji żywności przy wzroście średniej temperatury powietrza w granicach od 1 do 3°C, po przekroczeniu tej granicy nastąpi spadek potencjału produkcji, *średnia pewność* {WGII 5.4, 5.5, SPM}.

##### Wybrzeża

- W wyniku zmiany klimatu i podniesienia poziomu morza wybrzeża będą narażone na wzrastające ryzyko zniszczenia, zwłaszcza erozji brzegów. Efekt ten będzie nasilany przez wzrastającą presję człowieka na obszary przybrzeżne, *bardzo wysoka pewność* {WGII 6.3, 6.4, SPM}.
- Przewiduje się, że do 2080 roku o wiele więcej milionów ludzi niż obecnie będzie doświadczało corocznych powodzi, wynikających z podniesienia poziomu morza. Liczba dotkniętych osób będzie największa na obszarach gęsto zaludnionych i na niskoleżących obszarach deltowych Azji i Afryki; szczególnie podatne na zmiany poziomu morza są małe wyspy, *bardzo wysoka pewność* {WGII 6.4, 6.5, tab. 6.11, SPM}.

##### Przemysł, osadnictwo i społeczeństwo

- Najbardziej wrażliwe gałęzie przemysłu, jednostki osadnicze i społeczeństwa, to zasadniczo te, które zajmują obszar morskich i rzecznych równin zalewowych oraz których ekonomia jest ściśle powiązana z zasobami wrażliwymi na zmianę klimatu, i które zajmują obszary podatne na ekstremalne zjawiska pogodowe, zwłaszcza tam, gdzie zachodzą gwałtowne procesy urbanizacyjne {WGII 7.1, 7.3, 7.4, 7.5, SPM}.
- Szczególnie wrażliwe mogą być społeczności ubogie, zwłaszcza zamieszkujące obszary o dużym ryzyku {WGII 7.2, 7.4, 5.4, SPM}.

##### Zdrowie

- Przewiduje się, że stan zdrowia milionów ludzi ulegnie pogorszeniu, np. przez wzrastające niedożywienie; większą liczbę ofiar śmiertelnych, chorób i obrażeń w efekcie ekstremalnych zjawisk pogodowych; więcej zatruc pokarmowych; wzrost częstości chorób układu krążenia i oddechowego, wskutek większej koncentracji ozonu w strefie przygruntowej na obszarze miast (efekt zmiany klimatu); zmiany w rozmieszczeniu przestrzennym niektórych chorób zakaźnych {WGI 7.4, ramka 7.4; WGII 8.ES, 8.2, 8.4, SPM}.
- Zmiana klimatu może przynieść pewne korzyści w strefie klimatu umiarkowanego, takie jak mniejsza liczba zgonów w wyniku wychłodzenia oraz mniej korzystne efekty, np. zmiany w zasięgu i możliwościach przenoszenia się malarii w Afryce. Generalnie przewiduje się, że korzyści będą mniejsze niż negatywne skutki wzrostu temperatury, zwłaszcza w krajach rozwijających się {WGII 8.4, 8.7, 8ES, SPM}.
- Niezwykle istotnego znaczenia nabiorą czynniki, które bezpośrednio kształtują zdrowie społeczeństwa: edukacja, opieka zdrowotna, inicjatywy prozdrowotne oraz infrastruktura i rozwój gospodarczy {WGII 8.3, SPM}.

##### Woda

- Wpływ zmian klimatu na zasoby wodne ma kluczowe znaczenie dla wszystkich sektorów i regionów. Kwestie te zostały przedstawione poniżej w ramce „Zmiana klimatu i zasoby wodne”.

<sup>14</sup> Kryteria wyboru: rozmiar skutków i ich umiejscowienie w czasie, stopień pewności oceny, reprezentatywności systemu, sektora i regionu.

<sup>15</sup> Wrażliwość na zmianę klimatu to stopień podatności na niekorzystne zmiany i niezdolność do przystosowania się do nich.

<sup>16</sup> Zakładając ciągłe emisje gazów cieplarnianych na obecnym lub wyższym poziomie oraz inne globalne zmiany, w tym zmiany użytkowania gruntów.



## Zmiana klimatu i zasoby wodne

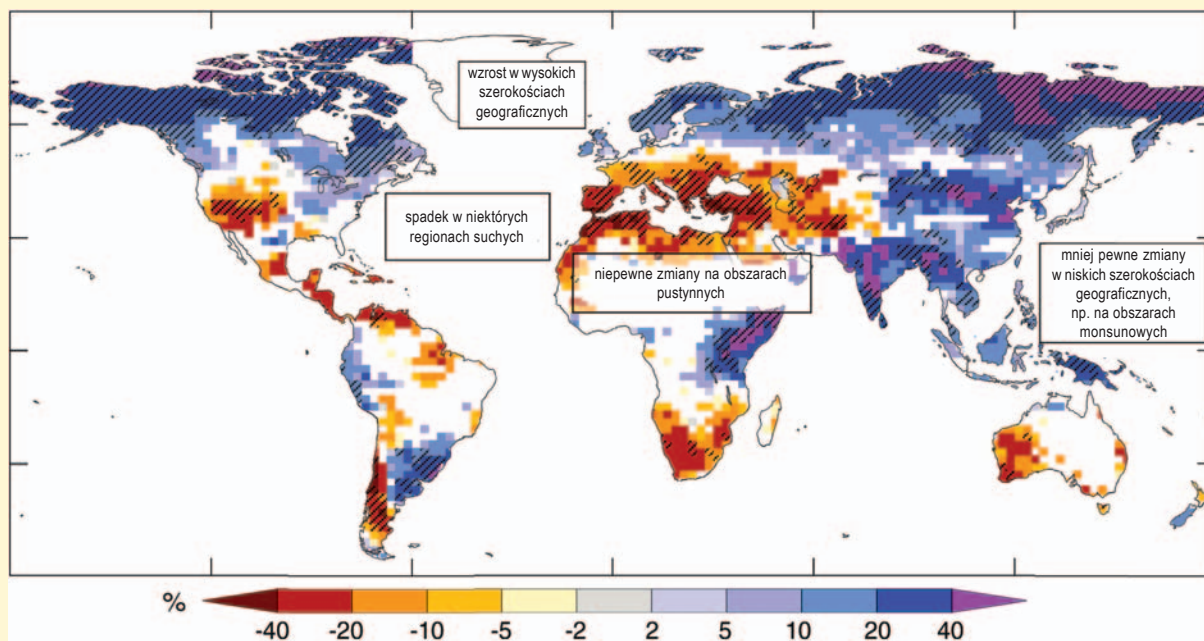
Przewiduje się, że w wyniku zmiany klimatu obecna presja na zasoby wodne, wynikająca ze wzrostu liczby ludności oraz zmian gospodarczych i użytkowania powierzchni Ziemi (w tym urbanizacja), ulegnie znacznemu wzmoczeniu. W skali regionalnej kluczową rolę w kształtowaniu dostępności do zasobów wody słodkiej odgrywają: pokrywa śnieżna gór, lodowce oraz małe czapy lodowe. Powszechne topnienie lodowców oraz zmniejszanie pokrywy śnieżnej, obserwowane na przestrzeni kilku ostatnich dziesięcioleci, ulegnie w XXI wieku przyspieszeniu, przyczyniając się do spadku dostępności zasobów wodnych, spadku potencjału hydroenergetycznego oraz zmian reżimu hydrologicznego rzek, zasilanych wodą z topniejących śniegów i lodowców głównych pasm górskich (np. Hindukusz, Himalaje, Andy), zamieszkałych obecnie przez 1/6 populacji światowej {WGI 4.1, 4.5; WGII 3.3, 3.4, 3.5}.

Zmiany opadów atmosferycznych (rys. 3.3) i temperatury powietrza (rys. 3.2) prowadzą do zmian wielkości odpływu rzeczno (rys. 3.5) i dostępności wody. Z *wysoką pewnością* przewiduje się, że do połowy wieku nastąpi wzrost odpływu rzeczno o 10 do 40% w wysokich szerokościach geograficznych i w niektórych wilgotnych regionach strefy tropikalnej, w tym gęsto zaludnionych obszarach wschodniej i południowo-wschodniej Azji. W tym samym okresie, w wyniku spadku wysokości opadów atmosferycznych i zwiększonej ewapotranspiracji, nastąpi spadek odpływu rzeczno o 10 do 30%, w suchych regionach strefy umiarkowanej i tropikalnej. Z *wysoką pewnością* można także zakładać, że zmniejszenie zasobów wodnych dotknie wiele półsuchych regionów (np. basen Morza Śródziemnego, zachodnia część USA, południowa Afryka, północno-wschodnia Brazylia). Zwiększy się zasięg występowania obszarów dotkniętych suszą, co może mieć niekorzystny wpływ na różne dziedziny życia, np. rolnictwo, zaopatrzenie w wodę, produkcja energii, zdrowie. Regionalnie należy spodziewać się dużego wzrostu zapotrzebowania na wodę wykorzystywaną do nawodnień {WGI 10.3, 11.2–11.9; WGII 3.4, 3.5, rys. 3.5, TS.4.1, ramka TS.5, SPM}.

Negatywne wpływy zmiany klimatu na systemy słodkowodne przeważają nad korzyściami (*wysoka pewność*). Obszary, dla których przewiduje się spadek odpływu rzeczno, zmierzają się z ograniczonymi możliwościami wykorzystania zasobów wodnych (*bardzo wysoka pewność*). Korzystne efekty wzrostu rocznego odpływu rzeczno, w niektórych regionach, zostaną prawdopodobnie ograniczone przez niekorzystny wpływ większej zmienności opadów atmosferycznych i sezonowych zmian odpływu na zasoby wodne, jakość wody i ryzyko powodzi {WGII 3.4, 3.5, TS.4.1}.

Dostępne wyniki badań przewidują znaczący wzrost częstości intensywnych opadów w wielu regionach, także w tych, w których średnie sumy opadów ulegną zmniejszeniu. Konsekwencją będzie większe ryzyko powodzi, które stanowią zagrożenie dla ludności i infrastruktury oraz niekorzystnie wpływają na jakość wody. Jest *prawdopodobne*, że do 2080 roku nawet 20% ludności świata będzie żyło na obszarach, dla których ryzyko powodzi rzecznych wzrośnie. Przewiduje się, że wzrost częstości i wielkości powodzi i susz niekorzystnie wpłynie na rozwój zrównoważony. Wzrastająca temperatura przyczyni się do zmian fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwości słodkowodnych jezior i rzek, stanowiąc zagrożenie dla wielu słodkowodnych gatunków, elementów środowiska i jakości wód. Wzrastający poziom morza spowoduje wzrost zasolenia wód gruntowych w strefach przybrzeżnych, przyczyniając się do ograniczenia zasobów wody {WGI 11.2–11.9; WGII 3.2, 3.3, 3.4, 4.4}.

### Zgodność modeli i prognozy względnych zmian odpływu do końca XXI wieku



**Rysunek 3.5.** Wielkoskalowe względne zmiany rocznego odpływu (dostępność wody, w %) dla okresu od 2090 do 2099 w stosunku do lat 1980–1999. Wartości przedstawiają medianę wyników 12 modeli klimatu wykorzystujących scenariusz SRES A1B. Biały kolor pokazuje obszary, na których mniej niż 66% z 12 modeli było zgodnych co do znaku zmiany, natomiast dla obszarów zakreślowanych, powyżej 90% modeli było zgodnych co do znaku zmiany. Podstawą wyboru 12 modeli była jakość symulacji obserwowanego w XX wieku wielkoskalowego odpływu. Powyższa mapa przedstawia ogólny, wielkoskalowy zarys zmian odpływu i nie odzwierciedla zmian w mniejszych skalach czasowych i przestrzennych. Na obszarach, na których wielkość opadów i odpływu jest bardzo mała (np. pustynie), nawet niewielkie bezwzględne zmiany wielkości odpływu mogą prowadzić do znacznych zmian procentowych. W niektórych regionach znak prognozowanej zmiany odpływu różni się od obecnie obserwowanych trendów. Na niektórych obszarach o przewidywanym wzroście wielkości odpływu mogą zachodzić odmienne zmiany w skali sezonów, takie jak wzrost odpływu w porze wilgotnej i jego spadek w porze suchej. Badania przeprowadzone z wykorzystaniem wyników tylko kilku modeli klimatu mogą znacząco różnić się od zaprezentowanych wyników {WGI rys. 3.4, dopasowany do założeń rys. SYR 3.3; WGII 3.3.1, 3.4.1, 3.5.1}.

### Badania przeprowadzone od czasu TAR umożliwiły lepsze rozpoznanie skali i czasu występowania skutków zmiany klimatu {WGII SPM}.

Przykłady nowych informacji dla systemów i sektorów przedstawiono na rysunku 3.6. Górny rysunek przedstawia wzrost znaczenia skutków wraz z rosnącą zmianą temperatury. Ich wielkość i czas są także uzależnione od przyjętej drogi rozwoju gospodarczego, dolny rysunek {WGII SPM}.

Zależnie od okoliczności pewne skutki przedstawione na rysunku 3.6 mogą być powiązane z kluczową wrażliwością, bazującą na wielu kryteriach zaczerpniętych z literatury (wielkość, czas występowania, trwałość/odwracalność, zdolność do adaptacji, zasięg przestrzenny, prawdopodobieństwo wystąpienia, „waga” skutków – patrz rozdział 5.2. {WGII SPM}.

### 3.3.2. Skutki regionalne<sup>17</sup>

#### Afryka

- Przewiduje się, że do roku 2020 od 75 do 250 milionów ludzi będzie narażonych na stres wodny (brak lub ograniczony dostęp) wynikający ze zmiany klimatu {WGII 9.4, SPM}.
- Do roku 2020, w niektórych krajach plony upraw nienawadnianych mogą się zmniejszyć nawet o 50%. Produkcja rolnicza oraz dostęp do żywności w wielu krajach Afryki ulegną poważnemu ograniczeniu. Doprowadzi to do zmniejszenia zabezpieczenia żywnościowego w konsekwencji powszechnego niedożywienia {WGII 9.4, SPM}.
- Pod koniec XXI wieku rosnący poziom morza stanie się zagrożeniem dla gęsto zaludnionych obszarów wybrzeża. Koszty adaptacji mogą wynieść od 5 do 10% PKB {WGII 9.4, SPM}.
- Do roku 2080, zgodnie z projekcjami licznych scenariuszy klimatu, powierzchnia obszarów suchych i półsuchych w Afryce zwiększy się od 5 do 8%, wysoka pewność {WGII ramka TS.6, 9.4.4}.

#### Azja

- Do roku 2050 zmniejszy się wielkość dostępnych zasobów wód słodkich w środkowej, południowej i południowo-wschodniej Azji, zwłaszcza w dorzeczeniach wielkich rzek {WGII 10.4, SPM}.
- Na wybrzeżach południowej, wschodniej i południowo-wschodniej Azji, szczególnie na obszarze licznie zamieszkałych wielkich delt, zwiększy się ryzyko powodzi morskich, a na obszarach niektórych delt także powodzi rzecznych {WGII 10.4, SPM}.
- Przewiduje się, że zmiana klimatu wzmocni presję wynikającą z gwałtownej urbanizacji, uprzemysłowienia i rozwoju gospodarczego na zasoby naturalne i środowisko {WGII 10.4, SPM}.
- We wschodniej, południowej i południowo-wschodniej Azji w wyniku częstszych powodzi i susz przewiduje się wzrost zachorowalności i śmiertelności z powodu zatruc pokarmowych {WGII 10.4, SPM}.

#### Australia i Nowa Zelandia

- Prognozuje się, że do roku 2020 nastąpi znaczący spadek różnorodności biologicznej w niektórych szczególnie bogatych ekosystemach, takich jak Wielka Rafa Koralowa i wilgotne lasy tropikalne Queenslandu {WGII 11.4, SPM}.

- Do roku 2030 nasila się problemy z zapewnieniem bezpieczeństwa wodnego we wschodniej Australii oraz w niektórych regionach Nowej Zelandii, część wschodnia, region Northland {WGII 11.4, SPM}.
- Do roku 2030, w związku z coraz częstszymi suszami i pożarami, zmniejszy się produkcja rolnicza i leśna na znacznych obszarach południowej i wschodniej Australii oraz wschodniej części Nowej Zelandii. Na pozostałych obszarach Nowej Zelandii początkowo można spodziewać się pewnych korzyści {WGII 11.4, SPM}.
- Do roku 2050 postępujące zagospodarowanie wybrzeży oraz wzrost liczby ludności może przyczynić się do spotęgowania ryzyka wynikającego z podniesienia się poziomu morza oraz wzrostu częstości i siły sztormów i przybrzeżnych powodzi {WGII 11.4, SPM}.

#### Europa

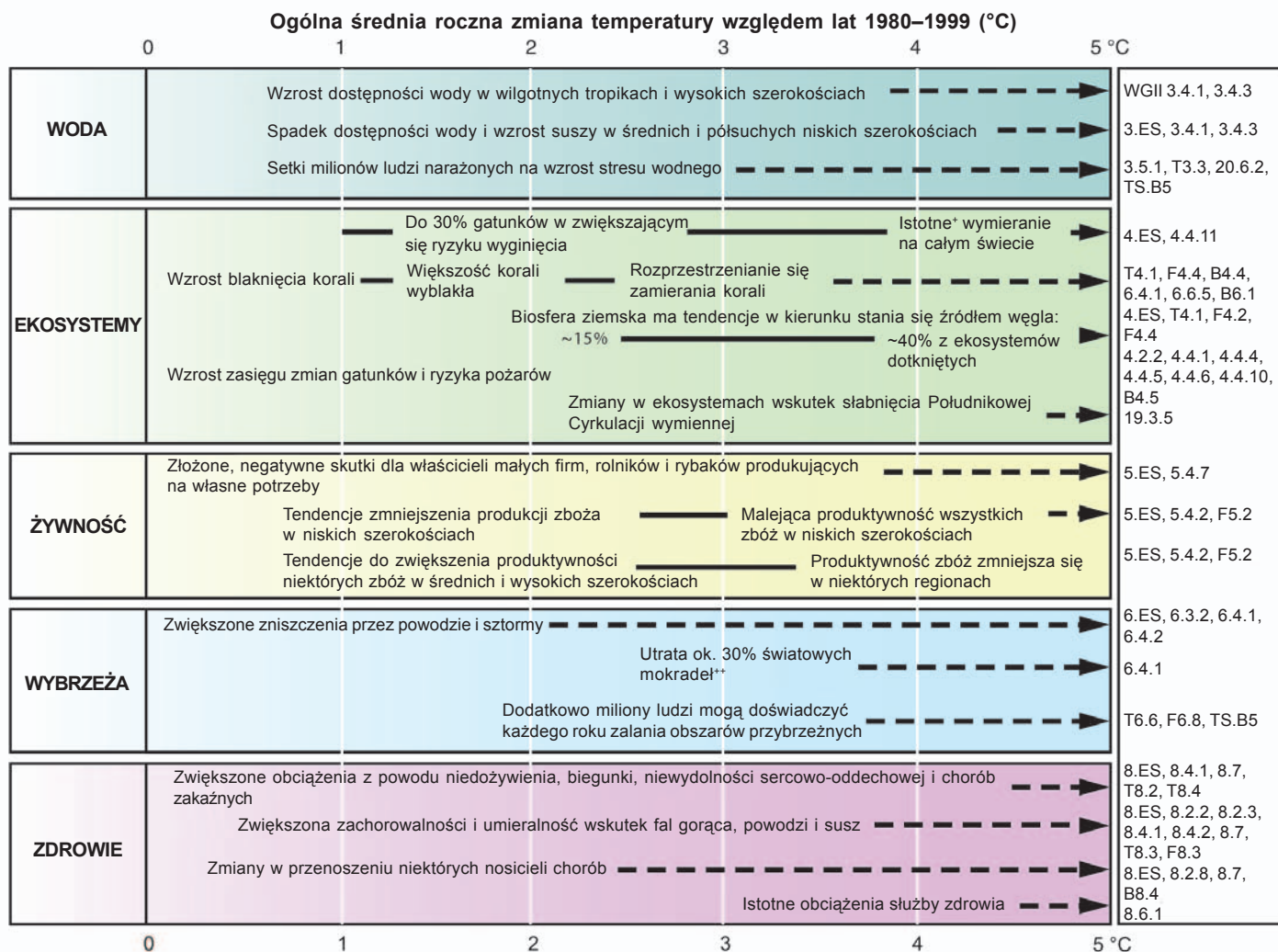
- Przewiduje się, że zmiana klimatu przyczyni się do wzrostu regionalnego zróżnicowania Europy pod względem zasobów naturalnych i kapitałowych. Negatywnymi skutkami będzie także większe ryzyko gwałtownych powodzi, częstsze powodzie przybrzeżne oraz wzmocniona erozja brzegów morskich, z powodu częstszych sztormów i podniesienia poziomu morza {WGII 12.4, SPM}.
- Na obszarach górskich należy spodziewać się zanikania lodowców, redukcji pokrywy śnieżnej i ograniczenia turystyki zimowej, jak również powszechnego wymierania gatunków, w niektórych obszarach do 60% do roku 2080, zgodnie ze scenariuszami wysokoemisyjnymi {WGII 12.4, SPM}.
- Dla obszaru południowej Europy, regionu wrażliwego na zmienność klimatu, prognozuje się, że zmiana klimatu (wysoka temperatura powietrza, susze) spowoduje pogorszenie warunków życia, a także ograniczenie dostępności wody, potencjału hydroenergetycznego rzek, turystyki letniej oraz produktywności rolniczej {WGII 12.4, SPM}.
- Przewidywane fale upałów i pożary, będące efektem zmiany klimatu, zwiększą ryzyko utraty zdrowia {WGII 12.4, SPM}.

#### Ameryka Łacińska

- Do połowy wieku wzrost temperatury powietrza i związany z nią spadek wilgotności gleb może doprowadzić we wschodniej Amazonii do stopniowego zastąpienia lasów tropikalnych przez sawannę. Nastąpi rozprzestrzenianie się roślinności sucholubnej {WGII 13.4, SPM}.
- Przewidywane wymieranie gatunków przyczyni się do znacznego spadku bioróżnorodności w wielu obszarach tropikalnej części Ameryki Łacińskiej {WGII 13.4, SPM}.
- Plonowanie niektórych ważnych upraw oraz produkcja żywego inwentarza, zmniejszy się, wpływając negatywnie na bezpieczeństwo żywnościowe. W strefie umiarkowanej przewiduje się wzrost plonów soi. Generalnie liczba ludzi zagrożonych głodem zwiększy się, średnia pewność {WGII 13.4, ramka TS.6}.
- Zmiany w rozkładzie opadów atmosferycznych oraz zanik lodowców spowodują znaczący spadek zasobów wody pitnej i zasobów wody wykorzystywanej w rolnictwie i produkcji energii {WGII 13.4, SPM}.

<sup>17</sup> Jeśli nie podano inaczej, wszystkie informacje pochodzą z tekstu WG II SPM i, odnosząc się do różnych sektorów (rolnictwo, ekosystemy, woda, wybrzeża, zdrowie, przemysł i osadnictwo), są twierdzeniami o *bardzo wysokiej* lub *wysokiej pewności*. WG II SPM odsyła do źródła twierdzeń, granic czasowych i temperatur. Wielkość i czas wystąpienia skutków, które ostatecznie wystąpią jest uzależniona od skali zmiany klimatu, scenariuszy emisyjnych, dróg rozwoju gospodarczego i możliwości adaptacji.

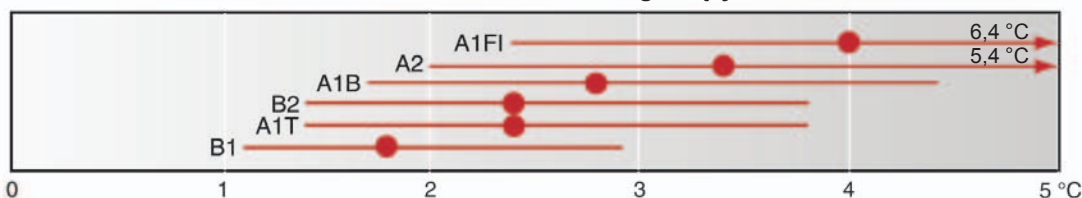
**Przykłady skutków związanych ze zmianą średniej globalnej temperatury**  
(skutki będą się różnić ze względu na stopień adaptacji, tempo zmiany temperatury i ścieżkę społeczno-ekonomiczną)



\* Istotność jest zdefiniowana tutaj jako więcej niż 40%.

\*\* Na podstawie średniego podniesienia poziomu morza rzędu 4,2 mm/rok od 2000 roku do 2080 roku.

**Ocieplenie w latach 2090–2099 w odniesieniu do lat 1980–1999 w warunkach braku działań łagodzących**



**Rysunek 3.6.** Przykłady skutków powiązanych ze zmianą średniej globalnej temperatury. **Górny rysunek:** ilustruje przykłady skutków zmian klimatu (jak również poziom morza i koncentrację atmosferycznego CO<sub>2</sub>, gdzie jest to istotne) powiązane z różnymi wielkościami wzrostu globalnej średniej temperatury przy powierzchni ziemi w XXI wieku. Czarne linie integrują skutki; strzałki z przerywanymi liniami oznaczają skutki przedłużające się ze wzrostem temperatury. Opisy są umieszczone w taki sposób, że lewa strona tekstu wskazuje przybliżony poziom ocieplenia, który jest połączony z początkiem wystąpienia określonego skutku. Ilościowe informacje dotyczące niedostatków wody i wystąpienia powodzi przedstawiają dodatkowe skutki zmian klimatu powiązane z warunkami przewidywanymi przez scenariusze SRES A1FI, A2, B1 i B2. Adaptacja do zmiany klimatu nie jest uwzględniana w tych szacunkach. Poziomy ufności dla wszystkich stwierdzeń są wysokie. W prawej części rysunku umieszczono odnośniki do WG II dotyczące stwierdzeń zaprezentowanych w lewej części rysunku. **Dolny rysunek:** Kropki i słupki (linie) wskazują najlepsze oszacowanie i prawdopodobne zasięgi szacowanego ocieplenia dla sześciu wskaźnikowych scenariuszy okresu 2090–2099 odnoszące się do (lat) 1980–1999 {WGI rys. SPM.5, 10.7; WGII rys. SPM.2; WGIII tab. TS.2, tab. 3.10}.

\* Gdzie ES = streszczenie rozdziału, T = tabela, B = ramka i F = rysunek. A więc B4.5 wskazuje na ramkę 4.5 w rozdziale 4, a 3.5.1 wskazuje na fragment 3.5.1 w rozdziale 3.

### Ameryka Północna

- Przewiduje się, że ocieplenie w górach zachodnich spowoduje zanik pokrywy śnieżnej, więcej zimowych powodzi i zredukowanie letnich odpływów, ograniczając dostęp do posiadanych zasobów wodnych {WGII 14.4, SPM}.
- W początkowych dekadach wieku, przewiduje się, że umiarkowana zmiana klimatu spowoduje wzrost łącznych plonów upraw zasilanych opadowo o 5 do 20%, jednak ze znaczną zmiennością wśród regionów. Zasadnicze wyzwania przewidywane są dla roślin, które są blisko górnego zakresu temperatury właściwej dla ich występowania, albo takich, które zależą od wysokiego wykorzystania zasobów wodnych {WGII 14.4, SPM}.
- Przewiduje się, że miasta, które aktualnie doświadczają fali ciepła staną z biegiem wieku w obliczu ich zwiększonej liczby, intensywności i czasu trwania, z możliwością niekorzystnego wpływu na zdrowie {WGII 14.4, SPM}.
- Społeczności i siedliska na wybrzeżu będą coraz bardziej poddawane obciążeniu przez wpływy zmian klimatu, oddziałujące razem z rozwojem i zanieczyszczeniem {WGII 14.4, SPM}.

### Obszary polarne

- Główne przewidywane efekty biofizyczne dotyczą redukcji grubości i zasięgu lodowców, lodolodów i lodu morskiego oraz zmiany w naturalnych ekosystemach, ze szkodliwymi skutkami dla wielu organizmów, np. ptaków wędrownych, ssaków i drapieżników z wyższych poziomów łańcucha troficznego {WGII 15.4, SPM}.
- Dla społeczności w Arktyce, wpływy, zwłaszcza te wynikające ze zmian warunków śniegowych i lodowych, będą niejednoznaczne {WGII 15.4, SPM}.
- Szkodliwe wpływy będą obejmować tamtejszą infrastrukturę i tradycyjny autochtoniczny styl życia {WGII 15.4, SPM}.
- W obu regionach polarnych, specyficzne ekosystemy i siedliska naturalne będą narażone na obniżenie bariery klimatycznej dla inwazji gatunków {WGII 15.4, SPM}.

### Małe wyspy

- Przypuszcza się, że podniesienie poziomu morza zwiększy podtopienia, wezbrania sztormowe, erozję i inne niebezpieczeństwa, zagrażając infrastrukturze, osadom i wyposażeniu, które zapewnia źródło utrzymania wspólnot wyspiarskich {WGII 16.4, SPM}.
- Oczekuje się, że pogorszenie się warunków na wybrzeżu, np. erozja plaż i blaknięcie koralów, wpłynie na lokalne zasoby {WGII 16.4, SPM}.
- Do połowy wieku, zmiana klimatu przypuszczalnie zredukuje zasoby wodne na wielu mniejszych wyspach, np. na Karaibach i Pacyfiku, aż staną się niewystarczające do pokrycia zapotrzebowania podczas okresów z niskimi opadami {WGII 16.4, SPM}.
- Spodziewane jest, że z wyższymi temperaturami pojawi się wzrost inwazji obcych gatunków, szczególnie na wyspach w średnich i wysokich szerokościach geograficznych {WGII 16.4, SPM}.

### 3.3.3. Szczególnie dotknięte systemy, sektory i regiony

#### Niektóre systemy, sektory i regiony prawdopodobnie zostaną szczególnie dotknięte przez zmiany klimatu<sup>18</sup> {WGII TS.4.5}.

Systemy i sektory {WGII TS.4.5}:

- poszczególne ekosystemy:
  - lądowe: tundra, las borealny (tajga) i regiony górskie ze względu na wrażliwość na ocieplenie; ekosystemy typu śródziemnomorskie ze względu na redukcję opadów i tropikalne lasy deszczowe, gdzie zmniejszają się opady,
  - przybrzeżny: namorzyny i słone bagna, z uwagi na różne zagrożenia,
  - morski: rafy koralowe z uwagi na wielorakie zagrożenia; biom strefy kontaktu morze – lód ze względu na wrażliwość na ocieplenie;
- zasoby wodne w niektórych suchych regionach w umiarkowanych szerokościach geograficznych<sup>19</sup> i w suchej strefie zwrotnikowej z uwagi na zmiany w opadach i parowaniu, a także obszary zależne od topnienia śniegu i lodu;
- rolnictwo w niskich szerokościach geograficznych z uwagi na zmniejszenie dostępności wody;
- nisko położone obszary przybrzeżne, z powodu niebezpieczeństwa podniesienia poziomu morza i zwiększonego ryzyka występowania ekstremalnych sytuacji pogodowych;
- zdrowie ludzkie w populacjach z obniżoną zdolnością adaptacyjną.

Regiony {WGII TS.4.5}:

- Arktyka, z powodu wpływu przewidywanego znacznego ocieplenia na systemy naturalne i społeczności ludzkie,
- Afryka, z powodu obniżonej zdolności adaptacyjnej i przewidywanych skutków wpływu zmian klimatu,
- małe wyspy, gdzie jest wysokie narażenie ludności i infrastruktury na przewidywane skutki wpływu zmian klimatu,
- azjatyckie i afrykańskie wielkie delty, ze względu na dużą liczbę ludności i wysokie narażenie na podniesienie poziomu morza, wezbrania sztormowe i powodzie rzeczne.

Na niektórych obszarach, nawet tych z wysokimi dochodami, ludzie zwłaszcza biedni, małe dzieci i osoby starsze, mogą być szczególnie narażeni {WGII 7.1, 7.2, 7.4, 8.2, 8.4, TS.4.5}.

### 3.3.4. Zakwaszenie oceanu

Absorpcja antropogenicznego węgla od roku 1750 doprowadziła do wzrostu kwasowości oceanu, ze średnim zmniejszeniem wartości pH o 0,1 jednostki. Wzrastająca atmosferyczna koncentracja CO<sub>2</sub> prowadzi do dalszego zakwaszenia. Przewidywania, oparte na scenariuszach SRES, wskazują na redukcję średniej wartości globalnego pH przy powierzchni, pomiędzy 0,14 a 0,35 jednostki w ciągu XXI wieku. Efekty obserwowanego wzrostu zakwaszenia oceanu na biosferę morską nie są jeszcze udokumentowane, przewiduje się jednak, że ciągłe zakwaszanie oceanów będzie miało negatywne skutki dla szkieletowych organizmów morskich (np. koralowców) i zależnych od nich gatunków {WGI SPM; WGII SPM}.

<sup>18</sup> Określone przez ekspertów na podstawie ocenianej literatury, wzięwszy pod uwagę wielkość, czas występowania i skalę zmian klimatu, podatności i możliwości adaptacji.

<sup>19</sup> Obejmuje regiony suche i półsuche.

### 3.3.5. Zjawiska ekstremalne

#### Zwiększona częstość występowania i intensywność ekstremalnych zjawisk pogodowych, razem z podnoszącym się

#### poziomem morza, będzie miała przeważnie negatywne skutki na naturalne i ludzkie systemy – tabela 3.2 {WGII SPM}.

Przykłady wybranych ekstremów i sektorów przedstawiono w tabeli 3.2.

**Tabela 3.2.** Przykłady możliwych skutków zmian klimatu spowodowane zmianami występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych i wydarzeń klimatycznych, na podstawie projekcji do połowy XXI wieku. Nie bierze się pod uwagę żadnych zmian, ani rozwoju zdolności adaptacyjnej. Oszacowane prawdopodobieństwo w kolumnie drugiej odnosi się do zjawisk wyszczególnionych w pierwszej kolumnie {WGII tab. SPM.1}

Zjawisko <sup>a</sup> i kierunek trendu	Prawdopodobieństwo przyszłych trendów na podstawie projekcji dla XXI wieku ze scenariuszy SRES	Przykłady głównych przewidywanych wpływów na sektory			
		Rolnictwo, leśnictwo i ekosystemy {WGII 4.4, 5.4}	Zasoby wodne {WGII 3.4}	Zdrowie ludzkie {WGII 8.2, 8.4}	Przemysł, osadnictwo i ludność {WGII 7.4}
W większości obszarów lądowych, cieplejsze i rzadziej występujące chłodne dni i noce, cieplejsze i częściej występujące gorące dni i noce	Praktycznie pewny <sup>b</sup>	wzrost plonów w chłodniejszych środowiskach; zmniejszenie plonów w środowiskach cieplejszych; częstsze plagi owadów	wpływ na zasoby wodne zależne od topnienia śniegu; wpływ na zaopatrzenie w wodę	zmniejszenie śmiertelności ludzi wskutek zmniejszenia narażenia na chłód	zredukowanie zapotrzebowania na energię do ogrzewania; wzrost zapotrzebowania na chłodzenie; obniżona jakość powietrza w miastach; zmniejszenie zakłóceń w transporcie spowodowanych śniegiem, lodem; wpływ na turystykę zimową
Fale upałów. Wzrost częstotliwości na większości obszarów lądowych	Bardzo prawdopodobne	zmniejszenie plonów w cieplejszych regionach z powodu stresu gorąca, wzrost niebezpieczeństwa pożarów	wzrost zapotrzebowania na wodę, problemy z jakością wody, np. zakwity glonów	zwiększone ryzyko umieralności związane z gorącem, zwłaszcza u osób starszych, przewlekle chorych, bardzo młodych i samotnych	obniżenie jakości życia osób w ciepłych obszarach bez odpowiedniego budownictwa; skutki dotkną osoby starsze, bardzo młode i biedne
Silne opady. Wzrost częstotliwości na większości obszarów	Bardzo prawdopodobne	zniszczenie upraw; erozja gleby, brak możliwości uprawy z powodu nasycenia gleb wodą	negatywny wpływ na jakość wód gruntowych i powierzchniowych; skażenie zasobów wodnych; niedobory wód mogą się chwilowo zmniejszyć	zwiększone ryzyko śmierci, obrażeń i zakażeń, chorób układu oddechowego i skóry	zakłócenia w osadnictwie, handlu, transporcie i społeczeństwie z powodu powodzi; wpływ na infrastrukturę miejską i wiejską; utrata własności
Rejony dotknięte przez częstsze susze	Prawdopodobne	degradacja ziemi, niższe plony/ zniszczenia upraw; zwiększona śmiertelność trzody; większe niebezpieczeństwo pożarów	bardziej rozpo-wszechniony stres wodny	zwiększone ryzyko przerw w dostawie wody i jedzenia, większe ryzyko niedożywienia, zwiększone ryzyko chorób przenoszonych przez wodę i żywność	przerwy w dostawach wody dla osadnictwa, przemysłu i ludności, niższa potencjalna produkcja energii wodnej; możliwość migracji ludności
Wzrost aktywności intensywnych cyklonów tropikalnych	Prawdopodobne	zniszczenia upraw; wyrwanie drzew z korzeniami, zniszczenia rafy koralowej	przerwy w zasilaniu powodujące zakłócenia w dostarczaniu wody	zwiększone ryzyko śmierci, urazów, chorób przenoszonych przez wodę i żywność; zaburzenia i stres pourazowy	zakłócenia spowodowane powodzią i silnymi wiatrami; ograniczenie prywatnych ubezpieczeń na zagrożonym terenie, możliwość migracji ludności, utrata własności
Zwiększona liczba przypadków wysokiego poziomu morza (wyłączając tsunami)	Prawdopodobne	zasolenie systemów nawadniających, ujść oraz systemów wody słodkiej	zmniejszenie dostępności do wody słodkiej wskutek intruzji słonej wody	zwiększone ryzyko śmierci i obrażeń odniesionych podczas powodzi	koszty ochrony wybrzeża w porównaniu do kosztów zmiany miejsca zamieszkania, możliwość przemieszczania ludności i infrastruktury; patrz cyklony tropikalne powyżej

Uwagi:

- Dalsze szczegóły dotyczące definicji patrz WGI tabela 3.7.
- Ocieplenie najbardziej ekstremalnych dni i nocy każdego roku.
- Ekstremalnie wysoki poziom morza zależy od średniego poziomu morza i od regionalnych systemów pogody. Definiowany jest jako najwyższy z 1% codziennych wartości obserwowanego poziomu morza na stacji dla danego okresu odniesienia.
- We wszystkich scenariuszach, przewidywany średni globalny poziom morza w roku 2100 jest wyższy niż w okresie odniesienia. Efekty zmian w regionalnych systemach pogodowych na ekstremalny poziom morza nie zostały oszacowane {WGI 10.6}.

### 3.4. Ryzyko nagłych albo nieodwracalnych zmian

**Antropogeniczne ocieplenie może doprowadzić do skutków, które są nagłe albo nieodwracalne, zależnie od skali i wielkości zmiany klimatu {WGII 12.6, 19.3, 19.4, SPM}.**

Nagła zmiana klimatu w skali dziesięciolecia jest zazwyczaj kojarzona ze zmianą cyrkulacji oceanicznej. Dodatkowo, w przypadku dłuższych skal czasowych rolę mogą odgrywać zmiany lądolodu i ekosystemu. Jeśli zaistnieje wielkoskalowa, nagła zmiana klimatu jej skutki mogą być znaczne – patrz zagadnienie 5.2 {WGI 8.7, 10.3, 10.7; WGII 4.4, 19.3}.

Częściowa utrata lądolodów na lądach polarnych i/lub termiczna rozszerzalność wody oceanicznej w długich skalach czasowych może pociągać za sobą podniesienie poziomu morza rzędu metrów, zasadnicze zmiany linii brzegowej i podtopienia niskopolożonych obszarów z najsilniejszym efektem na obszarach delt i niewielkich wysp. Współczesne modele przewidują, że tego typu zmiany będą występować w bardzo długiej skali czasu (tysiącletniej), jeśli wzrost globalnej temperatury od 1,9°C do 4,6°C (w stosunku do okresu przedprzemysłowego) zostanie podtrzymany. Sytuacja nagłego podniesienia poziomu morza w skali

wieku nie może zostać wykluczona {SYR 3.2.3; WGI 6.4, 10.7; WGII 19.3, SPM}.

Zmiana klimatu *prawdopodobnie* prowadzi do pewnych nieodwracalnych skutków. Istnieje *średnia pewność*, że około 20 do 30% zbadanych dotychczas gatunków jest *prawdopodobnie* zagrożonych wzrastającym ryzykiem wyginięcia, jeśli wzrost średniego globalnego ocieplenia przekroczy od 1,5 do 2,5°C (w stosunku do lat 1980–1999). Jeśli wzrost średniej globalnej temperatury przekroczy około 3,5°C, projekcje modelowe sugerują wymieranie od 40 do 70% zbadanych gatunków w skali globalnej {WGII 4.4, rys. SPM.2}.

Na podstawie aktualnych symulacji modelowych jest *bardzo prawdopodobne*, że Południkowa Cyrkulacja Wymienna (MOC) w Oceanie Atlantyckim będzie słabła w okresie XXI wieku, pomimo to przewiduje się, że temperatury w regionie będą wrastać. Jest *bardzo nieprawdopodobne*, że MOC doświadczy nagłej zmiany w XXI wieku. Długoterminowe zmiany MOC nie mogą być wiarygodnie oszacowane {WGI 10.3, 10.7; WGII rys., tab. TS.5, SPM.2}.

Wpływy wielkoskalowych i trwałych zmian MOC *prawdopodobnie* obejmą zmiany w: produktywności ekosystemu morskiego, łowiskach, wychwycie CO<sub>2</sub> przez ocean, oceanicznej koncentracji tlenu i wegetacji lądowej. Zmiany lądowego i oceanicznego wychwyty CO<sub>2</sub> mogą wywierać wpływ na system klimatyczny {WGII 12.6, 19.3, rys. SPM.2}.

# 4

---

**Opcje i działania adaptacyjne i łagodzące  
prowadzone na poziomie globalnym i regionalnym  
oraz ich związki ze zrównoważonym rozwojem**

---

## 4.1. W odpowiedzi na zmianę klimatu

Spółeczeństwa mogą reagować na zmianę klimatu przez adaptowanie się do ich skutków oraz przez redukcję emisji gazów cieplarnianych (łagodzenie), zmniejszając w ten sposób stopień i zasięg zmian. Omawiane poniżej zagadnienie dotyczy opcji adaptacyjnych i łagodzących, które mogą być wdrażane podczas najbliższych dwudziestu – trzydziestu lat oraz ich powiązania ze zrównoważonym rozwojem. Opcje te mogą się uzupełniać. W zagadnieniu 5 omówiono ich uzupełniającą rolę w oparciu o bardziej koncepcyjną podstawę w dłuższej perspektywie czasowej.

Zdolność do adaptacji i łagodzenia zmian klimatu jest uwarunkowana sytuacją społeczno-gospodarczą i czynnikami środowiskowymi, ale również dostępem do informacji i technologii<sup>20</sup>. Obecnie więcej wiemy o kosztach i efektywności działań na rzecz łagodzenia zmian klimatu niż na rzecz adaptacji {WGII 17.1, 17.3, WG 1.2}.

## 4.2. Opcje adaptacyjne

**Adaptacja może zmniejszyć wrażliwość zarówno w krótkim, jak i długim horyzoncie czasowym {WGII 17.2, 18.1, 18.5, 20.3, 20.8}.**

Wrażliwość na zmianę klimatu może zostać pogłębiona przez różne czynniki. Wynikają one, m.in. z obecnie występujących niebezpiecznych zjawisk klimatycznych, ubóstwa, nierównomiernego dostępu do zasobów, braku bezpieczeństwa żywnościowego, trendów występujących w gospodarczej globalizacji, konfliktów oraz rozmiarów epidemii chorób, jak np. HIV/AIDS {WGII 7.2, 7.4, 8.3, 17.3, 20.3, 20.4, 20.7, SPM}.

W historii społeczeństw na całym świecie znajdziemy wzmianki o adaptacji i ograniczaniu wrażliwości na skutki zjawisk pogodowych i klimatycznych takich jak powódzie, susze czy huragany. Jednak dodatkowe działania na rzecz adaptacji będą konieczne do podjęcia na szczeblach lokalnym i regionalnym w celu zmniejszenia niekorzystnych konsekwencji prognozowanej zmiany klimatu i jej zmienności, niezależnie od skali podjętych działań łagodzących, w ciągu najbliższych dwóch do trzech dziesięcioleci. Nie należy się spodziewać, że same działania adaptacyjne będą wystarczające do stawienia czoła prognozowanym skutkom zmiany klimatu, szczególnie w długim okresie, ponieważ rozmiar skutków może się potęgować {WGII 17.2, SPM; WGIII 1.2}.

Dostępny jest szeroki pakiet opcji adaptacyjnych, lecz w celu zmniejszenia wrażliwości na zmianę klimatu niezbędne będą obszerniejsze działania adaptacyjne niż te podejmowane obecnie. Istnieje wiele barier, ograniczeń i kosztów do tej pory nie w pełni rozpoznanych. Pewne planowane działania adaptacyjne już są podejmowane w ograniczonym zakresie.

W tabeli 4.1 zaprezentowano przykładowe planowane działania adaptacyjne dla poszczególnych sektorów. Wiele działań adaptacyjnych stymulowanych jest przez więcej niż jeden czynnik, np. przez rozwój gospodarczy i zmniejszanie ubóstwa, i są one związane z szeroko pojmowanym rozwojem oraz planowaniem na poziomach sektorowych, regionalnych i lokalnych, np. w zakresie zasobów wodnych, ochrony wybrzeży, czy strategii redukcji ryzyka wystąpienia klęsk żywiołowych. Przykładem takiego podejścia jest Krajowy Plan Gospodarki Wodnej Bangladeszu oraz plany ochrony wybrzeży opracowane przez Holandię czy Norwegię, które zawierają wybrane scenariusze zmiany klimatu {WGII 1.3, 5.5.2, 11.6, 17.2}.

Całkowitych szacunków kosztów i korzyści wynikających z adaptacji na poziomie globalnym jest niewiele. Zwiększa się jednak liczba takich oszacowań opracowanych dla skali regionalnej, a nawet konkretnych projektów, badających skutki zmiany klimatu dla pewnych sektorów, np. rolnictwa, zapotrzebowania na energię do celów grzewczych i klimatyzacyjnych, gospodarki zasobami wodnymi oraz infrastruktury. W oparciu o wyniki tych badań z *dużą pewnością* można stwierdzić, że istnieje realny wybór działań adaptacyjnych, które mogą być wdrożone w pewnych sektorach po niskich kosztach i/lub przy wysokim stosunku korzyści do kosztów. Badania doświadczalne sugerują również, że wyższy stosunek korzyści do kosztów może zostać osiągnięty przez wdrażanie niektórych działań adaptacyjnych w ich początkowym stadium niż przez modernizację infrastruktury w późniejszym okresie {WGII 17.2}.

**Zdolności adaptacyjne są mocno powiązane z rozwojem społecznym i gospodarczym, lecz nie są równomiernie rozłożone między i w ramach społeczeństw {WGII 7.1, 7.2, 7.4, 17.3}.**

Zdolność do adaptacji jest cechą dynamiczną, kształtowaną przez możliwości produkcyjne społeczeństwa, które obejmują naturalne i wypracowane przez człowieka zasoby kapitałowe, powiązania społeczne i systemy własności, zasoby ludzkie oraz instytucje, systemy zarządzania, dochód narodowy, zdrowie i technologie. Zdolność adaptacyjna uzależniona jest od wielu czynników klimatycznych i pozaklimatycznych, a także od polityki rozwoju {WGII 17.3}.

Ostatnie badania potwierdzają wnioski przedstawione w trzecim raporcie IPCC (TAR), że adaptacja będzie czynnikiem niezbędnym i korzystnym. Jednak bariery finansowe, technologiczne, poznawcze, behawioralne, polityczne, społeczne, instytucjonalne oraz kulturowe mogą ograniczać zarówno wdrażanie, jak i efektywność działań na rzecz adaptacji. Nawet społeczeństwa o znacznych zdolnościach adaptacyjnych pozostają wrażliwe na zmiany klimatu, jego zmienność i zjawiska ekstremalne. Na przykład fale upałów w 2003 roku przyczyniły się do wysokiej śmiertelności ludności w europejskich miastach (szczególnie wśród osób starszych), a huragan Katrina w 2005 roku spowodował ogromne starty ludzkie i finansowe w Stanach Zjednoczonych {WGII 7.4, 8.2, 17.4}.

<sup>20</sup> Technologię zdefiniowano jako praktyczne zastosowanie wiedzy w celu osiągnięcia konkretnych zadań przy zaangażowaniu zarówno sztucznych wytworów techniki (sprzęt, wyposażenie), jak i społecznie użytecznej informacji (oprogramowanie, wiedza konieczna do produkcji i stosowania sztucznych wytworów).



Tabela 4.1. Wybrane przykłady planowanych działań na rzecz adaptacji

Sektor	Opcja/strategia adaptacyjna	Struktura odnośnej polityki	Główne bariery i możliwości związane z wdrożeniem (czcionka prosta = bariery, czcionka ukośna = możliwości)
<b>Woda</b> {WGII 5.5, 16.4; tab. 3.5, 11.6, 17.1}	Upowszechnianie odzysku wody deszczowej; techniki magazynowania i ochrony wody; ponowne użycie wody; odsalanie; efektywność zużycia wody oraz nawadniania	krajowe polityki wodne oraz zintegrowana gospodarka zasobami wodnymi; zarządzanie ryzykiem związanym z wodą	finansowe, zasoby ludzkie i bariery fizyczne; <i>zintegrowana gospodarka zasobami wodnymi; powiązanie z innymi sektorami</i>
<b>Rolnictwo</b> {WGII 10.5, 13.5; tab. 10.8}	Dostosowanie dat siewu i zróżnicowanie upraw; relokacja upraw; poprawa gospodarki gruntami, np. kontrola erozji i ochrona gleb przez sadzenie drzew	polityki badawczo-rozwojowe; reforma instytucjonalna; dzierżawy gruntu i reforma rolna; szkolenia; budowa potencjału; ubezpieczenie upraw; bodźce finansowe np. subsydia i kredyty podatkowe	bariery technologiczne i finansowe; dostęp do nowych odmian roślin; rynek; <i>dłuższy sezon wegetacyjny w wyższych szerokościach geograficznych; dochody z „nowych” produktów</i>
<b>Infrastruktura/osiedla (łącznie ze strefą brzegową)</b> {WGII 3.6, 11.4; tab. 6.11, 17.1}	Przesiedlanie; falochrony i bariery przeciwsztormowe; odbudowa wydm; pozyskiwanie gruntów i tworzenie na nich obszarów podmokłych/bagien jako buforów dla podnoszącego się poziomu morza i powodzi; ochrona istniejących naturalnych barier	zintegrowane standardy i regulacje w zakresie zmian klimatu; polityki dotyczące użytkowania gruntów; przepisy budowlane; ubezpieczenia	bariery finansowe i technologiczne; dostępność przestrzeni potrzebnej do przesiedleń; <i>zintegrowanie polityki z zarządzaniem; związki z celami zrównoważonego rozwoju</i>
<b>Ludzkie zdrowie</b> {WGII 14.5, tab. 10.8}	Plany działań związane z wpływem upałów na zdrowie; medyczne służby ratownicze; poprawa nadzoru i kontroli nad chorobami wrażliwymi na warunki klimatyczne; czysta woda i poprawa higieny	polityki związane z publicznym zdrowiem uwzględniające ryzyko klimatyczne; wzmocnienie usług zdrowotnych; współpraca regionalna i międzynarodowa	ograniczenia w ludzkiej tolerancji (grupy wrażliwe); ograniczenia w wiedzy; zdolności finansowe; <i>usprawnienie usług zdrowotnych; poprawa jakości życia</i>
<b>Turystyka</b> {WGII 12.5, 15.5, 17.5; tab. 17.1}	Dywersyfikacja atrakcji turystycznych i dochodów; przeniesienie tras narciarskich w wyższe partie gór i na lodowce; sztuczne naśnieżanie stoków	zintegrowane planowanie (np. zdolności przystosowawcze, powiązania z innymi sektorami); bodźce finansowe, np. subsydia i kredyty podatkowe	reklamowanie i wprowadzanie na rynek nowych atrakcji; wyzwania finansowe i logistyczne; potencjalny niekorzystny wpływ na inne sektory (np. sztuczne naśnieżanie może zwiększyć wykorzystanie energii); <i>dochody z „nowych” atrakcji; zaangażowanie szerszej grupy partnerów</i>
<b>Transport</b> {WGII 7.6, 17.2}	Zmiany kierunków/relokacja; przystosowanie standardów projektowych i planowania dróg, kolei i pozostałej infrastruktury do ocieplenia i odwodnienia	zintegrowanie problematyki zmian klimatu z krajową polityką transportową; inwestowanie w badania i rozwój ukierunkowane na specyficzne sytuacje, np. w obszarach wieczonej zmarzliny	bariery finansowe i technologiczne; dostępność mniej wrażliwych szlaków; <i>doskonalenie technologii oraz integracja z innymi sektorami (np. energetyką)</i>
<b>Energia</b> {WGII 7.4, 16.2}	Wzmocnienie przesyłu napowietrznego oraz infrastruktury dystrybucyjnej; podziemne okablowanie szlaków; efektywność energetyczna; wykorzystanie odnawialnych źródeł energii; zmniejszenie uzależnienia od jednego źródła energii	krajowe polityki energetyczne, regulacje, bodźce fiskalne i finansowe mające na celu zachęcić do stosowania alternatywnych źródeł energii; włączenie problematyki zmian klimatu do standardów projektowych	dostęp do realnych alternatyw; bariery finansowe i technologiczne; przyjęcie nowych technologii; <i>stymulacja nowych technologii; wykorzystanie lokalnych zasobów</i>

Uwaga:

Inne przykłady z wielu sektorów obejmowałyby systemy wczesnego ostrzegania.

### 4.3. Opcje łagodzące

**Analizy typu „dół-góra” oraz „góra-dół”<sup>21</sup> wskazują, że istnieje duża zgodność oraz wiele dowodów odnośnie znaczącego potencjału ekonomicznego<sup>21</sup> do zapobiegania globalnej emisji gazów cieplarnianych w nadchodzących dziesięcioleciach, który mógłby zrównoważyć prognozowany wzrost globalnej emisji lub doprowadzić do redukcji emisji poniżej obecnego poziomu {WGIII 11.3, SPM}.**

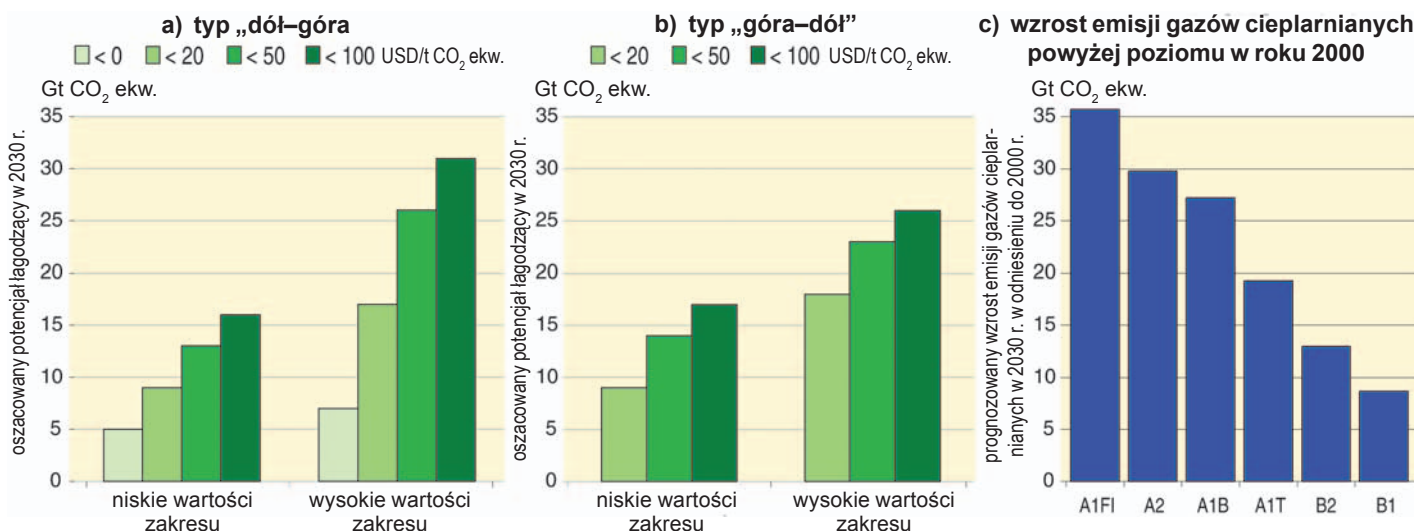
Na rysunku 4.1 przedstawiono porównanie globalnego ekonomicznego potencjału na rzecz zapobiegania emisji w 2030 roku z prognozowanym wzrostem emisji pomiędzy rokiem 2000 i 2030. Analizy typu „dół-góra” sugerują, że opcje łagodzące o ujemnych kosztach netto<sup>22</sup> dysponują potencjałem do redukcji emisji około 6 Gt CO<sub>2</sub> ekw. rocznie w 2030 roku. Realizacja tego zadania wymaga uporania się z barierami implementacyjnymi. Ekonomiczny potencjał łagodzący, który jest ogólnie większy niż rynkowy, może być osiągnięty kiedy wejdą w życie odpowiednie polityki, a bariery zostaną usunięte<sup>21</sup> {WGIII 11.3, SPM}.

Szacunki sektorowe ekonomicznego potencjału łagodzącego oraz kosztów marginalnych pochodzących z analiz typu „dół-góra” zweryfikowane w związku z możliwością podwójnego liczenia potencjału łagodzącego pokazano na rysunku 4.2. I chociaż analizy typu „góra-dół” oraz „dół-góra” są ze sobą zgodne na poziomie globalnym, to na poziomie sektorowym występują znaczące różnice {WGIII 11.3, SPM}.

Żadna z konkretnych technologii nie jest w stanie zapewnić pełnego potencjału łagodzącego w jakimkolwiek sektorze. W tabeli 4.2 wyszczególniono przykłady kluczowych technologii, polityk, barier i możliwości według sektorów {WGIII SPM}.

Decyzje dotyczące inwestycji w przyszłą infrastrukturę energetyczną, której spodziewany całkowity koszt może przekroczyć 20 trylionów<sup>23</sup> USD w latach 2005–2030, będą miały długoterminowy wpływ na emisję gazów cieplarnianych z powodu długiej żywotności elektrowni i innej infrastruktury kapitału zakładowego. Szerokie rozpowszechnienie technologii niskowęglowych może zająć kilka dziesięcioleci, pomimo zwiększenia atrakcyjności inwestycji w ich wczesnym stadium. Wstępne szacunki wskazują, że powrót do poziomu emisji CO<sub>2</sub> w sektorze energii z 2005 roku do 2030 roku wymagałby znacznego przesu-

**Porównanie globalnego ekonomicznego potencjału na rzecz zapobiegania emisji z prognozowanym wzrostem emisji w 2030 roku**



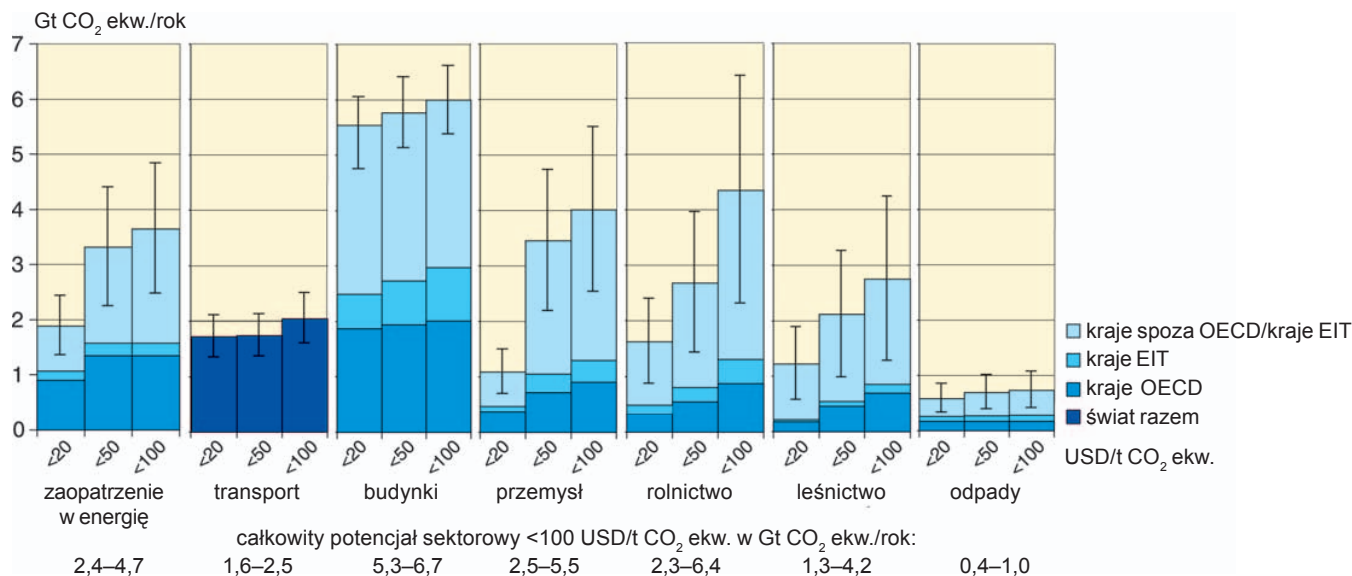
**Rysunek 4.1.** Globalny ekonomiczny potencjał w 2030 roku oszacowany według analizy typu „dół-góra” (wykres a) oraz typu „góra-dół” (wykres b) w porównaniu z prognozowanym wzrostem emisji według scenariuszy SRES w odniesieniu do emisji w roku 2000 w wielkości 40,8 Gt CO<sub>2</sub> ekw. (wykres c). Uwaga: Emisja gazów cieplarnianych w 2000 roku nie obejmuje emisji z rozkładu nadziejnej biomasy pozostającej po wycięciu i wylesianiu, jak również z odwadniania gleb torfowych w celu zapewnienia spójności z wynikami scenariuszy SRES {WGIII rys. SPM.4, SPM.5a, SPM.5b}

<sup>21</sup> Koncepcja „potencjału łagodzącego” została opracowana w celu oszacowania skali redukcji gazów cieplarnianych, która mogłaby być dokonana w odniesieniu do emisji bazowej dla danego poziomu ceny emisji węgla (określonej jako koszt na jednostkę unikniętej lub zredukowanej emisji wyrażonej w ekwiwalencie dwutlenku węgla). Potencjał łagodzący jest dalej zróżnicowany w warunkach „rynkowego potencjału łagodzącego” i „ekonomicznego potencjału łagodzącego”. **Rynkowy potencjał łagodzący** jest to potencjał oparty na kosztach prywatnych oraz prywatnych stopach dyskontowych (odzwierciedlających perspektywę prywatnych konsumentów i przedsiębiorstw), który mógłby mieć miejsce w prognozowanych warunkach rynkowych, obejmujących polityki i działania obecnie wdrażane, przy uwzględnieniu barier ograniczających rzeczywistą konsumpcję. **Ekonomiczny potencjał łagodzący** jest to potencjał, który bierze pod uwagę społeczne koszty i korzyści oraz społeczne stopy dyskontowe (odzwierciedlające perspektywę społeczeństwa; społeczne stopy dyskontowe są niższe od tych stosowanych przez prywatnych inwestorów) oraz zakłada, że efektywność rynkowa została udoskonalona przez politykę i działania, a bariery usunięte. Potencjał łagodzący szacuje się przy użyciu różnych typów podejść. **Analizy typu „dół-góra”** opierają się na ocenie opcji łagodzących i kładą nacisk na konkretne technologie i regulacje. Są to zazwyczaj analizy sektorowe zakładające brak zmian makroekonomicznych. **Analizy typu „góra-dół”** oceniają szeroki gospodarczy potencjał opcji łagodzących. Stosują one spójną globalną strukturę oraz zagregowane informacje i uwzględniają sprzężenia makroekonomiczne i rynkowe w zakresie opcji łagodzących.

<sup>22</sup> Ujemne koszty netto zdefiniowano jako te opcje, w przypadku których korzyści, np. niższe koszty energii i zmniejszona emisja zanieczyszczeń w skali regionalnej są równe lub przewyższają ich koszt dla społeczeństwa, poza dodatkowymi korzyściami związanymi z uniknięciem zmian klimatu.

<sup>23</sup> 20 trylionów = 20 000 miliardów = 20x10<sup>12</sup>.

### Ekonomiczny potencjał łagodzący według sektorów w 2030 roku oszacowany metodą „dół–góra”



**Rysunek 4.2.** Oszacowany ekonomiczny potencjał łagodzący według sektorów i regionów z zastosowaniem technologii i praktyk dostępnych w 2030 roku. Potencjał nie obejmuje opcji pozatechnicznych, np. zmiany w stylu życia {WGIII rys. SPM.6}

Uwagi:

- Oszacowane zakresy globalnego ekonomicznego potencjału w każdym z sektorów widoczne są jako pionowe linie. Zakresy określono w oparciu o końcowych użytkowników, co oznacza, że emisja pochodząca z wykorzystania energii została obliczona w sektorach będących końcowym odbiorcą a nie w sektorze produkcji energii.
- Oszacowany potencjał jest ograniczony dostępnością badań, szczególnie tych dotyczących wysokich cen węgla.
- Do poszczególnych sektorów zastosowano różne poziomy odniesienia. Do przemysłu zastosowano scenariusz B2 z grupy SRES, do celów zaopatrzenia w energię i do transportu zastosowano scenariusz World Energy Outlook (WEO) z 2004 roku; do sektora komunalno-bytowego (budynki) wyznaczono poziom odniesienia między scenariuszami B2 i A1B z grupy SRES; do skonstruowania poziomu odniesienia dla sektora odpadów wykorzystano założenia scenariusza A1B z grupy SRES; w przypadku rolnictwa i leśnictwa zastosowano poziomy odniesienia oparte głównie na tych samych założeniach co scenariusz B2.
- Pokazano całkowitą wartość dla całego transportu, ponieważ włączono tu międzynarodowe lotnictwo.
- Kategorie wyłączone to: emisja innych gazów niż CO<sub>2</sub> w sektorze komunalno-bytowym i transporcie, część opcji związanych z materiałochłonnością, produkcja ciepła i kogeneracja w produkcji energii, ciężkie pojazdy, przewozy morskie oraz transport pasażerski o dużym napełnieniu, większość opcji wysokokosztowych w sektorze komunalno-bytowym, oczyszczaniu ścieków, redukcji emisji z kopalń węgla i rurociągów, oraz gazów fluorowanych w produkcji energii i transporcie. Niedoszacowanie całkowitego potencjału ekonomicznego z tych emisji wynosi 10–15%.

nięcia w kierunkach inwestycji, chociaż wymagany zakres dodatkowych inwestycji netto waha się od wielkości bliskiej zera do 5–10% {WGIII 4.1, 4.4, 11.6, SPM}.

**Pomimo że w analizach wykorzystuje się różne metodyki, istnieje duża zgodność oraz wiele dowodów na to, że we wszystkich analizowanych regionach krótkoterminowe korzyści zdrowotne wynikające ze zredukowanego zanieczyszczenia powietrza w wyniku działań podejmowanych na rzecz zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, mogą być znaczące i mogą zrównoważyć część kosztów łagodzących {WGIII 11.8, SPM}.**

Efektywność energetyczna oraz wykorzystanie odnawialnych źródeł energii uzupełniają się ze zrównoważonym rozwojem. W najmniej rozwiniętych krajach substytucja nośników energii może obniżyć śmiertelność i zachorowalność ludności przez zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach, zmniejszenie obciążenia roboczego kobiet i dzieci oraz zmniejszenie rabunkowego wykorzystania drewna na opał i związanego z tym wylesiania {WGIII 11.8, 11.9, 12.4}.

**W literaturze opublikowanej od czasu wydania Trzeciego raportu IPCC (TAR) potwierdzono z dużą zgodnością oraz średnimi dowodami, że działania podejmowane przez kraje z załącznika I do konwencji mogą mieć wpływ na globalną gospodarkę i emisję, chociaż skala wycieku emisji węgla pozostaje niepewna {WGIII 11.7, SPM}.**

Kraje eksportujące ropę naftową (zarówno wymienione, jak i te niewymienione w załączniku I) mogą się spodziewać, jak to wykazano w raporcie TAR, mniejszego zapotrzebowania i niższych cen ropy, jak również niższego wzrostu PKB z powodu wdrożenia polityk łagodzących. Zakres tych skutków zależy głównie od założeń związanych z decyzjami politycznymi i sytuacją na rynku ropy {WGIII 11.7, SPM}.

Podstawowe niepewności dotyczą szacowania wycieku emisji węgla. Większość wyników modeli równowagi potwierdza wnioski z raportu TAR dotyczące przesunięcia działań gospodarczych poza obszar krajów objętych zobowiązaniami Protokołu z Kioto w wysokości 5–20%, które mogłyby być mniejsze, jeśli konkurencyjne, niskoemisyjne technologie, byłyby efektywnie rozpowszechnione {WGIII 11.7, SPM}.

**Istnieje również duża zgodność oraz średnia liczba dowodów, że zmiany w stylu życia i wzorach zachowań mogą się przyczynić do łagodzenia zmiany klimatu we wszystkich sektorach. Praktyki zarządzające mogą również spełnić tu pozytywną rolę {WGIII SPM}.**

Przykłady działań, które mają pozytywny wpływ na redukcję emisji obejmują zmiany we wzorach konsumpcji, edukację i szkolenia, zmiany w zachowaniu lokatorów budynków, zarządzanie popytem na transport oraz narzędzia zarządzające w przemyśle {WGIII 4.1, 5.1, 6.7, 7.3, SPM}.

Tabela 4.2. Wybrane przykłady kluczowych sektorowych technologii, polityki i działań oraz bariery i możliwości na rzecz łagodzenia {WGIII tab. SPM.3, SPM.7}

Sektor	Kluczowe technologie i praktyki na rzecz łagodzenia dostępne na zasadach komercyjnych (kluczowe technologie i praktyki na rzecz łagodzenia planowane do komercjalizacji przed 2030 pokazano czcionką ukosną)	Polityki, działania i instrumenty uznane za efektywne środowiskowo	Główne bariery lub możliwości (czcionką prostą = bariery, czcionką ukosną = możliwości)
<b>Zaopatrzenie w energię</b> {WGIII 4.3, 4.4}	Poprawa efektywności zaopatrzenia i dystrybucji; zamiana paliw z węgla na gaz; energia jądrowa; produkcja ciepła i energii ze źródeł odnawialnych (energia woda, słoneczna, wiatru, geotermalna i bioenergia); produkcja ciepła i energii w skojarzeniu; wczesne zastosowanie technologii wychwytu i składowania węgla (CCS), np. magazynowanie CO <sub>2</sub> usuniętego z gazu ziemnego; CCS dla gazu, biomasy i urządzeń generujących prąd opalanych węglem; zaawansowana energetyka odnawialna, łącznie z energią pływów i fal morskich, skoncentrowanie odbiorników energii słonecznej i ogniw fotowoltaicznych	zmnieszenie subsydiów do paliw kopalnych; podatki lub opłaty węglowe od paliw kopalnych system stałych dopłat do technologii energii odnawialnych; obowiązek stosowania energii odnawialnej; subsydia producenckie	opór ze strony grup interesów może utrudnić wdrażanie odpowiednie do stworzenia rynków dla technologii niskiemisyjnych
<b>Transport</b> {WGIII 5.4}	Więcej pojazdów o niskim zużyciu paliw; pojazdy hybrydowe; pojazdy z czystym silnikiem diesla; biopaliwa; zamiana transportu drogowego na szynowy oraz publiczne systemy transportowe; transport niezmotoryzowany (rowerowy, pieszy); planowanie użytkowania gruntów i transportu; biopaliwa drugiej generacji; efektywniejsze lotnictwo; zaawansowane pojazdy elektryczne i hybrydowe z mocniejszymi i bardziej niezawodnymi bateriami	obowiązkowa gospodarka paliwowa; mieszkanki biopaliwowe oraz standardy dotyczące emisji CO <sub>2</sub> w transporcie drogowym podatki od zakupu pojazdów, rejestracji, użytkowania i paliw silnikowych; opłaty drogowe i parkingowe	ograniczona liczba pojazdów może zmniejszyć efektywność efektywność może spaść wraz ze wzrastającymi dochodami
<b>Budownictwo</b> {WGIII 6.5}	Efektywne sztuczne i dzienne oświetlenie; efektywniejsze urządzenia elektryczne, grzewcze i klimatyzacyjne; ulepszone kuchnie, poprawa izolacji; bierne i aktywne projekty wykorzystania energii słonecznej na potrzeby grzewcze i klimatyzacyjne; alternatywne płyny chłodzące, odzysk i ponowne użycie gazów fluorowanych; zintegrowane projektowanie budynków komercyjnych angażujące takie technologie jak inteligentne liczniki kontrolne, dostarczające informacji zwrotnej; integrowanie ogniw fotowoltaicznych w budynkach	wpływanie na potrzeby mobilne przez regulacje w zakresie użytkowania gruntów i planowanie infrastruktury; inwestowanie w atrakcyjne formy publicznego transportu i niezmotoryzowane formy transportu standardy produktowe i ich etykietowanie kodowanie i certyfikacja budynków programy zarządzania popytem	szczególnie stosowne dla krajów, które obecnie tworzą swoje systemy transportowe konieczne okresowe przeglądy standardów atrakcyjne dla nowych budynków. Wdrożenie może być trudne
<b>Przemysł</b> {WGIII 7.5}	Efektywniejsze urządzenia elektryczne; odzysk ciepła i energii; ponowne wykorzystanie materiałów i ich zastępowanie; kontrola emisji gazów innych niż CO <sub>2</sub> ; szeroki pakiet technologii procesowych; zaawansowana efektywność energetyczna, CCS dla produkcji cementu, amoniaku i żelaza; elektrody bierne w produkcji aluminium	stymulowanie przydatności sektora publicznego, łącznie z zaangażowaniem bodźce dla przedsiębiorstw sektora usług energetycznych prezypisy dotyczące wskaźników emisji; opracowanie standardów; subsydia; kredyty podatkowe	może być stosowne do stymulowania asymilacji technologii. Ważna tu stabilność: krajowej polityki biorąc pod uwagę międzynarodową konkurencyjność mechanizmy przewidywalnych alokacji oraz stabilne ceny ważnym sygnałem dla inwestycji
<b>Rolnictwo</b> {WGIII 8.4}	Ulepszenia gospodarka gruntami uprawnymi i pastwiskami w celu zwiększenia magazynowania węgla w glebie; odnowa eksploatowanych torfowisk oraz zdegradowanych gleb; ulepszenie technik uprawy ryżu oraz hodowli zwierząt i gospodarki ich odchodami w celu redukcji emisji CH <sub>4</sub> ; poprawa technik nawożenia azotem w celu redukcji emisji N <sub>2</sub> O; zastępowanie paliw kopalnych roślinami energetycznymi; poprawa efektywności energetycznej; poprawa plonowania roślin	dobrowolne porozumienia bodźce finansowe i regulacje mające na celu ulepszenie gospodarki gruntami; utrzymanie węgla zawartego w glebie; efektywne stosowanie nawozów i nawadniania	czynnik sukcesu obejmują: jasne cele, scenariusz bazowy, zaangażowanie trzecich stron w projektowanie, przegląd i formalne przepisy monitoringowe, bliską współpracę między rządem i przemysłem może zachęcić do synergii ze zrównoważonym rozwojem i zmniejszaniem wrażliwości na zmiany klimatu i w ten sposób przezwyciężać bariery blokujące wdrażanie działań
<b>Leśnictwo/lasy</b> {WGIII 9.4}	Zalesianie; ponowne zalesianie; gospodarka leśna; zmniejszanie wylesiania; gospodarka produktami drzewnymi; wykorzystanie produktów leśnych w formie bioenergii w celu zastępowania paliw kopalnych; doskonalenie gatunków drzew w celu zwiększenia produktywności biomasy i wiązania węgla; doskonalenie technik zdalnej obserwacji i analizy potencjału węgla z pokrywy roślinnej/gleb oraz sporządzania map użytkowania gruntów	bodźce finansowe (krajowe i międzynarodowe) do zwiększania powierzchni leśnej, zmniejszania wylesiania oraz utrzymania i zarządzania lasami; przepisy i ich przestrzeganie w zakresie użytkowania gruntów	bariery obejmują brak kapitału inwestycyjnego i problemy z własnością gruntów. Mogą pomóc w przezwyciężeniu błędów
<b>Odpady</b> {WGIII 10.4}	Odzyskiwanie CH <sub>4</sub> z wysypisk odpadów; spalanie odpadów z odzyskiem energii; kompostowanie odpadów organicznych; kontrolowane oczyszczanie ścieków; ponowne wykorzystanie i minimalizacja odpadów; stosowanie biopokryw i biofiltrów w celu optymalnego utlenienia CH <sub>4</sub>	bodźce finansowe zachęcające do doskonalenia gospodarki odpadami i ściekami zachęty lub obowiązki w zakresie energii odnawialnej prezypisy dotyczące gospodarki odpadami	mogą stymulować przepływ technologii dostępność na szczeblu lokalnym niskokosztowych paliw niefektywniej stosowane na poziomie krajowym ze strategią umożliwiająca egzekucję

### Polityki określające rzeczywistą lub domniemaną cenę emisji węgla mogłyby zainicjować bodźce dla producentów i konsumentów do znaczących inwestycji w produkty, technologie i procesy powodujące niską emisję gazów cieplarnianych {WGIII SPM}.

Znaczący potencjał łagodzący we wszystkich sektorach można by uzyskać przez konkretny sygnał dotyczący ceny emisji węgla. Badania modelowe wykazują, że globalne ceny emisji węgla, osiągające 20–80 USD/t CO<sub>2</sub> ekw. do 2030 roku, są zgodne ze scenariuszem stabilizacji koncentracji na poziomie 550 ppm CO<sub>2</sub> ekw. do 2100 roku. Dla tego samego poziomu stabilizacji, według badań prowadzonych od czasu wydania raportu TAR uwzględniających stymulowanie zmian technologicznych, zakres cen emisji węgla może spaść do 5–65 USD/t CO<sub>2</sub> ekw. w 2030 roku<sup>24</sup> {WGIII 3.3, 11.4, 11.5, SPM}.

**Jest duża zgodność oraz wiele dowodów na to, że istnieje duża różnorodność krajowych polityk i instrumentów dostępnych dla rządów do tworzenia zachęt w kierunku działań łagodzących. Możliwość ich zastosowania uzależniona jest od uwarunkowań krajowych oraz zrozumienia interakcji między nimi, a doświadczenia z ich wdrażania w różnych krajach i sektorach pokazują zarówno korzyści, jak i ujemne strony każdego z instrumentów {WGIII 13.2, SPM}.**

Zastosowano cztery główne kryteria do oceny polityk i instrumentów: efektywność środowiskową, efektywność kosztową, efekty dystrybucji pod kątem równości oraz instytucjonalną wykonalność {WGIII 13.2, SPM}.

Ogólne wnioski dotyczące wdrażania polityki są następujące {WGIII 13.2, SPM}:

- **Włączenie polityki klimatycznej do polityki obejmującej szerszy rozwój** ułatwi wdrożenie i przezwyciężenie barier.
- **Regulacje i standardy** ogólnie dostarczają pewności co do poziomów emisji. Mogą one być bardziej pożądane od innych instrumentów, jeżeli informacje lub inne bariery powstrzymują producentów i konsumentów od reagowania na sygnały cenowe. Natomiast mogą one nie stymulować innowacji i bardziej zaawansowanych technologii.
- **Podatki i opłaty** mogą wpływać na cenę emisji węgla, ale nie mogą zagwarantować osiągnięcia konkretnych poziomów emisji. W literaturze opisano podatki jako efektywny sposób włączenia kosztów do emisji gazów cieplarnianych.
- **Zbywalne pozwolenia** będą kształtować cenę emisji węgla. Liczba pozwoleń na emisję określi ich efektywność środowiskową, podczas gdy alokacja pozwoleń ma konsekwencje dystrybucyjne. Fluktuacja cen emisji węgla utrudnia oszacowanie całkowitego kosztu stosowania pozwoleń na emisję.
- **Bodźce finansowe** (subsydia i kredyty podatkowe) są często wykorzystywane przez rządy do stymulowania rozwoju i rozprzestrzeniania nowych technologii. Jeżeli koszty ekonomiczne są ogólnie wyższe niż dla instrumentów wymienionych powyżej, są one często decydujące w przezwyciężaniu barier.

- **Dobrowolne porozumienia** między przemysłem i rządami są politycznie atrakcyjne, podnoszą świadomość wśród zainteresowanych stron i odgrywają rolę w ewolucji wielu krajowych polityk. Większość porozumień nie doprowadziła do osiągnięcia znaczącej redukcji emisji poza scenariusz business as usual. Jednak niektóre ostatnie porozumienia w kilku krajach przyspieszyły zastosowanie najlepszych dostępnych technik i doprowadziły do mierzalnych redukcji emisji.
- **Instrumenty informacyjne** (np. kampanie uświadamiające) mogą pozytywnie oddziaływać na jakość środowiska przez promocję świadomych wyborów i przyczynianie się do zmiany zachowań, jednakże ich wpływ na emisję nie został do tej pory zmierzony.
- **Badania, rozwój i projekty demonstracyjne (RD&D)** mogą stymulować postęp techniczny, redukcję kosztów i umożliwiać postęp w kierunku stabilizacji emisji.

Niektóre korporacje, władze lokalne i regionalne, organizacje pozarządowe i grupy obywatelskie podejmują różnego rodzaju dobrowolne działania. Akcje te mogą ograniczyć emisję gazów cieplarnianych, stymulować innowacyjne polityki i zachęcać do stosowania nowych technologii. Działania te jednak mają ograniczony wpływ na emisję na poziomach krajowym czy regionalnym {WGIII 13.4, SPM}.

#### 4.4. Powiązanie opcji adaptacyjnych i łagodzących oraz ich związek ze zrównoważonym rozwojem

**Jest coraz większe zrozumienie możliwości wyboru i wdrażania działań w odniesieniu do klimatu w kilku sektorach w celu umożliwienia współdziałania i uniknięcia konfliktów z innymi wymiarami zrównoważonego rozwoju {WGIII SPM}.**

Polityki dotyczące zmian klimatu, odnoszące się do efektywności energetycznej i energii odnawialnej, są często korzystne ekonomicznie, poprawiają bezpieczeństwo energetyczne i zmniejszają lokalną emisję zanieczyszczeń. Działania zmniejszające zarówno kurczenie się naturalnych siedlisk, jak i wylesianie mogą mieć znaczące korzyści dla różnorodności biologicznej, gleb i zasobów wodnych, a także mogą być wdrażane w sposób społecznie i ekonomicznie zrównoważony. Zalesianie oraz plantacje roślin energetycznych mogą doprowadzić do rekultywacji zdegradowanych gruntów, zagospodarowania odpływu rzecznoego, zachowania węgla w glebie oraz przynieść korzyści gospodarkom wiejskim, lecz mogą również konkurować z produkcją żywności i niekorzystnie wpłynąć na różnorodność biologiczną, o ile działania te będą nieodpowiednio prowadzone {WGIII 20.3, 20.8, WGII 4.5, 9.7, 12.3, SPM}.

Coraz więcej dowodów jest na to, że decyzje dotyczące na przykład polityki makroekonomicznej, polityki rolnej, rozwoju wielostronnych pożyczek bankowych, praktyk ubezpieczeniowych, reformy rynku energii elektrycznej, bezpieczeństwa energetycznego i ochrony lasów, które są zazwyczaj traktowane jako te będące poza polityką klimatyczną, mogą znacząco zredukować emisję (tab. 4.3). Podobnie, polityki niezwiązane

<sup>24</sup> Wyniki badań dotyczących działań łagodzących i kosztów makroekonomicznych przedstawione w tym raporcie oparto na modelowaniu typu „górną-dół”. W większości modeli, do grupy działań łagodzących, zastosowano podejście globalnego najmniejszego kosztu, z powszechnym handlem emisjami, przy założeniu przejrzystych rynków, bez kosztów transakcji i w ten sposób doskonałym wdrożeniem działań łagodzących w XXI wieku. Koszty podano dla poszczególnych progów czasowych. Globalne koszty według zastosowanych modeli wzrosną, jeśli pewne regiony, sektory (np. użytkowanie gruntów), opcje lub gazy zostaną wyłączone. Globalne koszty według zastosowanych modeli spadną wraz z niższymi poziomami odniesienia, wykorzystaniem przychodów z podatków węglowych i aukcji pozwoleń na emisję, oraz przy uwzględnieniu stymulowania wiedzy technologicznej. Modele te nie biorą pod uwagę korzyści klimatycznych ani dodatkowych korzyści wynikających z działań łagodzących czy problemów równości. Znaczący postęp został osiągnięty w stosowaniu podejść opartych na stymulowanych zmianach technologicznych w studiach nad stabilizacją emisji; jednakże problemy pogięowe pozostają. W modelach rozważających stymulowane zmiany technologiczne, prognozowane koszty dla danych poziomów stabilizacji zostały zredukowane; redukcje są większe przy niższym poziomie stabilizacji.

**Tabela 4.3.** Łączenie rozważań nt. zmiany klimatu z polityką rozwoju – wybrane przykłady w zakresie łagodzenia {WGIII 12.2.4.6}.

Wybrane sektory	Instrumenty i działania niezwiązane ze zmianą klimatu	Potencjalnie oddziałują na:
Makroekonomia	wdrażanie pozaklimatycznych podatków/subsydiów i/lub innych polityk finansowych i administracyjnych promujących zrównoważony rozwój	całkowitą globalną emisję gazów cieplarnianych
Leśnictwo	przyjęcie praktyk mających na celu ochronę lasów i zrównoważone gospodarowanie nimi	emisję gazów cieplarnianych z wylesiania
Energia elektryczna	przyjęcie efektywnych kosztowo źródeł odnawialnych, programów zarządzania popytem oraz zmniejszenie strat w przesyłce i dystrybucji energii	emisję CO <sub>2</sub> z sektora energii elektrycznej
Import ropy	poprawa bezpieczeństwa energetycznego przez zróżnicowanie importowanych i krajowych paliw oraz zmniejszenie energochłonności gospodarki	emisję z importu ropy naftowej i jej produktów
Ubezpieczenia budynków, sektora transportu	zróżnicowanie składek ubezpieczeniowych, wyłączenie odpowiedzialności ubezpieczyciela, poprawa warunków dla zielonych produktów	emisję gazów cieplarnianych z sektora transportu i budownictwa
Międzynarodowe finanse	strategie krajowe i sektorowe oraz pożyczki na projekty mające na celu redukcję emisji	emisję w krajach rozwijających się

z klimatem mogą oddziaływać na zdolności adaptacyjne i wrażliwość {WGII 20.3, WGIII SPM, 12.3}.

#### **Pomiędzy opcjami adaptacyjnymi i łagodzącymi istnieje również współdziałanie jak i wymiana {WGII 18.4.3, WGIII 11.9}.**

Przykłady „współdziałania” obejmują odpowiednio zaprojektowaną produkcję biomasy, tworzenie obszarów ochronnych, gospodarkę gruntami, wykorzystanie energii w budynkach oraz leśnictwo, lecz w innych sektorach takie współdziałanie jest raczej ograniczone. Potencjalna „wymiana” obejmuje zwiększoną emisję gazów cieplarnianych spowodowaną wzrostem zużycia energii związanym z prowadzeniem działań adaptacyjnych {WGII 18.4.3, 18.5, 18.7, TS. 5.2; WGIII 4.5, 6.9, 8.5, 9.5, SPM}.

handlu emisjami oraz spadek PKB od 0,1 do 1,1% z jego uwzględnieniem. W celu osiągnięcia bardziej efektywnych środowiskowo celów przyszłe działania łagodzące powinny osiągnąć większą redukcję pokrywającą większy udział emisji globalnej; patrz zagadnienie 5 {WGIII 1.4, 11.4, 13.3, SPM}.

**W literaturze znajdujemy dużą zgodność oraz wiele dowodów na to, że istnieje wiele opcji mających na celu osiągnięcie redukcji globalnej emisji gazów cieplarnianych przez współpracę na międzynarodowym poziomie. Zgodnie z dostępną literaturą można uznać, że skuteczne porozumienia są efektywne środowiskowo i kosztowo, uwzględniają rozważania dotyczące równości i są instytucjonalnie wykonalne {WGIII 13.3, SPM}.**

Większy wspólny wysiłek mający na celu redukcję emisji przyczyni się do zmniejszenia globalnych kosztów w osiąganiu danego poziomu redukcji lub poprawi efektywność środowiskową. Ulepszenie i rozszerzenie zakresu rynkowych mechanizmów (takich jak handel emisjami, mechanizm wspólnych wdrożeń oraz mechanizm czystego rozwoju) mogłoby zmniejszyć całkowity koszt redukcji {WGIII 13.3, SPM}.

Wysiłki na rzecz łagodzenia zmiany klimatu mogą obejmować różnorodne elementy, takie jak cele redukcyjne, działania sektorowe, lokalne, krajowe i regionalne, programy RD&D, przyjmowanie wspólnych polityk, wdrażanie działań ukierunkowanych na rozwój czy rozszerzanie instrumentów finansowych. Elementy te mogą być realizowane w sposób zintegrowany, lecz ilościowe porównywanie wysiłków dokonanych przez różne kraje będzie złożone i wymagające znacznych środków {WGIII 13.3, SPM}.

Działania, które mogą być podjęte przez kraje, mogą być zróżnicowane zarówno pod względem terminu ich uruchomienia, stron uczestniczących, jak i rodzaju działania. Działania te mogą być wiążące lub nie, obejmować konkretne lub dynamiczne cele, uczestnictwo może być statyczne lub zmieniać się w czasie {WGIII 13.3, SPM}.

## **4.5. Współpraca międzynarodowa i regionalna**

**Istnieje duża zgodność oraz wiele dowodów na to, że godne uwagi osiągnięcia konwencji UNFCCC oraz jej Protokołu z Kioto ustanowiły globalną reakcję na problem zmiany klimatu, stymulując pakiet krajowych polityk, stworzenie międzynarodowego rynku emisji węgla i założenie nowych instytucjonalnych mechanizmów, które mogą ustanowić podwaliny pod przyszłe działania łagodzące. Widoczny jest również postęp w odniesieniu do adaptacji w ramach konwencji, gdzie dodatkowe inicjatywy zostały zasugerowane {WGII 18.7; WGIII 13.3}.**

Konsekwencje wprowadzenia pierwszego okresu zobowiązań odnośnie emisji globalnych będą miały ograniczony zakres. Prognozuje się, że skutki ekonomiczne w krajach wymienionych w załączniku B do Protokołu będą mniejsze niż te prezentowane w raporcie TAR, który wykazał zmniejszenie PKB od 0,2 do 2% w 2012 roku bez uwzględnienia

# 5

---

**Dłuższa perspektywa czasowa:  
naukowe i społeczno-ekonomiczne aspekty  
adaptacji i łagodzenia zmiany klimatu, zgodne  
z celami i postanowieniami konwencji oraz  
rozważane w kontekście zrównoważonego rozwoju**

---

## 5.1. Perspektywa zarządzania ryzykiem

Podejmowanie działań w odpowiedzi na zmianę klimatu wymaga zastosowania interaktywnego procesu zarządzania ryzykiem, obejmującego zarówno łagodzenie, jak również adaptację do zmiany klimatu. Pod uwagę brane są rzeczywiste szkody powodowane przez zmianę klimatu i te, których udało się uniknąć, wzajemne korzyści, aspekty związane ze zrównoważeniem, sprawiedliwością oraz postawy społeczne wobec ryzyka {WGII 20.9, SPM; WGIII SPM}.

Sposoby zarządzania ryzykiem mogą bezpośrednio uwzględniać zróżnicowanie sektorowe, regionalne i czasowe, ich zastosowanie wymaga jednak posiadania informacji o następstwach zmiany klimatu, nie tylko wynikających z najbardziej prawdopodobnych scenariuszy zmian klimatycznych, ale również ze zdarzeń, których prawdopodobieństwo wystąpienia jest mniejsze, ale pociągających za sobą poważniejsze następstwa. Niezbędne są również informacje o skutkach wynikających z proponowanej polityki i działań. W powszechnym rozumieniu ryzyko jest wypadkową prawdopodobieństwa zajścia pewnego zdarzenia i wynikających z tego konsekwencji. Skutki wpływu zmiany klimatu są uwarunkowane cechami systemów przyrodniczych i systemów społecznych, kierunków ich rozwoju oraz szczególnego umiejscowienia {SYR 3.3, rys. 3.6; WGII 20.2, 20.9, SPM; WGIII 3.5, 3.6, SPM}.

## 5.2. Podatność na zmiany klimatu, skutki zmian klimatu i ryzyko związane z tymi zmianami – najważniejsze aspekty w długiej perspektywie czasowej

Pięć powodów do obaw zmiany klimatu wskazano w Trzecim Raporcie IPCC (TAR). Obecnie uznano je za poważniejsze, obarczone dużym ryzykiem, o większym prawdopodobieństwie wystąpienia. Przewiduje się, że skala niektórych z nich będzie większa lub wystąpią one przy niższym wzroście temperatury powietrza. Dokonanie takiej

oceny stało się możliwe dzięki: (1) większej wiedzy na temat rozmiarów skutków oddziaływania i zagrożeń związanych ze wzrostem temperatury powietrza i koncentracji GHG, w tym podatności na obecną zmienność klimatu, (2) bardziej precyzyjnemu określeniu warunków przyczyniających się do zwiększenia podatności na zmianę klimatu systemów, sektorów, grup lub regionów oraz (3) wzrastającej liczbie dowodów na to, że ryzyko wystąpienia bardzo znacznych skutków zmiany klimatu będzie wzrastało na przestrzeni wieków, dopóki koncentracja gazów cieplarnianych i temperatura powietrza będą wzrastać. Lepiej zrozumiane stały się relacje między skutkami zmiany klimatu, które stanowiły podstawę do rozpatrywania w TAR zagrożeń związanych ze zmianami klimatu, a podatnością na zmiany klimatu, która obejmuje zdolność adaptacyjną do skutków wpływu zmiany klimatu {WGII 4.4, 5.4, 19.ES, 19.3.7, TS.4.6; WGIII 3.5, SPM}.

W konkluzji raportu TAR stwierdzono, że podatność na zmianę klimatu jest funkcją ekspozycji na działanie zmiany klimatu, wrażliwości i zdolności adaptacyjnych. Ponadto stwierdzono, że adaptacja do zmiany może przyczynić się do osłabienia wrażliwości na zmianę klimatu, a działania łagodzące mogą zmniejszyć wielkość narażenia na zmianę klimatu ze względu na ekspozycję, zmieniając tempo i zasięg tej zmiany. Obywa stwierdzenia znalazły potwierdzenie w ocenie zmian przeprowadzonej na potrzeby tego raportu {WGII 20.2, 20.7.3}.

Pojedynczy wskaźnik może być niewystarczający do określenia różnorodności najważniejszych podatności na zmianę klimatu lub wyznaczenia ich rankingu. Przykłady dotyczące skutków zmiany klimatu zostały przedstawione na rysunku 3.6. Ocena najistotniejszych podatności systemów na zmianę klimatu i wywołanych przez nie szkód będzie uwarunkowana przez stopień narażenia systemu na oddziaływanie zmiany klimatu, wyrażony tempem i wielkością zachodzących zmian oraz wrażliwością systemów określoną, tam gdzie ma to znaczenie, przez stan rozwoju oraz zdolność systemu do adaptacji. Niektóre z istotnych podatności na zmianę klimatu można powiązać z progami wrażliwości systemów. W pewnych przypadkach zmiana klimatu może powodować przejście systemu z jednego stanu w drugi, w innych osiągają próg, który określa się na podstawie subiektywnych odczuć, zależnych od wartości społecznych {WGII 19.ES, 19.1}.

### Istotne podatności na zmianę klimatu i artykuł 2 Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu

W artykule 2 Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu zapisano:

„Celem podstawowym niniejszej konwencji i wszelkich związanych z nią dokumentów prawnych, które mogą być przyjęte przez Konferencję Stron, jest doprowadzenie, zgodnie z właściwymi postanowieniami konwencji, do ustabilizowania koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze na poziomie, który zapobiegałby niebezpiecznej antropogenicznej ingerencji w system klimatyczny. W celu uniknięcia zagrożenia produkcji żywności i umożliwienia zrównoważonego rozwoju gospodarczego poziom taki powinien być osiągnięty w okresie wystarczającym do naturalnego adaptowania się ekosystemów do zmian klimatu.”

Określenie tego, co stanowi „niebezpieczną antropogeniczną ingerencję w system klimatyczny” w stosunku do artykułu 2 konwencji wymaga dokonania oceny wartościującej. Nauka może wspierać podejmowanie świadomej decyzji w tym zakresie przez opracowanie kryteriów oceny, w oparciu o które wyznaczone zostaną najistotniejsze podatności na zmiany klimatu {SYR 3.3, WGII 19.ES}.

Istotne podatności<sup>25</sup> na zmiany klimatu mogą być związane z wieloma systemami wrażliwymi na warunki klimatyczne, do których należą zaopatrzenie w żywność, infrastruktura, zdrowie, zasoby wodne, wybrzeża morskie, ekosystemy, globalne cykle biogeochemiczne, pokrywa lodowa i sposoby cyrkulacji oceanicznej i atmosferycznej {WGII 19.ES}.

Szczegółowe informacje o naturze przyszłych skutków zmian klimatu są obecnie dostępne z regionów całego świata, w tym z kilku miejsc nieobjętych oceną w poprzednim raporcie {WGII SPM}.

<sup>25</sup> Najważniejsze podatności na zmianę klimatu mogą zostać wskazane na podstawie wielu kryteriów, o których mowa w literaturze, do których należy wielkość, czas oddziaływania, trwałość zmiany, zdolność dostosowania się do zmiany, aspekty dotyczące rozmieszczenia, prawdopodobieństwa wystąpienia oraz istotności oddziaływania.



Celem prezentacji w TAR problematyki zmiany klimatu w postaci pięciu przyczyn budzących obawę było syntetyczne ujęcie zagadnień dotyczących ryzyka związanego ze zmianą klimatu oraz istotnych podatności na zmianę. Miało to również stanowić przydatny materiał do samodzielnej oceny zagrożeń związanych ze zmianą klimatu. Podejście to pozostaje realną strukturą rozważań istotnych zagadnień podatności na zmianę klimatu. Jako takie zostało uaktualnione w raporcie AR4 {*TAR WGII rozdz. 19; WGII SPM*}.

- **Zagrożenia dla unikalnych i wrażliwych systemów.** Obserwowane skutki wpływu zmiany klimatu na unikalne i wrażliwe systemy, takie jak ekosystemy położone w obszarach polarnych i wysokogórskich oraz społeczności lokalne zamieszkujące te tereny, dostarczają nowych i mocniejszych dowodów na wzrastający poziom negatywnych oddziaływań, postępujący wraz z dalszym wzrostem temperatury. Zagrożenie wyginięciem gatunków i uszkodzeniem rafy koralowej wzrastające wraz z ociepleniem prognozuje się z większą pewnością niż w raporcie TAR. Jeśli wzrost średniej temperatury globalnej przekroczy o 1,5–2,5°C poziom z lat 1980–1999 to *prawdopodobnie* blisko 20–30% gatunków roślin i zwierząt zostanie zagrożonych wymarciem, co prognozuje się ze *średnią pewnością*. Z większą pewnością prognozuje się, że wzrost średniej temperatury globalnej o 1,5–2,5°C powyżej poziomu z okresu przedprzemysłowego stanowi znaczące zagrożenie dla wielu unikalnych i wrażliwych ekosystemów. Wiele obszarów narażonych będzie na utratę bioróżnorodności. Wrażliwe na stres cieplny są koralowce, które mają niewielką zdolność przystosowania się. Wzrost temperatury wody morskiej o 1–3°C przyczyni się do zwiększenia zblednięcia koralowców oraz zwiększenia ich śmiertelności, jeśli nie przystosują się do nowych warunków termicznych. Prognozowane jest zwiększenie podatności na ocieplenie ludności autochtonicznej, zamieszkującej obszary Arktyki i małych wysp {*SYR 3.3, 3.4, rys. 3.6, tab. 3.2; WGII 4.ES, 4.4, 6.4, 14.4.6, 15.ES, 15.4, 15.6, 16.ES, 16.2.1, 16.4, tab. 19.1, 19.3.7, TS.5.3, rys. TS.12, rys. TS.14*}.
- **Narażenie na ekstremalne zjawiska pogodowe.** Reakcja na niektóre z ekstremalnych zjawisk pogodowych ukazała zwiększony w porównaniu do poprzedniego raportu poziom podatności na warunki klimatyczne zarówno krajów rozwijających się, jak i rozwiniętych. Z większą pewnością spodziewane jest wzmocnienie występowania susz, fali upałów i powodzi, jak również innych negatywnych oddziaływań. Nasilenie susz, fali upałów i powodzi, które prognozowane są w wielu regionach, przyniesie przede wszystkim negatywne skutki w postaci zwiększenia niedoboru wody i częstości występowania pożarów samoistnych, niepożądanych oddziaływań na produkcję żywności, zdrowie, zwiększonego zagrożenia związanego z powodzią i ekstremalnie wysokim poziomem morza oraz zniszczeń infrastruktury. Skutki zmiany klimatu związane z wystąpieniem ekstremalnych zjawisk pogodowych zostały przedstawione w tabeli 3.2 {*SYR 3.2, 3.3, tab. 3.2; WGI 10.3, tab. SPM.2; WGII 1.3, 5.4, 7.1, 7.5, 8.2, 12.6, 19.3, tab. 19.1, tab. SPM.1*}.
- **Rozmieszczenie skutków zmiany klimatu i podatności na tę zmianę.** Na tle wyraźnego zróżnicowania między regionami te najslabiej rozwinięte gospodarczo często okazują się najbardziej podatne na zmianę klimatu oraz najbardziej wrażliwe na szkody spowodowane przez tę zmianę, szczególnie kiedy stoją w obliczu wieloletniego stresu. Zwiększa się liczba dowodów świadczących o wzmoczeniu podatności na klimat określonych grup społecznych, takich jak ludzie biedni i osoby starsze, nie tylko w krajach rozwijających się, ale również w krajach rozwiniętych. Pewność prognoz regionalnych wzor-

ców zmiany klimatu (patrz zagadnienie 3.2) i prognoz skutków tej zmiany w regionach zwiększyła się, umożliwiając wskazanie systemów, sektorów i regionów szczególnie podatnych na zmianę (patrz zagadnienie 3.3). Ponadto, zwiększyła się liczba dowodów na to, że słabiej rozwinięte obszary położone w niskich szerokościach geograficznych na ogół doświadczają większego zagrożenia, na przykład w obszarach suchych i obszarach wielkich delt. Nowe badania potwierdzają, że Afryka ze względu na zakres prognozowanych skutków zmiany klimatu, wieloletnie negatywne oddziaływania i małą zdolność adaptacyjną jest jednym z kontynentów najbardziej podatnych na zmianę klimatu. Przewiduje się, że podniesienie poziomu morza będzie stanowiło znaczące zagrożenie dla społeczności zamieszkujących azjatyckie obszary wielkich delt i małe wyspy {*SYR 3.2, 3.3, 5.4; WGI 11.2–11.7, SPM; WGII 3.4.3, 5.3, 5.4, ramki 7.1 i 7.4, 8.1.1, 8.4.2, 8.6.1.3, 8.7, 9.ES, tab. 10.9, 10.6, 16.3, 19.ES, 19.3, tab. 19.1, 20.ES, TS.4.5, TS.5.4, tab. TS.1, TS.3, TS.4, SPM*}.

- **Zagregowane skutki wpływu zmiany klimatu.** W porównaniu z raportem TAR najwyższe wartości wstępnych korzyści rynkowych zostaną osiągnięte przy mniejszej zmianie klimatu, co oznacza, że nastąpi to wcześniej niż przewidywano w poprzednim raporcie. Większe niż przewidywano w raporcie TAR straty będą *prawdopodobnie* odpowiadały znacznym zmianom wzrostu globalnej temperatury, a koszt netto skutków nasilającego się ocieplenia będzie wzrastać w czasie. Zagregowane skutki zmiany klimatu zostały również oszacowane w postaci innych wartości (patrz zagadnienie 3.3). Przykładowo, zmiana klimatu w następnym stuleciu *prawdopodobnie* niekorzystnie wpłynie na życie tysiąca milionów ludzi, przyczyniając się do nasilenia zalewów obszarów nadmorskich, zmniejszenia dostępności wody, zwiększenia niedożywienia ludności oraz zwiększenia negatywnych oddziaływań na zdrowie człowieka {*SYR 3.3, rys. 3.6; WGII 19.3.7, 20.7.3, TS.5.3*}.
- **Zagrożenia związane z występowaniem wielkoskalowych osłabień<sup>26</sup>.** W obecnym stuleciu nagła zmiana Południkowej Cyrkulacji Wymiennej (MOC) jest *bardzo nieprawdopodobna*, co zostało omówione w zagadnieniu 3.4. Z *dużą pewnością* uznaje się, że przez wiele stuleci globalne ocieplenie doprowadzi do podniesienia poziomu morza w wyniku wyłącznie termicznego rozszerzenia się wód powierzchniowych, przy czym podniesienie poziomu morza przekroczy zmiany zachodzące w XX wieku, powodując utratę terenów nadmorskich i związane z tym następstwa. W porównaniu z raportem TAR lepiej rozumiane jest zagrożenie związane z dodatkowym wpływem na podniesienie poziomu morza topienia tarcz lodowych na Grenlandii i Antarktyce, które może być znaczniejsze od przewidywanego w modelu lądolodu i mogłoby nastąpić w skali stulecia. Różnice wynikają z tego, że dynamiczne procesy lodowe obserwowane w ostatnich latach, które w modelach lądolodu ocenionych w raporcie AR4 są nie w pełni uwzględnione, mogą przyczynić się do zwiększenia tempa utraty lodu. Całkowite roztopienie się lodu grenlandzkiego spowodowałoby podniesienie poziomu morza o 7 m {*SYR 3.4; WGI 10.3, ramka 10.1; WGII 19.3.7, SPM*}.

### 5.3. Adaptacja i łagodzenie zmiany klimatu

Z *dużą pewnością* stwierdza się, że ani działania w zakresie adaptacji, ani działania w zakresie łagodzenia zmiany klimatu prowadzone oddzielnie nie mogą zapobiec wszystkim

<sup>26</sup> Patrz słownik.

skutkom zmiany klimatu. Adaptacja jest niezbędnym elementem zarówno krótko jak i długoterminowych działań ukierunkowanych na skutki ocieplenia, które mogłyby wystąpić nawet w warunkach stabilizacji koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze na najniższym poziomie. Istnieją przeszkody, ograniczenia i koszty działań nie w pełni zrozumiałe. Działania w zakresie adaptacji i działania w zakresie łagodzenia mogą uzupełniać się wzajemnie znacząco zmniejszając zagrożenia związane ze zmianą klimatu {WGII 4.ES, TS 5.1, 18.4, 18.6, 20.7, SPM; WGIII 1.2, 2.5, 3.5, 3.6}.

W niektórych przypadkach adaptacja do zmiany klimatu przez naturalne ekosystemy (np. utrata lodowców Arktycznych i zdolności do życia ekosystemów morskich), zanikanie lodowców górskich odgrywających zasadniczą rolę w magazynowaniu zasobów wód i jej dostarczaniu, czy dostosowanie się do podniesionego o kilka metrów<sup>27</sup> poziomu morza będzie nieskuteczną metodą działania. W wielu przypadkach, w takich obszarach jak delty czy ujścia rzek, będzie istniała mniejsza możliwość lub będzie bardzo kosztowna adaptacja do warunków klimatycznych prognozowanych na następne kilka dziesięcioleci. Z dużą pewnością twierdzi się, że naturalna zdolność do adaptacji wielu ekosystemów zostanie przekroczona w tym wieku. Także w systemach społecznych natrafia się na wiele przeszkód i ograniczeń w skutecznej adaptacji – patrz zagadnienie 4.2 {SYR 4.2; WGII 17.4.2, 19.2, 19.4.1}.

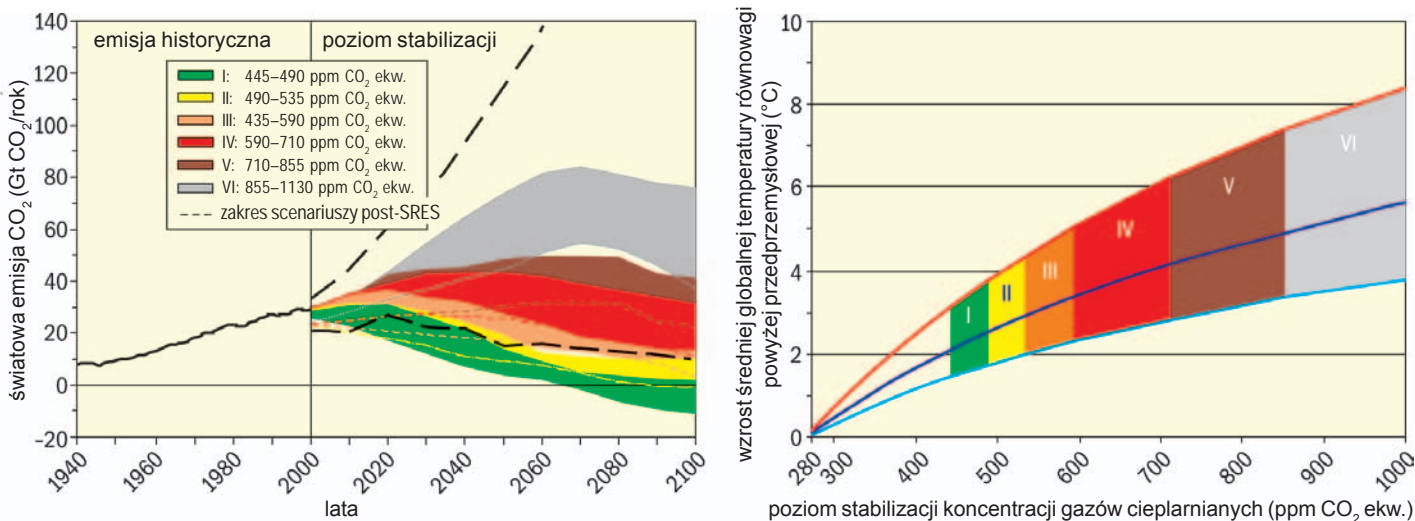
W dłuższej perspektywie czasowej brak podejmowania działań łagodzących zmianę klimatu mógłby prawdopodobnie spowodować przekroczenie możliwości adaptacyjnych systemów naturalnych, zarządzanych i systemów społecznych. Poleganie wyłącznie na działaniach adaptacyjnych mogłoby ostatecznie doprowadzić do takich rozmiarów zmiany klimatu, w których skuteczna adaptacja nie byłaby możliwa lub jej koszt ze względów społecznych, środowiskowych i gospodarczych byłby bardzo wysoki {WGII 18.1, SPM}.

**Działania zapobiegające emisji gazów cieplarnianych podejmowane w celu zmniejszenia tempa i skali zmiany klimatu muszą uwzględniać inercję systemu klimatycznego i systemu społeczno-ekonomicznego {SYR 3.2; WGI 10.3, 10.4, 10.7, SPM; WGIII 2.3.4}.**

Po ustabilizowaniu koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze spodziewane jest spowolnienie tempa wzrostu średniej globalnej temperatury powietrza w ciągu kilku dziesięcioleci. Wciąż jeszcze przez kilka stuleci będzie można się spodziewać małych wzrostów średniej globalnej temperatury powietrza. W wyniku rozszerzania się wód powierzchniowych pod wpływem temperatury poziom morza będzie się podnosił przez wiele stuleci, w związku z trwającym wychwytem ciepła przez oceany. Ostatecznie zmniejszy się poniżej tempa wzrostu sprzed stabilizacji koncentracji gazów {SYR 3.2, WGI 10.3, 10.4, 10.7, SPM}.

Opóźnienie redukcji emisji gazów cieplarnianych ograniczy znacznie możliwości ustabilizowania koncentracji tych gazów na niższym po-

#### Emisja CO<sub>2</sub> i wzrost temperatury równowagi w odniesieniu do różnych poziomów stabilizacji



**Rysunek 5.1.** Globalna emisja CO<sub>2</sub> w latach 1940–2000 i zakres emisji w odniesieniu do kategorii scenariuszy stabilizacji koncentracji gazów w okresie od 2000 do 2100 roku (wykres po lewej stronie) oraz odpowiadający temu związek między stabilizacyjnym celem a prawdopodobnym wzrostem globalnej temperatury równowagi powyżej stanu w okresie przedprzemysłowym (wykres po prawej stronie). Zbliżanie się do stanu równowagi może trwać kilka stuleci, szczególnie w przypadku scenariuszy zakładających osiągnięcie wyższego poziomu stabilizacji koncentracji. Kolorowym zacienieniem zaznaczono scenariusze pogrupowane według różnych celów stabilizacji (kategorie stabilizacji od I do VI). Na prawym wykresie pokazano zakres zmian średniej globalnej temperatury powyżej przedprzemysłowej stosując (i) „najlepsze oceny” wrażliwości klimatu na poziomie 3°C (czarna linia pośrodku pokolorowanego obszaru), (ii) górną granicę prawdopodobnego zakresu wrażliwości klimatu na poziomie 4,5°C (czerwona linia w górnej części pokolorowanego obszaru), (iii) dolną granicę prawdopodobnego zakresu wrażliwości klimatu na poziomie 2°C (niebieska linia w dolnej części pokolorowanego obszaru). Zaznaczone na lewym wykresie czarne linie przerywane wskazują zakres emisji obecnych scenariuszy bazowych opublikowanych od czasu scenariuszy SRES (2000). Zakresy emisji scenariuszy stabilizacyjnych obejmują scenariusze odnoszące się tylko do CO<sub>2</sub> i scenariusze dotyczące wielu gazów, i odpowiadają za 10–90% całkowitego rozdziału scenariuszy. **Uwaga:** W większości modeli w emisji CO<sub>2</sub> nie uwzględnia się emisji z rozkładu naziemnej biomasy pozostającej po wyrobieniu i wylesianiu oraz emisji z pożarów torfowisk i z odwadniania gleb torfowych {WGIII rys. SPM.7 i SPM.8}

<sup>27</sup> Adaptacja do podniesionego o kilka metrów poziomu morza, chociaż jest technicznie możliwa, w rzeczywistości zagrożenie to pozostaje poza obszarem adaptacji ze względu na nierównomierne rozmieszczenie zasobów wymagających przystosowania się do nowych warunków {WGII 17.4.2, 19.4.1}.

ziomie i spowoduje wzrost zagrożenia znacznie poważniejszymi skutkami zmiany klimatu. Pomimo, że działania łagodzące mogłyby dać efekty dopiero za kilkadziesiąt lat, podejmowanie ich w najbliższym czasie mogłoby zapobiec zamykaniu zarówno węglchłonnej infrastruktury o przedłużonej trwałości, jak i zmianom dróg rozwoju, zmniejszyć tempo zmian klimatu i ograniczyć potrzeby adaptacji do wyższych poziomów ocieplenia {WGII 18.4, 20.6, 20.7, SPM; WGIII 2.3.4, 3.4, 3.5, 3.6, SPM}.

#### 5.4. Trajektorie emisji do osiągnięcia stabilizacji gazów cieplarnianych

**W celu ustabilizowania koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze musiałby nastąpić spadek emisji tych gazów po osiągnięciu punktu szczytowego<sup>28</sup>. Im niższy poziom stabilizacji koncentracji tym szybciej powinno to nastąpić – rysunek 5.1<sup>29</sup> {WGIII 3.3, 3.5, SPM}.**

Postęp w modelowaniu osiągnięty od momentu opublikowania raportu TAR pozwala ocenić strategię ograniczania emisji wielu gazów pod względem stabilizacji koncentracji GHG i związanych z tym kosztów. W tych modelach bada się szeroki zakres przyszłych scenariuszy, obejmujący scenariusze o niższym, od przedstawionych w TAR, poziomie stabilizacji gazów {WGIII 3.3, 3.5, SPM}.

**Podejmowane w ciągu najbliższych 20–30 lat wysiłki łagodzenia zmiany klimatu będą miały znaczący wpływ na możliwości osiągnięcia niższego poziomu stabilizacji koncentracji GHG w atmosferze – tabela 5.1 i rysunek 5.1 {WGIII 3.5, SPM}.**

W tabeli 5.1 podsumowano wiedzę o wielkości emisji gazów cieplarnianych wymaganej do osiągnięcia różnych poziomów stabilizacji ich koncentracji w atmosferze oraz wynikającego z tego wzrostu średniej globalnej temperatury równowagi określonej z wykorzystaniem „najlepszych ocen” wrażliwości klimatu (rysunek 5.1 *prawdopodobny* zakres niepewności). Stabilizacja koncentracji na niższym poziomie i związana z tym temperatura

**Tabela 5.1.** Cechy opublikowanych po TAR scenariuszy stabilizacji oraz wynikowa długookresowa średnia temperatura równowagi i podniesienie poziomu morza związane tylko z termicznym rozszerzaniem wód<sup>a</sup> {WGI 10.7; WGIII tab. TS.2, tab. 3.10, tab. SPM.5}

Kategoria	Koncentracja CO <sub>2</sub> na poziomie stabilizacji (2005 r. = 379 ppm) <sup>b</sup>	Koncentracja GHG i aerozoli na poziomie stabilizacji wyrażona w CO <sub>2</sub> ekw. (2005=375 ppm) <sup>b</sup>	Rok osiągnięcia największej emisji CO <sub>2</sub> <sup>a, c</sup>	Zmiany globalnej emisji CO <sub>2</sub> w 2050 r. (procent emisji z roku 2000) <sup>a, c</sup>	Wzrost globalnej temperatury równowagi względem przedprzemysłowej, z wykorzystaniem „najlepszych ocen” wrażliwości klimatu <sup>d, e</sup>	Wzrost globalnego poziomu morza powyżej przedprzemysłowego w stanie równowagi (wynikający tylko ze wzrostu objętości wody)	Liczba ocenionych scenariuszy
	[ppm]	[ppm]	[rok]	[%]	[°C]	[metr]	
I	350 – 400	445 – 490	2000 – 2015	-85 – -50	2,0 – 2,4	0,4 – 1,4	6
II	400 – 440	490 – 535	2000 – 2020	-60 – -30	2,4 – 2,8	0,5 – 1,7	18
III	440 – 485	535 – 590	2010 – 2030	-30 – +5	2,8 – 3,2	0,6 – 1,9	21
IV	485 – 570	590 – 710	2020 – 2060	+10 – +60	3,2 – 4,0	0,6 – 2,4	118
V	570 – 660	710 – 855	2050 – 2080	+25 – +85	4,0 – 4,9	0,8 – 2,9	9
VI	660 – 790	855 – 1130	2060 – 2090	+90 – +140	4,9 – 6,1	1,0 – 3,7	5

Uwagi:

- Przedstawiona w badaniach ocenianych w tym raporcie, dotyczących łagodzenia zmian klimatu, redukcja emisji, która odnosi się do poszczególnych poziomów stabilizacyjnych, może być zbyt nisko oszacowana ze względu na brakujące informacje o sprzężeniach zwrotnych cyklu węglowego (patrz zagadnienie 2.3).
- Koncentracja CO<sub>2</sub> w atmosferze wynosiła 379 ppm w 2005 roku. Według najlepszego oszacowania całkowita koncentracja wszystkich gazów cieplarnianych długo utrzymujących się w atmosferze wyrażona w ekwiwalencie CO<sub>2</sub> w 2005 roku osiągnęła blisko 455 ppm, podczas gdy odpowiadająca temu wartość wszystkich antropogenicznych czynników wymuszania sięga 375 ppm CO<sub>2</sub> ekw.
- Zakresy odpowiadają 15–85% scenariuszy opublikowanych po raporcie TAR. Emisja CO<sub>2</sub> pokazuje, że scenariusze dotyczące wielu gazów mogą być porównywane ze scenariuszami określającymi emisję tylko CO<sub>2</sub> (patrz rysunek 2.1).
- Najlepsza ocena wrażliwości klimatu jest na poziomie 3°C.
- Należy zauważyć, że z powodu bezwładności systemu klimatycznego średnia temperatura równowagi jest inna niż spodziewana średnia temperatura w momencie stabilizacji koncentracji GHG. W większości ocenianych scenariuszy koncentracja GHG zostanie ustabilizowana w atmosferze pomiędzy 2100 a 2150 rokiem (patrz przypis 30).
- Stan równowagi podnoszenia poziomu morza jest określony wyłącznie względem poziomu morza podnoszącego się wskutek wzrostu objętości wody oceanicznej wraz ze wzrostem jej temperatury, i przynajmniej przez wiele stuleci nie zostanie osiągnięty. Te wartości zostały oszacowane przy zastosowaniu prostych modeli klimatycznych (jednego modelu AOGCM o niskiej zdolności rozdzielczej i kilku modeli EMICs opartych na najlepszej ocenie wrażliwości klimatu na poziomie 3°C). Nie uwzględniają one współdziałania topniejącej pokrywy lodowej, lodowców i czap lodowych. Prognozują się, że na skutek długookresowego wzrostu objętości wody poziom morza podniesie się o 0,2–0,6 m na 1°C ocieplenia klimatu powyżej stanu w okresie przedprzemysłowym. Skrót AOGCM oznacza Modele Ogólnej Cyrkulacji Atmosfera-Ocean (Atmosphere-Ocean General Circulation Model) a EMICs – Modele Systemu Ziemi o Średnio zaawansowanej Złożoności (Earth System Models of Intermediate Complexity).

<sup>28</sup> Osiągnięcie szczytu oznacza, że emisja musi osiągnąć najwyższą wartość zanim później zmaleje.

<sup>29</sup> W przypadku najniższego ze scenariuszy łagodzenia zmian klimatu, emisja musiałaby osiągnąć szczytową wartość przed rokiem 2015, a w przypadku najwyższego przed rokiem 2000 (patrz tab. 5.1). Scenariusze, w których przyjmuje się alternatywne ścieżki emisji pokazują znaczące różnice w tempie globalnej zmiany klimatu {WGII 19.4}.

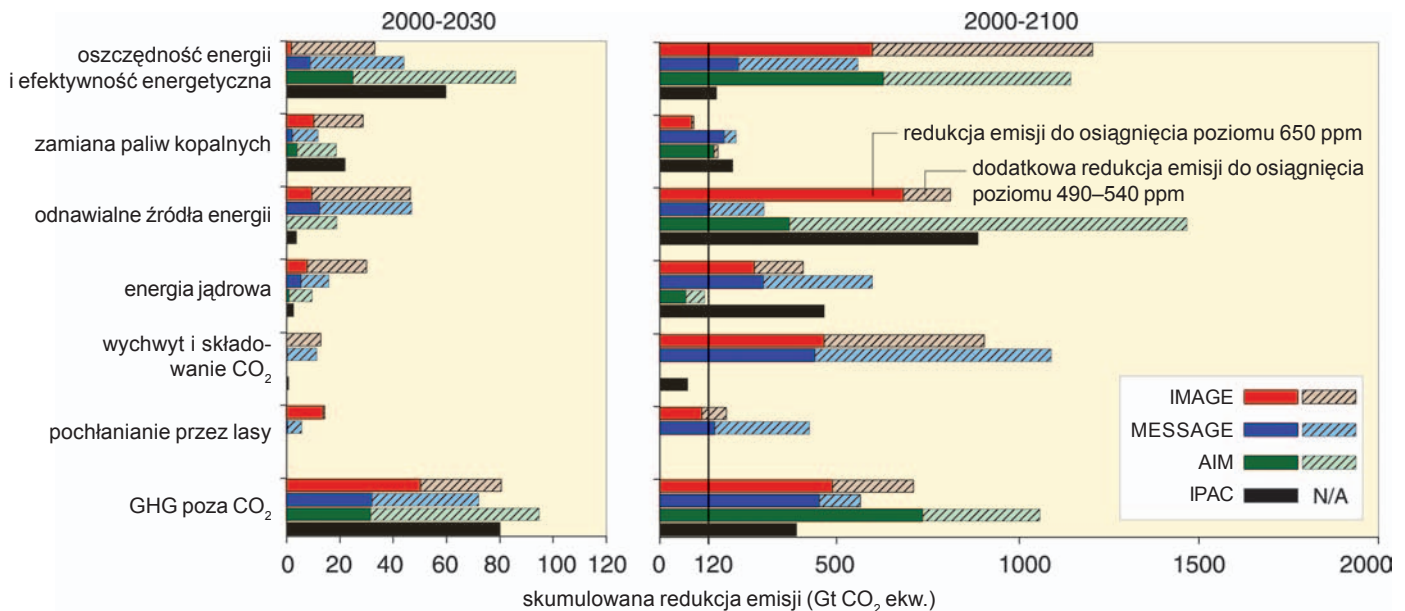
równowagi przybliżają termin osiągnięcia najwyższej wartości emisji oraz warunkują uzyskanie znaczniejszej redukcji emisji przed 2050 rokiem<sup>30</sup>. Wrażliwość klimatu stanowi kluczowe źródło niepewności w scenariuszach łagodzenia zmian klimatu, których celem jest osiągnięcie określonych poziomów temperatury. Jeśli wrażliwość klimatu jest wysoka, to termin wprowadzenia działań łagodzących będzie wcześniejszy i stopień redukcji emisji wybrany ze względu na osiągnięcie określonego poziomu stabilizacji temperatury bardziej rygorystyczny {WGIII 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, SPM}.

Podniesienie poziomu morza jest nieuchronne w warunkach ocieplania się klimatu. Proces rozszerzalności cieplnej cieczy prowadzący do wzrostu objętości wody będzie trwał przez wiele stuleci po ustabilizowaniu koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze, niezależnie od poziomu stabilizacji, co ostatecznie spowoduje znacznie większy niż przewidywano wzrost poziomu morza w XXI wieku (tab. 5.1). Jeśli koncentracja gazów cieplarnianych i aerozoli zostanie ustabilizowana na poziomie z roku 2000, to tylko w wyniku termicznego rozszerzania objętości wody należy się spodziewać dalszego wzrostu poziomu morza o 0,3–0,8 m. Udział topniejącego lodu grenlandzkiego we wzroście poziomu morza będzie większy, ostatecznie może osiągnąć kilka metrów w warunkach utrzymującego się przez wiele stuleci ocieplenia klimatu o 1,9–4,6°C powyżej poziomu z okresu przedprzemysłowego. Te długotrwałe skutki będą miały olbrzymie następstwa dla wybrzeża morskiego. Z powodu utrzymującego się przez długi

okres termicznego rozszerzania wód i reakcji pokrywy lodowej na ocieplenie strategię łagodzenia zmian klimatu, w których zakłada się stabilizację koncentracji GHG (lub wymuszenia radiacyjnego) na obecnym lub wyższym poziomie nie doprowadzą do ustabilizowania poziomu morza przez wiele stuleci {WGI 10.7}.

Sprzężenia zwrotne zachodzące między cyklem węglowym a zmianą klimatu wpływają na działania wymagane w zakresie łagodzenia zmiany klimatu i dostosowania się do tej zmiany. W sprzężeniu zwrotnym klimatu z obiegiem węgla spodziewane jest zwiększenie odsetka antropogenicznej emisji pozostającej w atmosferze jako podgrzewacz systemu klimatycznego (patrz zagadnienie 2.3 i 3.2.1), ale w badaniach nad łagodzeniem zmian klimatu jeszcze nie uwzględniono pełnego zakresu sprzężeń zwrotnych. W wyniku tego wielkość redukcji emisji niezbędna do osiągnięcia konkretnego poziomu stabilizacji, ocenionego w badaniach dotyczących łagodzenia zaprezentowanych w tabeli 5.1, może być zbyt nisko oszacowana. Biorąc pod uwagę stan obecnej wiedzy na temat sprzężeń zwrotnych klimatu z obiegiem węgla badania nad modelami wskazują, że stabilizacja koncentracji CO<sub>2</sub> na poziomie, np. 450 ppm<sup>31</sup> może wymagać osiągnięcia w XXI wieku skumulowanej emisji gazów cieplarnianych mniejszej od poziomu 1800 GtCO<sub>2</sub> [od 1370 do 2200], który jest o 27% niższy od poziomu 2460 GtCO<sub>2</sub> [od 2310 do 2600] określonego bez uwzględnienia sprzężeń zwrotnych cyklu węglowego {SYR 2.3, 3.2.1; WGI 7.3, 10.4, SPM}.

### Pakiety technologii łagodzących zmiany klimatu ilustrujące osiągnięcie stabilizacji koncentracji GHG



**Rysunek 5.2.** Skumulowana redukcja emisji dotycząca alternatywnych działań łagodzących zmiany klimatu w latach 2000–2030 (wykres po lewej stronie) i w latach 2000–2100 (wykres po prawej stronie). Na rysunku pokazano uzyskane z czterech modeli (AIM, IMAGE, IPAC i MESSAGE) scenariusze ilustrujące osiągnięcie stabilizacji koncentracji GHG odpowiednio na niskim (490–540 ppm CO<sub>2</sub> ekw.) i średnim poziomie (650 ppm CO<sub>2</sub> ekw.). Ciemne słupki wskazują wielkość redukcji do osiągnięcia poziomu 650 ppm CO<sub>2</sub> ekw., jasne dodatkową redukcję niezbędną do uzyskania koncentracji na poziomie od 490 do 540 ppm CO<sub>2</sub> ekw. Należy zauważyć, że w niektórych modelach nie uwzględnia się działań z zakresu zwiększenia pochłaniania CO<sub>2</sub> przez lasy (AIM i IPAC) lub wychwyty przez CCS (AIM) oraz faktu, że udział opcji z zakresu energetyki niskowęglowej w całkowitym zaopatrzeniu w energię jest również zdeterminowany przez włączenie tych opcji do poziomu odniesienia. Technologie CCS obejmują wychwyty i składowanie CO<sub>2</sub> pochodzącego z biomasy. Pochłanianie przez lasy dotyczy również redukowania emisji wynikającej z wylesiania. Na rysunku zaprezentowano redukcje emisji względem scenariuszy bazowych ze skumulowaną emisją od 6000 do 7000 Gt CO<sub>2</sub> ekw., lata 2000–2100 {WGIII rys. SPM.9}.

<sup>30</sup> Oceny przebiegu zmian temperatury w tym stuleciu są niedostępne w raporcie AR4 w odniesieniu do scenariuszy stabilizacyjnych. W przypadku większości poziomów stabilizacyjnych średnia temperatura zbliża się do stanu równowagi przez kilka stuleci. W scenariuszach o znacznie niższym poziomie stabilizacji (kategoria I i II, rys. 5.1) równowaga temperatury może zostać osiągnięta wcześniej.

<sup>31</sup> Ustabilizowanie koncentracji CO<sub>2</sub> na poziomie 1000 ppm przy uwzględnieniu tego sprzężenia zwrotnego mogłoby wymagać zmniejszenia skumulowanej emisji z modelowej średniej blisko 5190 [od 4910 do 5460] Gt CO<sub>2</sub> do prawie 4030 [od 3590 do 4580] Gt CO<sub>2</sub> {WGI 7.3, 10.4, SPM}.

## 5.5. Przepływ technologii i ich rozwój

Istnieje **duża zgodność i wiele dowodów** wskazujących na to, że wszystkie ocenione w raporcie poziomy stabilizacyjne mogą zostać osiągnięte dzięki wprowadzeniu pakietu technologii, które są już dostępne na rynku albo ich komercjalizacja jest spodziewana w nadchodzących dekadach, zakładając wprowadzenie odpowiednich i skutecznych zachęt do rozwoju, nabywania, wprowadzania i upowszechnienia technologii oraz pokonywania napatykanych barier {WGIII SPM}.

Wymaganym warunkiem do osiągnięcia celu stabilizacji koncentracji gazów cieplarnianych, a także zmniejszenia kosztu redukcji emisji<sup>32</sup> jest wprowadzenie na całym świecie technologii o małej emisji GHG, jak również udoskonalenie technologii dzięki prowadzonym przez państwowe i prywatne ośrodki pracom badawczo-rozwojowym i projektom demonstracyjnym. Przykłady ilustrujące udział pakietu opcji łagodzących zmiany klimatu zaprezentowano na rysunku 5.2. Wielkość udziału różnych technologii zmienia się w czasie i w regionach oraz zależy od ścieżki rozwoju, względem której porównuje się technologie, dostępnych technologii, kosztów komparatywnych oraz analizowanego poziomu stabilizacji koncentracji gazów. Ustabilizowanie koncentracji na najniższym z ocenianych poziomów (490–540 ppm CO<sub>2</sub> ekw.) wymaga szybkich inwestycji, znacznie szybszego upowszechnienia i komercjalizacji zaawansowanych technologii o małej emisji gazów w ciągu następnych dziesięcioleci (lata 2000–2030). Ponadto w długofalowej perspektywie (lata 2000–2100) należy zwiększyć udział opcji obejmujących szerszy zakres łagodzenia zmian klimatu. To wymaga zastosowania odpowiednich zachęt, które skutecznie przełamią bariery rozwoju, nabywania, wprowadzania i upowszechniania takich technologii {WGIII 2.7, 3.3, 3.4, 3.6, 4.3, 4.4, 4.6, SPM}.

Osiągnięcie znaczącej skali redukcji emisji może być trudne bez stworzenia warunków do przepływu inwestycji i efektywnego transferu technologii. Uzyskanie finansowania kosztów krańcowych związanych z niskowęglowymi technologiami ma ogromne znaczenie {WGIII 13.3, SPM}.

Wiele wątpliwości wiąże się z przyszłym udziałem w redukcji emisji różnych technologii. Jednakże, wszystkie poddane ocenie scenariusze sta-

bilizacji wykazują zgodność co do tego, że 60–80% redukcji w ciągu całego stulecia zostanie uzyskane z procesu produkcji i zużycia energii oraz procesów przemysłowych. Uwzględnienie działań łagodzących dotyczących pozostałych gazów cieplarnianych i działań odnoszących się do użytkowania ziemi i leśnictwa zapewnia znaczną elastyczność i efektywność kosztową ograniczania emisji. Efektywność energetyczna odgrywa kluczową rolę w wielu scenariuszach emisji dla większości regionów i skal czasowych. W scenariuszach, w których przewidywane jest osiągnięcie niższego poziomu stabilizacji za istotne uważa się wykorzystanie niskowęglowych źródeł energii, takich jak odnawialne źródła energii, energia jądrowa oraz zastosowanie technologii wychwytu i składowania CO<sub>2</sub> (CCS). W tych scenariuszach poprawa intensywności węglowej zaopatrzenia w energię oraz całej gospodarki musi nastąpić znacznie szybciej niż w przeszłości – rysunek 5.2 {WGIII 3.3, 3.4, TS.3, SPM}.

## 5.6. Koszty działań łagodzących zmianę klimatu i ukierunkowanych na osiągnięcie długoterminowych celów stabilizacyjnych

**Makroekonomiczne koszty działań łagodzących zmianę klimatu zwykle wzrastają wraz z zaostrzeniem celu stabilizacyjnego i w porównaniu z kosztami wynikającymi ze scenariusza bazowego charakteryzującego się wysoką emisją gazów cieplarnianych {WGIII SPM}.**

Istnieje **duża zgodność**, poparta **średnimi dowodami**, że średnie makroekonomiczne koszty działań redukujących emisję wielu gazów cieplarnianych do poziomu stabilizacji od 710 do 445 ppm CO<sub>2</sub> ekw. w 2050 roku wyniosą od 1% przyrostu do 5,5% spadku globalnego PKB (tab. 5.2). Odpowiada to spowolnieniu średniego rocznego wzrostu globalnego PKB o nie więcej niż 0,12 punktów procentowych. Szacunkowe straty PKB przed 2030 rokiem przeciętnie będą mniejsze i wykażą mniejszą rozpiętość w porównaniu do 2050 roku (tab. 5.2). W poszczególnych krajach i sektorach koszty te różnią się znacząco od średnich globalnych<sup>33</sup> {WGIII 3.3, 13.3, SPM}.

**Tabela 5.2.** Oszacowane koszty makroekonomiczne w latach 2030 i 2050. Koszty są porównywane względem linii bazowej dotyczącej przebiegów o najmniejszych kosztach prowadzących do różnych długofalowych poziomów stabilizacji {WGIII 3.3, 13.3, tab. SPM.4 i SPM.6}

Poziom stabilizacji [ppm CO <sub>2</sub> ekw.]	Średnia redukcja PKB <sup>a</sup> [%]		Zakres redukcji PKB <sup>b</sup> [%]		Redukcja średniego rocznego tempa wzrostu PKB (punkty procentowe) <sup>c,e</sup>	
	lata	2030	2050	2030	2050	2030
445–535 <sup>d</sup>	niedostępne		<3	<5,5	< 0,12	< 0,12
535–590	0,6	1,3	0,2–2,5	nieznacznie ujemna do 4	< 0,1	< 0,1
590–710	0,2	0,5	-0,6–1,2	-1–2	< 0,06	< 0,05

Uwagi:

Podane w powyższej tabeli wartości odpowiadają wskazywanym, w całej literaturze dotyczącej scenariuszy bazowych i łagodzących, wartościom PKB.

a) Globalne PKB w oparciu o rynkowy kurs wymiany.

b) 10 i 90 percentylowy zakres analizowanych danych został podany tam, gdzie było to właściwe. Ujemne wartości wskazują przyrost PKB. W pierwszym wierszu (445–535 ppm CO<sub>2</sub> ekw.) podano skrajne górne oceny zamieszczone w literaturze.

c) Obliczenia redukcji średniego rocznego tempa wzrostu dokonano na podstawie średniej redukcji w ocenianym okresie, która będzie skutkowała wskazanym spadkiem PKB odpowiednio przed rokiem 2030 i rokiem 2050.

d) Liczba badań jest stosunkowo mała i większość dotyczy niskiego poziomu odniesienia. Linie odniesienia o wyższej emisji na ogół prowadzą do wyższych kosztów.

e) Wartości odpowiadające najwyższym oszacowaniom redukcji PKB pokazano w kolumnie trzeciej.

<sup>32</sup> Dla porównania, finansowanie przez państwo większości programów badawczych z zakresu energetyki utrzymywało się na stałym poziomie lub zmniejszało przez blisko dwie dekady (nawet po wejściu w życie Konwencji Klimatycznej). Obecnie osiągnęło prawie połowę poziomu z 1980 roku {WGIII 2.7, 3.4, 4.5, 11.5, 13.2}.

<sup>33</sup> Co do dalszych szczegółów dotyczących oszacowań kosztów i założeń modelowych patrz przypis 24.

## 5.7. Koszty, korzyści i uniknięte skutki zmiany klimatu na poziomie globalnym i regionalnym

**Skutki oddziaływania zmiany klimatu będą regionalnie zróżnicowane. Skutki te zebrane łącznie i zdyskontowane względem obecnych *bardzo prawdopodobnie* wymuszają roczne koszty netto, które będą wzrastać z upływem czasu, wraz ze wzrostem globalnej temperatury {WGII SPM}.**

W warunkach wzrostu temperatury powietrza nieprzekraczającego 1–3°C poziomu z lat 1980–1999 przewiduje się, że niektóre ze skutków zmian klimatu przyniosą korzyści rynkowe, w niektórych miejscach i sektorach, w innych wymuszają poniesienie kosztów. Globalne straty dochodów mogą sięgać 1–5% PKB w warunkach ocieplenia o 4°C, ale straty w poszczególnych regionach mogą być znacząco wyższe {WGII 9.ES, 10.6, 15.ES, 20.6, SPM}.

Recenzowane wyniki oszacowań społecznych kosztów węglowych (zsumowane koszty netto zniszczeń spowodowanych przez zmiany klimatu na świecie i zdyskontowane względem obecnych) w 2005 roku wskazują średnią wartość 12 USD na tonę CO<sub>2</sub>, ale zakres kosztów wynikający ze 100 oszacowań jest większy (od -3 USD do 95 USD na tonę CO<sub>2</sub>). Rozpiętość opublikowanych dowodów świadczy, że przewidywane koszty netto zniszczeń spowodowanych zmianą klimatu będą znaczące i będą wzrastać w czasie {WGII 20.6, SPM}.

*Bardzo prawdopodobne* jest, że w zsumowanych globalnie kwotach za nisko szacuje się koszty zniszczeń, ponieważ nie można w nich uwzględnić wielu niewymiernych skutków zmiany klimatu. *Praktycznie pewne* jest, że zsumowane szacunki kosztów ukrywają znaczące różnice oddziaływań zmian klimatu między sektorami, regionami, krajami i społeczeństwami. W niektórych miejscach i wśród niektórych grup ludności, narażonych na silną ekspozycję zmian klimatu, o dużej wrażliwości na klimat i/lub małej zdolności adaptacyjnej koszty netto będą znacząco wyższe w porównaniu do średniej światowej {WGII 7.4, 20.ES, 20.6, 20.ES, SPM}.

**Ograniczone i początkowe wyniki analityczne z zintegrowanych analiz globalnych kosztów i korzyści działań łagodzących zmianę klimatu wskazują, że zasadniczo są one porównywalne pod względem wielkości, ale do obecnej chwili nie pozwalają jednoznacznie określić przebiegu emisji czy poziomu stabilizacji, w którym korzyści przeważają nad kosztami {WGIII SPM}.**

Porównanie kosztów działań łagodzących zmianę klimatu z kosztami unikniętych szkód będzie wymagało pogodzenia wpływu zmiany klimatu na dobrobyt ludzi żyjących w różnych miejscach i w różnym czasie w ramach globalnie ustalonej miary dobrobytu ludzkości {WGII 18.ES}.

Wybór skali działań redukujących emisję GHG i terminu ich realizacji wymaga bilansowania kosztów ekonomicznych, podjęcia obecnie znacznie szybszej redukcji emisji wobec zagrożenia zmianami klimatu wynikającego z opóźnienia działań w perspektywie średnio- i długookresowej {WGIII SPM}.

**Wiele skutków zmiany klimatu można uniknąć, osłabić lub opóźnić dzięki działaniom łagodzącym tę zmianę {WGII SPM}.**

Pomimo, że mała liczba badań z zakresu oceny skutków, analizując scenariusze stabilizacyjne nie uwzględnia wszystkich niepewności dotyczących prognozowanych warunków klimatycznych, jednak dostarcza wskazań co do unikniętych zniszczeń i zmniejszonych zagrożeń w odniesieniu do różnych poziomów redukcji emisji. Tempo przyszłych zmian klimatu spo-

wodowanych działalnością człowieka i ich wielkość, oraz związane z tym skutki są uwarunkowane wyborami dokonanymi przez człowieka przy definiowaniu alternatywnej przyszłości społeczno-ekonomicznej i działań w zakresie łagodzenia zmian klimatu, które wpływają na przebiegi emisji. Na rysunku 3.2 zaprezentowano alternatywne przebiegi emisji scenariuszy SRES mogące prowadzić do znaczących różnic zmian klimatu w XXI wieku. Niektórych skutków wysokiej temperatury (rys. 3.6) można byłoby uniknąć wybierając rozwój społeczno-ekonomiczny przyczyniający się do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych i związanych z tym zmian klimatu – niższe z końca zakresu zaprezentowanego na rysunku 3.6 {SYR 3.2, 3.3; WGIII 3.5, 3.6, SPM}.

Na rysunku 3.6 przedstawiono w jaki sposób zmniejszone ocieplenie mogłoby osłabić zagrożenia związane ze zmianą klimatu, np. zagrożenie zanikaniem znaczącej liczby ekosystemów oraz prawdopodobieństwo, że wydajność zbóż w niektórych regionach będzie malała {SYR 3.3, rys. 3.6; WGII 4.4, 5.4, tab. 20.6}.

## 5.8. Szersze ujęcie zagadnień dotyczących środowiska i zrównoważonego rozwoju

**Wdrożenie koncepcji trwałego i zrównoważonego rozwoju może zmniejszyć podatność środowiska na zmianę klimatu, zmiana ta zaś mogłaby spowodować zakłócenie zdolności społeczeństw do osiągnięcia rozwoju społeczno-ekonomicznego harmonijnego z poszanowaniem środowiska {WGII SPM}.**

*Bardzo prawdopodobne* jest, że zmiana klimatu przyczyni się do spowolnienia tempa procesu dochodzenia do trwałego i zrównoważonego rozwoju przez zwiększoną ekspozycję na negatywne skutki zmiany klimatu albo pośrednio przez ograniczenie możliwości adaptacji do zmian. W następnej połowie wieku zmiana klimatu może zakłócić osiągnięcie Milenijnych Celów Rozwoju {WGII SPM}.

We wszystkich skalach zmiana klimatu będzie wchodzić w interakcje z innymi budzącymi niepokój globalnymi tendencjami dotyczącymi środowiska i zasobów naturalnych, obejmującymi zanieczyszczenie wód, gleb i powietrza, zagrożenia zdrowia, zagrożenie wystąpienia klęsk żywiołowych i wylesianie. Ich łączne oddziaływanie może się w przyszłości spotęgować w obliczu braku zintegrowanych działań w zakresie łagodzenia i adaptacji do zmian klimatu {WGII 20.3, 20.7, 20.8, SPM}.

**Rozwój społeczno-ekonomiczny zgodny z zasadami zrównoważonego rozwoju, może przyczynić się do wzmocnienia zdolności łagodzenia zmian klimatu i adaptacji, zmniejszyć emisję i podatność na zmiany klimatu, ale mogą wystąpić przeszkody w jego wdrażaniu {WGII 20.8; WGIII 12.2, SPM}.**

Zdolności adaptacyjne oraz możliwości ich łagodzenia mogą się zwiększyć dzięki zrównoważonemu rozwojowi. Zrównoważony rozwój może tym samym zmniejszyć podatność na zmiany klimatu przez osłabienie wrażliwości (przez adaptację) i/lub zmniejszenie ekspozycji (przez łagodzenie). Obecnie jednakże tylko kilka promujących rozwój nienaruszający równowagi ekologicznej planów zawiera bezpośrednio działania sprzyjające adaptacji do skutków zmiany klimatu albo propaguje zdolności adaptacyjne. Podobnie, zmiana ścieżki rozwoju społeczno-ekonomicznego może w ogromnym stopniu przyczynić się do łagodzenia zmiany klimatu, ale może to wymagać użycia środków do pokonania wielu przeszkód {WGII 20.3, 20.5, SPM; WGIII 2.1, 2.5, 12.1, SPM}.

# 6

---

## Fakty i kluczowe niepewności

---

## Fakty i kluczowe niepewności

Zgodnie z Trzecim Raportem Oceniającym (TAR), fakty w odniesieniu do zmian klimatu są definiowane jako zdarzenia, które są stosunkowo niezmiennie przy zachowaniu różnorodnych podejść, metod, modeli i założeń. Kluczowe niepewności to te, których wyeliminowanie prowadzi do nowych faktów {*TAR SYR Q9*}.

Fakty nie opierają się na wszystkich wnioskach wynikających z raportu AR4. Niektóre wnioski mogą być związane z polityką i z dużymi niepewnościami {*WGII 20.9*}.

Podane poniżej fakty i niepewności nie wyczerpują całej listy lecz jedynie obejmują najważniejsze elementy.

### 6.1. Obserwowane zmiany klimatu, ich skutki i przyczyny

#### Fakty

Jak wynika z obserwacji wzrostu globalnej temperatury powietrza i oceanów, powszechnego topnienia śniegu i lodu oraz podnoszenia średniego światowego poziomu mórz ocieplenie klimatu jest wyraźne {*WGI 3.9, SPM*}.

Wiele ekosystemów we wszystkich krajach i w niektórych oceanach jest dotkniętych przez regionalne zmiany klimatu. Obserwowane zmiany w wielu fizycznych i biologicznych cechach ekosystemów są konsekwencją ocieplenia. W wyniku absorpcji antropogenicznego CO<sub>2</sub> od 1750 r., kwasowość powierzchni oceanów zwiększa się {*WGI 5.4, WGII 1.3*}.

Całkowita roczna globalna antropogeniczna emisja gazów cieplarnianych mierzona wskaźnikami 100-letniego globalnego ocieplenia (GWPs) wzrosła o 70% między 1970 i 2004 rokiem. W wyniku antropogenicznej emisji obecnie stężenie N<sub>2</sub>O w atmosferze znacznie przewyższa wartości z okresu sięgającego wielu tysięcy lat wstecz, a stężenia CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub> znacznie przekraczają naturalne wielkości sprzed ponad co najmniej 650 000 lat {*WGI SPM; WGIII 1.3*}.

Jest *bardzo prawdopodobne*, że większość globalnego przeciętnego ocieplenia w ciągu ostatnich 50 lat jest spowodowana zwiększoną emisją gazów cieplarnianych i jest *prawdopodobne*, że ocieplenie spowodowane przez człowieka jest zauważalne na wszystkich kontynentach, z wyjątkiem Antarktydy {*WGI 9.4, SPM*}.

Antropogeniczne ocieplenie w okresie ostatnich trzydziestu lat ma *prawdopodobnie* dostrzegalny w skali globalnej wpływ na wiele systemów fizycznych i biologicznych {*WGII 1.4, SPM*}.

#### Kluczowe niepewności

Dostępność danych klimatycznych z niektórych regionów jest ograniczona, jak również rozkład geograficzny danych nie jest równomierny. Także brak jest dostatecznych informacji i analiz naukowych na temat obserwowanych zmian klimatu w przyrodniczych i zagospodarowanych systemach, szczególnie w krajach rozwijających się {*WGI SPM; WGII 1.3, SPM*}.

W przypadku zjawisk ekstremalnych, takich jak susze, tropikalne cyklony, ekstremalne temperatury oraz częstotliwość i intensywność opa-

dów, analizowanie i monitorowanie zmian jest trudniejsze niż rozpatrywanie średnich wartości (parametrów) klimatycznych, ponieważ wymagane są długookresowe serie danych o większej rozdzielczości przestrzennej i czasowej {*WGI 3.8, SPM*}.

Spontaniczne działania adaptacyjne i mechanizmy poza klimatyczne utrudniają wykrycie i pełną ocenę skutków zmian klimatu dla człowieka i niektórych naturalnych systemów {*WGII 1.3*}.

Istnieją trudności w wiarygodnym symulowaniu i przypisywaniu obserwowanych zmian temperatury do przyczyn naturalnych i powodowanych przez człowieka w skali mniejszej niż kontynentalna. Wszystkie mniejsze skale oraz czynniki, takie jak zmiany użytkowania gruntów i zanieczyszczenie również komplikują wykrywanie antropogenicznego wpływu ocieplenia na systemy fizyczne i biologiczne {*WGI 8.3, 9.4, SPM; WGII 1.4, SPM*}.

Niepewności wynikają także ze zmian użytkowania gruntów wpływających na wielkość emisji CO<sub>2</sub> oraz emisji CH<sub>4</sub> pochodzącej z indywidualnych źródeł {*WGI 2.3, 7.3, 7.4; WGIII 1.3, TS.14*}.

### 6.2. Przewidywane kierunki zmian klimatu i ich efekty

#### Fakty

Mimo podejmowanych działań w kierunku łagodzenia zmian klimatu i powiązania ich z polityką zrównoważonego rozwoju, globalna emisja gazów cieplarnianych będzie nadal wzrastać w ciągu następnych kilku dziesięcioleci {*WGIII 3.2, SPM*}.

Jak wynika ze scenariuszy emisji SRES w następnych dwóch dziesięcioleciach przewiduje się wzrost temperatury o około 0,2°C na dekadę {*WGI 10.3, 10.7, SPM*}.

Jest *bardzo prawdopodobne*, że dalsza emisja gazów cieplarnianych na tym samym lub wyższym poziomie spowoduje dalsze ocieplenie i wywoła wiele zmian w systemie globalnego klimatu w XXI wieku, które będą większe niż zmiany obserwowane w XX wieku {*WGI 10.3, 11.1, SPM*}.

Wyniki wszystkich scenariuszy wskazują, że w przyszłości powierzchnia lądów ocieplać się będzie bardziej niż przylegających do nich oceanów, przede wszystkim w strefie północnych wysokich szerokości geograficznych {*WGI 10.3, 11.1, SPM*}.

Ocieplenie powoduje zmniejszanie lądowych ekosystemów i zmniejszanie wychwytywania atmosferycznego CO<sub>2</sub> przez oceany, zwiększając część antropogenicznej emisji, która pozostaje w atmosferze {*WGI 7.3, 10.4, 10.5, SPM*}.

Antropogeniczne ocieplenie i podnoszenie poziomu morza będzie trwało przez stulecia, nawet jeśli emisja gazów cieplarnianych zostałaby zredukowana wystarczająco do ustabilizowania koncentracji gazów cieplarnianych, wskutek czasu reakcji procesów klimatycznych i sprzężeń zwrotnych {*WGI 10.7, SPM*}.

Jest *bardzo nieprawdopodobne*, aby osiągnięcie nowej równowagi klimatycznej było możliwe przy wzroście temperatury mniejszym niż 1,5°C {*WGI 8.6, 9.6, Ramka 10.2, SPM*}.

*Prawdopodobne* jest natomiast, że niektóre systemy, sektory i regiony będą szczególnie dotknięte zmianami klimatu. Należą do nich niektóre ekosystemy (tundra, las borealny, góry, typ śródziemnomorski,



mangrowy, bagna słone, rafy koralowe i biom lodu morskiego), nisko położone wyrzeża, zasoby wodne w niektórych suchych regionach w środkowych szerokościach geograficznych i w suchych tropikach oraz zdrowie człowieka w obszarach o małej zdolności adaptacyjnej. Tymi regionami są: Arktyka, Afryka, małe wyspy oraz azjatyckie i afrykańskie wielkie delty. W innych regionach, nawet o wysokich dochodach, niektóre grupy społeczne, obszary i działania mogą być narażone na stałe ryzyko zmian klimatu {WGII TS.4.5}.

Jest *bardzo prawdopodobne*, że wpływ zmian klimatu będzie ulegał nasileniu wskutek zwiększania częstotliwości i intensywności niektórych ekstremalnych zjawisk pogodowych. Ostatnie przypadki pokazały wrażliwość niektórych sektorów i regionów, również w krajach rozwiniętych, na fale upałów, tropikalne cyklony, powódzie i susze, dostarczając większych powodów do z troskania w porównaniu z wnioskami z TAR {WGII tab. SPM.2, 19.3}.

### Kluczowe niepewności

Niepewność w odniesieniu do wrażliwości równowagi klimatycznej powoduje niepewność w stosunku do wielkości oczekiwanego ocieplenia dla danego scenariusza emisji CO<sub>2</sub> ekw. Niepewność w sprzężeniu zwrotnym obiegu węgla w przyrodzie zwiększa niepewność co do przebiegu zmian emisji potrzebnej do osiągnięcia wymaganego poziomu stabilizacji {WGI 7.3, 10.4, 10.5, SPM}.

Pomimo znacznego postępu, modele różnią się znacznie w ocenach siły różnych sprzężeń zwrotnych w systemie klimatu, szczególnie sprzężenia zwrotnego chmur, wychwytywania ciepła przez oceany i sprzężenia zwrotnego obiegu węgla w przyrodzie. Również zaufanie do projekcji jest większe dla niektórych zmiennych (np. temperatura) niż dla innych (np. opady atmosferyczne) i jest większe dla większej skali przestrzennej i dłuższych uśrednionych przedziałów czasowych {WGI 7.3, 8.1-8.7, 9.6, 10.2, 10.7, SPM; WGII 4.4}.

Wpływ aerozoli na reakcję temperatury, na chmury i opady atmosferyczne pozostaje niepewny {WGI 2.9, 7.5, 9.2, 9.4, 9.5}.

Przyszłe zmiany w masie pokrywy lodowej Grenlandii i Antarktyki, zwłaszcza spowodowane przez zmiany w przepływie lodu, są głównym źródłem niepewności, które mogą zwiększać oczekiwany wzrost poziomu morza. Niepewność w transporcie ciepła w oceanach także przyczynia się do niepewności w zakresie podniesienia poziomu morza w przyszłości {WGI 4.6, 6.4, 10.3, 10.7, SPM}.

Zmiany cyrkulacji oceanów w dużej skali poza XXI wiekiem nie mogą być wiarygodnie ocenione z powodu niepewności w szacowaniu dopływu wód topniejącej pokrywy lodowej Grenlandii i reakcji modelu na ocieplenie {WGI 6.4, 8.7, 10.3}.

Projekcje zmian klimatu i jego oddziaływania po 2050 roku są w bardzo dużym stopniu zależne od zastosowanego scenariusza i modelu, a udoskonalenie projekcji będzie wymagać lepszego zrozumienia źródeł niepewności i poprawy sieci systematycznych obserwacji {WGII TS.6}.

Postęp badań naukowych jest ograniczony na skutek niepewności dotyczących regionalnych projekcji zmian klimatu, zwłaszcza opadów atmosferycznych {WGII TS.6}.

Zrozumienie przyczyn małego prawdopodobieństwa zdarzeń o silnym wpływie i skumulowanych oddziaływań mniejszych zdarzeń, co jest wymagane przy uwzględnianiu ryzyka w procesach podejmowania decyzji, jest zwykle ograniczone {WGII 19.4, 20.2, 20.4, 20.9, TS.6}.

## 6.3. Reakcje na zmianę klimatu

### Fakty

Niektóre planowane działania adaptacyjne do zmian klimatu pojawiają się już teraz; jednak do zmniejszenia wrażliwości systemów na te zmiany potrzebne są bardziej intensywne i kompleksowe działania adaptacyjne {WGII 17.ES, 20.5, tab. 20.6, SPM}.

Jest *prawdopodobne* że niezapobieganie zmianom klimatu może, w długim okresie, spowodować przekroczenie zdolności adaptacyjnych systemów naturalnych, gospodarczych i społecznych {WGII 20.7, SPM}.

Szeroki zakres metod łagodzenia zmian jest już obecnie dostępny lub jest planowany do wdrożenia przed rokiem 2030 we wszystkich sektorach. Potencjał ekonomiczny łagodzenia wyrażony w kosztach, które wahają się od ujemnych do 100 USD/t CO<sub>2</sub> ekw., jest wystarczający do ograniczenia przewidywanego wzrostu globalnej emisji lub redukcji emisji w 2030 roku do poziomu mniejszego niż obecnie {WGIII 1.3, SPM}.

Działania łagodzące mogą opóźnić, ograniczyć lub spowodować uniknięcie wielu negatywnych oddziaływań. Dążenia do ograniczenia emisji i inwestycje podejmowane w tym celu w ciągu następnych dwudziestu czy trzydziestu lat będą miały decydujący wpływ na możliwości osiągnięcia niższego poziomu stabilizacji koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze. Opóźnianie redukcji emisji znacznie ograniczy możliwości osiągnięcia tego poziomu i zwiększy ryzyko poważniejszych konsekwencji zmiany klimatu {WGII SPM, WGIII SPM}.

Pożądane poziomy stabilizacji koncentracji gazów cieplarnianych, jakie wynikają z przeprowadzonych analiz, mogą być osiągnięte przez wdrożenie pakietu technologii, które są aktualnie dostępne i tych, które będą dostępne w nadchodzących dziesięcioleciach, pod warunkiem, że zostaną zastosowane odpowiednie i efektywne zachęty i zostaną usunięte istniejące bariery. Ponadto poprawa parametrów technicznych, redukcja kosztów i osiągnięcie społecznej akceptacji nowych technologii będzie wymagać dalszego rozwoju badań. Im niższe poziomy stabilizacji koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze, tym większa potrzeba inwestowania w nowe technologie podczas następnych kilku dziesięcioleci {WGIII 3.3, 3.4}.

Zwrócenie rozwoju w kierunku zrównoważonym przez zmianę dróg rozwoju może być głównym wkładem do łagodzenia zmian klimatu i obniżania wrażliwości ekosystemów, gospodarki i społeczeństwa {WGII 18.7, 20.3, SPM; WGIII 13.2, SPM}.

Decyzje dotyczące polityk makroekonomicznych i innych, które wydają się niezwiązane ze zmianami klimatu mogą znacząco oddziaływać na emisje {WGIII 12.2}.

### Kluczowe niepewności

Zrozumienie potrzeby włączenia informacji nt. zmienności i zmiany klimatu do gospodarczych planów rozwoju i potrzeby podejmowania odpowiednich decyzji jest ograniczone. To z kolei ogranicza zintegrowaną ocenę wrażliwości {WGII 18.8, 20.9}.

Decydujące znaczenie dla rozwoju oraz wykorzystania możliwości i zdolności adaptacji i łagodzenia zmiany mają kierunki rozwoju społeczno-ekonomicznego {WGII 17.3, 17.4, 18.6, 19.4, 20.9}.

Bariery, limity i koszty adaptacji nie są do końca w pełni rozpoznane, częściowo ze względu na to, że efektywne pomiary adaptacji są w dużej mierze uzależnione od konkretnych geograficznych i klimatycznych czynników ryzyka, a także instytucjonalnych, politycznych i finansowych ograniczeń *{WGII SPM}*.

Szacowanie kosztów i możliwości łagodzenia zmiany klimatu zależy od przyjęcia określonego wzrostu społeczno-ekonomicznego, zmiany

technologii i wzorców konsumpcji. Niepewność wynika głównie z przyjętych założeń dotyczących kierunków rozpowszechniania technologii i możliwości długoterminowych kierunków i kosztów rozwoju technologicznego. Podobnie mało wiadomo na temat wpływu zmiany klimatu na zachowanie i styl życia *{WGIII 3.3, 3.4, II.3}*.

Wpływ polityk nie dotyczących klimatu na emisję jest ilościowo słabo poznany *{WGIII 12.2}*.

# Załącznik I

## Przewodnik i dostęp do bardziej szczegółowych informacji

Zgodnie z procedurami IPCC, Raport Syntetyczny (SYR) syntetyzuje i integruje materiały zawarte w Raportach Oceniających (Assessment Reports) i Raportach Specjalnych (Special Reports) IPCC. Zakres Syntezy SYR Czwartego Raportu Oceniającego (Fourth Assessment Report) obejmuje materiały zawarte w trzech częściach przygotowanych na potrzeby Czwartego Raportu Oceniającego przez Grupy robocze i wykorzystuje dodatkowe informacje zawarte w innych raportach IPCC. Raport Syntetyczny jest oparty wyłącznie na ocenach wydanych przez Grupy robocze IPCC, nie ocenia i nie odnosi się do źródłowych pozycji literatury naukowej.

Raport Syntetyczny jest w dużym stopniu niezależny, stanowi jedynie bardzo skondensowane podsumowanie znacznie bogatszych informacji zawartych w raportach Grup roboczych. Czytelnicy i osoby zainteresowane mogą uzyskać odpowiednie materiały na bardziej zaawansowanym poziomie szczegółowości w następujących źródłach:

- Streszczenie dla decydentów (Summary for Policymakers SPM) stanowi najbardziej skondensowane podsumowanie współczesnej wiedzy naukowej w zakresie naukowych, technicznych i społeczno-ekonomicznych aspektów zmian klimatu. Wszystkie odnośniki w okrągłych nawiasach w Streszczeniu dla decydentów odnoszą się do numerów sekcji SYR.
- Wprowadzenie i sześć rozdziałów (zagadnień) SYR dostarczają bardziej szczegółowych informacji niż SYR SPM. Odnośniki w okrągłych nawiasach wskazują sekcję rozdziałów Podsumowania dla decydentów i Podsumowania Technicznego w trzech zasadniczych raportach Grup roboczych w Czwartym Raporcie Oceniającym (AR4) i w niektórych przypadkach inne sekcje rozdziałów SYR. Odwołania do Trzeciego Raportu Oceniającego IPCC (Third Assessment Report) z 2001 roku (TAR) są oznaczone dopiskiem „TAR” na początku cytowanego raportu.
- Czytelnicy, którzy chcieliby lepiej zrozumieć naukowe szczegóły lub mieć dostęp do podstawowej literatury naukowej, na bazie której oparty jest SYR, powinni zajrzeć do zasadniczych raportów Grup roboczych, które są cytowane w dłuższym raporcie SYR. Poszczególne rozdziały raportów Grup roboczych zawierają obszerne referencje podstawowej literatury naukowej, na podstawie której są oparte oceny IPCC, a także dostarczają najbardziej szczegółowych i specyficznych informacji regionalnych i sektorowych.

Szczegółowy słownik, listę akronimów, skrótów i jednostek naukowych oraz indeks zamieszczono w dalszej części, aby ułatwić czytelność tego raportu dla jak najszerszego grona Czytelników.

# Załącznik II

## Słownik

**Redakcja:** Alfons P. M. Baede (Holandia)

**Współpraca redakcyjna:** Paul van der Linden (Wielka Brytania), Aviel Verbruggen (Belgia)

Niniejszy słownik powstał na podstawie słowników opublikowanych jako wkład Grup roboczych I, II, oraz III do Czwartego Raportu Oceniającego IPCC (AR4). Podjęta dodatkowej pracy wymagało wprowadzenie uzupełnień oraz zapewnienie spójności i skrócenie definicji, aby dostosować ten słownik do potrzeb szerszego grona Czytelników.

Wyjaśnienie znaczenia wyrażen pisanych kursywą można znaleźć w tekście niniejszego słownika lub w tekście słownika opracowanego przez Grupę roboczą do raportu AR4.

### A

#### Adaptacja

Inicjatywy i środki służące zmniejszeniu podatności naturalnych i ludzkich systemów na zaistniałe lub oczekiwane skutki *zmiany klimatu*. Istnieją różne rodzaje adaptacji, np. *wyprzedzająca i reaktywna, prywatna i publiczna czy autonomiczna i planowana*. Do przykładów należą: wznoszenie zapór rzecznych lub wałów przybrzeżnych, zamiana bardziej wrażliwych roślin na bardziej odporne na zmiany temperatury itp.

#### Aerozole

Unoszący się w powietrzu zbiór stałych lub ciekłych cząstek o typowych rozmiarach od 0,01 do 10 mikrometrów (jedna milionowa metra), które utrzymują się w atmosferze przez przynajmniej kilka godzin. Aerozole mogą mieć zarówno naturalne, jak i *antropogeniczne* pochodzenie. Aerozole w różny sposób mogą wpływać na *klimat*: bezpośrednio przez rozpraszanie i *pochłanianie* promieniowania oraz pośrednio przez działania, jako jądra kondensacji chmur lub modyfikowanie optycznych właściwości i żywotności chmur.

#### Aktywność słoneczna

Słońce charakteryzują okresy wysokiej aktywności, obserwowane na podstawie szeregu plam słonecznych, wydajności radiacyjnej, aktywności magnetycznej oraz emisji wysokoenergetycznych cząstek. Ta zmienność występuje w różnych przedziałach czasowych.

#### Albedo

Część *promieniowania słonecznego* odbijana przez powierzchnię lub obiekt, często wyrażana procentowo w stosunku do promieniowania padającego. Powierzchnie pokryte śniegiem mają wysokie albedo; albedo gleb waha się od wysokiego do niskiego, tereny porośnięte roślinnością i oceany zaś mają niskie albedo. Albedo kuli ziemskiej jest zróżnicowane głównie w zależności od stopnia zachmurzenia i zmian pokrycia powierzchni (śnieg, lód, tereny zielone, powierzchnia wody i powierzchnia lądu).

#### Alpejski (wysokogórski)

Strefa biogeograficzna obejmująca stoki powyżej granicy lasu, charakteryzująca się obecnością roślin zielnych tworzących rozetki oraz niskich, krzaczastych wolnorosnących roślin drzewiastych (krzewinek).

#### Antropogeniczny

Wytworzony przez ludzi lub wynikający z jego działania.

#### Atmosfera

Gazowa powłoka otaczająca Ziemię. Sucha atmosfera składa się niemal w całości z azotu (78,1% objętości mieszaniny gazów) i tlenu (20,9%) oraz z wielu gazów śladowych, takich jak argon (0,93%), hel i radiacyjnie aktywne gazy cieplarniane, takie jak *dwutlenek węgla* (0,035%) i *ozon*. Dodatkowo atmosfera zawiera parę wodną, której ilości są bardzo zróżnicowane, lecz na ogół oscylują wokół 1% objętości mieszaniny. Atmosfera zawiera ponadto chmurę i *aerozole*.

### B

#### Bariera

Dowolna przeszkoda na drodze do osiągnięcia celu, *adaptacji* lub *potencjału łagodzącego*, która może zostać pokonana lub złagodzona przez realizację odpowiedniej polityki, programu lub podejmowane działania. *Usuwanie barier* obejmuje bezpośrednią korektę niekorzystnych wyników rynkowych lub zmniejszenie kosztów transakcyjnych w sektorze publicznym i prywatnym, np. przez wzmocnienie zdolności instytucjonalnej, redukcję ryzyka i niepewności, ułatwienie przeprowadzania transakcji na rynku oraz wymuszenie stosowania polityki regulacyjnej.

#### Bezpieczeństwo żywnościowe

Sytuacja, w której ludzie mają zabezpieczony dostęp do dostatecznych ilości bezpiecznej i wartościowej żywności, co umożliwi normalny ich rozwój oraz aktywne i zdrowe życie. *Brak bezpieczeństwa żywnościowego* może być spowodowany brakiem dostępu do żywności, niewystarczającą siłą nabywczą, nieodpowiednią dystrybucją lub nieprawidłowym wykorzystaniem pożywienia na poziomie gospodarstw domowych.

#### Bilans energetyczny

Bilans energetyczny jest różnicą energii dochodzącej i energii wychodzącej z *systemu klimatycznego*. Jeśli bilans jest dodatni, następuje ocieplenie; jeśli negatywny, pojawia się ochłodzenie. Średni bilans na świecie w długim okresie musi się zerować. Ponieważ *system klimatyczny* czerpie praktycznie całą energię ze Słońca, powyższa reguła implikuje fakt, że dochodzące globalne *promieniowanie słoneczne* średnio musi się równać sumie odbitego promieniowania słonecznego oraz *promieniowania cieplnego podczerwonego* emitowanego przez system klimatyczny. Zaburzenie globalnego bilansu energetycznego może być pochodzenia *antropogenicznego* lub naturalnego i nazywa się *wymuszeniem radiacyjnym*.

#### Bilans masy (lodowców, pokrywy lodowej lub lądolodów)

Równowaga między akumulacją masy lodu, a ubytkiem masy (ablacja, topnienie lodowców, odrywanie gór lodowych). Pojęcia bilansu masy obejmują następujące terminy:

*Określony bilans masy*: ubytek lub przyrost masy netto w ramach jednego cyklu hydrologicznego w punkcie na powierzchni *lodowca*.

*Całkowity bilans masy* (lodowca): określony bilans masy zintegrowany przestrzennie na obszarze całego lodowca; całkowita masa pozyskana lub utracona przez lodowiec w ramach jednego cyklu hydrologicznego.

*Średni określony bilans masy*: całkowity bilans masy na jednostkę powierzchni lodowca. Jeśli powierzchnia jest określona (*bilans masy określonej powierzchni* itp.), wtedy nie uwzględnia się dopływu lodu; w innym wypadku bilans masy obejmuje zarówno przepływy lodu, jak i „cienienie” się lodowca. Bilans masy określonej powierzchni jest dodatni na obszarze akumulacji a ujemny na obszarze ablacji.

## Biom

Podstawowy i wyrazisty, regionalny element *biosfery*, składający się najczęściej z kilku ekosystemów (np. *las*y, rzeki, stawy, bagna w obrębie regionu o podobnym klimacie). Biom charakteryzuje typowe skupisko roślin i zwierząt.

## Biom lodu morskiego

*Biom* utworzony przez wszystkie organizmy morskie żyjące w obrębie lub na powierzchni pływającego po oceanie lodu (zamrożona woda morska) w obszarach podbiegunowych.

## Biomasa

Całkowita masa organizmów żywych na danym obszarze lub przestrzeni; obecnie obumarłe rośliny są często zaliczane do biomasy jako martwa biomasa. Biomasa wyrażana jest jako sucha masa lub w postaci zawartości energii, węgla lub azotu.

## Biopaliwo

Paliwo produkowane z materii organicznej lub palne oleje roślinne. Przykładami biopaliw są: alkohol, czarny ług z procesów produkcji papieru, drewno oraz olej sojowy.

## Biosfera (lądowa i morska)

Część systemu Ziemi, obejmująca wszystkie *ekosystemy* i organizmy żywe, zarówno w *atmosferze*, jak i na lądzie (*biosfera lądowa*) lub w oceanach (*biosfera morska*), w tym uzyskana martwa materia organiczna, taka jak odchody, odpadki, materia organiczna gleby lub szczątki pochodzenia oceanicznego.

## Blaknięcie koralu

Blaknięcie barwy *korala* następujące w wyniku zamierania organizmów żyjących z nim w symbiozie i zapewniających mu energię.

## C

### Całkowite promieniowanie słoneczne (TSI)

Wielkość *promieniowania słonecznego* dochodząca do zewnętrznej warstwy *atmosfery* ziemskiej. Wiarygodne pomiary promieniowania słonecznego można jedynie wykonywać w przestrzeni kosmicznej a dokładny wynik pomiaru uzyskano dopiero w 1978 roku. Ogólnie przyjętą wartością jest 1368 watów na metr kwadratowy ( $W \cdot m^{-2}$ ) z dokładnością do około 0,2%. Powszechnie występują różnice rzędu kilku dziesiątych procenta, zwykle związane z przemieszczaniem się plam słonecznych na powierzchni tarczy słonecznej. Zmienność cyklu słonecznego TSI jest rzędu 0,1%. Źródło: (AMS, 2000).

### Chlorofluorowęglowodory (CFCs)

Zobacz: *Halowęglowodory*.

### Choroba zakaźna

Choroba przenoszona z jednej osoby na drugą lub ze zwierząt na ludzi. Zarażenie może nastąpić wskutek bezpośredniego kontaktu fizycznego, przez zainfekowane przedmioty, za pośrednictwem nosiciela choroby, przez skażoną wodę lub przez rozprzestrzenianie drogą kropelkową w wyniku kaszlu lub wydychanego powietrza.

### Cykl hydrologiczny

Cykl, w którym parująca z oceanów i powierzchni lądowej woda jest przenoszona przez cyrkulację atmosferyczną w formie pary wodnej, ulega kondensacji tworząc chmury, opada ponownie w postaci deszczu lub śniegu, następnie pozyskiwana jest przez drzewa i rośliny, *splywa* po powierzchni ziemi, infiltrowuje w glebę, ponownie zasila wody podziemne, *splywa* do rzek i ostatecznie wraz z nimi do oceanów, skąd znowu wyparowuje (AMS, 2000). Różne systemy ujęte w cyklu hydrologicznym są zazwyczaj nazywane *systemami hydrologicznymi*.

### Czapa lodowa (w odniesieniu do obszarów lądowych)

Masa lodu w kształcie kopuły, pokrywająca zazwyczaj teren wyżyny, znacznie mniejsza niż *lądolód*.

## D

### Dorzecze

Obszar, z którego wody spływają do jednego systemu rzecznego.

### Dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>)

Naturalnie występujący gaz, także jako produkt uboczny spalania paliw kopalnych, takich jak ropa naftowa, gaz ziemny czy węgiel oraz powstający w wyniku spalania *biomasy*, jak też na skutek *zmian użytkowania gruntów* i innych procesów przemysłowych. Dwutlenek węgla jest głównym *antropogenicznym gazem cieplarnianym*, który wpływa na bilans radiacyjny Ziemi. Ponieważ jest również gazem odniesienia do pomiarów innych gazów cieplarnianych, jego *Wskaźnik potencjalnego ocieplenia globalnego* wynosi 1.

### Dynamiczny przepływ lodu

Odłamywanie się masy lodu z *lądolodu* lub *czap lodowych* spowodowane raczej przez ich ruch (np. przepływ *lodowców*, strumieni lodowych lub odrywanie się gór lodowych), a nie przez topnienie lub *odpływ*.

### Dyskontowanie

Operacja matematyczna sprowadzająca otrzymane lub wydatkowane w różnym czasie (w różnych latach) wielkości pieniężne (lub inne) do wartości porównywalnych zgodnie z realną siłą nabywczą w danym czasie. Metoda polega na użyciu stałej lub zmiennej stopy dyskonta ( $>0$ ) w kolejnych latach, co przyczynia się do zmniejszenia przyszłych wartości w odniesieniu do stanu obecnego. W podejściu opisowym bierze się pod uwagę stopę dyskonta faktycznie stosowaną przez ludzi (tzw. *ciałaczy i inwestorów*) w odniesieniu do ich codziennych decyzji (*prywatna stopa dyskonta*). W *etycznym* lub *normatywnym podejściu* stopa dyskonta jest stała ze społecznego punktu widzenia, tj. bazuje ona na etycznej ocenie interesów przyszłych pokoleń (*społeczna stopa dyskonta*).

### Działania Podejmowane Wspólnie (AIJ)

Faza pilotażowa *Mechanizmu Wspólnych Wdrożeń*, określona w artykule 4.2(a) *Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC)*, która pozwala na podejmowanie działalności związanej z realizacją projektów wśród krajów rozwiniętych (i ich firm) oraz pomiędzy krajami rozwiniętymi a rozwijającymi się (i ich firmami). Intencją AIJ jest umożliwienie stronom konwencji uzyskania doświadczenia we wspólnie wdrażanych projektach. Podczas fazy pilotażowej AIJ nie przekazuje się zredukowanych jednostek emisji. Do podjęcia pozostają decyzje odnośnie przyszłości projektów AIJ i tego, jak się łączą z *Mechanizmami z Kioto*. Jako prosta forma będących przedmiotem handlu pozwoleń, AIJ i inne zorientowane na rynek projekty stanowią potencjalne mechanizmy stymulowania dodatkowych przepływów środków na cele ograniczenia emisji. Zobacz także: *Mechanizm Czystego Rozwoju (CDM)* i *Handel emisjami*.

### Działanie dobrowolne

Nieformalne programy, zobowiązania i deklaracje, w wyniku których strony (poszczególne firmy lub grupy firm) rozpoczynające działalność ustalają własne cele i często prowadzą własny monitoring i sprawozdawczość.

### Działania, środki

Działaniami, środkami są technologie, procesy i praktyki zmniejszające emisję *gazów cieplarnianych* lub ograniczające jej skutki. Przykładami takich środków mogą być *technologie wykorzystujące odnawialne źródła energii*, *procesy minimalizujące produkcję odpadów*, *upowszechnianie transportu publicznego* itp. Zobacz także: *Polityki*.

## E

### Efekt cieplarniany

*Gazy cieplarniane* skutecznie pochłaniają *ciepłe promieniowanie podczerwone*, emitowane przez powierzchnię ziemi, przez samą *atmosferę* i przez chmury. Atmosfera emituje promieniowanie we wszystkich kierunkach, w tym w dół w kierunku powierzchni ziemi. A więc gazy cieplarniane zatrzymują ciepło przy powierzchni ziemi i w *troposferze*. Proces ten określany jest jako *efekt cieplarniany*. Promieniowanie podczerwone w troposferze jest ściśle związane z temperaturą atmosfery. W troposferze

temperatura zwykle spada wraz z wysokością. Promieniowanie podczerwone emitowane w kosmos zaczyna się na wysokości o temperaturze, średnio, około  $-19^{\circ}\text{C}$ , i jest zrównoważone dochodzącym promieniowaniem słonecznym, natomiast temperatura przy powierzchni Ziemi utrzymuje się na znacznie wyższym poziomie – około  $+14^{\circ}\text{C}$ . Zwiększenie koncentracji gazów cieplarnianych prowadzi do wzrostu współczynnika pochłaniania promieniowania podczerwonego w atmosferze a przez to do silniejszego jego wypromieniowania w kosmos z większych wysokości przy niższych temperaturach. Powoduje to *wymuszenie radiacyjne*, które prowadzi do wzmocnienia efektu cieplarnianego, czyli tzw. *wzmocnionego efektu cieplarnianego*.

### Efektywność energetyczna

Stosunek użytecznej energii uzyskanej z systemu, procesu przemiany lub działalności, do energii dostarczonej.

### Ekosystem

Na ekosystem składają się dwa składniki: biocenoza – czyli ogół organizmów występujących na danym obszarze powiązanych ze sobą oraz biotop – czyli nieożywione elementy tego obszaru, a więc środowisko zewnętrzne. Wielkość ekosystemu może wahać się od bardzo małych obszarów aż do całej kuli ziemskiej.

### Ekstremalne zjawisko pogodowe

Zjawisko rzadko występujące na danym terenie i w danej porze roku. Pojęcie „rzadkie” jest szerokie lecz ekstremalne zjawisko pogodowe występuje zazwyczaj tak rzadko, że mieści się w przedziale wartości 10-ego lub 90-ego percentyla zaobserwowanej funkcji gęstości prawdopodobieństwa lub rzadziej. Termin ten określający pogodę ekstremalną w rozumieniu bezwzględnym może różnić się w zależności od miejsca występowania. Pojedyncze zjawiska ekstremalne nie mogą być w sposób prosty i bezpośredni przypisane antropogenicznej zmianie klimatu, ponieważ zawsze występują określone prawdopodobieństwo, że analizowane zjawisko powstało w wyniku naturalnych procesów. Jeśli układ ekstremalnej pogody utrzymuje się przez pewien okres, np. porę roku, może być sklasyfikowany jako ekstremalne zjawisko klimatyczne, szczególnie jeżeli przekracza średnie lub sumaryczne wartości (np. susza lub ulewne deszcze w skali pory roku).

### Ekwiwalent $\text{CO}_2$

Zobacz ramkę „Emisje i koncentracje wyrażone w ekwiwalencie dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ -ekw.)” w zagadnieniu 2 Raportu Syntetycznego oraz w rozdziale 2.10 Grupy Roboczej I.

### El Niño-Oscylacja Południowa (ENSO)

Pojęcie *El Niño* pierwotnie było używane do opisu ciepłego prądu morskiego, który okresowo pojawia się wzdłuż wybrzeży Ekwadoru i Peru, zakłócając lokalne rybołówstwo. Dlatego też prąd ten był utożsamiany z ociepleniem całego basenu Pacyfiku w strefie zwrotnikowej na wschód od linii zmiany daty. To zjawisko oceaniczne jest związane z fluktuacjami globalnego systemu zmian ciśnienia powierzchniowego w strefie zwrotnikowej i podzwrotnikowej zwane *Oscylacją Południową*. To sprzężone zjawisko na styku atmosfery i oceanu, trwające najczęściej od dwóch do około siedmiu lat, znane jest jako *El Niño-Oscylacja Południowa (ENSO)*. Występowanie ENSO jest najczęściej stwierdzane na podstawie wykrycia anomalii w różnicach ciśnienia atmosferycznego przy powierzchni Ziemi między miastem Darwin (Australia) a wyspą Tahiti oraz różnic między temperaturą powierzchni wody w pasie równikowym środkowego i wschodniego Pacyfiku. Podczas ENSO siła dominujących wcześniej pasatów zmniejsza się, osłabiając zjawisko upwellingu i modyfikując prądy oceaniczne w taki sposób, że temperatura wody przy powierzchni wzrasta, co powoduje dalszy spadek siły pasatów. To zjawisko wywiera wielki wpływ na wiatry, temperaturę powierzchniową wód i rozkład opadów na zwrotnikowym obszarze Oceanu Spokojnego. Przez to implikuje zmiany klimatyczne w tym regionie i w wielu innych częściach świata przez globalne sprzężenia zwrotne i zależności. Chłodna faza ENSO nazywana jest *La Niña*.

### Emisje antropogeniczne

Emisje gazów cieplarnianych, prekursorów gazów cieplarnianych i aero-

zoli związane z działalnością ludzką, obejmującą spalanie paliw kopalnych, wylesianie, zmiany użytkowania gruntów, hodowlę zwierząt, nawożenie itp.

### Emisja wyrażona w ekwiwalencie dwutlenku węgla

Zobacz ramkę „Emisje i koncentracje wyrażone w ekwiwalencie dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ -ekw.)” w zagadnieniu 2 Raportu Syntetycznego oraz Grupy Roboczej I, rozdział 2.10.

### Emisyjność węgla pierwiastkowego

Wielkość emisji dwutlenku węgla na jednostkę Produktu Krajowego Brutto.

### Energia

Ilość dostarczonej pracy lub ciepła. Energia występuje pod różnymi postaciami i staje się użyteczna dla człowieka, jeżeli przepływa z jednego miejsca w drugie lub jeżeli zostaje przekształcona w inną postać. Energia pierwotna (zwana również źródłem energii) jest energią zawartą w zasobach naturalnych (np. w węglu, ropie naftowej, gazie ziemnym, uranie), która nie została poddana żadnemu antropogenicznemu przetworzeniu. Aby stać się energią użytkową (np. światło), energia pierwotna musi być przekształcona i przetransportowana. Energia odnawialna jest pozyskiwana przy użyciu technologii bezwęglowych z ciągłych i powtarzających się strumieni energii występujących w środowisku naturalnym, takich jak energia słoneczna, wodna, wiatrowa, energia pływów i fal, geotermalna oraz przy użyciu technologii węglowo obojętnych, np. spalanie biomasy. Ukryta energia wewnętrzna jest wykorzystywana do produkcji substancji materialnych (takich jak metale przetworzone lub materiały budowlane) i oznacza energię wykorzystywaną w procesie produkcyjnym na wszystkich etapach produkcji.

### Energochłonność

Energochłonność jest to stosunek wielkości wykorzystania energii do uzyskanych efektów gospodarczych lub fizycznych. Na poziomie krajowym energochłonność wyraża stosunek całkowitego zużycia energii pierwotnej lub wykorzystania energii finalnej do Produktu Krajowego Brutto. Na poziomie określonego rodzaju działalności można stosować również fizyczne wielkości w mianowniku, np. litry paliwa na km przejechanej trasy.

### Erozja

Proces usuwania i przemieszczania się gleby i skał w wyniku wietrzenia, ruchów masowych oraz działalności cieków wodnych, lodowców, fal, wiatrów i wód podziemnych.

### Ewapotranspiracja

Proces parowania wody z powierzchni Ziemi i transpiracja roślinności.

## F

### Fenologia

Dziedzina badań naturalnych, okresowo powtarzających się w systemach biologicznych zjawisk (np. etapy rozwoju, migracje) i ich związków z klimatem i zmianami sezonowymi.

### Fluorowane gazy cieplarniane

Pojęcie to odnosi się do grupy gazów: fluorowęglowodorów, perfluorowęglowodorów i sześćfluorku siarki, które objęte są Protokołem z Kioto.

### Fluorowęglowodory (HFCs)

Jeden z sześciu gazów cieplarnianych lub grup gazów cieplarnianych objętych Protokołem z Kioto. Fluorowęglowodory są wytwarzane komercyjnie jako zamiennik chlorofluorowęglowodorów i wykorzystywane głównie w przemyśle chłodniczym oraz przy produkcji półprzewodników. Zobacz: *Halowęglowodory*.

### Fotosynteza

Proces, w wyniku którego rośliny zielone, glony i niektóre bakterie pozyskują dwutlenek węgla z powietrza (lub wodorowęglan z wody), aby wytworzyć węglowodany. Istnieje kilka sposobów fotosyntezy z różnymi implikacjami koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze. Zobacz: *Wzbogacanie atmosfery w  $\text{CO}_2$* .

## G

**Gaz cieplarniany**

Gazy cieplarniane są elementami składowymi *atmosfery* (zarówno pochodzenia naturalnego jak i *antropogenicznego*), które absorbują i emitują promieniowanie o określonych długościach fal w zakresie widma *ciepłego promieniowania podczerwonego* emitowanego przez powierzchnię Ziemi, samą atmosferę oraz chmury. Ta właściwość gazów cieplarnianych wywołuje *efekt cieplarniany*. Para wodna (H<sub>2</sub>O), *dwutlenek węgla* (CO<sub>2</sub>), *podtlenek azotu* (N<sub>2</sub>O), *metan* (CH<sub>4</sub>) i *ozon* (O<sub>3</sub>) są podstawowymi gazami cieplarnianymi w ziemskiej atmosferze. Ponadto, w atmosferze występuje szereg gazów cieplarnianych pochodzenia wyłącznie antropogenicznego, takich jak *halowęglowodory* i inne substancje, zawierające chlor i brom, objęte Protokołem Montrealskim. Oprócz CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O i CH<sub>4</sub>, *Protokół z Kioto* obejmuje także *sześciofluorek siarki* (SF<sub>6</sub>), *fluorowęglowodory* (HFCs) oraz *perfluorowęglowodory* (PFCs).

**Globalna temperatura przy powierzchni ziemi**

Globalna temperatura przy powierzchni ziemi stanowi uśrednioną wartość, globalnej temperatury powietrza. Jednakże, ze względu na zmienność w czasie stosuje się odchylenia od średniej wieloletniej zamiast wartości bezwzględnych. Oblicza się je najczęściej w stosunku do przestrzennie uśrednionych wartości temperatury przy powierzchni morza lub przy powierzchni ziemi.

**Gospodarki w okresie przejściowym (EITs)**

Kraje transformujące swoje gospodarki z systemu planowo-nakazowego do systemu wolnorynkowego.

**Grunt okresowo zamrznięty**

Zobacz: *Grunt zamrznięty*.

**Grunt zamrznięty**

Gleba lub skała, w których część lub cała woda kapilarna jest zamrznięta (Van Everdingen, 1998). Grunt zamrznięty obejmuje *wieczną zmarzlinę*. Grunt, który w ciągu roku zamarza i odmarza, określane jest *gruntem okresowo zamrzniętym*.

## H

**Halowęglowodory**

Zbiór termin określający grupę częściowo chlorowcowanych związków organicznych, obejmującą chlorofluorowęglowodory (CFCs), wodorochlorofluorowęglowodory (HCFCs), fluorowęglowodory (HFCs), halony, chlorek metylu, bromek metylu itp. Wiele halowęglodorów posiada wysoki *Wskaźnik potencjalnego ocieplenia globalnego*. Halowęglowodory zawierające chlor i brom są również odpowiedzialne za zubożenie warstwy *ozonowej*.

**Handel emisjami**

Mechanizm rynkowy umożliwiający osiągnięcie celów związanych z ochroną środowiska. Mechanizm ten umożliwia jednostkom zmniejszającym emisję *gazów cieplarnianych* poniżej swoich pułapów emisji wykorzystanie lub zbycie nadwyżek redukcji emisji lub zrównoważenie emisji z innych źródeł w obrębie swojego kraju lub poza nim. Handel może odbywać się na poziomie międzykrajowym, krajowym lub międzynarodowym. Drugi Raport Oceniający IPCC zawiera mechanizm wykorzystania pozwoleń do celów krajowych systemów handlu emisjami oraz poziomów emisji w systemie globalnym. Handel emisjami, zgodnie z artykułem 17 *Protokołu z Kioto*, stanowi system zbywalnych wielkości emisji w oparciu o przydzielone wielkości, wyliczone na podstawie zobowiązań w zakresie redukcji i ograniczeń emisji zawartych w *załączniku B* do tego Protokołu.

**Hierarchia modeli**

Zobacz: *Model klimatyczny*.

**Hydrosfera**

Element *systemu klimatycznego*, w skład którego wchodzi powierzchnia wodna Ziemi oraz wody poniżej powierzchni terenu, takie jak oceany, morza, rzeki, jeziora, wody podziemne itp.

## I

**Inercja (bezwładność)**

W kontekście *lagodzenia zmiany klimatu* inercja odnosi się do trudności we wprowadzaniu zmian wynikających z wcześniejszych uwarunkowań społeczeństwa, takich jak wytworzony przez człowieka kapitał fizyczny, kapitał naturalny oraz społeczny kapitał niematerialny, obejmujący instytucje, regulacje i normy. Istniejące struktury utralają się w społecznościach sprawiając, że zmiana jest trudniejsza. W kontekście *systemu klimatycznego* inercja odnosi się do opóźnienia *zmiany klimatu* po zastosowaniu *wymuszenia zewnętrznego* oraz do kontynuacji zmian klimatu nawet po ustabilizowaniu się tego wymuszenia.

**Infrastruktura**

Podstawowe wyposażenie, narzędzia, jednostki produkcyjne, instalacje i usługi niezbędne do rozwoju i działania organizacji, miasta lub narodu.

**Interglacja, okresy międzylodowcowe**

Ciepłe okresy występujące między zlodowaceniami epoki lodowej. Poprzedni okres międzylodowcowy, trwający od około 129 tys. do 116 tys. lat temu, jest znany jako *Ostatni interglacjał* (AMS, 2000).

## J

**Jezioro lodowcowe**

Jezioro uformowane przez topniejące wody *lodowca*, zlokalizowane na przedpolu lodowca (*jezioro proglacjałne*), na powierzchni lodowca (*jezioro supraglacjałne*), wewnątrz lodowca (*jezioro zastoiskowe*) lub na dnie lodowca (*jezioro morenowe*).

## K

**Kierunek lub ścieżka rozwoju**

Ewolucja w oparciu o zbiór technologicznych, ekonomicznych, społecznych, instytucjonalnych, kulturowych i biofizycznych cech charakterystycznych, które determinują interakcje między *systemami ludzkimi* i naturalnymi, obejmującymi profile produkcyjne i konsumpcyjne we wszystkich krajach w danym czasie. *Alternatywne ścieżki rozwoju* odnoszą się do różnych możliwych kierunków rozwoju, wśród których jedną z wielu możliwości jest również kontynuowanie obecnych trendów.

**Klimat**

Klimat jest na ogół określane jako średnie warunki pogodowe lub bardziej rygorystycznie, jako statystyczny obraz średniej i zmienności odpowiednich wielkości w okresach trwających od miesięcy po tysiące i miliony lat. Zgodnie z wytycznymi Światowej Organizacji Meteorologicznej klasycznym okresem uśredniania różnych zmiennych jest 30 lat. Najczęściej monitoruje się zmienne związane z powierzchnią Ziemi, takie jak temperatura, ilość opadów czy wiatr. Klimat jest stanem, mając na uwadze również obraz statystyczny, *systemu klimatycznego*. W różnych częściach niniejszego raportu stosuje się różne okresy uśredniające, np. 20 lat.

**Komórka paliwowa**

Komórka paliwowa wytwarza energię elektryczną w sposób bezpośredni i ciągły w wyniku kontrolowanej reakcji elektrochemicznej wodoru lub innego paliwa z tlenem. Jeżeli paliwem jest wodór, komórka emituje jedynie wodę oraz ciepło (bez *dwutlenku węgla*) a ciepło może być wykorzystane. Zobacz: *Produkcja ciepła i energii elektrycznej w skojarzeniu*.

**Koncentracja wyrażona w ekwiwalencie dwutlenku węgla**

Zobacz ramkę „Emisje i koncentracje wyrażone w ekwiwalencie dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub> ekw.)” w zagadnieniu 2 Raportu Syntetycznego.

**Koral**

Termin *korale* najczęściej jest popularną nazwą koralowców – gatunku zwierząt z rzędu *Scleractinia*, które mają twarde, wapienne szkielety i które dzielą się na budujące i niebudujące rafy, na żyjące w zimnych lub ciepłych wodach. Zobacz także: *Blaknięcie koralu*; *Rafy koralowe*.

## Korzyści z adaptacji

Uniknięte koszty związane ze szkodami lub odniesione korzyści z przyjęcia i wdrożenia działań *adaptacyjnych*.

## Korzyści rynkowe netto

Oczekuje się, że *zmiana klimatu*, zwłaszcza umiarkowana, będzie miała zarówno pozytywny jak i negatywny wpływ na sektory rynkowe, o znacznym zróżnicowaniu między sektorami i *regionami*, zależnie od szybkości, jak i skali zmiany klimatu. Suma rynkowych korzyści i *kosztów* we wszystkich sektorach i regionach w danym okresie stanowi *korzyści rynkowe netto*. Nie obejmują one żadnych *skutków pozarynkowych*.

## Koszt

Konsumpcja (wykorzystanie) zasobów, takich jak czas pracy, kapitał, materiały, paliwa itp., jako konsekwencja działania. W ekonomii wszystkie zasoby są wyceniane po *kosztach alternatywnych*, będących wartością najbardziej opłacalnego, alternatywnego ich wykorzystania. Koszty są definiowane w różny sposób i przy różnych założeniach wpływających na ich wysokość. Wyróżnia się: *koszty administracyjne*, *koszty szkód* (wobec ekosystemów, ludzi i gospodarek z powodu negatywnego wpływu *zmiany klimatu*) oraz *koszty wdrażania* związane ze zmianami obowiązujących zasad i regulacji, z wysiłkami na rzecz budowania zdolności realizacyjnych, z rozpowszechnianiem informacji, ze szkoleniami, edukacją itp. *Koszty prywatne* są ponoszone przez jednostki indywidualne, przedsiębiorstwa lub inne podmioty prywatne, które podejmują działanie, natomiast *koszty społeczne* obejmują także zewnętrzne koszty środowiska i społeczeństwa jako całości. Przeciwnościem kosztów są korzyści czy zyski (zwane czasem *kosztami negatywnymi*). Różnicę między kosztami a korzyściami (zyskami) stanowią *koszty netto*.

## Koszty adaptacji

Koszty planowania, przygotowywania, ułatwiania i wdrażania środków *adaptacji*, w tym koszty pośrednie.

## Koszty makroekonomiczne

Koszty mierzone zazwyczaj jako zmiany wzrostu *Produktu Krajowego Brutto*, względnie jako utrata dobrobytu lub spadek konsumpcji.

## Kraje wymienione w załączniku I

Grupa krajów wymienionych w załączniku I (zgodnie z poprawkami z 1998 roku) do *Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC)*, obejmująca wszystkie kraje OECD w roku 1990 oraz kraje przechodzące transformację gospodarczą. W artykułach 4.2 (a) i 4.2 (b) konwencji, kraje wymienione w załączniku I zobowiązały się w szczególności do tego, że do roku 2000 zredukują wspólnie lub indywidualnie emisje *gazów cieplarnianych* do swoich poziomów z roku 1990. Domyślnie pozostałe kraje będą miały status *Krajów niewymienionych w załączniku I*. Lista państw wymienionych w załączniku I jest dostępna pod adresem: <http://unfccc.int>.

## Kraje wymienione w załączniku II

Grupa krajów wymienionych w załączniku II do *Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC)* obejmuje wszystkie kraje OECD w roku 1990. Zgodnie z artykułem 4.2 (g) konwencji od krajów tych oczekuje się zapewnienia środków finansowych, mających pomóc krajom rozwijającym się w wypełnianiu ich zobowiązań, takich jak przygotowywanie raportów krajowych. Kraje wymienione w załączniku II mają również promować transfer do krajów rozwijających się przyjaznych dla środowiska technologii. Lista krajów wymienionych w załączniku II jest dostępna pod adresem: <http://unfccc.int>.

## Kraje wymienione w załączniku B

Kraje wymienione w załączniku B do *Protokołu z Kioto* to kraje, które uzgodniły cele w zakresie emisji gazów cieplarnianych, w tym wszystkie *Kraje wymienione w załączniku I* (zgodnie z poprawkami z 1998 roku), z wyłączeniem Turcji i Białorusi. Lista krajów wymienionych w załączniku I jest dostępna pod adresem: <http://unfccc.int>. Zobacz: *Protokół z Kioto*.

## Kriosfera

Część *systemu klimatycznego* składająca się w całości ze śniegu, lodu i *zamarzniętego gruntu* (w tym *wiecznej zmarzliny*) na powierzchni Ziemi i oceanów oraz pod ich powierzchnią. Zobacz także: *Lodowiec*; *Łądolód*.

## L

### Las

Typ roślinności zdominowanej przez drzewa. Istnieje wiele definicji pojęcia „las”, odzwierciedlających znaczne różnice w warunkach biogeofizycznych, strukturze społecznej i gospodarce. Określone kryteria mają zastosowanie w *Protokole z Kioto*. Więcej na temat terminu *las* i związanych z nim pojęć pokrewnych, takich jak *zalesianie*, *ponowne zalesianie* i *wylesianie* w raporcie IPCC w sprawie użytkowania gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwa (IPCC Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2000). Zobacz także raport dotyczący definicji i wariantów metodycznych inwentaryzacji emisji bezpośrednio spowodowanej działalnością ludzką prowadzącą do degradacji lasów i niszczenia innych formacji roślinnych (Report on Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Degradation of Other Vegetation Types – IPCC, 2003).

### Las borealny, taja

Lasy sosnowe, świerkowe, jodłowe i modrzewiowe rozciągające się od wschodniego wybrzeża Kanady na zachód aż po Alaskę oraz od Syberii na zachód przez Rosję aż po Nizinę Wschodnioeuropejską.

### Łądolód

Masa lodu na lądzie, o wystarczającej miąższości, by pokryć większość niżej położonej powierzchni podścielającej, a jej kształt wynika głównie z dynamiki (z przepływu lodu wraz z wewnętrzną deformacją i/lub uślizgów przy podstawie). Łądolód rozplywa się na zewnątrz z wysoko centralnie położonego wzniesienia lodowego po łagodnych zboczach. Krawędzie zazwyczaj mają bardziej strome nachylenie, a większość lodu jest zrzucana przez szybko płynące potoki lodowe lub *lodowce* zewnętrzne, niekiedy do morza lub na płyty lodowe pływające po morzu. Obecnie na świecie istnieje jedynie jeden duży łądolód; jeden na Grenlandii i dwa na Antarktydzie (Wschodni i Zachodni Łądolód Antarktyczny), przedzielone Górami Transantarktycznymi.

### Lodowiec

Masa lodu na lądzie, która spływa grawitacyjnie (poprzez wewnętrzne deformacje i/lub ślizganie się po podłożu) i jest ograniczona przez wewnętrzny nacisk oraz tarcie przy podłożu i wzdłuż boków. Lodowiec utrzymuje się dzięki akumulacji śniegu w górnej części, równoważącej jego topnienie w dolnej części i spływ do morza. Zobacz: *Bilans masy*.

### Lód morski

Dowolna forma lodu występująca w morzu powstała wskutek zamarzania wody morskiej. Lód morski może przyjmować postać odrębnych kawałków (kry lodowej) przesuwany po powierzchni oceanu przez wiatry i prądy (lód pakowy) lub nieruchomej płyty przytwierdzonej do brzegu. Lód morski utrzymujący się krócej niż rok zwany jest *lodem pierwszorocznym*. *Lód wieloletni* musi zaś przetrzymać przynajmniej jeden sezon letnich roztopów.

### Ludność rdzenna

Brak jest definicji ludności rdzennej przyjętej na poziomie międzynarodowym. Do wspólnych jej cech, uwzględnionych przez prawo międzynarodowe i agencje Organizacji Narodów Zjednoczonych, należą: miejsce zamieszkania i przywiązanie do geograficznie wyodrębnionego, tradycyjnie zamieszkałego środowiska, terytoriów dziedzicznych i ich zasobów naturalnych; utrzymywanie wspólnej tożsamości kulturowej i społecznej oraz odrębnych instytucji społecznych, gospodarczych, kulturowych i politycznych; pochodzenie od grup ludności zamieszkałych na określonym obszarze najczęściej przed powstaniem obecnego podziału terytorialnego oraz narodowościowego; oraz utożsamianie się z wyróżniającą się kulturowo grupą i dążenie do zachowania tożsamości kulturowej.



## Ł

**Łagodzenie**

Zmiana technologii i praktyk, które zmniejszają zapotrzebowanie na surowce oraz ograniczają emisje na jednostkę produkcji. Mimo, że szereg społecznych, ekonomicznych i technologicznych strategii może prowadzić do redukcji emisji, w kontekście *zmiany klimatu*, łagodzenie oznacza wdrażanie polityki zmniejszającej emisje *gazów cieplarnianych* i wzmocniającej *pochłaniacze*.

## M

**Malaria**

Lokalna (endemiczna) lub epidemiczna choroba pasożytnicza, wywołana przez gatunek z rodzaju *Plasmodium* (Protozoa) i przenoszona na ludzi przez komary z rodzaju *Anopheles*; wywołująca ataki wysokiej gorączki i zaburzenia systemowe, atakująca około 300 milionów ludzi i zabijająca około 2 miliony z nich rocznie na całym świecie.

**Mechanizm Czystego Rozwoju (CDM)**

Zdefiniowany w artykule 12 *Protokołu z Kioto*, CDM ma za zadanie spełnić dwa cele: (1) pomagać stronom niewymienionym w *załączniku I* w osiągnięciu *zrównoważonego rozwoju*, przyczyniając się do spełnienia ostatecznego celu konwencji; (2) pomagać stronom wymienionym w *załączniku I* w wypełnieniu ich zobowiązań redukcyjnych. Jednostki poświadczony redukcji emisji (CER) z projektów CDM podjętych w krajach niewymienionych w *załączniku I*, które redukują emisje gazów cieplarnianych, po poświadczeniu przez podmioty operacyjne powołane przez Konferencję Stron/Spotkanie Stron, mogą zostać przydzielone inwestorowi (przedstawicielowi rządu lub przemysłu) reprezentującemu stronę wymienioną w *załączniku B*. Część dochodu z realizacji poświadczonych projektów jest wykorzystywana do pokrycia wydatków administracyjnych oraz do pomocy stronom-krajom rozwijającym się, szczególnie narażonym na negatywne skutki *zmian klimatu*, w ponoszeniu kosztów *adaptacji*.

**Mechanizm Wspólnych Wdrożeń (JI)**

Rynkowy mechanizm implementacyjny, zdefiniowany w artykule 6 *Protokołu z Kioto*, umożliwiającym *krajom wymienionym w załączniku I* lub firmom z tych krajów wspólne wdrażanie projektów limitujących lub zmniejszających emisje, względnie wzmocniających *pochłaniacze* oraz podział jednostek redukcji emisji. Mechanizm wspólnych wdrożeń jest również przewidziany artykułem 4.2(a) *Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC)*. Zobacz także: *Mechanizmy z Kioto*; *Działania podejmowane wspólnie*.

**Mechanizmy z Kioto (zwane również mechanizmami elastycznymi)**

Ekonomiczne mechanizmy oparte na zasadach rynkowych, które mogą być wykorzystywane przez strony *Protokołu z Kioto* w celu zmniejszenia potencjalnych skutków ekonomicznych wynikających z wymogów dotyczących redukcji emisji *gazów cieplarnianych*. Mechanizmy te obejmują *Mechanizm wspólnych wdrożeń* (artykuł 6), *Mechanizm Czystego Rozwoju* (artykuł 12) oraz *Handel emisjami* (artykuł 17).

**Metan (CH<sub>4</sub>)**

Metan jest jednym z sześciu *gazów cieplarnianych*, którego emisji, zgodnie z *Protokołem z Kioto*, należy przeciwdziałać i który jest głównym składnikiem gazu ziemnego, oraz jest powiązany z paliwami halowęglowodorowymi, hodowlą zwierząt i uprawą roślin. Metan występuje także w złożach węgla.

**Metryczny**

Ilościowa miara cechy obiektu lub działalności, która w innym przypadku jest trudna do kwantyfikacji.

**Milenijne Cele Rozwoju (MDGs)**

Zestaw ograniczonych czasowo, wymiernych celów, służących zwalczaniu ubóstwa, głodu, chorób, analfabetyzmu, dyskryminacji kobiet i degradacji środowiska naturalnego, przyjęty na Milenijnym Szczycie Organizacji Narodów Zjednoczonych w 2000 roku.

**Model**

Zobacz: *Model klimatyczny*; *Modele typu „dół-góra”*; *Modele typu „góra-dół”*.

**Model klimatyczny**

Numeryczna reprezentacja *systemu klimatycznego* oparta na fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwościach jego składowych, ich interakcji i sprzężeń zwrotnych, obejmująca wszystkie lub wybrane jego znane cechy. System klimatyczny może być reprezentowany przez modele o różnym stopniu złożoności, tj. do każdej jego składowej bądź kombinacji składowych można zidentyfikować spektrum lub hierarchię modeli, różniących się takimi elementami, jak np. liczba wymiarów przestrzennych, stopień reprezentowania wprost fizycznych, chemicznych lub biologicznych procesów, lub poziom zastosowanej parametryzacji empirycznej. Sprzężone Atmosferyczno-Oceaniczne Modele Ogólnej Cyrkulacji (*Coupled Atmosphere-Ocean General Circulation Models, AOGCMs*) umożliwiają przedstawienie systemu klimatycznego w postaci najbardziej kompleksowej jaka obecnie jest dostępna. Aktualnie modele ewoluują w kierunku bardziej złożonych, z interaktywnym chemizmem i biologią (zobacz: Grupa robocza I, rozdział 8). Modele klimatyczne są wykorzystywane jako narzędzie badawcze do obserwacji i symulacji *klimatu* oraz do celów operacyjnych, obejmujących miesięczne, sezonowe oraz roczne *przewidywania klimatu*.

**Modele typu „dół-góra”**

Modele typu „dół-góra” prezentują rzeczywistość przez agregację cech charakterystycznych, określonych działań i procesów, uwzględniając uwarunkowania technologiczne, inżynierskie i kosztowe. Zobacz także: *Modele typu „góra-dół”*.

**Modele typu „góra-dół”**

Modele typu „góra-dół” (tzw. zstępujące) mają zastosowanie w teorii makroekonomii oraz w metodach ekonometrycznych i optymalizacyjnych do (agregowania) porządkowania zmiennych ekonomicznych. Wykorzystując dane historyczne w zakresie konsumpcji, cen, dochodów, oraz kosztów czynników produkcji modele typu „góra-dół” pozwalają ocenić ostateczny popyt na towary i usługi, oraz zapotrzebowanie z głównych sektorów, takich jak sektor energetyczny, transportu, rolnictwa i przemysłu. Niektóre modele typu „góra-dół” obejmują dane technologiczne, zawężając tym samym lukę dzielącą je od *modeli typu „dół-góra”* (tzw. wstępujących).

**Modernizacja**

Modernizacja oznacza zainstalowanie nowych lub zmodyfikowanych części lub wyposażenia, albo wprowadzenie usprawnień strukturalnych w ramach istniejącej *infrastruktury*, przy założeniu, że w czasie jej budowy uznano je za niekonieczne lub w ogóle nie były wtedy dostępne. Celem modernizacji w kontekście *zmiany klimatu* jest zwykle zapewnienie, aby istniejąca infrastruktura spełniała nowe wymagania projektowe, które mogą okazać się niezbędne w zmieniających się warunkach klimatycznych.

**Mody zmienności klimatu**

Naturalna zmienność *systemu klimatycznego*, w szczególności w skali pór roku i dłuższych, występująca przeważnie w postaci dominujących wzorców przestrzennych i w określonych skalach czasu, jest określona przez dynamiczną charakterystykę cyrkulacji atmosferycznej i przez oddziaływanie z powierzchniami lądów i oceanów. Wzorce te są często określane mianem *reżimów*, *mod* lub *telekoneksji*. Przykładami są: Oscylacja Północnoatlantycka (NAO), Oscylacja Pacyficzno-Północnoamerykańska (PNA), El Niño – Oscylacja Południowa (ENSO), Północna Moda Pierścieniowa (NAM; poprzednio nazywana Oscylacją Arktyczną, AO) oraz Południowa Moda Pierścieniowa (SAM; poprzednia nazywana Oscylacją Antarktyczną, AAO). Wiele dominujących mod zmienności klimatu jest opisanych w rozdziale 3.6 Raportu Grupy roboczej I.

**Monsun**

Monsun jest zwrótnikowym i podzwrótnikowym wiatrem zmiennym sezonowo, związanym z opadami, spowodowanymi różnicowaniem ogrzewaniem między kontynentem a przylegającym oceanem. Deszcze monsunowe występują głównie nad lądem w porze letniej.

## Możliwości

Warunki do zmniejszenia dystansu między *potencjałem rynkowym* dowolnej technologii lub praktyki a *potencjałem gospodarczym* lub technicznym.

## Możliwości łagodzenia

Jest to zdolność kraju do zmniejszania *antropogenicznych* emisji *gazów cieplarnianych* lub do wzmacniania naturalnych *pochłaniaczy*. Zdolność ta odnosi się do umiejętności, kompetencji, kondycji i biegłości uzyskanej przez dany kraj; zależy od technologii, instytucji, zamożności, równości, *infrastruktury* i informacji. Możliwości łagodzenia są wpisane w ścieżkę zrównoważonego rozwoju kraju.

## N

### Nagła zmiana klimatu

Nieliniowość *systemu klimatycznego* może prowadzić do nagłej *zmiany klimatu*, zwanej niekiedy *gwałtowną zmianą klimatu*, *nagłymi zdarzeniami*, czy wręcz *niespodziankami*. Termin *nagły* często odnosi się do przedziałów czasowych mniejszych niż typowe, wynikające z wymuszonej reakcji. Jednak nie wszystkie nagłe zmiany klimatu muszą być *wymuszone zewnętrznie*. Niektóre możliwe nagłe zdarzenia, które zostały zaproponowane, obejmują istotną zmianę cyrkulacji termohalinowej, szybką deglacjację i intensywne topnienie *wiecznej zmarzliny* lub wzrost respiracji gleby, co prowadzi do szybkich zmian w *obiegu węgla w przyrodzie*. Inne zdarzenia mogą mieć charakter zupełnie nieoczekiwany na skutek silnych i szybko zmieniających się nacisków nieliniowego systemu.

### Nauka przez praktykę

Wraz z nabywaniem przez badaczy i firmy wiedzy o nowych technologiach i zdobywaniem doświadczenia wraz z rosnącą produkcją, odkrywane są metody usprawnienia procesów technologicznych i zmniejszenia ich kosztów. Nauka przez działanie jest rodzajem technologicznej zmiany opartej na doświadczeniu.

### Niepewność

Wyrażenie określające stopień braku wiedzy na temat danej wielkości (np. przyszłego stanu *systemu klimatycznego*). Niepewność może wynikać z braku informacji lub braku zgody na temat tego co jest znane, czy nawet możliwe do poznania. Może mieć wiele rodzajów źródeł, od błędów kwantyfikowalnych w danych do wieloznacznie określonych koncepcji lub terminologii, lub niepewnych *projekcji* ludzkich zachowań. W związku z tym niepewność może być przedstawiana ilościowo, przykładowo, w postaci zakresu wartości obliczonych na podstawie różnorodnych modeli, lub może być przedstawiana jakościowo, na przykład odzwierciedlając opinię (osąd, ocenę) zespołu ekspertów (Moss i Schneider, 2000; Manning i in., 2004). Patrz: *Prawdopodobieństwo*; *Zaufanie*.

### Nosiciel

Dowolny organizm, który przenosi patogeny od jednego żywiciela do drugiego.

## O

### Obieg węgla w przyrodzie

Termin stosowany do opisu krążenia węgla (w różnych formach, np. jako *dwutlenek węgla*) w *atmosfera*, oceanach, *biosferze* lądowej i litosferze.

### Ocena oddziaływania (zmiany klimatu)

Praktyka identyfikowania i oceny, w kategoriach materialnych i/lub niematerialnych, efektów *zmiany klimatu* na *systemy ludzkie* oraz naturalne.

### Ocena zintegrowana

Metoda analizy, która łączy wyniki i modele z nauk fizycznych, biologicznych, ekonomicznych i społecznych ze współzależnościami między tymi elementami i tworzy z nich spójne ramy do oceny stanu i konsekwencji zmian w środowisku oraz związanej z tym reakcji politycznej. Modele wykorzystywane w tego typu analizach nazwano *Modelami oceny zintegrowanej* lub modelami oceny kompleksowej.

## Oddziaływania rynkowe

*Skutki wpływu* bezpośredniego na *Produkt Krajowy Brutto*, które można przedstawić w wartościach pieniężnych, np. zmiany wartości nakładów w rolnictwie i/lub cen produktów rolnych. Zobacz także: *Skutki pozarynkowe*.

## Odpyływ

Część opadów, która nie ulega wyparowaniu i nie podlega transpiracji, lecz spływa po powierzchni ziemi powracając do cieków i zbiorników wodnych. Zobacz: *Cykl hydrologiczny*.

## Odporność

Zdolność systemu społecznego lub ekologicznego do tolerowania zakłóceń przy zachowaniu tej samej podstawowej struktury i sposobów funkcjonowania, potencjału do samoorganizacji i zdolności adaptacyjnej do warunków stresowych i zmian.

## Odzysk metanu

Emisje *metanu*, np. ze studni wiertniczych ropy naftowej i gazu ziemnego, pokładów węgla kopalnego, bagien torfowych, rur przesyłowych gazu ziemnego, składowisk odpadów lub biogazowni, mogą być przechwytywane i wykorzystywane jako paliwo lub w innych celach gospodarczych, np. jako surowiec chemiczny.

## Organizacja pozarządowa (NGO)

Grupa lub stowarzyszenie typu „non-profit” niewchodzące w skład zinstytucjonalizowanych struktur politycznych utworzone do realizacji określonych celów społecznych i/lub związanych z ochroną środowiska, służące niekiedy konkretnym grupom wyborców.

## Osobliwość

Cecha odróżniająca dane zjawisko lub zagadnienie od innych; coś pojedynczego, wyróżniającego się, dziwnego, niepopularnego lub niezwykłego i rzadko spotykanego.

## Ostatni interglacjał (LIG)

Zobacz: *Okresy międzylodowcowe*, *interglacjały*.

## Ozon (O<sub>3</sub>)

Ozon, trójatomowa cząsteczka tlenu, będąca gazowym składnikiem *atmosfera*. W *troposferze* ozon jest wytwarzany zarówno naturalnie, jak i wskutek reakcji fotochemicznych z udziałem gazów związanych z działalnością człowieka (smog). Ozon troposferyczny zachowuje się jak *gaz cieplarniany*. W *stratosferze* zaś jest wytwarzany wskutek wzajemnego oddziaływania słonecznego promieniowania ultrafioletowego i tlenu cząsteczkowego (O<sub>2</sub>). Ozon stratosferyczny odgrywa główną rolę w bilansie radiacyjnym stratosfery. Jego koncentracja jest największa w warstwie ozonowej.

## P

### Pakiet

Wewnętrznie spójny zestaw różnorodnych działań (środków) i/lub technologii, które mogą być wykorzystane przez polityków do osiągnięcia, założonego w wyniku realizacji określonej polityki, celu. Przez poszerzenie zakresu działań i technologii można bardziej zróżnicować ich skutki i ograniczyć niepewności.

### Paleoklimat

*Klimat* w czasach poprzedzających rozwój instrumentów pomiarowych, obejmujących okresy historyczne i geologiczne, dla których dostępne są jedynie pośrednie informacje lub dane klimatyczne tzw. proxy.

### Paliwa kopalne

Paliwa oparte na pierwiastku węgla, pozyskiwane z kopalnych złóż węgla-wodoru, takie jak węgiel, torf, ropa naftowa i gaz ziemny.

### Parytet siły nabywczej (PPP)

Siła nabywcza narodowej waluty jest wyrażana za pomocą koszyka dóbr i usług, który może być kupiony za daną jej kwotę w danym kraju. Międzynarodowe porównania dotyczące, np. *Produktów Krajowych Brutto (PKB)* państw powinny opierać się raczej na realnej sile nabywczej walut, a nie na aktualnych kursach ich wymiany. Szacunki oparte o parytet siły nabywczej

na ogół obniżają PKB per capita w krajach rozwiniętych, podwyższają go zaś w krajach rozwijających się.

### Percentyl

Percentyl jest wartością w skali od zera do stu, wskazującą odsetek wartości zbioru danych równych lub mniejszych od zadanej wartości. Percentyl jest często wykorzystywany do szacunku ekstremalnych wartości rozkładu. Na przykład 90-ty (10-ty) percentyl może być zastosowany w odniesieniu do prognozy dla górnych (dolnych) ekstremów.

### Perfluorowęglowodory (PFCs)

Znajdują się wśród sześciu gazów cieplarnianych objętych Protokołem z Kioto. Występują jako produkty uboczne procesów wytopienia aluminium i wzbogacania uranu. Zastępują chlorofluorowęglowodory w procesie produkcji półprzewodników.

### Pewność

Poziom zaufania do poprawności rezultatu jest wyrażony w tym raporcie w oparciu o standardową terminologię, zdefiniowaną w sposób następujący:

Terminologia	Stopień zaufania do poprawności
Bardzo wysoka pewność	Szansa poprawności przynajmniej 9 na 10
Wysoka pewność	Szansa poprawności około 8 na 10
Średnia pewność	Szansa poprawności około 5 na 10
Niska pewność	Szansa poprawności około 2 na 10
Bardzo niska pewność	Szansa poprawności poniżej 1 na 10

Zobacz także: *Prawdopodobieństwo*; *Niepewność*.

### pH

Wskaźnik pH stanowi bezwymiarową miarę zakwaszenia wody (lub dowolnego roztworu). Czysta woda ma wartość pH równą 7. Roztwory kwasowe mają wartości pH mniejsze od 7, zasadowe zaś większe od 7. Wartość pH jest mierzona w skali logarymicznej. Dlatego też spadek wartości pH o 1 jednostkę jest równoznaczny z 10-krotnym wzrostem zakwaszenia.

### Plankton

Mikroorganizmy żyjące w powierzchniowych warstwach systemów wodnych. Rozróżnia się fitoplankton, którego pozyskiwanie energii opiera się na fotosyntezie oraz zooplankton, który żywi się fitoplanktonem.

### Pochłaniacz

Dowolny proces, działanie lub mechanizm usuwający z atmosfery gazy cieplarniane, aerozole lub prekursorów gazów cieplarnianych, względnie aerozoli.

### Pochłanianie węgla

Zobacz: *Wychwył*.

### Pochłanianie, rozproszenie i emisja promieniowania

Promieniowanie elektromagnetyczne może w różnorodny sposób wchodzić w reakcje z materią, będącą w postaci atomów i cząsteczek gazu (np. gazów w atmosferze) lub w formie cząsteczkowej, stałej lub ciekłej materii (np. aerozole). Sama materia emituje promieniowanie zgodne z jej składem i temperaturą. Promieniowanie może być pochłaniane przez materię po czym pochłonięta energia może być przekazana dalej lub wyemitowana ponownie. Promieniowanie może w końcu zmienić swój pierwotny kierunek (zostać rozproszone) wskutek interakcji z materią.

### Podatek

Podatek węglowy jest nakładany na zawartość pierwiastka węgla w paliwach kopalnych. Ponieważ praktycznie niemal cały węgiel z paliw kopalnych jest ostatecznie emitowany w postaci dwutlenku węgla, podatek węglowy jest ekwiwalentem opłaty od emisji nakładanej na każdą jednostkę emisji ekwiwalentu CO<sub>2</sub>. Podatek energetyczny jest nakładany na zawartość energii w paliwach w celu zmniejszenia na nią popytu i przez to obniżenia poziomu emisji dwutlenku węgla, powstałej wskutek spalania paliw kopalnych. Ustalenie podatku ekologicznego ma na celu wywarcie wpływu na zachowania ludzi (zwłaszcza decyzje gospodarcze) w sposób przyja-

zny dla środowiska. Międzynarodowy podatek węglowy/emisyjno/energetyczny jest nakładany, na podstawie międzynarodowego porozumienia, na poszczególne źródła energii zainteresowanych krajów. Podatek zharmonizowany zobowiązuje kraje związane porozumieniem do nałożenia podatku o tej samej wysokości na takie same źródła. Kredyt podatkowy stanowi zmniejszenie podatku w celu pobudzenia inwestycji w dany produkt (np. w technologii ograniczania emisji gazów cieplarnianych). Opłata węglowa jest tym samym, co podatek węglowy.

### Podatność

Podatność to stopień do jakiego system jest wrażliwy na zmiany klimatu oraz stopień zdolności do poradzenia sobie z ich negatywnymi skutkami, w tym ze skutkami zmienności klimatu oraz stanami ekstremalnymi. Podatność jest funkcją rodzaju, nasilenia i szybkości zmian klimatu oraz zróżnicowanych warunków, na które narażony jest system, zależy od jego wrażliwości oraz jego zdolności adaptacyjnej.

### Podtlenek azotu (N<sub>2</sub>O)

Jeden z sześciu gazów cieplarnianych objętych Protokołem z Kioto. Głównym źródłem antropogenicznym podtlenku azotu jest rolnictwo (gospodarowanie glebą i nawożenie obornikiem). Istotny udział w powstawaniu N<sub>2</sub>O mają również: oczyszczanie ścieków, spalanie paliw kopalnych i przemysłowe procesy chemiczne. Podtlenek azotu powstaje też w sposób naturalny w wielu procesach zachodzących w glebie i wodzie, szczególnie wskutek działalności mikroorganizmów w wilgotnych lasach tropikalnych.

### Pokrywa śnieżna

Sezonowa akumulacja wolno topniejącego śniegu.

### Polityki

W rozumieniu Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC) kierunki polityki są wytyczane i/lub przyjmowane przez rząd – często w powiązaniu ze sferą biznesu i przedstawicielami różnych gałęzi przemysłu w obrębie kraju, względnie z innymi krajami, aby przyspieszyć działania łagodzące i adaptacyjne. Przykładem polityk są: podatki nakładane na węgiel lub inne źródła energii, standardy efektywności zużycia paliw w pojazdach samochodowych itp. Wspólne i skoordynowane lub zharmonizowane polityki odnoszą się do polityk przyjmowanych wspólnie przez strony. Zobacz także: *Działania*, *środki*.

### Południkowa cyrkulacja wymienna (MOC)

Uśredniana strefowo na określonych obszarach południkowa (północ-południe) wielkoskalowa cyrkulacja w oceanach. W Oceanie Atlantyckim cyrkulacja ta przesuwa względnie ciepłe, przypowierzchniowe wody w kierunku północnym a względnie zimne, głębinowe w kierunku południowym. Prąd Zatokowy (Golfstrom) jest częścią południkowej cyrkulacji wymiennej w Atlantyku.

### Ponowne zalesianie

Sadzenie lasów na terenach, wcześniej porośniętych lasem, które zostały następnie przystosowane do wykorzystania w inny sposób. Więcej na temat terminu las i związanych z nim pojęć pokrewnych, takich jak zalesianie, ponowne zalesianie i wylesianie w raporcie IPCC w sprawie użytkowania gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwa (IPCC Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2000). Zobacz także raport dotyczący definicji i wariantów metodycznych inwentaryzacji emisji bezpośrednio spowodowanej działalnością ludzką prowadzącą do degradacji lasów i niszczenia innych formacji roślinnych (Report on Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types – IPCC, 2003).

### Porozumienie dobrowolne

Porozumienie między rządowym organem władzy a jedną ze stron lub wieloma prywatnymi stronami zawarte dla osiągnięcia celów środowiskowych lub dla poprawy stanu środowiska ponad to co wynika z wypełnienia zobowiązań prawnie uregulowanych. Nie wszystkie porozumienia

dobrowolne są naprawdę dobrowolne; niektóre przewidują nagrody i/lub kary związane z zawieraniem tych porozumień lub z osiągnięciem zobowiązań.

### Potencjał gospodarczy redukcji emisji

Zobacz: *Potencjał łagodzący*.

### Potencjał łagodzący

W kontekście *łagodzenia zmian klimatu* – potencjał łagodzący jest to wielkość redukcji emisji możliwa do osiągnięcia. *Potencjał rynkowy* jest to potencjał minimalizacji/łagodzenia bazujący na kosztach indywidualnych i indywidualnych stopach dyskontowych, których zaistnienie może być spodziewane w prognozowanych warunkach rynkowych, włączając w to działania obecnie podejmowane i biorąc pod uwagę fakt, istnienia barier ograniczających aktualną zdolność do minimalizacji skutków. Koszty indywidualne i stopy dyskontowe odzwierciedlają perspektywę indywidualnych konsumentów oraz instytucji. *Potencjał ekonomiczny* jest potencjałem redukcyjnym, który bierze pod uwagę koszty i zyski społeczne oraz społeczny poziom stóp dyskontowych, zakładając wzrost efektywności rynkowej poprzez kierunki i sposoby działania, jak również usunięcie barier. Koszty społeczne oraz stopy dyskontowe odzwierciedlają perspektywę społeczeństwa. Społeczne stopy dyskontowe są niższe niż te wykorzystywane przez indywidualnych inwestorów. Badania potencjału rynkowego mogą być wykorzystane, aby informować decydentów o potencjale redukcyjnym, związanym z aktualnymi kierunkami działań i barierami, natomiast badania potencjału ekonomicznego pokazują co mogłoby zostać osiągnięte, przy wprowadzeniu w życie nowych i właściwych oraz dodatkowych działań, mających na celu usunięcie przeszkód oraz włączenia kosztów i zysków społecznych. Tak więc potencjał ekonomiczny jest zasadniczo większy od rynkowego. *Potencjał techniczny* jest wielkością, przy której możliwe byłoby zredukowanie emisji *gazów cieplarnianych* lub zwiększenie efektywności energetycznej poprzez wprowadzenie technologii lub praktyk, które wcześniej zaprezentowano. Nie czyni się żadnych bezpośrednich odniesień do kosztów, jakkolwiek zastosowanie ograniczeń praktycznych może brać pod uwagę względy ekonomiczne.

### Potencjał rynkowy

Zobacz: *Potencjał łagodzący*.

### Poziom naukowego zrozumienia (PNZ)

Jest to wskaźnik oparty na pięciostopniowej skali (wysoki, średni, średnio-niski, niski i bardzo niski) stworzony do scharakteryzowania stopnia naukowego rozumienia czynników *wymuszenia radiacyjnego*, mających wpływ na *zmianę klimatu*. W odniesieniu do każdego czynnika wskaźnik przedstawia subiektywną ocenę dowodów na wpływ fizycznych/chemicznych mechanizmów na wymuszanie oraz uzgodnione stanowisko w sprawie szacunków ilościowych i jego *niepewność*.

### Poziom odniesienia

Odniesienie do wymiernych wielkości, z którymi można porównać alternatywne wyniki, np. *scenariusz* nieinterwencyjny może być wykorzystany jako odniesienie przy analizie scenariuszy interwencyjnych.

### Pozwolenie zbywalne

Pozwolenie zbywalne jest instrumentem polityki gospodarczej, w ramach której prawo do uwolnienia zanieczyszczeń – w tym przypadku emisji określonej ilości *gazów cieplarnianych* – może być wymienione na wolnym lub kontrolowanym rynku pozwoleń. *Pozwolenie na emisję* nie stanowi uprawnień podlegającego przekazywaniu lub obrotowi handlowemu, które przypisane jest przez rząd podmiotowi gospodarczemu (firmie lub innej jednostce emitującej) do emisji określonej ilości substancji.

### Prawdopodobieństwo

Ocena prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia lub uzyskania wyniku wszędzie tam, gdzie można je oszacować za pomocą teorii prawdopodobieństwa, opisana w raportach IPCC przy użyciu następującej, standardowej terminologii:

Terminologia	Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia/uzyskania wyniku
Praktycznie pewne	>99% prawdopodobieństwa
Bardzo prawdopodobne	>90% prawdopodobieństwa
Prawdopodobne	>66% prawdopodobieństwa
Dosyć prawdopodobne	>50% prawdopodobieństwa
Niezbędne prawdopodobne	33 do 66% prawdopodobieństwa
Nieprawdopodobne	<33% prawdopodobieństwa
Bardzo nieprawdopodobne	<10% prawdopodobieństwa
Wyjątkowo nieprawdopodobne	<1% prawdopodobieństwa

Zobacz także: *Pewność*; *Niepewność*.

### Produkcja ciepła i energii elektrycznej w skojarzeniu (CHP)

Wykorzystanie ciepła odpadowego z elektrociepłowni. Ciepło może, np. pochodzić z turbin parowych lub z gorących gazów odlotowych pozyskiwanych z turbin gazowych i wykorzystywane być w celach przemysłowych i grzewczych w budownictwie. CHP jest znana również jako *współwytworzenie*.

### Produkt Krajowy Brutto (PKB)

Produkt Krajowy Brutto (PKB) jest pieniężną wartością wszystkich towarów i usług wytworzonych w obrębie danego kraju.

### Prognoza

Zobacz: *Przewidywanie klimatu*; *Projekcja klimatu*; *Projekcja*.

### Projekcja

Możliwa zmiana wybranej wielkości lub zbioru wielkości w przyszłości, często przeprowadzana za pomocą określonego modelu. Projekcje odróżnia się od przewidywań, aby podkreślić fakt, że projekcje obejmują założenia dotyczące, np. przyszłego rozwoju społeczno-ekonomicznego lub technologicznego, które mogą, lecz nie muszą, zostać zrealizowane i stąd są obciążone istotną *niepewnością*. Zobacz także: *Projekcja klimatu*; *Przewidywanie klimatu*.

### Projekcja klimatu

*Projekcja reakcji systemu klimatycznego na emisje* lub *scenariusze koncentracji gazów cieplarnianych i aerozoli*, lub *scenariusze wymuszenia radiacyjnego*, często bazująca na symulacjach *modeli klimatycznych*. Projekcje klimatu odróżnia się od *przewidywań klimatu*, aby podkreślić, że projekcje klimatyczne zależą od wykorzystywanych scenariuszy emisji/koncentracji/wymuszeń radiacyjnych, które opierają się na założeniach dotyczących np. przyszłego rozwoju społeczno-ekonomicznego i technologicznego, które mogą, lecz nie muszą dojść do skutku. Projekcje te obciążone są przez to znaczną *niepewnością*.

### Promieniowanie ciepłe podczerwone

Promieniowanie emitowane przez powierzchnię Ziemi, *atmosferę* oraz chmury. Znane jest również jako *promieniowanie lądowe* lub *promieniowanie długofalowe*; powinno być odróżniane od promieniowania zbliżonego do promieniowania podczerwonego, które jest częścią widma słonecznego. Promieniowanie podczerwone, generalnie, ma wyróżniający je zakres długości fal (*widmo*), które są dłuższe niż długość fal koloru czerwonego w widzialnej części widma. Widmo promieniowania ciepłego podczerwonego jest praktycznie odróżniane od promieniowania krótkofalowego lub *promieniowania słonecznego* ze względu na różnice w temperaturach między Słońcem a ziemskim systemem atmosferycznym.

### Protokół z Kioto

Protokół z Kioto do *Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC)* został przyjęty w 1997 roku w Kioto w Japonii podczas Trzeciej Sesji Konferencji Stron Konwencji (COP). Zawiera on, podobnie jak UNFCCC, prawnie wiążące zobowiązania. *Kraje wymienione w załączniku B* protokołu (większość państw Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju oraz kraje z *gospodarką w okresie*

przejściowym) zobowiązały się do zmniejszenia swoich antropogenicznych emisji gazów cieplarnianych (dwutlenku węgla, metanu, podtlenku azotu, fluorowęglowodorów, perfluorowęglowodorów oraz sześciofluorku siarki) przynajmniej o 5% w stosunku do poziomu z 1990 roku w okresie rozliczeniowym od 2008 do 2012 roku. Protokół z Kioto wszedł w życie z dniem 16 lutego 2005 roku.

### Promieniowanie słoneczne

Promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez Słońce. Określane niekiedy również mianem *promieniowania krótkofalowego*. Promieniowanie słoneczne posiada charakterystyczny zakres długości fal (widmo) określanych przez temperaturę Słońca, osiągającą wyższe wartości dla widzialnych długości fal. Zobacz także: *Promieniowanie ciepłe podczerwone, Całkowite promieniowanie słoneczne*.

### Przed epoką przemysłową

Zobacz: *Rewolucja przemysłowa*.

### Przepływ

Objętość wody przepływającej w korycie rzeczonym wyrażana np. w m<sup>3</sup>/s. Synonim *przepływ rzeczny*.

### Przesunięcie klimatu

Nagle przesunięcie lub skok średnich wartości sygnalizujących zmianę w reżimie klimatu (zobacz: *Mody zmienności klimatu*). Najczęściej używane w odniesieniu do przesunięcia klimatu z przełomu lat 1976 i 1977, które zdaje się odpowiadać zmianom *El Niño-Oscylacji Południowej*.

### Przewidywanie klimatu

Przewidywanie klimatu lub *prognozowanie klimatu* jest wynikiem próby oszacowania rzeczywistej ewolucji klimatu w przyszłości, np. sezonowo, rocznie lub w dłuższym przedziale czasowym. Ponieważ przyszłe zmiany systemu klimatycznego mogą być wysoce wrażliwe na warunki początkowe, takie przewidywania mają zazwyczaj charakter probalistyczny. Zobacz także: *Projekcja klimatu, Scenariusz klimatyczny*.

### Przypisanie

Zobacz: *Wykrycie i przypisanie*.

## R

### Rafy koralowe

Struktury wapienne, przypominające skały, budowane przez koralowce wzdłuż wybrzeży oceanicznych (przybrzeżne rafy koralowe) lub na szczycie płytkich, podwodnych nasypów, lub szelfów (*rafy barierowe, atole*), najczęściej spotykane w morzach tropikalnych i zwrotnikowych.

### Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC)

Konwencja ta została przyjęta 9 maja 1992 roku w Nowym Jorku i podpisana podczas Szczytu Ziemi w 1992 roku w Rio de Janeiro przez ponad 150 państw oraz Wspólnotę Europejską. Jej nadrzędnym celem jest „doprowadzenie (...) do ustabilizowania koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze na poziomie, który zapobiegłby niebezpiecznej antropogenicznej ingerencji w system klimatyczny”. Konwencja zawiera zobowiązania dla wszystkich jej Stron. Zgodnie z postanowieniami Konwencji Państwa-Strony wymienione w *załączniku I* (wszystkie państwa należące do OECD w roku 1990 oraz państwa o *gospodarkach w okresie przejściowym*) mają za zadanie powrócić do roku 2000 do poziomu emisji gazów cieplarnianych nieobjętych Protokołem Montrealskim z roku 1990. Konwencja weszła w życie w marcu 1994 roku. Patrz: *Protokół z Kioto*.

### Rdzeń lodowy

Masa lodu w kształcie walca, wywiercona z lodowca lub *ładolodu*.

### Reakcja klimatu

Zobacz: *Wrażliwość klimatu*.

### Region

Region jest obszarem o określonych cechach geograficznych i klimatologicznych. Na klimat regionu wpływają regionalne lub lokalne wymuszenia,

takie jak topografia, sposób *użytkowania gruntów*, jeziora itp., jak również oddziaływania odległe ze strony innych regionów.

### Rewolucja przemysłowa

Okres szybkiego rozwoju przemysłowego z daleko idącymi konsekwencjami społeczno-gospodarczymi, rozpoczęty w Wielkiej Brytanii w drugiej połowie osiemnastego wieku, wkrótce potem obejmujący swym zasięgiem Europę i Stany Zjednoczone. Wynalezienie silnika parowego było kołem zamachowym tego rozwoju. Rewolucja przemysłowa wyznacza początek silnego wzrostu wykorzystania *paliw kopalnych* i wzrostu emisji zanieczyszczeń, w szczególności *dwutlenku węgla*. W niniejszym raporcie pojęcia era przedprzemysłowa i era *przemysłowa* odnoszą się (poniekąd arbitralnie) do, odpowiednio, okresu przed i po 1750 roku.

### Rozszerzalność cieplna

W powiązaniu z *podnoszeniem poziomu morza*, termin ten odnosi się do wzrostu objętości wody (oraz zmniejszenia gęstości wody), wynikającego z jej ogrzewania. Ogrzewanie oceanu prowadzi do zwiększenia objętości wody a tym samym do podniesienia poziomu wody. Patrz: *Zmiana poziomu morza/podniesienie poziomu morza*.

### Różnorodność biologiczna

Całkowita różnorodność wszystkich organizmów i ekosystemów w różnych wymiarach przestrzennych (od genów do wszystkich *biomów*).

### Rynkowy kurs wymiany walut (MER)

Kurs, po jakim dokonuje się wymiany walut zagranicznych. Większość gospodarek ustala taki kurs codziennie i w praktyce różni się on nieznacznie w różnych punktach wymiany. W niektórych krajach rozwijających się oficjalny kurs może znacznie różnić się od kursu czarnorynkowego i MER jest trudny do oszacowania.

## S

### Scenariusz

Prawdopodobny, często uproszczony opis przyszłości, oparty na wewnętrznym zestawie założeń odnośnie sił sprawczych i kluczowych związków. Scenariusze mogą wynikać z *projekcji*, często jednak bazują na dodatkowych informacjach z innych źródeł, niekiedy towarzyszy im *fabuła narracyjna*. Zobacz także: *Scenariusze SRES; Scenariusz klimatyczny; Scenariusze emisji*.

### Scenariusz emisji

Prawdopodobna prezentacja przyszłych zmian emisji substancji potencjalnie radiacyjnie aktywnych (np. *gazy cieplarniane, aerozole*), oparta na spójnym zbiorze założeń dotyczących sił napędowych (takich jak rozwój demograficzny i społeczno-ekonomiczny, postęp technologiczny) i ich kluczowych zależności. *Scenariusze koncentracji*, wydzielone ze scenariuszy emisji, są wykorzystywane jako dane wyjściowe do *modeli klimatycznych* w procesie tworzenia *projekcji klimatu*. Zaprezentowany w raporcie IPCC (1992) zbiór scenariuszy emisji wykorzystano jako podstawę projekcji klimatu w raporcie IPCC z roku 1996. Te scenariusze emisji są określane jako *scenariusze IS 92*. W raporcie Specjalnym IPCC dotyczącym scenariuszy emisji (IPCC Special Report on Emission Scenarios, Nakićenović and Swart, 2000) zostały opublikowane nowe scenariusze, tzw. scenariusze SRES. Wyjaśnienie terminów pokrewnych można znaleźć pod hasłem *Scenariusze SRES*.

### Scenariusz klimatyczny

Prawdopodobna, nierzadko uproszczona prezentacja przyszłego klimatu, oparta na wewnętrznym spójnym zbiorze zależności w systemie klimatu, która została skonstruowana na wyraźny użytek badań potencjalnych konsekwencji *antropogenicznej zmiany klimatu*, często służąca jako dane początkowe w modelach oddziaływania. *Projekcje klimatu* często służą zaś jako surowy (nieprzetworzony) materiał do tworzenia scenariuszy klimatycznych, te jednak na ogół wymagają dodatkowych informacji, np. o obecnie obserwowanym klimacie. *Scenariusz zmian klimatu* stanowi różnicę między scenariuszem klimatycznym a obecnym klimatem.

## Scenariusze SRES

Scenariusze emisyjne SRES są scenariuszami opracowanymi przez Nakičeničiča i Swarta (2000) i są wykorzystywane m.in., jako baza dla *projekcji zmian klimatycznych* w Czwartym Raporcie Oceniającym IPCC. Następujące terminy są istotne z punktu widzenia lepszego zrozumienia struktury oraz wykorzystania zbioru scenariuszy SRES.

*Rodzina scenariuszy*: scenariusze mające podobne założenia demograficzne, społeczne, ekonomiczne oraz technologiczne. Cztery rodziny scenariuszy obejmują zestawy: A1, A2, B1 oraz B2.

*Scenariusz objaśniający*: ilustruje każdą z sześciu grup scenariuszy, które przedstawiono w Podsumowaniu dla decydentów opracowanym przez Nakičeničiča i in. (2000). Zawierają one cztery skorygowane „wskaźniki scenariuszy” dla grup A1B, A2, B1, B2 oraz dwa dodatkowe dla grup A1FI oraz A1T. Wszystkie grupy scenariuszy są równie pewne.

*Scenariusz wskaźnikowy*: został zaproponowany jako przykład określonej rodziny scenariuszy, zamieszczony został na stronie internetowej SRES. Wybór wskaźników bazował na wstępnych analizach ilościowych, które w najlepszy sposób przedstawiały przebieg procesów oraz na cechach określonych modeli. Wskaźniki nie są bardziej prawdopodobne niż inne scenariusze, ale są uważane przez zespół przygotowujący SRES jako lepiej odpowiadające konkretnemu opisowi scenariusza. Są one zawarte w poprawionej formie w publikacji (Nakičeničič, Swart, 2000). Scenariusze te poddane zostały najsurowszym ocenom całego zespołu i poprzez proces otwartych recenzji. Zostały one również wybrane, by zilustrować dwie inne grupy scenariuszy.

*Scenariusz/e opisowy/e*: narracyjny opis scenariusza (rodziny scenariuszy) podkreślający jego/ich główne cechy, związki między przyczynami zmian oraz dynamiką ich rozwoju.

## Scenariusze nowej generacji zastępujące scenariusze SRES

Bazowe i łagodzące *scenariusze emisji* opublikowane po ukończeniu Raportu Specjalnego IPCC w sprawie scenariuszy emisji (IPCC Special Report on Emission Scenarios – SRES) (Nakičeničič, Swart, 2000), tzn. po 2000 roku.

### Skale przestrzenne i czasowe

*Klimat* może ulegać zmianom w odniesieniu do różnych skal przestrzennych i czasowych. *Skale przestrzenne* wahają się od lokalnych (poniżej 100 tys. km<sup>2</sup>) poprzez regionalne (od 100 tys. do 10 mln km<sup>2</sup>) do kontynentalnych (od 10 mln do 100 mln km<sup>2</sup>). *Skale czasowe* wahają się od sezonowych do geologicznych (aż po setki milionów lat).

### Skutki pozarynkowe

*Skutki wpływu na ekosystemy* lub dobrobyt społeczny niedające się łatwo przedstawić za pomocą wielkości pieniężnych, np. zwiększone ryzyko przedwczesnej śmierci lub zwiększenie liczby ludzi zagrożonych głodem. Zobacz także: *Oddziaływania rynkowe*.

### Skutki wpływu zmiany klimatu

Wpływ *zmiany klimatu* na *systemy ludzkie* i naturalne. W zależności od tego czy uwzględnia się proces *adaptacji*, rozróżnia się potencjalne i inne skutki wpływu zmiany klimatu:

– *skutki potencjalne*: dotyczą przewidywanej zmiany klimatu, nie obejmują *adaptacji*.

– *skutki inne*: uwzględniające również adaptację.

Zobacz także: *Skutki zagregowane*, *Oddziaływania rynkowe* i *Skutki pozarynkowe*.

### Skutki zagregowane

Wszelkie *skutki wpływu zmian klimatu* zebrane z sektorów i/lub regionów. Zagregowanie skutków wymaga wiedzy (lub przyjęcia założeń) na temat ich względnego znaczenia w różnych sektorach i regionach. Do mierników skutków zagregowanych należy np. ogólna liczba ludności dotkniętej zmianami lub całkowite koszty ekonomiczne.

## Sprzężenie klimatu z obiegiem węgla

Przyszłe *zmiany klimatu* powstałe wskutek emisji gazów cieplarnianych do atmosfery spowodują zmiany w globalnym obiegu węgla w przyrodzie. Te z kolei wpłyną na część antropogenicznych gazów cieplarnianych, która pozostanie w atmosferze, a tym samym na stężenie tych gazów w atmosferze, co doprowadzi do dalszych zmian klimatu. To *sprzężenie zwrotne* zwane jest *sprzężeniem klimatu z obiegiem węgla*. Pierwsze modele sprzężenia klimatu z obiegiem węgla wskazują, że globalne ocieplenie zwiększy udział antropogenicznego CO<sub>2</sub>, który pozostanie w atmosferze.

### Sprzężenie zwrotne

Zobacz: *Sprzężenie zwrotne klimatu*.

### Sprzężenie zwrotne albedo

*Sprzężenie zwrotne klimatu* obejmujące zmiany w *albedo* Ziemi odnosi się najczęściej do zmian w *kriosferze*, której albedo jest znacznie wyższe (~0,8) niż średnie ziemskie (~0,3). W ocieplającym się klimacie przewiduje się, że kriosfera się zmniejszy, całkowite albedo Ziemi tym samym zmaleje i większa ilość energii słonecznej będzie absorbowana przez planetę, przyczyniając się do jej dalszego ocieplania.

### Sprzężenie zwrotne chmur

*Sprzężenie zwrotne klimatu* obejmuje zmiany wszystkich właściwości chmur jako reakcji na inne zmiany atmosferyczne. Pojmowanie sprzężeń zwrotnych chmur i określanie ich wielkości oraz znaku wymaga rozumienia, jak zmiany klimatu mogą wpływać na rodzaje, frakcje, pułap i właściwości radiacyjne chmur oraz na szacowanie wpływu tych zmian na bilans radiacyjny Ziemi. Obecnie sprzężenia zwrotne chmur pozostają największym źródłem niepewności przy szacowaniu *wrażliwości klimatu*. Zobacz także: *Wymuszenie radiacyjne*.

### Sprzężenie zwrotne klimatu

Mechanizm interakcji między procesami zachodzącymi w *systemie klimatycznym* nazywany jest sprzężeniem zwrotnym klimatu. Rezultat procesu początkowego pociąga za sobą zmiany w drugim procesie, ten z kolei wpływa na pierwszy. Pozytywne sprzężenie zwrotne polega na intensyfikacji procesu początkowego, negatywne zaś na jego osłabieniu.

### Stabilizacja

Utrzymywanie się na stałym poziomie stężenia atmosferycznego jednego lub więcej gazów cieplarnianych (np. dwutlenku węgla) lub ekwiwalentu CO<sub>2</sub> gazów cieplarnianych. Analizy stabilizacji lub scenariusze dotyczą stabilizacji stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze.

### Standardy, normy

Zbiór reguł lub zasad dopuszczających do działania lub określających funkcjonowanie produktu (np. w zakresie oceny klasyfikacji, wymiarów, cech charakterystycznych, metod testowania i zasad użytkowania). *Standardy produktu, technologii* lub *wykonania* określają minimalne wymagania odnośnie produktów i technologii. Wprowadzone standardy nakładają obowiązek redukcji emisji gazów cieplarnianych związanych z wytwarzaniem i użytkowaniem produktów i/lub stosowaniem określonych technologii.

### Stopa dyskonta

Zobacz: *Dyskontowanie*.

### Stratosfera

Silnie uwarstwiony obszar *atmosfery* ponad *troposferą*, sięgający od 10 km do 50 km wysokości (waha się od 9 km w wysokich szerokościach geograficznych do 16 km w strefie międzyzwrotnikowej).

### Stres wodny

Państwo znajduje się w stresie wodnym, jeżeli dostępne zasoby świeżej wody w odniesieniu do poboru tej wody stanowią ważną barierę rozwoju. Przy ocenach globalnych, dorzecza dotknięte stresem wodnym często charakteryzowane są dostępnością wody na osobę poniżej 1000 m<sup>3</sup>/rok (w oparciu o średni długoterminowy odpływ). Pobór przekraczający 20% zaopatrzenia

w odnawialne źródła wody jest również stosowany jako wskaźnik stresu wodnego. Uprawy są dotknięte stresem wodnym, jeżeli dostępna woda w glebie, a zatem rzeczywista *ewapotranspiracja*, wynosi mniej niż potencjalne zapotrzebowanie w wyniku *ewapotranspiracji*.

### Strona zainteresowana

Osoba fizyczna lub organizacja mająca uzasadniony interes w podjętym działaniu, lub będąca przedmiotem określonego działania, lub *polityki*.

### Suchy region

Obszar ładowy z niskimi opadami, nieprzekraczającymi 250 mm rocznie.

### Susza

W ogólnym znaczeniu susza jest „przedłużającym się brakiem lub wyraźnym niedoborem opadów”, „niedoborem objawiającym się deficytem wody dla niektórych działalności lub grup”, lub „okresem szczególnie suchej pogody pozbawionej opadów, powodującej poważne zachwianie równowagi hydrologicznej” (Heim, 2002). *Susza rolnicza* – odnosi się do deficytu wilgoci na głębokości około 1 metra gleby (strefa korzeniowa), przyczyniającego się do spadku wydajności upraw, *susza meteorologiczna* – to głównie dłuższy niedobór opadów, *susza hydrologiczna* zaś jest związana z niższym niż zazwyczaj poziomem przepływu cieków wodnych, poziomem jezior i wód podziemnych. *Megasusza* jest zjawiskiem rozszerzającym się, trwającym znacznie dłużej niż susza normalna, najczęściej dekadę lub więcej.

### System klimatyczny

System klimatyczny jest wysoce złożonym systemem. Składa się on z 5 głównych elementów: *atmosfery*, *hydrosfery*, *kriosfery*, *powierzchni lądowej* i *biosfery*, oraz z interakcji między nimi. System klimatyczny ewoluuje w czasie pod wpływem swojej własnej, wewnętrznej dynamiki a także z powodu *wymuszeń zewnętrznych*, takich jak erupcje wulkaniczne, zmiany aktywności słonecznej lub wymuszenia *antropogeniczne*, np. zmieniający się skład atmosfery oraz *zmiany użytkowania gruntów*.

### Stymulowana zmiana technologiczna

Zobacz: *Zmiana technologiczna*.

### Systemy hydrologiczne

Zobacz: *Cykl hydrologiczny*.

### System ludzki

Każdy system, w którym organizacje społeczne odgrywają główną rolę jest systemem ludzkim. Często, choć nie zawsze, pojęcie to jest synonimem *społeczeństwa* lub *systemu społecznego*. Na przykład system rolniczy, polityczny, technologiczny, gospodarczy; zgodnie ze znaczeniem Czwartego Raportu Oceniającego, są systemami ludzkimi.

### Sześćfluorek siarki (SF<sub>6</sub>)

Jeden z sześciu *gazów cieplarnianych* objętych *Protokołem z Kioto*. Szeroko stosowany w przemyśle ciężkim do izolowania urządzeń pod wysokim napięciem oraz do wspomagania produkcji systemów chłodzenia przewodów elektrycznych i półprzewodników.

## Ś

### Śmiertelność

Stopień występowania zgonów w społeczeństwie; w obliczeniach śmiertelności bierze się pod uwagę stopień śmiertelności charakterystyczny dla wieku co umożliwia kalkulację oczekiwanej długości życia oraz zakres występowania przedczesnych zgonów.

### Średni poziom morza

Średni poziom morza jest zazwyczaj definiowany jako średni względny poziom morza w okresie, takim jak miesiąc lub rok, wystarczająco długim, aby uśrednić zdarzenia krótkotrwałe, przejściowe takie jak fale lub pływy. *Względny poziom morza* jest mierzony przy użyciu pływomierza z uwzględnieniem terenu, na którym się on znajduje. Zobacz: *Zmiana poziomu morza/podniesienie poziomu morza*.

## T

### Technologia

Praktyczne zastosowanie wiedzy w celu osiągnięcia określonych zadań, które obejmują zarówno sztuczne wytwory techniki (sprzęt, urządzenia), jak i (społecznie użyteczną) informację („oprogramowanie”, know-how do produkcji i wykorzystania sztucznych wytworów).

### Temperatura gleby

Temperatura gruntu przy powierzchni (zazwyczaj na głębokości 10 cm).

### Temperatura odwiertu

Temperatury odwiertu są mierzone na głębokościach od kilkudziesięciu do setek metrów pod powierzchnią Ziemi. Głębokościowe profile temperatur odwiertu są powszechnie wykorzystywane do wnioskowania zmian czasowych temperatury powierzchni Ziemi na przestrzeni wieków.

### Temperatura przy powierzchni ziemi

Zobacz: *Globalna temperatura przy powierzchni ziemi*.

### Trajektoria emisji

Prognozowany kierunek zmian emisji *gazu cieplarnianego*, lub grupy gazów cieplarnianych, *aerzoli* oraz prekursorów gazów cieplarnianych.

### Trajektoria głębokiego niżu

Pierwotnie pojęcie to odnosiło się do trajektorii poszczególnych systemów pogodowych, charakteryzujących się występowaniem cyklonów, dziś zaś często jest uogólniane i odwołuje się do *regionów*, w których główne trajektorie ekstremalnych zaburzeń tropikalnych występują jako sekwencje układów niskiego (cyklonicznego) i wysokiego (antycyklonicznego) ciśnienia.

### Transfer technologii

Wymiana wiedzy, urządzeń wraz z oprogramowaniem, pieniędzy oraz towarów między zainteresowanymi stronami, która prowadzi do rozpowszechniania *technologii* w celu *adaptacji* lub *łagodzenia skutków* zmian klimatu. Określenie to zawiera zarówno dyfuzję technologii jak i współpracę technologiczną w kraju i na poziomie międzynarodowym.

### Tropopauza

Granica między *troposferą* a *stratosferą*.

### Troposfera

Najniżej położona część *atmosfery* od powierzchni Ziemi do około 10 km wysokości w średnich szerokościach geograficznych (średnio w granicach od 9 km w wysokich szerokościach geograficznych do 16 km w strefach tropikalnych), w której występują chmury i zjawiska pogodowe. W troposferze temperatura generalnie spada wraz z wysokością.

## U

### Urbanizacja

Przekształcenie terenu ze stanu naturalnego lub zorganizowanego stanu naturalnego (takiego jak w przypadku terenów rolniczych) w tereny miejskie (miasta); proces, którego siłą napędową jest migracja ludności ze wsi do miasta, w wyniku której zwiększa się procent ludności mieszkającej w jednostkach osadniczych, zwanych *ośrodkami miejskimi*.

### Użytkowanie gruntów i zmiany użytkowania gruntów

*Użytkowanie gruntów* odnosi się do wszelkich planów, działań i podjętych kroków na danym terenie (zespół działań ludzkich). Pojęcie *użytkowania gruntów* jest również używane do określenia sposobów gospodarowania terenem na potrzeby społeczne i ekonomiczne (np. koszenie, pozyskiwanie drewna i ochrona). *Zmiany użytkowania gruntów* odnoszą się do zmian w wykorzystywaniu i zarządzaniu gruntami przez ludzi, które mogą prowadzić do zmian pokrycia terenu. Zmiany pokrycia terenu i użytkowania gruntów mogą mieć wpływ na *albedo* powierzchni Ziemi, *ewapotranspirację*, *źródła* i *pochłaniacze gazów cieplarnianych* oraz inne właściwości *systemu klimatycznego*; mogą więc mieć wpływ na *wymuszenie radiacyjne* i/lub mogą w inny sposób oddziaływać na *klimat*, lokalnie lub globalnie. Zobacz także: Raport w sprawie użytkowania gruntów, zmiany w użytkowaniu gruntów i leśnictwa (Report on Land Use, Land-Use Change, and Forestry – IPCC, 2000).

## W

**Wdrażanie**

Wdrażanie określa zespół działań podejmowanych w celu wypełnienia zobowiązań traktatu, obejmujący etap prawny i efektywny. *Wdrażanie prawne* odnosi się do prawodawstwa, regulacji, dekretów sądowych, oraz innych działań, takich jak wysiłki na rzecz postępu w zakresie prac rządu w transpozycji postanowień międzynarodowych do porządku prawnego i polityki krajowej. *Wdrażanie efektywne* wymaga strategii i programów, które stanowią bodziec do zmian zachowań i decyzji grup docelowych. Grupy te podejmują zaś efektywne działania łagodzące i adaptacyjne. Zobacz także: *Wypełnianie zobowiązań*.

**Wezbranie sztormowe**

Tymczasowe podniesienie poziomu morza w określonym miejscu, spowodowane ekstremalnymi warunkami meteorologicznymi (niskie ciśnienie atmosferyczne i/lub silne wiatry). Wezbranie sztormowe jest definiowane jako nadwyżka w stosunku do poziomu oczekiwanego, wynikającego jedynie ze zmienności pływowej w danym czasie i miejscu.

**Wieczna zmarzlina**

Grunt (gleba lub skała, zawierająca lód i materiał organiczny), którego temperatura utrzymuje się na poziomie niższym lub równym 0°C nie krócej niż dwa kolejne lata (Van Everdingen, 1998). Zobacz także: *Grunt zamarznęty*.

**Wodorochlorofluorowęglowodory (HCFCs)**

Zobacz: *Halowęglowodory*.

**Wodowskaz morski**

Urządzenie usytuowane w strefie przybrzeżnej (oraz na pełnym morzu), które wykonuje ciągłe pomiary poziomu morza w odniesieniu do przyległego lądu. W taki sposób rejestrowany poziom morza w uśrednionych okresach zapewnia obserwowanie zmian względnego poziomu morza. Patrz: *Zmiany poziomu morza/podniesienie poziomu morza*.

**Wrażliwość**

Stopień wrażliwości określa poziom, przy którym system ulega wpływom, zarówno korzystnym jak i niekorzystnym, wskutek *zmienności klimatu* lub *zmiany klimatu*. Efekt może być *bezpośredni* (np. zmiana wielkości plonów w stosunku do zmiany średniej temperatury, jej zmienności lub zakresu) lub *pośredni* (np. szkody spowodowane częstszym występowaniem powodzi na skutek *podniesienia poziomu morza*). Niniejsza koncepcja wrażliwości nie może być mylona z *wrażliwością klimatu*, którą zdefiniowano osobno.

**Wrażliwość klimatu**

W raportach IPCC *wrażliwość systemu klimatycznego w stanie równowagi* odnosi się do zrównoważonej zmiany średniej rocznej *globalnej temperatury przy powierzchni Ziemi* będącej skutkiem podwojenia *ekwiwalentnego stężenia dwutlenku węgla*. Ze względu na ograniczenia obliczeniowe wrażliwość systemu klimatycznego w stanie równowagi w *modelu klimatycznym* jest zazwyczaj określana przez model ogólnej cyrkulacji atmosfery sprzężony z modelem oceanicznym (modelem warstwy mieszanania), ponieważ wrażliwość zrównoważonego systemu klimatycznego jest w dużej mierze determinowana przez procesy atmosferyczne. Wydajne modele są w stanie osiągnąć równowagę z dynamicznym oceanem. *Przebiegiem odpowiedzi klimatu* jest to zmiana *globalnej temperatury przy powierzchni Ziemi*, w złożonym eksperymencie wzrostu CO<sub>2</sub> z wykorzystaniem sprzężonego (atmosfera+ocean) modelu globalnego, uśredniana dla okresu dwudziestoletniego w momencie podwojenia się stężenia atmosferycznego dwutlenku węgla. Jest miarą siły i szybkości odpowiedzi temperatury przy powierzchni Ziemi na wymuszenie związane z obecnością *gazów cieplarnianych*.

**Wskaźnik potencjalnego ocieplenia globalnego (GWP)**

Wskaźnik oparty na właściwościach radiacyjnych dobrze wymieszanych *gazów cieplarnianych*, określający stopień *wymuszenia radiacyjnego* jednostki masy określonego dobrze wymieszanego w obecnej *atmosferze gazu cieplarnianego*. Wskaźnik określany jest dla kilku wybranych okresów

mających związek z czasem utrzymywania się w atmosferze *cząsteczki dwutlenku węgla*. Wskaźnik ten przedstawia łączny efekt różnicowanych okresów, w których analizowane gazy utrzymują się w atmosferze i ich relatywną efektywność w zakresie pochłaniania *promieniowania cieplnego podczerwonego*. *Protokół z Kioto* opiera się na wskaźnikach potencjalnego ocieplenia globalnego dla okresu 100-letniego.

**Wtargnięcie wód słonych**

Proces wypierania słodkich wód powierzchniowych lub wód podziemnych przez nacierające wody słone, o większej gęstości. Zjawisko to występuje zazwyczaj na obszarach przybrzeżnych i estuaryjnych z powodu mniejszego wpływu czynników lądowych (np., zmniejszonego *odpływu* i związane go z tym ponownego zasilania wód podziemnych, lub nadmiernego wycofywania się wód z warstw wodonosnych) lub zwiększenia wpływu czynników morskich (np., względnego *podniesienia poziomu morza*).

**Wychwył**

Wprowadzanie do zbiornika określonej substancji. Wychwył substancji zawierających węgiel, w szczególności *dwutlenek węgla*, jest często nazywany *sekwestracją* lub *pochłanianiem (węgla)*.

**Wychwytywanie i składowanie (dwutlenku) węgla (CCS)**

Proces polegający na oddzieleniu *dwutlenku węgla* od źródeł przemysłowych i energetycznych, przetransportowaniu go do miejsca składowania (magazynowania) i na długotrwałej izolacji od *atmosfery*.

**„Wyciek” emisji węgla**

Część redukcji emisji uzyskana w *Krajach wymienionych w załączniku B*, której efekt może być zniwelowany przez zwiększenie emisji w krajach nieobjętych zobowiązaniami do ograniczenia emisji. Może być to następnym: (1) przeniesienia energochłonnej produkcji do krajów nieobjętych limitami; (2) zwiększonym zużyciem paliw kopalnych w tych krajach, w wyniku spadku międzynarodowych cen ropy naftowej i gazu ziemnego, spowodowanego przez zmniejszony popyt na te rodzaje surowców; oraz (3) zmian w dochodach (przez to i w zapotrzebowaniu na energię) wskutek korzystniejszych warunków wymiany handlowej.

**Wyginiecie**

Wymarcie wszystkich przedstawicieli danego gatunku biologicznego.

**Wylesianie**

Przekształcenie lasu w teren niezalesiony. Więcej na temat terminu *las* i związanych z nim pojęć, takich jak *zalesianie*, *ponowne zalesianie* i *wylesianie* w raporcie IPCC w sprawie użytkowania gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwa (IPCC Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2000). Zobacz także raport dotyczący definicji i wariantów metodycznych inwentaryzacji emisji bezpośrednio spowodowanej działalnością ludzką prowadzącą do degradacji lasów i niszczenia innych formacji roślinnych (Report on Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types – IPCC, 2003).

**Wykrycie i przypisanie**

*Klimat* zmienia się stale w różnych okresach. *Wykrycie zmiany klimatu* służy zademonstrowaniu, że klimat uległ zmianie w sensie statystycznym, bez dociekania przyczyn takiej zmiany. *Przypisanie* powodów zmiany klimatu odnosi się zaś do wyłonienia najbardziej prawdopodobnych przyczyn zauważonej zmiany z określeniem poziomu  *pewności*.

**Wymuszenie**

Zobacz: *Wymuszenie zewnętrzne*.

**Wymuszenie radiacyjne**

Wymuszenie radiacyjne jest to zmiana różnicy ilości promieniowania dochodzącego i promieniowania uchodzącego (wyrażone w W·m<sup>-2</sup>) na poziomie *tropopauzy*, związana z zewnętrznymi czynnikami *zmian klimatu*, takimi jak np. zmiana koncentracji *dwutlenku węgla* lub natężenia promieniowania Słońca. Wymuszenie radiacyjne jest obliczane dla ustalonych i niezaburzonych właściwości troposfery, a jeżeli zostały zaburzone, to po



odzyskaniu równowagi radiacyjno-dynamicznej temperatury w stratosferze. Wymuszenie radiacyjne nazywane jest *chwilowym*, jeżeli nie powoduje zmian temperatury w stratosferze. Do celów tego raportu wymuszenie radiacyjne jest definiowane w odniesieniu do warunków z roku 1750 i (o ile nie zaznaczono, że jest inaczej) odnosi się do globalnej wartości średniorocznej.

### Wymuszenie zewnętrzne

Wymuszenie zewnętrzne odnosi się do czynnika wymuszającego, powodującego zmiany w *systemie klimatycznym*, znajdującego się poza tym systemem. Do wymuszeń zewnętrznych należą: erupcje wulkaniczne, zmiany w nasłonecznieniu, wpływ *antropogeniczny* na skład *atmosfery* oraz *zmiany użytkowania gruntów*.

### Wypełnianie zobowiązań

Wypełnianie zobowiązań określa, czy i w jakim stopniu kraje stosują się do postanowień porozumienia. Wypełnianie zobowiązań zależy od wdrażania przyjętych strategii oraz od tego, czy stosowane są odpowiednie do nich środki. Wypełnianie zobowiązań jest stopniem, w jakim strony, których działaniem jest przedmiotem porozumienia, samorządy lokalne, przedsiębiorstwa, organizacje i poszczególne osoby stosują się do przyjętych zobowiązań. Zobacz także: *Wdrażanie*.

### Wzajemne korzyści

Korzyści płynące ze strategii wdrażanych z różnych powodów w tym samym czasie, przy założeniu, że większość strategii sprzyjających *zapobieganiu emisji gazów cieplarnianych* została opracowana na podstawie innych, równie istotnych przesłanek (związanych np. z celami rozwoju, zrównoważeniem i sprawiedliwością).

### Wzbogacanie atmosfery w dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>)

Intensyfikacja wzrostu roślin w wyniku zwiększonej koncentracji *dwutlenku węgla* (CO<sub>2</sub>) w atmosferze. W zależności od mechanizmów *fotosyntezy*, niektóre rodzaje roślin są bardziej wrażliwe na zmiany koncentracji CO<sub>2</sub> w atmosferze.

## Z

### Zachorowalność

Stopień występowania chorób lub innych dolegliwości zdrowotnych w społeczeństwie, biorący pod uwagę stopień zachorowań charakterystyczny dla wieku. Wskaźniki zachorowalności obejmują przypadki powszechnie występujących chorób chronicznych, stopień hospitalizacji, konsultacje w ramach opieki zdrowotnej podstawowej, dni zwolnienia chorobowego (tzn. dni nieobecności w pracy), zakres czasowy i przestrzenny rozpowszechniania się symptomów choroby.

### Zakwit glonów

Reprodukcyjne, masowe wystąpienie glonów w jeziorach, rzekach lub oceanach.

### Zakwaszenie oceanu

Spadek wartości *pH* wód oceanicznych spowodowany wychwytem *antropogenicznego dwutlenku węgla*.

### Zalesianie

Sadzenie nowych lasów na terenach poprzednio niezalesionych (przez co najmniej 50 lat). Więcej na temat terminu *las* i związanych z nim pojęć, takich jak *zalesianie*, *ponowne zalesianie* i *wylesianie* patrz w raporcie IPCC w sprawie użytkowania gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwa (IPCC Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2000). Zobacz także raport dotyczący definicji i wariantów metodycznych inwentaryzacji emisji bezpośrednio spowodowanej działalnością ludzką prowadzącą do degradacji lasów i niszczenia innych formacji roślinnych (Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types – IPCC, 2003).

### Zamiana paliw

Generalnie, jest to zastąpienie paliwa A paliwem B, gdy paliwo B (np. gaz ziemny) ma mniejszą zawartość węgla niż paliwo A (np. węgiel kopalny).

### Zooplankton

Patrz: *Plankton*.

### Zarządzanie popytem (DSM)

Polityka i programy regulowania popytu na towary i/lub usługi. W sektorze energetycznym DSM ma na celu zmniejszenie zapotrzebowania na elektryczność i źródła energii. DSM pomaga zredukować *emisje gazów cieplarnianych*.

### Zasolenie

Nagromadzenie soli w glebach i wodach.

### Zdolność adaptacyjna

Ogół możliwości, zasobów i instytucji danego kraju lub *regionu*, do wdrożenia efektywnych środków *adaptacji*.

### Zintegrowana gospodarka zasobami wodnymi (IWRM)

Dominująca koncepcja gospodarowania zasobami wodnymi, która nie została jeszcze jednoznacznie zdefiniowana. IWRM opiera się na czterech zasadach, sformułowanych podczas Międzynarodowej Konferencji nt. Wody i Środowiska w Dublinie w 1992 roku: 1) słodka woda jest skończonym i wrażliwym na zagrożenia zasobem, niezbędnym do życia, rozwoju i dla środowiska; 2) rozwój i zarządzanie zasobami wodnymi powinno być efektem współpracy na zasadzie współuczestnictwa, obejmującej użytkowników, planistów i strategów na wszystkich szczeblach; 3) kobiety odgrywają ważną rolę w zakresie zaopatrzenia, gospodarowania i zabezpieczenia wody; 4) woda posiada wartość gospodarczą niezależnie od sposobu jej wykorzystania i powinna być traktowana jako towar w znaczeniu ekonomicznym.

### Zlewnia

Obszar, z którego wody spływają do jednego wspólnego zbiornika (rzeki, jeziora, bagna).

### Zmiana klimatu

Przez zmianę klimatu rozumie się zmianę wartości średnich i/lub zmienności jego elementów, utrzymujące się przez dłuższy okres, najczęściej dziesięciolecia lub dłużej. Zmiana klimatu może być następstwem zarówno naturalnych procesów wewnętrznych, jak i *wymuszenia zewnętrznego* lub trwałych zmian *antropogenicznych* w składzie *atmosfery*, lub w *użytkowaniu gruntów*. Warto zauważyć, że *Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC)* w swoim artykule 1 definiuje zmianę klimatu jako: „zmianę w klimacie spowodowaną pośrednio lub bezpośrednio działalnością człowieka, która zmienia skład atmosfery ziemskiej i która jest odróżniana od naturalnej zmienności klimatu obserwowanej w porównywalnych okresach”. Konwencja rozróżnia więc zmiany klimatu spowodowane działaniami człowieka zmieniającymi skład atmosfery od zmian klimatu wskutek czynników naturalnych. Zobacz także: *Zmienność klimatu; Wykrycie i przypisanie*.

### Zmiana poziomu morza/podniesienie poziomu morza

Poziom morza może ulec zmianie, zarówno globalnie jak i lokalnie, wskutek (i) zmian kształtu basenu oceanicznego, (ii) zmian całkowitej masy wody, oraz (iii) zmian gęstości wody. Poszczególne czynniki prowadzące do podniesienia poziomu mórz spowodowanego globalnym ociepleniem obejmują: przyrost masy wód spowodowany topnieniem śniegów i lodów oraz zmianę gęstości wód spowodowaną ich ociepleniem i zmianami zasolenia. O *względny podniesieniu poziomu morza* mówimy lokalnie w przypadku podniesienia poziomu oceanu względem ładu, czego przyczyną może być podniesienie oceanu i/lub zapadanie się ładu. Zobacz także: *Średni poziom morza, Rozszerzalność cieplna*.

### Zmiana technologiczna

Rozpatrywana głównie w kategoriach *doskonalenia* technologicznego, tj. pozwalającego na uzyskanie większej ilości lub lepszej jakości towarów i usług przy wykorzystaniu określonych środków (czynników produkcji). Modele gospodarcze wyróżniają autonomiczne (egzogoniczne), endogeniczne oraz wymuszone (wzbudzone) zmiany technologiczne. *Autonomiczne (egzogoniczne) zmiany technologiczne* są narzucone z zewnątrz modelu, zazwyczaj w postaci trendów czasowych oddziałujących na zapotrzebowa-

nie na energię lub wzrost produkcji światowej. *Endogeniczne zmiany technologiczne* są wynikiem działalności gospodarczej w obrębie modelu, tj. wybór technologii jest zawarty w modelu i ma wpływ na zapotrzebowanie na energię i/lub wzrost gospodarczy. *Wymuszone zmiany technologiczne* implikują endogeniczne zmiany technologiczne lecz dodatkowo powodują dalsze zmiany wymuszone polityką lub środkami takimi jak podatki węglowe wymuszające podejmowanie prac badawczo-rozwojowych.

### Zmiany strukturalne

Przykładowo zmiany dotyczące względnego udziału *Produktu Krajowego Brutto*, wytwarzanego w gospodarce przez sektor przemysłowy, rolny i usługowy. Uogólniając, są to zmiany systemowe, w oparciu o które pewne elementy są wymieniane na nowe lub zastępowane innymi.

### Zmienność klimatu

Zmienność klimatu odnosi się do zmian stanów średnich i innych danych statystycznych dotyczących *klimatu* (takich jak odchylenia standardowe czy występowanie ekstremów itp.) we wszystkich wymiarach przestrzennych i czasowych z wyjątkiem tych, które wynikają z pojedynczych zdarzeń pogodowych. Zmienność może być wynikiem naturalnych procesów wewnętrznych zachodzących w ramach *systemu klimatycznego (zmienność wewnętrzna)* lub zmian w naturalnym względnie *antropogenicznym wymuszeniu zewnętrznym (zmienność zewnętrzna)*. Zobacz także: *Zmiana klimatu*.

### Zrównoważony rozwój

Idea zrównoważonego rozwoju została wprowadzona do Światowej Strategii Ochrony Przyrody (World Conservation Strategy, IUCN 1980) i ma swoje korzenie w koncepcji zrównoważonego społeczeństwa i zarządzania zasobami odnawialnymi. Przyjęta przez Światową Komisję ds. Środowiska i Rozwoju (WCED) w 1987 roku oraz przez Konferencję w Rio w 1992 roku jako proces zmian polegających na harmonizacji pozyskiwania zasobów, kierunków inwestycji, orientacji na rozwój technologiczny oraz zmian instytucjonalnych w celu wzmocnienia obecnego i przyszłego potencjału dla zaspokojenia ludzkich potrzeb i aspiracji. Rozwój zrównoważony łączy ze sobą wymiar: polityczny, społeczny, ekonomiczny i środowiskowy.

### Zużycie wody

Ilość pobranej wody bezpowrotnie utraconej podczas jej wykorzystania (przez parowanie i wytwarzanie produktów). Zużycie wody równe jest poborowi wody pomniejszonemu o przepływ zwrotny.

## Ż

### Źródło

Źródło najczęściej odnosi się do dowolnego procesu, działalności lub mechanizmu, które uwalnia do *atmosfery gaz cieplarniany, aerozol* lub prekursor gazu cieplarnianego względnie aerozolu. Może również się odwoływać, np. do źródła *energii*.

## Materiały źródłowe

- Glossaries of the contributions of Working Groups I, II and III to the IPCC Fourth Assessment Report.
- AMS, 2000: *AMS Glossary of Meteorology*, 2nd Ed. American Meteorological Society, Boston, MA, <http://amsglossary.allenpress.com/glossary/browse>.
- Cleveland C.J. and C. Morris, 2006: *Dictionary of Energy*, Elsevier, Amsterdam: 502
- Heim, R.R., 2002: *A Review of Twentieth-Century Drought Indices Used in the United States*. Bull. Am. Meteorol. Soc., 83: 1149–1165
- IPCC, 1996: *Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton., J.T., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: 572.
- IPCC, 2000: *Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Watson, R.T., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: 377.
- IPCC, 2003: *Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-Induced Degradation of Forests and Degradation of Other Vegetation Types* [Penman, J., et al. (eds.)]. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan: 32.
- IUCN, 1980: *The World Conservation Strategy: living resource conservation for sustainable development*, Gland, Switzerland, IUCN/UNEP/WWF.
- Manning, M., et al., 2004: *IPCC Workshop on Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk of Options*. Workshop Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.
- Moss, R., and S. Schneider, 2000: *Uncertainties in the IPCC TAR: Recommendations to Lead Authors for More Consistent Assessment and Reporting*. In: IPCC Supporting Material: Guidance Papers on Cross Cutting Issues in the Third Assessment Report of the IPCC. [Pachauri, R., T. Taniguchi, and K. Tanaka (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva: 33–51.
- Nakićenovič, N., and R. Swart (eds.), 2000: *Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: 599.
- Van Everdingen, R. (ed.): 1998. *Multi-Language Glossary of Permafrost and Related Ground-Ice Terms*, revised May 2005. National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology, Boulder, CO, <http://nsidc.org/fgdc/glossary/>.

# Załącznik III

## Akronimy, symbole chemiczne, jednostki naukowe, grupy krajów

### III.1. Akronimy i symbole chemiczne

A1	rodzina scenariuszy na potrzeby Specjalnego Raportu IPCC nt. Scenariuszy Emisyjnych (Special Report on Emission Scenarios); <i>zobacz: słownik Scenariusze SRES</i>	EIT	gospodarka w okresie przejściowym; <i>zobacz: słownik</i>
A1T	jeden z sześciu scenariuszy SRES, <i>zobacz: słownik Scenariusze SRES</i>	EMIC	Model Globalny o Umiarkowanej Złożoności (Earth Model of Intermediate Complexity)
A1B	jeden z sześciu scenariuszy SRES, <i>zobacz: słownik Scenariusze SRES</i>	ENSO	El Niño Oscylacja Południowa; <i>zobacz: słownik</i>
A1FI	jeden z sześciu scenariuszy SRES, <i>zobacz: słownik Scenariusze SRES</i>	F-gazy	fluorowane gazy cieplarniane przyjęte przez Protokół z Kioto; <i>zobacz: słownik fluorowane gazy cieplarniane</i>
A2	rodzina scenariuszy na potrzeby Specjalnego Raportu IPCC nt. Scenariuszy Emisyjnych; również jeden z sześciu wiodących scenariuszy; <i>zobacz: słownik Scenariusze SRES</i>	GDP	Produkt Krajowy Brutto; <i>zobacz: słownik</i>
AOGCM	Model Ogólnej Cyrkulacji Atmosfera – Ocean (Atmosphere–Ocean General Circulation Model); <i>zobacz słownik Model klimatyczny</i>	HCFC	chlorofluorowęglowodory; <i>zobacz: słownik</i>
B1	rodzina scenariuszy na potrzeby Specjalnego Raportu IPCC nt. Scenariuszy Emisyjnych; również oznacza jeden z sześciu podstawowych Scenariuszy SRES; <i>zobacz: słownik Scenariusze SRES</i>	HFC	fluorowęglowodory; <i>zobacz: słownik</i>
B2	rodzina scenariuszy na potrzeby Specjalnego Raportu IPCC nt. Scenariuszy Emisyjnych; również oznacza jeden z sześciu scenariuszy SRES; <i>zobacz: słownik Scenariusze SRES</i>	MOC	południkowa cyrkulacja wymienna; <i>zobacz: słownik</i>
CH <sub>4</sub>	metan; <i>zobacz: słownik</i>	N <sub>2</sub> O	podtlenek azotu; <i>zobacz: słownik</i>
CFC	chlorofluorowęglowodory; <i>zobacz: słownik</i>	OECD	Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju; <i>zobacz: www.oecd.org</i>
CO <sub>2</sub>	dwutlenek węgla; <i>zobacz: słownik</i>	PFC	perfluorowęglowodory; <i>zobacz: słownik</i>
		pH	pH; <i>zobacz słownik</i>
		PPP	paritet siły nabywczej; <i>zobacz: słownik</i>
		PNZ	poziom naukowego zrozumienia; <i>zobacz: słownik</i>
		RD&D	badania, rozwój i rozpowszechnianie
		SCM	Prosty Model Klimatyczny
		SF <sub>6</sub>	sześciofluorek siarki; <i>zobacz: słownik</i>
		SRES	Raport Specjalny nt. Scenariuszy Emisyjnych; scenariusze SRES; <i>zobacz: słownik Scenariusze SRES</i>
		UNFCCC	Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu; <i>zobacz: www.unfccc.int</i>

### III.2. Jednostki podstawowe

Jednostki SI					
Wielkość fizyczna		Nazwa jednostki		Symbol (oznaczenie)	
Długość		metr		m	
Masa		kilogram		kg	
Czas		sekunda		s	
Temperatura termodynamiczna		kelwin		K	
Podwielokrotności i wielokrotności					
Część	Przedrostek	Symbol	Mnożnik	Przedrostek	Symbol
10 <sup>-1</sup>	decy-	d	10	deka-	da
10 <sup>-2</sup>	centy-	c	10 <sup>2</sup>	hecto-	h
10 <sup>-3</sup>	mili-	m	10 <sup>3</sup>	kilo-	k
10 <sup>-6</sup>	mikro-	μ	10 <sup>6</sup>	mega-	M
10 <sup>-9</sup>	nano-	n	10 <sup>9</sup>	giga-	G
10 <sup>-12</sup>	piko-	p	10 <sup>12</sup>	tera-	T
10 <sup>-15</sup>	femto-	f	10 <sup>15</sup>	peta-	P
Jednostki spoza układu SI, wielkości i stosowane skróty					
°C	stopień Celsjusza (0°C=273 K w przybliżeniu); różnica temperatur jest raczej podawana w °C (=K) niż w bardziej poprawnej formie „stopnie Celsjusza”				
ppm	stosunek mieszania (jako miara koncentracji np. gazów cieplarnianych): części na milion (10 <sup>6</sup> ) objętości				
ppb	stosunek mieszania (jako miara koncentracji np. gazów cieplarnianych): części na miliard (10 <sup>9</sup> ) objętości				
ppt	stosunek mieszania (jako miara koncentracji np. gazów cieplarnianych): części na bilion (10 <sup>12</sup> ) objętości				
wat	moc lub strumień promieniowania; 1 wat = 1 dżul/sekunda = 1 kg m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>				
yr	rok				
ky	tysiące lat				
bp	w przeszłości				
GtC	gigatony węgla				
GtCO <sub>2</sub>	gigatony dwutlenku węgla (1GtC=3,7 GtCO <sub>2</sub> )				
CO <sub>2</sub> ekw.	równoważnik dwutlenku węgla, używany jako miara emisji (ogólnie w GtCO <sub>2</sub> ekw.) lub stężenia (ogólnie w ppm CO <sub>2</sub> ekw.) gazów cieplarnianych GHGs; szczegóły patrz: Ramka 2 „Równoważnik dwutlenku węgla – emisje i stężenia” w rozdziale 2.				

### III.3. Grupy krajów

Pełna lista krajów wymienionych w załączniku I konwencji UNFCCC, krajów spoza załącznika I oraz krajów należących do OECD znajduje się na stronach: <http://www.unfccc.int> oraz <http://www.oecd.org>.

W niniejszym raporcie, tam gdzie to było konieczne, kraje pogrupowano w regiony, zgodnie z klasyfikacją UNFCCC i Protokołem z Kioto. Kraje, które zostały przyłączone do Unii Europejskiej po roku 1997 są zatem nadal umieszczone w załączniku I jako kraje EIT. Każda z regionalnych grup, o których mowa w raporcie, obejmuje następujące kraje\*:

- **EIT z załącznika I:** Białoruś, Bułgaria, Chorwacja, Czechy, Estonia, Federacja Rosyjska, Litwa, Łotwa, Polska, Rumunia, Słowacja, Słowenia, Ukraina, Węgry;
- **Europa załącznik II i M&T:** Austria, Belgia, Dania, Finlandia, Francja, Grecja, Hiszpania, Holandia, Irlandia, Islandia, Lichtenstein, Luksemburg, Niemcy, Norwegia, Portugalia, Szwajcaria, Szwecja, Wielka Brytania, Włochy, Monako i Turcja;
- **JANZ:** Japonia, Australia, Nowa Zelandia;
- **Bliski Wschód:** Arabia Saudyjska, Bahrajn, Iran, Izrael, Jemen, Jordania, Katar, Kuwejt, Liban, Oman, Syria, Zjednoczone Emiraty Arabskie;
- **Ameryka Łacińska i Karaiby:** Antigua i Barbuda, Argentyna, Bahamy, Barbados, Belize, Boliwia, Brazylia, Chile, Dominika, Ekwador, Grenada, Gwatemala, Gujana, Haiti, Honduras, Jamajka, Kolumbia, Kostaryka, Kuba, Meksyk, Nikaragua, Panama, Paragwaj, Peru, Republika Dominikany, Saint Lucia, Saint Kitts-Nevis-Anguilla, Saint Vincent i Grenadyny, Salwador, Surinam, Trynidad i Tobago, Urugwaj, Wenezuela;
- **Kraje Wschodniej Azji nienależące do załącznika I:** Chiny, Kambodża, Koreańska Republika Ludowo-Demokratyczna, Laos, Mongolia, Republika Korei, Wietnam;
- **Azja Południowa:** Afganistan, Bangladesz, Bhutan, Fidzi, Filipiny, Indie, Indonezja, Kiribati, Komory, Malediwy, Malezja, Mikronezja (Sfederowane Stany Mikronezji), Myanmar (Birma), Nauru, Nepal, Niue, Pakistan, Palau, Papua-Nowa Gwinea, Samoa, Singapur, Sri Lanka, Tajlandia, Timor Wschodni, Tonga, Tuvalu, Vanuatu, Wyspy Cooka, Wyspy Marshalla, Wyspy Salomona;
- **Ameryka Północna:** Kanada, Stany Zjednoczone Ameryki;
- **Inne kraje nienależące do załącznika I:** Albania, Armenia, Azerbejdżan, Bośnia i Hercegowina, Cypr, Gruzja, Kazachstan, Kirgistan, Macedonia, Malta, Mołdawia, San Marino, Serbia, Tadżykistan, Turkmenistan, Uzbekistan;
- **Afryka:** Algieria, Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Czad, Demokratyczna Republika Konga, Dżibuti, Egipt, Erytrea, Etiopia, Gabon, Gambia, Ghana, Gwinea, Gwinea-Bissau, Gwinea Równikowa, Kamerun, Kenia, Kongo, Lesotho, Liberia, Libia, Madagaskar, Malawi, Mali, Maroko, Mauretania, Mauritius, Mozambik, Namibia, Niger, Nigeria, Republika Południowej Afryki, Republika Środkowej Afryki, Republika Wybrzeża Kości Słoniowej, Republika Zielonego Przylądka, Rwanda, Senegal, Seszele, Sierra Leone, Sudan, Swaziland, Togo, Tunezja, Uganda, Wyspy Świętego Tomasza i Książęca, Zambia, Zimbabwe, Zjednoczona Republika Tanzanii.

\* Pełny zestaw danych z 2004 roku dotyczący wszystkich regionów był niedostępny.

# Załącznik IV

## Lista autorów

Jeśli kraj/kraje zamieszkania jest/są inne niż pochodzenia, to kraj pochodzenia wymieniony jest ostatni.

### IV.1. Główny zespół autorski

BERNSTEIN, Lenny  
L.S. Bernstein & Associates, L.L.C.  
USA

BOSCH, Peter  
IPCC WG III TSU, Ecofys Holandia, Netherlands Environmental Assessment Agency  
Holandia

CANZIANI, Osvaldo  
IPCC WGII (Wiceprzewodniczący), Buenos Aires  
Argentyna

CHEN, Zhenlin  
Dept. of International Cooperation, China Meteorological Administration  
Chiny

CHRIST, Renate  
IPCC (Sekretariat)  
Szwajcaria/Austria

DAVIDSON, Ogunlade  
IPCC WGIII (Wiceprzewodniczący), Faculty of Engineering, University of Sierra Leone  
Sierra Leone

HARE, William  
Potsdam Institute for Climate Impact Research  
Niemcy/Australia

HUQ, Saleemul  
International Institute for Environment and Development (IIED)  
Wielka Brytania /Bangladesz

KAROLY, David  
School of Meteorology, University of Oklahoma, USA, oraz University of Melbourne, Australia  
Stany Zjednoczone Ameryki /Australia

KATTSOV, Vladimir  
Voeikov Main Geophysical Observatory  
Rosja

KUNDZEWICZ, Zbigniew  
Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego, Polska Akademia Nauk  
Polska

LIU, Jian  
IPCC (Sekretariat)  
Szwajcaria/Chiny

LOHMANN, Ulrike  
ETH Zurich, Institute for Atmospheric and Climate Science  
Szwajcaria

MANNING, Martin  
IPCC WGI TSU, University Corporation for Atmospheric Research  
Stany Zjednoczone Ameryki /Nowa Zelandia

MATSUNO, Taroh  
Frontier Research Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology  
Japonia

MENNE, Bettina  
World Health Organization (WHO), Regional Office for Europe  
Włochy/Niemcy

METZ, Bert  
IPCC WGIII (Wiceprzewodniczący), Global Environmental Assessment Division, Holandia  
Environmental Assessment Agency  
Holandia

MIRZA, Monirul  
Adaptation & Impacts Research Division (AIRD), Environment Canada, and Department of Physical and Environmental Sciences, Uniwersytet Toronto  
Kanada/Bangladesz

NICHOLLS, Neville  
School of Geography & Environmental Science, Monash University  
Australia

NURSE, Leonard  
Barbados Centre for Resource Management and Environmental Studies, University of West Indies  
Barbados

PACHAURI, Rajendra  
IPCC (Przewodniczący) i Dyrektor Generalny, The Energy and Resources Institute (TERI)  
Indie

- PALUTIKOF, Jean  
IPCC WGII TSU, Met Office Hadley Centre  
Wielka Brytania
- PARRY, Martin  
IPCC WG II (Wiceprzewodniczący), Met Office Hadley Centre, and Centre for Environmental Policy, Imperial College, University of London  
Wielka Brytania
- QIN, Dahe  
IPCC WGI (Wiceprzewodniczący), China Meteorological Administration  
Chiny
- RAVINDRANATH, Nijavalli  
Centre for Ecological Sciences, Indian Institute of Science  
Indie
- REISINGER, Andy  
IPCC SYR TSU, Met Office Hadley Centre oraz The Energy and Resources Institute (TERI), Indie  
Wielka Brytania /Indie/Niemcy
- REN, Jiawen  
Cold and Arid Regions Environment and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences  
Chiny
- RIAHI, Keywan  
International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), i Graz University of Technology  
Austria
- ROSENZWEIG, Cynthia  
Goddard Institute for Space Studies, National Aeronautics and Space Administration (NASA)  
Stany Zjednoczone Ameryki
- RUSTICUCCI, Matilde  
Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Universidad de Buenos Aires  
Argentyna
- SCHNEIDER, Stephen  
Department of Biological Sciences, Stanford University  
Stany Zjednoczone Ameryki
- SOKONA, Youba  
Sahara and Sahel Observatory (OSS)  
Tunezja/Mali
- SOLOMON, Susan  
IPCC WGI (Wiceprzewodnicząca), NOAA Earth System Research Laboratory  
Stany Zjednoczone Ameryki
- STOTT, Peter  
Met Office Hadley Centre  
Wielka Brytania
- STOUFFER, Ronald  
NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory  
Stany Zjednoczone Ameryki
- SUGIYAMA, Taishi  
Climate Policy Project, Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI)  
Japonia
- SWART, Rob  
Netherlands Environmental Assessment Agency  
Holandia
- TIRPAK, Dennis  
International Institute for Sustainable Development (IISD)  
Stany Zjednoczone Ameryki
- VOGEL, Coleen  
Department of Geography, University of Witwatersrand  
Republika Południowej Afryki
- YOHE, Gary  
Department of Economics, Wesleyan University  
Stany Zjednoczone Ameryki

## IV.2. Pozostali autorzy

- BARKER, Terry  
Cambridge Centre for Climate Change Mitigation Research,  
University of Cambridge  
Wielka Brytania

# Załącznik V

## Lista recenzentów i redaktorów recenzujących

### V.1 Recenzenci

Zgodnie z zasadami i procedurami IPCC wstępna wersja SYR została przesłana w celu dokonania oficjalnego przeglądu do ponad 2400 ekspertów oraz 193 członków rządu działających w IPCC. W tym załączniku wymieniono poszczególnych ekspertów (z afiliacją w momencie złożenia uwag) i międzynarodowe organizacje, które zgłosiły uwagi do wstępnej wersji SYR, i których uwagi zostały uwzględnione przez Główny zespół autorski w zmianach dokonanych przez nich we wstępnej wersji raportu.

Uwaga: Organizacje międzynarodowe zostały wymienione na końcu listy.

#### **Arabia Saudyjska**

ALFEHAID, Mohammed  
Ministry of Petroleum

BABIKER, Mustafa  
Saudi Aramco

#### **Argentyna**

DEVIA, Leila  
National Industrial Technology

TRAVASSO, María Isabel  
Instituto Nacional de Tecnología  
Agropecuaria

WEHBE, Monica Beatriz  
National University Rio Cuarto

#### **Australia**

BARNETT, Jon  
University of Melbourne

BINDOFF, Nathaniel  
CSIRO MAR and University of  
Tasmania

BRUNSKILL, Gregg  
Australian Institute of Marine Science

CHAMBERS, Lynda  
Bureau of Meteorology Research  
Centre

CHURCH, John  
CSIRO

JONES, Roger  
CSIRO

KAY, Robert  
Coastal Zone Management Pty Ltd

LOUGH, Janice  
Australian Institute of Marine Science

MANTON, Michael  
Monash University

SHEARMAN, David  
University of Adelaide

WALKER, George  
Aon Re Asia Pacific

WATKINS, Andrew  
National Climate Centre, Australian  
Bureau of Meteorology

WHITE, David  
ASIT Consulting

YOUNUS, Aboul Fazal  
Bangladesh Unnaya Parishad  
and The University of Adelaide

#### **Austria**

CLEMENS, Torsten  
OMV Exploration and Production

KASER, Georg  
Institut fuer Geographie  
University of Innsbruck

KIRCHENGAST, Gottfried  
Wegener Center for Climate and Global  
Change, University of Graz

MA, Tiejun  
International Institute for Applied  
Systems Analysis

PAULI, Harald  
University of Vienna and Austrian  
Academy of Sciences

SCHRÖTER, Dagmar  
Umweltbundesamt GmbH

#### **Belgia**

KJAER, Christian  
European Wind Energy Association

SAWYER, Steve  
Global Wind Energy Council

VERHASSELT, Yola  
Vrije Universiteit Brussel

#### **Benin**

YABI, Ibouaïma Fidele  
Universite d'Abomey-Calavi

#### **Boliwia**

HALLOY, Stephan  
Conservation International

#### **Brazylia**

AMBRIZZI, Tercio  
University of São Paulo

BUSTAMANTE, Mercedes  
University of Brasilia

GOMES, Marcos  
Pontifical Catholic University  
of Rio de Janeiro

MOREIRA, José  
Institute of Eletrotechnica and Energy

SANT'ANA, Silvio  
Fundação Grupo Esquel Brasil

#### **Bułgaria**

YOTOVA, Antoaneta  
National Institute of Meteorology  
and Hydrology

**Chiny**

FANG, Xiuqi  
Beijing Normal University

GUO, Xueliang  
Institute of Atmospheric Physics,  
Chinese Academy of Sciences

LAM, Chiu-Ying  
Hong Kong Observatory

REN, Guoyu  
National Climate Center

SU, Jilan  
Second Institute of Oceanography,  
State Oceanic Administration

WANG, Bangzhong  
China Meteorological Administration

YINGJIE, Liu  
Institute of Environment and Sustainable  
Development in Agriculture

ZHAO, Zong-Ci  
China Meteorological Administration

ZHOU, Guangsheng  
Institute of Botany, The Chinese  
Academy of Sciences

**Czechy**

HALENKA, Tomas  
Faculty of Mathematics and Physics,  
Charles University, Prague

**Dania**

ERHARD, Markus  
European Environment Agency

MELTOFTE, Hans  
National Environmental Research  
Institute, University of Aarhus

PORTER, John R.  
University of Copenhagen

**Filipiny**

OGAWA, Hisashi  
World Health Organization Regional  
Office for the Western Pacific

TIBIG, Lourdes  
Philippine Atmospheric, Geophysical  
and Astronomical Services  
Administration

**Francja**

CAMPBELL, Nick  
ARKEMA SA

CANEILL, Jean-Yves  
Electricité de France

DE T'SERCLAES, Philippine  
International Energy Agency

DOUGUÉDROIT, Annick  
Université de Provence

HEQUETTE, Arnaud  
Université du Littoral Côte d'Opale

LENOTRE, Nicole  
Bureau de recherches géologiques  
et minières

MUIRHEID, Ben  
International Fertilizer Trade  
Association

PHILIBERT, Cédric  
International Energy Agency

PLANTON, Serge  
Météo-France

RILLING, Jacques  
Center Scientifique et Technique  
du Bâtiment

RUFFING, Kenneth

**Hiszpania**

ALONSO, Sergio  
Universitat de les Illes Balears

ANADÓN, Ricardo  
Universidad de Oviedo

HERNÁNDEZ, Félix  
IEG-CSIC

MARTIN-VIDE, Javier  
Physical Geography University  
of Barcelona

MORENO, Jose M.  
Faculty of Environmental Sciences,  
Universidad de Castilla-La Mancha

RIBERA, Pedro  
Universidad Pablo de Olavide

RODRIGUEZ ALVAREZ, Dionisio  
Xunta de Galicia

**Holandia**

BREGMAN, Bram  
Netherlands Organisation of Applied  
Research

BRINKMAN, Robert  
MARCHAND, Marcel  
Delft Hydraulics

MISDORP, Robbert  
International CZM-Centre, Ministry  
of Transport, Public Works and Water  
Management

SCHYNS, Vianney  
Climate Change and Energy Efficiency,  
Utility Support Group

STORM VAN LEEUWEN, Jan Willem  
Ceedata Consultancy

VAN NOIJE, Twan  
Royal Netherlands Meteorological  
Institute

WORRELL, Ernst  
Ecofys

**Indie**

ROY, Joyashree  
Jadavpur University

SHARMA, Upasna  
Indian Institute of Technology, Bombay

SRIKANTHAN, Ramachandran  
Physical Research Laboratory

**Irlandia**

FINNEGAN, Pat  
Greenhouse Ireland Action Network

TOL, Richard  
Economic and Social Research Institute

**Jamaika**

CLAYTON, Anthony  
University of the West Indies

**Japonia**

AKIMOTO, Keigo  
Research Institute of Innovative Techno-  
logy for the Earth



ALEXANDROV, Georgii  
National Institute for Environmental  
Studies

ANDO, Mitsuru  
Toyama University of International  
Studies

IKEDA, Motoyoshi  
Hokkaido University

INOUE, Takashi  
Tokyo University of Science

KOBAYASHI, Noriyuki  
Nihon University (Law School)

KOBAYASHI, Shigeki  
Toyota Research and Development  
Laboratories, Inc.

KOIDE, Hitoshi  
Waseda University

KOMIYAMA, Ryoichi  
The Institute of Energy Economics,  
Japan

MARUYAMA, Koki  
Central Research Institute of Electric  
Power Industry

MASUI, Toshihiko  
National Institute for Environmental  
Studies

MATSUI, Tetsuya  
Hokkaido Research Centre, Forestry and  
Forest Products Research Institute

MIKIKO, Kainuma  
National Institute for Environmental  
Studies

MORI, Shunsuke  
Tokyo University of Science

MORISUGI, Hisayoshi  
Japan Research Institute

NAKAKUKI, Shinichi  
Tokyo Electric Power Company

NAKAMARU, Susumu  
Sun Management Institute

ONO, Tsuneo  
Hokkaido National Fisheries Research  
Institute, Fisheries Research Agency

YAMAGUCHI, Mitsutsune  
The University of Tokyo

YOSHINO, Masatoshi

#### **Kanada**

AMIRO, Brian  
University of Manitoba

BARBER, David  
University of Manitoba

BELTRAMI, Hugo  
St. Francis Xavier University

BERRY, Peter  
Health Canada

BRADY, Michael  
Natural Resources Canada – Canadian  
Forest Service

CHURCH, Ian  
Yukon Government

CLARKE, R. Allyn  
Fisheries and Oceans, Bedford Institute  
of Oceanography

FISHER, David A.  
National Resources Canada

GRANDIA, Kevin  
DeSmogBlog Society of British  
Columbia

HUPE, Jane  
ICAO

JACKSON, David  
McMaster Institute for Energy Studies

JANZEN, Henry  
Agriculture and Agri-Food Canada

JEFFERIES, Robert  
University of Toronto

LEMMEN, Donald  
Natural Resources Canada

MICHAUD, Yves  
Geological Survey of Canada

NYBOER, John  
Simon Fraser University

SMITH, Sharon  
Geological Survey of Canada

#### **Kenia**

DEMKINE, Volodymyr  
UNEP

#### **Kolumbia**

POVEDA, Germán  
Universidad Nacional de Colombia

#### **Kuba**

DIAZ MOREJON, Cristobal Felix  
Ministry of Science, Technology and the  
Environment

SUAREZ RODRIGUEZ, Avelino G.  
Institute of Ecology and Systematic,  
Agencia de Medio Ambiente

#### **Meksyk**

OSORNIO VARGAS, Alvaro  
Universidad Nacional Autónoma  
de México

#### **Moldawia**

COROBOV, Roman  
Modern Institute for Humanities

#### **Niemcy**

BRUCKNER, Thomas  
Technical University of Berlin

GERTEN, Dieter  
Potsdam Institute for Climate Impact  
Research

GRASSL, Hartmut  
Max Planck Institute for Meteorology

KUCKSHINRICH, Wilhelm  
Research Centre Juelich

LAWRENCE, Mark  
Max Planck Institute for Chemistry

MATZARAKIS, Andreas  
Meteorological Institute, University  
of Freiburg

MUELLER, Rolf  
Research Centre Juelich

SCHWARZER, Klaus  
Institute of Geosciences, University  
of Kiel

TREBER, Manfred  
Germanwatch

WALTHER, Gian-Reto  
University of Bayreuth

WELP, Martin  
University of Applied Sciences,  
Eberswalde

WILLEBRAND, Jürgen  
Leibniz Institut für  
Meereswissenschaften

WINDHORST, Wilhelm  
Ecology Centre, Kiel University

WURZLER, Sabine  
North Rhine Westphalia State Agency  
for Nature, Environment and Consumer  
Protection

### **Nigeria**

ANTIA, Effiom  
University of Calabar

### **Norwegia**

ERIKSEN, Siri  
University of Oslo

HOFGAARD, Annika  
Norwegian Institute for Nature Research

KRISTJANSSON, Jon Egill  
University of Oslo

### **Nowa Zelandia**

CRAMPTON, James  
GNS Science

GRAY, Vincent

SCHALLENBERG, Marc  
University of Otago

### **Portugalia**

DAS NEVES, Luciana  
University of Porto

PAIVA, Maria Rosa  
New University of Lisbon

RAMOS-PEREIRA, Ana  
University of Lisbon

### **Peru**

GAMBOA FUENTES, Nadia Rosa  
Pontificia Universidad Catolica  
Del Peru

### **Rosja**

GYTARSKY, Michael  
Institute of Global Climate and Ecology

### **Rumunia**

BORONEANT, Constanta  
National Meteorological Administration

### **Salwador**

MUNGUÍADEAGUILAR,  
Martha Yvette  
Ministry of Environment and Natural  
Resources

### **Szwajcaria**

APPENZELLER, Christof  
Federal Office of Meteorology  
and Climatology, MeteoSwiss

CHERUBINI, Paolo  
WSL Swiss Federal Research Institute

FISCHLIN, Andreas  
Terrestrial Systems Ecology, ETH  
Zurich

JUERG, Fuhrer  
Agroscope Research Station ART

MAZZOTTI, Marco  
ETH Zurich

ROSSI, Michel J.  
Ecole Polytechnique Fédérale  
de Lausanne

### **Szwecja**

LECK, Caroline  
Department of Meteorology

MOLAU, UIF  
Göteborg University

MÖLLERSTEN, Kenneth  
Swedish Energy Agency

RUMMUKAINEN, Markku  
Swedish Meteorological  
and Hydrological Institute

WEYHENMEYER, Gesa  
Swedish University of Agricultural  
Sciences

### **Tajlandia**

HENOCQUE, Yves  
Department of Fisheries

SCHIPPER, Lisa  
Southeast Asia START Regional Centre,  
Chulalongkorn University

### **Turcja**

SENSOY, Serhat  
Turkish State Meteorological Service

### **USA**

ANYAH, Richard  
Rutgers University

ATKINSON, David  
International Arctic Research Center,  
University of Alaska, Fairbanks

BRIENO RANKIN, Veronica  
GeoSeq International LLC

CHAPIN, III, F. Stuart  
University of Alaska, Fairbanks

CLEMENS, Steven  
Brown University

CROWLEY, Tom  
Duke University

DELHOTAL, Katherine Casey  
RTI International

EPSTEIN, Paul  
Harvard Medical School

EVERETT, John  
Ocean Associates, Inc.

FAHEY, David  
NOAA Earth Science Research  
Laboratory

GURWICK, Noel  
Carnegie Institution

HAAS, Peter  
University of Massachusetts

HEGERL, Gabriele  
Duke University

KIMBALL, Bruce USDA, Agricultural Research Service	PARKINSON, Claire NASA Goddard Space Flight Center	JEFFERSON, Michael World Renewable Energy Network and Congress
KNOWLTON, Kim Columbia University	ROBOCK, Alan Rutgers University	JONES, Chris Met Office Hadley Centre
LEE, Arthur Chevron Corporation	SCHWING, Franklin US Dept. of Commerce	McCULLOCH, Archie University of Bristol
LIOTTA, Peter Pell Center for International Relations and Public Policy	SHERWOOD, Steven Yale University	MORSE, Andy University of Liverpool
MACCRACKEN, Michael Climate Institute	SIDDIQI, Toufiq Global Environment and Energy in 21st century	MUIR, Magdalena Environmental and Legal Services Ltd.
MALONE, Elizabeth L Pacific Northwest National Laboratory	SIEVERING, Herman University of Colorado	PAAVOLA, Jouni University of Leeds
MASTRANDREA, Michael Stanford University	SOULEN, Richard	RAVETZ, Joe University of Manchester
MATSUMOTO, Katsumi University of Minnesota	TRENBERTH, Kevin National Centre for Atmospheric Research	SHINE, Keith University of Reading
MATSUOKA, Kenichi University of Washington	<b>Wielka Brytania</b> ALLAN, Richard University of Reading	SIMMONS, Adrian European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
McCARL, Bruce Texas A & M University	BARKER, Terry Cambridge Centre for Climate Change Mitigation Research	SIVETER, Robert International Petroleum Industry Environmental Conservation Association
MILLER, Alan International Finance Corporation – CESEF	CLAY, Edward Overseas Development Institute	SMITH, Leonard Allen London School of Economics
MOLINARI, Robert University of Miami	CONVEY, Peter British Antarctic Survey	SPENCER, Thomas University of Cambridge
MORGAN, Jack Crops Research Laboratory	CRABBE, M. James C. University of Bedfordshire	SROKOSZ, Meric National Oceanography Centre
MURPHY, Daniel NOAA Earth System Research Laboratory	GILLETT, Nathan University of East Anglia	STONE, Dáithí University of Oxford
NADELHOFFER, Knute University of Michigan	HAIGH, Joanna Imperial College	STREET, Roger UK Climate Impacts Programmes, Oxford University Centre for the Environment
NEELIN, J. David UCLA	HARRISON, Paula Oxford University Centre for the Environment	USHER, Michael University of Stirling
OPPENHEIMER, Michael Princeton University	HAWKINS, Stephen Marine Biological Association of the UK	WOODWORTH, Philip Proudman Oceanographic Laboratory

**Węgry**

BÉLA, Nováky  
Szent István University

SOMOGYI, Zoltán

Hungarian Forest Research Institute

**Włochy**

CASERINI, Stefano  
Politecnico di Milano

MARIOTTI, Annarita

National Agency for New Technologies,  
Energy and the Environment

RIXEN, Michel

NATO Undersea Research Center

**Republika Korei**

KIM, Suam  
Pukyong National University

**Republika Południowej Afryki**

TANSER, Frank  
Africa Centre for Health and Population  
Studies

WINKLER, Harald

Energy Research Centre, University  
of Cape Town

**Międzynarodowe organizacje**

LLOSA, Silvia  
International Strategy for Disaster  
Reduction

McCULLOCH, Archie  
International Chamber of Commerce

SIMS, Ralph  
International Energy Agency

SINGER, Stephan  
WWF International

STEFANSKI, Robert  
World Meteorological Organization

YAN, Hong  
World Meteorological Organization

**V.2. Redaktorzy recenzujący**

Zadaniem redaktorów recenzujących jest zapewnienie, aby wszystkie istotne uwagi zgłoszone w czasie przeglądu przez ekspertów i rządy były przekazane Głównemu zespołowi autorskiemu do stosownego rozważenia. Do każdego z zagadnień tego Raportu Syntetycznego zostało mianowanych po dwóch redaktorów recenzujących. Ich zadaniem jest zapewnienie, aby wszystkie uwagi zostały rozpatrzone zgodnie z procedurami IPCC.

**Zagadnienie 1**

JALLOW, Bubu Pateh  
Department of Water Resources  
Gambia

KAJFEŽ-BOGATAJ, Lučka

University of Ljubljana  
Słowenia

**Zagadnienie 2**

BOJARIU, Roxana  
National Institute of Meteorology  
and Hydrology  
Rumunia

HAWKINS, David

Natural Resources Defence Council  
Climate Center  
USA

**Zagadnienie 3**

DIAZ, Sandra  
CONICET – Universidad Nacional  
de Córdoba  
Argentyna

LEE, Hoesung

Korea Południowa

**Zagadnienie 4**

ALLALI, Abdelkader  
Ministry of Agriculture, Rural  
Development and Fishing  
Maroko

ELGIZOULI, Ismail

Higher Council for Environment  
and Natural Resources  
Sudan

**Zagadnienie 5**

WRATT, David  
National Institute of Water  
and Atmospheric Research  
Nowa Zelandia

HOHMEYER, Olav

University of Flensburg  
Niemcy

**Zagadnienie 6**

GRIGGS, Dave  
Monash University  
Australia/Wielka Brytania

LEARY, Neil

International START Secretariat  
USA

# Załącznik VI

## Indeks

- A**  
**adaptacja** 56, 57, 61, 65, 70, 73  
**aerozole** 38, 39, 44, 45, 73  
**Afryka** 30, 44, 50, 72, 73  
**Ameryka Łacińska** 44, 50  
**Ameryka Północna** 32, 52  
**Antarktyda** 39, 47, 73  
**antropogeniczny**  
emisja 36, 38, 44, 72  
ocieplenie 39, 41, 46, 72  
**Arktyka** 33, 52, 65, 72  
**Artykuł 2 Konwencji** 64  
**Australia i Nowa Zelandia** 32, 50  
**Azja** 30, 32, 50  
**azotany** 39
- B**  
**badania**  
badania, rozwój i projekty demonstracyjne 61, 62, 68, 73  
finansowanie 68  
**bariery**  
adaptacji 56, 57, 65, 70, 73  
potencjału łagodzącego 58, 59, 65, 68, 70, 73  
**Basen Morza Śródziemnego** 30, 49  
**Bliski Wschód** 44  
**błyskawica** 33  
**burza gradowa** 33  
**burza piaskowa** 33
- C**  
**ceny emisji węgla** 58, 59  
**cykl hydrologiczny/systemy** 31, 41, 50  
**cyklony (tropikalne)** 30, 46
- D**  
**dni**  
chłodne 30, 40  
upalne 30, 46  
**droga rozwoju gospodarczego** 44, 50, 66, 70, 73  
**dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>)**  
emisje 36, 44, 47, 58, 66, 67, 72  
koncentracje 37–39, 52, 67, 72  
**dwutlenek siarki/siarczany** 38, 44
- E**  
**ekosystemy** 31, 48, 51–54  
**emisje** 36  
ekwiwalent CO<sub>2</sub> 44, 58  
redukcja (patrz *łagodzenie*)  
scenariusz 44  
ścieżka/trajektoria 66, 67  
**energia**  
efektywność 57, 59, 60, 68  
energochłonność 37, 61  
jądrowa 68  
niskowęglowe źródła 58, 68  
odnawialne źródła 57, 60, 68  
zaopatrzenie/produkcja 36, 44, 50, 59, 60, 68  
zapotrzebowanie 53, 56, 60, 61  
**energia wodna** 50, 53, 59, 60  
**Europa** 30, 32, 50
- F**  
**fala upałów** 30, 40, 46, 50, 52, 53, 72
- G**  
**gazy cieplarniane (GHG)** 36, 37, 40, 69  
emisje 36, 37, 44, 45, 56, 58, 66, 67, 72  
koncentracje 39, 46, 64, 66, 67  
**gazy inne niż CO<sub>2</sub>/opcje** 60, 68  
**Grenlandia** 47, 65, 67, 73
- H**  
**halowęglowodory** 37
- I**  
**inercja** 66, 67  
**infrastruktura** 48, 49, 52, 53, 56–58, 64–66
- K**  
**klimat**  
sprzężenie klimatu z obiegiem węgla 38, 45, 67, 73  
zmiana (patrz *zmiana klimatu*)  
zmienność 30, 33, 40, 41, 56  
**koncentracja**  
atmosferyczna 37, 38, 72  
ekwiwalent CO<sub>2</sub> 36, 37, 59, 66, 67  
stała 45, 46  
**koszt**  
adaptacji 56  
(patrz *łagodzenie*)  
(patrz *społeczne koszty węglowe*)  
**kraje rozwijające się** 31, 37, 59
- L**  
**lodowce** 30, 49, 50, 52, 57, 65  
**lód**  
(na powierzchni lądu/lądolód/czapa lodowa) 30, 47, 53, 65, 73  
lód morski 30, 31, 33, 38, 46, 52, 65, 72
- Ł**  
**łagodzenie** 56, 58–61  
korzyści 66, 69, 70  
koszty 69
- opcje 58–60, 73  
pakiet 61, 68, 73  
polityki 44, 60, 61  
potencjał 58, 59
- M**  
**małe wyspy** 48, 52, 65, 72  
**Mechanizm Czystego Rozwoju (CDM)** 62  
**metan (CH<sub>4</sub>)** 36–38, 60, 72  
**migracje**  
ludność 53  
ptaki 33, 52  
ryby 33  
**Milenijne Cele Rozwoju (MDGs)** 70
- N**  
**niepewności**  
kluczowe niepewności 72, 73  
terminologia 27  
**nisko emisyjna/nisko węglowa technologia** 58–60, 68  
**noce**  
chłodne noce 30, 40, 53  
upalne noce 30, 40, 53
- O**  
**ocean**  
zakwaszenie 52  
temperatura/pojemność cieplna 30  
**odpływ** 31, 49, 61  
**opady atmosferyczne**  
opady nawalne (silne opady) 30, 41, 46, 49, 53  
rozkład 30, 41, 46, 47, 50, 73  
**osadnictwo** 48, 50, 52, 53, 57
- P**  
**paliwa kopalne** 36, 37, 44, 59, 60  
**per capita/na osobę**  
dochód 37  
emisje 37  
**plaga owadów** 33, 48  
**podatność/wrażliwość** 48, 56, 60, 61, 64, 65, 70, 72, 73  
kluczowa podatność/kluczowa wrażliwość 50, 64  
**podniesienie poziomu morza/zmiana** 30, 33, 40, 45–49, 53, 65, 67, 72, 73  
**podtlenek azotu (N<sub>2</sub>O)** 36–38, 60, 72  
**polarny**  
lądolody 30, 47, 53, 65, 73  
regiony 32, 52, 64  
**Południkowa Cyrkulacja Wymienna (MOC)** 33, 51, 54, 65  
**powody do obaw** 64, 65, 72

**powodzie** 72

przybrzeżne 33, 48, 50–53, 57, 65  
rzeczne 48–50, 52, 53, 57

**poziom opadów** (patrz *opady atmosferyczne*)**pożar** 33, 48, 50, 51, 53**półkula północna** 30, 31, 33, 40, 46, 72**produkcja żywności/uprawy** 48, 51, 64**Produkt Krajowy Brutto (PKB)** 37, 44, 50, 59, 62, 69**Protokół z Kioto** 59, 62**przedział ufności** 27**przemysł** 48, 53, 59, 60, 61**przestrzenny rozkład pola wiatru** 40, 46**przybrzeżne/wybrzeża**

ochrona 56, 57

zalewanie (powodzie) 33, 48, 50–53, 57, 65  
pył 38

**R****rolnictwo/uprawy** 33, 36, 37, 48–53, 56, 57**rozpoczęcie wegetacji** 33**rozwój gospodarczy** 44, 50, 56, 61, 64**równość** 61, 62, 64**równowaga**

poziom morza (termiczne rozszerzanie wód) 66, 67

temperatura 47, 66, 67

**S****Sahel** 30**skutki (wpływu zmian klimatu)**

korzystne 48–50, 52

nieodwracalne 53, 54

obserwowane 31–33, 41

przewidywane 48–53

regionalne 50–52

sektorowe 48, 49, 51

uniknięte/ograniczone/opóźnione 69, 70

**skutki uboczne** 59**społeczeństwo** 26, 48, 49, 53, 56, 58**społeczne koszty węglowe** 69**sprężenie zwrotne** 38, 40, 46, 73

klimat-cykl węglowy 38, 45, 54, 67, 73

**SRES**

emisje 44, 45, 46, 58, 70, 72

linie rozwoju/ścieżki rozwoju 44, 70

**stabilizacja** 46, 61

poziomy 47, 59, 66, 67, 68, 69, 73

ścieżki 66, 67, 69

**stres (wielorakie zagrożenie)** 52, 56, 65**styl życia** 59, 73**susza** 30, 41, 48–51, 53, 56, 65, 72**system klimatyczny** 30, 36, 37, 39, 45**szkody** 33, 51, 53, 64, 65, 69**sztormy** 40, 46, 50, 51, 56**Ś****śmiertelność** 33, 50, 51, 53, 59

**śnieg (pokrywa śnieżna)** 30, 31, 33, 46, 49, 50, 52, 53, 57, 72

**T****technologia** 56, 58, 60, 61, 68, 73

inwestycje 58–60, 68, 73

**temperatura**

zmiany 30–32, 39, 40, 45, 46, 51, 64, 66, 67, 69

zmiennosc 30, 40, 41

**tornado** 33**transport** 36, 53, 57, 59, 60, 62**Trzeci Raport Oceniający IPCC (TAR)** 26,

30–32, 38–40, 44–46, 50, 56, 59, 61,

62, 64–66, 72

**turystyka** 50, 53, 57**U****UNFCCC** 30, 36, 37, 62, 64

**użytkowanie gruntu** 37, 40, 41, 49, 57, 60, 68, 72

**W****węgiel organiczny** 38, 44**wielka delta** 48, 50, 52, 65, 72**wielowiekowe ocieplenie** 47, 64**woda**

Krajowy Plan Gospodarki Wodnej

**Bangladeszu** 56

opcje adaptacyjne 57

stres wodny/niedobór wody 49–51, 53, 65  
zasoby 49, 52, 53, 56, 57, 64, 72

**wrażliwość klimatu** 38, 66, 67, 72, 73**wskaźnik globalnego ocieplenia (GWP)** 36, 72**współpraca (międzynarodowa)** 62**wychwył i składowanie węgla (CCS)** 60, 68**wyciek emisji węgla** 59**wyginiecie** 52, 48, 50, 54, 64**wylesianie** 36, 61**wymuszenie radiacyjne** 36–39, 45, 46, 67**wzajemne korzyści** 59, 64**wzorce zachowań** (patrz *styl życia*)**wzrost populacji** 44**Z****zakwaszenie** (patrz *zakwaszenie oceanu*)**zalesianie** 61**zarządzanie ryzykiem** 64, 69

**zdolność adaptacyjna** 52, 56, 61, 64, 65, 70, 73

**zdrowie** 33, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 56, 57, 59, 64, 65, 70, 72

**zjawiska ekstremalne** 30, 40, 46, 52, 53, 56, 65, 72

**zmiana klimatu**

definicje 30

woda 49, 57

zanieczyszczenie powietrza 59, 70

nagła 53, 54, 65

nieodwracalne 53, 54

obserwowane 30, 31, 33

po XXI wieku 46, 47, 66, 67

po ustabilizowaniu koncentracji gazów cieplarnianych 46, 47, 66, 67, 72, 73

projekcje 45–47

przyczyny 36–38

przypisanie 38, 39, 41, 72

regionalne 30, 46, 47, 49

skutki wpływu (patrz *skutki*)

**zmiany technologiczne** 44, 61, 73**zrównoważony rozwój** 44, 49, 61, 70, 72, 73

# Załącznik VII

## Wydawnictwa Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu

### Raporty oceniające zmiany klimatu

#### Czwarty raport

**Climate Change 2007: The Physical Science Basis**

Wkład I Grupy Roboczej do Czwartego Raportu

**Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability**

Wkład II Grupy Roboczej do Czwartego Raportu

**Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change**

Wkład III Grupy Roboczej do Czwartego Raportu

**Climate Change 2007: Synthesis Report**

Wkład I, II i III Grupy Roboczej do Czwartego Raportu

#### Trzeci raport

**Climate Change 2001: The Scientific Basis**

Wkład I Grupy Roboczej do Trzeciego Raportu

**Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability**

Wkład II Grupy Roboczej do Trzeciego Raportu

**Climate Change 2001: Mitigation**

Wkład III Grupy Roboczej do Trzeciego Raportu

**Climate Change 2001: Synthesis Report**

Wkład I, II i III Grupy Roboczej do Trzeciego Raportu

#### Drugi raport

**Climate Change 1995: The Science of Climate Change**

Wkład I Grupy Roboczej do Drugiego Raportu

**Climate Change 1995: Scientific-Technical Analyses of Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change**

Wkład II Grupy Roboczej do Drugiego Raportu

**Climate Change 1995: The Economic and Social Dimensions of Climate Change**

Wkład III Grupy Roboczej do Drugiego Raportu

**Climate Change 1995: Synthesis of Scientific-Technical Information Relevant to Interpreting Article 2 of the UN Framework Convention on Climate Change**

Wkład I, II i III Grupy Roboczej do Drugiego Raportu

#### Suplementy IPCC do Pierwszego raportu oceniającego zmiany klimatu

**Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment**

Raport I Grupy Roboczej IPCC ds. Naukowej Oceny

**Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Impacts Assessment**

Raport II Grupy Roboczej IPCC ds. Oceny Skutków Zmian Klimatu

**Climate Change: The IPCC 1990 and 1992 Assessments**

Przegląd i podsumowanie dla decydentów Pierwszego Raportu IPCC oceniającego zmiany klimatu oraz Suplement z 1992 r.

#### Pierwszy raport

**Climate Change: The Scientific Assessment**

Raport przygotowany w 1990 r. przez I Grupę Roboczą IPCC ds. Naukowej Oceny Zmiany Klimatu

**Climate Change: The IPCC Impacts Assessment**

Raport przygotowany w 1990 r. przez II Grupę Roboczą IPCC ds. Oceny Skutków Zmian Klimatu

**Climate Change: The IPCC Response Strategies**

Raport przygotowany w 1990 r. przez III Grupę Roboczą IPCC ds. Strategii

#### Specjalne Raporty

**Carbon Dioxide Capture and Storage 2005**

**Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons** (raport przygotowany w 2005 r. wspólnie przez IPCC i TEAP joint report)

**Land Use, Land-Use Change and Forestry 2000**

**Emissions Scenarios 2000**

**Methodological and Technological Issues in Technology Transfer 2000**

**Aviation and the Global Atmosphere 1999**

**The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability 1997**

**Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emissions Scenarios 1994**

#### Raporty metodologiczne i techniczne wytyczne

**2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (5 tomów) 2006**

**Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types 2003**

**Good Practice Guidance for Land Use, Land-use Change and Forestry Program IPCC Krajowych Inwentaryzacji Gazów Ciepłarnianych, 2003**

**Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories Program IPCC Krajowych Inwentaryzacji Gazów Ciepłarnianych, 2000**

**Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (3 tomy), 1996**

**IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations 1995**

**IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories** (3 tomy)  
1994

**Preliminary Guidelines for Assessing Impacts of Climate Change**  
1992

**Assessment of the Vulnerability of Coastal Areas to Sea Level Rise  
– A Common Methodology** 1991

## Raporty Techniczne

**Climate Change and Biodiversity**  
Piąty Raport Techniczny IPCC, 2002

**Implications of Proposed CO<sub>2</sub> Emissions Limitations**  
Czwarty Raport Techniczny IPCC, 1997

**Stabilisation of Atmospheric Greenhouse Gases: Physical, Biological and Socio-Economic Implications**  
Trzeci Raport Techniczny IPCC, 1997

**An Introduction to Simple Climate Models Used in the IPCC Second Assessment Report**

Drugi Raport Techniczny IPCC, 1997

**Technologies, Policies and Measures for Mitigating Climate Change**  
Pierwszy Raport Techniczny IPCC, 1996

## Materiały uzupełniające

**Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea**  
Podgrupa ds. Zarządzania Strefą Wybrzeża w ramach Grupy Roboczej IPCC ds. Strategii, 1992

**Emissions Scenarios**  
Przygotowane przez Grupę Roboczą IPCC ds. Strategii, 1990

W celu uzyskania pełniejszej listy materiałów uzupełniających IPCC (raporty z warsztatów i spotkań) proszę zajrzeć na stronę [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) lub skontaktować się z Sekretariatem IPCC .