



KOMISJA WSPÓLNOT EUROPEJSKICH

Bruksela, dnia 9.2.2005
COM(2005) 35 końcowy

**KOMUNIKAT KOMISJI DLA RADY, PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO,
EUROPEJSKIEGO KOMITETU EKONOMICZNO-SPOŁECZNEGO I KOMITETU
REGIONÓW**

Powstrzymywanie zmian klimatycznych na świecie

{SEC(2005) 180}

SPIS TREŚCI

1.	Wstęp.....	3
2.	Wyzwanie związane z powstrzymaniem zmian klimatycznych	3
3.	Korzyści i koszty ograniczania zmian klimatycznych	4
4.	Wyzwanie związane z uczestnictwem w powstrzymaniu zmian klimatycznych ...	4
5.	Wyzwanie związane z innowacją.....	5
6.	Wyzwanie związane z przystosowaniem	7
7.	Wnioski	8
8.	Zalecenia w zakresie polityki klimatycznej UE: następne etapy działania.....	10
	ZAŁĄCZNIK	13

1. WSTĘP

Wejście w życie Protokołu z Kyoto rozpoczyna nowy etap międzynarodowych działań w celu powstrzymania zmian klimatycznych na świecie. UE zaczęła redukować swoje emisje gazów cieplarnianych i obecnie musi opracować średnio i długoterminowe strategie powstrzymania zmian klimatycznych, zarówno w ramach UE jak i we współpracy ze społecznością międzynarodową. Wiele Państw Członkowskich UE ogłosiło już lub przedstawiło na szczeblu krajowym propozycje średnio i długoterminowych celów w zakresie klimatu. Niniejszy komunikat powstał w odpowiedzi na przedstawiony przez Radę Europejską podczas spotkania w marcu 2004 r. wniosek o sporządzenie „analizy kosztów i korzyści uwzględniającej zagadnienia zarówno ochrony środowiska jak i konkurencyjności” celem przygotowania do dyskusji na temat „średnio i długoterminowych strategii redukcji emisji z uwzględnieniem celów”. Na podstawie analizy przeprowadzonej przez Komisję przedstawiono poniżej liczne elementy, które należy uwzględnić w przyszłych strategiach UE dotyczących zmian klimatycznych oraz zaproponowano podjęcie w 2005 r. dialogu z kluczowymi partnerami w celu sformułowania stanowiska, jakie UE zajmie w przyszłych negocjacjach międzynarodowych. Do komunikatu dołączono dokument roboczy omawiający w bardziej szczegółowy sposób dowody naukowe i scenariusze, które przeanalizowano na poparcie przedstawionych tu informacji.

2. WYZWANIE ZWIĄZANE Z POWSTRZYMIWANIEM ZMIAN KLIMATYCZNYCH

Klimat ulega zmianom: w XX wieku średnia temperatura na świecie wzrosła o około 0,6°C, a w Europie o ponad 0,9°C. W skali całego świata, dziesięć najcieplejszych lat zarejestrowano po 1991 r. Stężenia gazów cieplarnianych są obecnie wyższe, niż kiedykolwiek w ciągu ostatnich 450 000 lat, i przewiduje się, że będą nadal rosły.

Przeważająca większość naukowców zgodnie uważa, że przyczyną tego jest emisja gazów cieplarnianych spowodowana działalnością człowieka. Ze względu na opóźnienia w systemie klimatycznym, emisje, które wystąpiły w przeszłości spowodują dodatkowy wzrost temperatury w XXI wieku, i oczekuje się, że wielkość tych emisji zwiększy się jeszcze w nadchodzących dziesięcioleciach. W związku z tym oczekuje się, że do 2100 r. temperatury wzrosną o 1,4°C do 5,8°C w skali całego świata (w porównaniu z temperaturami z 1990 r.) oraz o 2,0°C do 6,3°C w Europie.

Należy spowolnić zmiany klimatyczne a następnie je powstrzymać. Na podstawie drugiego sprawozdania z oceny sporządzonego przez Międzyrządowy Panel ds. Zmian Klimatu (IPPC), w 1996 r. Rada Ministrów UE oświadczyła, że „uważa, iż średnie temperatury na świecie nie powinny przekroczyć poziomu sprzed rewolucji przemysłowej o 2°C”¹. Cel „2°C” należy technicznie przełożyć na postanowienia polityki. Często jest on przedstawiany w aspekcie stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze i wyrażany w liczbie cząstek na milion cząstek w jednostce objętości (ppmv). Najnowsze badania wskazują, że przy poziomie 550 ppmv (w ekwiwalencie CO₂) prawdopodobieństwo osiągnięcia celu „2°C” ma się jak 1 do 6, a jeżeli stężenie

¹ 1939 posiedzenie Rady, Luksemburg, 25 czerwca 1996 r.

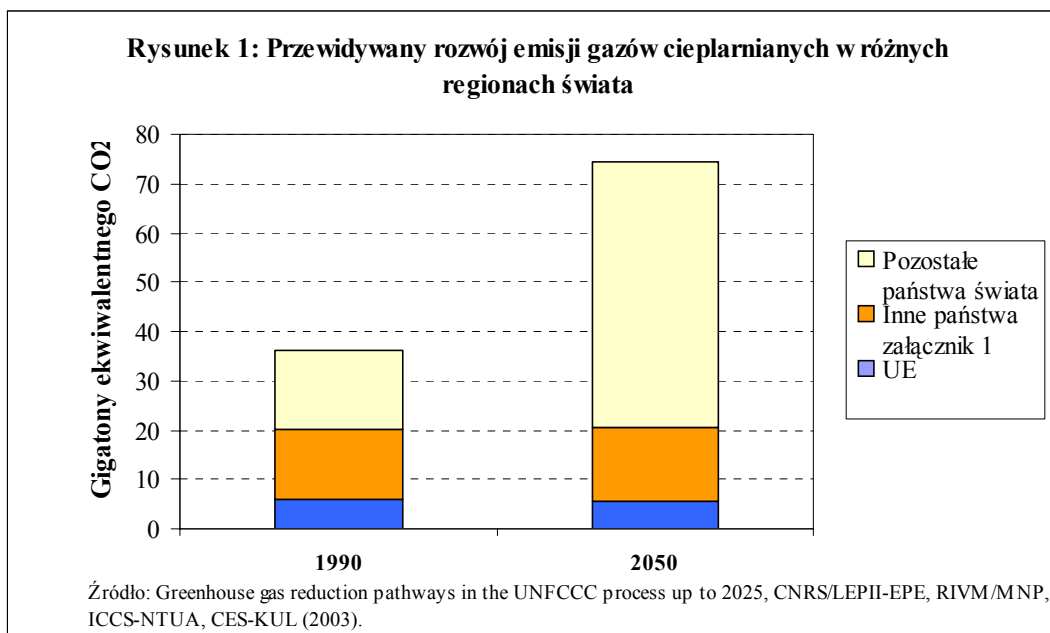
wzrośnie do 650 ppmv, to szansa osiągnięcia celu wyniesie 1 na 16. Z tego względu ograniczenie wzrostu temperatury do poziomu 2°C będzie najprawdopodobniej wymagało ustabilizowania stężenia gazów cieplarnianych na o wiele niższym poziomie. Ponieważ stężenie to już przekroczyło 400 ppmv i nadal rośnie o średnio 0,5% rocznie, osiągnięcie celu „2°C” wymaga poważnej redukcji emisji w skali całego świata.

3. KORZYŚCI I KOSZTY OGRANICZANIA ZMIAN KLIMATYCZNYCH

Coraz częściej jest naukowo potwierdzone, że korzyści z ograniczenia wzrostu średniej światowej temperatury do 2°C są większe od kosztów związanych z polityką redukcji emisji (szczegółowe opisy przedstawiono w załącznikach 1 i 2). Jeżeli temperatura wzrośnie powyżej 2°C, bardziej prawdopodobna stanie się gwałtowniejsza i nieoczekiwana reakcja klimatu, która może przybrać formę nieodwracalnych kataklizmów. Komisja przeprowadziła analizę kosztów i korzyści (szczegółowe informacje przedstawiono w dokumencie roboczym), z której wynika, że koszt polityki redukcji oraz jej wpływ na konkurencyjność można zminimalizować, jeżeli uwzględni się wszystkie sektory i gazy cieplarniane, poszerzy grupę uczestników o wszystkie kraje o dużej emisji, w pełni wykorzysta handel uprawnieniami do emisji i mechanizmy dotyczące projektów, oraz jeżeli w pełni wykorzysta się efekt synergii z innymi politykami (np. strategią lizbońską, polityką bezpieczeństwa energetycznego, dalszą reformą wspólnej polityki rolnej, polityką spójności oraz politykami w zakresie jakości powietrza).

4. WYZWANIE ZWIĄZANE Z UCZESTNICTWEM W POWSTRZYMYWANIU ZMIAN KLIMATYCZNYCH

Nie można przecenić znaczenia zwiększenia międzynarodowego uczestnictwa w powstrzymywaniu zmian klimatycznych. Oczekuje się, że w najbliższych dziesięcioleciach udział UE-25 w światowej emisji gazów cieplarnianych spadnie do poziomu poniżej 10%, podczas gdy udział krajów rozwijających się wzrośnie do ponad połowy całości emisji. Nawet jeżeli emisje z przeszłości i z przyszłości potraktuje się łącznie, prognozuje się, że równowaga między łączną emisją krajów rozwiniętych i rozwijających się zostanie osiągnięta pomiędzy latami 2030 i 2065.



Tak więc nawet jeżeli do 2050 r. UE zmniejszy swoją emisję o 50%, nie będzie to miało znaczącego wpływu na stężenie gazów cieplarnianych w atmosferze, o ile inne kraje o dużej emisji również nie dokonają poważnej redukcji emisji. Z tego względu skuteczne powstrzymanie zmian klimatycznych wymaga szerokiego udziału międzynarodowego opartego na wspólnych lecz zróżnicowanych zobowiązaniach i odpowiednich możliwościach.

Chociaż kraje rozwijające się są bardziej narażone od krajów rozwiniętych na szkody powodowane zmianami klimatycznymi, obawiają się one, że zmniejszenie emisji zaszkodzi ich rozwojowi gospodarczemu. Jednak doświadczenia nowych Państw Członkowskich z okresu wzrostu gospodarczego w drugiej połowie lat 90-tych dowodzą, że tak nie musi się stać. Bardziej prawdopodobne jest, że kraje rozwijające się zaakceptują politykę klimatyczną jeżeli będzie ona opracowana tak, aby przyczyniać się również do osiągania szerszych celów rozwojowych. Ponadto walka ze zmianami klimatycznymi ma również inne pozytywne skutki, z których korzyści czerpią prawie wyłącznie kraje ją podejmujące. Przykładem jest potencjalna znaczna poprawa wydajnego wykorzystania energii i wprowadzenie niskoemisyjnych źródeł energii, co przyczynia się do utrzymania szybkiego wzrostu. Poważnym powodem ograniczania emisji mogą być również korzyści zdrowotne wynikające z lepszej jakości powietrza atmosferycznego. W rzeczywistości niektóre kraje już wdrażają wiele takich polityk. Do wspierania krajów rozwijających się podejmujących te wyzwania posłuży ostatnio przyjęty plan działania UE w zakresie zmian klimatycznych i rozwoju².

Kraje rozwijające się można jeszcze bardziej zachęcić do udziału w międzynarodowych wysiłkach mających na celu zmniejszenie emisji. Na przykład, gdyby przedsiębiorstwa z krajów rozwijających się mogły uczestniczyć w handlu emisjami, przyniosłoby im to korzyści ze skutecznej redukcji emisji. Opracowanie bodźców zachęcających kraje rozwijające się do współudziału w międzynarodowej

² Dokument Rady nr 15164/04.

redukcji emisji może być również sposobem uzyskania szerszego udziału krajów rozwiniętych. USA argumentują, że wyłączenie krajów rozwijających się, stanowiących obecnie największe źródło gazów cieplarnianych, z wymogów Protokołu z Kyoto niweczy jego skuteczność w zakresie ochrony środowiska, natomiast zagraża konkurencyjności amerykańskiego przemysłu. Z kolei kraje rozwijające się niechętnie podchodzą do ograniczania swoich emisji. UE powinna popierać wysiłki mające na celu wyjście z tego impasu. W rzeczywistości za około 75% światowej emisji gazów cieplarnianych odpowiada stosunkowo niewielka grupa krajów: UE, USA, Kanada, Rosja, Japonia, Chiny i Indie. Może warto spróbować przyspieszyć postęp w skali całego świata podejmując dyskusję na temat redukcji w ramach tej małej grupy krajów o dużej emisji, na forum podobnym do G8, równoległe podejmując intensywne wysiłki w celu osiągnięcia porozumienia w kontekście ONZ.

5. WYZWANIE ZWIĄZANE Z INNOWACJĄ

W ciągu następnych pięćdziesięciu lat staniemy przed poważnym wyzwaniem w zakresie innowacji, ponieważ konieczne będą poważne zmiany w sposobie wytwarzania i wykorzystywania energii na świecie. Można oczekiwać, że niektóre zmiany w sposobach wykorzystywania energii nastąpią bez względu na wydarzenia w przyszłości. Czynniki takie jak wzrost cen paliw kopalnych prawdopodobnie doprowadzi do częściowego odejścia od tych paliw. Jednak mimo tego postępu, poza środkami służącymi do zredukowania ilości gazów cieplarnianych innych niż CO₂ oraz utrzymywania lub zwiększania biotopów obniżających zawartość ditlenku węgla konieczne będą dodatkowe zmiany technologiczne we wszystkich sektorach gospodarki. Osiągnięcie tego postępu będzie wymagało połączenia polityki podażowej i popytowej (ang. „push” i „pull”).

Tworzenie popytu na zmiany technologiczne

Im bardziej ceny będą odzwierciedlać rzeczywiste koszty zewnętrzne a popyt lepszą znajomość zagadnień klimatycznych wśród konsumentów, tym bardziej rozwijać się będą inwestycje w technologie przyjazne dla klimatu. Stworzenie rynkowej wartości gazów cieplarnianych, na przykład przez handel uprawnieniami do emisji lub podatki, będzie bodźcem finansowym do ograniczania popytu, do promowania szerokiego stosowania wymienionych technologii i będzie wspierać dalszy rozwój technologiczny. Podobnie zniesienie dotacji na działania szkodliwe dla środowiska pomoże stworzyć warunki dla sprawiedliwej konkurencji między różnymi źródłami energii. Według szacunków Europejskiej Agencji Środowiska, w 2004 r. roczne dotacje energetyczne do paliw kopalnych, ropy naftowej i gazu wyniosły w UE-15 23,9 mld euro, a dotacje do energii odnawialnej 5,3 mld euro. Transport międzynarodowy taki jak lotnictwo i żegluga morska jest prawie zupełnie zwolniony z opodatkowania.

Instrumenty rynkowe mogą być uzupełniane poprzez przemyślaną i oszczędną politykę zachęcania do stosowania nowych technologii, promującą ich szybkie wdrażanie przewidziane w ramach strategii lizbońskiej. Polityka taka jest szczególnie przydatna na wczesnym etapie komercjalizacji, pomagając w pokonywaniu barier wdrożeniowych i umożliwiając przedstawienie tych technologii. Doświadczenia europejskie dowodzą, że polityka aktywnego wsparcia pomogła

radycznie obniżyć jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w latach 1980–1995 (-65% z ogniw fotoelektrycznych, -82% z energii wiatru, -85% w przypadku energii elektrycznej z biomasy). Działania takie należy jeszcze intensywniej kontynuować. Ponadto polityka powinna wykorzystywać możliwe wspólne korzyści, na przykład w zakresie polityki jakości powietrza atmosferycznego lub komunikacji publicznej. Działania proponowane w planie działania UE w na rzecz ekotechnologii mogą posłużyć jako wytyczne w zakresie działań na poziomie krajowym i europejskim.

Przemysłana i oszczędna polityka popytowa powinna wykorzystywać normalne cykle wymiany majątku. Stopniowa transformacja będzie wymagała stabilnych, długoterminowych ram politycznych. Ze względu na potrzebę modernizacji i rozbudowy majątku trwałego przemysłu elektroenergetycznego w ciągu najbliższych trzydziestu lat, ramy te należy ustanowić w możliwie najkrótszym terminie. Nie wolno zmarnować tej szansy, ponieważ inwestycje w sektorze energetycznym, przemyśle, infrastrukturze transportowej lub budownictwie określą wielkość emisji CO₂ na kilka kolejnych dziesięcioleci. W samej Europie do 2030 r. trzeba będzie uruchomić około 700 GW mocy wytwórczej energii elektrycznej (czyli ilość równą obecnej mocy zainstalowanej; koszt inwestycji 1,2 biliona euro). Decyzje takie planuje się z wyprzedzeniem około 5 do 10 lat, a plany te muszą uwzględniać potrzeby długoterminowej polityki klimatycznej.

Wiele technologii służących do redukcji emisji gazów cieplarnianych już istnieje lub znajduje się na zaawansowanym etapie pilotażu. W niedawnych badaniach wykazano 15 najbardziej obiecujących technologii tego rodzaju (zob. załącznik 3). Zastosowanie wszystkich tych 15 opcji dałoby w roku 2050 możliwość zmniejszenia emisji o ponad 54 Gt równoważnika CO₂ rocznie. Gdyby ją w pełni wykorzystać, można by w roku 2050 uniknąć większej części przewidywanej emisji ze scenariusza podstawowego. Pięć spośród tych opcji dotyczy wydajnego wykorzystania energii. Z tego względu głównym filarem każdej przyszłej strategii energetycznej UE musi być opłacalna poprawa wydajnego wykorzystania energii oraz oszczędność energii. Działania podejmowane w tej dziedzinie uzupełniają strategię lizbońską, wzmacniają bezpieczeństwo dostaw energii, umożliwiają stworzenie dużej ilości nowych miejsc pracy i zapewniają utworzenie bardziej konkurencyjnego przemysłu zużywającego mniejsze ilości energii. Szacunki wskazują, że z ekonomicznego punktu widzenia możliwe byłoby w UE-15 osiągnięcie w ciągu najbliższego dziesięciolecia oszczędności energii nawet rzędu 15%, podczas gdy z technicznego punktu widzenia możliwe jest osiągnięcie poziomu aż 40% oszczędności. Kolejnym ważnym obszarem są techniki wychwytywania i magazynowania węgla.

Zwiększanie podaży zmian technologicznych – inwestowanie w gospodarkę opartą na wiedzy

Na opracowanie nadal czekają przyszłe technologie, które będą szeroko użytkowane w drugiej połowie bieżącego stulecia. Niestety z początkiem lat 80-tych członkowie Międzynarodowej Agencji Energii (IEA) zmniejszyli o połowę środki na badania i rozwój technologii energetycznych. Tendencję tę należy w UE odwrócić, jeżeli chce ona poprawić swoją konkurencyjność na tych rynkach. Z tego względu w przyszłym 7 Programie Ramowym należy znacznie zwiększyć budżety na badania dotyczące klimatu, energii, transportu, produkcji i konsumpcji. Konieczne jest wzmocnienie

międzynarodowej współpracy w opracowywaniu przełomowych technologii poprzez partnerstwo sektora publicznego i prywatnego.

Innowacje technologiczne źródłem przewagi konkurencyjnej Europy w niskoemisyjnej przyszłości

W kontekście strategii lizbońskiej sprawozdanie Koka podkreśla, że UE może uzyskać korzyść wynikającą z pierwszeństwa i przewagę konkurencyjną koncentrując się na oszczędzających zasoby i przyjaznych klimatowi technologiach, które będą musiały być później stosowane przez inne kraje. Na przykład kraje, które jako pierwsze zaczęły promować energię wiatru obecnie posiadają 95% dynamicznie rozwijającego się przemysłu związanego z turbinami wiatrowymi. W przyszłości to samo zjawisko może wystąpić również w innych krajach i sektorach, takich jak motoryzacyjny lub lotniczy. Przewaga konkurencyjna jeszcze się zwiększy, jeżeli poszerzone i pogłębione zostanie uczestnictwo w przyszłym międzynarodowym porozumieniu w sprawie klimatu.

6. WYZWANIE ZWIĄZANE Z PRZYSTOSOWANIEM

Wyniki badań wskazują, że nawet osiągnięcie celu „2°C” będzie wymagało znaczących wysiłków polegających na zapobieganiu i naprawczym przystosowywaniu się. Jak dotąd tylko nieliczne Państwa Członkowskie rozważały potrzebę zmniejszenia swojego zagrożenia i poprawy odporności na skutki zmian klimatycznych.

Przystosowanie się do zmian klimatycznych będzie wymagało dalszych badań na rzecz przewidywania skutków występujących w skali regionalnej, aby umożliwić podmiotom należącym do lokalnego i regionalnego sektora publicznego i prywatnego opracowanie opłacalnych opcji przystosowawczych. Szczególnie zagrożone zmianami klimatycznymi są nisko położone obszary w pobliżu wybrzeża i w zlewniach rzek, obszary górskie oraz obszary o dużym ryzyku występowania coraz częstszych burz i huraganów.

Bardziej niż inne zagrożone są sektory uzależnione od pogody, takie jak rolnictwo, rybołówstwo, leśnictwo i turystyka, więc mają one większą potrzebę przystosowania się do zmian klimatycznych. W tym kontekście najbardziej zagrożone są kraje rozwijające się, a to ze względu na ich uzależnienie od tych wrażliwych na klimat sektorów gospodarki oraz niewielką zdolność przystosowawczą. Wzmocnienie tej zdolności przystosowawczej przyczyni się do ich rozwoju.

Innym ważnym aspektem przystosowania się jest wczesne przewidywanie częstszych i bardziej niszczycielskich klęsk żywiołowych. Komisja uczestniczy już w opracowywaniu systemu wczesnego ostrzegania przed powodzią i pożarami lasów, działającego na skalę całej Unii, co poprawi reagowanie na klęski żywiołowe i pomoże zapobiegać szkodom. Obserwacje ziemi mogą zapewnić wiarygodne instrumenty zarówno zapobiegawcze jak i przystosowawcze. Prywatne ubezpieczenia mogą nie pokrywać w wystarczającym stopniu szkód i utraty prywatnego majątku lub mogą z czasem ulec ograniczeniu. W związku z tym niezbędna będzie interwencja rządów, aby wymusić wypłaty adekwatnych kwot ubezpieczenia lub zapewnić dodatkowe fundusze.

7. WNIOSKI

Klimat ulega zmianom. Naukowcy twierdzą, że aby ograniczyć straty, powinniśmy próbować ograniczyć przyszły wzrost średniej temperatury na świecie do 2°C ponad poziom sprzed rewolucji przemysłowej. Wyznaczony cel „2°C” wymaga polityki zarówno w zakresie przystosowania się do zmian klimatu jak i ograniczania tych zmian. Mimo wdrożenia już uzgodnionej polityki, poziom światowej emisji będzie prawdopodobnie nadal wzrastał przez następne dwadzieścia lat. Do 2050 r. konieczne wydaje się globalne ograniczenie emisji o co najmniej 15% względem poziomu z lat 90-tych, co będzie wymagało poważnych wysiłków.

Bezczynność nie jest dobrym rozwiązaniem. Im bardziej odkłada się działania, tym większe jest ryzyko nieodwracalnej zmiany klimatu, ponieważ eliminowane są możliwości ustabilizowania stężeń gazów cieplarnianych na niższym poziomie. Nauka o zmianach klimatycznych nadal się rozwija i przyszłe ustalenia mogą wykazać, że zmiany następują nawet szybciej, niż wydaje się to obecnie. Z tego względu racjonalna średnio i długoterminowa polityka klimatyczna musi opierać się na strategii „niepalenia za sobą mostów”. Strategia ta pozwoli w przyszłości na dążenie do poziomu stężenia jeszcze niższego niż pierwotny cel, jeżeli okaże się to konieczne w świetle nowych dowodów naukowych.

Ograniczanie zmian klimatycznych wiąże się ze znacznymi działaniami dostosowawczymi naszych społeczeństw i gospodarek, mianowicie restrukturyzacją systemów energetycznych i transportowych. Niezbędne jest zatem bardziej skuteczne i mniej kosztowne wykorzystanie działań dostosowawczych i ograniczających zmiany, aby osiągnąć nasze cele w zakresie ochrony środowiska przy równoczesnym utrzymaniu naszej konkurencyjności gospodarczej. Przyszła strategia UE w zakresie zmian klimatycznych musi uwzględniać następujące elementy:

- (1) **Rozszerzenie uczestnictwa:** UE w dalszym ciągu będzie odgrywać rolę lidera w wielostronnym podejściu do zmian klimatycznych, ale pilnie potrzebne jest szersze udział oparty na wspólnych, ale zróżnicowanych zadaniach. Realistyczny postęp w kierunku celu „2°C” jest możliwy tylko pod warunkiem, że więcej krajów na świecie podejmie skuteczne działania, w celu ograniczenia negatywnego wpływu na gospodarkę, dalszym wysiłkom politycznym UE muszą towarzyszyć podobne działania podejmowane przez inne kraje o dużej emisji. Ponadto polityka w zakresie zmian klimatu musi być zgodna z innymi celami i przyczyniać się do ich osiągnięcia (np. ograniczenie ubóstwa), uwzględniając tym samym różną sytuację obecnych i przyszłych krajów o dużej emisji.

Strategia negocjacyjna UE powinna uwzględniać międzynarodowy proces negocjowanych działań służących zmniejszeniu emisji w celu zaangażowania i zobowiązania wszystkich krajów o dużej emisji. Działania takie mogą obejmować konkretne projekty lub programy na rzecz poprawy wydajnego wykorzystania energii bądź promowania technologii niskoemisyjnych oraz bardziej kompleksową politykę określającą docelowe wielkości.

- (2) **Uwzględnienie większej liczby obszarów polityki:** Zakres działań międzynarodowych musi zostać rozszerzony na wszystkie gazy cieplarniane i sektory. W szczególności uwzględnić należy gwałtownie rosnącą emisję

powodowaną przez lotnictwo i transport morski. Trzeba poszukać nowego sposobu powstrzymania kurczenia się obszaru lasów na świecie. Rozwiązanie tego problemu jako istotnego zagadnienia w pewnych częściach świata jest konieczne, ponieważ prawie 20% całej emisji gazów cieplarnianych na świecie wynika obecnie ze zmian sposobu użytkowania terenów.

- (3) **Zwiększenie innowacji:** Wymagana restrukturyzacja systemów energetycznych i transportowych stanowi poważne wyzwanie w zakresie innowacji. W kontekście strategii lizbońskiej należy opracować politykę technologiczną wykorzystującą optymalną kombinację popytowych i podażowych instrumentów stanowiących podwaliny tego procesu przekształceń. Szczególne znaczenie będzie miało położenie nacisku na opłacalne ograniczanie emisji. Istnieje już portfel technologii niskoemisyjnych, które trzeba szerzej rozpowszechniać. Aby technologie te były bardziej przydatne dla rynku, potrzebne są dodatkowe badania naukowe.
- (4) **Dalsze wykorzystanie elastycznych instrumentów rynkowych:** W każdym nowym systemie po roku 2012 trzeba pozostawić skuteczne elementy strukturalne Protokołu z Kyoto. Należą do nich wprowadzony przez Unię Europejską handel uprawnieniami do emisji oparty na ograniczaniu emisji oraz mechanizmy projektowe - części składowe prawdziwie międzynarodowego rynku dwutlenku węgla, a także zasady monitorowania i sprawozdawczości w zakresie emisji oraz wielostronna procedura kontroli przestrzegania.

Niezależnie od dalszego promowania koncepcji celów i harmonogramów, należy rozszerzyć zakres międzynarodowych negocjacji, aby konkretnie powiązać zagadnienia zmian klimatu z badaniami naukowymi, rozwojem, wdrażaniem i rozpowszechnianiem nowych technologii, poprawą wydajnego wykorzystania energii, rozwijaniem niskoemisyjnych źródeł energii oraz polityką rozwoju. Takie rozszerzenie zakresu negocjacji musi być uznane za sposób zachęcania i motywowania kolejnych krajów do uczestnictwa w powstrzymywaniu zmian klimatycznych.

W najbliższych dziesięcioleciach kraje rozwijające się poczynią ogromne inwestycje w infrastrukturę energetyczną. Środki publiczne zarządzane przez Bank Światowy, EBI, EBOR i inne banki finansujące rozwój powinny zapewniać dźwignię finansową, dzięki której oszczędności krajów rozwijających się będą mogły być wykorzystane na inwestycje przyjazne dla klimatu, szczególnie w sektorze energetycznym. Należy przeanalizować możliwość stworzenia światowego programu energetyki niskoemisyjnej oraz funduszy służących transferowi i rozpowszechnianiu nowych technologii w największych krajach rozwijających się.

- (5) **Uwzględnienie polityki przystosowawczej:** W UE należy przeznaczyć więcej funduszy na skuteczne przystosowanie się do zmian klimatycznych. Należy wspierać finansowo działania przystosowawcze najuboższych i najbardziej poszkodowanych krajów.

8. ZALECENIA W ZAKRESIE POLITYKI KLIMATYCZNEJ UE: NASTĘPNE ETAPY DZIAŁANIA

Na swoim następnym posiedzeniu Rada Europejska zamierza omówić „średnio i długoterminowe strategie redukcji emisji”. Dyskusja będzie stanowić podwaliny pod przyszłą politykę UE w zakresie zmian klimatycznych i będzie kształtować współpracę Unii z partnerami międzynarodowymi. Na podstawie analiz i wniosków zawartych w niniejszym komunikacie oraz w załączonym dokumencie roboczym, Komisja określiła pewną liczbę elementów, które jej zdaniem powinny zostać zawarte w przyszłej strategii UE w zakresie zmian klimatycznych. Komisja zaleca, aby Rada Europejska poparła następujące podejście, stanowiące podstawę do opracowania polityki Unii dotyczącej zmian klimatycznych:

- **Niezwłoczne i skuteczne wdrożenie uzgodnionej polityki:** UE udało się zmniejszyć swoją emisję o 3% poniżej poziomu z roku 1990, ale należy jeszcze wiele uczynić, aby osiągnąć 8% cel redukcji emisji uzgodniony w Protokole z Kyoto. Należy w pełni wdrożyć środki określone w Zielonej Księdze dotyczącej bezpieczeństwa dostawy energii oraz Białej Księdze dotyczącej polityki transportowej, takie jak opłaty za korzystanie z infrastruktury, zmianę dyrektywy o eurowiniętach oraz środki zachęcające do zmiany proporcji rodzajów transportu na rzecz transportu kolejowego i wodnego, między innymi przewidziane w polityce transeuropejskiej sieci transportowej. Zająć należy się również likwidacją wąskich gardeł uniemożliwiających wdrożenie istniejących lub obiecujących nowych technologii i inicjatyw (np. ocena potencjalnego unijnego rynku zielonych certyfikatów, szybkie wdrożenie planu działania na rzecz ekotechnologii). Kluczowym elementem będzie zwiększone wsparcie inwestycji w przyjazne dla klimatu technologie w ramach różnych pozycji nowego budżetu Wspólnoty na lata 2007-2013. Ponadto w całej Europie powinny zostać poczynione starania umożliwiające rzeczywisty postęp w zakresie wydajności energetycznej: nowa inicjatywa europejska na rzecz wydajności energetycznej.
- **Wzmocnienie świadomości społecznej** należy osiągnąć przy pomocy strategicznego programu wyczulania ogółu społeczeństwa na wpływ, jaki ich działania wywierają na zmianę klimatu, między innymi poprzez uruchomienie kampanii uświadamiającej na skalę UE.
- **Więcej i lepiej zorientowane badania naukowe** powinny pomóc w dalszym rozwijaniu wiedzy na temat zmian klimatycznych, w tym powiązania z procesami oceanicznymi, analizie skutków w skali globalnej i regionalnej, a także opracowaniu opłacalnych strategii przystosowawczych i łagodzących, obejmujących również gazy inne niż CO₂. Można to osiągnąć przez znaczące zwiększenie wydatków UE w ramach 7 programu ramowego badań i rozwoju technologii przyjaznych dla klimatu, w szczególności w sektorze energetycznym i transportowym, ale także w rolnictwie i przemyśle.
- **Silniejszą współpracę z krajami trzecimi** można osiągnąć dzięki strategicznemu programowi sprawniejszego transferu technologii (w tym funduszy wspierających rozpowszechnianie technologii) oraz współpracy w badaniach naukowych i pracach rozwojowych nad technologiami o niskiej emisji gazów cieplarnianych w

obszarach energetyki, transportu, przemysłu i rolnictwa. Politykę rozwoju przyjaznego dla klimatu należy opracowywać we współpracy z krajami rozwijającymi się, w szczególności w dziedzinie energetyki i jakości powietrza. Przy wdrażaniu niniejszych zaleceń należy zapewnić spójność między wewnętrznym i zewnętrznym wymiarem polityki UE dotyczącej zmian klimatycznych. Na przykład Europejska Polityka Sąsiedztwa powinna kłaść nacisk na szybką transpozycję i wdrożenie *acquis* dotyczącego klimatu w przyszłych negocjacjach członkowskich, w ten sposób promując zbieżność z polityką klimatyczną UE. Takie samo podejście powinno być zastosowane w przypadku strategii przedakcesyjnych. Nieodłączną częścią pomocy w rozwoju powinno stać się podnoszenie zdolności przystosowawczych, szczególnie w najbardziej zagrożonych krajach.

- **Nowy etap europejskiego programu w zakresie zmian klimatycznych w roku 2005:** Komisja zbada postępy i rozważy nowe działania mające na celu systematyczne wykorzystywanie opłacalnych możliwości redukcji emisji w powiązaniu ze strategią lizbońską. Szczególną uwagę zwracać się będzie na wydajne wykorzystanie energii, energię odnawialną, sektor transportowy (w tym lotnictwo i transport morski) oraz wychwytywania i magazynowania węgla. We współpracy z unijnym sektorem ubezpieczeniowym należy rozważyć rolę UE w ograniczaniu zagrożenia i promowaniu przystosowania.

W celu zdobycia poparcia dla dalszego wielostronnego powstrzymywania zmian klimatycznych UE powinna podejmować prawdziwy dialog z partnerami międzynarodowymi. Komisja zaleca, aby już w 2005 r., przed sformułowaniem swojego stanowiska w nadchodzących negocjacjach, UE przeanalizowała wraz z kluczowymi partnerami opcje strategii na okres po 2012 r. W kontaktach dwustronnych z zainteresowanymi krajami, w tym krajami o największej emisji, należy określić działania, które kraje te są gotowe podjąć w określonych warunkach i horyzoncie czasowym. W ten sposób UE wykorzysta swoją pozycję międzynarodowego lidera w dziedzinie zmian klimatycznych do prowadzenia na arenie międzynarodowej polityki zorientowanej na działania.

Wyniki rozmów dwustronnych można będzie wówczas uwzględnić w negocjacjach Konwencji ramowej ONZ w sprawie zmian klimatycznych w formie zobowiązań do działania lub osiągnięcia wielkości docelowych. Celem jest stworzenie wielostronnego systemu w zakresie zmian klimatycznych po 2012 r., w którym skutecznie uczestniczyć będą wszystkie kraje wysoko rozwinięte oraz kraje rozwijające się, a który ograniczy wzrost światowej temperatury do 2°C i będzie uważany przez wszystkich kluczowych partnerów za sprawiedliwy podział działań. Zobowiązania w zakresie redukcji, jakie UE byłaby skłonna podjąć w ramach takiego systemu powinny zależeć od poziomu i rodzaju współdziałania pozostałych krajów o dużej emisji. Z tego względu Komisja nie zaleca na obecnym etapie przyjęcia konkretnego celu dla UE.

Korzystając z analizy i koncepcji przedstawionych w niniejszym komunikacie, UE powinna wyrazić swoje ciągłe zaangażowanie w powstrzymywanie zmian klimatycznych na świecie i uhonorowanie swoich obecnych zobowiązań. UE powinna okazać swoją determinację w podjęciu decyzji o znacznych i długofalowych redukcjach emisji gazów cieplarnianych w kontekście międzynarodowego porozumienia o przyszłej strategii na okres po 2012 r., które

zaowocuje światową redukcją emisji współmierną do celu 2°C. W zależności od wyniku międzynarodowych konsultacji z 2005 r., Komisja przedstawi Radzie dalsze wnioski w zakresie opracowania strategii negocjacyjnej UE na najbliższą rundę negocjacji dotyczących zmian klimatycznych na świecie.

ZALACZNIK

Annex 1: Effects of Continuing Climate Change

Sea level rise: By 2100, sea levels rise of 0.09 to 0.88 m, with a central value of 0.48 m, is predicted to occur. Sea level rise will cause flooding, coastal erosion and the loss of flat coastal regions. Coastal protection is possible, though this leads to adaptation costs. Rising sea level increases the likelihood of storm surges, enforces landward intrusion of salt water and endangers coastal ecosystems and wetlands. Estimates in the European Union, where the coastline is about 89,000 km long, indicate some 68 million people could be affected by sea level changes.

At a global level, the effect is potentially more extreme. Populations that inhabit small islands and/or low-lying coastal areas (e.g. small island states such as the Maldives, the Bangladesh delta) are at particular risk of severe social and economic effects from sea-level rise and storm surges. The loss of these areas (e.g. for those living on small island states) will have potentially important secondary effects through migration and potential socially contingent effects.

Agriculture: Parts of Europe, particularly in mid and northern Europe, are expected to potentially benefit from increasing CO₂ concentrations and rising temperatures. The cultivated area could be expanded northwards, and growing seasons extended. In southern parts of Europe, agriculture may be threatened by climate change due to increased water stress. During the heat wave in 2003, many southern European countries suffered drops in yield of up to 30%, while some northern European countries profited from higher temperatures and lower rainfall. Bad harvests could become more common due to an increase in the frequency of extreme weather events (droughts, floods, storms, hail), and pests and diseases.

Global projections estimate EU agricultural yield increases for up to 2°C temperature rise, but a decline beyond this level. But in subtropics/tropics damages, increased heat stress is already projected for 1.7°C temperature increase. Higher average temperatures of 2.5°C in 2080 could result in 50 million additional people at risk of hunger.

Energy: Energy use is likely to change with new average temperatures ranges, with a combination of increases and decreases in demand for heating (both in terms of overall energy supplied, and to meet peak demands). Benefits from increased winter temperatures that reduce heating needs may be offset by increases in demand for summer air conditioning, as average summer temperatures increase.

Health - thermal stress: More than 20,000 additional deaths attributable to heat, particularly among the aged population, occurred in western and southern Europe during the summer of 2003. Heat waves are projected to become more frequent and more intense during the twenty-first century and hence the number of excess deaths due to heat is projected to increase in the future. However, rising temperatures will lead to reduce deaths in winter. Globally it is estimated that an average temperature rise above 1.2°C will cause an increase in premature mortality by several hundred thousands without accounting for extreme event like heat waves.

Health - infectious disease: In Europe tick-borne encephalitis cases increased in the Baltic region and central Europe between 1980 and 1995, and have remained high. Ticks can transmit a variety of diseases, such as tick-borne encephalitis (TBE) and Lyme disease (in Europe called Lyme borreliosis). It is not clear how many of the 85,000 cases of Lyme borreliosis reported annually in Europe are due to the temperature increase over the past decades. At a global level, the rising temperatures will bring many additional people at risk of suffering from diseases like Malaria, dengue and schistosomiasis. For instance it is projected that 2°C increased will result in 210 million people more at risk of malaria and an epidemic potential increase of 30 to 50 % for dengue.

Ecosystems: Significant impacts on ecosystems and water resources are likely between 1 and 2°C, and the risks of net negative impacts on global food production occur between 2 to 3°C global warming. Recent studies¹ for instance indicate that a rise of up to 1°C above pre-industrial levels up to 10 % of ecosystem areas worldwide will shift. Some forest ecosystems will exhibit increased net primary productivity, increased fire frequency and pest outbreaks. Some hotspots with high biodiversity and protected areas of global importance will begin to suffer first climate-change induced losses. Coral reefs will suffer increased bleaching. Range shifts of species and higher risk for some endangered species are likely. Most of these impacts can already be observed today.

An increase of 1 to 2°C above pre-industrial levels will shift up to 15 to 20 % of ecosystem areas worldwide. Some protected areas of global importance and hotspots are likely to suffer severe losses of both area and species. Wildlife of arctic ecosystems will be harmed (e.g. polar bear, walrus). Bleaching events will likely be so frequent that coral reef recovery is insufficient to prevent severe losses of biodiversity.

Increase of more than 2°C above pre-industrial levels: The global share of ecosystems shifting due to climate change will likely be above 20 %, and much more in some regions. Global losses of coastal wetlands may exceed 10 %. At a global scale, reefs will undergo major disruptions and species loss, but will possibly not disappear completely. A large number of species will be endangered by range shifts. There is a risk that some protected areas of global importance will lose most of their area due to climate change.

Water resources, water supply and water quality: Above 2 to 2.5°C global average temperature increase it is projected that additional 2.4 to 3.1 billion people will be at risk of water stress.

Floods: Between 1975 and 2001, 238 flood events were recorded in Europe. Over this period the annual number of flood events clearly increased. The number of people affected by floods rose significantly, with adverse physical and psychological human health consequences¹. With 2.0 to 6.4°C temperature increase the damage from riverine floods will be several times higher than in the no climate change case. With 1.4°C temperature increase coastal floods are projected to increase the number of people at risk by 10 million, 3.2°C will bring 80 million at risk.

Impacts from storm damage and extreme weather: Extreme weather events are also likely to increase, with cold spells, heat waves, drought, floods, storms and tropical cyclones. Changes in both frequency and severity are possible, though these may not be linearly dependent on average climate. In Europe, 64 % of all catastrophic events since 1980 are directly attributable to weather extremes: floods, storms and droughts / heat waves. 79% of economic losses caused by catastrophic events result from these weather related events. Economic losses resulting from weather related events have increased significantly in the last 20 years, from an annual average of less than US\$ 5 billion to about US\$ 11 billion. This is due to wealth increase and more frequent events. Four out of the five years with the largest economic losses in this period have occurred since 1997. The average number of annual disastrous weather related events in Europe doubled over the 1990s compared with the previous decade, while non-climatic events such as earthquakes remained stable. Projections show an increasing likelihood of extreme weather events. Thus, growing damages are likely.

Regional conflicts, famines, large scale migration: There is an emerging consensus that widespread climate change may increase socially contingent effects¹, due to multiple stresses coming together. This is unlikely to affect Europeans directly, but may well have effects on Europe. The combination of stresses from climate change from the above effects may converge on a number of vulnerable areas, for example in Africa, leading to potential regional conflict, poverty or famine, migration, etc.

It is highlighted that the disproportionate impact of climate change occurs on developing countries because these countries are more vulnerable to climate change than developed countries: their economies rely more heavily on climate-sensitive activities; they are close to environmental tolerance limits; and they are poorly prepared to adapt to climate change. In contrast, richer societies tend to be better able to adapt and their economies are less dependent on climate. With the upper range of IPCC projections of climate change, the impacts are likely to adversely affect achievement of the Millennium Development Goals (as agreed at the UN Millennium Summit in New York in 2000).

Abrupt climate change: There are also a number of major effects (potentially catastrophic effects or major climate discontinuities) that could occur. These include climate feedbacks that strongly accelerate climate change by exceeding specific temperature thresholds, irreversible changes to the climate system, or result in sudden and rapid exacerbation of certain impacts requiring unachievable rates of adaptation. The temperature changes at which these thresholds would be passed are not all clearly defined as yet, due to uncertainties in the science. At temperature rise above 2°C there is an increase in the risk of a range of severe large scale events, such as shutdown of the ocean thermohaline circulation, but some thresholds may be passed at global average temperature changes below 2°C, such as the irreversible melting of the Greenland Ice sheet leading to a sea-level rise of 0.3 meter per century (to a maximum of 7 meters) at a sustained local warming of 3°C (Arctic warming).

Annex 2: The Benefits and Costs of Limiting Climate Change

The benefits

Reducing greenhouse gas emissions generates benefits in the form of avoided damages from climate change. The potential benefits depend to a large degree on estimates of (i) the availability and costs of adaptation technologies and policies, and (ii) the sensitivity of the climate to rising concentrations of greenhouse gases in the atmosphere. According to the Intergovernmental Panel on Climate Change “*comprehensive, quantitative estimates of the benefits of stabilization at various levels of atmospheric concentrations of greenhouse gases do not yet exist.*”

Allowing for scientific and economic uncertainties, the IPCC Second Assessment Report³ concluded that a 2.5°C rise in global temperature could cost as much as 1.5 to 2.0 % of global GDP in terms of future damage, with significant regional variations⁴. Indeed, the economic consequences of climate change can already be seen today. Over the past 20 years the insurance sector has seen more than a doubling of economic losses (measured in real terms), partly resulting from weather and climate-related events, though other factors such as land use changes increasing pressure on coastal areas and flood plains, and more widespread insurance coverage, have also contributed to this increase. Climate change is hitting poor developing countries hardest as they are most vulnerable and have the least economic means to respond to the negative impacts.

Many different effects of climate change have been studied in detail in recent years, and demonstrate that if climate change is not tackled economic damage will further increase as will the risk of irreversible damage. Impacts include sea level rise, pressure on freshwater resources, water supply and water quality, agriculture, energy use, human health as well as loss of productivity and bio-diversity and the increased likelihood of drought, flooding, storm damage and more extreme weather events. In the long run, as temperatures continue to rise, a more rapid or unexpected response of the climate becomes more likely or irreversible “catastrophic” events such as the shutdown of the Gulf Stream or the collapse of West-Antarctic Ice Sheet may occur.

Not all regions and locations, and not all economic sectors within the European Union or around the world will be equally affected. For instance, the Mediterranean region will suffer most from ever greater pressure on water resources. Agriculture and forestry will be adversely affected by changes in weather patterns as will hydro-electricity production. As a consequence, considerable impacts on the competitiveness of different economic sectors in different regions can be expected.

Avoiding climate change offers also co-benefits that may amount to a substantial proportion of mitigation costs. These co-benefits are significant and lead to lower emissions of other pollutants, lower pollution control costs and lower environmental impacts.

For example, a scenario with 15 % CO₂ reduction in the EU power sector compared to ‘business-as-usual’ found considerable side-impacts on the emissions of the conventional air

³ Working Group III report, chapter 6.

⁴ A significant part of the costs incurred represent reconstruction and repair activities or delocalisation activities because of the negative effects of climate change.

pollutants due to lower consumption of fossil fuels, namely a reduction of the sulphur dioxide emissions by 6% (equivalent to the total SO₂ emissions of Italy), a decline in nitrous oxide emissions (NO_x) emissions by around 1.2 % (comparable to the total emissions of Hungary), and a decline in primary emissions of particle matters smaller than 2.5 micrometers (PM2.5) by 37kt (approximately three times the total emissions of Denmark).

The costs

Estimates of the costs of climate change policies (excluding adaptation efforts) also need to be treated with considerable caution. Whilst the benefits from avoidance of climate change are potentially high, mitigation involves significant adjustment of our societies and economies, such as the restructuring of energy and transport systems. It is therefore essential to find and use the most efficient and least-cost mix of adaptation and mitigation actions over time in order to ensure that climate change mitigation and the Lisbon objective of increasing the EU's economic growth rate are coherent with each other.

The IPCC considered the costs of meeting various targets for atmospheric concentrations under various assumptions about GDP and emissions growth, and based on conservative assumptions as regards technological progress with respect to abatement technologies. They found that, on average, over the period 1990 to 2100, world GDP growth would be slowed by 0.003% per year; the maximum reduction (to reach a very ambitious target in a high growth scenario) was 0.06% per year⁵.

The Commission has also studied the possible costs of cutting world emissions consistent with stabilising greenhouse gas concentrations in the atmosphere at 550 ppmv in the long-term. Assuming gradual participation of all countries in an international effort to address climate change and full international emissions trading, the study shows that reducing EU-25 emissions annually by about 1.5 percentage points after 2012 would reduce GDP in 2025 by about 0.5% below the level it would reach in the absence of such a pro-active climate policy. Widespread international participation in lowering the cost of emission reductions is shown to be crucial. If the EU were to unilaterally reduce its emissions by a similar amount while the rest of the world did nothing, the costs could rise by a factor of three or more without the use of the flexible mechanisms of the Kyoto Protocol, with positive environmental effects being negligible.

Alternatively, according to the Commission's analysis, a somewhat less ambitious climate policy, aiming at stabilising greenhouse gas concentrations at 650 ppmv, would come at abatement costs which would amount to only a quarter of the amount to be invested under the first scenario. However, such a policy could, according to this study, lead to global warming about 25 % above the level achieved in the first scenario, leading to additional costs of climate change. Given the huge risk of non-linear responses of the climate to higher greenhouse gas concentrations such a policy is unlikely to be consistent with limiting global average temperature increase to 2 °C above pre-industrial levels.

The studies show that the choice of adjustment path is also crucial. Mitigation costs increase more than proportionally with the speed of adjustment, owing to investment cycles and the relatively long term payback from technology policies. For the EU-25, the costs in terms of GDP vary from 0.2 to 0.5% of GDP by 2025 depending on the adjustment path chosen in the

⁵ IPCC Working Group 3 report "Climate Change 2001: Mitigation", technical summary, page 61

short-term. In particular, account needs to be taken of the scope for technology policies to encourage the development and deployment of promising technologies that may emerge from 2030 onwards. International co-operation on technology should therefore become a complement to current policies even if one knows that technologies might not emerge as anticipated. Deeper cuts over shorter periods of time might not be compatible with long term investment cycles of costly infrastructure.

Commission studies show that the global costs of mitigation can be minimised under the following conditions:

- the inclusion of all sectors and greenhouse gases (especially non-CO₂ gases, bunker fuels, deforestation).
- the participation of all major emitting countries in an international effort to address climate change.
- the full and unrestricted use of emissions trading and the optimal use of other flexible measures, such as the Clean Development Mechanism. Such schemes supplement emissions trading by allowing access to lower cost abatement opportunities. Commission estimates suggest that such schemes can reduce direct abatement costs by as much as two-thirds.
- the full exploitation of synergies with other important EU policy objectives, in particular the Lisbon strategy, the energy security policy, the sustainable development strategy, the continuing reform of the Common Agricultural Policy, and the thematic strategy on air quality.

Sectoral impacts

The overall effects of mitigation policies on GDP conceal large differences between sectors, and within sectors. For example, while fossil fuel-based energy industries may be expected to face higher compliance costs, increased demand for energy from renewable sources (including energy crops in agriculture) and for electricity generated by nuclear energy is likely. Energy-intensive sectors (chemicals, iron and steel, building materials) will face higher compliance costs, while producers of abatement equipment (energy-saving technologies, carbon storage) will benefit in relative terms. This shift in the structure of the economy will require significant reallocation of capital and labour between sectors, while the presence of emissions trading will keep compliance costs as low as possible.

Annex 3: Fifteen Technology Options - each potentially reducing emissions by 3.6 Gt CO₂ per year by 2050

Efficiency and conservation

- (1) Improved fuel economy of vehicles
- (2) Reduced reliance on cars
- (3) More efficient buildings
- (4) Improved power plant efficiency

Decarbonization of Electricity and Fuels

- (5) Substituting natural gas for coal
- (6) Storage of carbon captured in power plants
- (7) Storage of carbon captured in hydrogen plants
- (8) Storage of carbon captured in synthetic fuel plants
- (9) Nuclear fission
- (10) Wind electricity
- (11) Photovoltaic electricity
- (12) Renewable hydrogen
- (13) Biofuels

Natural sinks

- (14) Forest management
- (15) Agricultural soils management

Source: Pacala, S, Socolow, R. 2004. Science Vol. 305. 968-972