

## **Efekt szklarniowy grozi katastrofą**

Efekt szklarniowy albo inaczej globalne ocieplenie to zjawisko obserwowane od lat 50. XX wieku. Istota tego zjawiska polega na wzroście średnich temperatur atmosfery przy powierzchni ziemi i oceanów, a dotyczy całej naszej planety. Jednoznaczny związek przyczynowo-skutkowy pomiędzy wzrostem emisji gazów cieplarnianych a temperaturą troposfery nie został określony. Występują też trudności w przewidywaniu zmian udziału gazów cieplarnianych w atmosferze i identyfikacji długookresowych skutków tych zmian. Zgodnie z przewidywaniami Międzynarodowego Zespołu ds. Zmian Klimatu w XXI w., ocieplenie może oznaczać wzrost temperatury o od 1,1 do 6,4°C. Inne prognozy, zakładające oddziaływanie czynników takich, jak np. procesy samoredukujące, szacują że wzrost temperatury może stanowić od 1,8 do 4°C. Termalna inercja wody w oceanach – nawet w przypadku zatrzymania i stabilizacji procesu – będzie rosła nawet po 2100 r. [Dobrzańska i in., 2008, s. 99].

Średni wzrost temperatury powietrza w okresie od 1906 r. do 2005 r. wynosił 0,74 +/- 0,18°C [*Raporty IPCC...* ([http](http://www.ipcc.ch/)) dostęp: 30.11.2007]. Zmiany w klimacie i wynikające stąd takie zjawiska jak huragany, tornada, susze, wylewy rzek, zmiany w strefach klimatycznych stały się przedmiotem zainteresowania odpowiednich instytucji. Badaniami objęto istotę tych zjawisk, jak i ewentualne ich skutki. Dostrzeżony problem sprowadza się w pierwszej kolejności do oceny czy jest to zjawisko wyłącznie naturalne, czy do jego zaistnienia przyczynił się również człowiek, a jeżeli tak, to w jakim stopniu.

Interesującą interpretację zmian w składzie atmosfery przedstawia James Lovelock (ur. 1919 r.), który stwierdza, że planety zamieszkałe przez żywe organizmy tworzą żywą i dynamiczną atmosferę. Atmosfery planet, na których nie stwierdzono śladów życia mają niezmienny skład powietrza. Według tego badacza atmosfera ziemiska jest daleka od równowagi. Organizmy żywe występujące na Ziemi aktywnie wykorzystują promienie słoneczne do tworzenia atmosfery o składzie niezbędnym do utrzymania tych organizmów. Lovelock zauważa, że cała Ziemia jest jednym żyjącym systemem przyrodniczym [More, 2008, s. 79]. Uważa, że życie dostosowuje się do środowiska, ale i zmienia je zgodnie z własnymi potrzebami. Przytoczona teoria jest kontrowersyjna, spowodowała jednak zwiększenie zainteresowania ideą wzajemnego oddziaływania człowieka i śro-

dowiska przyrodniczego. Koncepcja ta częściowo podważa darwinowską teorię ewolucji, ponieważ głosi, że dobór naturalny promuje organizmy pozostawiające środowisko w lepszym stanie aniżeli je zastały. W konsekwencji organizmy żywe ewoluują w kierunku współpracy.

Rozróżnienie między ewentualnym oddziaływaniem czynników naturalnych a wpływem człowieka na globalne zmiany klimatyczne jest niezmiernie istotne. W przypadku wpływu niezależnego od woli i działania ludzkiego – ludzkość stanęłaby wobec nieprzewidywalnych i nieuniknionych zmiany środowiskowych. W sytuacji przeciwnej człowiek może oddziaływać na przebieg procesu ocieplenia globalnego.

Dotychczasowe obserwacje wskazują, że globalne ocieplenie powodowane jest z wysokim prawdopodobieństwem przez gazy cieplarniane, a sprawczym elementem jest czynnik antropogeniczny. Taki wniosek można wysunąć porównując temperatury z okresu sprzed i początków rewolucji przemysłowej do temperatur np. w XX wieku. Stwierdzono, że aktywność słoneczna oraz wulkaniczna miały niewielkie znaczenie w tych okresach, a ich częstość nie podlegała większym wahaniom.

Badania klimatu i przewidywanie jego zmian skupia się na okresie do 2100 roku. Wzrost temperatury powietrza w ciągu XX wieku o  $0,76^{\circ}\text{C}$  spowodował wzrost poziomu mórz o 17 cm. Tempo wzrostu poziomu wód morskich w latach 1961–2003 wynosiło przeciętnie 1,8 mm/rok, ale w ostatnim okresie, tj. od 1993 r. do 2003 r. wzrost wynosił 3,1 mm/rok. Zapoczątkowane ocieplenie atmosfery i związane z tym pustynnienie, anomalie pogodowe, topnienie lodów, rozmrażanie wiecznych zmarzlin, podnoszenie się poziomu wody w oceanach – może trwać kilkaset lat, nawet przy ustabilizowaniu emisji gazów cieplarnianych – a wynikać to może z ogromnej pojemności cieplnej wód oceanów. Do głównych przyczyn takiego stanu należy zaliczyć termiczne powiększenie objętości wody, wynikające z ogrzania wód oceanów w warstwie do 700 m głębokości o  $0,1^{\circ}\text{C}$  w latach 1961–2003 [Dobrzańska i in., 2008, s. 101].

Interesujące są przewidywania w kwestii efektów globalnego ocieplenia, uwzględniające między innymi:

- gwałtowne zjawiska pogodowe oraz rozmieszczenie i ilość opadów atmosferycznych,
- zmiany w jakości i wydajności produkcji roślinnej i zwierzęcej,
- wymieranie jednych gatunków organizmów roślinnych i zwierzęcych i powstawanie nowych mutacji,
- tworzenie się nowych wirusów i bakterii, powodujących choroby ludzi zwierząt i roślin.

Mimo zaangażowania naukowo-badawczego wątpliwości co do skali globalnego ocieplenia i skutków klimatycznych, a w konsekwencji skutków ekonomicznych, pozostają i mogą wywoływać różne spekulacje.

Nad całością spraw związanych ze zmianami klimatycznymi sprawuje nadzór organizacja założona w 1988 r. przez Światową Organizację Meteorologiczną ONZ-tu (WMO) i Program Środowiskowy ONZ (UNEP) pod nazwą Międzypaństwowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC). Jako wynik przeprowadzonych prac dotychczas opublikowano pięć dokumentów tematycznych w formie tzw. raportów dotyczących zmian klimatycznych (w latach: 1990, 1992 suplement, 1995, 2001 i 2007). W październiku 2007 r. IPCC i Al. Gore za działania mające uświadamiać społeczność ludzką o zmianach w klimacie i opracowanie podstaw dla tworzenia środków dla przeciwdziałania zmianom klimatycznym otrzymali pokojową Nagrodę Nobla. Wyróżnienie to świadczy o wysokim zainteresowaniu społecznym pracami związanymi z globalnym ociepleniem i jego skutkami.

Naukowcy wyróżnili ponad 30 gazów, które uczestniczą w absorpcji promieniowania podczerwonego. W tabeli 1 uwzględniono tylko kilka przykładowych, ze względu na ich największy udział w procesie globalnego ocieplenia. Dane tam zawarte sugerują, że efekt szklarniowy pogłębia się, z czego można wnioskować, że prowadzi do katastrofy ekologicznej, która pociągnie za sobą światowy kryzys gospodarczy. Jak już na początku zauważono, skutki efektu globalnego ocieplenia są trudne do przewidzenia. Niektóre ośrodki badające problem gazów cieplarnianych uważają problem za przesadzony i argumentują, że człowiek ma mniejszy wpływ na zjawiska zmian klimatycznych niż próbuje się przedstawić.

**Tabela 1. Charakterystyki gazów cieplarnianych**

Gaz	Koncentracja preindustrialna	Koncentracja 1998 r.	Koncentracja 2005 r.	Średni czas występowania w atmosferze (lata)	Potencjał cieplarniany (100 lat)
CO <sub>2</sub>	280 ppm	366 ppm	379 ppm	1 – 5	1
CH <sub>4</sub>	715 ppb	1763 ppb	1774 ppb	12	25
N <sub>2</sub> O	270 ppb	314 ppb	319 ppb	114	298
CCL <sub>3</sub> F (Freon)	0	264 ppt	251 ppt	45	4750
CCL <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (Freon)	0	534 ppt	538 ppt	100	10900
CHCLF <sub>2</sub> (HCFC)	0	131 ppt	169 ppt	12	1810
-22	25 ppb	-	34 ppb	Godz, dni	2000
O <sub>3</sub>					

(ppm – części na milion, ppb – części na miliard, ppt – części na bilion)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Raport IPCC, 2007, Blasing, Smith, 2006].

Z. Jaworski w miesięczniku „Wiedza i życie” nr 5/1998 przedstawił konkurencyjną wersję oceny udziału gazów cieplarnianych w efekcie szklarniowym. Z jego analiz wynika, że największe znaczenie dla efektu cieplarnianego ma para wodna H<sub>2</sub>O – 96%, dwutlenek węgla CO<sub>2</sub> – 2,44% i pozostałe gazy – 1,56%.

Koncentracja pary wodnej w atmosferze przekracza co najmniej o dwa rzędy wielkości udział innych gazów cieplarnianych (szklarniowych). Ze względu na fakt, że opady i parowanie w naturze są zrównoważone i nie zależą od działalności człowieka w rozważaniach nie bierze się jednak pod uwagę jej oddziaływania.

Przedstawiona przez World Resource Institute (w *Earth Trends 2007*) szacunkowa emisja gazów cieplarnianych w 2000 r. zależna od działalności człowieka wynosiła 33,3 mld ton w przeliczeniu na dwutlenek węgla, czyli 9,1 mld ton węgla [Dobrzańska i in., 2008, s. 96].

W stuleciu 1880–1980 zaobserwowano następującą strukturę gazów szklarniowych: CO<sub>2</sub> – 66%, metan – 15%, podtlenek azotu – 3%, freony – 8%, inne (ozon, amoniak) – 8%. Na początku XX w. struktura gazów cieplarnianych zmieniła się: CO<sub>2</sub> stanowi 53%, metan – 15,5%, ozon troposferyczny – 11%, podtlenek azotu – 5%, pozostałe gazy – 15,5%. Dotychczas nie prowadzono badań oceniających, czy taka dynamika w strukturze gazów jest zjawiskiem normalnym.

Odmienne wpływy gazów cieplarnianych na wzrost temperatury wynika z dwóch przyczyn, tj.: po pierwsze – z różnic w koncentracji i po drugie – z dynamiki zmian i zdolności do pochłaniania promieniowania długofalowego (podczerwonego). Jeśli przyjmie się, że zdolność pochłaniania 1 kg CO<sub>2</sub> wynosi 1, to dla metanu będzie ona wynosić 23, dla N<sub>2</sub>O – 296, a dla freonów – kilka – kilkanaście tysięcy.

Wzrost koncentracji CO<sub>2</sub> wynika głównie ze spalania paliw kopalnych oraz produkcji cementu, co stanowi ok. 7,2 mld ton węgla rocznie. 1,6 mld ton węgla w postaci CO<sub>2</sub> wynika ze zmiany sposobu użytkowania ziemi: wypalania lasów, odkrywania gleby (utlenianie materii z wydzielaniem CO<sub>2</sub>). W atmosferze zatrzymuje się ok. 45% emisji CO<sub>2</sub>. Źródłami zaś metanu są ryżowiska, bagna, wykorzystywanie biomasy, gazu ziemnego i kopalnie węgla. Emisja metanu wynosi w przeliczeniu na ekwiwalent CO<sub>2</sub> – 5,9 mld ton (2000 r.). Podtlenek azotu jest produktem bakterii żyjących w glebach i wodach powierzchniowych, przetwarzających nawozy azotowe. Jego emisja wynosi ok. 3,4 mld ton ekwiwalentu CO<sub>2</sub>. Inne gazy to freony i halony.

Klimatolodzy twierdzą, że struktura obecnego składu atmosfery i wód oceanicznych może tolerować ocieplenie rzędu 1–2°C. Dalsze ocieplenie może przynieść zasadniczą zmianę cyrkulacji atmosferycznej, co wpłynie na przesunięcie stref klimatycznych, zmienność warunków pogodowych, zwiększenie zjawisk ekstremalnych, a to wszystko razem będzie przekładać się na wzrost kosztów społecznych, co dodatkowo uzależnione będzie od położenia geograficznego.

Efekt cieplarniany został odkryty w 1827 r. przez Jean Baptiste Joseph Fouriera (1768–1830), fizyka i matematyka francuskiego oraz w 1861 r. przez irlandzkiego fizyka Johna Tyndalla (1820–1893). Natomiast Svante Arrhenius (1858–1927) fizykochemik i astrofizyk szwedzki w 1896 r. dokonał analizy ilościowej i stwierdził, że efekt cieplarniany to absorpcja i emisja promieniowa-

nia podczerwonego przez gazy szklarniowe, które powodują zatrzymanie ciepła przez dolne części atmosfery i powierzchnię łądów i oceanów.

Gazy cieplarniane podnoszą średnią temperaturę Ziemi o ok. 33°C [Dobrzańska i in., 2008, s. 95]. Obecność gazów cieplarnianych powoduje, że średnia temperatura na Ziemi bez gazów wynosiłaby minus 18°C i jak oceniają specjaliści jest to warunek życia na naszej planecie. Udział w efekcie cieplarnianym jest różny dla różnych gazów. Przyjmuje się, że para wodna powoduje 36–66% efektu szklarniowego, a z chmurami: 66–85%, CO<sub>2</sub> powoduje 9–26% efektu, metan CH<sub>4</sub>: 4–9% i ozon: 3–7%. Działalność człowieka sprowadza się do tego, aby poznać, zrozumieć mechanizm i stworzyć warunki zapobiegające dalszemu ociepleniu i jego niekorzystnym dla życia skutkom.

W rozwoju cywilizacji można zauważyć jej fundamentalny związek z ekosystemem Ziemi, który zmieniał się na przestrzeni tysiącleci, ale gruntowną transformację przeszedł począwszy od 1776 r. Na transformację wpłynęły trzy bardzo istotne czynniki, czyli:

- eksplozja demograficzna,
- rewolucja naukowo-technologiczna,
- ogólny sposób myślenia o kryzysie klimatycznym.

W kwestii demograficznej można stwierdzić, że w ostatnich latach zarówno wskaźnik umieralności, jak i wskaźnik narodzin obniżyły dynamikę. Przyrost ludności nabrał jednak takiego tempa, że można mówić o „eksplozji”. Gwałtowny przyrost naturalny zmienia politykę, gospodarkę i styl życia. Ostatnie 250 lat spowodowały w porównaniu do ok. 160 tysięcy lat wstecz niewiarygodne przyspieszenie. Do narodzin Chrystusa liczba ludności osiągnęła ok. 250 mln. Od początku nowej ery do roku 1776, czyli początku rewolucji przemysłowej liczba ludności wzrosła do 1 miliarda. Po II wojnie światowej zaludnienie Ziemi wzrosło do 2 miliardów, a od tamtego czasu do obecnych lat XXI w., liczba ludności osiągnęła stan 6,5 mld. Problemem gospodarczym i politycznym staje się niedobór żywności. Zapoczątkowany trend wzrostu ludności na skutek różnych czynników będzie wyhamowywany, ale i tak w 2050 roku będzie ponad 9 mld mieszkańców Ziemi. Przedstawione dane o wzroście ludności świata świadczą o dynamicznej przemianie i przewartościowaniach, jakim ulega związek między ludźmi i ich siedliskiem, jakim jest Ziemia.

Fakt, że pomimo tak dużej liczby ludności jedynie 20% społeczności napotyka problem głodu (wcześniej ten odsetek był znacznie wyższy) jest wynikiem osiągnięć w zakresie nauki i techniki, ogromnego postępu w medycynie i komunikacji. Nowa technologia to również zagrożenia m.in. w postaci bomby atomowej, terroryzmu, bezmyślnie stosowanych nowych rozwiązań przy zachowaniu starych przyzwyczajzeń. Według Gore’a, stare przyzwyczajenia plus nowe technologie dają nieprzewidywalne (poważniejsze) konsekwencje [Gore, 2007, s. 232–233].

Trzeci czynnik wyrażający konflikt człowieka z naturą to sposób myślenia i przyzwyczajanie się do permanentnie i skutecznie zachodzących wokół nas niekorzystnych zmian klimatycznych. Tymczasem niekorzystne zmiany mogą doprowadzić do „krawędzi”, od której może już nie być odwrotu. Należy mieć nadzieję w poczuciu samozachowawczości jednostek, jak i całej społeczności. Odpowiednio wczesna edukacja może spowodować oddalenie widma katastrofy, co wymaga jednak coraz większego wysiłku ludzkiego.

Przy braku zdecydowanych, radykalnych zmian w rozporządzaniu zasobami ziemskimi i radykalnym sposobie uświadomienia społeczności o zagrożeniach klimatycznych, narastające ocieplenie może spowodować kryzys ekonomiczny. W październiku 2006 r. sir Nicholas Stern, były główny ekonomista Banku Światowego opracował raport dotyczący finansowych konsekwencji zmian klimatycznych. Według Sterna do połowy XXI w. koszty wynikłe z ekstremalnych zjawisk pogodowych będą stanowić od 0,5 do 1% światowego PKB rocznie, a wartość ta prawdopodobnie będzie wzrastać wraz ze wzrostem globalnego ocieplenia. Analiza kosztów wskazuje, że ocieplenie wód morskich spowoduje przyspieszenie prędkości huraganów o 5 do 10% i może podwoić rozmiary zniszczeń. Wzrost temperatury w świecie o 3–4°C to fale upałów, które mogą stać się przyczyną powszechnie występujących strat (podobnie jak to było w Europie w 2003 r. kiedy to oficjalnie straty wyniosły 15 mld dolarów). Według Sterna wzrost temperatury o 2–3°C spowoduje spadek światowej gospodarki o 3%. Gdyby temperatura wzrosła o 5°C to światowy PKB może obniżyć się o 10%. Z raportu Nicholasa Sterna wynika, że efekt szklarniowy to brak logiki w postępowaniu człowieka w wielu płaszczyznach życia społecznego – to swoisty „rachunek sumienia” [„Świat nauki”, 2008, s. 52]. Sprawdzenie się pesymistycznego modelu klimatycznego może spowodować obniżenie konsumpcji globalnej nawet o 20% w przeliczeniu na mieszkańca.

Trudności wkraczają do sektora usług bankowych i ubezpieczeniowych – koszty zniszczeń wynikających z gwałtownych zjawisk pogodowych wyniosły 40 mld dolarów rocznie w latach 90., podczas gdy w latach 50. XX w. wynosiły rocznie ok. 3,9 mld dolarów.

Od 1953 r. naliczono 27 gwałtownych cyklonów, którym zaczęto nadawać imiona. Najbardziej niszczycielski huragan „Katrina” wywołał straty sięgające 125 mld dolarów. Najbardziej jednak dotkliwymi są straty w ludziach (czasami śmierć ponosi trudna do ustalenia liczba osób). Ocalałe osoby zależne (np. dzieci, osoby starsze) pozostają często bez środków do życia. Należy przypomnieć, że także w Polsce z końcem lat 80. XX w. z powodu degradacji środowiska prawdopodobnie utracono do 27% dochodu narodowego rocznie. Straty te jednak do końca 1999 r. zmniejszyły się do 1,6–6,9 % PKB [Famielec i in., 1993]. Tomasz Wasilewski przypomina, że 1000 lat temu w Europie, a w tym i w Polsce w X i XI w. w uwarunkowaniach gospodarki przedprzemysłowej, tempera-

tury pozwalały na powszechne uprawianie winorośli, zaś wczesne warzywa zbierano w lutym. Jeżeli jednak zmiany klimatu są zależne od działalności człowieka, to w przypadku biernego zachowania się skutki mogą być dramatyczne [Wasilewski, 2008, s. 97]. Człowiek nie zawsze ma świadomość skutków swej działalności, a w tym również wpływu na pogodę, tym bardziej, że jest to zjawisko trudne do zbadania. Za przykład mogą posłużyć decyzje o nawodnieniu w byłym ZSRR terenów w obszarze Jeziora Aralskiego. Jezioro wyschło, zimy są tam obecnie mroźniejsze, a lata stały się bardziej upalne [Wasilewski, 2008].

Przedstawione fakty nie pozostają bez odzewu. Działania zapobiegawcze są podejmowane zarówno na szczeblach krajowych, jak i na płaszczyźnie międzynarodowej. Zagadnienia klimatyczne urosły do rangi politycznej w 1994 r., kiedy to wprowadzono w życie Ramową Konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu UNFCCC. Pomimo tego, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych jest nieznaczne. W konwencji zabrakło wiążących nakazów odnośnie obniżenia emisji w poszczególnych krajach. Zobowiązania podjęto dodatkowymi klauzulami – protokołami, z których najważniejszym był protokół z Kioto w Japonii z 1997 r., gdzie odbyła się konferencja, a obowiązujący od lutego 2005 r. Określone tam zostały docelowe poziomy emisji sześciu gazów cieplarnianych. Kraje uprzemysłowione zostały zobligowane do zmniejszenia emisji gazów do 2012 r. o 5% w stosunku do emisji z 1990 r. Konwencję ratyfikowało 189 państw, zaś protokół z Kioto ratyfikowało 169 państw, bez USA (największego emitera gazów szklarniowych) oraz Australii. Problem polega na trudności w zastosowaniu przyjaznych środowisku naturalnemu technologii proekologicznych, które wymagają wysokich nakładów inwestycyjnych. Zagadnienie gazów cieplarnianych wywołuje zrozumienie, ale także skrajne reakcje różnych środowisk opiniotwórczych, przede wszystkim naukowych, które posądza się o nieobiektywne prezentowanie wyników badań.

Największy spadek emisji gazów cieplarnianych w latach 1990–2004 wystąpił w rolnictwie (o 20%). To rolnictwo jest najbardziej uzależnione od warunków klimatycznych, a efekt cieplarniany wpływa na produkcję żywności. Człowiek praktycznie oparł swoją dietę na zasadniczo czterech zbożach i dlatego jakakolwiek sytuacja powodująca zarazę, suszę lub inną przyczynę spadku plonów, sprowadza ryzyko głęski głodu. Natomiast wzrost zanotowano w przemyśle energetycznym i transporcie odpowiednio o 8,6% i 23,9%. Największym problemem w transporcie są samoloty odrzutowe. Transport samolotowy powiększa się. Obecnie powoduje on 3,5% globalnej emisji gazów cieplarnianych z przyczyn antropogenicznych.

Polska przystąpiła do międzynarodowego porozumienia w sprawie zakładanych poziomów redukcji gazów cieplarnianych w krajach uprzemysłowionych. Kwestią dyskusyjną może być fakt, że 5-procentowa redukcja wymagana przez Protokół to średnia, czyli niektóre państwa muszą obniżyć emisję gazów o mniej,

a inne o więcej procent. Są też państwa, które wycofały się z umowy w trakcie jej formułowania. Takie podejście powoduje, że jedne państwa, ponoszące ciężar ograniczania emisji, ze względu na koszty będą mniej konkurencyjne i wiele słabszych firm stanie przed widmem upadku. Nie wydaje się zasadne rozwiązanie w postaci handlu zezwoleniami na emisję gazów. Jest to oficjalne sankcjonowanie nierówności gospodarczych i społecznych w krajach, powodujące angażowanie środków w państwach zamożnych i ograniczające innowacje w krajach wstępujących na ścieżkę rozwoju.

W zakończeniu należałoby zauważyć, że problem globalnego ocieplenia, a właściwie jego skutków zależy od poszczególnych państw i ich potencjału ekonomicznego. Nieograniczana emisja gazów cieplarnianych grozi globalną katastrofą. Rozwiązania proponowane np. przez Protokół z Kioto, poprzez niesprawiedliwe obciążenie kosztami redukcji gazów cieplarnianych, spowodują spowolnienie rozwoju lub katastrofy państw ubogich i rozwijających się. Problem dotyczy jednak zarówno państw bogatych, jak np. USA, które utracą kooperantów, jak i biednych, np. Indii, których mieszkańcy będą szukać warunków do życia w bogatszych rejonach świata. Dla dobra wspólnego kraje są i będą zmuszone do poniesienia czasami wysokich kosztów. W dotychczasowym systemie państw egzekucja wymogów związanych z ochroną wspólnego dobra, jakim jest Ziemia jest zadaniem skomplikowanym. Przy ogromnym zróżnicowaniu społecznym wydaje się, że państwa bogate dlatego są zasobne, że tzw. koszt uboczny w postaci gazów cieplarnianych wpuściły do wspólnej atmosfery i stąd one powinny ponieść większy ciężar związany z naprawą środowiska.

## LITERATURA

- Gore Al., 2007, *Niewygodna prawda*, Wyd. Sonia Draga Sp.zo.o. Katowice.
- Fry C., 2008, *Świat największe wyzwania ekologiczne*, Wyd. Elipsa Poznań.
- Cerveny Randy, 2008, *Wielkie katastrofy i anomalie klimatyczne w dziejach*, Bellona Warszawa.
- Dobrzańska B., Dobrzański G., Kielczewski D., 2008, *Ochrona środowiska przyrodniczego*, PWN, Warszawa.
- Wasilewski T., 2008, *Zrozumieć pogodę*, Wyd. Publicat, Poznań.
- Burroughs W.J., 1998, *Pogoda czy fatum*, Wyd. AMBER Sp. Z o.o.  
<http://pl.wikipedia.org/wiki/Globalne-ocieplenie>
- Raporty czwartej oceny IPCC z 2007 r., [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch), dostęp: 30.11.2007.
- More P., 2008, *Odkrycia i wynalazki, które zmieniły świat*, Wyd. F.K. Jacek i Krzysztof Olesiejuk – Inwestycje Sp. Z o.o., Ożarów Mazowiecki, „Świat nauki” nr 7/2008.
- Famielec J., Górka K., Mojżesz-Wlazły G., 1993, *Straty i korzyści ekologiczne* [w:] *Ekonomika ochrony środowiska naturalnego. Wybrane problemy*, red. K. Górka, E.S.Ek.Ś.i Z.N Oddz. Polski, Akad. Ekon. w Krakowie, Kraków.



*Streszczenie*

Opracowanie dotyczy problematyki globalnego ocieplenia i jego skutków dla gospodarki świata. Koszty globalnego ocieplenia ponosi cała społeczność ludzka. Problem polega na tym, aby dotychczasowy koszt społeczny rozdzielić proporcjonalnie na wszystkich go tworzących. Istotne jest określenie takich wymagań względem państw, które ograniczą emisję gazów cieplarnianych, stanowiących przyczynę niekorzystnych zmian w klimacie.

**The Greenhouse Effect Can Cause Catastrophe***Summary*

The study concerns problems of the global warming and its results for the world economy. The costs of the global warming are paid by the whole humanity. The problem is to divide the social cost proportionally between all the polluters. It is essential to specify such requirements for countries that will limit emission of gases which are the reason for unfavorable changes in climate.