

Interdyscyplinarne podstawy współczesnej wiedzy o zmianie klimatu

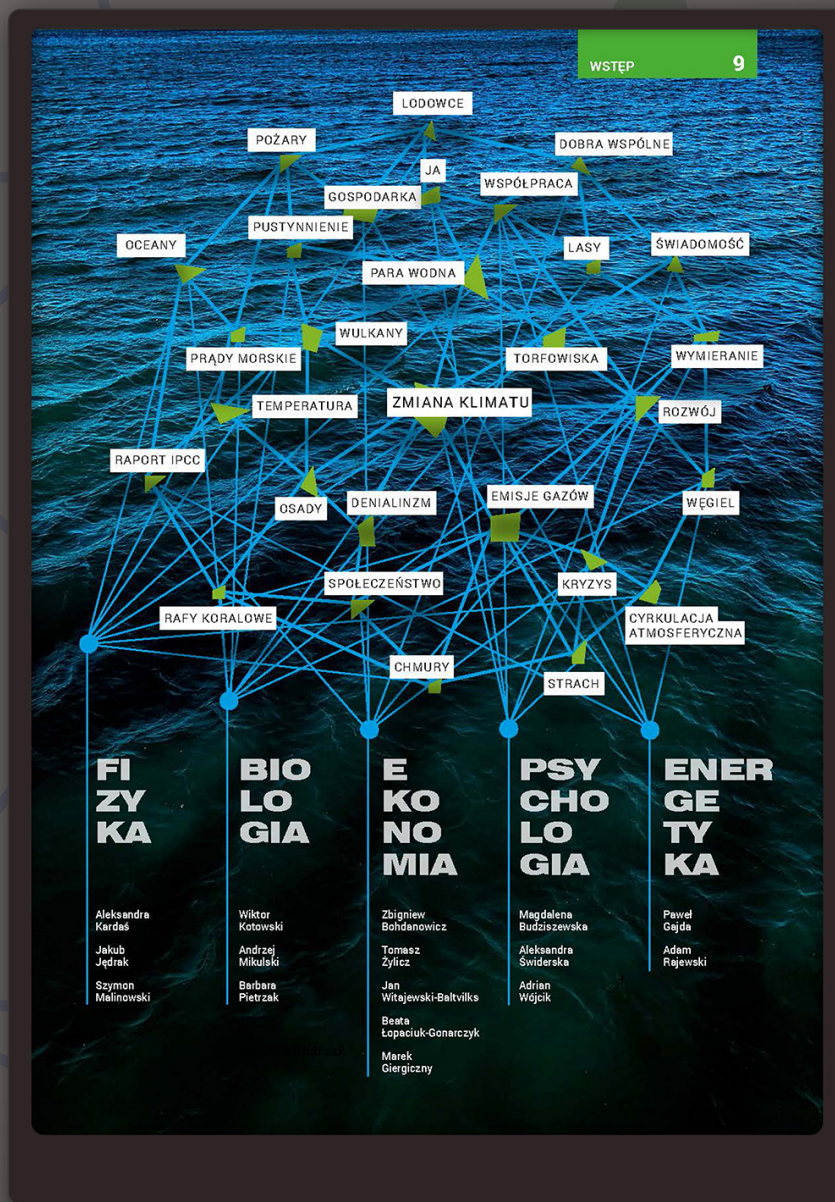
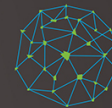
KLIMA TYCZNE ABC

REDAKCJA NAUKOWA

Magdalena Budziszewska
Aleksandra Kardaś
Zbigniew Bohdanowicz



UNIWERSYTET
WARSZAWSKI



- Co decyduje o temperaturze powierzchni Ziemi?
- Jak doprowadziliśmy do zmiany klimatu?
- Jakie są konsekwencje globalnego ocieplenia?
- Jak przeciwdziałać zmianie klimatu i jej skutkom?



KLIMATYCZNE ABC

LEKCJA 2 39

Jak możesz zauważyć, przyglądając się umieszczonym na rysunku liczbom opisującym przepływy węgla, niektóre procesy zachodzą w dużo większym tempie niż inne. Dlatego sensownie jest podzielić je na dwie klasy:

WOLNY CYKL WĘGLOWY, cykl geologiczny – procesy wymiany węgla, których skala czasowa jest długa („geologiczna”), rzędu tysięcy i setek tysięcy lat.

**DEFINICJA
WOLNY CYKL WĘGLOWY**

SZYBKI CYKL WĘGLOWY – procesy wymiany węgla, których skala czasowa (czyli czas potrzebny do zaobserwowania efektów zachodzących w nich zmian) jest krótka, rzędu lat lub dekad.

**DEFINICJA
SZYBKI CYKL WĘGLOWY**

Szybki cykl węglowy obejmuje przede wszystkim wymianę węgla między atmosferą, ekosystemami lądowymi (organizmami żywymi i glebą) oraz oceanami. Stale krąży tu ponad 40 000 GtC. Naturalne procesy zmieniają tę sumę bardzo powoli: zwróć uwagę, że przepływy między szybkim a wolnym cyklem węglowym (powstawanie osadów oceanicznych, wulkanizm i wietrzenie skał) są niewielkie, a w dodatku częściowo się równoważą.



Foto: by Mirosław Kozłowski

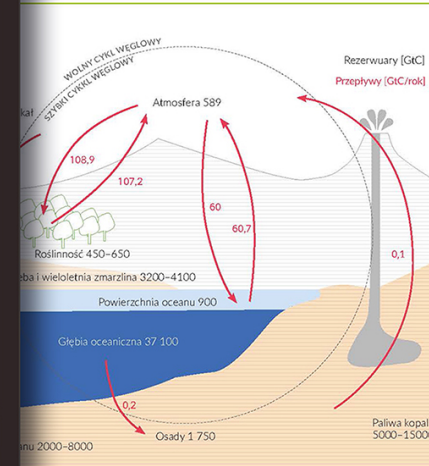
LEKCJA 2 38

UWAGA!

wagę na jednostki, w jakich podawana jest masa węgla lub jego znajdujących się lub wymienianych pomiędzy jego rezerwuarami to być tony węgla (tC), ale także tony dwutlenku węgla (tCO_2) lub CH_4 .

1tCO_2 odpowiada $0,27\text{tC}$ (odejmujemy masę atomów tlenu)

1tCH_4 odpowiada $0,75\text{tC}$ (odejmujemy masę atomów wodoru)



Gt – symbol oznaczający giga-tonę, czyli 1 000 000 000 ton (miliard)

Klatraty metanu to powstające w niskich temperaturach kryształy z cząsteczek wody i metanu. Na Ziemi znajdziemy je w glebi skał na Syberii, Alasce i w północnej Kanadzie oraz zagrzebane w osadach dennych na dnie oceanów w wielu regionach świata.

Wieloletnia zmarzlina – fragment skorupy ziemskiej utrzymujący się długotrwale w temperaturze poniżej 0°C .

Przeznaczony diagram obiegu węgla w przyrodzie w czasach przedprzemysłowych (przed latem na szybko (wewnątrz koła) i wolny (na zewnątrz) cykl węglowy.

Łączna ilość węgla znajdującego się w różnych rezerwuarach węgla (kolor czarny) oraz jego roczne przyrosty (szafka i wartości). Szafka wychodząca z roślinności do atmosfery odpowiada przyrostowi rozkładowi materii organicznej w glebach (oddechane mikroorganizmami) oraz czynnym w stabilnym ekosystemie w ciągu stulecia las odrostu. Bilansując wcześniejsze emisje jest usuwany z szybkiego do wolnego cyklu węglowego w procesach wietrzenia skał i osadów oceanicznych. Powraca do niego w wyniku zjawisk wulkanicznych.

Osady kopalne oraz klatraty praktycznie nie uczestniczą w szybkim cyklu węglowym.

Clais i in., 2013 oraz Denman i in., 2007.

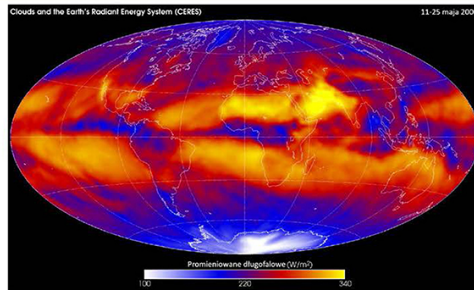
Skąd wiemy, że to wzrost koncentracji gazów cieplarnianych doprowadził do ocieplenia klimatu?

Jest wiele niezależnych, opartych na pomiarach dowodów na to, że to zmiana składu atmosfery spowodowała zmianę bilansu energetycznego Ziemi.

W ziemskim systemie klimatycznym (a także poza nim, na orbitach okołoziemskich) pracuje stale wielu naukowców różnych dziedzin – fizyki, meteorologii, oceanologii, geologii, glaciologii czy biologii – wykorzystujących najrozmaitsze metody pomiarowe. Dysponujemy więc licznymi pomiarami, które dostarczają nam wiedzy o przepływach energii wewnątrz systemu (pomiędzy atmosferą, oceanem, litosferą, kriosferą), a także o dopływie energii słonecznej i ilości energii uciekającej z Ziemi w kosmos. Dzięki temu możemy dość dokładnie opisać bilans energetyczny Ziemi (jeśli chcesz go sobie przypomnieć, zajrzyj do lekcji drugiej) i zidentyfikować, skąd wzięło się jego zaburzenie.

ATMOSFERA EMITUJE MNIEJ ENERGII W KOSMOS

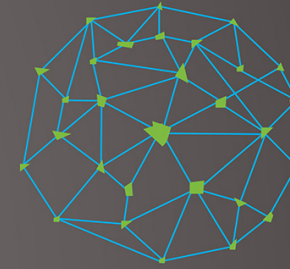
Jak wiesz z lekcji o bilansie energetycznym Ziemi, wzrost koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze powinien prowadzić do zmniejszenia ilości promieniowania podczerwonego emitowanego z atmosfery w przestrzeń kosmiczną. To zjawisko jest obecnie obserwowane dzięki wykorzystaniu kolejnych satelitów badawczych, krążących po orbicie okołoziemskiej od lat 80. ubiegłego wieku (między innymi w ramach misji ERBS i CERES) (np. Harries i in., 2001, Allan i in., 2014).



Rysunek 1: Przykład pomiarów promieniowania długofalowego wychodzącego z atmosfery ziemskiej wykonanych przez przyrząd CERES - satelity Terra. Średni strumień promieniowania w poszczególnych regionach w dniach 11-25 maja 2000.

Źródło: NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio

strumień promieniowania – ilość energii (w postaci fal elektromagnetycznych) przechodzącej w jednostce czasu przez jednostkową powierzchnię



KLIMATYCZNE ABC

KlimatyczneABC.uw.edu.pl



12. Jak przeciwdziałać kryzysowi klimatycznemu?

[pobierz](#)

12.1 Najważniejsze wnioski z raportu IPCC o ociepleniu o 1,5°C

Porozumienie paryskie. Cele raportu IPCC. Najważniejsze wnioski z raportu. Działania konieczne do wypełnienia założeń Porozumienia paryskiego. Redukcja emisji antropogenicznych netto. Ujemne emisje. Inżynieria klimatyczna.

[pobierz](#)

12.2 Transformacja sektora energetycznego

Uwarunkowania dla zmian w energetyce: zapotrzebowanie na energię, magazynowanie energii, koszty inwestycji, uwarunkowania historyczne. Ograniczenie emisyjności energetyki: redukcja zużycia energii, wychwyty i składowanie CO₂, zmiana metod produkcji energii. Niskoemisyjne metody produkcji energii: źródła odnawialne (elektrownie wodne, wiatrowe, słoneczne, wykorzystanie biomasy), energetyka jądrowa. Dobór paliw w elektrowniach konwencjonalnych. Trendy i perspektywy energetyki.

[pobierz](#)

12.3 Smog a zmiana klimatu

Pojęcie smogu. Smog a zmiana klimatu - przyczyny i rozwiązania. Wpływ smogu i dwutlenku węgla na zdrowie.



interdyscyplinarne podstawy współczesnej wiedzy o zmianie klimatu

KLIMA TYCZNE ABC

REDAKCJA NAUKOWA

Magdalena Budziszewska
Aleksandra Kardaś
Zbigniew Bohdanowicz



UNIwersytet
warszawski