

MACIEJ SADOWSKI

Przewidywane zmiany klimatu i ich przyrodnicze, społeczne i polityczne konsekwencje

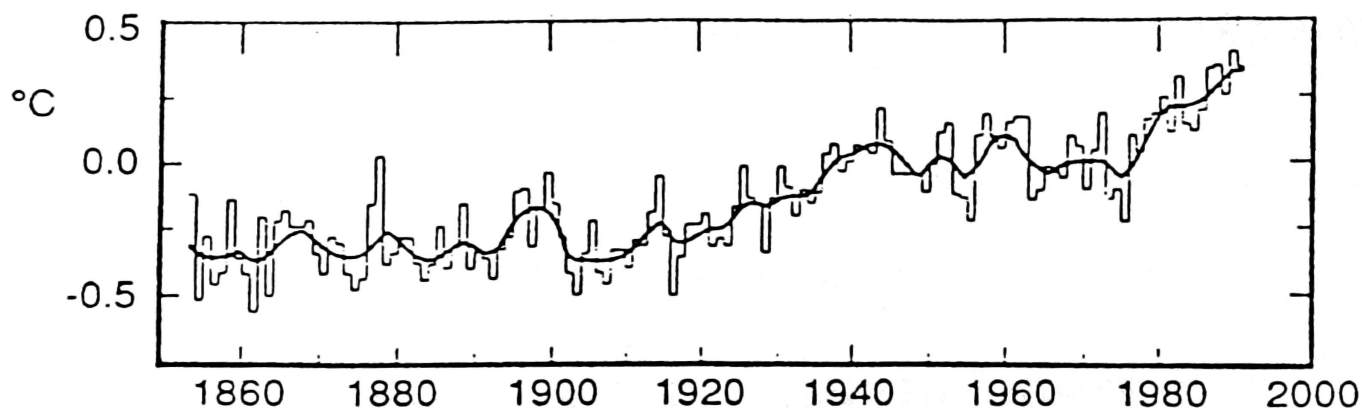
Predicted Changes of the Climate
and Their Environmental, Social and Political Consequences

Obserwowane zmiany klimatu

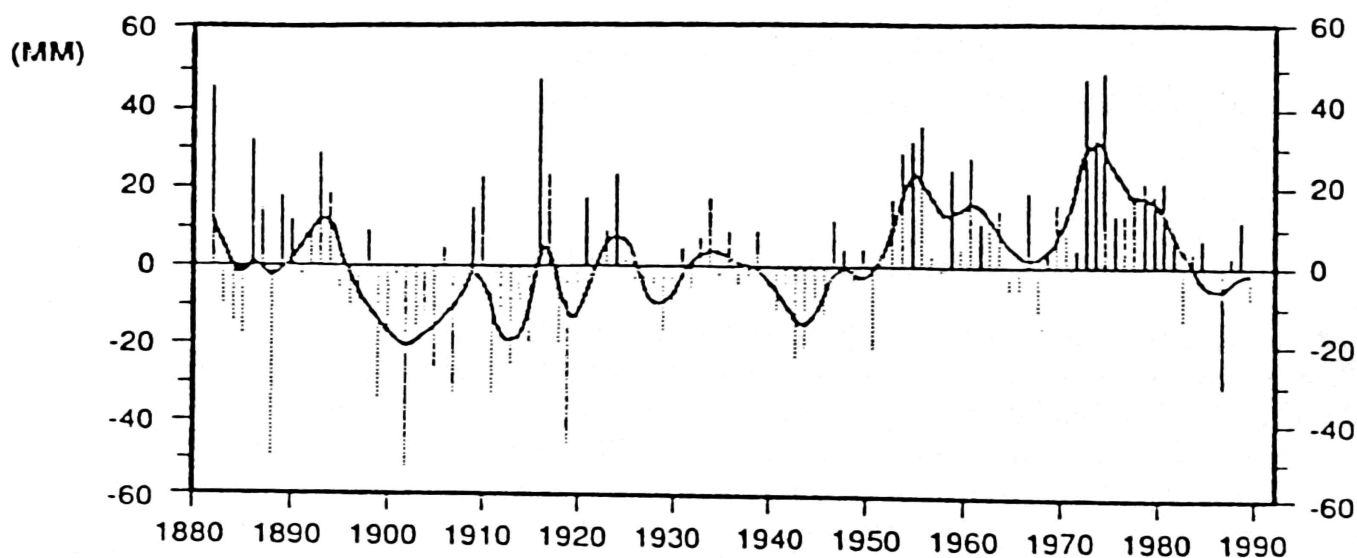
Zarówno badania paleoklimatyczne jak i długoletnie obserwacje warunków meteorologicznych wskazują, że klimat Ziemi ulegał zmianom w przeszłości w skali czasowej od milionów do kilku lat. W ciągu ostatnich dwóch milionów lat wydarzyły się kilkakrotnie zlodowacenia powodujące znaczne zmiany w wielkości mas lodu i poziomem morza. W tym czasie średnia globalna temperatura wahała się o 5–7°C. Od ostatniego zlodowacenia, które skończyło się około 10 tysięcy lat temu, średnia globalna temperatura ulegała wahaniom o ok. 2°C na przestrzeni wieków lub jeszcze dłuższych okresów. Do tych fluktuacji zaliczamy holocenijskie optimum, które wystąpiło 5000–6000 lat temu, średniowieczny ciepły okres, który rozpoczął się około roku 1000 naszej ery oraz Małą Epokę Lodową, która w Europie Środkowej trwała od XVII do połowy XIX wieku.

W celu określenia zmian temperatury jakie zachodzą, obecnie stosuje się wskaźnik temperatury globalnej, tj. uśrednionej temperatury z lądu i morza. Przebieg tego elementu w ciągu ostatnich 140 lat wskazuje na znaczący wzrost temperatury, która podniosła się średnio o ok. 0,5°C/100 lat na całej planecie. Charakter zmian termicznych na obydwu półkulach nie był jednakowy. Dopiero na początku lat osiemdziesiątych nastąpił jednoczesny wzrost temperatury na półkuli północnej i południowej (ryc. 1a). Wyniki wskazują stopniowy wzrost temperatury od stosunkowo chłodnego końca XIX wieku do cieplej ostatniej dekady, podczas której średnia globalna temperatura była wyższa niż podczas jakiegokolwiek innej dekady ostatniego stulecia.

* Referat wygłoszony na sympozjum PTL pt. "Ekosystemy leśne w obliczu globalnych zmian klimatu".



RYC 1a. Zmiany średniej globalnej temperatury wyrażonej jako odchylenie od średniej z okresu 1950–1979



RYC. 1b. Zmiany średnich globalnych sum opadów jako odchylenie od średniej z okresu 1951–1970

Opady (ryc. 1b) charakteryzują się znacznie większą zmiennością i brakiem tak wyraźnego trendu jak temperatura. Badania prowadzone w różnych regionach świata wykazały, że w ostatnich kilkudziesięciu latach wielkość opadów nieznacznie wzrosła w średnich szerokościach geograficznych. W tym samym czasie na półkuli północnej w strefie międzyzwrotnikowej nastąpił spadek dopływu wilgoci, a na półkuli południowej wzrost opadów. Niemniej, można mówić o tendencji spadkowej ilości opadów w ostatnim dziesięcioleciu.

Przewidywane zmiany klimatu

System klimatyczny i naturalne przyczyny jego zmian

System klimatyczny składa się z pięciu elementów, tj.: atmosfery, oceanu, kriosfery, biosfery i litosfery. Elementy te powiązane są licznymi sprzężeniami zwrotnymi i z tego

względu jednoznaczne wydzielenie przyczyn zmian klimatu jest bardzo trudne. Poszczególne elementy systemu znajdują się w stanie nieustannych zmian co sprawia, że również system klimatyczny ulega nieprzerwanym zmianom naturalnym. Podstawowym procesem sterującym systemem klimatycznym jest promieniowanie słoneczne. Różnice w ilości dopływającego promieniowania pomiędzy niskimi i wysokimi szerokościami geograficznymi stanowią główną siłę napędową cyrkulacji w atmosferze i oceanie, przenosząc ciepło od równika w kierunku biegunów.

Teoria zmian klimatu wyróżnia wiele przyczyn naturalnych wpływających na zmiany klimatu. Można je podzielić na dwie podstawowe kategorie: przyczyn zewnętrznych i wewnętrznych. Przyczyny zewnętrzne obejmują zmiany warunków granicznych i podstawowej struktury fizycznej systemu jakim jest interakcja atmosfery i oceanu. Przyczyny wewnętrzne są związane z nieliniowym współoddziaływaniem pomiędzy różnymi procesami.

Do **przyczyn zewnętrznych** można zaliczyć zmiany:

- parametrów orbity Ziemi,
- intensywności promieniowania Słońca,
- prędkości ruchu obrotowego Ziemi,
- rozkładu lądów i mórz,
- składu chemicznego atmosfery,
- przezroczystości atmosfery.

Do **przyczyn wewnętrznych** zaliczamy:

- pozytywne i negatywne sprzężenia zwrotne wewnątrz elementów systemu, a zwłaszcza w atmosferze i oceanie,
- mechanizmy wzajemnego oddziaływania pomiędzy elementami systemu.

Zmiany naturalne mają charakter cykliczny, a cykle zachodzą na siebie, dodatkowo komplikując określenie przyczyn wystąpienia jakiegoś zjawiska klimatycznego.

Spektrum tych zmian jest bardzo zróżnicowane i waha się w skali od 10^{10} lat do zmian zachodzących w ramach cyklu rocznego. W tabeli podano ważniejsze przyczyny naturalnych zmian klimatu oraz ich skalę czasową.

Z tabeli wynika, że zarówno różnorodność przyczyn jak i ich cykli nie pozwala na jednoznaczne powiązanie występowania danego zjawiska klimatycznego z jakąś określoną przyczyną. To sprawia, że prognozowanie klimatu jest przy obecnym stanie naszej wiedzy praktycznie niemożliwe bez spełnienia dwóch warunków: możliwie najpełniejszego poznania procesów oddziałujących na klimat i posiadania matematyczno-fizycznych modeli ogólnej cyrkulacji atmosfery i oceanu (AOGCM).

Niestety nie wszystkie procesy klimatotwórcze mogą być opisane w sposób deterministyczny, bowiem cechują się dużą chaotycznością i nie jest możliwe ich opisanie przy pomocy równań matematyczno-fizycznych.

TABELA
Rodzaj naturalnych przyczyn zmian klimatu i okres zmian

Przyczyny	Skala zmian (w latach)
Pył galaktyczny	10^{10} – 10^8
Ewolucja Słońca	10^{10} – 10^6
Zmienność promieniowania	10^5 –1
Zmiany parametrów orbity	10^7 – 10^4
Ruchy płyt tektonicznych	10^9 – 10^7
Ruchy górotwórcze	10^9 – 10^6
Ewolucja atmosfery	10^9 –10
Aktywność wulkaniczna	10^5 –1
Zmiany szaty roślinnej	10^5 –100
Zmiany kriosfery	10^7 – 10^{-1}

Ponadto chcąc ocenić zmiany jakie nastąpią pod wpływem działalności człowieka, niezbędne jest wprowadzenie do modelu jako warunków początkowych, oprócz naturalnych procesów klimatotwórczych, przewidywanych zmian składu chemicznego atmosfery. To z kolei uwarunkowane jest prognozą rozwoju gospodarki światowej, a zwłaszcza energetyki. Te dwa czynniki, tj. wiedza o przyrodniczych procesach klimatotwórczych oraz przyszły rozwój świata stanowią podstawowe przeszkody w deterministycznym prognozowaniu zmian klimatu. Z tych względów nie możemy mówić o **prognozie** warunków klimatycznych lecz jedynie o **scenariuszach**.

Przy opracowywaniu scenariusza klimatycznego zakłada się, że system klimatu w wyniku emisji gazów cieplarnianych został wytrącony ze stanu równowagi w jakim się znajdował, przechodząc do nowego. Stan przejściowy trwa do czasu ustalenia się nowej równowagi, która następuje w zmienionych warunkach klimatycznych. Na trwanie okresu przejściowego z jednego stanu równowagi do drugiego ma wpływ wielkość wymuszania przez czynnik zewnętrzny (emisja gazów) jak i czas adaptacji systemu do nowych warunków. Zwykle badane są zmiany jakim ulegnie system klimatyczny w wyniku podwojenia koncentracji dwutlenku węgla (a ściślej gazów cieplarnianych przeliczonych na zmiany w bilansie promieniowania powodowane przez dwutlenek węgla) w stosunku do okresu przedindustrialnego.

Istnieje co najmniej kilkadziesiąt modeli GCM o różnym stopniu złożoności, od najprostszych jednowymiarowych po wielowymiarowe modele uwzględniające wymianę masy i energii w atmosferze i oceanie oraz ich wzajemną interakcję. Jednakże żaden z nich nie jest w stanie odzwierciedlić realistycznie wszystkich procesów klimatotwórczych. Sprawia to, że wyniki uzyskiwane z modeli nie mogą być jednoznaczne i traktowane jako w pełni wiarygodne. W ostatnich latach pojawiła się nowa generacja modeli ogólnej cyrkulacji, które określają nie tylko warunki klimatyczne w momencie powrotu systemu klimatycznego do stanu równowagi, lecz także dają odpowiedź na pytanie, jak będzie zachowywał się

system klimatyczny w okresie dochodzenia do równowagi tj. od chwili obecnej do stabilizacji po podwojeniu się koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze. Nastąpi to, w zależności od przyjętej przez ludzkość strategii emisji tych gazów do atmosfery za lat 60 do 100.

Wiarygodność modeli weryfikuje się poprzez porównanie stymulowanych warunków dla okresu współczesnego z warunkami obserwowanymi. Przykład takiego porównania podano na rycinie 2. O ile dla Europy Zachodniej i Środkowej modele na ogół wiernie odtwarzają temperaturę stycznia, o tyle dla Europy Północnej i Wschodniej wartości obliczone są zaniżone.

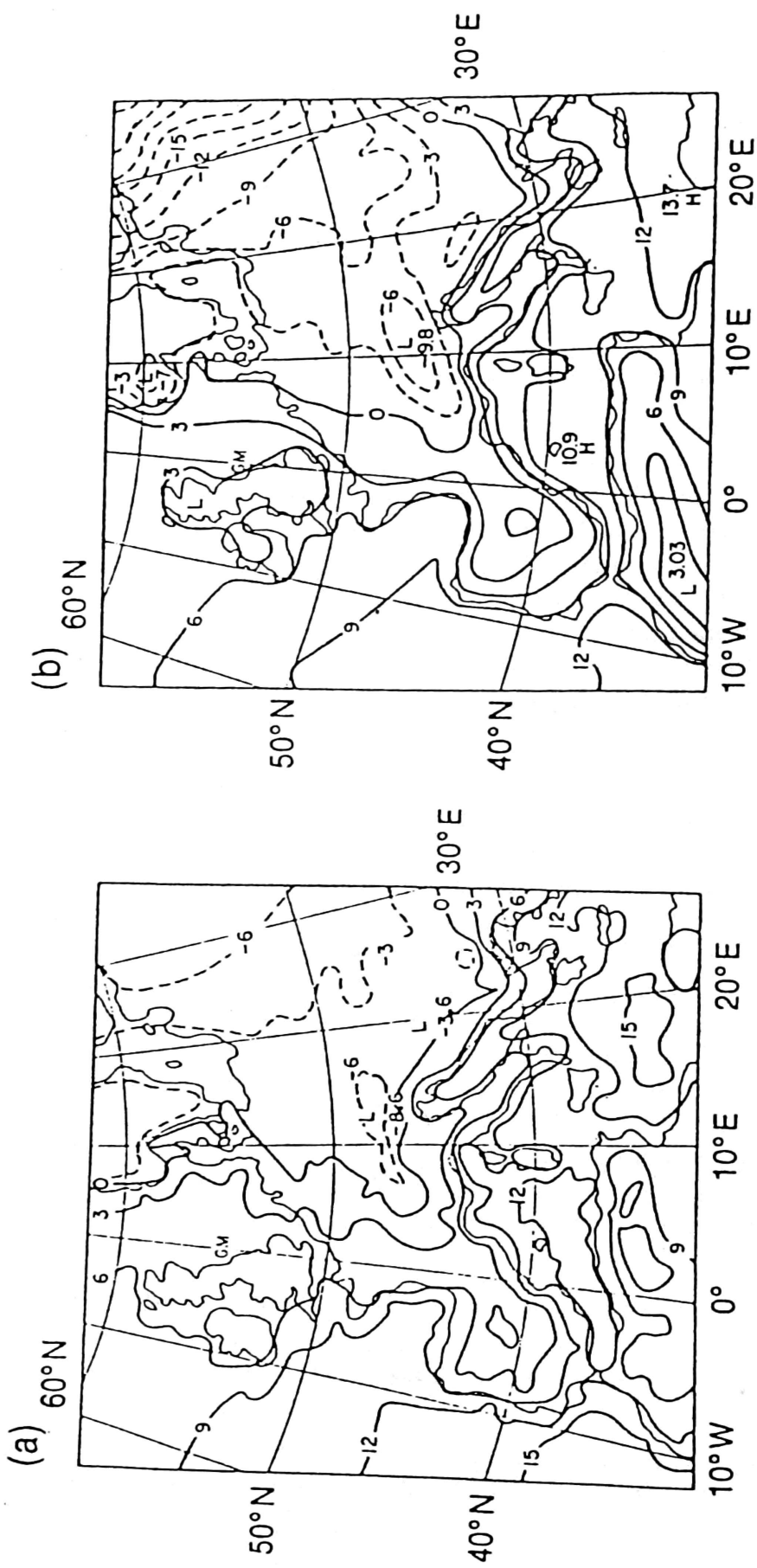
Globalne zmiany klimatu

Spośród istniejących około 30 modeli większość z nich wykazuje, że stan równowagi klimatu, jako reakcja na podwojenie koncentracji dwutlenku węgla zostanie osiągnięty po wzroście temperatury globalnej o 1,7 do 5,3° przy najczęściej powtarzającym się wyniku ok. 2,3°C. Modele te zdają się wskazywać na to, że przyrost temperatury powietrza wyniesie około 0,3° C na dziesięciolecie w skali globalnej. Pogląd ten wymaga jednak dodatkowego komentarza. Przyrost koncentracji gazów cieplarnianych ma i będzie mieć jeszcze przez długi czas charakter liniowy. Natomiast naturalne zmiany klimatu cechuje kwaziokresowość o przebiegu sinusoidalnym. Oznacza to, że przyrost temperatury nie będzie liniowy lecz będzie ulegać wahaniom zbliżonym do sinusoidy przy ogólnej tendencji wzrostowej. Efekt cieplarniany będzie osłabiać naturalne obniżanie się temperatury i intensyfikować jej wzrost. Ideę tę prezentuje rycina 3.

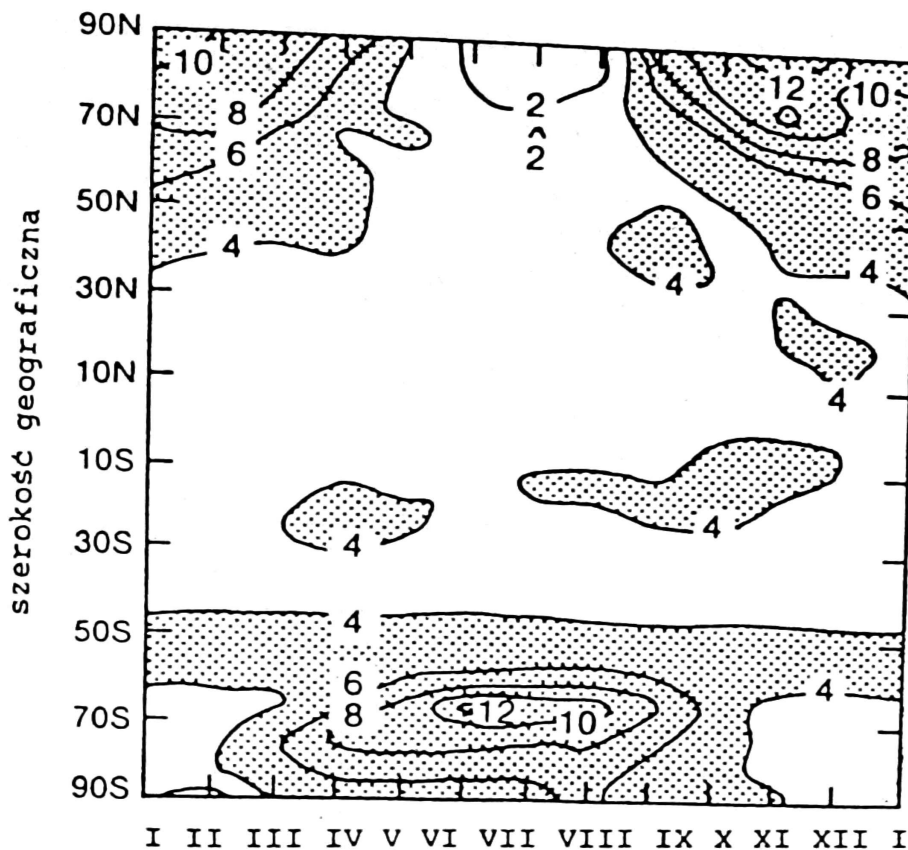
Jak wynika z prowadzonych badań, problem przyszłych zmian obarczony jest wielką liczbą znaków zapytania. Kilku spraw z tym związanych możemy być jednak pewni a mianowicie tego, że gazy cieplarniane pochłaniają promieniowanie długofalowe i powodują ogrzewanie atmosfery, tego że koncentracja tych gazów w atmosferze rośnie oraz tego, że konsekwencje zmian zagrażają życiu na Ziemi. Nie ma natomiast pewności dokąd to zagrożenie doprowadzi ludzkość i ekosystemy oraz kiedy to nastąpi. W warstwie przypowierzchniowej należy spodziewać się znacznego ocieplenia w wysokich, tj. polarnych szerokościach geograficznych, zwłaszcza w jesieni i zimie (ryc. 3). W Ameryce Północnej przyrost temperatury wyniesie od 4 do 8 stopni; w Europie i Azji — około 4 stopnie z wyjątkiem niektórych obszarów we wschodniej Syberii, gdzie ocieplenie będzie większe. Tak duże ocieplenie spowoduje topienie się lodów polarnych oraz zmniejszenie się gęstości wody w oceanie i uruchomi cały mechanizm sprzężenia zwrotnego prowadzący do dalszych zmian klimatycznych. W rejonach polarnych obu półkul ocieplenie będzie mniejsze w lecie i większe w zimie.

W strefie międzyzwrotnikowej ocieplenie będzie mniejsze i nie powinno przekroczyć 2–3 stopni w skali roku. Wynika to z faktu, że zwiększone promieniowanie będzie powodować wzrost parowania, a nie temperatury. To z kolei będzie sprzyjać wzrostowi opadów w tej strefie i ociepleniu górnej troposfery.

W szerokościach umiarkowanych półkuli północnej ocieplenie w lecie będzie większe od średniej globalnej i wyniesie od 4 do 6 stopni, co wynikać będzie ze zmniejszenia parowania ze względu na brak wilgoci i przesuszenia łądów.



RYC. 2. Średnia temperatura stycznia w Europie; a) obserwowana, b) symulowana przez model mezoskalowy



RYC. 3. Czasowo-przestrzenny rozkład temperatury powietrza przy podwojeniu koncentracji CO₂ w atmosferze

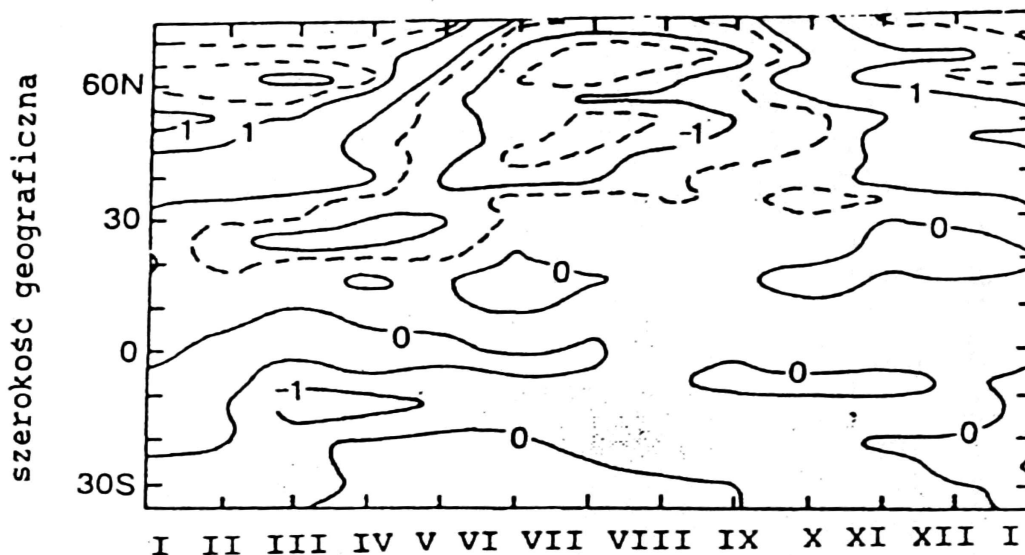
Ocenia się, że roczna suma opadów wzrośnie od 3 do 10%, chociaż w niektórych rejonach zmiany te będą o wiele większe. Niektóre modele sugerują, że suchsze będą, zwłaszcza w lecie, wnętrza kontynentów i rejony w szerokościach umiarkowanych.

Wszystkie modele wykazują w ciągu całego roku zwiększone opady w wysokich szerokościach geograficznych i w strefie międzyzwrotnikowej. W strefie szerokości umiarkowanych możemy spodziewać się wyższych opadów jedynie w zimie (wzrost od 10 do 20%), w lecie natomiast w skali całej strefy możemy oczekiwać niewielkiego spadku ilości opadów.

W suchej strefie podzwrotnikowej nie należy spodziewać się większych zmian. Jednakże w tej strefie nawet niewielkie zmiany mogą mieć istotne znaczenie praktyczne.

Przewidywane zmiany wydają się być pozornie niewielkie. Warto jednak pamiętać, że różnica temperatur pomiędzy współczesnym ciepłym okresem i Małą Epoką Lodową (XIV–XVIII w.) wynosi jedynie 1°C. Różnica warunków klimatycznych w Europie była na tyle duża, że ochłodzenie spowodowało znaczny spadek plonów i częste zamarzanie rzek i mórz wewnętrznych (np. Bałtyku).

Wzrost temperatury o 2 stopnie w stosunku do warunków współczesnych doprowadzi do warunków jakie nie istniały od 10 000 lat, tj. w czasie całego rozwoju współczesnej cywilizacji. Natomiast przyrost temperatury o 5°C doprowadziłby do warunków jakich nie



RYC. 4. Rozkład czasowo-przestrzenny zmian wilgotności gleby przy podwojonej koncentracji CO₂ w atmosferze

było na ziemi w ciągu ostatnich trzech milionów lat. W trakcie poprzedniego tak ciepłego okresu na Półkuli Północnej nie było lodów polarnych, poziom oceanów był wyższy od współczesnego 0,75 m, a strefa podzwrotnikowa obejmowała Kanadę i Europę.

Uwzględniając wszystkie wymienione zastrzeżenia warto zapoznać się z obrazem warunków klimatycznych jakie będą, według wyników uzyskanych z modeli, panować na świecie w drugiej połowie lub pod koniec XXI w.

Dla skali regionalnej wyniki modeli nie są dostatecznie wiarygodne, zwłaszcza w zakresie opadów. Możemy spodziewać się jednak intensyfikacji monsunu południowo-azjatyckiego, spadku zachmurzenia i wzrostu dopływu promieniowania w lecie na kontynencie Euroazjatyckim. Ze wzrostem koncentracji CO₂ związany jest na ogół wzrost sumy opadów. Jednakże temu wzrostowi towarzyszy wzrost parowania, a w niektórych rejonach parowanie nawet przewyższa opad. Oznacza to, że deficyt wody i przesuszenie gleby będzie się stale pogłębiać, intensyfikując i prowadząc do rozszerzenia się strefy objętej procesem pustynienia. Proces ten nie zagraża praktycznie biorąc jedynie obszarom wysokich szerokości geograficznych na półkuli północnej (ryc. 4). Przesuszeniu gleby w lecie w szerokościach umiarkowanych sprzyjać będą takie czynniki jak bliska nasyceniu wilgotność gleby w końcu zimy, co sprawi, że zwiększone opady nie będą retencjonowane w glebie lecz zasilą odpływ powierzchniowy, wczesne tajanie pokrywy śnieżnej i zmniejszenie się zachmurzenia.

Znaczny wzrost temperatury w wysokich szerokościach musi spowodować zmiany w miąższości i zasięgu lodów polarnych. Grubość lodu morskiego ulegnie zmniejszeniu prawie dwukrotnie. Już obecnie w Arktyce i Antarktyce obserwuje się zmniejszenie grubości tego lodu o ok. 1 m i zmianę jego struktury w ciągu ostatnich lat. Jednocześnie można się spodziewać, przynajmniej w początkowym okresie, wzrostu miąższości lądolodów z uwagi na intensywniejsze opady w tych szerokościach. Zintensyfikuje to ruch lądolodów do oceanu, odrywanie się gór lodowych i ich topienie się.

Szczególne znaczenie mają zmiany w rozkładzie pola ciśnienia, które jak wiadomo steruje cyrkulacją atmosfery. W zmienionych warunkach klimatycznych możemy spodziewać się osłabienia gradientu ciśnienia między równikiem i biegunami, co oznacza osłabienie cyrkulacji zachodniej. Osłabienie to będzie wynikiem spadku gradientu temperatury pomiędzy biegunami i równikiem wobec wspomnianego już większego ocieplenia w strefie polarnej. Na Półkuli Północnej w zimie można spodziewać się utworzenia się ośrodka wysokiego ciśnienia w rejonie Nowej Funlandii, odsunięcia na wschód niżu islandzkiego i osłabienia syberyjskiego ośrodka wysokiego ciśnienia. W lecie ulegnie osłabieniu wyż azorski, a spadek ciśnienia nad kontynentem azjatyckim zintensyfikuje monsun, przesuując jego zasięg na północ. Zmiany te muszą pociągnąć za sobą zmiany w systemie wiatrów, a te z kolei ze zmianami temperatury wpłyną na zmianę cyrkulacji oceanicznej.

Z punktu widzenia życia i działalności człowieka o wiele ważniejsze niż zmiany średnich wartości elementów klimatu są zmiany warunków i zdarzeń ekstremalnych. Szczególne znaczenie obok intensywności zjawiska ma częstotliwość jego występowania. Przewidywanemu ociepleniu towarzyszyć będzie wzrost częstości dni upalnych i spadek liczby okresów chłodu. W wysokich szerokościach półkuli północnej należy spodziewać się zmniejszenia zmienności temperatury z dnia na dzień. Jest to wynikiem wspomnianego już spadku gradientu temperatury pomiędzy południem i północą. Znacznie natomiast wzrośnie zmienność opadów z roku na rok w obszarach, na których przewidywany jest wzrost sumy opadów i spadek na obszarach ze zmniejszoną ilością opadów. Należy się także spodziewać zwiększenia się częstotliwości opadów ulewnych i burz w okresie letnim spowodowanych intensyfikacją konwekcji. W strefie międzyzwrotnikowej wzrośnie częstość i intensywność cyklonów tropikalnych.

Trzeba jednak podkreślić, że nikt nie jest w stanie udowodnić, że obecnie obserwowana na świecie zwiększona częstotliwość takich zjawisk jest związana z procesem ocieplenia globalnego, ale też nikt nie może udowodnić, że tak nie jest.

Regionalne zmiany klimatu

Z punktu widzenia praktyki gospodarczej i politycznej informacja o oczekiwanych zmianach klimatu w skali globalnej nie ma większego znaczenia. Zarówno decydenci jak i społeczeństwa zainteresowane są przede wszystkim warunkami jakie mogą wystąpić na obszarach ich działania. Niestety, z przyczyn o których była mowa, współczesna wiedza nie pozwala na prognozowanie klimatu nawet w skali globalnej. Nie pozwala na takie prognozowanie m.in. rozdzielczość przestrzenna stosowana w modelach (zwykle 250–700 km) co uniemożliwia uwzględnienie zjawisk i procesów o mniejszej skali (tzw. procesy podsiatkowe), które odgrywają decydującą rolę w modyfikacji klimatu regionalnego (jak orografia, roślinność, zagospodarowanie powierzchni ziemi itp.). Krytycznym problemem uniemożliwiającym zagęszczenie węzłów siatki są zbyt małe możliwości obliczeniowe istniejących komputerów i koszt jaki pociągają za sobą takie badania.

Dla skali regionalnej (rzędu 1 mln km²) wyniki uzyskiwane z modeli nie są jednoznaczne, szczególnie w przypadku opadów i wilgotności gleby. Można jednak na ich podstawie stwierdzić, że regionalne zmiany temperatury nie muszą być zgodne ze zmianami dla całego globu lub strefy szerokości geograficznej. Pomimo tych wszystkich zastrzeżeń, prowadzone są badania nad regionalnymi zmianami klimatu przy wystąpieniu ocieplenia globalnego

i pomimo istnienia dużych zastrzeżeń co do uzyskiwanych wyników z modeli GCM widoczny jest postęp w badaniach. Do badań modelowych Międzyrządowy Zespół Zmian Klimatu (IPCC) wytypował pięć regionów świata: środkową część Ameryki Północnej, Południowo-Wschodnią Azję, Strefę Sahelu, Europę Południową i Australię. Wyniki uzyskane przy zastosowaniu różnych modeli GCM przedstawiają się następująco:

Środkowa Ameryka Północna. Ocieplenie wyniesie od 2 do 4°C w zimie i 2 do 3°C w lecie. Opady zimowe zwiększą się o ok. 15% i obniżą w lecie od 5 do 10%. Wilgotność gleby w lecie zmniejszy się o 15–20%.

Południowo-Wschodnia Azja. Wzrost temperatury wyniesie od 1 do 2°C bez względu na porę roku. Opady zimowe nie ulegną zmianie, natomiast letnie zwiększą się o 5–10%. W podobnym stopniu zmieni się wilgotność gleby.

Strefa Sahelu. Ocieplenie będzie tego samego rzędu jak i w poprzednim rejonie (1–2°C). Letnie opady ulegną niewielkiemu wzrostowi a wilgotność gleby spadnie. Wyniki modeli dla tego regionu są wyjątkowo rozbieżne.

Europa Południowa. Temperatura w zimie wzrośnie o ok. 2°C i od 2 do 3 w lecie. Opady zimowe nieco wzrosną, jednakże w lecie przewidywany jest ich znaczny spadek (od 5 do 15%), podobnie jak i wilgotności gleby (15–25%).

Australia. Ocieplenie w zimie nie powinno przekroczyć 2°, a w lecie 1–2°C. Opady letnie zwiększą się o około 10%. Wyniki dotyczące zmian wilgotności gleby są bardzo rozbieżne.

Niezależnie od badań modelowych w wielu krajach prowadzone są próby określenia przyszłych zmian klimatu przy zastosowaniu innych metod. Najczęściej stosowane są różne metody statystyczne, wiążące globalne wyniki modeli GCM z obserwowanymi warunkami klimatycznymi w różnych rejonach świata. W Europie badania takie prowadzone były w Skandynawii i Niemczech. Również w Polsce podejmowane były próby tego rodzaju ocen. Uzyskane wyniki różnią się niekiedy znacznie, jednakże wykazują, że należy spodziewać się wzrostu temperatury w zimie w granicach 4–6°C, w lecie 2,5–4°C oraz wiosną i jesienią około 4°C. Przewidywany jest także niewielki (ok. 10%) wzrost opadów i parowania. Niektóre wyniki wskazują na większy wzrost parowania niż opadów, co oznacza spadek wilgotności gleby.

Wpływ zmian klimatu na poziom oceanu

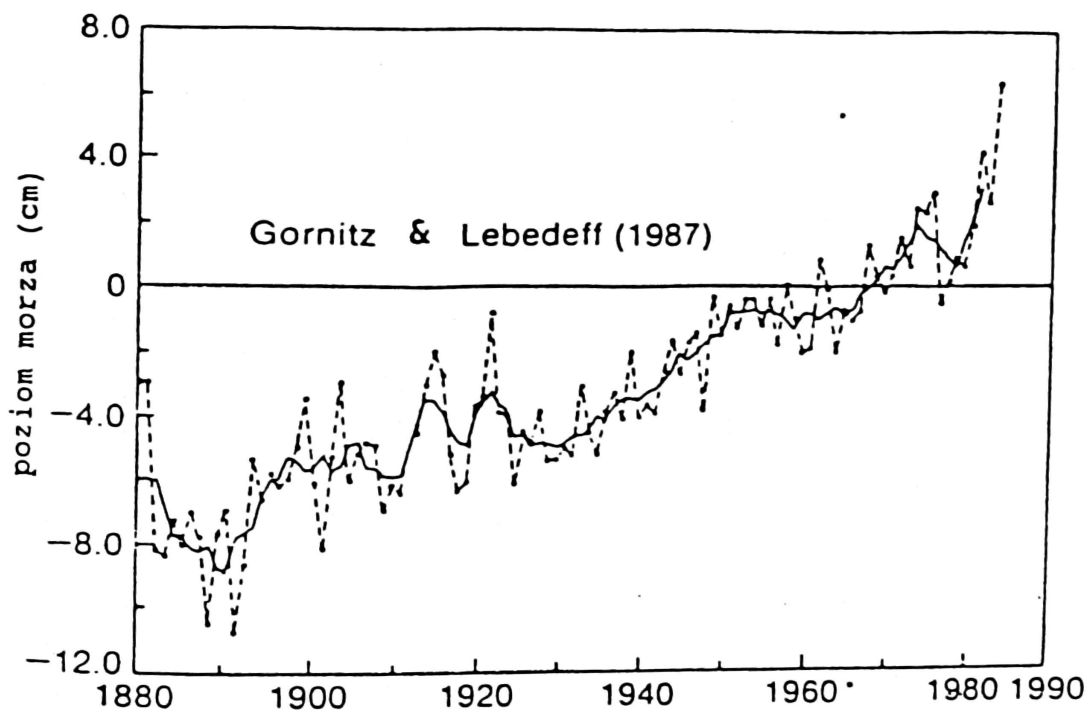
Zmiany poziomu oceanu mogą być spowodowane wieloma przyczynami w różnych skalach czasowych i przestrzennych. Poza przyczynami naturalnymi takimi jak ruchy izostacyjne, sedymentacja, procesy tektoniczne czy eustatyczne zmiany poziomu morza - od niedawna wyróżnia się także działalność antropogeniczną jako jedną z przyczyn. Za najważniejsze czynniki wpływające na zmiany poziomu oceanu uważa się termiczną ekspansję oceanów oraz topienie lądolodów i lodowców górskich. Przy stałej masie oceanów, objętość ich wód może ulegać zmianom w zależności od gęstości wody, która jest odwrotnie proporcjonalna do temperatury. Ogrzewanie się wód oceanu prowadzi do spadku ich gęstości i w następstwie ekspansji oceanu objawiającej się wzrostem poziomu morza. Regionalne zmiany w gęstości i objętości wody mogą być także rezultatem zmian

w zasoleniu, co w skali globalnej ma raczej drugorzędne znaczenie. W celu oszacowania przeszłej i przyszłej ekspansji oceanu w sposób empiryczny lub przy pomocy modeli, należy wziąć pod uwagę zmiany temperatury, zasolenia i gęstości morza.

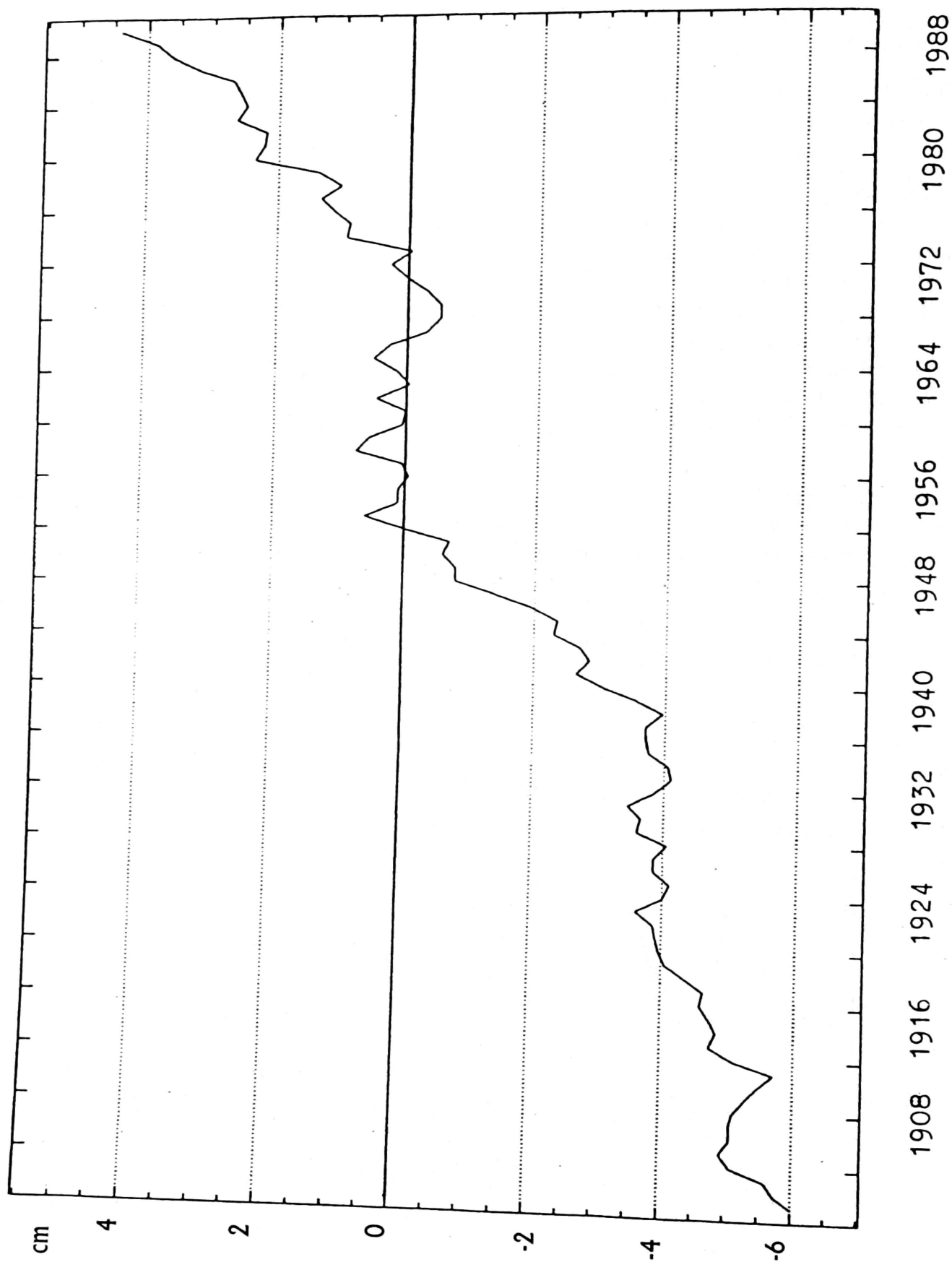
Wieloletnie obserwacje lodolodu grenlandzkiego wykazały jego znaczną ablację (topienie, odpływ i parowanie), podczas gdy na Antarktydzie proces ten nie ma jeszcze większego znaczenia w ogólnym bilansie lodolodu.

Większość lodowców górskich zmniejsza swój zasięg na przestrzeni ostatnich 100 lat. Rozległe badania geomorfologiczne sugerują, że proces cofania się lodowców obejmuje całą kulę ziemską i trwa już od czasu tzw. Małej Epoki Lodowej. Oszacowano, że w okresie 1900–1961 lodowce przyczyniły się do podniesienia globalnego poziomu morza o ok. 0,46 mm (+/- 0,26 mm) na rok (w sumie 2,8 cm). Modele bilansu energetycznego dla powierzchni lodowców oceniają, że ocieplenie się klimatu o 1°C spowoduje podniesienie się granicy lodu o 0,45 m/rok w suchych klimatach i o 0,7 m/rok w wilgotnych. Analiza danych przeprowadzona dla różnych okresów i regionów świata sugeruje sukcesywny wzrost poziomu morza przez ostatnie 100 lat od 0,5 mm/rok do ok. 3 mm/rok (średnio o 1–2 mm) (ryc. 5).

Zmiany poziomu Bałtyku na polskim wybrzeżu od 1990 roku wykazały analogiczną tendencję jak ocean światowy (ryc. 6). Zaznaczył się sukcesywny wzrost stanu morza, szczególnie wyraźnie widoczny w latach osiemdziesiątych.



RYC. 5. Zmiany poziomu morza w oceanie światowym



RYC. 6. Zmiany poziomu Bałtyku w Kołobrzegu obserwowane od 1901 roku wyrażone jako odchylenia od średniej z okresu 1951-1970 (średnie konsekwtywne dwudziestoletnie)

Konsekwencje wzrostu poziomu oceanu

Prognozowany wzrost poziomu oceanu o kilkadziesiąt centymetrów w najbliższych dekadach pociągnie za sobą daleko idące konsekwencje ekologiczne, społeczne i ekonomiczne. Trzeba więc zawczasu podjąć środki zaradcze w celu ochrony przed negatywnymi skutkami podniesienia się stanu morza oraz możliwości adaptacji do zmienionych warunków.

Zagrożenia związane ze wzrostem poziomu morza można podzielić na trzy rodzaje:

- cofanie się linii brzegowej,
- okresowe powodzie,
- intruzje słonych wód w głąb lądu.

W pierwszej kolejności niskie wybrzeża, podmokłe równiny i doliny rzeczne oraz obszary poddawane okresowym zalaniom przez pływy morskie mogą zostać bezpowrotnie zalane przez wody morskie. Wiele terenów położonych na wysokich wybrzeżach odpowiednio zabezpieczonych przed wtargnięciem morza będzie zagrożone przez wzmożoną erozję brzegową. Stały atak fal morskich powoduje specyficzne wyprofilowanie plaży, które zmienia się sezonowo: zimowe sztormy erodują wyższą część plaży deponując piasek w morzu, podczas gdy spokojniejsze wiosenne i letnie fale przynoszą piasek z powrotem odbudowując plażę. Lecz należy zwrócić uwagę, że wzrost poziomu morza zmieni stosunek profilu wybrzeża do poziomu wody, ponieważ bliżej brzegu woda będzie głębsza niż poprzednio. Zatem więcej energii będzie potrzebne do przeniesienia piasku z głębi morza na plażę. W rezultacie część materiału złożonego w morzu przez zimowe sztormy pozostanie w nim, w związku z czym plaża będzie się sukcesywnie zmniejszać.

Szczególnie zagrożone przez intensyfikację procesów brzegowych będą mierzeje, zalewane przez sztormowe fale i spychane w kierunku stałego lądu, przy czym plaża od strony morza może ulec całkowitemu zniszczeniu.

Globalne ocieplenie może spowodować częstsze występowanie sztormów oraz zwiększyć ich intensywność. Silny wiatr i niskie ciśnienie towarzyszące huraganom i sztormom powodują czasowe podniesienie poziomu morza nawet o kilka metrów (tzw. fala sztormowa). Nałożenie się dwóch zjawisk: wzrostu poziomu morza i fali sztormowej spowoduje powiększenie stref oddziaływania powodzi oraz zmniejszy możliwości lądu do drenowania wód sztormowych. Wzrost poziomu morza przyczyni się także do silniejszego zasolenia ujściowych odcinków rzek jak również pozwoli przemieszczać się zasolonym wodom coraz dalej w głąb lądu. Przewidywany w końcu przyszłego wieku stucentymetrowy wzrost poziomu oceanu może spowodować migrację soli ponad 20 km w górę rzek zagrażając dostępności słodkiej wody w okresach suszy. Podobnie pokłady wód podziemnych zasilających rzeki mogą zostać zasolone.

Zmienione warunki siedliskowe nie pozostaną bez wpływu na ekosystemy żyjące w strefie podmokłych wybrzeży i bagien. Podczas powolnego wzrostu poziomu oceanów roślinność bagienna może się doń przystosować, gdyż zachodzi wtedy sedymentacja obumarłych szczątków organicznych, na których rosną nowe pokolenia. Lecz szybsze podnoszenie się wody spowoduje zatonięcie roślinności. Zatopienie obszarów lęgowych ptactwa i miejsc

wypoczynku ptaków wędrownych może spowodować zagładę całych gatunków, które nie będą mieć możliwości przystosowania się do zbyt szybko zmieniających się warunków.

Intruzje słonej wody to kolejne zagrożenie dla morskich zwierząt i roślin. Wiele gatunków w okresie reprodukcji musi zmienić środowisko morskie na słodkowodne. W związku z wtargnięciem słonych wód głębiej w ląd zwierzęta te musiałyby pokonywać większe odległości aby osiągnąć ten cel. Z kolei zanieczyszczenia wód powierzchniowych ograniczyłyby adaptację zwierząt do nowych warunków, zmniejszając ich liczebność. Dominowałyby zatem gatunki słonolubne, rozrastające się kosztem zaniku innych zwierząt. Przewidywane zmiany klimatu zmieniają skład gatunkowy i produktywność ekosystemów morskich zasilających rybołówstwo. Prawdopodobnie część ryb sukcesywnie będzie znikać, podczas gdy inne będą w ekspansji. Trzeba zatem będzie rozsądnie gospodarować zasobami morskiej fauny, aby nie doprowadzić do całkowitej zagłady niektórych gatunków (np. ograniczenia w połowach, ochrona częściowa lub całkowita pewnych rodzajów zwierząt morskich).

Ponad 50% ludności świata, 15 z 20 największych miast oraz znaczna ilość światowych zasobów skoncentrowana jest w strefie wybrzeży. Oceaniczne zasoby fauny i flory stanowią coraz ważniejszy rezerwuuar żywnościowy wobec stale zmniejszających się areałów upraw lądowych.

Wiele stref brzegowych będzie zagrożonych wzrostem poziomu morza. Pociągnie to za sobą przede wszystkim zagrożenie dla ludności zamieszkującej nisko położone tereny nadmorskie oraz wyspy. Szczególnie podatne na zalanie będą płaskie obszary delt i ujść rzek. Do najbardziej wrażliwych miejsc na Ziemi należą delty Nilu w Egipcie, Padu we Włoszech, Gangesu w Bangladeszu, Jangcy i Huang Ho w Chinach, Mekongu w Wietnamie, Irawadi w Birmie, Indusu w Pakistanie, Nigru w Nigerii, Parany, Magdaleny, Orinoko i Amazonki w Południowej Ameryce i Mississipi w Północnej.

Wiele państw usytuowanych na niskich wyspach i atolach koralowych może stracić znaczną część lądu lub nawet zniknąć z powierzchni Ziemi w wyniku wzrostu poziomu morza. Takie kraje jak: Wyspy Marshalla, Vanuatu, Malediwy czy Tuvalu są szczególnie podatne na powodzie i erozje, ponieważ leżą poniżej 3 m n.p.m. Dla wielu wybrzeży tropikalnych atole koralowe stanowią naturalną barierę przed otwartym oceanem, która może zostać zalana i zniszczona wskutek wzmożonej działalności fal. Jedyną skuteczną obroną w tym przypadku byłby szybszy wzrost raf koralowych i bardziej efektywny proces sedymentacji. Jednakże zbyt szybki wzrost poziomu oceanu spowoduje zatopienie i obumarcie koralowców na rafach. Przykładowo jednometrowe podniesienie się poziomu morza może spowodować zalanie 12–15% egipskiej ziemi ornej i 17% w Bangladeszu. Szacuje się, że USA straci ok. 20 000 km² lądu. Konsekwencją wzrostu poziomu morza będzie spadek produkcji rolniczej w wielu krajach deltowych takich jak Bangladesz, Egipt czy Chiny. Proces ten uwidoczni się zarówno w bezpośredniej utracie gruntów ornych jak i w zwiększonej erozji i zasoleniu gleb oraz wzroście częstotliwości występowania i intensywności powodzi morskich i rzecznych na obszarach rolnych. Przykładowo, w Bangladeszu zaznaczy się dwudziestoprocentowy spadek produkcji rolnej (głównie ryżu, trzciny cukrowej i juty), a w Egipcie — 15% w wyniku podniesienia się o 1 m poziomu morza. Dla krajów rozwijających się, gęsto zaludnionych będzie to oznaczało głód i pogłębienie ubóstwa.

Strefy wybrzeży to także silnie zurbanizowane i uprzemysłowione tereny. Ochrona stworzonej już infrastruktury przed sztormami i erozją pochłonie ogromne nakłady finansowe wielu krajów.

Polskie wybrzeże Bałtyku wynosi 494 km długości, z czego 52% to piaszczyste plaże, 26% - tereny podmokłe i 22% wybrzeża klifowego. Na obszarze tym znajduje się strefa największego ryzyka położona poniżej 1 m n.p.m. (1550 km²), która obejmuje przede wszystkim deltę Wisły (70% i dolinę dolnej Odry wokół Zatoki Szczecińskiej (12%). Obszary te to żyzne gleby z intensywną produkcją rolną, która może zostać ograniczona lub wręcz wyeliminowana w wyniku prognozowanego wzrostu poziomu morza. Zjawisko to również odbije się niekorzystnie na infrastrukturze miast usytuowanych na wybrzeżu, zagrażając ich mieszkańcom, portom i zakładom przemysłowym (w strefie zagrożenia znajdują się między innymi zakłady chemiczne w Policach, rafineria w Gdańsku i elektrownia "Dolna Odra"). Należy się także liczyć ze stratami w turystyce, której naturalna baza zostanie istotnie ograniczona.

Konsekwencje zmian klimatu w leśnictwie

Prognozowane zmiany klimatu znajdują odbicie zarówno w gospodarce leśnej jak i naturalnych formacjach leśnych.

Spodziewane globalne zmiany klimatu mogą spowodować wiele niekorzystnych zjawisk w sukcesji lasów strefy umiarkowanej. Przypuszcza się, że następstwem ocieplenia w Ameryce Północnej i Skandynawii byłoby przesunięcie granicy lasów borealnych o 200 do 1000 km na północ. Zmiany te zachodziłyby jeszcze szybciej na południowej granicy lasu — o 100–150 km na stulecie. Konsekwencje tych zmian wpłynęłyby na znaczne pogorszenie zdolności produkcyjnej lasów szpilkowych. Według scenariusza podwojonej koncentracji CO₂ i związanymi z tym zmienionymi warunkami klimatycznymi nastąpi zmniejszenie powierzchni zajmowanej przez lasy borealne o 37% i o 22% lasów podzwrotnikowych. Spodziewane jest natomiast rozszerzenie areалу lasów strefy okołorównikowej o 28%. Stan zdrowotny lasów zależeć będzie od okresu stabilizacji nowych warunków klimatycznych i przystosowania się do nich szkodników, odporności drzew na częstsze występowanie susz, wahania poziomu wód gruntowych, dalszy wzrost zanieczyszczeń powietrza i zwiększone zagrożenie pożarowe.

Zmienione warunki siedliskowe przyczynią się do ginięcia niektórych gatunków drzew z powodu zwiększonego stresu fizycznego. Może się okazać, że zdolności adaptacyjne wielu z nich nie są wystarczające do kolonizowania nowych obszarów. Największe szanse przetrwania i rozwoju będą miały drzewa o szerokim zakresie tolerancji na warunki siedliskowe np. topola i olsza w Europie. Natomiast eliminacji będą podlegać takie gatunki jak świerk i jodła.

Na podstawie dotychczasowych obserwacji, jakie zachodziły w okresie współczesnego ocieplenia trwającego od końca XIX wieku, przewiduje się znaczne zmiany w fitocenozach i zagrożenia dla lasu w Polsce. Ciepły klimat nie będzie sprzyjał rozwojowi drzew iglastych, których udział będzie się zmniejszał. W wyniku eutrofizacji powodowanej zwiększoną sumą temperatury efektywnej drzewa liściaste gatunków ciepłolubnych będą cechować się

intensywnym wzrostem. Można prognozować częstsze i obfite obradanie tych drzew oraz dalsze ich rozprzestrzenienie kosztem wypierania sosny i świerka w kierunku północno-wschodnim. Dotyczy to głównie dębu bezszypułkowego i buka.

Wpływ zmian klimatu na zasoby wodne

Prognozowane ocieplenie i związane z nim zmiany cyrkulacji atmosferycznej, temperatury, opadów i parowania mogą spowodować zaburzenia w obiegu wody. Przewiduje się, że zasoby wodne będą jeszcze bardziej zagrożone niż obecnie.

Nawet w regionach gdzie spodziewany jest wzrost sum opadów, zwiększone parowanie może doprowadzić do zmniejszenia odpływu. Z kolei tam, gdzie opady ulegną redukcji, zasoby wód podziemnych również zostaną znacznie zmniejszone. Inną konsekwencją ocieplenia może być mniejsza akumulacja śniegu w okresie zimowym w górach i w szerokościach umiarkowanych. To z kolei prowadzi do spadku wiosennego odpływu zasilającego jeziora i rzeki. Szacuje się, że dziesięcioprocentowy spadek odpływu i wzrost temperatury o 1–2°C może przyczynić się do redukcji odpływu o 40-70% w bardziej suchych basenach.

Nadmierna eksploatacja zasobów wodnych oraz postępujące pustynnienie spowoduje wypłukiwanie soli z gleb i kumulację jej w warstwie położonej powyżej poziomu wodonośnego. Dodatkowo następować będzie wzmożona ucieczka wody z gleby poprzez zwiększone tempo ewapotranspiracji.

Na podstawie wyników modeli cyrkulacji atmosfery prowadzone są również badania w Polsce nad skutkiem ocieplenia klimatu w gospodarce wodnej. Prognozowany wzrost temperatury i opadów w konsekwencji doprowadzi do zwiększenia ewapotranspiracji o około 135 mm do roku 2100 w porównaniu z obecnym poziomem 460 mm. Projektowany zwiększony odpływ (z poniżej 100 mm w Polsce centralnej do 100–200 mm, szczególnie duży wiosną) przyczyni się do zwiększenia deficytu wodnego podczas okresu wegetacyjnego. Powinno się zatem zapewnić odpowiedni system retencji wody w zbiornikach. Pomimo zwiększonego odpływu i ewapotranspiracji zmniejszy się ilość wody zmagazynowanej w glebie. Zmienione warunki wodne nie pozostaną bez wpływu na ekosystemy i rolnictwo.

Szybki wzrost liczby ludności świata oraz ekspansywna działalność gospodarcza stale zwiększa zapotrzebowanie na wodę. Z drugiej strony zanieczyszczenia pochodzenia przemysłowego, rolnego i komunalnego wpływają na pogorszenie jakości zasobów wodnych. Podobnie zasolenie wód gruntowych może uczynić je niezdatnymi do wykorzystania w gospodarstwach domowych i rolnictwie. Wynika stąd, że zasoby wodne kurczą się, podczas gdy zapotrzebowanie rośnie. W tej sytuacji niezbędna staje się potrzeba efektywnego gospodarowania wodą w celu zmniejszenia negatywnych skutków związanych z potencjalnymi zmianami klimatu. W związku z tym powinniśmy udoskonalić istniejącą już infrastrukturę pozwalającą magazynować wodę, szczególnie w okresach wiosenno-letnich. Należy także wprowadzić odpowiednią politykę i długofalowe planowanie zmierzające do racjonalniejszego wykorzystywania zasobów wodnych. Taka globalna gospodarka potencjałem wodnym w wielu regionach jest trudna do zrealizowania, ponieważ często z jednego

basenu hydrologicznego korzysta kilka krajów i każdy z nich ma własną koncepcję wykorzystania i ochrony wody. Obszary już dziś dotknięte niedostatkami zasobów wodnych będą szczególnie narażone na ich brak w obliczu ocieplającego się klimatu. (np. Sahel).

Wpływ zmian klimatu na rozkład stref roślinnych

Reakcją ekosystemów na globalne zmiany klimatu będzie przesunięcie ku biegunom każdej strefy roślinności. Wzrost średniej rocznej temperatury o 1°C spowoduje migrację o 200 km na północ i o 180 m w górę każdego piętra roślinnego. Spowoduje to rozszerzenie zasięgu klimatu śródziemnomorskiego, z jego wiecznie zielonymi lasami dębowymi i twarolistnymi zaroślami oraz zmniejszenie powierzchni tundry (o 32%). W Europie Centralnej spodziewana jest intensyfikacja cech klimatu oceanicznego, lecz pewnym utrudnieniem w sukcesji ekosystemów będą zmiany w zasobach wodnych gleby. Innym utrudnieniem w przemieszczaniu się stref roślinnych będą zmienione zdolności do współzawodnictwa poszczególnych roślin, co w konsekwencji doprowadzi do eliminacji jednych a ekspansji innych gatunków.

Strategie adaptacji społeczeństw do zmienionych warunków klimatycznych

Ekosystemy

Strategie adaptacyjne w zakresie ekosystemów powinny zmierzać do ochrony biologicznej różnorodności gatunków, przygotowania ich do zmiany granic zasięgu wynikających ze zmienionych warunków klimatycznych biorąc pod uwagę fakt, że zmiany naturalne mogą zachodzić o wiele wolniej niż zmiany klimatu. Takie dostosowanie powinno być prowadzone poprzez dobór gatunkowy roślin oraz umożliwienie migracji naturalnej tym gatunkom flory i fauny, które nie będą w stanie dostosować się do zmienionych warunków. Wymaga to m.in. utworzenia systemów ochronnych pasów roślinnych łączących wszystkie ekosystemy na kontynentach, umożliwiających migrację, także poprzez ograniczenie wylesienia i ponowne zalesianie.

Takie oddziaływania powinna poprzedzać szczegółowa inwentaryzacja gatunkowa ekosystemów oraz przygotowanie programów ich adaptacji.

Emigracja ekologiczna

Jednym z ważniejszych problemów polityczno-społecznych z jakim musi się liczyć społeczność międzynarodowa to problem emigracji ekologicznej. Pod pojęciem tym kryje się emigracja wymuszona warunkami ekonomicznymi będącymi następstwem degradacji środowiska m.in. w konsekwencji zmian klimatu. O ile w roku 1978 liczbę takich emigrantów w skali globalnej oceniano na około 5 mln osób, to w roku 1988 doszła już ona do 14 mln, a w latach dziewięćdziesiątych przekroczyła 30 mln. Tylko w Indiach znalazło się 15 mln Bengalczyków — emigrantów "ekologicznych" z Bangladeszu. Oczywiście liczby te dotyczą jedynie tych emigrantów, którzy przekroczyli granice państwowe. Liczba emigrantów wewnątrz państw jest daleko większa. W latach dziewięćdziesiątych liczba emigrantów

"ekologicznych" znacznie przekroczyła liczbę emigrantów "politycznych". Przewidywane skutki zmian klimatu liczbę tę radykalnie zwiększą. Zakładając, że jedynie 1% ludności świata będzie zmuszonych do emigracji z powodu braku pożywienia, wody lub energii (lub wszystkich tych czynników łącznie) oznacza to, że emigracja taka wynosić będzie od 60 do 110 mln osób. Do tego należałoby dodać ludność zagrożoną wzrostem poziomu oceanu. W strefie do 60 km od lini brzegowej żyje obecnie jedna trzecia ludności świata.

Na emigrację narażeni będą przede wszystkim mieszkańcy wsi. Rolnictwo jest tym sektorem gospodarki, który jest najbardziej zagrożony zmianami klimatu (gleba, uprawy). Już obecnie obserwowana jest w niektórych krajach tendencja porzucania wyjałowionych ziem i emigracja do miast lub na tereny marginalne, słabe rolniczo (np. zbocza górskie). W przyszłości ta tendencja pogłębi się. Drugą grupą potencjalnych emigrantów ekologicznych są mieszkańcy krajów rozwijających się, gdzie niedostatek zasobów finansowych i technicznych, zła infrastruktura, skorumpowana biurokracja i autokratyczne rządy nie są w stanie ochronić ludności przed klęskami spowodowanymi zmianami klimatu. Przy stałej tendencji do wzrostu liczby ludności świata emigracja ta stanowić będzie dodatkowy problem zwłaszcza dla krajów rozwiniętych.

Międzynarodowe działania na rzecz ochrony klimatu

Przez blisko sto lat problem wpływu gazów cieplarnianych na klimat był przedmiotem zainteresowania jedynie naukowców. Pierwszym poważnym międzynarodowym przedsięwzięciem była Pierwsza Światowa Konferencja Klimatyczna, która odbyła się w Genewie w 1979 r. Obrady konferencji dotyczyły przede wszystkim problemu możliwego wpływu oczekiwanych zmian klimatycznych na różne dziedziny życia człowieka. W rezultacie tej Konferencji powstał Światowy Program Klimatyczny zajmujący się naukowymi podstawami zmian klimatu oraz konsekwencjami tych zmian dla człowieka. Dwie kolejne konferencje w Villach (1985,) i Bellagio (1987) wypracowały wspólne stanowisko krajów w związku z możliwym ociepleniem globalnym i zaproponowały politykom podjęcie tego problemu. Od tego czasu problem dotychczas naukowy przekształcił się w problem polityczny. Problem ten coraz częściej był przedmiotem wielkich konferencji międzynarodowych. M. in. na konferencji w Toronto (1988) "Prawo o atmosferze" po raz pierwszy powstała myśl utworzenia pod auspicjami ONZ Konwencji o Zmianach Klimatu, która miałaby być prawnym traktatem międzynarodowym, zobowiązującym Kraje-Sygnatariuszy do podjęcia działań na rzecz ochrony klimatu.

Spośród wielkiej liczby konferencji należałoby wymienić jeszcze Drugą Światową Konferencję Klimatyczną (Genewa 1990), po raz pierwszy obejmującą problematykę zmian klimatu i ich skutków w kontekście naukowym i politycznym. Łącznie w latach 1988–1989 odbyło się około 20 wielkich konferencji międzynarodowych zajmujących się tym problemem z różnych punktów widzenia.

Zainteresowanie społeczności międzynarodowej tą problematyką sprawiło, że Światowa Organizacja Meteorologiczna oraz Program Środowiska Narodów Zjednoczonych powołały w roku 1988 Międzynarodowy Zespół ds Zmian Klimatu (IPCC). Zespół ten miał za zadanie przygotowanie dla Zgromadzenia Ogólnego ONZ raportu dotyczącego problemu zmian klimatu, ich wpływu na środowisko przyrodnicze i działalność człowieka oraz

zaproprowanie strategii i reakcji na te zmiany. Raport ten został przedstawiony na 45 sesji Zgromadzenia Ogólnego ONZ w 1990 r., na podstawie którego Zgromadzenie podjęło decyzję o rozpoczęciu procesu negocjacyjnego Konwencji Zmian Klimatu. Nadzór nad pracami powierzono Sekretarzowi Generalnemu ONZ. Zalecono aby Konwencja została przygotowana do połowy roku 1992 i wyłożona do podpisu w trakcie Konferencji ONZ "Środowisko i Rozwój" w Rio de Janeiro w czerwcu 1992 r. Powołany dla przygotowania Konwencji Komitet Negocjacyjny Ramowej Konwencji Zmian Klimatu (INC/FCCC) wywiązał się z zadania i tekst Konwencji został przygotowany zgodnie z przewidzianym terminem.

Konwencja jest pierwszym prawnym dokumentem międzynarodowym zajmującym się w sposób kompleksowy problematyką zmian klimatu i ich konsekwencji, zawierającym zobowiązania do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, do transferu technologii na preferencyjnych zasadach oraz do pomocy finansowej krajom takiej pomocy potrzebującym.

Celem Konwencji jest zapewnienie stabilizacji koncentracji gazów cieplarnianych na poziomie, który uchroni system klimatyczny przed niebezpiecznym wpływem działalności człowieka. Poziom taki powinien być osiągnięty w czasie wystarczającym do tego, aby ekosystemy mogły się przystosować do zmian klimatu, zapewnić niezagrażoną produkcję żywności oraz zrównoważony rozwój ekonomiczny.

Kraje — Strony Konwencji uznają, że zmiany klimatu Ziemi i ich negatywne skutki są wspólną troską ludzkości i deklarują gotowość dla ochrony klimatu dla dobra obecnych i przyszłych pokoleń. Działania podejmowane w ramach Konwencji opierają się na pięciu następujących zasadach:

- wspólnej lecz zróżnicowanej odpowiedzialności,
- uznania zróżnicowanych potrzeb i szczególnej sytuacji krajów rozwijających się,
- podejmowanie zapobiegawczych działań z wyprzedzeniem w czasie,
- zrównoważonego rozwoju i współpracy międzynarodowej bez dyskryminacji i restrykcji.

Strony Konwencji zobowiązują się do:

- opracowania według przyjętej metodyki wyników inwentaryzacji emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych oraz udostępnienia ich innym Stronom Konwencji;
- opracowywania, wdrażania i uaktywnienia narodowych programów ograniczenia emisji i zwiększenia możliwości pochłaniania tych gazów;
- rozwijania nowych technologii ograniczających emisję tych gazów;
- ochrony biosfery stanowiącej naturalny pochłaniacz niektórych gazów cieplarnianych;
- prowadzenia działań przygotowawczych do adaptacji społeczeństwa i gospodarki do oczekiwanych zmian, zwłaszcza obszarów nadmorskich, zasobów wodnych i rolnictwa, prowadzenia zwłaszcza w Afryce rekultywacji ziem objętych pustynieniem, suszą i erozją;

- uwzględniania możliwości zmian klimatu w stosownych działaniach i programach społecznych, ekonomicznych i ekologicznych;
- wspieranie i rozwijanie badań naukowych, technicznych i społeczno-ekonomicznych oraz pomiarów i obserwacji stanu systemu klimatycznego celem lepszego zrozumienia procesów klimatotwórczych i wyjaśnienia istniejących niejasności;
- wspierania wymiany międzynarodowej niezbędnych danych i informacji,
- rozwijanie świadomości społecznej poprzez kształcenie formalne i popularyzację wiedzy, celem włączenia społeczeństwa do procesu ochrony klimatu.

Szczególne zobowiązania Konwencja nakłada na dwie grupy krajów: kraje rozwinięte oraz kraje z gospodarką w okresie przejściowym. Ta ostatnia grupa obejmuje państwa byłego bloku wschodniego w Europie (w tym także Polskę).

Kraje rozwinięte zobowiązują się do prowadzenia takiej polityki gospodarczej, która umożliwi stabilizację emisji gazów cieplarnianych na poziomie roku 1990 do roku 2000, a następnie ich redukcję. Ponadto kraje rozwinięte zobowiązały się do finansowania działań zmierzających do redukcji emisji i ochrony lasów jako głównego "pochłaniacza" dwutlenku węgla w krajach rozwijających się oraz do preferencyjnego transferu technologii, przede wszystkim do tej grupy krajów.

Kraje z gospodarką w okresie przejściowym uzyskały swobodę w zakresie wypełniania zobowiązań związanych z ograniczeniem/stabilizacją emisji. Swoboda ta dotyczy przede wszystkim wyboru okresu bazowego dla stabilizacji emisji, która powinna być osiągnięta w 2000 r. Ponadto grupa tych krajów została zwolniona ze wszystkich zobowiązań finansowych na rzecz krajów rozwijających się.

Jest oczywiste, że ramowa konwencja nie jest w stanie rozwiązać całości problemu. Stanowi ona jednak pierwszy krok we właściwym kierunku. Dalsze negocjacje protokołów uszczegółowią zobowiązania i być może za przykładem konwencji Wiedeńskiej o Ochronie Warstwy Ozonowej doprowadzą do radykalnego ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.

Summary

Predicted Changes of the Climate and Their Environmental, Social and Political Consequences

As the course of negotiations on the Framework UN Convention on Climate Change showed, the main goal assumed at the startpoint, which is the reduction of greenhouse gas emission concentration, does not seem attainable. The shift of the weight of the problem from technical-scientific sphere to the political sphere is the reason for this impossibility. This fact causes that the Convention is being transformed in the scene of financial and political games between industrial and developing countries.

An excessive optimism of the European Union countries in possibilities of actual limitation of greenhouse gas emissions by those countries is the second reason for such state of things.

In this situation one must actually take into account the necessity for adaptation of populations and their economic systems to the expected climate change, as more as it looks like that these changes may appear earlier and more sharply than the results of model experiments show.

Climate changes will carry with them a change of effects to natural environment, as well as to economic, social, and political relations.

The acknowledged and expected consequences of changes in the environment will cause in many countries of the globe a decrease of national income in the result of a necessity to bear the costs of adaptation, limitation of agricultural production, restructuring of forestry, decrease of disposable water resources, restraining capabilities for actions in communal, industrial, and agricultural sectors, increase in costs of production and exploitation of infrastructure on sea coasts. Moreover, the water resources allocation problem within river basins used by several countries may contribute to arising of international conflicts. In the case of poor countries situated in depressions and on islands there a threat to the existence of entire nations may arise.

The economic effects mentioned above will have further social consequences in the form of increased feeling of danger, international emigration from countryside to cities, transboundary emigration, impoverishment of populations that are the most exposed to the changes, and in consequences to political destabilization and international conflicts.