

ZMIANY KLIMATU A ZDROWIE W PERSPEKTYWIE IPCC

CLIMATE CHANGE AND HEALTH IN IPCC PERSPECTIVE

**Zbigniew W. Kundzewicz**

Profesor nauk o Ziemi, pracuje w Instytucie Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN w Poznaniu oraz w Poczdamskim Instytucie Badań nad Konsekwencjami Klimatu. Jest wielokrotnym współautorem raportów IPCC

Wstęp – co się dzieje z klimatem?

Co się dzieje z ziemskim klimatem? Wielu Polaków może czuć dezorientację w związku z szumem medialnym i sprzecznymi informacjami, które znajdujemy w polskiej prasie, radiu, i telewizji. Z jednej strony płyną informacje o globalnym ociepleniu, za które odpowiedzialna jest działalność ludzka. To jest przesłanie głównego nurtu. Jednak z drugiej strony, dobrze słyszalne są głosy twierdzące, że nie ma ocieplenia, a nawet gdyby było, to jest naturalne, a człowiek nie ma z nim nic wspólnego.

Istotnie, jedyną niezmienną cechą klimatu naszej planety jest to, że ulega zmianom. Wielokrotnie w historii Ziemi okresy chłodniejsze przeplatały się z cieplejszymi.

Mechanizmy zmian klimatu można podzielić na następujące cztery grupy:

- wahania promieniowania słonecznego (aktywność Słońca);
- zmiana parametrów ruchu Ziemi wokół Słońca (cykle zmian mimośrodowej orbity, precesji i kąta nachylenia osi do płaszczyzny ekliptyki);
- zmiana składu ziemskiej atmosfery (gazy cieplarniane, pyły, aerozole);
- zmiana własności powierzchni Ziemi (współczynnik odbicia, retencja wodna).

Na pierwsze dwa wyżej wymienione mechanizmy człowiek nie ma wpływu, przebiegają one w sposób naturalny. Na pozostałe dwa mechanizmy wpływ mają zarówno czynniki naturalne jak i człowiek.

Patrząc na zaobserwowane zmiany średniej temperatury globalnej w różnych skalach czasowych możemy starać się przypisać odpowiedzialność różnych mechanizmów za wystąpienie zmian klimatu.

Od czasu rewolucji przemysłowej, ludzkość przeprowadza eksperyment w skali planetarnej poprzez wprowadzanie do atmosfery ogromnych ilości dwutlenku węgla (spalanie węgla, ropy i gazu) oraz wylesienie w wielkiej skali, prowadzące do zmniejszenia możliwości wiązania dwutlenku węgla przez rośliny. W rezultacie, atmosferyczne stężenie dwutlenku węgla, najważniejszego gazu „cieplarnianego”, wzrasta. Rośnie także atmosferyczne stężenie innych zasadniczych gazów cieplarnianych (przede wszystkim metanu i podtlenku azotu). Dlatego „efekt cieplarniany” stał się bardziej intensywny i zaobserwowano globalne ocieplenie.

W związku z coraz silniejszym świadectwem globalnego ocieplenia nastąpiła ewolucja najważniejszych stwierdzeń w czterech dotychczas wydanych raportach Międzyrządowej Komisji Zmian Klimatu (IPCC), powołanej przez specjalizowane organizacje z rodziny ONZ – Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) i Program Środowiskowy Narodów Zjednoczonych (UNEP).

Nadesłano: 29.12.2009

Zatwierdzono do druku: 15.01.2010

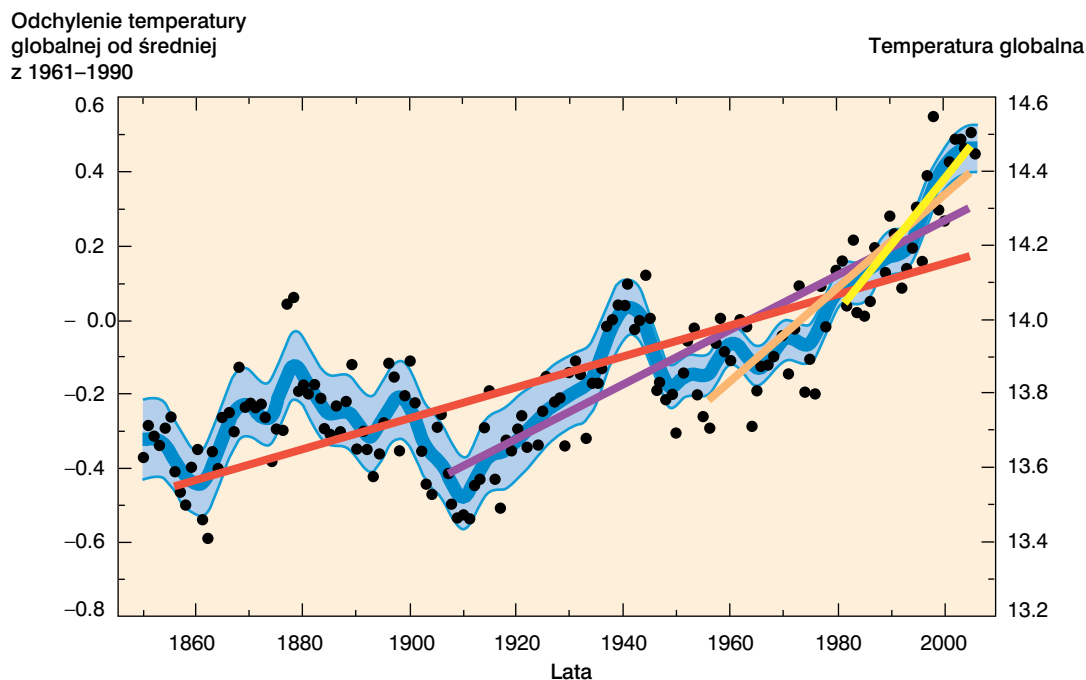
I (1990): Człowiek ma niewielki wpływ na klimat.
II (1995): Człowiek wywiera pewien odróżnialny wpływ na klimat.

III (2001): Ocieplenie zaobserwowane w ostatnim 50-leciu jest prawdopodobnie (oznacza to ponad 66% szans) spowodowane przede wszystkim wzrostem stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze.

IV (2007): Wzrost średniej temperatury globalnej od połowy XX wieku jest bardzo prawdopodobnie (oznacza to ponad 90% szans) spowodowany wywołanym przez człowieka wzrostem stężenia gazów cieplarnianych.

Zmiany klimatu – obserwacje, projekcje i interpretacja

Nie ulega wątpliwości, że klimat ziemski ociepla się. Rycina 1 przedstawia zmiany średniej temperatury globalnej. Na wyraźną tendencję wzrostową temperatury nakładają się silne wahania – w górę i w dół – temperatura globalna w konkretnym roku układa się czasem nieco pod (jak w roku 1996), a czasem mocno nad (jak w roku 1998) linię trendu. Oprócz skali globalnej, klimat ociepla się we wszystkich skalach przestrzennych, choć ocieplenie nie ma jednostajnego tempa.



Rycina 1. Trendy wzrostowe temperatury globalnej. Kropki przedstawiają wartości średnie rocznej temperatury globalnej, ciemniejsza krzywa – szereg wygładzony, a jaśniejsza krzywa – granice błędów 5–95%. Oś pionowa lewa pokazuje anomalie temperatury globalnej (w °C) w porównaniu z okresem 1961–1990, a oś pionowa prawa – oszacowanie średniej temperatury globalnej (w °C). Źródło: Trenberth i in. (2007).

Świadectwa ocieplenia dostarczają wyniki pomiarów temperatury prowadzone na dziesiątkach tysięcy stacji obserwacyjnych. Jak pokazuje rys. 1, przez ostatnie 150 lat średnie tempo ocieplenia globalnego wynosiło 0,045 °C na dekadę, w ciągu ostatnich 100 lat 0,074, w ostatnich 50 latach było jeszcze silniejsze (0,128), a w ciągu ostatnich 25 lat 0,177 °C na dekadę. Temperatura rośnie więc coraz szybciej – średnie tempo ocieplenia w ciągu ostatnich 25 lat było niemal czterokrotnie wyższe niż średnio w ostatnich 150 latach.

Każdy kolejny rok z ostatniego dwudziestolecia wpisuje się w obraz cieplejszego świata – średnia temperatura globalna każdego roku zdecydowanie

przewyższa średnią z dowolnego 30-lecia sprzed 1990. Dziesięciolecie 1998–2007 jest zdecydowanie najcieplejsze w historii globalnych obserwacji temperatury, odtworzonej (zob. Brohan i in., 2006) od 1850. Na półkuli północnej, gdzie przebieg temperatury w przeszłości można zrekonstruować dzięki tzw. paleoarchiwom, ostatnie dwudziestolecie, pięćdziesięciolecie i cały XX wiek były najcieplejsze w drugim millennium. Według danych globalnych, zbieranych przez CRU i Met Office w Anglii, spośród 15 najcieplejszych pojedynczych lat od 1850 aż 14 lat wystąpiło w okresie 1995–2008. Tylko jeden rok (1996) z tego okresu nie zmieścił się na liście 15 najcieplejszych globalnie lat w historii obserwacji,

ale i tak mieści się w dwudziestce najcieplejszych. Znosi się na to, że tendencja ta zostanie utrzymana również w roku 2009. Zaobserwowane w latach 1992–1993 stosunkowo małe przewyższenia długoletniej średniej temperatury z okresu kontrolnego 1961–1990 wy tłumaczyć można krótkotrwałym zahamowaniem ocieplenia przez silną erupcję wulkanu Pinatubo na Filipinach w czerwcu 1991, która wprowadziła do atmosfery znaczną dawkę pyłów i aerozoli.

Można próbować wnioskować o przyszłości poprzez ekstrapolację istniejącego trendu zmian temperatury. Jest to jednak wysoce zawodna droga, której stosowalność silnie maleje wraz z wydłużeniem horyzontu prognozy. Dlatego po to, by można było wnioskować o przyszłości potrzebne są modele matematyczne, wyrażające prawa fizyki. Modele symulują rozkład temperatur przy założeniu różnych wariantów rozwoju sytuacji (emisja i wiązanie gazów cieplarnianych). Okazuje się, że modele coraz lepiej radzą sobie z odtworzeniem zasadniczych cech przebiegu temperatury w przeszłości – pozytywnie przeszły weryfikację na bazie danych dla XX wieku. Możemy więc spodziewać się, że będą zadowalająco działały w przyszłych warunkach, bo prawa fizyki, na których oparte są te modele, nie ulegają zmianie w czasie. Badania modelowe wzmacniają argumenty o antropogenicznym podłożu obecnych zmian klimatu. Używając modeli matematycznych przy założeniu wymuszeń naturalnych (aktywność słoneczna, erupcje wulkanów) i antropogenicznych (wzrost atmosferycznych stężeń gazów cieplarnianych, wylesienie) jesteśmy w stanie odtworzyć zasadnicze cechy zaobserwowanego przebiegu temperatury globalnej, w tym brak wzrostu, a nawet lekki spadek temperatury w latach 1945–1975. Natomiast zakładając wyłącznie naturalne wymuszenia nie jesteśmy w stanie wyjaśnić przebiegu temperatury w ciągu ostatnich 40 lat. Wymuszenia naturalne (zmienność promieniowania słonecznego, erupcje wulkanów) nie tłumaczą wzrostu temperatury w ciągu ostatnich dziesięcioleci.

Modele klimatu zgadzają się co do kierunku zmian temperatury (choć niekoniecznie co do wartości) do końca XXI wieku, przewidując wszędzie ocieplenie, przy czym silniejsze ocieplenie oczekiwane jest w wysokich szerokościach geograficznych na półkuli północnej. Zakres ocieplenia w horyzoncie roku 2100 dla różnych scenariuszy rozwoju i emisji, ale bez uwzględnienia ochrony klimatu, mierzony przez zbiór „najlepszych wartości” (ocena ekspercka – pojedyncza liczba w oparciu o zbiór modeli) odpowiadających scenariuszom, wynosi od 1,8 do 4,0 °C w porównaniu z okresem 1980–1999 (czyli od 2,3 do 4,5 °C w porównaniu z okresem przed-przemysłowym). Pomiędzy rozważanymi scenariuszami

emisji są spore różnice, jeśli chodzi o projektowany zakres zmian temperatur. Najmniej korzystny scenariusz A1FI zakłada, że rozwój gospodarki światowej przebiega szybko, ale głównie w oparciu o spalanie tradycyjnych paliw kopalnych. Gdyby ziszczył się ten scenariusz, temperatura globalna do końca wieku może wzrosnąć w zakresie od 2,4 do 6,4 °C, w porównaniu z końcówką zeszłego stulecia. W najbardziej korzystnym scenariuszu B1 – szybko bogacącego się świata postindustrialnego, w którym przemysł ma mały udział w wytwarzaniu dochodu narodowego, a energia dzięki nowym technologiom jest oszczędnie zużywana i pochodzi głównie z czystych źródeł – temperatury podniosą się w zakresie 1,1–2,9 °C. Jak widać, nawet w najkorzystniejszym z rozważanych wariantów oczekiwać jednak można pewnego ocieplenia. Wszystkie z tych scenariuszy zakładają brak skoordynowanej polityki klimatycznej w sensie światowej redukcji emisji. Jak pokazała Konferencja Stron Konwencji Klimatycznej COP 15 w Kopenhadze, bardzo trudno (o ile to w ogóle możliwe) jest dojść do światowych ograniczeń emisji, których przestrzeganie można by oczekiwać. Ponieważ globalny system klimatyczny cechuje się znaczną bezwładnością, dwutlenek węgla, który już wpompowaliśmy i jeszcze wpompujemy w atmosferę, będzie przez długie dekady wzmacniał efekt cieplarniany.

Dla terenu Polski, projekcje przewidują do końca wieku wzrost temperatury średniej rocznej o 3–3,5 °C, wzrost temperatury zimy o 3,5–5 °C (wyższy dla części wschodniej, a niższy dla zachodniej), a lata o 3–3,5 °C (wyższy na południu, niższy na północy).

Pory roku, które nazwalibyśmy dziś niezwykle łagodną zimą i bardzo gorącym latem, spowszednieją. Zimy, które uznalibyśmy dziś za szczególnie mroźne (np. takie, że częstość wystąpienia jeszcze ostrzejszych zim wynosi obecnie średnio raz na dziesięć lat), będą coraz rzadsze w przyszłości, a pod koniec wieku praktycznie znikną zupełnie. Natomiast lata uważane dziś za szczególnie upalne (np. takie, że częstość wystąpienia jeszcze gorętszych lat wynosi obecnie średnio raz na dziesięć lat) będą powtarzały się znacznie częściej; niemal co roku.

Wpływ zmian klimatu na zdrowie ludzkie

Zmiany klimatu są, rzecz jasna, tylko jednym z czynników wpływających na zdrowie publiczne. Zagrożenia klimatyczne nakładają się na inne zmiany globalne, np. globalizację umożliwiającą rozprzestrzenianie się wirusa między miejscami odległymi o wiele tysięcy kilometrów w ciągu kilku dni. Polacy, podróżujący po świecie jak nigdy dotąd, są narażeni

na ryzyko zdrowotne, związane z kataklizmami (np. tsunami z 26 grudnia 2004), czy też ze zmianą zasięgu takich chorób jak malaria, czy denga.

W zmieniającym się klimacie Środkowej Europy, coraz większe są zagrożenia związane ze zmianą zasięgu wektorów np. kleszczy. Rośnie intensywność, obszar i okres występowania alergenów.

Z drugiej strony, w Europie i w Polsce zachodzą istotne zmiany nie związane z klimatem. Rośnie długość oczekiwanego trwania życia i zamożność ludzi. Rośnie liczba emerytów w starzejących się społeczeństwach i rośnie czas przebywania na dworze (aktywność, wycieczki, rekreacja, ogródki). Zmiany te mają znaczenie dla zdrowotności w kontekście oczekiwanych zmian klimatu.

„Ciepłe” ekstrema (np fale upałów, „tropikalne” noce) stają się częstsze i silniejsze, a „zimne” ekstrema (np fale mrozów) – coraz rzadsze i słabsze, choć na długofalową tendencję nakłada się silna zmienność naturalna. Na znakomitej wiekowej stacji meteorologicznej w Poczdamie maleje liczba dób z przymrozkami, ale nie jest tak, że w każdym kolejnym roku występuje coraz mniej przymrozków. Liczby przymrozków w poszczególnych sezonach zimowych często różnią się od wartości wynikających z długotrwałych tendencji. Analiza obserwacji z Poczdamu (Kundzewicz i Józefczyk, 2008) pokazuje, że zarówno największa liczba dób z przymrozkami w roku jak i najniższa liczba dób z przymrozkami w roku dla całego okresu obserwacji (1893–2008) przypada na okres ostatnich 20 lat.

Częstsze i coraz bardziej intensywne fale upałów mają niekorzystny wpływ na zdrowie. Grozi hipertermia, stres cieplny, wzrost śmiertelności. Dobrą wiadomością jest jednak zmniejszanie się częstości występowania fali silnych mrozów. Kiedy taka fala wystąpi, pociąga za sobą liczne ofiary śmiertelne (często są to osoby bezdomne, bądź pozostające pod wpływem alkoholu). Jesienią 2009, pierwsze zgony spowodowane zamrożeniem zanotowano w Polsce już w październiku, kiedy to wystąpiły wczesne i krótkotrwałe mrozy. Znacznie więcej ofiar pochłonęła druga, ostrzejsza, bardziej długotrwała i pokrywająca cały kraj fala niskich temperatur w ciągu kilku pierwszych dni drugiej połowy grudnia 2009.

Oprócz wzrostu temperatury średniej, zauważamy, że w zmieniającym się klimacie liczne ekstrema stają się bardziej ekstremalne. W efekcie nasilających się ekstremów wodnych obserwujemy konsekwencje zdrowotne. Powódź przynosi bezpośrednie ofiary śmiertelne i kontuzje, zatrucia żołądkowe i biegunki, oraz tzw. PTSD (post-traumatic stress disorder), czyli zaburzenia związane ze stresem spowodowanym traumatycznymi przeżyciami. Suszy towarzyszą – pożary i spadek plonów. Na obszarach

gorących i suchych w krajach rozwijających się, gdzie projekcje klimatyczne zapowiadają dalsze ocieplenie i redukcję (już dziś skąpych) opadów, grozi wzrost niedożywienia i głodu, a także wzrost liczebności „uchodźców klimatycznych”.

Adaptacja do zmian klimatu stanowi wyzwanie dla systemu opieki zdrowotnej w każdym kraju. Szczególne obawy budzą perspektywy w krajach słabiej rozwiniętych, które już teraz słabo sobie radzą z zapewnieniem opieki zdrowotnej swoim obywatelom, a ich potencjał adaptacji nie ulega wyraźnej poprawie. Adaptacja do skutków zmian klimatu może więc w niektórych krajach stanowić zadanie ponad siły.

W lecie 2003 wystąpiła w Europie niezwykle silna fala upałów, wywołująca wyraźnie zauważalne skutki zdrowotne. Choć, na szczęście, rekordowa gorączka nie dotarła do Polski, warto przyjrzeć się konsekwencją silnej i długotrwałej fali upałów w innych krajach Europy.

Absolutne maksima temperaturowe przekraczały historyczne rekordy na wielu stacjach Francji, Niemiec, Szwajcarii, Hiszpanii, Włoch, Portugalii, i Wielkiej Brytanii. W wielu miejscach południowej Europy, wartości temperatury maksymalnej przekraczały 40°C. W Szwajcarii, średnia temperatura lata (czerwiec – sierpień) przekraczała średnia wieloletnią aż o pięć odchyień standardowych. Było to więc, w warunkach obecnego klimatu, zjawisko niezwykle rzadkie. Analiza przestrzennego pola obserwowanych temperatur wykazała, dla regionu 35°N–50°N, 0–20°E, lato 2003 było najgorętsze od początku notowań (1780) i przekraczało aż o 3,8°C średnią temperaturę z okresu kontrolnego 1961–1990 i o 1,4°C drugie najcieplejsze lato w tym okresie. W oparciu o wszelkie dostępne dane historyczne, postawiono hipotezę, że lato 2003 było najgorętsze conajmniej od roku 1500. Jeśli brać pod uwagę istniejący klimat, upały zanotowane w lecie 2003 były niezwykle mało prawdopodobne. W świetle projekcji na przyszłość, w późniejszych dekadach XXI wieku, takie (lub cieplejsze) lato ma prawo zdarzać się coraz częściej (nawet co drugi rok).

Dodatkowe zgony spowodowane falami upałów w Europie sięgają kilkudziesięciu tysięcy (Confalonieri i in., 2007), choć różne źródła podają różne wielkości. Ofiary śmiertelne upałów zanotowano w okresie od czerwca do sierpnia 2003 w Belgii, Czechach, Hiszpanii, Holandii, Niemczech, Portugalii, Wielkiej Brytanii i Włoszech. Wśród najbardziej dotkniętych byli ludzie starsi, np we Francji ok. 60% ofiar stanowiły osoby w wieku ponad 75 lat. Istotny jest czynnik socjalny – wśród ofiar było wiele starszych osób, pozostawionych w domu przez rodziny, które pojechały na wakacje. Fala upałów

2003 spowodowała uznanie potrzeby budowy systemu ostrzeżeń w szeregu krajów europejskich. Wyciągnięte zostały wnioski, które umożliwiły znacznie lepsze przygotowanie do (słabszej) fali upałów w roku 2006, która spowodowała znacznie mniej ofiar.

Uwagi końcowe

W większości krajów świata (ale nie we wszystkich) obserwujemy poprawę zdrowia populacji. Rośnie oczekiwana długość życia, choć w części Afryki notuje się spadek. Maleje umieralność niemowląt i małych dzieci (ale nie wszędzie – w pięciu krajach zanotowano pogorszenie sytuacji).

Zmiany klimatu mają znaczący wpływ na zdrowie ludzkie, poprzez już zaobserwowane zmiany zasięgu wektorów, zmiany rozkładu sezonowego alergenów, oraz wzrost zagrożeń związanych z falami upałów.

Projekcje wskazują, że w przyszłym klimacie można oczekiwać kontynuacji już zaobserwowanych tendencji. Ponadto obawiamy się znaczącego wzrostu niedożywienia i wynikających stąd zaburzeń (np. związanych ze wzrostem i rozwojem dzieci). Wzrosnie liczba ludzi doświadczanych, w wieloraki sposób, ekstremami klimatycznymi.

Negatywne konsekwencje w obszarze zdrowia publicznego, spowodowane zmianą klimatu, dotkną szczególnie dotkliwie społeczeństwa krajów rozwijających się, o niskim potencjale adaptacji.

Literatura

- Alcamo, J., J.M. Moreno, B. Nováky, M. Bindi, R. Corobov, R.J.N. Devoy, C. Giannakopoulos, E. Martin, J.E. Olesen & A. Shvidenko (2007) Europe. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M. L. Parry, O. F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C. E. Hanson (red.)], Cambridge University Press, Cambridge, UK, 541–580.
- Brohan, P., J.J. Kennedy, I., Harris, S.F.B. Tett, & P.D. Jones (2006) Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: a new dataset from 1850. *J. Geophys. Res.*, 111, D12106, doi:10.1029/2005JD006548.
- Confalonieri, U., B. Menne, R. Akhtar, K.L. Ebi, M. Hauengue, R.S. Kovats, B. Revich & A. Woodward (2007) Human health. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson (red.)], Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Kundzewicz, Z.W. & D. Józefczyk (2008) Temperature – related climate extremes in the Potsdam Observation Record. *Geografie*, 113(4) 372–382.
- Kundzewicz, Z.W. & P. Kowalczak (2008) *Zmiany klimatu i ich skutki*. Wyd. Kurpisz, 206 str.
- Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden & P. Zhai (2007) Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor & H. L. Miller (red.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK.