



EUROOPA ÜHENDUSTE KOMISJON

Brüssel 9.2.2005
KOM(2005) 35 lõplik

**KOMISJONI TEATIS NÕUKOGULE, EUROOPA PARLAMENDILE, EUROOPA
MAJANDUS- JA SOTSIAALKOMITEELE NING REGIOONIDE KOMITEELE**

Kuidas võita lahing globaalse kliimamuutuse vastu?

{SEK(2005) 180}

SISUKORD

1.	Sissejuhatus	3
2.	Kliimaprobleemid	3
3.	Kliimamuutuse piiramise tulud ja kulud	4
4.	Osaluse väljakutse	4
5.	Uuenduslikkuse väljakutse	5
6.	Kohandamise väljakutse	7
7.	Järeldused	8
8.	Soovitused ELi kliimastrateegiale: järgmised sammud	10
	Annexes	12

1. SISSEJUHATUS

Kyoto protokoll jöustumisega jõuavad kliima muutumisega võitlemiseks tehtavad rahvusvahelised jõupingutused uude järku. EL on alustanud kasvuhoonegaaside heitkoguste piiramist ning peab nüüd nii ELi piires kui ka koos rahvusvahelise üldsusega välja töötama oma keskmise ja pikaajalise tähtajaga strateegiad kliimamuutuse vastu võitlemiseks. Mitmed ELi liikmesriigid on juba teatanud või teinud ettepanekud selle kohta, millised on nende eesmärgid kliimavaldkonnas keskmise ja pikaajalise perioodi jooksul. Käesolev teatis on vastus Euroopa Ülemkogu 2004. aasta märtsis peetud kohtumisel esitatud taotlusele teostada „kulude-tulude analüüs, mis võtab arvesse nii keskkondlikke kui ka konkurentsivõimelisuse kaalutlusi” ja mis oleks ettevalmistuseks arutelule teemal „keskmise ja pikema tähtajaga heitkoguste piiramise strateegiad, sealhulgas sihtmärgid”. Komisjoni teostatud analüüsi alusel soovitatakse selles mitmeid elemente, mis tuleks lisada ELi tulevaste kliimamuutuse strateegiasse ja tehakse ettepanek dialoogiks võtmepartneritega 2005. aastal, et ette valmistada ELi seisukoht tulevasteks rahvusvahelisteks läbirääkimisteks. Sellega on kaasas töödokument, mis määratleb üksikasjalikumalt teaduslike tõendite läbivaatamise ja stsenaariumid, mida on analüüsitud siin esitatud teabe toetamiseks.

2. KLIIMAPROBLEEMID

Kliima on muutumas. 20. sajandil tõusis keskmine õhutemperatuur maailmas umbes 0,6 °C ja Euroopas rohkem kui 0,9 °C. 10 kõige soojemat aastat esinesid kõik pärast 1991. aastat. Kasvuhoonegaaside sisaldus on praegu suurem kui kunagi varem viimase 450 000 aasta jooksul, kusjuures ennustatakse jätkuvat tõusu.

Valdav osa teadlasi on üksmeelsel seisukohal, et selle põhjuseks on kasvuhoonegaaside paiskamine keskkonda inimtegevuse tagajärjel. Kuna kliimamuutused toimuvad teatava viivitusega, põhjustavad kunagised heitmed 21. sajandi jooksul temperatuuri täiendava tõusu, ja järgnevate aastakümnete jooksul arvatakse heitkoguseid suurenevad. Tulemusena prognoositakse ülemaailmsete temperatuuride tõusu aastaks 2100 (võrreldes 1990. aasta temperatuuridega) 1,4–5,8 °C võrra ja Euroopas 2,0–6,3 °C võrra.

Kliima muutumist on vaja aeglustada ja see lõpuks peatada. Valitsustevahelise kliimamuutuste rühma (IPPC) teise hindamisaruande alusel väitis ELi ministrite nõukogu 1996. aastal, et „usub, et globaalse temperatuuri keskmine kasv ei tohiks eelindustriaalse ajajärguga võrreldes ületada 2 °C”¹. 2 °C eesmärk on vaja tehniliselt tõlkida poliitilistesse terminitesse. Sageli esitatakse seda kui kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni atmosfääris ja avaldatakse miljondikes mahuosades. Uuemad uurimistulemused näitavad, et 550 miljondiku mahuosa (CO₂ ekvivalendid) tase pakub vaid üht võimalust kuuest 2 °C eesmärgini jõudmiseks, kui kontsentratsioon peaks aga tõusma 650 ppmv-ni, on eesmärgi saavutamiseks üks võimalus kuueteistkümnest. Järelikult nõuaks temperatuuri tõusu piiramine 2 °C-ni vägagi tõenäoliselt kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni stabiliseerimist palju madalamal

¹ Nõukogu 1939. istungjärg, Luxembourg, 25. juuni 1996.

tasemel. Kuna kontsentratsioon on juba üle 400 ppmv ja tõuseb keskmiselt 0,5% aastas, nõuab 2 °C eesmärgi saavutamise märkimisväärset globaalsete heitkoguste piiramist.

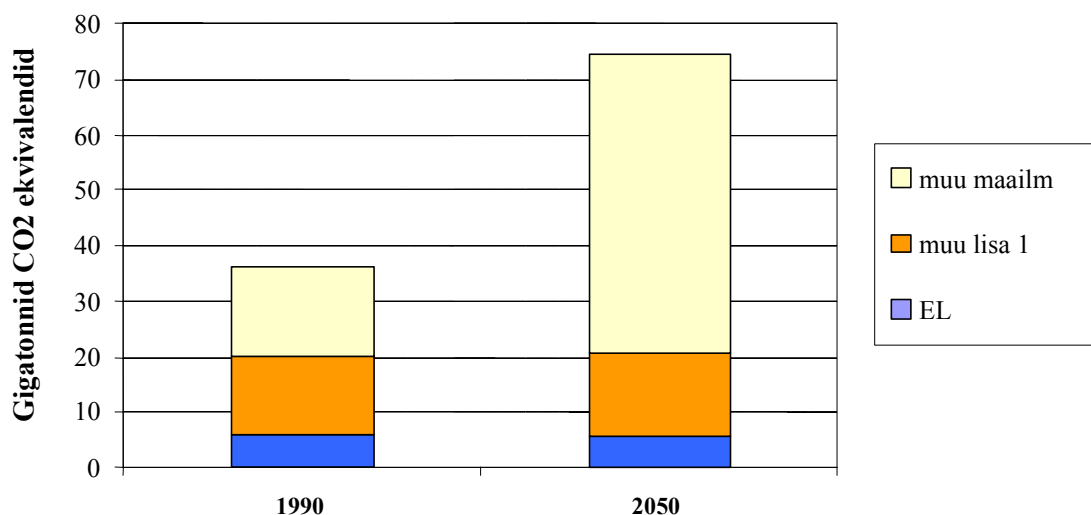
3. KLIIMAMUUTUSE PIIRAMISE TULUD JA KULUD

On olemas üha rohkem teaduslikke tõendeid selle kohta, et maailma keskmise temperatuuri tõusu 2 °C piiramise tulud kaaluvad üles vähendamisstrateegiate kulud (üksikasjalikke kokkuvõtteid vt I ja II lisas). Kui õhutemperatuur jätkab tõusmist üle 2 °C, muutub tõenäoliseks kiirem ja ootamatum kliima reageering ja aset võivad leida pöördumatud katastroofilised sündmused. Komisjon on teostanud tulude ja kulude analüüsi (üksikasjade kohta vt töödokumenti), mis näitab, et vähendamisstrateegiate kulusid ja mõjusid konkurentsivõimelisusele on võimalik vähendada juhul, kui kaasatakse kõik sektorid ja kasvuhoonegaasid, heitkoguste vähendamist laiendatakse kõigile suurematele heitmeid tootvatele riikidele, kasutatakse täielikult kasvuhoonegaaside heitkogustega kauplemise ja projektipõhiseid mehhanisme, kui kasutatakse täielikult ära sünergiaid teiste strateegiatega (nt Lissaboni strateegia, energiavarustuse kindluse strateegia, jätkuvad ühised põllumajanduspoliitika, ühtekuuluvuspoliitika ja õhukvaliteedi poliitika reformid).

4. OSALUSE VÄLJAKUTSE

Rahvusvahelise osaluse laiendamise tähtsust kliimamuutuse piiramise katsetes ei saa üle hinnata. Järgnevatel aastakümnetel arvatakse EL-25 osa maailma kasvuhoonegaaside heitkogustes vähenevat madalamale kui 10%, samas kui arengumaade osa kasvab rohkem kui poole võrra. Isegi kui võtta arvesse möödunud ja tulevasi heitkoguseid koos, arvatakse arenenud ja arengumaade kogupanust aastatel 2030 kuni 2065 võrdsustuvat.

Joonis 1. Prognoositav areng kasvuhoonegaasi heitkogustes maailma erinevates piirkondades



Allikas: Kasvuhoonegaasi vähendamise teekond ÜRO kliimamuutuste konventsiooni raames kuni 2025, CNRS/LE RIVM/MNP, ICCS-NTUA, CES-KUL (2003).

Seega, isegi kui EL peaks oma heitkogust 2050. aastaks 50% võrra vähendama, ei mõjutaks see märkimisväärselt kontsentratsioone atmosfääris, kui just teised peamised heitmete tekitajad ei vähenda neid samuti oluliselt. Järelikult nõuab tõhus tegutsemine kliimamuutuse ohjeldamiseks laialdast rahvusvahelist osalust ühiste, kuid diferentseeritud kohustuste ning vastavate võimaluste piires.

Kuigi arengumaad on kliimamuutuste suhtes haavatavamad kui tööstusriigid, on nad mures, et heitkoguste vähendamine kahjustab nende majanduslikku arengut. Uute liikmesriikide kogemus majandusliku taastumise käigus 1990. aastate teisel poolel näitab siiski, et see ei pea tingimata juhtuma. Tõenäolisem on, et arengumaad võtavad vastu kliimaalased tegevuspõhimõtted, kui need on kavandatud panustama laiematesse arengueesmärkidesse. Enamgi veel, kliimamuutuse ohjeldamine toob kaasa ka muid eeliseid, millest saavad kasu asjaomaste probleemidega tegelevad riigid. Näiteks on võimalikud märkimisväärsed edusammud energiatõhususe ja väikese süsinikusisaldusega energiaallikate kasutuselevõtu alal, mis panustavad säästvasse kiirsesse kasvu. Paremast õhukvaliteedist tulenev kasu tervisele võib samuti olla oluliseks liikumapanevaks jõuks heitkoguste vähendamisel. Tegelikult mõned riigid juba rakendavad mitmeid selliseid strateegiaid. Hiljuti vastuvõetud ELi kliimamuutust ja -arengut käsitlev tegevusplaan² abistab arengumaid nende probleemidega tegelemisel.

Arengumaid tuleb julgustada edasi osalema rahvusvahelistes heitkoguste vähendamise püüdlustes. Kui näiteks arengumaades tegutsevad ettevõtted osaleksid kasvuhoonegaaside heitkogustega kauplemises, avaks see neile võimaluse saada kasu tõhusast heitkoguste vähendamisest.

² Nõukogu dokument 15164/04.

Arengumaade motiveerimine, et nad lööksid kaasa rahvusvahelises heitkoguste vähendamises, võib olla ka viis saavutada laiemat osalust arenenud riikide poolt. Ameerika Ühendriigid on väitnud, et arengumaade, praegusaja suurimate kasvuhoonegaaside tekitajate, väljajäämine Kyoto protokolliga nõuete kohaldamisalast muudab selle keskkondlikult ebaefektiivseks ja ähvardab õhnestada Ameerika Ühendriikide tööstuse konkurentsivõimet. Arengumaad omakorda on tõrksad oma heitkoguseid piirama. EL peaks toetama püüdlusi selle ummiku lahendamiseks. See on tõesti suhteliselt väike riikide rühm – EL, Ameerika Ühendriigid, Kanada, Venemaa, Jaapan, Hiina ja India –, mis toodab umbes 75% maailma kasvuhoonegaaside heitkogustest. Paralleelselt jõuliste katsetega saavutada kokkulepe ÜRO kontekstis võib kasuks tulla püüdlus kiirendada progressi maailma tasandil, arutades piiranguid selle väiksema peamise heitmete tekitajate grupi siseselt G8-le sarnasel foorumil.

5. UUENDUSLIKKUSE VÄLJAKUTSE

Uuenduslikkuse väljakutse saab järgneva viie aastakümne jooksul olema märkimisväärne. Selles, kuidas maailmas energiat toodetakse ja kasutatakse, tuleb teha olulisi muudatusi. Mõned nendest muudatustest energiakasutuses toimuvad niikuinii. Sellised tegurid nagu fossiilkütuse hinna tõus viivad tõenäoliselt veidi eemale fossiilkütuse kasutamisest. Vaatamata nendele arengusuundadele tuleb kõigis majandussektorites läbi viia tehnoloogilised muudatused, seda lisaks meetmetele vähendada muid kasvuhoonegaase peale CO₂ ja säilitada või täiustada süsiniku neeldumist. Edu saavutamiseks tuleb rakendada kombinatsiooni „lökkamise” ja „tõmbamise” strateegiatest.

Tehnoloogilise arengu tõmbamine

Mida rohkem hinnad tõeliselt peegeldavad väliskulusid ja mida rohkem nõudlus peegeldab tarbija paremat kliimateadlikkust, seda rohkem suurenevad investeeringud kliimasõbralikesse tehnoloogiatesse. Kasvuhoonegaaside turuväärtuse kindlaksmääramine, näiteks heitkogustega kauplemise või maksustamise kaudu, kujutab endast nõudlust piiravat rahalist ergutusvahendit, mis aitaks kaasa selliste tehnoloogiate laialdasele kasutusele ja julgustaks edasist tehnoloogilist arengut. Samamoodi aitab selliste rahaliste toetuste kaotamine, millel võivad olla keskkonnale ohtlikud tagajärjed, luua võrdsed võimalused erinevate energiaallikate vahel. Euroopa Keskkonnaagentuuri hinnangul ulatus 2004. aastal energiatööstuse subsideerimine EL-15 riikides tahkekütuste, õli ja gaasi puhul rohkem kui 23,9 miljardi euronile ja taastuva energia puhul 5,3 miljardi euronile. Rahvusvaheline transport nagu lennundus ja meretransport on peaaegu täielikult maksustamisest välja arvatud.

Turupõhiseid vahendeid saab täiendada nutikate ja tõhusate strateegiatega, mis aitavad kaasa uute tehnoloogiate varajasele kasutuselevõtule, nagu on ette nähtud Lissaboni strateegia raames. Need on iseäranis sobilikud kommertsialiseerimise algstaadiumis, aidates kaasa barjääride ületamisele uute tehnoloogiate tutvustamisel ja hõlbustades nende esitlemist. Euroopa kogemus näitab, et aktiivsed toetusstrateegiad on aidanud radikaalselt vähendada taastuvatest energiaallikatest toodetava elektri ühikuhinda aastatel 1980–1995 (–65% fotogalvaanika kohta, –82% tuuleenergia kohta, –85% biomassist toodetava elektri kohta). Sellised jõupingutused

peavad jätkuma veelgi kiiremas tempos. Lisaks peaksid strateegiad ära kasutama võimalikke lisatulusid, näiteks seoses õhu kvaliteedi või linnatranspordi strateegiatega. EÜ keskkonnatehnoloogia tegevuskavas välja toodud ettepanekutest võib olla abi tegevusele siseriiklikul ja Euroopa tasandil.

Nutikad ja tõhusad „tõmbamise” strateegiad peaksid ära kasutama normaalseid põhikapitali väljavahetamise tsükleid. Järgjärguline muutumine nõuab stabiilset pikaajalise strateegia raamistikku. Arvestades vajadust uuendada ja laiendada globaalset põhikapitali elektritööstuses järgneval kolmel aastakümnel, tuleks selline raamistik rajada nii vara kui võimalik. Sellised võimalusi ei tohi mööda lasta, kuna investeeringud energiasektorisse, tööstusse, transpordi infrastruktuuri või ehitistesse määratlevad CO₂ heitkogused mitmeks järgnevaks aastakümneks. Ainuüksi Euroopas on 2030. aastaks vaja rajada seadmed (investeeringu maksumus 1,2 triljonit eurot) umbkaudu 700 GW elektri tootmiseks (samaväärne praegu paigaldatud tootmiseseadmete võimsusega). Selliste otsuste planeerimine toimub 5 kuni 10 aastat ette ja peab põhinema pikaajaliste kliimastrateegiate vajadustel.

Paljud kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamise tehnoloogiad kas juba eksisteerivad või on edasijõudnud algstaadiumis. Hiljutine uuring selgitas välja 15 kõige paljulubavamast sellist tehnoloogiat (vt lisa 3). Võttes kokku kõik 16 võimalust, küüniks see vähendamispotentsiaalini rohkem kui 54 Gt CO₂ aastaekvivalenti 2050. aastal. Täiel määral kasutamise puhul on võimalik suuremat osa prognoositud enim lubatavatest heitkogustest 2050. aastal vältida. Viis nendest valikuvõimalustest käsitlevad energiatõhusust. Seega peab üheks ELi tuleviku energiastrateegia (milline see strateegia ka ei oleks) keskseks sambaks olema efektiivne energiatõhususe arendamine ja energiasäästlikkus. Selles valdkonnas võetavad meetmed aitavad veelgi enam kaasa Lissaboni strateegia elluviimisele, suurendavad energiavarustuse kindlust ning loovad Euroopas märkimisväärse hulga uusi töökohti ja edendavad tööstuse konkurentsivõimet, vähendades samal ajal selle energiatarbimist. Hinnangud näitavad, et EL-15 riikides on majanduslikult teostatav järgneva aastakümne jooksul realiseerida energiasäästlikkust kuni 15%, samas kui eksisteerib ka tehniline potentsiaal kuni 40%. Süsiniku kogumine ja ladustamine on veel üks tähtis valdkond.

Tehnoloogilise arengu lükkamine: investeerimine teadusmajandusse

Käesoleva sajandi teisel poolel laialdaseks kasutamiseks mõeldud tulevikutehnoloogiaid on vaja ikka veel arendada. Kahjuks on Rahvusvahelise Energiaagentuuri liikmed alates 1980. aastate algusest poole võrra vähendanud oma energiaalaste uuringute ja tehnoloogia arendamise eelarveid. See suundumus tuleb ELis ümber pöörata, kui EL tahab oma konkurentsivõimelisust nendel turgudel parandada. Järelikult on kavandatavas 7. raamprogrammis vaja märkimisväärselt suurendada eelarveid kliima, energia, transpordi, tootmise ja tarbimise uuringute jaoks. Läbimurdetehnoloogiate arendamiseks tuleb avaliku/erasektori partnerlussuhete abil täiustada rahvusvahelist koostööd.

Tehnoloogiline innovatsioon: Euroopale madala süsinikusisaldusega tuleviku suhtes konkurentsieelise andmine

Lissaboni strateegia kontekstis rõhutab Koki aruanne, et EL võib saavutada esimesena tegutseja eelise ja luua konkurentsieelise, keskendudes tõhusalt ressursse kasutavatele kliimasõbralikele tehnoloogiatele, mille teised riigid ükskord kasutusele

peavad võtma. Näiteks riigid, mis on haaranud juhtpositsiooni tuuleenergia edendamisel, omavad praegu 95% kiiresti kasvavast tuuleturbiinitööstusest. Tulevikus võib sedasorti ilming aset leida ka muudes riikides ja muudes sektorites, nagu näiteks autotööstuses või lennunduses. Konkurentsieelised suurenevad, kui osalemine tuleviku rahvusvahelises kliimakokkuleppes laieneb ja süveneb.

6. KOHANDAMISE VÄLJAKUTSE

Teaduslikud tõendid näitavad, et isegi 2 °C sihtmärgini jõudmiseks tuleb kogu maailmas teha märkimisväärseid pingutusi ennetava ja parandava iseloomuga kohandamisel. Praeguseks on vähesed liikmesriigid uurinud vajadust vähendada oma vastuvõtlikkust ja suurendada oma vastupanu kliimamuutuse mõjudele.

Kliimamuutusega kohanemine nõuab edasist uurimistööd, et ennetada mõjusid regionaalsel tasandil, eesmärgiga võimaldada kohalikel ja regionaalsetel avalikus ja erasektoris osalejatel arendada efektiivseid kohandamisvõimalusi. Kliimamuutustele on eriti vastuvõtlikud rannikute lähedal ja jõgede vesistutes asuvad madalad piirkonnad, mägised piirkonnad ja alad, kus järjest tihedamate tormide ja orkaanide tõenäosus on suur.

Sellised ilmast sõltuvad majandussektorid nagu põllumajandus, kalandus, metsandus ja turism rohkem ohus kui teised sektorid ja nende jaoks on kliimamuutusega kohanemine suurema tähtsusega. Selles kontekstis on arengumaad kõige enam mõjutatavad, arvestades nende suurt sõltuvust kliimatundlikest majandussektoritest ja nende madalat kohanemisvõimet. Kohanemisvõime tugevdamine panustaks nende arengusse.

Teine oluline kohanemisaspekt on sagedasemate ja kõige kahjustavamate looduskatastroofide varajane prognoosimine. Komisjon on juba kaasatud EL-ülesesse varasesse ülejutuste ja metsatulekahjude hoiatussüsteemi. See parandab reageerimist looduskatastroofidele ja aitab kaasa kahju ennetamisele. Iga-aastased vaatlused võivad olla usaldatav vahend nii ennetamiseks kui kohandamiseks. Erakindlustus ei pruugi piisaval määral katta eraomandi kahjusid ja kaotusi ning selle ulatus võib aja jooksul isegi väheneda. Valitsused peavad sekkuma, kas siis nõudes adekvaatse kindlustuse ulatuse võimaldamist või tagades solidaarse rahastamise.

7. JÄRELDUSED

Kliima on muutumas. Teadus ütleb meile, et kahjude piiramiseks peaksime võtma eesmärgiks piirata tulevikus maailma keskmise õhutemperatuuri kasvu eelindustriaalse ajajärgu perioodiga võrreldes kuni 2 °C-ni. 2 °C eesmärk eeldab, et strateegiaid on vaja nii kliimamuutusega kohanemiseks kui kliimamuutuse leevendamiseks. Vaatamata juba kokkulepitud strateegiate rakendamisele on tõenäoline, et ülemaailmne heitkoguste hulk järgmise kahe aastakümne jooksul kasvab ja 2050. aastaks on kogu maailmas võrreldes 1990. aasta tasemetega vajalik heitkoguseid vähemalt 15% vähendada ning teha selleks märkimisväärseid pingutusi.

Tegevusetus ei ole mõistlik lahendus. Mida kauem tegutsemist edasi lükatakse, seda suurem on oht, et aset leiavad pöördumatud kliimamuutused, kuna võimalused

kasvuhoonegaasi kontsentratsiooni stabiliseerimiseks madalamal tasemel kaovad järk-järgult. Kliimamuutusi uuriv teadus areneb jätkuvalt ja tuleviku tõendid võivad näidata, et muutus leiab aset isegi kiiremini, kui hetkel arvatakse. Järelikult peaks mõistlik keskmise ja pika tähtajaga kliimapoliitika tuginema „ukse lahti hoidmise” strateegial. Selline strateegia võimaldaks tulevikus liikuda isegi madalama kontsentratsioonitasemeni, kui esialgselt plaanitud, kui uued teaduslikult põhjendatud teadmised osutavad vajadusele nõnda toimida.

Kliimamuutuse leevendamiseks tuleb meie ühiskonnas ja meie majanduses olulisi muudatusi teha, nagu näiteks energia- ja transpordisüsteemide ümberstruktureerimine. Järelikult on meie keskkonnavalaste eesmärkide saavutamiseks ülioluline kasutada aja jooksul kõige tõhusamaid ja tulusamaid kohandamis- ja leevendamismeetmeid, säilitades samas meie majandusliku konkurentsivõimelisuse. ELi tuleviku kliimamuutusealane strateegia peab hõlmama järgnevat elemente:

- (1) **Osalise laiendamise:** EL etendab jätkuvalt juhirolli mitmepoolses lähenemises kliimamuutusele, kuid hädasti on vaja ühistel, kuid diferentseeritud kohustustel põhinevat laiemat osalemist. Realistlik progress 2 °C eesmärgi suunas on saavutatav vaid siis, kui üha rohkem riike maailmas võtab kasutusele tõhusad meetmed. Negatiivse majandusliku mõju minimeerimiseks peavad ELi edasisi strateegiapüüdeid samasuguse tegevusega toetama teised suured heitkoguseid tekitavad riigid. Enamgi veel, kliimamuutuse ohjeldamisega seotud strateegiad peavad olema kooskõlas ja kaasa aitama teiste tähtsate eesmärkide saavutamisele (nt vaesuse vähendamine), võttes arvesse erinevaid tingimusi riikides, kes on praegused ja tulevased suurte heitmekoguste tekitajad.

ELi läbirääkimisstrateegia peaks viima heitkoguste vähendamiseks ettenähtud kokkulepitud meetmeid hõlmava rahvusvahelise protsessini ja selle eesmärk peaks olema, et kõik suuri heitmekoguseid tekitavad riigid osaleksid selles protsessis ja võtaksid endale sellega seoses kohustusi. Nimetatud meetmed peaksid koosnema spetsiaalsetest projektidest või programmidest, mis parandaksid energiatõhusust või edendaksid madala süsinikusaldusega tehnoloogiaid, aga võiksid hõlmata ka terviklikumaid strateegiaid, kaasaarvatud eesmärgid.

- (2) **Rohkemate poliitikavaldkondade hõlmamine:** rahvusvahelise tegevuse ulatust tuleb laiendada nii, et see kataks kõik kasvuhoonegaasid ja sektorid. Eriti tuleks kaasata kiiresti kasvavad heitkogused lennundusest ja meretranspordist. Värske pilguga tuleb vaadelda probleemi, kuidas peatada maailma metsade raiet. Selle probleemi käsitlemine eriolukorrana on teatud piirkondades vajalik, kuna peaaegu 20% maailma kasvuhoonegaaside heitkogusest paisatakse praegu keskkonda tänu muutustele maakasutuses.
- (3) **Uuendustegevuse edendamine:** nõutav energia- ja transpordisüsteemide ümberkujundus kujutab endast suurt väljakutset uuendustegevusele. Lissaboni strateegia kontekstis tuleks ümberkorraldusprotsessi toetamiseks välja arendada tehnoloogiastrateegia, mis kujutab endast tasakaalustatud segu ‘tõmbamise’ ja ‘lükkamise’ strateegiavahenditest. Oluline oleks asetada rõhk tõhusale heitkoguste vähendamisele. Hulk heitkoguste vähendamist

võimaldavaid tehnoloogiaid on juba saadaval ja neid tuleb laiemalt levitada. Uute tehnoloogiate turule lähemale toomiseks on vaja teostada rohkem uuringuid.

- (4) **Turupõhiste ja paindlike vahendite jätkuv kasutamine:** Kyoto protokollid edukad struktuurielendid tuleks igal juhul säilitada uues, pärast 2012. aastat rakendatavas süsteemis. Need hõlmavad heitkogustega kauplemist, mille Euroopa Liit on võtnud kasutusele ja mis põhineb heitkoguste piiramisel, ning projektipõhiseid mehhanisme, mis toimivad ehitusplokkidena tõeliselt rahvusvahelise süsinikuturu rajamisel; heitkoguste jälgimise ja aruandluse reegleid ning mitmepoolset nõuetega vastavuse järelevalve režiimi.

Jätkates eesmärkide ja ajakavade kontseptsiooni edendamist, tuleb laiendada rahvusvaheliste läbirääkimiste ulatust, et kliimamuutusega seotud küsimused konkreetselt siduda uute tehnoloogiatega seotud uurimistöö, nende arenduse, kasutuselevõtu ja levitamise, parandades energiatõhusust ja töötades välja madala süsinikusaldusega energiaallikaid ja arengustrateegiaid. Sellist läbirääkimiste ulatuse avardamist tuleb võtta kui viisi rohkemate riikide motiveerimiseks nende osalemisel kliimamuutusevastases tegevuses.

Arengumaad teevad järgnevatel aastakümnetel oma energia infrastruktuuri suuri investeeringuid. Maailmapanga, Euroopa Investeerimispanka, Euroopa Rekonstruktsiooni- ja Arengupanga ja teiste arengupankade vahendeid tuleb kasutada selleks, et suurendada arengumaade oma säästude kliimasõbralikku investeerimist, eelkõige energiasektoris. Uurida tuleb peamistele tähtsatele majandusega riikidele suunatud madala süsinikusaldusega energiaallikate kasutuselevõtu ülemaailmse programmi ning tehnosiirde ja tehnoloogia levitamise rahastamise võimalusi.

- (5) **Kohanemisstrateegiate hõlmamine:** kliimamuutusega paremaks kohanemiseks on ELis vaja rohkem vahendeid eraldada. Kõige vaesemate ja enim mõjutatud riikide kohanemispüüdlusi tuleks rahaliselt toetada.

8. SOOVITUSED ELI KLIIMASTRATEGIALE: JÄRGMISED SAMMUD

Euroopa Ülemkogu kavatses arutada „keskmise ja pika tähtajaga heitkoguste vähendamise strateegiaid” oma järgmisel istungjärgul. See arutelu paneb aluse ELi tulevasele kliimamuutust käsitlevale strateegiale ja kujundab teed liidu tegutsemiseks koos oma rahvusvaheliste partneritega. Käesolevas teatises ning sellega kaasnevas töödokumendis esitatud analüüsi ja järelduste valguses on komisjon tuvastanud mitu elementi, mis tuleks lisada ELi tulevasele kliimamuutusestrateegiasse. Komisjon soovib Euroopa Ülemkogul heaks kiita järgmine lähenemisviis, millele rajada liidu kliimamuutusestrateegia areng:

- **Kokkulepitud strateegiate kohene ja tõhus rakendamine:** ELil on õnnestunud vähendada heitkoguseid 3% võrra alla 1990. aasta taset, kuid on vaja teha palju rohkem, et saavutada Kyoto protokollis kokkulepitud 8% heitkoguste vähendamise eesmärgid. Täielikult tuleb rakendada energiavarustuse kindlust käsitlevas rohelises raamatus määratletud meetmeid ja transpordipoliitikat

käsitlevas valges raamatus määratletud meetmeid, nagu näiteks infrastruktuuride kasutustasu, „Eurovignette-i” direktiivi ja transpordiliikide raudtee- ja veetranspordi suunas tasakaalustamiseks mõeldud meetmete läbivaatamine (nagu näiteks üleeuroopalist transpordivõrku käsitlevas strateegias sisalduvad meetmed). Samuti tuleks püüda vabaneda kitsaskohtadest, mis takistavad olemasolevate või paljutöötavate uute tehnoloogiate ja uute algatuste rakendamist (nt ELi turu potentsiaali hindamine roheliste sertifikaatide osas, keskkonnatehnoloogia tegevuskava kiire rakendamine). Võtmelemendiks on tugevnenud toetus investeringutele kliimasõbralikesse tehnoloogiatesse ühenduse uue eelarve eri rubriikides aastateks 2007–2013. Lisaks sellele on kõikjal Euroopas energiakasutuse tõhususe alal edu saavutamiseks vajalik uus üleeuroopaline energiatõhususe algatus (*European-wide Energy Efficiency Initiative*).

- **Üldsuse teadlikkuse parandamist** tuleks edendada strateegilise programmi abil, et inimesed mõistaksid oma tegude mõju olulisust seoses kliimamuutusega, s.t kogu ELi hõlmava teavituskampaania käivitamise teel.
- **Tuleb teha rohkem uurimistööd ja see peab olema paremini suunatud.** Uuringute eesmärk peaks olema teadmiste suurendamine kliimamuutuse kohta (sealhulgas seosed ookeanides toimuvate protsessidega), globaalsete ja regionaalsete mõjude käsitlemine, efektiivsete kohanemis- ja leevendavate strateegiate väljatöötamine, sealhulgas muude gaaside osas peale CO₂. Seda saaks teostada ELi kulutuste märkimisväärse suurenemise kaudu 7. raamprogrammi raames, mis käsitleb kliimasõbralike tehnoloogiate uurimist ja arengut, eelkõige energia- ja transpordisektoris, kuid samuti põllumajanduses ja tööstuses.
- **Tugevamat koostööd kolmandate riikidega** tuleb edendada täiustatud tehnoloogia siiret (sealhulgas tehnoloogia levitamiseks ettenähtud vahendeid) käsitleva strateegilise programmi kaudu ning teadus- ja arenduskoostöö kaudu kasvuhoonegaaside vähendamisele suunatud tehnoloogia alal energeetika, transpordi, tööstuse ja põllumajanduse vallas. Koostöös arengumaadega tuleks koostada kliimasõbralikud arengustrateegiad, seda iseäranis energeetika ja õhukvaliteedi vallas. Nende soovitude rakendamisel peab olema tagatud sidusus ELi kliimamuutusestrateegia sise- ja välismõõtmete vahel. Näiteks võiks Euroopa naabruspoliitika rõhutada kliimaga seotud õigustiku kiiret ülevõtmist ja rakendamist, mis edendaks lähenemist ELi kliimapolitikale. Sama lähenemisviisi tuleks järgida ühinemiseelsete strateegiate puhul. Kohandumisvõime tugevdamine, eriti kõige enam mõjutatavate arengumaade seas, peaks muutuma arenguabi lahtutamatuks osaks.
- **Uus etapp Euroopa kliimamuutuste programmis 2005. aastal:** komisjon vaatab uuesti läbi tehtud edusammud ja uurib uusi tegutsemisviise, et süstemaatiliselt ära kasutada tulusaid heitkoguste vähendamise võimalusi koostöös Lissaboni strateegiaga. Tähelepanu pööratakse eriti energiatõhususele, taastuvenergiale, transpordisektorile (sealhulgas lennundus ja meretransport), ja süsiniku kogumisele ning ladustamisele. ELi rolli mõjutatavuse vähendamises ja kohandamise edendamises tuleks uurida ELi kindlustusettevõtjate kaasabil.

Edasise kliimamuutuse vastu suunatud mitmepoolse tegevuse toetuse kasvatamiseks peaks EL astuma oma rahvusvaheliste partneritega tõelisesse dialoogi. Komisjon soovib, et EL uuriks 2012. aastale järgneva strateegia võimalusi võtmepartneritega

2005. aastal, enne kui otsustab, mis seisukoha ta tulevastel läbirääkimistel võtab. Kahepoolsetest kontaktidest huvitatud riikidega, kaasaarvatud suurte heitkoguste tekitajatega, tuleks määratleda meetmed, mida nad on valmis kindlaksmääratud ajavahemike jooksul ja tingimustel võtma. Sel moel peaks EL kasutama oma rahvusvahelise juhi rolli kliimamuutuse vallas, et rahvusvahelisel tasandil tegutsemisele suunatud lähenemisviisi poole püüelda.

Kahepoolsete arutelude tulemusi võib seejärel kasutada ÜRO kliimamuutuste konventsiooni läbirääkimistel tegutsemiskohustuste või eesmärkideni jõudmise kohustuste kujul. Eesmärk on kehtestada pärast 2012. aastat selline mitmepoolne kliimamuutusrežiim, milles kõik arenenud riigid osalevad olulisel määral ja milles osalevad ka arengumaad, mis piirab maailma keskmise õhutemperatuuri tõusu 2 °C-ni, ja mille puhul kõik tähtsamad protsessid osalejad leiavad, et pingutused on ausalt jagatud. Vähendamiskohustused, mida EL oleks sellise režiimi raames nõus enda peale võtma, peaksid sõltuma teiste suurte heitkoguste tekitajate osaluse tasandist ja tüübist. Seetõttu ei soovita komisjon praegu ELi kindla sihtmärgi vastuvõtmist.

Toetudes käesolevas teatises väljatoodud analüüsile ja ideedele, peaks EL selgelt välja ütleva, et ta püüdleb jätkuvalt selle poole, et võita lahing globaalse kliimamuutuse vastu, ja täitma sellega seotud olemasolevaid kohustusi. EL peaks näitama oma meelekindlust, võttes enda kanda sügavamad ja pikemaajalised kasvuhoonegaasi heitkoguste vähendamise kohustused rahvusvahelise kokkuleppe kontekstis tuleviku strateegia osas pärast 2012. aastat, mis muudab ülemaailmsed vähendamised võrdeliseks 2 °C eesmärgiga. Sõltuvalt 2005. aastal toimuvate rahvusvaheliste konsultatsioonide tulemustest teeb komisjon nõukogule edasised ettepanekud töötada välja ELi läbirääkimisstrateegia globaalset kliimamuutust käsitlevate läbirääkimiste järgmiseks ringiks.

LISA

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