ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1995
Seria: MATEMATYKA-FIZYKA z. 78 GEOCHRONOMETRIA 12 Nr kol. 1316

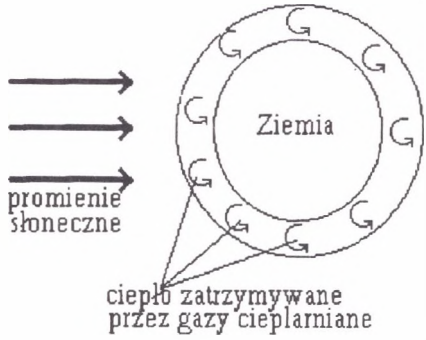
Beata BĘBEN
VI Liceum Ogólnokształcące
im. Stefana Czarnieckiego w Szczecinie

Efekt cieplarniany.
Przyczyny powstawania i sposoby przeciwdziałania

Streszczenie. Praca porusza problem związany z efektem cieplarnianym, jego powstawaniem, skutkami i sposobami zapobiegania. W pracy opisany jest udział poszczególnych substancji odpowiedzialnych za efekt cieplarniany oraz opis alternatywnych technologii energetycznych mogących pomóc w likwidacji jego skutków.

1. Definicja efektu cieplarnianego

Ziemia otoczona jest warstwą gazową (400 - 1500 km) zwaną atmosferą ziemską. Atmosferę tworzy mieszanina gazów zwana powietrzem. Naturalnymi składnikami powietrza są m. in. dwutlenek węgla CO_2 i para wodna. Gazy te od niedawna nazywane są gazami cieplarnianymi. Dlaczego? Zadaniem tych gazów jest pochłanianie ciepła płynącego z Ziemi i Słońca oraz utrzymanie temperatury, tak aby zachować równowagę między ilością ciepła dochodzącego do Ziemi a ilością ciepła odchodzącego z Ziemi. Ludzka działalność powoduje nadmierne powstawanie tych gazów, co podnosi temperaturę atmosfery ziemskiej. Wzrost promieniowania absorbowanego przez atmosferyczne gazy cieplarniane i spowodowane tym nagrzewanie się powietrza nazywamy efektem cieplarnianym.



Rys. 1. Tworzenie się efektu cieplarnianego

2. Co to znaczy czyste powietrze. Skład czystego powietrza

Czyste powietrze to takie powietrze, które zawiera składniki sobie tylko właściwe (a więc mieszaninę gazów), wolne od zanieczyszczeń i obcych wpływów w postaci gazów emitowanych z powierzchni Ziemi, takich jak dwutlenek węgla, tlenek węgla, dwutlenek siarki i inne.

Tabela 1
Skład suchego powietrza
(tzn. bez pary wodnej)

Gazy		Zawartość procentowa w powietrzu wg objętości
Azot	N_2	78, 09
Tlen	O_2	20, 95
Argon	Ar	0, 93
Dwutl.węgl.	CO_2	0, 03
Neon	Ne	$1, 82 \times 10^{-3}$
Hel	He	$5, 25 \times 10^{-4}$
Krypton	Kr	$5, 00 \times 10^{-5}$
Wodór	H_2	$8, 76 \times 10^{-6}$

3. Pierwsze obserwacje

Pierwsze informacje o możliwych zmianach bilansu radiacyjnego pod wpływem wzrostu koncentracji CO_2 przekazał nam na przełomie stuleci szwedzki chemik Arrhenius. Potwierdził tę koncepcję inny uczony - Callender, który również zauważył wzrost tej koncentracji. Od połowy bieżącego stulecia prowadzone są pomiary zawartości CO_2 w dolnej troposferze, w miejscach pozbawionych wpływów lokalnych, np. na przylądku Barrow na Alasce, na szczytach Kaukazu lub na Mauna Loa na Hawajach. Badania te wskazują wzrost koncentracji CO_2. Prowadzone są również badania w lodach Antarktydy i Grenlandii. Bąbelki powietrza uwięzione w lodzie, które poddano metodom izotopowym bądź sedymentologicznym, wyraźnie wskazują na wzrost koncentracji CO_2 w powietrzu przez ostatnie setki lat.

Wzrost koncentracji CO_2 rozpoczął się prawdopodobnie na początku XVII w. od poziomu ok. 278 ppmv (tzn. cząstek gazu na milion cząsteczek objętości powietrza). Obecnie poziom koncentracji wynosi 340 ppmv, oznacza to więc, że w atmosferze przybyło ok. 150 mld. ton węgla.

4. Metody badania wpływu gazów cieplarnianych na klimat

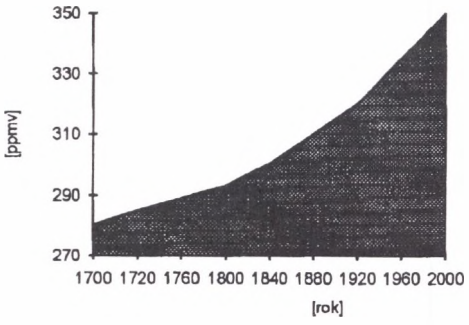
Bilans energetyczny uzależniany jest od oddziaływania różnych czynników wyznaczonych przez tzw. wymuszenie radiacyjne. Wymuszeniem radiacyjnym nazywamy zmiany strumienia energii wyrażone w Wm^{-2} powstałe ze zmian fizycznych lub chemicznych w przyrodzie. Znanych jest kilka wskaźników stosowanych do obliczenia wielkości wymuszenia radiacyjnego przez gazy cieplarniane:

- względne wymuszenie cząsteczkowe (tzn. oddziaływanie różnych cząsteczek gazów na siebie obliczone głównie względem CO_2),
- względne wymuszenie masowe (polega na obliczeniu nacisku 1 kg gazu na 1 kg innego gazu z uwzględnieniem wag tych gazów),
- udział przeszłych, obecnych i przyszłych zmian koncentracji tych gazów,

- wskaźnik Potencjalnego Ocieplenia Globalnego GWP obliczany jest na podstawie wielkości emisjii gazów cieplarnianych. Pozwala obliczyć zdolności absorpcyjne gazów z ich otoczenia w atmosferze, a także zmiany chemiczne spowodowane przez te gazy.

5. Jak wygląda koncentracja węgla w atmosferze

Atmosfera nad oceanami wykazuje zmniejszoną koncentrację węgla w swych powierzchniowych warstwach. Spowodowane jest to jednak tym, że roślinność wodna dokonała fotosyntezy. Możemy to łatwo zauważyć obserwując przeźroczystość wody, która obecnie znacznie zmalała. Cyrkulacja wód Pacyfiku wynosi 1000 lat, a Atlantyku 200 lat. Nie wiemy więc, ile tak naprawdę związków węgla mamy na Ziemi, gdyż oceany pochłonęły znaczną ich część. Jak bardzo może zmienić się atmosfera, na skutek uwolnienia tych związków, naukowcy nie wiedzą. Skutkom nie możemy już teraz zapobiec.



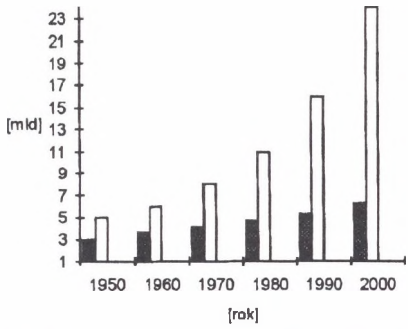
Rys. 2. Wzrost koncentracji CO_2 w atmosferze w latach 1700 - 2000

6. Przyczyny powstawania efektu cieplarnianego

Ostatnio zmiany koncentracji są ponad wszelką wątpliwość spowodowane działalnością człowieka. Powstają tzw. gazy cieplarniane, do których zaliczamy: dwutlenek węgla CO_2, metan CH_4, podtlenek azotu N_20, ozon, związki bromu i chloru, freonu, dwutlenek siarki SO_2.

7. Dwutlenek węgla - CO_2

Do emisji CO_2 przyczynia się spalanie paliw 1,6 +/- 1 GtC na rok (Gtx = 10^9 ton), wyrąb lasów, nieumiejętne zagospodarowanie surowców energetycznych. Jedynie 4% całego emitowanego CO_2 ma pochodzenie antropogeniczne. Wzrost CO_2 spowodowany jest głównie spalaniem paliw kopalnianych, takich jak: węgiel brunatny, węgiel kamienny, ropa naftowa itp. w fabrykach, elektrowniach i transporcie (głównie z rur wydechowych). Powyżej wypisane stanowią aż 75% jego emisji. Należy też dodać, że nie tylko spalanie paliw kopalnianych wywołuje emisję CO_2 , także spalanie śmieci w dużej mierze przyczynia się do tego. Trzeba bowiem wiedzieć, że przy spaleniu 1 tony śmieci powstaje 5000 - 6000 m^3 trujących gazów, z czego 50% stanowi dwutlenek węgla. Inną przyczyną wzrostu emisji CO_2



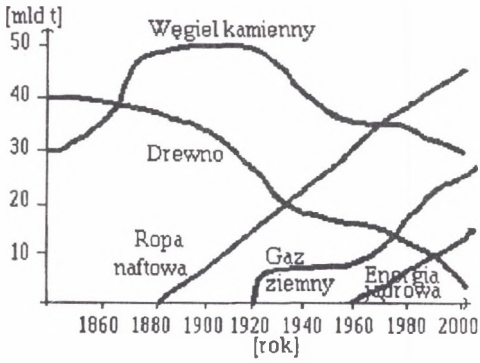
Rys. 3. Ludność świata (ciemny kolor) a produkcja i zużycie energii w przeliczeniu na mld ton węgla (jasny kolor)

jest wyrąb lasów. Dla środowiska bardzo ważne jest to, że rośliny absorbują dwutlenek węgla podczas procesu fotosyntezy. W ciągu ostatnich 3000 lat prawie trzecia część naturalnych lasów została wycięta. Przyczyniło się to do wzrostu emisji dwutlenku węgla aż o 23%.

Wyrąb lasów stanowi obecnie bardzo ważny problem. Gdybyśmy w ciągu jednego dnia posadzili drzewa na obszarze równym obszarowi Europy Zachodniej, to las ten mógłby wchłonąć tylko 15 - 20% CO_2 produkowanego przez człowieka. Łatwo więc zauważyć, że doszło do zachwiania równowagi lasów. Co roku wycinamy ponad 2,5 mld m^3 drewna, które w ponad 40% przeznaczone jest na opał. Aby zrozumieć lepiej ogrom wyrębu lasów należy dodać, że aby wybudować 1 km autostrady, należy wyciąć około 10 ha lasu, podczas gdy na wybudowanie 1 km torów kolejowych wycina się zaledwie 1,5 ha lasu. Wciąż jednak wzrasta ilość budowanych autostrad.

Każdy z nas także przyczynia się do zwiększenia emisji dwutlenku węgla. Większość z nas ma samochody, które w 90% nie mają katalizatorów chroniących przed jego emisją.

Dwutlenek węgla utrzymuje się w atmosferze przez 120 lat, konieczne jest więc jak najszybsze podjęcie działań dążących do zmniejszenia emisji tego gazu.



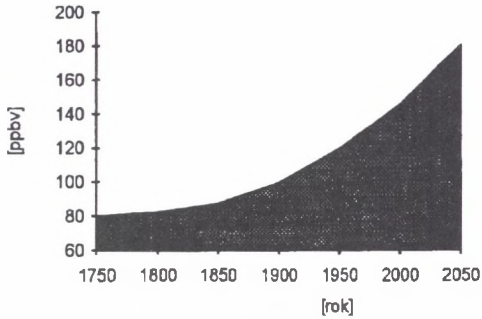
Rys. 4. Ogólnowiatowe zużycie paliw

8. Metan - CH_4

Naturalna koncentracja metanu w atmosferze prawdopodobnie nie przekraczała 1 ppmv (cząsteczek gazu na milion cząsteczek objętości powietrza). Koncentracja ta związana była z rozpadem substancji organicznych w warunkach beztlenowych oraz procesami

fotochemicznymi wywołanymi obecnością zdysocjowanej grupy OH^- w warunkach występowania promieniowania ultrafioletowego. Proces fotochemiczny powoduje redukcję koncentracji metanu. Opisana wyżej równowaga jest obecnie mocno zachwiana. Ze źródeł naturalnych emitowane jest około 155 Tg CH_4 na rok (Tg - 10^{12} g). Ze źródeł antropogennych (powstałych w wyniku działalności człowieka , np. ścieki) uwalniane jest rocznie około 360 Tg metanu na rok. Obecna koncentracja metanu w atmosferze wynosi 172 ppbv (czyli czasteczek gazu na miliard cząsteczek powietrza).

Zwiększenie się beztlenowego rozpadu spowodowane jest nadmierną ilością śmieci, jakie pozostawia nasza cywilizacja po wcześniejszej konsumpcji produktów. Aby przybliżyć jeszcze bardziej ogrom obecnej sytuacji, warto dodać, że jedynie bydło żyjące na świecie corocznie produkuje 73 tysiące dm^3 kompostu. Śmieci są obecnie ogromnym problemem ludzkości, z którym należy się jak najszybciej uporać, gdyż metan zachowuje aktywność w atmosferze przez ok. 10 lat. Skutki tak wielkiej emisji metanu będą więc odczuwalne za kilkanaście lat.



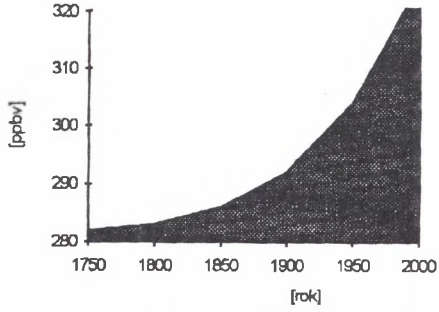
Rys.5. Wzrost koncentracji CH_4 w atmosferze

9. Tlenki azotu N_xO

Innymi gazami cieplarnianymi działającymi szkodliwie na powłokę Ziemi są tlenki azotu. Przedcywilizacyjna koncentracja tlenków azotu w atmosferze szacowana jest na 0, 25 ppmv (cząstek gazu na milion cząsteczek objętości powietrza). Należy dodać, że tlenki te pochłaniają promieniowanie podczerwone. Od kilku lat obserwowany jest niewielki, ale bardzo wyraźny wzrost emisji tych gazów (3%) rocznie. Obecna koncentracja tlenków azotu w atmosferze

wynosi ok. 3, 00 ppmv. Gazy te mają bardzo złożony mechanizm zrównoważonej obecności obejmującej również procesy w stratosferze.

Obserwowany w ostatnich latach sztuczny wzrost koncentracji tlenków azotu spowodowany jest nadużywaniem nawozów sztucznych i spalaniem paliw kopalnianych, a także biomasy. Szczególnie ważnym problemem jest nadużywanie nawozów sztucznych. Rolnicy aż w jednej trzeciej mogliby zastąpić nawozy sztuczne organicznymi. Należy też dodać, że tlenki azotu należą do najbardziej trwałych. W atmosferze mogą utrzymywać się od 100 do 200 lat. Powinniśmy jak najszybciej zmniejszyć wzrost ich emisji, by zapobiec przyszłej możliwej katastrofie.



Rys.6. Wzrost koncentracji tlenków azotu w atmosferze

10. Freony 11 ($CFCl_3$) i (CF_2Cl_2)

Freony są to związki chloru, fluoru i węgla CFxClx. Freony są tak trwałe, że pozostają w atmosferze ponad 130 lat. Obecna koncentracja freonów w atmosferze wynosi: $CFCl_3$ - 0,03 ppmv i CF_2Cl_2 - 0,04 ppmv.

W czasie promieniowania freon rozkłada się spalając węgiel, a fluor i chlor rozpoczynają reakcję łańcuchową z ozonem. Freony, które posiadają duże ciepło parowania mogą absorbować ciepło nawet 25 tys. razy efektywniej niż CO_2. Stąd też stosowane są w instalacjach chłodniczych jako czynniki chłodzące oraz jako rozpuszczalniki.

Aby zapobiec wzrostowi koncentracji freonów w atmosferze, należy przede wszystkim zastąpić freony innymi środkami, które nie niszczą ozonu, a są równie efektywne co one. Działania te zostały podjęte głównie w Europie Zachodniej i Ameryce Północnej.

11. Ozon to również gaz cieplarniany

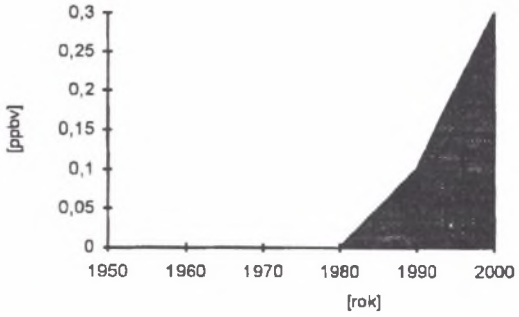
Ozon (O_3) oddziałuje pozytywnie jeśli znajduje się w górnej warstwie atmosfery tj. stratosferze. Gdy jednak znajduje się w dolnej warstwie atmosfery - troposferze jest gazem szkodliwym, wpływającym również na powstawanie efektu cieplarnianego. Aż 10% całego ozonu znajduje się w troposferze. Jest to dużo. Dlaczego? Ozon jest odmianą tlenu, tzw. trójtlenkiem. Gdy znajduje się w niższych warstwach atmosfery, rozkłada się i tworzy związki z węglem, wodorem i azotem, powstają więc tlenki węgla, węglowodoru, tlenki azotu.

Aby zapobiec temu szkodliwemu działaniu człowiek musi zaprzestać naruszania naturalnego stanu ozonosfery, wtedy ozon nie będzie opadać do niższych warstw atmosfery i nie będzie już szkodliwy.

12. Związki chloru i bromu

Do związków bromu i chloru należą m. in. chlorofluorowęglowce (CFC_5), halony, chloroform metylowy, czterochlorek węgla, bromek metylu i inne. Koncentracja tych związków w atmosferze wzrasta. Dlaczego? Źródłem tych gazów jest przede wszystkim produkcja przemysłowa. Związki te stosowane są jako gazy chłodzące w urządzeniach chłodniczych i gaśniczych, jako środki rozpylające i czyszczące, używane przy produkcji pianek poliuretanowych, a także w innych dziedzinach przemysłu.

Gazy te dostają się do troposfery i powodują niszczenie tej warstwy, co wiąże się ściśle z powstawaniem efektu cieplarnianego. Należy niezwłocznie zaprzestać stosowania tych gazów w produkcji przemysłowej, gdyż czas ich trwania w atmosferze dochodzi nawet do 500 lat ! Gazy te ulegają zniszczeniu tylko przez powolny rozkład fotochemiczny.



Rys. 7. Wzrost koncentracji związków chloru i bromu w atmosferze

13. Rola gazów cieplarnianych w wywołaniu efektu cieplarnianego

Tabela 2

Udział poszczególnych gazów w powstawaniu efektu cieplarnianego

	CO_2	CH_4	N_2O	O_3	F_{11}	F_{11}
Z	1	25	250	2,000	17,500	20,000
K_0	275	0, 75	0, 25	0, 05	0, 0	0, 0
K	350	1, 65	0, 35	0, 1	0, 003	0, 004
T	0, 4	1	0, 3	3	5	5
R	50	18	7	13	8	6

Legenda:

Z - zdolność pochłaniania promieniowania podczerwonego w stosunku do CO_2

K - koncentracja obliczona na przełomie lat 80 - 90 w ppmv (cząstek gazu na milion cząsteczek objętości powietrza)

K_0 - koncentracja w atmosferze do XIX w.

T - roczne tempo wzrostu koncentracji

R - udział procentowy w powstawaniu efektu cieplarnianego.

14. Obserwowane zmiany klimatu

Zmiany atmosfery określone są przez wskaźnik tzw. łącznej temperatury lądu i morza. Wskaźnik ten wyraźnie pokazuje nam znaczny wzrost temperatury na Ziemi, która podniosła się już o ok. $0,5^0$ C w ciągu ostatnich stu lat. Obserwuje się też zróżnicowanie opadów - długie susze oraz ulewne deszcze, np. susza w Polsce w 1994 r. w czasie dwóch miesięcy letnich, kiedy spadło jedynie ok. 250 mm deszczu. Zwłaszcza w rolnictwie były odczuwalne jej skutki. Nastąpiła też zmiana cyrkulacji powietrza, wiatry zmieniają swe kierunki i wieją ze zróżnicowanym acz różnym od poprzedniego natężeniem. Nastąpił wzrost temperatury powierzchni oceanów, co wiąże się ściśle z tworzeniem się cyklonów tropikalnych (np. wiatry w Indiach). Zachwianie się całego systemu klimatycznego jest odczuwalne już dziś. Łatwo i szybko można zaobserwować częstsze występowanie zjawisk ekstremalnych, takich jak: długotrwała susza i następujące po niej deszcze czy bezwietrzna pogoda i następujące po niej huragany i cyklony.

15. Oczekiwane zmiany klimatu

Obserwowany spadek bezpośredniego spalania paliw wywołany głównie kryzysami naftowymi pozwala przypuszczać, że przed 2050 r. koncentracja CO_2 w atmosferze nie podwoi się. Można natomiast przewidzieć, że na przełomie drugiego i trzeciego ćwierćwiecza XXI w. w atmosferze ziemskiej znajdować się będzie ok. 400 ppmv CO_2, jeżeli weźmiemy pod uwagę intensywność pochłaniania CO_2 przez oceany. Wzrost koncentracji aktywnych radiacyjnie gazów spowoduje przemianę bilansu, zwłaszcza długofalowego atmosfery, a tym samym całego systemu istniejącego między atmosferą a powierzchnią Ziemi.

Dwutlenek węgla pochłania promienie podczerwone jedynie w pewnych przedziałach długich fal, jednak wzrost jego koncentracji spowoduje wzrost intensywności pochłaniania tych fal w pasmach, gdzie nie jest ona konieczna.

Metan i nadtlenek azotu są słabymi absorbentami (mają małą zdolność pochłaniania), lecz hamować będą odpływ promieniowania do kosmosu z atmosfery ziemskiej.

Freony będą pochłaniać te pasma, które nie są absorbowane przez gazy naturalne, takie jak H_20 (para wodna), CH_4 a także CO_2 i N_2O, stąd też ich wpływ na wzrost ocieplenia będzie znaczny. Przyjmując, że do końca XXI w. nastąpi podwojenie koncentracji CO_2, należy przewidywać, że warstwa przyziemna powietrza ociepli się, przy jednoczesnym ochłodzeniu w stratosferze (do 11^0 C). W wysokich, tj. polarnych, szerokościach nastąpi ocieplenie, zwłaszcza w okresie zimy i jesieni. Ocieplenie to spowoduje topnienie lodów polarnych i zmniejszenie gęstości wody w oceanach. Wzrost temperatury na całej kuli ziemskiej przewidywany jest na ok. 1, 5^0 C. Jedynie w szerokościach zwrotnikowych nastąpią niewielkie zmiany. W szerokościach umiarkowanych ocieplenie atmosfery odczuwalne będzie głównie w okresie letnim, kiedy to średnia temperatura może wzrosnąć nawet o 4^0 C. Synoptycy przewidują wzrost sumy rocznych opadów (z 3 do 10%) głównie w szerokościach polarnych i międzyzwrotnikowych. Wzrost temperatury w wysokich szerokościach spowoduje zmiany miąższości i zasięgu lodów arktycznych. Naukowcy przewidują zmniejszenie grubości lodu morskiego aż dwukrotnie! Już obecnie na Arktyce lód zmniejszył się o ok. 1 m. Deficyt wody i przesuszenie gleby będą się stale powiększać, co wpłynie na rozszerzenie się strefy objętej procesem pustynnienia. Proces ten nie zagraża jedynie obszarom polarnych szerokości geograficznych na półkuli północnej. Należy dodać, że wzrost temperatury o 2^0 C w stosunku do panujących obecnie warunków mógłby doprowadzić do powstania warunków, jakie istniały 10 tys. lat temu ! Najważniejsze jest jednak to, że żaden naukowiec nie jest obecnie w stanie do końca udowodnić, że obecnie obserwowane zmiany klimatu spowodowane są wzrostem koncentracji CO_2 w atmosferze, a nie na przykład ewolucją atmosfery, nikt jednak nie udowodnił, że nie może tak być.

16. Wpływ zmiany klimatu na poziom wód

Większość lodowców górskich w ciągu ostatniego stulecia zmniejszyła swój zasięg. Naukowcy stwierdzili, że do roku 1961 lodowce wpłynęły na podniesienie się globalnego poziomu morza o ok. 0, 46 mm na rok, co dało w sumie 3 cm. Przewiduje się, że globalne ocieplenie spowoduje nagrzanie się mórz oraz podniesienie ich poziomu, co jednoznaczne jest ze zwiększeniem się powierzchni zajmowanej przez wody morskie. Skutkiem tego będzie

wzrost poziomu mórz i oceanów o 50 - 200 cm na każde 100 lat! Takie podniesienie się poziomu wód jest wystarczające, by zatopić część lądów i wysp, np. Holandię czy Anglię. Wiele nisko położonych obszarów może zostać zatopionych, co spowoduje ogromne straty w gospodarce, jak również przyczyni się do migracji ludności. Dla przykładu po podniesieniu się o 60 cm poziomu wód 15% powierzchni Bangladeszu zostałoby zatopione, a wraz z jej zatopieniem domy straciłoby ok. 20 mln ludzi! Wzrost poziomu niesie ze sobą nie tylko cofanie się linii brzegowej, ale także okresowe powodzie i mieszanie się wód słodkich ze słonymi, co może spowodować brak wody pitnej. Także wysoko położone tereny będą zagrożone przez erozję brzegową. Należy tu głęboko rozpatrzyć problem intruzji wód słonych w głąb lądu. Wzrost poziomu oceanu o 70 cm spowoduje migrację wód słonych aż o 17 km w górę rzek, przy czym należy dodać, że zasolone zostałyby nie tylko przyziemne, ale także podziemne zasoby wód. Nastąpiłaby wtedy migracja ludności, która przenosiłaby się w obszary zasobne w wodę pitną. Zatopienie obszarów lądowych miałoby też duży wpływ na egzystencję zwierząt brodzących czy wędrownych, które by w większości wyginęły. Przetrwałyby tylko najsilniejsze, zdolne do przystosowania się do nowych warunków gatunki.

Zalanie obszarów przybrzeżnych miałoby też ogromny wpływ na gospodarkę krajów, w których istotną rolę odgrywa turystyka. Część obszarów zostałaby zalana, inne zaś nie byłyby możliwe do wykorzystywania. Wiązałoby to się ściśle z upadkiem gospodarki tych krajów i długotrwałym kryzysem gospodarczym, który trwałby do momentu rozwinięcia się innej dziedziny gospodarki.

17. Konsekwencje zmian klimatu w rolnictwie

Przewidywany wzrost średniej temperatury spowoduje przesunięcie się stref klimatycznych o ok. 200 - 300 km ku biegunom na każdy 1^0 C ocieplenia. Będzie to miało ścisły związek z przesunięciem się granic upraw wielu gatunków roślin. Niekorzystna dla rolnictwa będzie redukcja wilgoci glebowej, która będzie malała o 5% na każdy 1^0 C ocieplenia. Nasilenie się zjawisk ekstremalnych, takich jak długotrwałe susze, fale gorąca, silne ulewy i wiatry, wpłyną na spadek plonów o 10 - 30%.

Aby uświadomić sobie zagrożenie można przypomnieć długotrwałą suszę w Ameryce Płn. w 1988 r., która przyczyniła się do spadku światowych zapasów zboża aż o 40%. Biolodzy przypominają, że środowisko roślin jest bardzo wrażliwe na jakiekolwiek zmiany klimatyczne. To może spowodować wyginięcie wielu gatunków roślin, przy czym wyhodowanie nowych, przystosowanych do zmienionych warunków klimatycznych i zdolnych do prawidłowego w nich funkcjonowania trwa minimum 15 lat.

Wyginięcie roślin nasili kryzys gospodarki rolnej i może wpłynąć znacząco w krajach silnie rozwiniętych rolniczo. Dla przykładu rząd brytyjski na podstawie badań dokonał opracowania możliwego wpływu zmian klimatycznych na gospodarkę rolną, z którego to opracowania wynika, że krajowa produkcja rolna zmaleje aż o 30% ze względu na zmiany klimatyczne.

Topnienie wiecznej zmarzliny spowoduje zabagnienie terenów Syberii i płn. Kanady. Ku północnym obszarom postępować będzie desertyfikacja (czyli spadek produktywności obszarów rolniczych w wyniku niedoboru wody, erozji i nadmiernej eksploatacji gleby) oraz wzrośnie zasolenie gleb, co również będzie miało wpływ na gospodarkę i zmniejszenie się plonów w rolnictwie.

To prawdopodobnie spowoduje wzrost cen żywności i co za tym idzie, powstawanie kryzysu gospodarczego krajów.

18. Konsekwencje zmian klimatu w leśnictwie

Jeżeli dojdzie do podwojenia się koncentracji CO_2 w atmosferze i związanych z tym zmian klimatu, to będzie to miało duży wpływ na leśnictwo. Około 37% lasów borealnych (tj. położonych w wyższych szerokościach np. lasy w Kanadzie) ulegnie zniszczeniu, a pozostała część przesunie swe granice o 200 - 1000 km w stronę biegunów. Również powierzchnia lasów zwrotnikowych zmaleje o ok. 22%. Natomiast dojdzie do zwiększenia zasięgu lasów sfery okołorównikowej (związane jest to ze wzrostem temperatury, niską wilgotnością, bowiem wzrośnie powierzchnia obszarów o klimacie równikowym i podrównikowym) o ok. 28%. Drzewa, podobnie jak i inne rośliny, wrażliwe są na zmianę klimatu i również będą ginąć.

Największe szanse na przetrwanie i możliwość rozwoju będą miały te drzewa, które posiadają dużą tolerancję na warunki siedliskowe (tzn. łatwo przystosowują się do zmian gleby, temperatury powietrza, są odporne na susze, potrafią zachowywać wilgoć). Do takich drzew możemy zaliczyć np. topole, olsze. Wyginięciem zagrożone będą takie gatunki jak: świerk, jodła, sosna, które przystosowane są do chłodnego klimatu o dużej wilgotności powietrza. Ulegną one eliminacji, gdyż nie będą w stanie przystosować się do nagłego ocieplenia temperatury i zmiany wilgotności gleby.

19. Konsekwencje zmian klimatu w innych dziedzinach życia

Ocieplenie klimatu będzie miało przede wszystkim wpływ na gospodarkę, Spowoduje to zmiany w zapotrzebowaniu, cenach, dostępności oraz rodzaju energii. Przemianie ulegnie cały system zasilania i wykorzystywania energii, metody poszukiwania i wydobywania surowców oraz inna będzie dystrybucja i konsumpcja energii.

Zmianie ulegną także inne dziedziny gospodarki, takie jak: rolnictwo, leśnictwo, turystyka a także transport.

Zmiana klimatu będzie miała wpływ na zdrowie ludności świata. Ocieplenie klimatu spowoduje zakłocenia w dotychczasowej termoregulacji naszych organizmów. Skutkiem tego będzie wzrost zachorowalności i umieralności na choroby układu krążenia oraz choroby układu oddechowego. Również inne choroby, zwłaszcza te, które zazwyczaj występują w klimacie międzyzwrotnikowym będą się rozpowszechniać. Związane jest to z rozszerzeniem się na inne strefy klimatu międzyzwrotnikowego. Choroby te to m. in. malaria i cholera. Wysoka umieralność wynikała będzie z nieprzystosowania naszych systemów immunologicznych do walki z tymi wirusami.

20. Metody przeciwdziałania

Międzynarodowy Zespół ds. Zmian Klimatu stwierdził w swym raporcie, że należy zredukować emisję gazów cieplarnianych, by doprowadzić do ich stabilizacji. Światowa

Komisja ds. Środowiska i Rozwoju uznała, że należy rozpocząć tzw. zrównoważony rozwój, czyli taki, który wypełniałby bieżące interesy krajów, a nie byłby szkodliwy dla przyszłych pokoleń. Komisja za podstawowe źródła energii uznała: węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropę naftową i gaz ziemny. Przyznała też, że powrót do okresu przedprzemysłowego będzie możliwy tylko przez oszczędność energii i poprzez ograniczenie użytkowania węgla i stosowanie czystszych paliw, które są mniej szkodliwe dla środowiska. Na międzynarodowej konferencji w Toronto w 1988 r. ogłoszono następujący plan działania:

1. Kraje wysoko uprzemysłowione zredukują emisję CO_2 o 20%.
2. Kraje te rozpoczną przechodzenie na inne, mniej szkodliwe paliwa energetyczne (np. spalanie zostanie zastąpione energią nuklearną).
3. Kraje te będą finansować badania dotyczące możliwości wykorzystywania innych paliw i stworzenia czystszej energii.
4. Wszystkie kraje zmniejszą zasięg wycinania lasów oraz będą dążyć do ich ochrony poprzez tworzenie rezerwatów przyrody i parków narodowych.
5. Kraje uprzemysłowione zobowiązane są do zaniechania produkcji freonów do 2000 roku.
6. Dla produktów ekologicznych (tzn. wyprodukowanych bez zastosowania środków szkodliwych dla zdrowia i środowiska) wprowadzone zostaną etykiety w celu ich promowania.

21. Sposoby ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w przemyśle

Światowe zużycie energii wzrasta rocznie o ok. 2%. Aż 90% emisji CO_2, 80% emisji węglowodorów i 40% emisji tlenków azotu pochodzi z rur wydechowych pojazdów. Katalizatory mogą zmniejszyć emisję szkodliwych produktów spalania benzyny nawet do 90%. Korzystanie z publicznych (zbiorowych) środków transportu umożliwiłoby zmniejszenie emisji CO_2 (wzrost korzystania ze środków komunikacji miejskiej o 1% spowodowałby 15% spadku emisji). Wiąże się to ze zmniejszoną ilością spalonego paliwa przeznaczoną na przetransportowanie tej samej liczby osób. Dodajmy, że wybudowanie 1 km autostrady równa się z wycięciem 10 ha lasów a wybudowanie 1 km torów kolejowych zaledwie 1, 5 ha, przy czym maksymalnie w ciągu jednej doby z autostrady może skorzystać około 7 tys. osób, podczas gdy z przejazdu koleją 80 tys.

Większośc gazów zanieczyszczających powietrze, takich jak SO_2, NO_2 może być usunięta z dymów siłowni cieplnych (elektrowni, elektrociepłowni, hut) przez zastosowanie filtrów do usuwania zanieczyszczeń z paliw (przed spalaniem) lub dymów (po spaleniu). Z badań wynika, że ten sposób zapobiegania zanieczyszczeniom jest dobry, gdyż przy zastosowaniu filtrów, aż 10% elektrowni byłoby całkowicie bezpiecznych dla środowiska.

Każdy człowiek przyczynia się też do emisji gazów cieplarnianych przez nieefektywne wykorzystywanie energii, np. straty energii cieplnej dochodzącej do naszych domów z powodu nieszczelnych drzwi, okien, złej izolacji ścian i dachów, sięgają 25 %. Wybudowanie domów o lepszej izolacji, droższych jedynie o 1% od pozostałych, zmniejszyłoby straty energii o 65%.

22. Leśnictwo a zapobieganie efektowi cieplarnianemu

Lasy w dużej mierze mogą przyczyniać się do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, zwłaszcza CO_2. Aż 23% CO_2 mogłoby być rozłożone w procesie asymilacji, gdyby zwiększył się obszar lasów. Możemy tego dokonać poprzez chronienie lasów, wprowadzenie w nich naturalnych systemów (parki narodowe, rezerwaty przyrody), zalesianie nowymi krzewami, chronienie przed erozją gleb. Do zmniejszenia emisji może przyczynić się też zmniejszenie zasięgu wypalania lasów, eksploatacji lasów dla przemysłu, zastąpienie wyrębów uprawami, poprawa jakości gleb. Bardzo pomocne byłoby też używanie surowców wtórnych, bo przecież zamiast wycinać kolejne hektary lasów, po to by uzyskać nowy papier, możemy wyprodukować papier trochę gorszej jakości z makulatury.

23. Rolnictwo a zapobieganie efektowi cieplarnianemu

Jak wiadomo, rolnictwo ma też swój udział w powstawaniu efektu cieplarnianego, poprzez nadmierne używanie nawozów sztucznych, wyjałowienie gleby, wzrost produkcji bydła, wzrost odpadów rolniczych. Wielu efektom wywołanym przez rolnictwo można zapobiec. Można tego dokonać ograniczając stosowanie nawozów zawierających duże ilości azotanów (tzn. poprzez ograniczenie ich i zastąpienie nawozami naturalnymi). Rolnicy mogą zasoby te

wykorzystywać, zaś wytworzony z beztlenowego procesu rozkładu metan można wykorzystać jako źródło energii. W 1992 r. w Rio de Janeiro w Ramowej Konwencji Zmian Klimatu, uczestnicy konferencji ustanowili promowanie tzw. gospodarstw ekologicznych (tj. takich, które w żaden sposób nie zanieczyszczają środowiska oraz wytwarzają produkty całkowicie zdrowe dla człowieka). W gospodarstwach tych stosuje się nawozy naturalne, zaprzestając całkowicie stosowania nawozów sztucznych. W ten sposób gospodarstwa te przyczyniają się do zmniejszenia emitowanego CH_4, a jednocześnie spełniają warunki ekonomiczne (są samowypłacalne) i zdrowotne. Obecnie w krajach Europy Zachodniej zauważalne jest już rozpowszechnianie się takich gospodarstw. Również w innych częściach świata promuje się tego typu gospodarstwa.

24. Energia a zapobieganie efektowi cieplarnianemu

Energia ma duże znaczenie w zapobieganiu efektowi cieplarnianemu. Obecnie stosowana energia przyczynia się do powstawania efektu cieplarnianego. Wiąże się to przede wszystkim ze spalaniem paliw kopalnianych.

Naukowcy prowadzą badania nad możliwościami stworzenia *czystej energii*, tj. takiej, która nie zanieczyszczałaby środowiska naturalnego. Dzięki tym badaniom rozpoczęto użytkowanie energii Słońca, energii wiatru, energii hydrologicznej i geotermicznej, a także prowadzi się badania nad możliwościami zastosowania energii jądrowej i biomasy.

25. Energia słoneczna

Roczna suma energii, którą otrzymujemy z promieniowania słonecznego, przewyższa 35 tys. razy aktualne roczne zużycie. Obecną produkcję energii można by zastąpić przetworzeniem w skuteczny sposób 0,0005% energii promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi. Słońce jest praktycznie niewyczerpalnym źródłem energii, przy czym jest to energia bezpieczna, czysta i dostępna dla całego globu ziemskiego.

W ciągu jednego słonecznego dnia 1 ha ziemi otrzymuje ilość energii równą w przybliżeniu 15 tys. KM. Siła słoneczna wynosi 1380 W na m^2, jednak jej część jest absorbowana przez składniki atmosfery. Energia słoneczna może zastąpić dotychczasowe źródła energii, takie jak: węgiel, ropa naftowa czy gaz ziemny. Do przetwarzania energii promieniowania słonecznego służą kolektory.

W zależności od padania promieni słonecznych stosuje się kolektory płaskie lub skupiające. Ze względu na budowę kolektorów możemy wyróżnić trzy ich typy: nisko-, średnio- i wysokotemperaturowe. Kolektory niskotemperaturowe, to przede wszystkim kolektory płaskie, które mogą uzyskać energię przy temp. do 373 K. Kolektory średniotemperaturowe, to głównie kolektory skupiające, które uzyskują energię przy temp. do 473 K. Kolektory wysokotemperaturowe, to kolektory skupiające, zdolne do uzyskania energii przy temp. do 4000 K.

Kolektory mogą służyć nie tylko do podgrzewania powietrza, ale też do podgrzewania wody. Sprawność kolektorów do podgrzewania powietrza wynosi od 20 - 80% (średnio 50 - 60%), a do podgrzewania wody od 50 - 80%.

Zastosowanie promieniowania słonecznego jako źródła energii może rozwiązać dwa główne problemy: problem energetyczny i problem ochrony środowiska. Energia słoneczna może być wykorzystana w rolnictwie, turystyce i rekreacji.

W rolnictwie może być wykorzystywana do podgrzewania wody przeznaczonej do higieny pielęgnacyjnej zwierząt, higieny osobistej obsługi, do mycia aparatury udojowej, naczyń, do pojenia zwierząt w oborach i chlewach, ogrzewania budynków hodowlanych, wylęgarń i wychowalni piskląt, szklarni, tuneli foliowych, do suszenia ziarna i siana.

Energia słoneczna szczególnie duże znaczenie miałaby w krajach, które otrzymują duże ilości promieniowania słonecznego (Afryka, Indie, Półwysep Indochiński, Australia, Ameryka Środkowa), gdyż umożliwiałaby tym krajom zaprzestanie zakupu i wykorzystywania paliw kopalnianych. Tym samym przyczyniłoby się to do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych. Wykorzystanie energii słonecznej może być korzystne zarówno dla gospodarki, jak i środowiska naturalnego.

26. Energia wiatru

Całkowitą energię ruchu mas powietrza szacuje się na ok. 1,7 - 1,8% energii dostarczonej na Ziemię przez promieniowanie słoneczne, czyli około 3 x 10^9 MW (średni strumień mas). Człowiek jest w stanie wykorzystać tą energię na ok. 1,2 x 10^{12} KWh. Energia wiatru należy do najlepszych, bo niewyczerpalnych źródeł energii.

Optymalnymi terenami do budowy siłowni wiatrowych są wierzchołki pojedynczych, niezbyt wysokich wzgórz (ok. 1000 m) znajdujących się na wybrzeżach oraz wybrzeże morskie i pojedyncze wzniesienia na terenach płaskich. Takie tereny korzystne do rozpowszechniania tej energii posiadają: Grenlandia, Nowa Zelandia, Islandia, Wlk. Brytania i Norwegia. W krajach tych odzyskanie 1 KW mocy z zainstalowanej siłowni daje około 1200 - 1400 W na m^2. Energia wiatru w małym stopniu może pokryć globalne zapotrzebowanie (zdolna jest pokryć jedynie 5%) ma jednak ona swe zalety, gdyż jest w pełni odnawialna, można ją wykorzystywać w nieograniczonym czasie, nie zanieczyszcza środowiska oraz ma niskie koszty jednostkowe pozyskiwania energii. Jedyną wadą pozyskiwania tej energii jest hałas, który powstaje podczas obrotu skrzydeł wiatraka.

W krajach Europy Zachodniej (Szwecja, Niemcy, Anglia, Francja) i w Ameryce Płn. energia wiatru w 2000 r. pokrywać będzie roczne zapotrzebowanie w 5 - 8% całej energii.

27. Energia geotermiczna

Energia ta może być wykorzystywana za pośrednictwem gorących źródeł i innych przejawów współczesnej działalności wulkanicznej.

Technika pozyskiwania tych zasobów podobna jest do stosowanej przy wydobywaniu gazu i ropy naftowej, lecz dzięki niej uzyskujemy bezpośrednio energię cieplną. Ponadto należy dodać, że wraz z zasobami energetycznymi występują surowce mineralne, których przerób wymaga odpowiedniej ilości energii, zapewnionej przez te zasoby.

Energia ta może być używana jako źródło energii grzewczej lub też może służyć do nawadniania gruntów. Wykorzystanie 1400 m^3 energii pochodzenia geotermicznego równa się

ze spaleniem 7 t ropy naftowej. Największe możliwości wykorzystania tej energii mają kraje: Islandia, Nowa Zelandia, Włochy, Japonia i Stany Zjednoczone.

28. Energia hydrologiczna

Energia hydrologiczna podobnie jak energia słoneczna jest praktycznie niewyczerpalna i może być stale użytkowana. Energia ta jest dostępna i prosta w zastosowaniu, a przy tym ekonomiczna. Energia hydrologiczna polega na wykorzystaniu i przetworzeniu siły wody (wodospady, tamy). Moc uzyskiwana z elektrowni wodnych stanowi ok. 10% światowego zużycia energii. W zależności od możliwości krajów energia ta może stanowić różny odsetek. Energia hydrologiczna może być wykorzystywana prawie wszędzie, bowiem do jej wytwarzania potrzebne są jedynie zasoby wodne.

W Norwegii energia hydrologiczna stanowi 80% wytwarzanej energii, natomiast w USA zaledwie 5%. Obecnie na świecie wykorzystuje się ok. 13% możliwych zasobów wodnych.

29. Energia biomasy

Energia biomasy polega na fermentacji metanowej, która będzie nie tylko dostarczać energii, ale także ograniczy zanieczyszczenie środowiska i pozwoli na uzyskanie nawozu organicznego.

Pierwsza instalacja, która wytwarzała energię poprzez fermentację biomasy, powstała w 1895 r. w Anglii. Biogaz otrzymany z fermentacji zawiera ok. 55 - 70% metanu, 1 - 3% wodoru, 0, 5 - 1% tlenu i do 4% CO_2. Wartość opałowa biogazu wynosi 16,8 - 23 MJ/m^3. Przy oddzielaniu od biogazu dwutlenku węgla, poprzez rozpuszczanie w wodzie, możliwe jest otrzymanie gazu o 99% zawartości CH_4 i wydajności 35, 7 MJ/m^3.

Drugim produktem fermentacji jest szlam pogazowy, tzw. bioszlam, który jest dobrym nawozem organicznym.

Biogaz jest dość łatwo wytworzyć. Otrzymuje się go podczas fermentacji odpadów organicznych bez udziału tlenu, wskutek czego dochodzi do wytworzenia się metanu. Biogaz

może być zastosowany przede wszystkim do celów grzewczych (ogrzewanie budynków, szklarni itp.) lub w gospodarstwie domowym. Może być też wykorzystywany jako paliwo do silników wysokoprężnych w ciągnikach. Z oczyszczonego biogazu może korzystać także przemysł chemiczny (do produkcji chlorku, metylu, chlorku metylenu, acetylenu, czterochlorku węgla). Biogaz szczególnie dużą rolę może odgrywać w rolnictwie, gdzie są duże możliwości wykorzystania go, a jednocześnie łatwe sposoby otrzymania.

Wzrasta rola energii biomasy, gdyż jest ona bardzo wydajna, a przy tym nieszkodliwa dla środowiska naturalnego.

30. Energia nuklearna

Energia nuklearna zwana jest też często jądrową lub atomową. Energia ta wzięła swą nazwę od łac. nukleus - jądro.

Najwięcej energii można otrzymać w wyniku nagłego rozbicia jądra atomu. Uczeni odkryli sposób na bezpieczne przeprowadzenie takiego zabiegu, zwanego rozszczepieniem. Energia jądrowa może być otrzymana nie tylko w reakcjach rozszczepiania jąder ciężkich, ale także w reakcjach syntezy jąder lekkich.

Połączenie dwóch jąder wodoru w wysokiej temperaturze wyzwala jeszcze większą energię. Aby więc otrzymać energię jądrową, możemy zastosować kilka metod. Reakcje rozszczepiania przeprowadza się głównie na atomach uranu. Energia atomowa jest bardzo wydajna - z 1 kg rozszczepionego uranu można otrzymać tyle samo energii, co z 1525 ton węgla.

Energia nuklearna jest jednak niebezpieczna ze względu na promieniotwórczość odpadów energetycznych, a także z powodu ogromnej siły, która powstaje przy jej wyzwoleniu. Jest to szczególnie groźne, gdyż wybuch jądrowy może zniszczyć wszystkie organizmy żyjące na Ziemi. Także promieniowanie jądrowe, które wyzwala się na skutek przemiany jądra atomu, jest niebezpieczne dla organizmu człowieka.

Uczeni prowadzą badania nad możliwościami wykorzystania odpadów radioaktywnych oraz bezpieczniejszego przeprowadzania reakcji rozszczepiania. Energia nuklearna to paliwo przyszłości.

31. Polska a efekt cieplarniany

W 1988 r. emisja CO_2 w Polsce przekroczyła 437 mln ton, co stanowi 2,3% całej światowej emisji. Biorąc pod uwagę, że Polska produkuje jedynie 1,3% światowej energii, odsetek emisji jest wysoki. Emitowane gazy pochodzą głównie z zakładów przemysłu ciężkiego (huty, elektrownie, elektrociepłownie). Emisja metanu w Polsce wynosi 5% całej emisji światowej i pochodzi głownie ze ścieków miejskich i odpadków. Aby zmniejszyć emisję, Polska powinna:

- zrestrukturyzować przemysł na energooszczędny
- podstawowe źródło polskiej energii - węgiel kamienny zastąpić gazem ziemnym.

Polska powinna więc włączyć się do programu Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju, gdyż podobnie jak inne państwa, zanieczyszcza atmosferę, a skutki wywołane efektem cieplarnianym będą odczuwalne w kraju tak samo jak na całym globie ziemskim.

32. Podsumowanie

Z wyżej opisanych zagadnień wynika, że efekt cieplarniany jest poważnym problemem ludzkości. Powstawanie efektu cieplarnianego związane jest przede wszystkim z działalnością człowieka, a więc właśnie człowiek powinien zacząć temu przeciwdziałać. Atmosfera ziemska nie jest w stanie obronić się przed nadmierną emisją gazów, stąd też wzrasta stale ich koncentracja. Skutki powstawania efektu cieplarnianego są bardzo poważne. Należy jak najszybciej rozpocząć przeciwdziałania, gdyż w przeciwnym razie nasza planeta zginie, a ludzkość wraz z nią.

Literatura

1. Mc Hale J., Człowiek i środowisko, PWN, Warszawa 1975.
2. Jacyna I., Czy zadepczemy przyrodę, Nasza Księgarnia, Warszawa 1987.
3. Lenart W., Malinowska E., Nowicki W., Świat w którym żyjemy, WSiP, Warszawa 1991.

4. Lenart W., Klimat, przyroda, człowiek, Liga Ochrony Przyrody, Warszawa 1976.
5. Kalikowska A., Ekologia - wybór przyszłości, wyd.2, Editions Spotkania, Warszawa 1992.
6. Miszczak M., Energia słońca,wiatru i inne, Nasza Księgarnia, Warszawa 1988.
7. Pieczyńska E., Spodniewska J., Ekologia a ochrona środowiska człowieka, wyd. 2, WSiP, Warszawa 1979.