

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ-ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ  
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ  
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



Διπλωματική Εργασία

## **ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ**

Μαντζαβά Γεωργία

**Επιβλέπων Καθηγητής  
Διονύσης Ασημακόπουλος**

**Αθήνα 2003**

## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών στην Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων, στην ειδίκευση «Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Προστασίας του Περιβάλλοντος», που διενεργείται σε συνεργασία του Τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πειραιά και της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Διονύση Ασημακόπουλο για την πολύτιμη συνεργασία. Η καθοδήγηση και υποστήριξη σε επιστημονικό και ανθρώπινο επίπεδο κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας συνέβαλλαν σημαντικά στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη της Ερευνητικής Ομάδας Περιβαλλοντικής Διαχείρισης της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και ιδιαίτερα την κ. Κατερίνα Μακρινού, την κ. Μίνα Γερασίδη, τον κ. Γιώργο Γούλα και την κ. Ινώ Κατσιαρδή για τις συμβουλές και την ηθική υποστήριξη κατά τη συγγραφή της εργασίας, καθώς και για τη φιλική συνεργασία κατά τη διάρκεια συμμετοχής μου στην Ομάδα.

## Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα πρόβλημα παγκόσμιας κλίμακας που αναμένεται να επηρεάσει τόσο τις σύγχρονες γενιές αλλά κυρίως τις επόμενες. Δεν αποτελεί μόνο περιβαλλοντικό πρόβλημα αλλά έχει και πολιτικές διαστάσεις καθώς επιφέρει δυσκολίες στις σχέσεις των χωρών.

Η αλλαγή του κλίματος που έχει παρατηρηθεί σε παλαιότερες χρονικές περιόδους αποδίδεται σε φυσικούς παράγοντες (αλλαγές στην τροχιά της Γης, στην εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία κτλ.). Τα τελευταία χρόνια όμως έχουν σημειωθεί αυξημένες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ενισχύοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο αποτελεί το βασικό λόγο εμφάνισης της κλιματικής αλλαγής.

Εξαιτίας των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής τόσο στο φυσικό όσο και στο ανθρωπογενές περιβάλλον (κοινωνία, οικονομία) η εφαρμογή μέτρων μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κρίνεται απαραίτητη σε διεθνές και ιδιωτικό επίπεδο. Όσον αφορά το ιδιωτικό επίπεδο, η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών, η συμμετοχή τους στο σχεδιασμό πολιτικών αντιμετώπισης καθώς και η προτίμηση προϊόντων με χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου συμβάλλουν στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Σε διεθνές επίπεδο η εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο θεωρείται ένα καλό πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής αν και απαιτούνται αυστηρότεροι στόχοι μείωσης εκπομπών, ώστε αν αποτραπεί η ανθρώπινη συνεισφορά στο κλιματικό σύστημα.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και η Ελλάδα έχουν υιοθετήσει το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος (ΕΠΑΚ) και το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου, αντίστοιχα, τα οποία περιλαμβάνουν ένα σύνολο μέτρων για τον περιορισμό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Παρόλα αυτά, λόγω της συνεχούς αύξησης των εκπομπών πρέπει να αναληφθούν επιπλέον προσπάθειες για την επίτευξη του στόχου του Πρωτοκόλλου, αλλά και για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Παρά τις απόψεις επιστημονικών ομάδων που δεν αποδέχονται την ύπαρξη της κλιματικής αλλαγής, την ανθρώπινη συνεισφορά σε αυτή και τις προτεινόμενες δράσεις για μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, προτείνεται η λήψη προληπτικών μέτρων και η διεθνής συνεργασία για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον η διεξαγωγή περαιτέρω ερευνών για όλα τα θέματα που αφορούν την αλλαγή του κλίματος (παράγοντες που επιδρούν σε αυτό, επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, τεχνολογίες μείωσης εκπομπών κτλ.) θα συμβάλλει στην αποτελεσματική αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

## Περιεχόμενα

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Φαινόμενο του Θερμοκηπίου</b>	<b>8</b>
2.1	Μηχανισμός	8
2.2	«Εχθροί» του Φαινομένου του Θερμοκηπίου	10
2.3	Αέρια του Θερμοκηπίου	10
2.3.1	Υδρατμοί	12
2.3.2	Διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> )	12
2.3.3	Μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	14
2.3.4	Υποξείδιο του αζώτου (N <sub>2</sub> O)	15
2.3.5	Αλογονούχες ενώσεις (F-gases)	16
2.3.6	Όζον (O <sub>3</sub> )	17
2.4	Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης (Global Warming Potential, GWP)	18
2.5	Επιδράσεις του Φαινομένου του Θερμοκηπίου	19
2.5.1	Θερμοκρασία	19
2.5.2	Κατακρημνίσεις	21
2.5.3	Οικοσυστήματα	22
2.5.4	Ανύψωση της στάθμης της θάλασσας	23
2.5.5	Καλλιέργειες και γεωργία	24
2.5.6	Ακραία καιρικά φαινόμενα	25
2.5.7	Κοινωνία-Οικονομία	27
<b>3</b>	<b>Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε ιδιωτικό επίπεδο</b>	<b>29</b>
3.1	Επίπεδο ενημέρωσης των πολιτών για την κλιματική αλλαγή	29
3.2	Συμμετοχή στο σχεδιασμό πολιτικών για την κλιματική αλλαγή	29
3.3	Μέτρα αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής από τους καταναλωτές	30
3.3.1	Γενικά	30
3.3.2	Μέτρα αλλαγής της αγοραστικής συμπεριφοράς	31
3.4	Διεθνές Σύμβολο για το Κλίμα	32
<b>4</b>	<b>Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε διεθνές επίπεδο</b>	<b>34</b>
4.1	Ιστορική αναδρομή	34
4.2	Δράσεις της διεθνούς κοινότητας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής	37
4.2.1	Διεθνής Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή	37
4.2.2	Το Πρωτόκολλο του Κιότο	39
4.2.2.1	Μηχανισμοί του Κιότο	40
4.2.2.2	Επικύρωση του Πρωτοκόλλου	42
4.3	Συμπεράσματα	42
<b>5</b>	<b>Κλιματική Αλλαγή και Ευρώπη</b>	<b>46</b>
5.1	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρώπη	46
5.2	Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ευρώπη	50

---

5.3	Μέτρα αντιμετώπισης	50
5.3.1	Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος	52
5.3.1.1	Εισαγωγή	52
5.3.1.2	Ευέλικτοι Μηχανισμοί	53
5.3.1.3	Παραγωγή Ενέργειας	55
5.3.1.4	Ενεργειακή κατανάλωση	58
5.3.1.5	Μεταφορές	60
5.3.1.6	Βιομηχανία	62
5.3.1.7	Έρευνα	65
5.3.1.8	Αγροτικός Τομέας	67
5.3.2	Εξέλιξη του Ευρωπαϊκού Προγράμματος για την Αλλαγή του Κλίματος	69
5.3.3	Συμπεράσματα	70
<b>6</b>	<b>Κλιματική Αλλαγή και Ελλάδα</b>	<b>72</b>
6.1	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα	72
6.2	Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα	72
6.3	Μέτρα αντιμετώπισης	73
6.3.1	Γενικά	73
6.3.2	Οικιακός και τριτογενής τομέας	74
6.3.3	Μεταφορές	77
6.3.4	Βιομηχανία	78
6.3.5	Ηλεκτροπαραγωγή	79
6.3.6	Διαχείριση απορριμμάτων	80
6.3.7	Γεωργία	80
6.3.8	Βιομηχανικές διεργασίες	80
6.3.9	Συμπεράσματα	81
<b>7</b>	<b>Αντίθετες απόψεις</b>	<b>83</b>
<b>8</b>	<b>Σχόλια-Προτάσεις</b>	<b>87</b>
<b>9</b>	<b>Συμπεράσματα</b>	<b>88</b>
<b>10</b>	<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>90</b>
	<b>Παράρτημα</b>	

## Λίστα Εικόνων

*Εικόνα 1:* Η τροχιά της κυκλοφορίας του αέρα εξαιτίας της κίνησης της Γης (Φαινόμενο Coriolis) σελ.3

*Εικόνα 2:* Το αποτέλεσμα του φαινομένου Coriolis είναι η δημιουργία τριών κινουμένων αερίων μαζών στο βόρειο ημισφαίριο και τριών κινουμένων αερίων μαζών στο νότιο ημισφαίριο σελ.3

*Εικόνα 3:* Η εκτιμώμενη απόκλιση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας για τα τελευταία 500 έτη σε σχέση με τις σημερινές τιμές [42] σελ.6

*Εικόνα 4:* Τα κύρια στοιχεία της παγκόσμιας ενεργειακής ισορροπίας. Η αρχική εισερχόμενη ηλιακή ενέργεια θεωρείται ίση με 100 μονάδες [3] σελ.9

*Εικόνα 5:* Παγκόσμιες εκπομπές CO<sub>2</sub> από την καύση ορυκτών καυσίμων για το 1992 (22) σελ.13

*Εικόνα 6:* Η συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> και του παγκόσμιου πληθυσμού [3] σελ.14

*Εικόνα 7:* Αλλαγή της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας. Παρόλη τη διακύμανση υπάρχει σαφής τάση αύξησης [6] σελ.20

*Εικόνα 8:* Οι ετήσιες τάσεις μεταβολής της θερμοκρασίας στον 20ο αιώνα σε όλες της περιοχές της Γης (IPCC) σελ.20

*Εικόνα 9:* Ετήσιες τάσεις μεταβολής των κατακρημνίσεων στον 20ο αιώνα ανά περιοχή της Γης (IPCC) σελ.21

*Εικόνα 10:* Αναμενόμενη αύξηση της στάθμης της θάλασσας σελ.24

*Εικόνα 11:* Διεθνές Σύμβολο για το Κλίμα [47] σελ.33

*Εικόνα 12:* Εκπομπές CO<sub>2</sub> στην Ευρώπη ανά τομέα σελ.47

*Εικόνα 13:* Εκπομπές CH<sub>4</sub> στην Ευρώπη ανά τομέα [8] σελ.48

*Εικόνα 14:* Εκπομπές N<sub>2</sub>O στην Ευρώπη ανά τομέα [8] σελ.49

*Εικόνα 15:* Μεταβολές της παγκόσμιας θερμοκρασίας στην κατώτερη τροπόσφαιρα, σύμφωνα με μετρήσεις της NASA [15] σελ.83

## Λίστα Πινάκων

*Πίνακας 1:* Οι πιο σημαντικοί φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα σελ.5

*Πίνακας 2:* Εκτιμήσεις των παγκόσμιων ανθρωπογενών εκπομπών των κυριότερων αεροζόλ κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 [4] σελ.10

*Πίνακας 3:* Ετήσια παγκόσμια παραγωγή CO<sub>2</sub> [3] σελ.13

*Πίνακας 4:* Φυσικές παγκόσμιες εκπομπές μεθανίου [3] σελ.14

*Πίνακας 5:* Εκτιμήσεις παγκόσμιου μεθανίου από ανθρωπογενείς πηγές [4] σελ.15

*Πίνακας 6:* Παγκόσμιες εκπομπές υποξειδίου του αζώτου [3] σελ.15

*Πίνακας 7:* GWP και χρόνοι παραμονής στην ατμόσφαιρα στην 2η (SAR) και 3η (TAR) Έκθεση του IPCC [38] σελ.19

*Πίνακας 8:* Αποτελέσματα μελετών για τις επιπτώσεις στην παραγωγή από τη μελλοντική κλιματική αλλαγή [31] σελ.25

*Πίνακας 9:* Τα 5 ακραία καιρικά φαινόμενα της περιόδου 1970-2001 που παρουσίασαν το μεγαλύτερο οικονομικό κόστος [28] σελ.26

*Πίνακας 10:* Τα 5 ακραία καιρικά φαινόμενα της περιόδου 1970-2001 που παρουσίασαν το μεγαλύτερο αριθμό θυμάτων [28] σελ.26

*Πίνακας 11:* Δυνατή ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας από την πρόωρη αντικατάσταση, αναβάθμιση και απόσυρση οικιακών συσκευών [26] σελ.31

*Πίνακας 12:* Εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά χώρα στην Ευρώπη (Mt CO<sub>2</sub>) (δεν περιλαμβάνονται οι δεσμεύσεις από την αλλαγή χρήσης Γης και δασοκομία) σελ.46

*Πίνακας 13:* Εκπομπές CH<sub>4</sub> ανά χώρα στην Ευρώπη (kt CH<sub>4</sub>) [8] σελ.47

*Πίνακας 14:* Εκπομπές N<sub>2</sub>O ανά χώρα στην Ευρώπη (kt N<sub>2</sub>O) [8] σελ.48

*Πίνακας 15:* Εκπομπές HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> ανά χώρα στην Ευρώπη (kt CO<sub>2</sub>-eq) [8] σελ.49

*Πίνακας 16:* Δεσμεύσεις κάθε χώρας της ΕΕ σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο [41] σελ.51

*Πίνακας 17:* Ανανεώσιμες Πρώτες Ύλες και οι δυνατότητες μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub> μέχρι το 2010 [9] σελ.63

*Πίνακας 18:* Προτεινόμενα μέτρα για την προώθηση την χρήση των Ανανεώσιμων Πρώτων Υλών (ΑΠΥ) [9] σελ.64

*Πίνακας 19:* Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα για τα έτη 1990-2000 (σε kt CO<sub>2</sub> eq) σελ.72

*Πίνακας 20:* Εξέλιξη εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (kt CO<sub>2</sub>-equin) [41] σελ.74

*Πίνακας 21:* Εξέλιξη εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σύμφωνα με το ΣΑΕ και το σενάριο συνδυασμένης υλοποίησης των προτεινομένων παρεμβάσεων (σε ktn CO<sub>2</sub>-eq) (41) σελ.82

## Γλωσσάριο

<i>Albedo</i>	Το ποσοστό της ακτινοβολίας που εισέρχεται στη Γη και εκπέμπεται κατευθείαν στο διάστημα ως προς τη συνολική εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία
<i>ΑΠΥ</i>	Ανανεώσιμες Πρώτες Ύλες, προϊόντα που προέρχονται από αγροτικούς τομείς και χρησιμοποιούνται και για άλλους σκοπούς εκτός από θρεπτικούς
<i>BAU (Business As Usual)</i>	Το σενάριο σύμφωνα με το οποίο δε λαμβάνονται μέτρα μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
<i>COP (Conference of the Parties)</i>	Συμβούλιο των Μελών, το αρμόδιο θεσμικό όργανο για τη Διεθνή Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή
<i>ECCP (ΕΠΑΚ)</i>	European Climate Change Programme (Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος)
<i>Θέρμανση της Γης ή Παγκόσμια Θέρμανση (Global Warming)</i>	Το φαινόμενο αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας της Γης
<i>Global Warming Potential (Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης)</i>	Μέγεθος που δείχνει τη συνεισφορά κάθε αερίου του θερμοκηπίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου
<i>Greenhouse gases (GHGs)</i>	Αέρια του Θερμοκηπίου
<i>Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC)</i>	Διακυβερνητικό Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή, ο αρμόδιος οργανισμός μελέτης του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής
<i>Μηχανισμοί του Κιότο</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• International Emission Trading (IET)-Διεθνές Εμπόριο Εκπομπών</li> <li>• Joint Implementation (JI)-Από Κοινού Εφαρμογή</li> <li>• Clean Development Mechanism (CDM)-Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης</li> </ul>
<i>Σενάριο Αναμενόμενης Εξέλιξης (ΣΑΕ)</i>	Σενάριο της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα
<i>Second Assessment Report (SAR)</i>	Δεύτερη (2 <sup>η</sup> ) Έκθεση του IPCC για την κλιματική αλλαγή
<i>Third Assessment Report (TAR)</i>	Τρίτη (3 <sup>η</sup> ) Έκθεση του IPCC για την κλιματική αλλαγή
<i>United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)</i>	Η Διεθνής Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή



## 1 Εισαγωγή

Σε κάθε χρονική στιγμή και σε κάθε σημείο της Γης, η τροπόσφαιρα (η εσωτερική στοιβάδα της ατμόσφαιρας που περιέχει τη μεγαλύτερη ποσότητα αέρα που περιβάλλει τη Γη) έχει ιδιαίτερες φυσικές ιδιότητες, που περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία, την πίεση, την υγρασία, τις κατακρημνίσεις (precipitation), την ηλιακή ακτινοβολία, την κάλυψη από σύννεφα (cloud cover), την κατεύθυνση και ταχύτητα ανέμων. Αυτές οι βραχυπρόθεσμες ιδιότητες της τροπόσφαιρας σε συγκεκριμένο μέρος και χρόνο συνθέτουν τις «καιρικές συνθήκες» ή τον «καιρό», όπως καθημερινά συνηθίζεται να αποκαλείται (weather).

«Κλίμα» ονομάζονται οι κατά μέσο όρο μακροπρόθεσμες επικρατούσες καιρικές συνθήκες μιας περιοχής. Είναι το σύνολο της γενικότερης μορφής των καιρικών συνθηκών της ατμόσφαιρας μιας περιοχής, οι περιοδικές διακυμάνσεις, και τα ακραία καιρικά φαινόμενα (όπως καταιγίδες ή παρατεταμένες κατακρημνίσεις, βροχή κτλ) που παρατηρούνται κατά μέσο όρο κατά τη διάρκεια μεγάλης χρονικής περιόδου (τουλάχιστον 30 χρόνια) [21]. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι βασικότερες παράμετροι που προσδιορίζουν το κλίμα είναι η θερμοκρασία και οι κατακρημνίσεις.

Όπως διαπιστώνεται, οι καιρικές συνθήκες και το κλίμα που επικρατούν σε μια περιοχή είναι διαφορετικές έννοιες. Η διαφορά τους είναι ότι ο «καιρός» αναφέρεται σε στιγμιαίες ατμοσφαιρικές συνθήκες, ενώ το κλίμα, στις κατά μέσο όρο επικρατούσες ατμοσφαιρικές συνθήκες [20]. Παρόλα αυτά, το κλίμα, όπως και οι καιρικές συνθήκες είναι καθορισμένο σε συγκεκριμένη τοποθεσία και χρονική περίοδο.

Το κλίμα μιας περιοχής προσδιορίζεται επίσης από τις διακυμάνσεις των καιρικών μεταβλητών. Αυτό σημαίνει, ότι δύο περιοχές έχουν διαφορετικά κλίματα, όταν έχουν ίδιες μέσες ετήσιες ή περιοδικές θερμοκρασίες, αλλά στη μία περιοχή παρατηρείται μεγαλύτερη διακύμανση από ένα χρόνο στον άλλο. Το κλίμα μιας περιοχής εξαρτάται από περισσότερους παράγοντες και όχι μόνο από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Αντίθετα εξαρτάται από όλα εκείνα τα συστατικά που συνθέτουν το «κλιματικό σύστημα».

Το κλιματικό σύστημα αποτελείται από την ατμόσφαιρα, τους ωκεανούς, τη βιόσφαιρα, την κρυόσφαιρα (cryosphere), που περιλαμβάνει πάγους και χιόνια, και τη λιθόσφαιρα (φλοιός της Γης). Κάθε ένα από αυτά τα συστατικά επηρεάζει και επηρεάζεται από τα υπόλοιπα συνθέτοντας το κλιματικό σύστημα. Τα συστατικά του κλιματικού συστήματος συνδέονται με ροές ενέργειας και μάζας. Η ροή ενέργειας έχει τις εξής μορφές: (1) ηλιακή και υπέρυθη ακτινοβολία, (2) αισθητή θερμότητα (θερμότητα που μπορεί κάποιος άμεσα να αισθανθεί και οι κύριοι μηχανισμοί της είναι μέσω αγωγής και συναγωγής), (3) η λανθάνουσα θερμότητα (έχει σχέση με τη θερμότητα εξάτμισης και συμπύκνωσης υδρατμών, ή πήξης και τήξης των πάγων), (4) η θερμότητα μεταφοράς μεταξύ ατμόσφαιρας και ωκεανών. Οι κύριες ροές μάζας αφορούν το νερό, τον άνθρακα, το θείο, και θρεπτικά συστατικά όπως φωσφόρο και άζωτο. Η συμπεριφορά του κλιματικού συστήματος εξαρτάται από τη μεταβολή των ροών ενέργειας και μάζας καθώς αλλάζει το κλιματικό σύστημα, από το πόσο οι ίδιες οι ροές επηρεάζουν το κλιματικό σύστημα, και κατά πόσο το σύστημα αντιδρά στις αλλαγές που παρατηρούνται στις ροές μάζας και ενέργειας [4].

Για να κατανοηθεί ο τρόπος λειτουργίας του κλιματικού συστήματος πρέπει να μελετηθεί το πώς δημιουργείται το κλίμα. Συνοπτικά οι παράγοντες που συνεργάζονται ώστε να διαμορφωθεί το κλίμα μιας περιοχής είναι:

1. Το γεωγραφικό πλάτος

2. Το γεωγραφικό ύψος
3. Η τοπογραφία
4. Η εγγύτητα σε μεγάλες ποσότητες νερού (θάλασσα, λίμνη, κτλ)
5. Ατμοσφαιρική κυκλοφορία (atmospheric circulation)

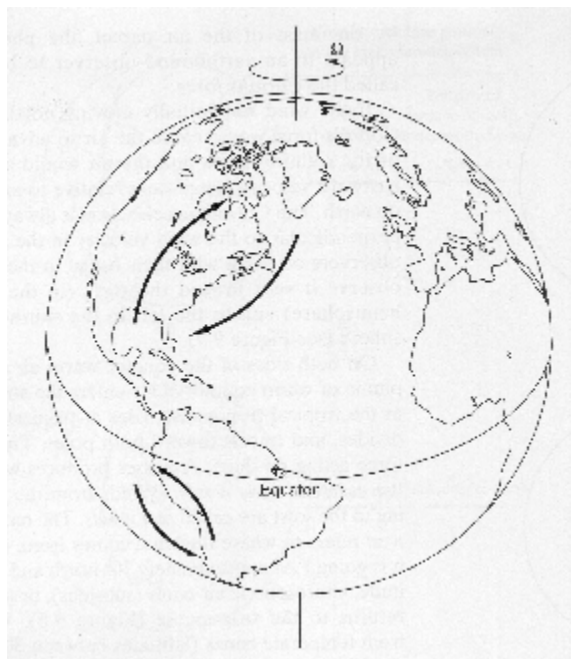
Οι τέσσερις πρώτοι παράγοντες είναι σταθεροί και γι' αυτό το λόγο η επίδραση τους στο κλίμα είναι γνωστή και προβλεπόμενη. Το γεωγραφικό πλάτος επηρεάζει το κλίμα καθώς μεταβάλλεται η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην περιοχή αλλά και το μέγεθος της μέρας, επιδρώντας με αυτό τον τρόπο στη θερμοκρασία. Το γεωγραφικό ύψος επίσης επιδρά στη διαμόρφωση του κλίματος μιας περιοχής καθώς είναι σημαντική η συνεισφορά του στον καθορισμό της θερμοκρασίας, της συχνότητας και του είδους των κατακρημνίσεων (χιόνι ή βροχή). Επιπλέον η τοπογραφία της περιοχής συμμετέχει στη δημιουργία του κλίματος, αφού καθορίζει, όπως και το ύψος, την διασπορά των σύννεφων και τη μορφή των κατακρημνίσεων. Η εγγύτητα της περιοχής σε μεγάλες ποσότητες υδατικών όγκων καθορίζει την υγρασία της τοποθεσίας, η οποία αποτελεί σημαντική παράμετρο διαμόρφωσης του κλίματος. Επίσης μειώνεται η μεγάλη εποχιακή θερμοκρασιακή μεταβολή και επιμηκύνεται η κατάλληλη περίοδος για καλλιέργεια. Η κυκλοφορία του αέρα (atmospheric circulation), η οποία επηρεάζεται και από τους υπόλοιπους παράγοντες, είναι λιγότερο προβλέψιμη παράμετρος από τις υπόλοιπες.

Διάφοροι παράγοντες καθορίζουν την κυκλοφορία του αέρα, όπως οι μακροπρόθεσμες διακυμάνσεις στην ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στη Γη με συνέπεια την μη ισόρροπη θέρμανση της επιφάνειας της Γης. Ο αέρας θερμαίνεται περισσότερο στον Ισημερινό (όπου οι ακτίνες του ήλιου προσπίπτουν συνέχεια κατά τη διάρκεια του έτους) από τους πόλους (όπου η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει υπό γωνία και επιπλέον διασπείρεται σε πολύ μεγαλύτερη επιφάνεια). Αυτές οι διαφορές επιτρέπουν την ερμηνεία γιατί οι τροπικές περιοχές κοντά στον Ισημερινό είναι ζεστές, στους πόλους οι θερμοκρασίες είναι ιδιαίτερα χαμηλές, ενώ οι περιοχές ενδιάμεσα, εμφανίζουν μέσες θερμοκρασίες που κυμαίνονται σε ενδιάμεσες τιμές.

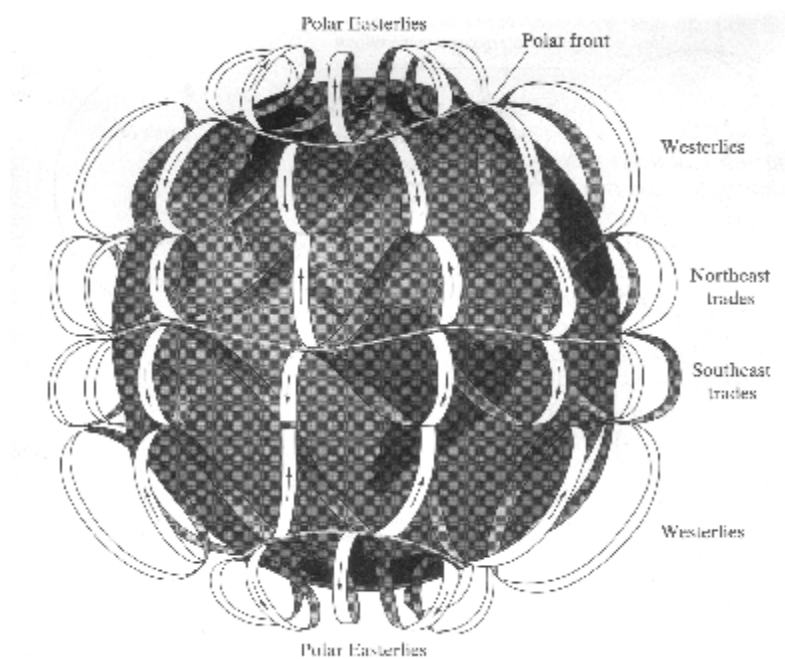
Στην κυκλοφορία του αέρα και άρα στη διαμόρφωση του κλίματος επιδρά και η περιστροφή της Γης. Η Γη περιστρεφόμενη γύρω από τον άξονα της προκαλεί εμπόδια στην κίνηση των ρευμάτων του αέρα. Οι δυνάμεις στην ατμόσφαιρα που δημιουργούνται λόγω της περιστροφής επιβάλλουν την κίνηση των αερίων μαζών προς τα δεξιά στο βόρειο ημισφαίριο και προς τα αριστερά στο νότιο ημισφαίριο, το οποίο ονομάζεται “φαινόμενο Coriolis” (Εικόνα 1). Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία έξι μεγάλων κινούμενων αερίων μαζών τριών βόρεια και τριών νότια από τον Ισημερινό, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.

Η παγκόσμια κυκλοφορία του αέρα, συνεπώς και το κλίμα, επηρεάζεται ακόμη από τις ιδιότητες του νερού. Όταν θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία, το νερό από τους ωκεανούς εξατμίζεται με αποτέλεσμα να μεταφέρεται θερμότητα από τους ωκεανούς προς την ατμόσφαιρα, ειδικά κοντά στον Ισημερινό, όπου οι θερμοκρασίες είναι ιδιαίτερα υψηλές. Ο υγρός, θερμός αέρας γίνεται ελαφρύτερος και ανυψώνεται προς τα πάνω, δημιουργώντας μια περιοχή χαμηλής πίεσης στην επιφάνεια της Γης. Καθώς αυτό το στρώμα αέρα ανεβαίνει, ψύχεται και απελευθερώνει συμπυκνωμένους υδρατμούς (επειδή ο ψυχρός αέρας συγκρατεί λιγότερους υδρατμούς από το θερμό). Η θερμότητα που απελευθερώνεται όταν οι υδρατμοί συμπυκνώνονται μεταφέρεται στην ατμόσφαιρα. Ο προκύπτων ψυχρότερος, ξηρότερος αέρας γίνεται στη συνέχεια πυκνότερος, μετακινείται προς τα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και δημιουργεί περιοχή υψηλότερης πίεσης. Καθώς αυτή η αέρινη μάζα κινείται στην επιφάνεια της Γης, απορροφά θερμότητα και υγρασία και αρχίζει να ανυψώνεται ξανά, έχοντας αποκτήσει μια κυκλική κίνηση. Λόγω αυτής της κίνησης των αερίων μαζών μεταφέρεται θερμότητα και υγρασία κατακόρυφα

αλλά και από μέρος σε μέρος στην τροπόσφαιρα, δημιουργώντας διαφορετικά κλίματα και μορφές βλάστησης.



**Εικόνα 1** Η τροχιά της κυκλοφορίας του αέρα εξαιτίας της κίνησης της Γης (Φαινόμενο Coriolis)



**Εικόνα 2** Το αποτέλεσμα του φαινομένου Coriolis είναι η δημιουργία τριών κινουμένων αερίων μαζών στο βόρειο ημισφαίριο και τριών κινουμένων αερίων μαζών στο νότιο ημισφαίριο

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζονται επιστημονικά δεδομένα, τα οποία αποδεικνύουν τη μεταβολή των παραμέτρων που χαρακτηρίζουν το κλίμα μιας περιοχής. Παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας, μεταβολή των κατακρημνίσεων, αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων επιδρώντας στη διαμόρφωση του κλίματος κάθε περιοχής. Το φαινόμενο είναι γνωστό ως «Κλιματική Αλλαγή».

Ως «Κλιματική Αλλαγή», σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει το Διακυβερνητικό Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel for Climate Change, IPCC) (Παράγραφος 4.1), αναφέρεται η οποιαδήποτε μεταβολή που παρατηρείται στο κλίμα με το πέρασμα του χρόνου, είτε οφείλεται σε φυσικές επιδράσεις, είτε προκαλείται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Αυτός ο ορισμός διαφέρει από αυτό που δίνει η Διεθνής Συνθήκη-Πλαίσιο για την Αλλαγή του Κλίματος (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) (Παράγραφος 4.2.1), κατά τον οποίο η Κλιματική Αλλαγή αναφέρεται σε αλλαγές του κλίματος που αποδίδονται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, οι οποίες μεταβάλλουν τη σύνθεση της παγκόσμιας ατμόσφαιρας και παρατηρούνται, όπως και οι φυσικές διακυμάνσεις, σε συγκρίσιμα χρονικά διαστήματα [17].

Η Κλιματική Αλλαγή θεωρείται ως ένα πρόβλημα με μοναδικά χαρακτηριστικά. Είναι παγκόσμιας κλίμακας, μακροπρόθεσμου χρονικού ορίζοντα (μπορεί να διαρκέσει μερικούς αιώνες), και περιλαμβάνει σύνθετες αλληλεπιδράσεις μεταξύ κλιματικών, περιβαλλοντικών, οικονομικών, πολιτικών, θεσμικών, κοινωνικών και τεχνολογικών διεργασιών. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στη διεθνή κοινότητα και στις επόμενες γενιές στα πλαίσια της επίτευξης ευρύτερων κοινωνικών στόχων όπως τη βιώσιμη ανάπτυξη και την αναλογική ισότητα μεταξύ των λαών (equity) [17].

Βασική μορφή εμφάνισης της κλιματικής αλλαγής αποτελεί η «Θέρμανση της Γης» (*Global Warming*). Η αύξηση της θερμοκρασίας της Γης με τη σειρά της επιφέρει αρνητικές συνέπειες στο φυσικό περιβάλλον, στους έμβιους οργανισμούς και τα οικοσυστήματα αλλά ακόμη και στην ανθρώπινη κοινωνία και οικονομία. Η κύρια αιτία εμφάνισης της θέρμανσης της Γης και γενικότερα της κλιματικής αλλαγής είναι το «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου» (*Greenhouse Effect*). Με τον όρο φαινόμενο του θερμοκηπίου εννοείται η παρεμπόδιση λόγω απορρόφησης της εκπεμπόμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας από τη Γη στο διάστημα εξαιτίας της παρουσίας της ατμόσφαιρας. Αναλυτικότερα, η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στη Γη διεισδύει μέσω της ατμόσφαιρας και τμήμα αυτής απορροφάται από την ατμόσφαιρα και την επιφάνεια της Γης. Το υπόλοιπο τμήμα της ηλιακής ενέργειας επανεκπέμπεται στο διάστημα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Όμως τα αέρια της ατμόσφαιρας, γνωστά και ως *Αέρια του Θερμοκηπίου* (*Greenhouse Gases, GHG*), εμποδίζουν την υπέρυθρη ακτινοβολία να διαφύγει στο διάστημα και την συγκρατούν εντός της ατμόσφαιρας. Αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος είναι να αυξάνεται η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αλλά και της επιφάνειας της Γης, συμβάλλοντας στην εμφάνιση της κλιματικής αλλαγής. Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), το μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), το υποξείδιο του αζώτου ( $\text{N}_2\text{O}$ ), το όζον ( $\text{O}_3$ ), οι αλογονάνθρακες (οι οποίοι περιλαμβάνουν τους χλωροφθοράνθρακες (CFCs), τους υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs), τους φθοριωμένους υδρογονάνθρακες (HFCs) τους υπερφθοράνθρακες (PFCs)), το εξαφθοριούχο θείο ( $\text{SF}_6$ ). Θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχουν φυσικές πηγές εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, οι οποίες είναι απαραίτητες για την διατήρηση της θερμοκρασίας σε λογικά επίπεδα ώστε να υπάρχει ζωή στη Γη. Η αυξημένη καύση των ορυκτών καυσίμων, η χρήση χημικών ουσιών και γενικότερα η έκλυση αερίων του θερμοκηπίου από ανθρωπογενείς πηγές έχει συμβάλει καθοριστικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Εκτός από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, υπεύθυνοι για την αλλαγή του κλίματος είναι τόσο φυσικοί όσο και ανθρωπογενείς παράγοντες. Όσον αφορά τους φυσικούς παράγοντες, μερικοί από αυτούς που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή επιδρούν σε χρονική κλίμακα εκατοντάδων εκατομμυρίων χρόνων, ενώ άλλοι κυμαίνονται για μια χρονική περίοδο μόνο μερικών χρόνων [4]. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) αναφέρονται οι σημαντικότεροι φυσικοί παράγοντες.

Η αύξηση της περιεκτικότητας σε αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα από φυσικές πηγές αποτελεί ένα βασικό παράγοντα μεταβολής του κλίματος. Λόγω των ηφαιστειακών εκρήξεων ή της μεταβολής της απορρόφησης ατμοσφαιρικού CO<sub>2</sub> από τους ωκεανούς μπορεί να αυξάνεται η ποσότητα του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα εντείνοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Από την άλλη πλευρά η ηφαιστειακή δραστηριότητα θεωρείται ότι αναστέλλει την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ο λόγος είναι ότι το εκπεμπόμενο διοξείδιο του θείου, το οποίο λαμβάνει μορφή αεροζόλ, αντανακλά την ηλιακή ακτινοβολία προς το διάστημα και έχει ψυκτική δράση.

Επίσης αλλαγές στην τοπογραφία (π.χ. ύπαρξη ψηλών βουνών), στη γεωγραφία ξηράς-θάλασσας μπορούν να επηρεάσουν την κυκλοφορία του αέρα, τη συχνότητα και την ένταση των κατακρημνίσεων και αυτά με τη σειρά τους να συνδράμουν στην αλλαγή του κλίματος. Συγχρόνως υποστηρίζεται ότι η θετική ή αρνητική μεταβολή της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της Γης συμβάλλει αντίστοιχα στην αύξηση ή μείωση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας της Γης. Επιπλέον σύμφωνα με επιστημονικές παρατηρήσεις η μεταβολή της τροχιάς της Γης είναι συνυπεύθυνη για την αλλαγή του κλίματος μεταξύ των περιόδων των παγετώνων. Οι δύο προαναφερόμενοι παράγοντες συμβάλλουν στην αλλαγή του κλίματος, μιας και επηρεάζουν την κυκλοφορία των αέρινων μαζών όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Σημαντικός φυσικός παράγοντας επίδρασης στο κλίμα αποτελεί και η αλληλεπίδραση μεταξύ των ωκεανών και ατμόσφαιρας, η οποία περιλαμβάνει τη μεταβολή της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα λόγω των εσωτερικών ανταλλαγών μεταξύ ατμόσφαιρας και ωκεανών, καθώς και τη μεταβολή της ροής θερμότητας μεταξύ ατμόσφαιρας και ωκεανών.

**Πίνακας 1** Οι πιο σημαντικοί φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα

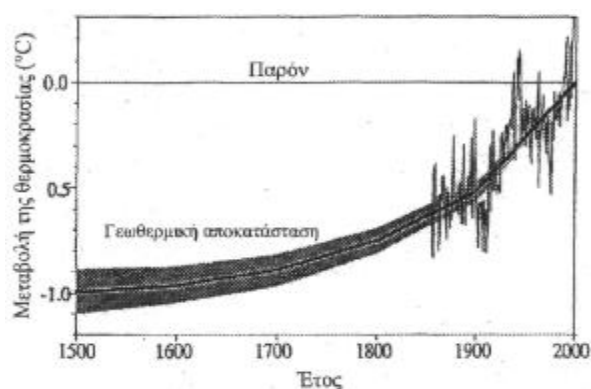
<i>Παράγοντας</i>	<i>Χρονική κλίμακα (έτη)</i>	<i>Μέση παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας Κατώτερα και ανώτερα όρια</i>
Ηφαιστειακή δραστηριότητα	1-4	0,4°C
Αλληλεπίδραση ατμόσφαιρας-ωκεανών	10 <sup>1</sup> -10 <sup>3</sup>	0,2-0,4 °C
Αλλαγές στην ηλιακή ακτινοβολία	10 <sup>1</sup> -10 <sup>9</sup>	0,1 °C
Αλλαγές στη συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου	10 <sup>2</sup> -10 <sup>9</sup>	2-3 °C
Αλλαγές στην τροχιά της Γης	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	4-6 °C
Αλλαγές στην γεωγραφία ξηράς-θάλασσας	10 <sup>7</sup> -10 <sup>8</sup>	μέχρι 5 °C

Όσον αφορά τους ανθρωπογενείς παράγοντες, η επίδρασή τους στο κλίμα είναι παγκόσμια και οφείλεται κατά κύριο λόγο στην αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Αυτή πραγματοποιείται είτε με άμεση εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ή με έμμεσο τρόπο, δηλαδή με την πρόκληση αλλαγών στις χημικές διεργασίες της ατμόσφαιρας, που οδηγούν σε μεταβολές της συγκέντρωσης μερικών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Εκτός από τη συγκέντρωση των αερίων στην ατμόσφαιρα, σημαντικό ρόλο στην κλιματική αλλαγή κατέχει και ο χρόνος παραμονής τους στην ατμόσφαιρα.

Η ανθρώπινη επιρροή στο κλίμα πραγματοποιείται επίσης μέσω της εκπομπής αεροζόλ (διοξείδιο του θείου, οργανικά σωματίδια, αιθάλη), που παράγονται από την ατελή καύση ορυκτών καυσίμων και άλλες ανθρωπογενείς πηγές. Επίσης οι αλλαγές στο είδος της κάλυψης της ξηράς, για παράδειγμα ερημοποίηση ή αποδάσωση (deforestation), επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα στο κλίμα είτε σε τοπική κλίμακα, ή ακόμα και σε παγκόσμια

κλίμακα. Ο λόγος είναι ότι αυξάνεται το ποσοστό της ανακλώμενης ακτινοβολίας συμβάλλοντας στη μείωση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης. Από την άλλη πλευρά η μειωμένη βλάστηση μειώνει το επίπεδο υγρασίας του εδάφους και την απορρόφηση του CO<sub>2</sub>.

Τα τελευταία 420.000 έτη η Γη υπέστη αρκετά έντονες κλιματικές αλλαγές οι οποίες εμφάνισαν σημαντική περιοδικότητα. Η τελευταία περίοδος παγετώνων άρχισε 120.000 χρόνια πριν και έληξε μόλις πριν από 16.000 χρόνια. Ακολούθως η Γη διανύει μια θερμή περίοδο που ονομάζεται “Holocene”. Σύμφωνα με επιστημονικές μετρήσεις, οι κλιματικές αλλαγές στο διάστημα των τελευταίων 420.000 ετών φαίνονται να προκλήθηκαν από αντίστοιχες μεταβολές των αερίων του θερμοκηπίου, διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), και μεθανίου (CH<sub>4</sub>), οι οποίες όμως είχαν αποκλειστική φυσική προέλευση. Με τη βιομηχανική όμως επανάσταση του 18<sup>ου</sup> αιώνα ο άνθρωπος προκάλεσε ραγδαία αύξηση και των δύο αυτών αερίων σε επίπεδα που δεν έχουν προηγούμενο τα τελευταία 420.000 χρόνια. Η αύξηση αυτή συνοδεύτηκε από αντίστοιχη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη, η οποία σε παγκόσμιο επίπεδο και από το 1880 μέχρι σήμερα κυμαίνεται μεταξύ 0,4°C και 0,8°C (Εικόνα 3).



**Εικόνα 3** Η εκτιμώμενη απόκλιση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας για τα τελευταία 500 έτη σε σχέση με τις σημερινές τιμές [42]

Σύμφωνα με μελέτες και μετρήσεις που πραγματοποιούνται παρατηρείται γενικά αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό ενισχύεται και από τη νοοτροπία των επιχειρήσεων, οι οποίες δεν σκοπεύουν να μειώσουν τις εκπομπές τους, (“business-as-usual”, BAU). Με βάση το “business-as-usual” σενάριο, κατά το οποίο τελικώς δεν επιχειρείται καμία προσπάθεια για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, και υπό την παραδοχή ότι η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> έχει διπλασιαστεί, η μέση παγκόσμια θερμοκρασία αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω κατά 1,5°C-3,0°C [4, 42]. Σύμφωνα με αυτές τις εκτιμήσεις προβλέπεται η εμφάνιση σημαντικών επιπτώσεων στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Παρατεταμένες ξηρασίες, αλλαγή των συνθηκών των κατακρημνίσεων, επίδραση στα οικοσυστήματα, οικολογική καταστροφή σε δάση και κοραλλιογενείς υφάλους, αύξηση της θνησιμότητας από ασθένειες αποτελούν μερικά παραδείγματα.

Εξαιτίας της σοβαρότητας του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής προτείνεται η άμεση αντιμετώπιση με τη λήψη διάφορων μέτρων, τόσο σε διεθνές, εθνικό αλλά και ιδιωτικό επίπεδο. Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθεί ότι διεθνώς έχουν γίνει προσπάθειες συνεργασίας μεταξύ των χωρών, με την υπογραφή διεθνών συμβάσεων, όπως είναι η Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή και το Πρωτόκολλο του Κιότο, και την εφαρμογή ειδικών προγραμμάτων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

---

Βέβαια ως τονιστεί ότι υπάρχουν αντιδράσεις τόσο για την ισχύ του προβλήματος όσο και για την αποτελεσματικότητα και αξιοπιστία των προτεινόμενων μέτρων [17]. Η αντίθετη πλευρά αμφισβητεί το γεγονός ότι υφίσταται κλιματική αλλαγή, ενώ υπάρχουν πολλοί επιστήμονες που δε θεωρούν τον ανθρώπινο παράγοντα υπεύθυνο για την πιθανή παγκόσμια θέρμανση. Επίσης έντονη κριτική γίνεται στο Πρωτόκολλο του Κιότο καθώς και τις δεσμεύσεις που αυτό προτείνει για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Με βάση τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη τη σοβαρότητα του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής καθώς και των αναμενόμενων επιπτώσεων στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, σκοπός της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των μέτρων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής τόσο σε διεθνές αλλά και σε ιδιωτικό επίπεδο. Επίσης κρίνεται σκόπιμο να περιγραφεί η κατάσταση σε σχέση με την αλλαγή του κλίματος στη δική μας ευρύτερη περιοχή της Ευρώπης αλλά και της Ελλάδας, καθώς και τα εφαρμοζόμενα και σχεδιασμένα μέτρα μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

## 2 Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

### 2.1 Μηχανισμός

Όπως αναφέρθηκε η κλιματική αλλαγή οφείλεται κατά κύριο λόγο στη θέρμανση της Γης (Global Warming) που προκαλείται από το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου. Τι είναι όμως το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου;

Η Γη δέχεται όλη την αρχική της ενέργεια ως ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος από τον ήλιο. Τμήμα αυτής της ενέργειας που απορροφάται από τη Γη τελικά μετατρέπεται σε θερμότητα στην επιφάνεια του πλανήτη, και στη συνέχεια επανεκπέμπεται στο διάστημα υπό μορφή όμως ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος, που ονομάζεται υπέρυθη ακτινοβολία. Εφόσον η Γη κινείται σχεδόν στο απόλυτο κενό του σύμπαντος, δεν υπάρχει μεταφορά ενέργειας μέσω αγωγής ή συναγωγής, και το άθροισμα των ακτινοβολιών μικρού και μεγάλου μήκους κύματος που εγκαταλείπουν τη Γη πρέπει να είναι σε ίσο με την ποσότητα εισερχόμενης ενέργειας μικρού μήκους κύματος, για να διατηρείται η θερμική ισορροπία της Γης.

Στην επόμενη Εικόνα 4 παρουσιάζεται αναλυτικά η συνολική διεργασία, στην οποία χρησιμοποιούνται αριθμητικοί δείκτες για να είναι πιο κατανοητή η διαδικασία. Ας υποθέσουμε ότι η *Ηλιακή Σταθερά*, που ορίζεται ως το σύνολο της μέσης τιμής της πυκνότητας ροής της ηλιακής ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος από τον ήλιο στη Γη, αντιπροσωπεύεται με 100 μονάδες, ενώ η τιμή της έχει βρεθεί ότι είναι  $1367 \text{ W m}^{-2}$ . Από αυτές, 8 σκεδάζονται από τον αέρα, 17 ανακλώνται από τα σύννεφα και 6 ανακλώνται κατευθείαν από την επιφάνεια της Γης. Η ακτινοβολία που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης και εκπέμπεται κατευθείαν στο διάστημα ως ποσοστό της συνολικής εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ονομάζεται *albedo*. Δηλαδή σε αυτή την περίπτωση από τις 100 μονάδες που εισέρχονται στην ατμόσφαιρα, οι  $8+17+6$  μονάδες εξέρχονται ως ακτινοβολία μικρού μήκους. Γενικά θεωρείται ότι το *albedo* της Γης είναι περίπου 0,3.

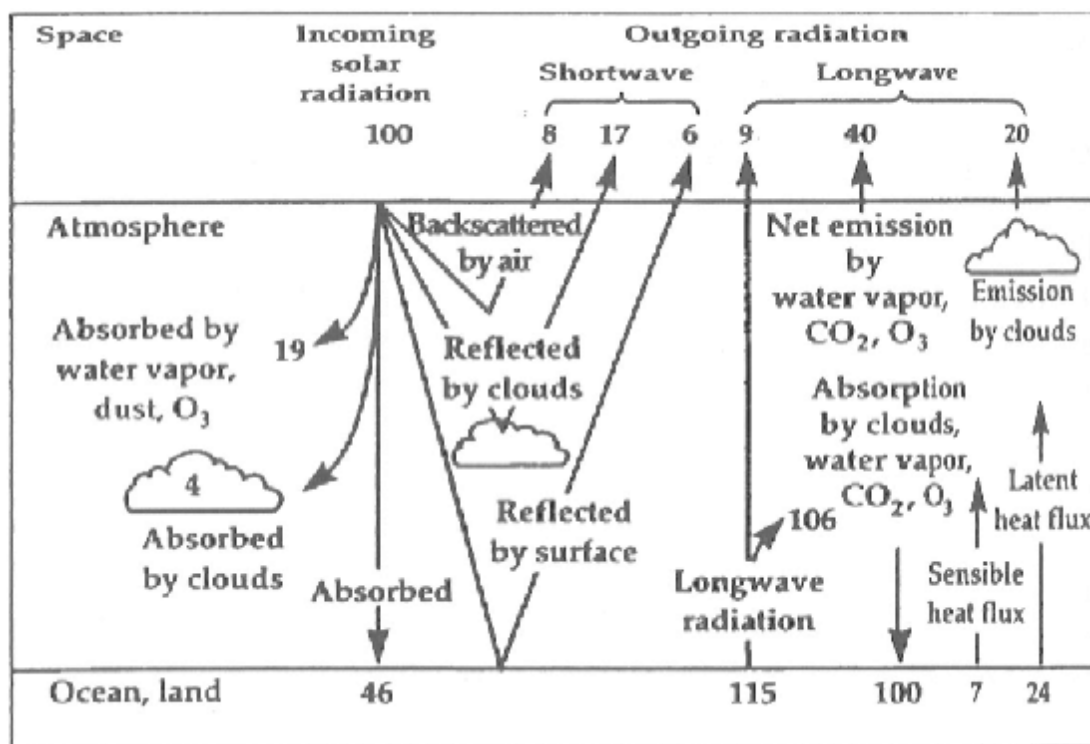
Τελικώς από τις υπόλοιπες μονάδες ηλιακής ακτινοβολίας, 46 μονάδες απορροφώνται από την επιφάνεια της Γης, 19 μονάδες απορροφώνται από τους υδρατμούς, τη σκόνη, το όζον, 4 μονάδες από τα σύννεφα.

Στη συνέχεια, η επιφάνεια της Γης με τη σειρά της εκπέμπει ακτινοβολία στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος, αφού έχει απορροφήσει όλη ή τμήμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται σε αυτή.

Για τον πλανήτη σαν σύνολο, η θερμοκρασία της ακτινοβολίας (δηλαδή η απαιτούμενη θερμοκρασία για την επανακτινοβολία όλης της ενέργειας που δέχεται από τον ήλιο) στο εξωτερικό της ατμόσφαιρας είναι 255K ( $-18^{\circ}\text{C}$ ). Αν η ατμόσφαιρα ήταν πλήρως διαπερατή από όλα τα μήκη κύματος της ακτινοβολίας τότε δε θα μπορούσε ούτε να τα απορροφήσει, ούτε να εκπέμπει ακτινοβολία και η μέση θερμοκρασία της στην επιφάνεια της Γης θα ήταν επίσης κοντά στους 255K. Ωστόσο, ορισμένα αέρια της ατμόσφαιρας, γνωστά σαν *ενεργά αέρια ως προς την ακτινοβολία (RAGs-Radiatively Active Gases)* ή *Αέρια του Θερμοκηπίου (Greenhouse Gases-GHGs)*, όπως προαναφέρθηκαν, απορροφούν μέρος της μεγάλου μήκους ακτινοβολίας που εκπέμπει η επιφάνεια της Γης. Τα αέρια αυτά, εκπέμπουν προς όλες τις κατευθύνσεις την ακτινοβολία που απορρόφησαν, ως ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (Εικόνα 4). Το ποσοστό που κατευθύνεται προς την επιφάνεια της Γης προστίθεται στη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία από τον ήλιο και αυξάνει τη θερμοκρασία ισορροπίας του πλανήτη. Ως γνωστόν η απορρόφηση και η εκπομπή



ακτινοβολίας από ένα υλικό εξαρτάται από το συντελεστή εκπομπής αλλά και από τη θερμοκρασία του υλικού. Λόγω των παραπάνω η επιφάνεια της Γης είναι σχετικά θερμή και έχει υψηλό συντελεστή εκπομπής (θεωρείται ίσος με 1,0). Συνεπώς καταλήγουμε στην παραδοχή, για το παράδειγμα που αναφέρεται (Εικόνα 4), ότι η ακτινοβολία μεγάλου μήκους που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης είναι ίση με 115 μονάδες.



**Εικόνα 4** Τα κύρια στοιχεία της παγκόσμιας ενεργειακής ισορροπίας. Η αρχική εισερχόμενη ηλιακή ενέργεια θεωρείται ίση με 100 μονάδες [3]

Αναφερόμενοι στην Εικόνα 4, από τις 115 μονάδες ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος, οι οποίες αντιστοιχούν στην υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης προς την ψυχρότερη ατμόσφαιρα, οι 106 απορροφώνται από τα σύννεφα και τα αέρια του θερμοκηπίου (μέσα στην ατμόσφαιρα). Από τις 106 μονάδες που απορροφήθηκαν οι 100 επιστρέφουν τελικά στη Γη και οι 9 μονάδες διαφεύγουν στο διάστημα. Συνεπάγεται με αυτό τον τρόπο ότι η ατμόσφαιρα της Γης δρα σαν έναν πολύ καλό και αποτελεσματικό μονωτή. Το σύνολο της παραπάνω διεργασίας είναι γνωστό σαν *Φαινόμενο του Θερμοκηπίου*.

Από τα παραπάνω συνάγεται το συμπέρασμα, ότι τα αέρια του θερμοκηπίου λειτουργούν ως ένα στρώμα απορρόφησης θερμότητας, που μονώνουν τη Γη και καθυστερούν την διαφυγή υπέρυθρης ακτινοβολίας στο διάστημα. Με αυτό τον τρόπο τα αέρια του θερμοκηπίου διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της μέσης θερμοκρασίας και συνεισφέρουν καθοριστικά στη θέρμανση της Γης και στην Κλιματική Αλλαγή [3].

Σε αυτό το σημείο αξιολογείται, ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου δε συνίσταται στην εκπομπή της υπέρυθρης ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα προς την επιφάνεια της Γης. Η δέσμευση της ακτινοβολίας που προοριζόταν να διαφύγει στο διάστημα είναι πολύ πιο σημαντική για την θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης παρά η υπέρυθρη ακτινοβολία από την ατμόσφαιρα προς την Γη. Ο λόγος αυτού του συμπεράσματος είναι ότι η ατμόσφαιρα και η επιφάνεια της Γης αποτελούν ένα σύστημα, εντός του οποίου πραγματοποιείται ανταλλαγή ενέργειας με τη μορφή αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας, ώστε να διατηρείται η ισορροπία. Η εκπομπή ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα προς τη Γη

αναδιανέμει την θερμότητα μεταξύ της επιφάνειας και της ατμόσφαιρας χωρίς να επηρεάζει την ολική ποσότητα της διαθέσιμης θερμότητας. Αντίθετα η δέσμευση της ακτινοβολίας που εκπέμπεται προς το διάστημα συμβάλλει στην ανισορροπία της θερμότητας του συστήματος ατμόσφαιρα-επιφάνεια.

## 2.2 «Εχθροί» του Φαινομένου του Θερμοκηπίου

Σε αυτό το σημείο, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η ατμόσφαιρα της Γης υπόκειται επίσης σε «ψυκτικούς παράγοντες» (cooling factors) εμποδίζοντας τη δράση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Για παράδειγμα, όταν κατά μέσο όρο 50% της επιφάνειας της Γης καλύπτεται από σύννεφα, το 21% της ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται στο διάστημα. Αυτή η ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας, που ονομάζεται albedo όπως προαναφέρθηκε (Εικόνα 4), συνεισφέρει στην ολική ψύξη της Γης. Το παραπάνω φαινόμενο συμβάλλει στην ψύξη της Γης (cooling effect).

Βασικός παράγοντας σε αυτό το φαινόμενο ψύξης της Γης είναι τα αεροζόλ, σωματίδια που δημιουργούνται στην ατμόσφαιρα (airborne particulates), τα οποία απορροφούν, σκεδάζουν και ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία στο διάστημα. Σύννεφα, σκόνη που μεταφέρεται από τον αέρα, και σωματίδια που εκλύονται κατά τη διάρκεια ηφαιστειακών εκρήξεων είναι μερικά παραδείγματα φυσικών αεροζόλ. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, που περιλαμβάνουν την καύση ορυκτών καυσίμων και βιομάζας συνεισφέρουν στην αύξηση της συγκέντρωσης των αεροζόλ στην ατμόσφαιρα.

Τα αεροζόλ από τις ανθρώπινες δραστηριότητες διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: (1) τα πρωτογενή, τα οποία εκπέμπονται κατευθείαν στην ατμόσφαιρα και (2) τα δευτερογενή, τα οποία παράγονται από χημικές μετατροπές άλλων αερίων, γνωστά ως «αέρια πρόδρομοι» (precursors). Τα αεροζόλ με μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι: (1) τα θειικά αεροζόλ ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), (2) τα αεροζόλ του άνθρακα. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) παρουσιάζονται ενδεικτικά μερικές εκτιμήσεις εκπομπών αεροζόλ και των προδρόμων αυτών κατά τη διάρκεια της δεκαετίας 1980.

**Πίνακας 2** Εκτιμήσεις των παγκόσμιων ανθρωπογενών εκπομπών των κυριότερων αεροζόλ κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 [4]

<i>Είδος αεροζόλ</i>	<i>Εκτιμώμενες εκπομπές (Tg/έτος)</i>
<i>Πρωτογενή</i>	
Βιομηχανική σκόνη	40-130
Αιθάλη από ορυκτά καύσιμα	5-25
Αιθάλη από βιομάζα	7-8
<i>Δευτερογενή</i>	
Εκπομπές $\text{SO}_x$ (Tg S/year)	66-94
Παραγωγή $\text{SO}_4$ από $\text{SO}_x$ (Tg S/year)	40-60
Εκπομπές $\text{NO}_x$ (Tg N/year)	21-30
Νιτρικά από $\text{NO}_x$ (Tg N/year)	6-15
Οργανική ύλη από καύση βιομάζας	50-140
Οργανική ύλη από NMHCs	5-25

Ειδικότερα τα θειικά αεροζόλ (sulfate aerosols) παράγονται συνήθως από το διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ). Το  $\text{SO}_2$  προέρχεται κυρίως από βιομηχανικές δραστηριότητες, όπως την καύση γαιανθράκων ή πετρελαίου με περιεκτικότητα σε θείο, καθώς και τη χύτευση μετάλλων όπως ψευδαργύρου, μολύβδου, χαλκού. Το  $\text{SO}_2$  εισέρχεται στην ατμόσφαιρα και αντιδρά με συστατικά, παράγοντας αεροζόλ υψηλής ανθεκτικότητας, υπό μορφή ελαφριάς ομίχλης (sulfate haze). Αυτή η ελαφριά θειική ομίχλη ανακλά και σκεδάζει μέρος ηλιακής ακτινοβολίας και συγχρόνως συμμετέχει στη δημιουργία σύννεφων και στην αύξηση του albedo. Ο μέσος χρόνος παραμονής των θειικών αεροζόλ είναι περίπου μια βδομάδα (4).

Όσον αφορά τα αεροζόλ του άνθρακα, αυτά εμφανίζονται υπό τις δύο προαναφερόμενες μορφές: (1) την αιθάλη, η οποία προέρχεται από την ατελή καύση τόσο των ορυκτών καυσίμων όσο και της οργανικής ύλης, και (2) τις δευτερογενείς οργανικές ενώσεις, που παράγονται φωτοχημικά από πτητικές οργανικές ενώσεις. Οι πτητικές αυτές οργανικές ενώσεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: (1) τις οργανικές αέριες ενώσεις που παράγονται από την καύση βιομάζας και (2) την ειδική κατηγορία των υδρογονανθράκων εκτός του μεθανίου (Non Methane Hydrocarbons, NMHCs) που εκλύονται στην ατμόσφαιρα λόγω της χρήσης των προϊόντων από τη διύλιση του πετρελαίου. Ας σημειωθεί ότι τα αεροζόλ οργανικού άνθρακα παράγονται και φυσικά μέσω φωτοχημικής παραγωγής αερίων (τερπένια) που εκλύονται από τις καλλιέργειες.

Επειδή τα αεροζόλ, γενικά, έχουν μικρή διάρκεια παραμονής, όπως τα θειικά αεροζόλ, και αντιστοιχούν σε συγκεντρώσεις και σύσταση που διαφέρουν τοπικά και χρονικά, η συμβολή τους στη μείωση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης δεν μπορεί να ποσοτικοποιηθεί [6]. Επίσης το ακριβές αποτέλεσμα της επίδρασης των αεροζόλ στην κλιματική αλλαγή ακόμη είναι υπό συζήτηση, αλλά υποστηρίζεται ότι τα ελαφρώς-χρωματισμένα αεροζόλ συνεισφέρουν στην ψύξη της ατμόσφαιρας, ενώ τα σκούρα-χρωματισμένα αεροζόλ, όπως η αιθάλη, στην πραγματικότητα συμβάλλουν στη θέρμανση της ατμόσφαιρας. Εντούτοις υποστηρίζεται από πολλούς επιστήμονες ότι η συνεισφορά των αεροζόλ στην ψυκτική διεργασία της ατμόσφαιρας είναι σημαντική.

Παρόλα αυτά, δεν αναμένεται ότι τα αεροζόλ θα κατέχουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην αποτροπή της παγκόσμιας θέρμανσης. Μιας και σαν ρύποι, τα ανθρωπογενή αεροζόλ θέτουν σε κίνδυνο την υγεία κατά τη διάρκεια παραγωγικών και γεωργικών διεργασιών που είναι υπεύθυνες για την εκπομπή τους, υπόκεινται σε μέτρα ελέγχου και αντιμετώπισης της αέριας ρύπανσης. Για παράδειγμα, η μείωση της παραγωγής του διοξειδίου του θείου ήταν επιβεβλημένη, καθώς το αέριο αντιδρά με υδρατμούς στην ατμόσφαιρα και σχηματίζει θειικό οξύ που συμβάλλει στη δημιουργία όξινης βροχής με τις γνωστές επιπτώσεις [44].

Μάλιστα σε έκθεση του IPCC θεωρείται ότι βασική αιτία για την επιτάχυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι η μείωση της εκπομπής διοξειδίου του θείου. Γίνεται κατανοητό ότι στο φαινόμενο του θερμοκηπίου επιδρά όχι μόνο η αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου αλλά και η απαραίτητη μερικές φορές μείωση εκπομπών των «ψυκτικών παραγόντων» [45].

### **2.3 Αέρια του Θερμοκηπίου**

Η ατμόσφαιρα της Γης αποτελείται κατά κύριο λόγο από άζωτο (78%) και οξυγόνο (21%). Αυτά τα δύο κοινά αέρια της ατμόσφαιρας έχουν τέτοια χημική δομή που δεν επιτρέπουν την απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης προς την ατμόσφαιρα. Μόνο τα λίγα αέρια του θερμοκηπίου, που αποτελούν περίπου το 1% της ατμόσφαιρας της Γης, δρουν κατά αυτό τον τρόπο και προσφέρουν μόνωση στη Γη. Τα αέρια του θερμοκηπίου παράγονται είτε με φυσικούς είτε με τεχνητούς τρόπους. Το αφθονότερο αέριο που εκλύεται στην ατμόσφαιρα μετά από φυσικές διεργασίες είναι οι υδρατμοί, ακολουθούμενο από το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου. Γίνεται κατανοητό ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι εν μέρει φυσικής προέλευσης. Οι ανθρωπογενείς προέλευσης χημικές ουσίες που δρουν ως αέρια του θερμοκηπίου περιλαμβάνουν τους χλωροφθοράνθρακες (CFCs), υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs), υδροφθοράνθρακες (HFCs), τους υπερφθοράνθρακες (PFCs) (οι τέσσερις προηγούμενες κατηγορίες ενώσεων ανήκουν στην γενικότερη κατηγορία των αλογονανθράκων), και το εξαφθοριούχο θείο (SF<sub>6</sub>). Οι

παραπάνω ενώσεις ανήκουν στην κατηγορία των αλογονούχων ενώσεων ή όπως είναι γνωστά f-gases.

Από τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν αυξήσει σημαντικά τα επίπεδα των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Οι επιστήμονες ανησυχούν ότι η αναμενόμενη αύξηση στις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου θα συμβάλλει δραστικά στην ικανότητα της ατμόσφαιρας να συγκρατεί την υπέρυθρη ακτινοβολία, οδηγώντας στην τεχνητή θέρμανση της επιφάνειας της Γης [44].

Στη συνέχεια αναφέρονται μερικά βασικά χαρακτηριστικά για κάθε αέριο του θερμοκηπίου.

### 2.3.1 Υδρατμοί

Οι υδρατμοί αποτελούν το κυρίαρχο και αφθονότερο σε ποσότητα αέριο του θερμοκηπίου. Η συγκέντρωσή τους στην τροπόσφαιρα μεταβάλλεται σημαντικά με χωρική διακύμανση κατά 0-2% και δεν έχουν μεγάλη διάρκεια παραμονής στην ατμόσφαιρα. Μέσω της εξάτμισης και των κατακρημνίσεων, το νερό υπόκειται σε απότομες αλλαγές στην κατώτερη ατμόσφαιρα, ενώ δεν συσσωρεύεται με το πέρασμα του χρόνου [22].

Βεβαίως οι επιπτώσεις των υδρατμών στην κλιματική αλλαγή δεν έχουν τόσο σημαντική έκταση όσο των άλλων αερίων του θερμοκηπίου, αλλά για λόγους ολοκληρωμένης παρουσίασης του φαινομένου του θερμοκηπίου γίνεται ιδιαίτερη αναφορά σε αυτούς.

Οι υδρατμοί εμφανίζονται στην ατμόσφαιρα της Γης από φυσικές διεργασίες και συνδέονται περισσότερο άμεσα με το κλίμα-επιδρώντας στην κυκλοφορία του αέρα-και ελέγχονται λιγότερο από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η εξάτμιση εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης [4].

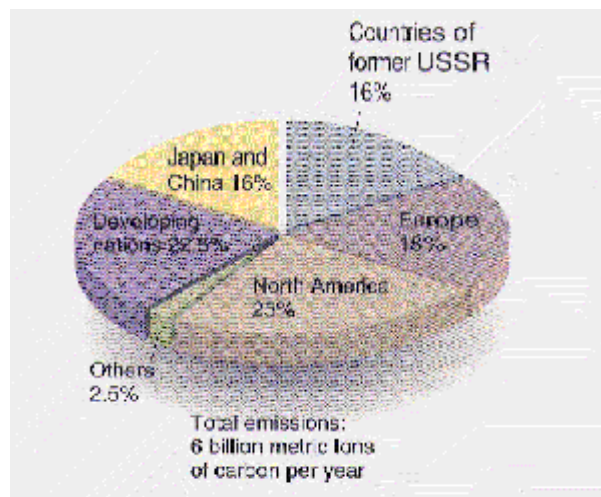
Παρόλα αυτά, ως αναφερθεί ότι έμμεσα οι ανθρώπινες δραστηριότητες επιδρούν στον υδρολογικό κύκλο και αυτός με τη σειρά του στο κλίμα, αφού με αύξηση της θερμοκρασίας, η εξάτμιση από τους ωκεανούς, τις λίμνες, τους ποταμούς, καθώς και η εξατμισοδιαπνοή από τα φυτά, αυξάνουν τη συγκέντρωση των υδρατμών στην ατμόσφαιρα. [44]. Οι υψηλές συγκεντρώσεις των υδρατμών συνεισφέρουν στη δημιουργία σύννεφων, που μπορούν να απορροφούν και να ανακλούν ηλιακή και γήινη ακτινοβολία [38].

Η παρουσία των υδρατμών σε συγκεντρώσεις της ατμόσφαιρας μέχρι μερικά ποσοστά αυξάνει τη μέση θερμοκρασία κατά περίπου 33°C, από -18 °C ως +15°C, συνεισφέροντας στην ανάπτυξη ζωής στη Γη [3].

### 2.3.2 Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)

Γενικά ο άνθρακας συμμετέχει στον κύκλο της φύσης και αποθηκεύεται σε ατμοσφαιρικά, ωκεάνια αποθέματα και σε οργανισμούς που ζουν σε οικοσυστήματα τόσο της θάλασσας όσο και της ξηράς. Οι μεγαλύτερες ροές παρατηρούνται μεταξύ της ατμόσφαιρας και οργανισμούς που ζουν στην ξηρά, και επίσης μεταξύ της ατμόσφαιρας και των επιφανειακών νερών των ωκεανών. Στην ατμόσφαιρα, ο άνθρακας κυρίως βρίσκεται στην οξειδωμένη του μορφή ως διοξείδιο του άνθρακα, CO<sub>2</sub>. Το ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> είναι μέρος του παγκόσμιου κύκλου του άνθρακα και παράγεται με φυσικό τρόπο κατά τη διάρκεια γεωχημικών και βιολογικών διεργασιών, ενώ αποτελεί το πιο σημαντικό αέριο που συμμετέχει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η πιο σημαντική ανθρωπογενής πηγή παραγωγής του CO<sub>2</sub> είναι η χρήση των ορυκτών καυσίμων. Έχει βρεθεί ότι κάθε kg ορυκτού καυσίμου που καίγεται οδηγεί στην παραγωγή 3kg CO<sub>2</sub>. Επίσης έχει βρεθεί ότι 6 δισεκατομμύρια tn άνθρακα που περιέχονται σε ορυκτά καύσιμα καίγονται κάθε χρόνο, προσθέτοντας περίπου 18 δισεκατομμύρια tn CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Η μεγαλύτερη ποσότητα του παραγόμενου CO<sub>2</sub> προέρχεται από τις ανεπτυγμένες χώρες (Εικόνα 5).



**Εικόνα 5** Παγκόσμιες εκπομπές CO<sub>2</sub> από την καύση ορυκτών καυσίμων για το 1992 (22)

Από πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί και από δεδομένα που έχουν συγκεντρωθεί, έχει διαπιστωθεί ότι η απότομη αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> οφείλεται στη ανθρώπινη δραστηριότητα και στις προσθήκες CO<sub>2</sub> εξαιτίας της καύσης βιομάζας, ορυκτών καυσίμων, καθώς και μερικών διεργασιών που εκτός της παραγωγής ενέργειας (όπως παραγωγή τσιμέντου και άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες) (Πίνακας 3). Όπως αναφέρεται και στην έκθεση του IPCC, «πάνω από τα δύο τρίτα της αύξησης του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα τα τελευταία δέκα χρόνια προέρχεται από την καύση ανθρακούχων καυσίμων. Το υπόλοιπο οφείλεται στην αποψίλωση των δασών και σε μικρότερο βαθμό στην παραγωγή τσιμέντου» [45].

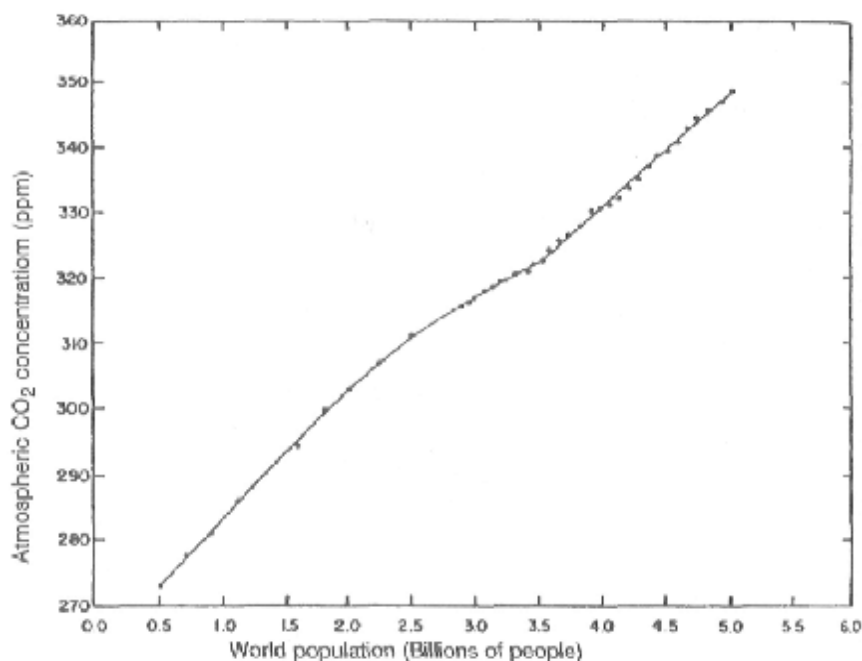
Αξίζει να σημειωθεί ότι η παραγωγή CO<sub>2</sub> σχετίζεται άμεσα και με την αύξηση του πληθυσμού (Εικόνα 6) και την εκβιομηχάνιση μιας περιοχής.

**Πίνακας 3** Ετήσια παγκόσμια παραγωγή CO<sub>2</sub> [3]

<b>Πηγή</b>	<b>Εκπομπές (Gt C/a)<sup>1</sup></b>
Χρήση ορυκτών καυσίμων	5.9
Αλλαγές στη χρήση Γης (αποδάσωση)	1.6
Τσιμεντοβιομηχανία	0.1
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>7.6</b>

<sup>1</sup> Gt C/a αναφέρεται σε Gt άνθρακα που παράγονται ανά έτος

Περίπου 40% της ολικής ποσότητας CO<sub>2</sub> που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα-3,2 από τα 7,6 Gt-παραμένει στην ατμόσφαιρα και αυξάνει την συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> κατά περίπου 1,6ppm ανά χρόνο [3]. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι το κυριότερο αέριο του θερμοκηπίου, αλλά με κανένα τρόπο δεν είναι το μοναδικό.



Εικόνα 6 Η συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> και του παγκόσμιου πληθυσμού [3]

### 2.3.3 Μεθάνιο (CH<sub>4</sub>)

Το μεθάνιο εκλύεται στην ατμόσφαιρα λόγω φυσικών αναερόβιων διεργασιών, όπως την βακτηριακή αποσύνθεση που πραγματοποιείται σε υδροβιότοπους (wetlands). Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4) παρουσιάζονται ενδεικτικά μερικές εκτιμήσεις φυσικών εκπομπών μεθανίου στην ατμόσφαιρα.

Πίνακας 4 Φυσικές παγκόσμιες εκπομπές μεθανίου [3]

Πηγή	Εκπομπές (Mt CH <sub>4</sub> /έτος)
Υδροβιότοποι	115
Τερμίτες	20
Ωκεανοί	10
Άλλες	10

Επίσης το μεθάνιο εκλύεται στην ατμόσφαιρα εξαιτίας διάφορων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Αυτές περιλαμβάνουν την εξόρυξη γαιάνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου, την καύση βιομάζας, καθώς και διάφορες δραστηριότητες, όπου πραγματοποιείται μερική αποσύνθεση οργανικής ύλης σε αναερόβιες συνθήκες. Σε αυτή την περίπτωση ανήκουν οι καλλιέργειες ρυζιού, οι χώροι υγειονομικής ταφής, οι μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων, καθώς και η εκτροφή μηρυκαστικών ζώων, όπως βοοειδή. Ενδεικτικά στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5) αναφέρονται εκτιμήσεις εκπομπών μεθανίου από τις φυσικές και ανθρωπογενείς πηγές. [4].

Το μεθάνιο οξειδώνεται σε διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Αυτή η οξείδωση πραγματοποιείται μέσω της αντίδρασης με τη ρίζα του υδροξυλίου (OH<sup>•</sup>), από το οποίο συνάγεται το συμπέρασμα ότι το μεθάνιο συμμετέχει στη φωτοχημεία του όζοντος. Παρόλο που το μεθάνιο βαθμιαία καταστρέφεται μέσω της αντίδρασης με τη ρίζα του υδροξυλίου (OH<sup>•</sup>), προστίθεται στην ατμόσφαιρα γρηγορότερα απ' ό,τι απομακρύνεται [3].

**Πίνακας 5** Εκτιμήσεις παγκόσμιου μεθανίου από ανθρωπογενείς πηγές [4]

<i>Πηγή</i>	<i>Εκπομπές (Tg CH<sub>4</sub>/έτος)</i>
Εξόρυξη γαιάνθρακα	15-45
Καύση γαιάνθρακα	1-30
Εξόρυξη πετρελαίου	5-30
Εξόρυξη και χρήση φυσικού αερίου	25-50
<i>Σύνολο από ορυκτές πηγές</i>	<i>46-155</i>
Μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων	15-80
Υγειονομική ταφή	20-70
Εκτροφή ζώων	65-100
Απόβλητα ζώων	20-30
Ορυζώνες	20-100
Καύση βιομάζας	20-80
<i>Σύνολο βιολογικών εκπομπών</i>	<i>160-460</i>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>206-615</b>

Η συγκέντρωση του μεθανίου στην ατμόσφαιρα έχει διπλασιαστεί από την Βιομηχανική Επανάσταση, όπως αποκαλύφθηκε σε δείγματα πάγου που συλλέχθηκαν από εκείνη την περίοδο και αναμένεται να ξαναδιπλασιαστεί τον επόμενο αιώνα. Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια το ποσοστό αύξησης έχει παρουσιάσει μια απότομη φθίνουσα τάση, η οποία αποδίδεται κατά κύριο λόγο στις επισκευές των αγωγών μεταφοράς φυσικού αερίου στην πρώην Σοβιετική Ένωση, ή σε άλλες χώρες.

Ας σημειωθεί ότι οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του μεθανίου είναι κατά πολύ μικρότερες από αυτές του διοξειδίου του άνθρακα και παρόλο που παραμένει στην ατμόσφαιρα για περίπου μια δεκαετία, οι επιστήμονες θεωρούν ότι ένα μόριο μεθανίου είναι 20 φορές πιο αποτελεσματικό στη δέσμευση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης, από ένα μόριο διοξειδίου του άνθρακα (Παράγραφος 2.4) [44].

### 2.3.4 Υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O)

Το υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O) παράγεται από διάφορες βιολογικές διεργασίες νιτροποίησης και απονιτροποίησης στο νερό και το έδαφος (Πίνακας 6). Επίσης άλλες πηγές έκλυσης υποξειδίου του είναι η καύση ορυκτών καυσίμων, οι εκπομπές οχημάτων και τα χρησιμοποιούμενα λιπάσματα στις καλλιέργειες (44).

**Πίνακας 6** Παγκόσμιες εκπομπές υποξειδίου του αζώτου [3]

<i>Πηγή</i>	<i>Εκπομπές (Mt N/έτος)<sup>1</sup></i>
Εδάφη τροπικών δασών	4.2
Εδάφη εύκρατων δασών	4.0
Λιπάσματα	1.5
Καύση βιομάζας	0.1
Καύση ορυκτών καυσίμων	0.6
Βιομηχανικές διεργασίες	0.7
Ωκεανοί	2.0

<sup>1</sup> Mt N/έτος, αντιστοιχούν σε Mt αζώτου που περιέχεται στο N<sub>2</sub>O ανά έτος

Οι εκπομπές του υποξειδίου του αζώτου από την καύση των ορυκτών καυσίμων εξαρτάται από τη θερμοκρασία που πραγματοποιείται η καύση, από το κατά πόσο εφαρμόζεται έλεγχος μείωσης των εκπομπών των NO<sub>x</sub> (τα NO<sub>x</sub> συνεισφέρουν στην δημιουργία όζοντος και του «φωτοχημικού νέφους») και από το είδος της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας

ελέγχου  $\text{NO}_x$ . Οι καταλυτικοί μετατροπείς χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα για τη μείωση των εκπομπών  $\text{NO}_x$ , αλλά αυξάνουν τις εκπομπές του  $\text{N}_2\text{O}$  [4].

Οι συγκεντρώσεις του  $\text{N}_2\text{O}$  στην ατμόσφαιρα βρίσκονται επίσης σε αυξητική πορεία. Οι εκπομπές του  $\text{N}_2\text{O}$  προκαλούν ιδιαίτερα εμπόδια, επειδή το  $\text{N}_2\text{O}$  έχει μεγάλο χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα (170 χρόνια) και αποτελεί πρόβλημα όχι μόνο στην τροπόσφαιρα, συνεισφέροντας στην παγκόσμια θέρμανση, αλλά και στην στρατόσφαιρα, όπου συνεισφέρει στην καταστροφή του όζοντος.

Από το 1750 η συγκέντρωση του υποξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί κατά 17%. Μολονότι αυτή η αύξηση είναι μικρότερη από άλλων αερίων του θερμοκηπίου, το υποξείδιο του αζώτου είναι κατά 300 φορές πιο δραστικό από το διοξείδιο του άνθρακα [44].

Το υποξείδιο του αζώτου απομακρύνεται κατά κύριο λόγο μέσω της φωτοχημικής δράσης της ηλιακής ακτινοβολίας στην στρατόσφαιρα.

### 2.3.5 Αλογονούχες ενώσεις (F-gases)

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι αλογονάνθρακες (CFCs, HFCs, HCFCs, PFCs), δηλαδή οι ενώσεις που περιέχουν άνθρακα και κάποιο αλογόνο (συνήθως φθόριο ή χλώριο), και το  $\text{SF}_6$ .

Υπάρχουν τουλάχιστον 12 βασικοί αλογονάνθρακες που προκαλούν ανησυχία για την ισορροπία της ακτινοβολίας στην επιφάνεια της Γης. Σε αντίθεση με το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, και το υποξείδιο του αζώτου, αποτελούν πρόσφατη εφεύρεση και δεν υπάρχει φυσική πηγή έλκυσης αυτών στην ατμόσφαιρα. Τα μόρια των αλογονανθράκων συμβάλλουν σημαντική στην απορρόφηση υπέρυθρης ακτινοβολίας, την οποία και εκπέμπουν, συνεισφέροντας σε μεγάλο ποσοστό στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, παρόλο που μπορεί να βρίσκονται στην ατμόσφαιρα σε μικρές συγκεντρώσεις [3].

Οι αλογονάνθρακες παράγονται κατά κύριο λόγο από τη χημική βιομηχανία και χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές, περιλαμβάνοντας τα συστήματα ψύξης και κλιματισμού. Οι εκπομπές των αλογονανθράκων στην ατμόσφαιρα εξαρτώνται από την χρησιμοποιούμενη ποσότητα αυτών στη συγκεκριμένη εφαρμογή (π.χ. στο σύστημα κλιματισμού) και από το κατά πόσο μπορεί να αποφευχθεί διαρροή στην ατμόσφαιρα. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του συστήματος κλιματισμού η χρησιμοποιούμενη ποσότητα αλογονάνθρακα εξαρτάται από το σχεδιασμό και την αποδοτικότητα του εξοπλισμού καθώς και από τις συνολικές απαιτήσεις για ψύξη του κτιρίου. Όσον αφορά τις διαρροές ποσότητας αλογονάνθρακα στην ατμόσφαιρα εξαρτώνται από την συχνότητα συντήρησης του εξοπλισμού, καθώς και από το πώς γίνεται η διαχείριση του εξοπλισμού τόσο κατά τη διάρκεια της συντήρησης όσο και μετά την τελική τους διάθεση [4].

Οι αλογονάνθρακες που περιέχουν χλώριο-όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs), υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs), το μεθυλοχλωρίδιο, ο τετραχλωράνθρακας ( $\text{CCl}_4$ )-και αυτοί που περιέχουν βρώμιο-όπως το μεθυλοβρωμίδιο, οι υδροβρωμοφθοράνθρακες (HBFCs)-αποτελούν αέρια του θερμοκηπίου συμμετέχοντας στην παγκόσμια θέρμανση, συνεισφέρουν ακόμη στην καταστροφή του όζοντος λόγω της χημικής τους επίδρασης στο στρατοσφαιρικό όζον. Ας σημειωθεί παρόλα αυτά ότι η επίδραση τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου δεν είναι το ίδιο σημαντική όσο στην καταστροφή του όζοντος.

Σε αντίθεση με την παραπάνω διαπίστωση, οι υδροφθοράνθρακες (HFCs), οι υπερφθοράνθρακες (PFCs) και το θειούχο εξαφθορίδιο ( $\text{SF}_6$ ), οι οποίοι δεν ανήκουν στην κατηγορία των συστατικών που συνεισφέρουν στην καταστροφή του όζοντος, είναι ισχυρά αέρια του θερμοκηπίου. Οι HFCs, που παράγονται και ως παραπροϊόν κατά την



παραγωγική διαδικασία του HCFC-22, αρχικά χρησιμοποιήθηκαν ως υποκατάστατα των υλικών που συνεισφέρουν στην καταστροφή του όζοντος και στην παρούσα φάση έχουν μικρή επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Παρόλα αυτά, αναμένεται ότι η συνεισφορά στο φαινόμενο θα αυξηθεί, λόγω της αυξανόμενης χρησιμοποιούμενης ποσότητας.

Οι PFCs και το SF<sub>6</sub> κυρίως εκπέμπονται από διάφορες βιομηχανικές διεργασίες, όπως χύτευση μαγνησίου και αλουμινίου, παραγωγή ημιαγωγών, όπως και κατά τη μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας. Ειδικότερα οι PFCs χρησιμοποιούνται όπως και οι HFCs, ως υποκατάστατα των CFCs, καθώς και στην κατασκευή των computer chips. Ο κύριος όγκος SF<sub>6</sub> (80%) χρησιμοποιείται στην κατασκευή εξοπλισμού υψηλής τάσης λόγω των μονωτικών και πυροσβεστικών ιδιοτήτων του. Επίσης χρησιμοποιείται στην κατασκευή ημιαγωγών ως διαλύτης, καθώς και σε δευτερευούσης σημασίας εφαρμογές, όπως αθλητικά παπούτσια, ελαστικά αυτοκινήτων (12).

Σύμφωνα με πρόσφατες μετρήσεις, η επίδραση των PFCs και SF<sub>6</sub> στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι επίσης μικρή. Παρόλα αυτά, οι παραπάνω ενώσεις παρουσιάζουν σημαντικό ποσοστό αύξησης της χρήσης και ιδιαίτερα μεγάλη διάρκεια παραμονής στην ατμόσφαιρα, ενώ απορροφούν ισχυρά την υπέρυθη ακτινοβολία και συνεπώς παρουσιάζουν μεγάλη δυνατότητα συμβολής στην μελλοντική κλιματική αλλαγή (38).

### 2.3.6 Όζον (O<sub>3</sub>)

Το όζον διαφέρει από τα άλλα αέρια του θερμοκηπίου, επειδή η διάρκεια παραμονής του στην ατμόσφαιρα είναι σχετικά μικρή, από 10 ως 200 μέρες. Σαν αποτέλεσμα, αυτού, το όζον δεν μπορεί να μεταφερθεί πολύ μακριά, επειδή απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα πολύ σύντομα και για αυτό το λόγο επικρατούν σημαντικές διακυμάνσεις στη συγκέντρωσή του από μια περιοχή σε μια άλλη. Το όζον επίσης διαφέρει από τα άλλα αέρια του θερμοκηπίου στο ότι δεν εκπέμπεται άμεσα στην ατμόσφαιρα. Αντίθετα ως δευτερογενής χημικός παράγοντας παράγεται κατά κύριο λόγο μέσω φωτοχημικών αντιδράσεων από άλλες ουσίες, οι οποίες αναφέρονται σαν πρόδρομοι (precursors) και εκπέμπονται κατευθείαν στην ατμόσφαιρα. Κύρια πηγή εμφάνισης όζοντος στην τροπόσφαιρα είναι τα καυσαέρια των οχημάτων, τα οποία ως πρωτογενείς ρύποι συμβάλλουν στην χημική αντίδραση παραγωγής όζοντος.

Υπάρχουν διάφορες χημικές αντιδράσεις που συμμετέχουν στην καταστροφή του όζοντος και η συγκέντρωση του όζοντος για συγκεκριμένο μέρος και χρόνο εξαρτάται από την ισορροπία μεταξύ παραγωγής, καταστροφής και μεταφοράς του αερίου από μια περιοχή σε άλλη. Η αποτελεσματικότητα των αερίων που συμμετέχουν στην παραγωγή ή καταστροφή του όζοντος εξαρτάται από την τοποθεσία που επιτελούνται οι παραπάνω διεργασίες και από τις συγκεντρώσεις των αερίων που συμμετέχουν στην χημεία του όζοντος.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το όζον έχει μειωθεί στην στρατόσφαιρα και έχει αυξηθεί στην τροπόσφαιρα (η συγκέντρωση του όζοντος στην τροπόσφαιρα έχει διπλασιαστεί από την περίοδο της Βιομηχανικής Επανάστασης), όπως έχει προκύψει από μετρήσεις, η δράση του στο κλίμα δεν είναι σαφώς προσδιορισμένη και απαιτείται περαιτέρω μελέτη. Αυτό οφείλεται κατά πρώτον στο ότι ο υπολογισμός των επιδράσεων της απώλειας του στρατοσφαιρικού όζοντος στο κλίμα χαρακτηρίζεται από μεγάλη αβεβαιότητα εξαιτίας της πιθανότητας να προκαλούνται πολλά έμμεσα αποτελέσματα στην πλανητική ενεργειακή ισορροπία από την καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος [4].

Δεύτερον δεν είναι εύκολο να δοθεί μια συγκεκριμένη τιμή για την δράση του όζοντος στο να απορροφά θερμότητα. Για τα καλά αναμειγνύόμενα αέρια του θερμοκηπίου (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), τα οποία έχουν ενιαία συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα-σε κατακόρυφο και οριζόντιο

επίπεδο-είναι δυνατό να υπολογιστεί η απορρόφηση της θερμότητας. Αντίθετα λόγω της έλλειψης σταθερής κατακόρυφης κατανομής του όζοντος στην ατμόσφαιρα, δεν είναι εύκολος ο παραπάνω προτεινόμενος υπολογισμός.

Για όλους τους παραπάνω λόγους το όζον δεν υπόκειται σε περιορισμούς υπό το πλαίσιο της συνεργασίας των χωρών σε διεθνές επίπεδο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

#### **2.4 Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης (Global Warming Potential, GWP)**

Κάθε αέριο του θερμοκηπίου έχει διαφορετικό μερίδιο συνεισφοράς στην κλιματική αλλαγή. Ο λόγος είναι ότι κάθε αέριο του θερμοκηπίου απορροφά και εκπέμπει διαφορετικό ποσοστό υπέρυθρης ακτινοβολίας με αποτέλεσμα τη διαφορά στη δραστηριότητα τους όσον αφορά το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυτή η διαπίστωση εμπεριέχεται στην έννοια του Δυναμικού Παγκόσμιας Θέρμανσης (Global Warming Potential, GWP), το οποίο χρησιμοποιείται ως το ποσοτικό μέτρο της συμβολής ενός συγκεκριμένου αερίου του θερμοκηπίου στη μεταβολή της ισορροπίας της ενέργειας που μεταφέρεται μεταξύ της ατμόσφαιρας, της ξηράς, των ωκεανών και του διαστήματος λόγω των αλλαγών στην ατμοσφαιρική συγκέντρωση αυτού. Ειδικότερα, ως GWP ορίζεται η συνολική μεταβολή της μεταφερόμενης ενέργειας μεταξύ της ατμόσφαιρας, της ξηράς, των ωκεανών και του διαστήματος για μια χρονική περίοδο που προκαλείται από μια μονάδα μάζας ενός αερίου του θερμοκηπίου συγκρινόμενο με ένα άλλο αέριο του θερμοκηπίου, που θεωρείται ως η βάση αναφοράς. Ως αέριο αναφοράς έχει επιλεγθεί το CO<sub>2</sub>.

Τα GWP χρησιμοποιούνται για να μετατρέπουν τις εκπομπές των αερίων εκτός του CO<sub>2</sub> (non CO<sub>2</sub> αέρια) σε ισοδύναμες CO<sub>2</sub> εκπομπές (CO<sub>2</sub> Eq.), δηλαδή στις εκπομπές που θα πραγματοποιούνταν αν τα αέρια ήταν CO<sub>2</sub>. Με αυτό τον τρόπο γίνεται κατανοητή η δραστηριότητα κάθε αερίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η σχέση που χρησιμοποιείται είναι:

$$Tg\ CO_2\ Eq = (Gg\ of\ gas) \times (GWP) \times \left( \frac{Tg}{1.000Gg} \right) \quad \text{Εξίσωση 1}$$

όπου,

Tg CO<sub>2</sub> Eq= Teragrams CO<sub>2</sub> Eq

GWP=Global Potential Warming (Δυναμικό παγκόσμιας Θέρμανσης)

Gg=Gigagrams (1000tn)

Tg= Teragrams

Οι τιμές των GWP έχουν μια αβεβαιότητα της τάξης του ±35%, ενώ άλλα αέρια έχουν μικρότερη ή και μεγαλύτερη αβεβαιότητα, ειδικά τα αέρια του θερμοκηπίου των οποίων οι χρόνοι παραμονής δεν έχουν επιβεβαιωθεί.

Σύμφωνα με τις εκθέσεις του IPCC (2<sup>η</sup> (Second Assessment Report, SAR) και 3<sup>η</sup> Έκθεση (Third Assessment Report, TAR)) οι τιμές των GWP και οι χρόνοι παραμονής των αερίων στην ατμόσφαιρα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7).

Από τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 7) συμπεραίνεται ότι το CO<sub>2</sub>, με βάση τα GWP, δεν είναι το δραστηκότερο αέριο του θερμοκηπίου, αλλά από τη στιγμή που είναι το αφθονότερο στην ατμόσφαιρα της Γης παραμένει το πιο σημαντικό [38].

**Πίνακας 7** GWP και χρόνοι παραμονής στην ατμόσφαιρα στην 2<sup>η</sup> (SAR) και 3<sup>η</sup> (TAR) Έκθεση του IPCC [38]

Αέριο	Χρόνοι παραμονής (έτη)		GWP (για 100 έτη)	
	SAR	TAR	SAR	TAR
CO <sub>2</sub>	50-200	50-200 <sup>a</sup>	1	1
CH <sub>4</sub>	12±3	8,4/12	21	23
N <sub>2</sub> O	120	120	310	296
<i>HFCs</i>				
HFC-23	264	260	11.700	12.000
HFC-32	5.6	5.0	650	550
HFC-41	3.7	2.6	150	97
<i>PFCs</i>				
CF <sub>4</sub>	50.000	50.000	6.500	5.700
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	10.000	10.000	9.200	11.900
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	2.600	2.600	7.000	8.600
SF <sub>6</sub>	3.200	3.200	23.900	22.000

<sup>a</sup> Δεν μπορεί να προσδιοριστεί ένας συγκεκριμένος χρόνος παραμονής για το CO<sub>2</sub>

## 2.5 Επιδράσεις του Φαινομένου του Θερμοκηπίου

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου αποτελεί το βασικό παράγοντα εμφάνισης της κλιματικής αλλαγής. Είναι σημαντικό να αναγνωρίσει κανείς ότι, παρόλο που η μικρή αύξηση στη μέση θερμοκρασία της Γης λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου μπορεί να θεωρείται μικρής σημασίας, από την άλλη πλευρά μπορεί να κινητοποιήσει πολλές αλλαγές που θα μπορούσαν να επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις ιδίως στο κλίμα μιας περιοχής, αλλά και στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον [4].

Υποστηρίζεται ότι ακόμη και αν υπήρχε τρόπος να σταματήσουν σήμερα όλες οι εκπομπές των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, οι αλλαγές στο κλίμα καθώς και οι επιπτώσεις από αυτές δε θα σταματήσουν.

Στη συνέχεια αναφέρονται οι αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής τόσο στο φυσικό όσο και στο ανθρωπογενές περιβάλλον, σύμφωνα με απόψεις και επιστημονικά δεδομένα που έχουν διατυπωθεί.

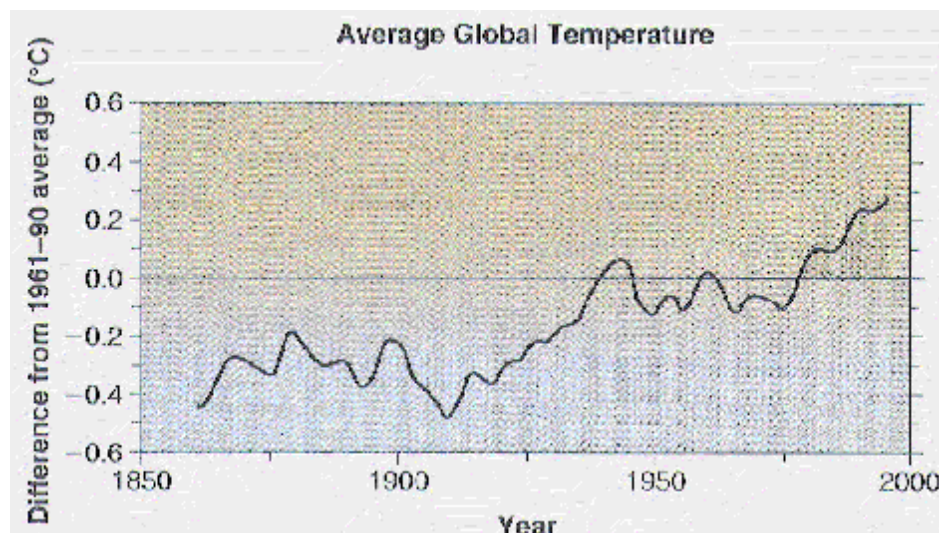
### 2.5.1 Θερμοκρασία

Η εμφάνιση της κλιματικής αλλαγής γίνεται αντιληπτή κατά κύριο λόγο από την αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία αποτελεί και το βασικό παράγοντα πρόκλησης των υπολοίπων αρνητικών επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής. Η παγκόσμια ατμοσφαιρική θερμοκρασία είναι αποτέλεσμα της ανταγωνιστικής δράσης των παραγόντων που προκαλούν θέρμανση και ψύξη της επιφάνειας της Γης. Το τελικό αποτέλεσμα σαφώς και διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Επίσης η ανταγωνιστική δράση των παραπάνω παραγόντων επιφέρει αβεβαιότητα στις προβλέψεις για το τι πρόκειται να συμβεί στο μέλλον καθώς η ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα συνεχίζει να αυξάνεται.

Όπως φαίνεται και από την Εικόνα 7 η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,3-0,6°C, αν και υπάρχει μεγάλη διακύμανση [6].

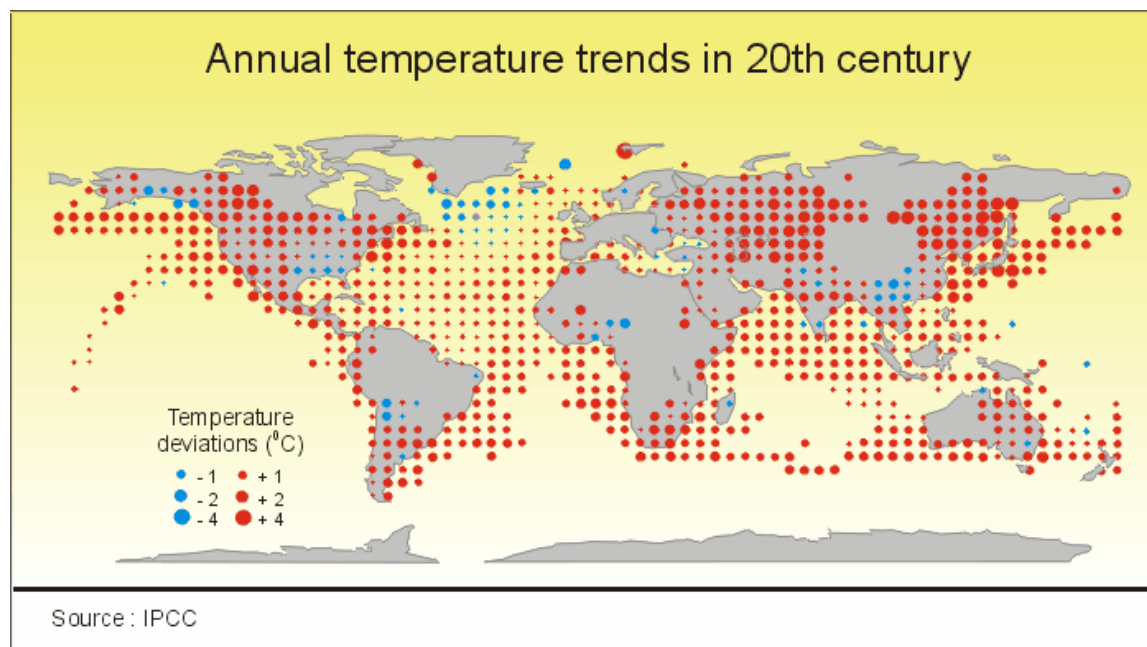
Σύμφωνα με έκθεση του IPCC η μέση παγκόσμια θερμοκρασία (υπολογίζεται ως η μέση θερμοκρασία της ατμόσφαιρας κοντά στην επιφάνεια τόσο της ξηράς όσο και της θάλασσας) έχει αυξηθεί από το 1861. Κατά τη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα η αύξηση ήταν περίπου 0,6°C. Η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη κατά 0,15°C σε σχέση με τις εκτιμήσεις της

2<sup>η</sup> Έκθεσης (SAR) του IPCC για τη χρονική περίοδο μέχρι το 1994 εξαιτίας των υψηλών παρατηρούμενων θερμοκρασιών τα χρόνια 1995-2000 αλλά και των βελτιωμένων μεθόδων επεξεργασίας των δεδομένων. Βέβαια θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει μεγάλη διακύμανση κατά τη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα αλλά η τάση αύξησης είναι σαφής. Επιπλέον υποστηρίζεται ότι σε παγκόσμιο επίπεδο η δεκαετία 1990 ήταν η θερμότερη του 20<sup>ου</sup> αιώνα.



**Εικόνα 7** Αλλαγή της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας. Παρόλη τη διακύμανση υπάρχει σαφής τάση αύξησης [6]

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 8 η αύξηση της θερμοκρασίας παγκοσμίως τον 20<sup>ο</sup> αιώνα είναι εμφανής. Οι αναλύσεις των δεδομένων αποδεικνύουν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας στο βόρειο ημισφαίριο για τον 20<sup>ο</sup> αιώνα πιθανόν να ήταν η μεγαλύτερη σε σχέση με τους προηγούμενους αιώνες για τα τελευταία 1000 χρόνια. Το ίδιο ισχύει και για την δεκαετία 1990 [18].



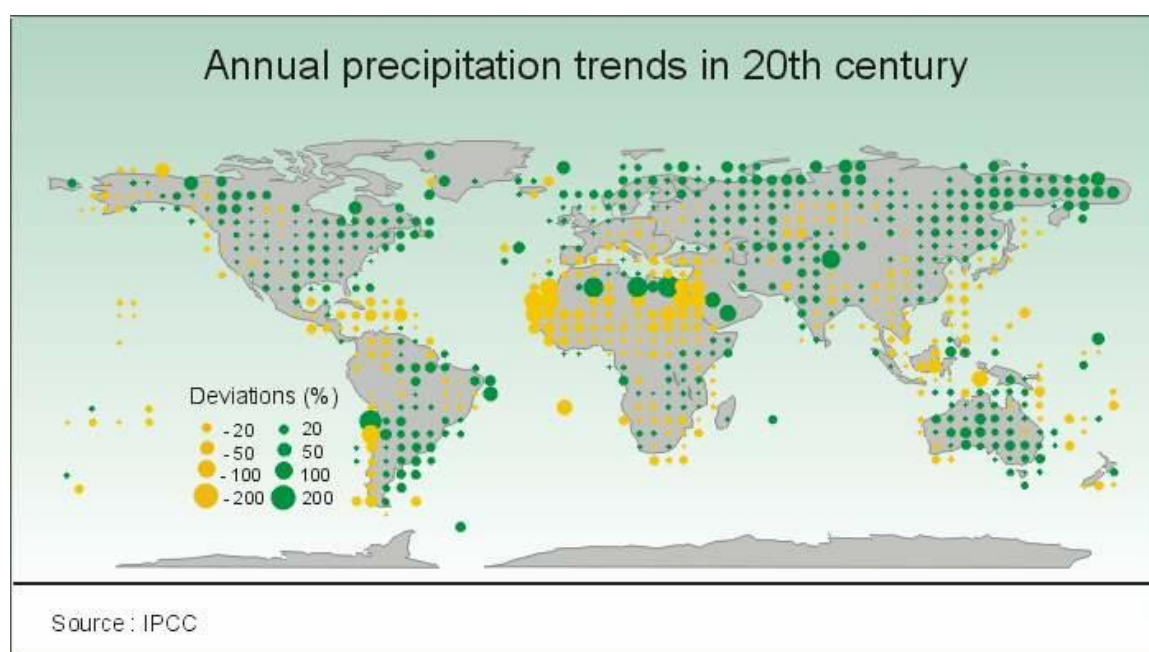
**Εικόνα 8** Οι ετήσιες τάσεις μεταβολής της θερμοκρασίας στον 20<sup>ο</sup> αιώνα σε όλες της περιοχές της Γης (IPCC)

Επίσης ας σημειωθεί ότι η μέση θερμοκρασία της Γης επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως η ερημοποίηση, αποψίλωση του εδάφους, οι οποίοι επιδρούν στην κλιματική αλλαγή. Ένας απλός λόγος αυτού του φαινομένου είναι ότι η έρημος έχει υψηλότερο albedo από μια δασική περιοχή. Συνέπεια αυτού είναι να αυξάνεται το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την Γη προς το διάστημα. Με αυτό τον τρόπο η μέση παγκόσμια θερμοκρασία μπορεί να μειωθεί επιδρώντας στο κλίμα των περιοχών. Ας σημειωθεί ότι η παραπάνω επεξήγηση αποτελεί απλούστευση της δράσης της ερημοποίησης και της αποψίλωσης στο κλίμα, στην πραγματικότητα υφίστανται πολυπλοκότεροι μηχανισμοί.

Μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης μπορεί να επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην ξηρά. Ένα προφανές συμπέρασμα είναι ότι θα υπάρχουν περισσότερες «θερμές» και λιγότερες «ψυχρές» μέρες. Αυτό θα μπορούσε να έχει διαφορετικές επιπτώσεις σε διαφορετικές περιοχές. Περισσότερες θερμές μέρες σε περιοχές με ήδη υψηλές θερμοκρασίες θα μπορούσε να επιφέρει μεγαλύτερη πίεση στα φυτά, ζώα, ακόμη και στους ανθρώπους. Εύκρατα κλίματα μπορούν να εξαπλωθούν προς βόρεια, ενώ περιοχές με ήδη εύκρατο κλίμα να αποκτήσουν θερμά και ξηρά κλίματα.

### 2.5.2 Κατακρημνίσεις

Ένα άλλο σημαντικό αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής είναι η μεταβολή των ιδιοτήτων των κατακρημνίσεων που επικρατούν σε μια περιοχή. Για παράδειγμα η συχνότητα των βροχοπτώσεων μπορεί να μεταβληθεί, οι ξηρασίες μπορεί να έχουν μεγαλύτερη ένταση, ενώ η παρατεταμένη βροχόπτωση μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα [6].



**Εικόνα 9** Ετήσιες τάσεις μεταβολής των κατακρημνίσεων στον 20<sup>ο</sup> αιώνα ανά περιοχή της Γης (IPCC)

Από την Εικόνα 9 διαπιστώνεται ότι οι κατακρημνίσεις στην περιοχή του Ισημερινού έχουν μειωθεί σημαντικά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα. Παρόλα αυτά για τις υπόλοιπες ηπειρωτικές περιοχές, ιδιαίτερα στα μεσαία και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη τόσο του Βορείου και του Νοτίου ημισφαιρίου, συμπεραίνεται ότι οι κατακρημνίσεις έχουν αυξηθεί για τον 20<sup>ο</sup> αιώνα. Σύμφωνα με έκθεση του IPCC, είναι πιθανόν οι κατακρημνίσεις να έχουν αυξηθεί κατά 0,5 ως και 1% ανά δεκαετία του 20<sup>ου</sup> αιώνα στα μεσαία και μεγάλα γεωγραφικά

πλάτη του Βορείου ημισφαιρίου [18]. Αντίθετα εκτιμάται ότι οι βροχοπτώσεις έχουν μειωθεί κατά περίπου 0.3% ανά δεκαετία του 20<sup>ου</sup> στις ηπειρωτικές υποτροπικές περιοχές του βορείου ημισφαιρίου, όπως διαπιστώνεται από την Εικόνα 9. Δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την τάση των κατακρημνίσεων στους ωκεανούς.

Επίσης αναφέρεται ότι στα μεσαία και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη του βόρειου ημισφαιρίου στο δεύτερο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα παρατηρήθηκε αύξηση κατά 2 ως 4% στη συχνότητα εμφάνισης εντόνων κατακρημνίσεων. Η αύξηση αυτή αποδίδεται σε διάφορους λόγους, όπως αλλαγές στην ατμοσφαιρική υγρασία, στις μεγάλης διάρκειας καταιγίδες κτλ. [18].

Εξάλλου αξιωματικά σημειωθεί ότι σε μερικές περιοχές της Ασίας και της Αφρικής η συχνότητα και η ένταση εμφάνισης ξηρασίας έχει σημειώσει αύξηση τις τελευταίες δεκαετίες, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 9 [18].

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι μέχρι τώρα δεν έχει παρατηρηθεί σαφής τάση μεταβολής στις κατακρημνίσεις. Παρόλα αυτά, υποθέτοντας ότι ο πλανήτης θα θερμανθεί κατά 1-3,5°C για τα επόμενα 100 χρόνια, τα κλιματικά μοντέλα υπολογίζουν ότι τα φαινόμενα της εξάτμισης και της κατακρήμνισης θα ενταθούν, όπως και η συχνότητα των έντονων βροχοπτώσεων. Επίσης αναμένεται οι βροχοπτώσεις και οι χιονοπτώσεις να αυξηθούν σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Με τη σειρά τους οι έντονες και συνεχείς βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις μπορούν να επηρεάσουν τόσο το φυσικό περιβάλλον (οικοσυστήματα, στάθμη της θάλασσας), όσο και το ανθρωπογενές (κοινωνία, οικονομία).

### 2.5.3 Οικοσυστήματα

Η κλιματική αλλαγή μπορεί να έχει σημαντικές και μη αντιστρεπτές επιπτώσεις τόσο στα χερσαία όσο και στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει τα είδη της πανίδας και χλωρίδας που υπάρχουν στην ξηρά, ή ακόμα να επιφέρει αλλαγές στα θαλάσσια οικοσυστήματα, όπως τον αποχρωματισμό των κοραλλιών (coral bleaching) [6].

Η σύνθεση και η γεωγραφική κατανομή των οικοσυστημάτων αναμένεται να μεταβληθεί απειλώντας τη βιοποικιλότητα μιας περιοχής, καθώς τα είδη πανίδας και χλωρίδας αντιδρούν και προσαρμόζονται στις καινούριες συνθήκες. Συγχρόνως, λόγω της αποψίλωσης και των άλλων περιβαλλοντικών πιέσεων οι ομάδες των οργανισμών που ζουν σε μια περιοχή θα διαλυθούν. Τα είδη φυτών ή ζώων που δε θα προσαρμοστούν έγκαιρα στις επερχόμενες αλλαγές θα εξαφανιστούν, θέτοντας πιθανόν σε κίνδυνο την αλυσίδα. Από τα προαναφερόμενα διαπιστώνεται ότι η κλιματική αλλαγή μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη βιοποικιλότητα.

Εξάλλου η σύνθεση και λειτουργία των δασών μπορεί να επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή. Ολόκληρα δάση συγκεκριμένου τύπου μπορούν να εξαφανιστούν, ενώ νέοι συνδυασμοί και συνεπώς καινούρια οικοσυστήματα μπορούν να αναπτυχθούν. Άλλες επιπτώσεις στα δάση, που προέρχονται από την αύξηση της θερμοκρασίας, αφορούν την ανάπτυξη εντόμων, παρασίτων, παθογόνων οργανισμών και πυρκαγιών.

Λόγω της επερχόμενης αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας, η εμφάνιση οικοσυστημάτων της ερήμου ή γενικότερα ξηρών ή μετρίως ξηρών κλιμάτων μπορεί να είναι συχνότερη. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες θα συνεισφέρουν στην επιπλέον θέρμανση των ερήμων και θα απειλήσουν τους ζωντανούς οργανισμούς που ήδη βρίσκονται στα όρια αντοχής τους.

Οι υδροβιότοποι, οι οποίοι αποτελούν τοποθεσίες καταφυγίου και ανάπτυξης πολλών ειδών και βοηθούν στην βελτίωση της ποιότητας των υδάτων και στον έλεγχο των πλημμύρων και των ξηρασιών, αναμένεται να μειωθούν σε αριθμό, αφού η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας συντελεί στην αύξηση του φαινομένου της εξάτμισης. Με τη μεταβολή των υδρολογικών χαρακτηριστικών, η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει τις βιολογικές, βιοχημικές και υδρολογικές λειτουργίες αυτών των οικοσυστημάτων, καθώς και την γεωγραφική κατανομή τους [31].

Όσον αφορά τα θαλάσσια οικοσυστήματα μπορούν επίσης και αυτά να υποστούν διάφορες συνέπειες από την επερχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας σε συνδυασμό με την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας. Εκτιμάται ότι η δομή και η λειτουργία των οικοσυστημάτων θα επηρεαστούν μη αντιστρεπτά λόγω της αλλαγής στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών. Οι μεταβαλλόμενες θερμοκρασίες των νερών των ωκεανών θα προκαλέσουν γεωγραφικές διαφοροποιήσεις στην βιοποικιλότητα, ειδικά σε περιοχές υψηλού γεωγραφικού πλάτους, όπου λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας, η περίοδος ανάπτυξης θα παραταθεί. Πιθανές μεταβολές στη δραστηριότητα του πλαγκτόν μπορεί να επιδράσουν στην ικανότητα των ωκεανών να απορροφούν και να αποθηκεύουν άνθρακα. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να δράσει ως ανατροφοδότηση (feedback) στο κλιματικό σύστημα και να ενισχύσει την κλιματική αλλαγή.

#### 2.5.4 Ανύψωση της στάθμης της θάλασσας

Η στάθμη της θάλασσας λόγω της κλιματικής αλλαγής θα ανέλθει για δύο λόγους. Πρώτον, εξαιτίας των υψηλότερων θερμοκρασιών, το νερό που είναι αποθηκευμένο στους πάγους θα λιώσει, προσθέτοντας επιπλέον νερό στους ωκεανούς. Δεύτερον, η αύξηση της θερμοκρασίας, ως γνωστόν προκαλεί αύξηση του όγκου του νερού, επιβάλλοντας στο νερό των ωκεανών κατά τον ίδιο τρόπο να καταλαμβάνει περισσότερο χώρο, προκαλώντας περαιτέρω ανύψωση της στάθμης της θάλασσας. Αυτό μπορεί να επιφέρει πλημμύρες σε διάφορες παράκτιες περιοχές μέχρι και πλήρη και μόνιμη κάλυψη αυτών. Επίσης αναμένεται ότι η μορφολογία της ξηράς θα μεταβληθεί σε μερικές νησιωτικές χώρες, όπως το Μπαγκλαντές, λόγω της ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας [6].

Η μέση παγκόσμια στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί από 10 ως 25cm τα τελευταία 100 χρόνια. Είναι πιθανόν ότι αυτή η αύξηση σχετίζεται με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας από το 1860.

Από τα κλιματικά μοντέλα έχει υπολογιστεί ότι η στάθμη της θάλασσας μπορεί να αυξηθεί περίπου κατά 15 ως 95cm μέχρι το έτος 2100 (Εικόνα 10). Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας αναμένεται 2 ως 5 φορές μεγαλύτερη από την παρατηρούμενη τα τελευταία 100 χρόνια. Το ποσοστό, το εύρος και η κατεύθυνση της αύξησης της στάθμης της θάλασσας θα διαφέρει από περιοχή σε περιοχή και θα εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά της παράκτιας περιοχής, τις αλλαγές στα ρεύματα των ωκεανών, από τις διαφορές των χαρακτηριστικών των παλιρροιών, της πυκνότητας της θάλασσας και των κατακόρυφων μετακινήσεων της ξηράς. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι η στάθμη της θάλασσας αναμένεται να συνεχίζει να αυξάνεται για τους επόμενους αιώνες, ακόμα και όταν οι ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες σταθεροποιηθούν.

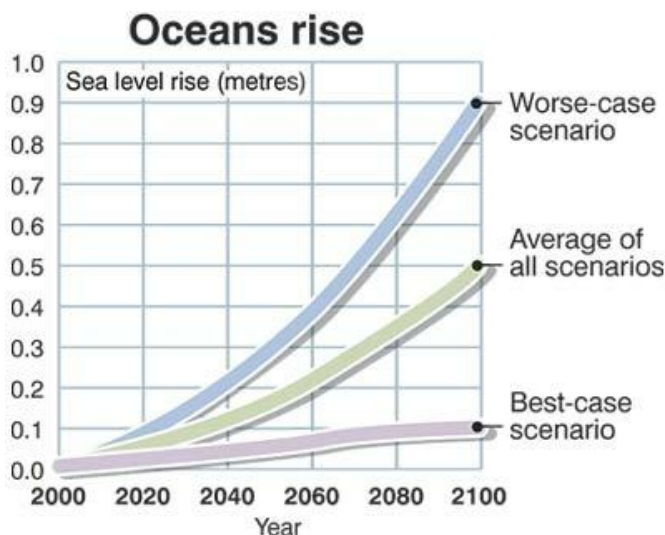
Η αναμενόμενη αύξηση της στάθμης της θάλασσας αναμένεται να πλήξει τις παράκτιες ζώνες, τις πιο ευάλωτες περιοχές και ειδικότερα τις αναπτυσσόμενες χώρες, επιφέροντας σημαντική απώλεια της ξηράς.

Επίσης, σημαντική θα είναι η επιδείνωση που θα παρατηρηθεί στην επέκταση της διάβρωσης των παρακτίων περιοχών και στην εμφάνιση πλημμύρων. Επακόλουθο αυτών



μπορεί να είναι η υφαλμύρωση των γλυκών νερών, η οποία θα επιφέρει μείωση της ποιότητας και την ποσότητας του πόσιμου νερού.

Γίνεται κατανοητό ότι επερχόμενη αύξηση της στάθμης της θάλασσας μπορεί να επιδράσει σε οικονομικούς τομείς, καθώς σημαντικά ποσά τροφίμων παράγονται σε παράκτιες περιοχές, όπως ιχθυοτροφεία και γεωργικές καλλιέργειες.



**Εικόνα 10** Αναμενόμενη αύξηση της στάθμης της θάλασσας

Σημαντική θα είναι η επίδραση της αύξησης της στάθμης της θάλασσας στα παράκτια οικοσυστήματα, μερικά από τα οποία είναι γνωστά για τη διαφορετικότητά τους και την οικολογική τους αξία, όπως οι κοραλλιογενείς ύφαλοι (coral reefs) [31].

### 2.5.5 Καλλιέργειες και γεωργία

Από όλες τις ανθρώπινες οικονομικές δραστηριότητες, η γεωργία είναι η πιο ευάλωτη στην επερχόμενη κλιματική αλλαγή. Γενικά αναμένεται αλλαγή στις αγροτικές ζώνες που θα ακολουθεί την αλλαγή των κλιματικών ζωνών.

Οι αναμενόμενες επιπτώσεις στις καλλιέργειες οφείλονται στην αύξηση της θερμοκρασίας αλλά και στη μεταβολή της υγρασίας του εδάφους, εξαιτίας της μεταβολής της συχνότητας των κατακρημνίσεων. Ενώ μερικές περιοχές θα γίνουν πιο υγρές, λόγω της αύξησης των βροχοπτώσεων, σε άλλες το τελικό αποτέλεσμα του υδρολογικού κύκλου θα είναι η μείωση της υγρασίας του εδάφους. Επίσης σε κάποιες περιοχές που εμφανίζουν ξηρασία, μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση της συχνότητας και της έντασης των ξηρασιών. Όπως προκύπτει από κλιματικά μοντέλα η εδαφική υγρασία θα μειωθεί σε περιοχές μέσου γεωγραφικού μήκους κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Ειδικότερα, σε κάποιες χώρες, όπως η Γαλλία, η Ισπανία, κ.ά. όπως αναφέρθηκε χαρακτηριστικά από τον Τζεφ Τζέκινς, διευθυντή του Κέντρου Hadley για τις Αλλαγές του Κλίματος, είναι σίγουρο ότι τα επόμενα χρόνια η υγρασία του εδάφους υπολογίζεται ότι θα μειωθεί κατά 40%, γεγονός που θα προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στις καλλιέργειες, με αποτέλεσμα τις αλυσιδωτές κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις.

Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι ότι μερικές αγροτικές περιοχές θα απειληθούν από την κλιματική αλλαγή, ενώ άλλες θα ωφεληθούν. Οι επιπτώσεις στην γεωργική παραγωγή-σοδεία και την παραγωγικότητα θα μεταβληθεί σημαντικά. Οι αυξανόμενης συχνότητας θερμές περιόδους, οι συνεχώς μεταβαλλόμενοι μουσώνες και τα ξηρότερα εδάφη μπορούν να επιδράσουν αρνητικά στην παραγωγή στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές, ενώ



αντίθετα η μεγαλύτερης διάρκειας περίοδος ανάπτυξης-καλλιέργειας μπορεί να προκαλέσει την αύξηση της παραγωγής στο βόρειο Καναδά και την Ευρώπη. Παρόλα αυτά, επικρατεί αβεβαιότητα για τις παραπάνω προβλέψεις.

Επίσης, οι υψηλότερες θερμοκρασίες θα επηρεάσουν τα είδη παραγωγής. Η ανάπτυξη και η υγεία των φυτών μπορεί να ωφεληθεί από τις μικρότερης διάρκειας ημέρες παγετού και υγρασίας, αλλά κάποια είδη παραγωγής μπορεί να καταστραφούν από τις υψηλότερες θερμοκρασίες, ειδικά αν συνδυάζονται με ανυδρία. Επίσης η αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να επιφέρει την επέκταση εντόμων και ασθενειών των φυτών προς τους πόλους, το οποίο θα επιδράσει στη μείωση της σοδειάς [31].

Ενδεικτικά στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 8) αναφέρονται μερικές εκτιμήσεις για την αλλαγή στην παραγωγή του αγροτικού τομέα λόγω της αναμενόμενης κλιματικής αλλαγής.

**Πίνακας 8** Αποτελέσματα μελετών για τις επιπτώσεις στην παραγωγή από τη μελλοντική κλιματική αλλαγή [31]

<i>Περιοχή</i>	<i>Επίπτωση στην παραγωγή (%)</i>	
	Καλαμπόκι	Αλεύρι
Λατινική Αμερική	-61 ως και αύξηση	-50 ως -5
Πρώην Σοβιετική Ένωση	-	-19 ως +41
Ευρώπη	-30 ως και αύξηση	αύξηση ή μείωση
Βόρεια Αμερική	-55 ως +62	-100 ως +234
Αφρική	-65 ως +6	-
Νότια Ασία	-65 ως -10	-61 ως +67
Υπόλοιπη Ασία και Ειρηνικός	-	-41 ως +65

### 2.5.6 Ακραία καιρικά φαινόμενα

Είναι αποδεδειγμένο, ότι η φυσική μεταβλητότητα του κλίματος συχνά οδηγεί σε ακραία καιρικά φαινόμενα και καταστροφές. Σε χρονική κλίμακα μερών, μηνών ή ακόμα και ετών, μπορεί να παράγονται κύματα καύσωνα, πλημμύρες, έντονες καταιγίδες και άλλα ακραία φαινόμενα λόγω της φυσικής διακύμανσης του καιρού και του κλίματος. Ένα ακραίο καιρικό φαινόμενο αποτελεί μια κατάσταση που απέχει σημαντικά από την κανονική-φυσιολογική μορφή του κλιματικού συστήματος, ανεξάρτητα από την πραγματική επίδραση στη ζωή ή στην οικολογία της Γης. Όταν ένα ακραίο καιρικό συμβάν έχει σημαντικά δυσμενή επίπτωση στην ανθρώπινη ευμάρεια, τότε αυτό ονομάζεται κλιματική καταστροφή (“climatic disaster”). Σε μερικές περιοχές της Γης παρατηρούνται κλιματικές καταστροφές τόσο συχνά, ώστε θεωρούνται ότι αποτελούν τμήμα της φυσιολογικής μορφής του κλίματος. Είναι πιθανόν η κλιματική αλλαγή που προκαλείται εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου να μεταβάλλει τη συχνότητα, το εύρος και τον χαρακτήρα των ακραίων καιρικών φαινομένων και των κλιματικών καταστροφών.

Σύμφωνα με δεδομένα και παρατηρήσεις, πολλές περιοχές του κόσμου τις τελευταίες δεκαετίες έχει υποστεί ακραία καιρικά φαινόμενα που ξεπερνούν τα φυσιολογικά όρια εμφάνισης. Παράδειγμα αποτελούν τα καλοκαιρινά κύματα καύσωνα που εμφανίστηκαν το 1995 στην Κέντρο-Δυτική περιοχή των ΗΠΑ και την Ινδία. Άνω των 700 ανθρώπων πέθαναν από θερμοπληξία στις ΗΠΑ, ενώ στην Ινδία 500 άνθρωποι πέθαναν όταν οι θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν τον Ιούνιο 1995 άγγιξαν τους 50°C. Νωρίτερα το χρόνο αυτό, οι πλημμύρες που παρατηρήθηκαν στην Ολλανδία προκάλεσαν εκκένωση των περιοχών. Ας σημειωθούν σε αυτό το σημείο, οι πρόσφατες πλημμύρες του Αυγούστου 2002 στην Γερμανία καθώς και οι συχνές βροχοπτώσεις του Σεπτεμβρίου 2002 στην

Ελλάδα, το οποίο είχε χρόνια να παρατηρηθεί, καθώς και οι καύσωνες μεγάλης έντασης και διάρκειας στη Δυτική Ευρώπη το καλοκαίρι του 2003.

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 9, Πίνακας 10) παρουσιάζονται 5 ακραία καιρικά φαινόμενα της περιόδου 1970-2001 που παρουσίασαν το μεγαλύτερο οικονομικό κόστος και 5 επίσης ακραία καιρικά φαινόμενα με τα περισσότερα θύματα. Όπως φαίνεται το μεγαλύτερο κόστος από τα ακραία καιρικά φαινόμενα παρατηρήθηκε σε ανεπτυγμένες χώρες, ενώ τα περισσότερα θύματα σε αναπτυσσόμενες χώρες. Επίσης μεγάλο οικονομικό κόστος δε συμβαδίζει απαραίτητα με πολλά θύματα από τα ακραία καιρικά φαινόμενα [28].

**Πίνακας 9** Τα 5 ακραία καιρικά φαινόμενα της περιόδου 1970-2001 που παρουσίασαν το μεγαλύτερο οικονομικό κόστος [28]

Σειρά	Θύματα <sup>1</sup>	Κόστος ασφάλισης <sup>2</sup>	Ημερομηνία	Γεγονός	Χώρα
1	38	20.185	23.08.1992	Τυφώνας Andrew	ΗΠΑ, Μπαχάμες
2	51	7.338	27.09.1991	Τυφώνας Mireille	Ιαπωνία
3	95	6.221	25.01.1990	Καταιγίδα (Winterstorm) Daria	Γαλλία, Ηνωμένο Βασίλειο
4	80	6.164	25.12.1999	Καταιγίδα (Winterstorm) Lothar	Γαλλία Ελβετία
5	61	5.990	15.09.1989	Τυφώνας Hugo	Πουέρτο Ρίκο, ΗΠΑ

**Πίνακας 10** Τα 5 ακραία καιρικά φαινόμενα της περιόδου 1970-2001 που παρουσίασαν το μεγαλύτερο αριθμό θυμάτων [28]

Σειρά	Θύματα <sup>1</sup>	Κόστος ασφάλισης <sup>2</sup>	Ημερομηνία	Γεγονός	Χώρα
1	300.000	N/a	14.11.1970	Καταιγίδα και Πλημμύρα	Μπανγκλαντές
2	138.000	3	29.04.1991	Τροπικός Κυκλώνας Gorgy	Μπανγκλαντές
3	15.000	106	29.10.1999	Κυκλώνας 05B	Ινδία (Orissa), Μπανγκλαντές
4	15.000	N/a	1.09.1978	Πλημμύρα επακόλουθη μουςώνα	Βόρεια Ινδία
5	10.800	N/a	31.10.1971	Πλημμύρα	Ινδία (Orissa), Κόλπος του Bengal

<sup>1</sup> Νεκροί και αγνοούμενοι

<sup>2</sup> Σε δολάρια ΗΠΑ, σε τιμές 2001

Στο μέλλον υποστηρίζεται ότι η παγκόσμια κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει σημαντικά τη συχνότητα, το εύρος και την τοποθεσία εκδήλωσης των ακραίων καιρικών φαινομένων. Γενικά αναμένονται περισσότερα κύματα καύσωνα και λιγότερες περιόδους παγετώνων, ενώ εντονότερες βροχοπτώσεις μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένες πλημμύρες σε μερικές περιοχές. Στην Τρίτη Έκθεση (Third Assessment Report) του IPCC για την κλιματική αλλαγή, επισημαίνεται η πιθανότητα εκδήλωσης παρόμοιων φαινομένων τον 21<sup>ο</sup> αιώνα. Υψηλότερες μέγιστες θερμοκρασίες, εντονότερες κατακρημνίσεις αναμένονται να παρατηρηθούν με πιθανότητα περίπου 90-99%, επιφέροντας ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως ξηρασίες και πλημμύρες.

Παρόλα αυτά, τα ακραία καιρικά φαινόμενα διαρκούν για σχετικά μικρό χρονικό διάστημα και είναι συνήθως τοπικής κλίμακας, το οποίο φέρει σε δύσκολη θέση τους επιστήμονες να προβλέψουν με ακρίβεια πως αυτά σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Ειδικότερα

σύμφωνα με το IPCC, «δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα που να προσδιορίζουν αν έχουν παρατηρηθεί επίμονες και συνεχείς αλλαγές στην κλιματική μεταβλητότητα ή στα ακραία καιρικά φαινόμενα κατά τη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα». Συμπεραίνεται ότι έχουν εμφανιστεί μερικές τοπικές τάσεις αλλά «μερικές από αυτές τις αλλαγές έχουν τάση προς μεγαλύτερη μεταβλητότητα ενώ άλλες προς μικρότερη». Σε κάθε περίπτωση, η αυξανόμενη ανθρωπίνη ευαισθησία στα ακραία καιρικά φαινόμενα, συνδυασμένη με τις αβεβαιότητες της κλιματικής αλλαγής, αποτελεί σημαντική πηγή ανησυχίας.

Συνεπώς η μελέτη συνεχίζεται, μιας και τα στοιχεία που υπάρχουν, δεν μπορούν να αποδείξουν την σχέση μεταξύ κλιματικής αλλαγής και ακραίων καιρικών φαινομένων [28].

### 2.5.7 Κοινωνία-Οικονομία

Αν και η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα από τα περιβαλλοντικά θέματα, για τα οποία έχει γίνει πολλή συζήτηση, λίγη ανάλυση έχει πραγματοποιηθεί για τις επιπτώσεις της στην κοινωνία και την οικονομία. Όπως έχει αναφερθεί, η κλιματική αλλαγή μπορεί να επιφέρει σημαντικές αρνητικές συνέπειες τόσο στο φυσικό όσο και στο τεχνητό ανθρώπινο περιβάλλον. Η αναμενόμενη αύξηση της θερμοκρασίας, της στάθμης της θάλασσας, της έντασης των καιρικών φαινομένων θα επηρεάσει τόσο την κοινωνία όσο και τις ανθρώπινες δραστηριότητες στον οικονομικό τομέα.

Αναφέρεται ότι η αύξηση της στάθμης της θάλασσας μπορεί να απειλήσει την εθνική ασφάλεια των κρατών και την εδαφική κυριαρχία τους. Για παράδειγμα η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας κατά 45 cm μπορεί να προκαλέσει μια απώλεια κατά 10% της επικράτειας του Μπαγκλαντές και συγχρόνως τη μετανάστευση 5,5 εκατομμυρίων ανθρώπων επιφέροντας σημαντικά κοινωνικά προβλήματα τόσο στην ίδια χώρα όσο και στη χώρα υποδοχής. Με αυτό τον τρόπο απειλείται η εσωτερική σταθερότητα των χωρών και συνεπώς η εθνική ασφάλεια.

Επίσης τα μεταναστευτικά κύματα μπορούν να προκαλέσουν επιπλέον καταστροφές στις παραγόμενες σοδειές, στα τρόφιμα, στους υδατικούς πόρους των καινούριων περιοχών υποδοχής, συνεισφέροντας με αυτό τον τρόπο στην επιδείνωση του περιβάλλοντος.

Επιπλέον υποστηρίζεται ότι η κλιματική αλλαγή μπορεί να αποτελέσει αιτία πολεμικών συρράξεων για την απόκτηση φυσικών πόρων. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι η κλιματική αλλαγή μπορεί να επιφέρει υποβάθμιση της ποιότητας και ποσότητας του πόσιμου νερού, μείωση των δασικών εκτάσεων λόγω ξηρασίας, εξαφάνιση ψαριών προς αλιεία και γενικότερα καταστροφή των φυσικών πόρων. Η ανάγκη εύρεσης και χρησιμοποίησης φυσικών πόρων μπορεί να οδηγήσει σε πολέμους.

Η ανθρωπίνη υγεία κινδυνεύει να τεθεί σε πολλαπλό κίνδυνο, καθώς, για παράδειγμα, σε πλημμυρισμένες κοινωνίες και ειδικότερα σε αυτές με περιορισμένη ανάπτυξη μπορούν να εμφανιστούν διάφορες μεταδοτικές ασθένειες. Έντομα, διαφόρων ειδών παράσιτα και άλλοι φορείς ασθενειών μπορούν να μεταφέρουν τις αναπτυσσόμενες επιδημίες και σε άλλες περιοχές. Συνέπεια όλων των παραπάνω αποτελεί η υποβάθμιση του βιοτικού επιπέδου της ανθρώπινης κοινωνίας.

Όσον αφορά την ευαισθησία των οικονομικών τομέων, όπως της βιομηχανίας, της ενέργειας, των μεταφορών, στην αλλαγή του κλίματος αυτή είναι πολύ μικρή συγκρινόμενη με τις επιπτώσεις στην γεωργία και στα οικοσυστήματα. Περισσότερο επιρρεπείς στην κλιματική αλλαγή, στις απότομες καιρικές αλλαγές είναι τομείς της οικονομικής δραστηριότητας που σχετίζονται περισσότερο με το περιβάλλον, όπως η αγροβιομηχανία, η παραγωγή ηλεκτρισμού από υδροηλεκτρικά εργοστάσια, από μονάδες εκμετάλλευσης βιομάζας και άλλων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ο τομέας των

κατασκευών, μερικές μεταφορικές δραστηριότητες (πετρελαιοφόρα πλοία) και οι χρησιμοποιούμενες υποδομές στις παράκτιες ζώνες, που καλύπτονται συχνά από πάγους, ή άλλες ευάλωτες περιοχές.

Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας παρουσιάζει τις πιο άμεσες συνέπειες στο ανθρωπογενές περιβάλλον, αφού πολλές παράκτιες περιοχές είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένες, περιλαμβάνοντας ανθρώπινες κατοικίες, εκβιομηχανισμένα λιμάνια με πολλές δραστηριότητες. Αν εκδηλωθεί σημαντική αύξηση της στάθμης της θάλασσας, τότε κινδυνεύουν να καταστραφούν όλες οι προαναφερόμενες υποδομές, θέτοντας σε κίνδυνο την οικονομία των κρατών. Σε παρόμοια θέση μπορούν να βρεθούν κυρίως αναπτυσσόμενες ή φτωχές χώρες, που παρουσιάζουν έλλειψη ικανότητας αντιμετώπισης τέτοιων καταστάσεων με πιθανό επακόλουθο την μετακίνηση του πληθυσμού.

Μιας και οι οικονομικές δραστηριότητες είναι διασυνδεδεμένες, η επίδραση της κλιματικής αλλαγής σε ένα οικονομικό τομέα μπορεί να επεκταθεί σε όλο το οικονομικό σύστημα. Η βιομηχανία, η ενέργεια και οι μεταφορές είναι πιθανόν να υποστούν τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής με έμμεσο τρόπο, όπως για παράδειγμα μέσω οικονομικών δραστηριοτήτων που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στην κλιματική αλλαγή, όπως η αγροβιομηχανία (agro-industry) και η παραγωγή βιομάζας.

Από την παραπάνω συνολική παρουσίαση του φαινομένου του θερμοκηπίου και της κλιματικής αλλαγής γίνεται σαφής η ανάγκη πρόληψης των επιπτώσεων. Απαραίτητη είναι η λήψη μέτρων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Ακολουθεί η παρουσίαση αυτών των μέτρων σε ιδιωτικό επίπεδο και σε διεθνές επίπεδο. Επίσης πραγματοποιείται αναφορά στα μέτρα που έχει υιοθετήσει η Ευρώπη και η Ελλάδα.

### 3 Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε ιδιωτικό επίπεδο

Γίνεται κατανοητό ότι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σαφώς εξαρτάται από τα μέτρα που θα ληφθούν τόσο σε διεθνές και κρατικό επίπεδο όσο και σε ιδιωτικό επίπεδο, εννοώντας τη συμβολή κάθε πολίτη στην προστασία του κλίματος και τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Δηλαδή ακόμη και αν τα κράτη από μόνα τους ή και σε συνεργασία με άλλα κράτη αναλάβουν δραστηριότητες για τον περιορισμό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η κλιματική αλλαγή δε θα μπορεί να αποτραπεί. Σημαντικός παράγοντας καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής είναι η συμμετοχή του καθενός ανθρώπου ατομικά στην προσπάθεια αυτή.

Σε πρώτη φάση, ο κάθε άνθρωπος, σαν πολίτης μιας χώρας θα πρέπει να ενημερωθεί για το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Ακολουθώντας είναι πλέον απαραίτητο να ακουστεί η γνώμη του, ανάλογα με την ιδιότητα που έχει, και να ληφθεί υπόψη κατά τον σχεδιασμό πολιτικών για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Χωρίς την συγκατάθεση των πολιτών η εφαρμογή των σχεδιαζόμενων πολιτικών δεν μπορεί να καταστεί δυνατή. Και σε τελικό στάδιο, ο κάθε άνθρωπος ως καταναλωτής πλέον μπορεί να συμβάλει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής με την χρήση προϊόντων και υπηρεσιών φιλικών στο περιβάλλον. Στη συνέχεια σχολιάζονται τα τρία πεδία ατομικής δράσης των ανθρώπων στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

#### 3.1 Επίπεδο ενημέρωσης των πολιτών για την κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί όλο και συχνότερα βασικό θέμα στις καθημερινές συζητήσεις των ανθρώπων. Διεθνείς συγκριτικές μελέτες αποδεικνύουν ότι η κλιματική αλλαγή θεωρείται από τους απλούς πολίτες ως ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα που ήδη υφίσταται. Παρόλα αυτά δεν θεωρείται ως το πιο σημαντικό πρόβλημα. Επίσης συχνά συγχέεται με την καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος. Αλλά η προσοχή που δίνεται στην κλιματική αλλαγή από τα ΜΜΕ, τους Μη Κυβερνητικούς Οργανισμούς (Non-Governmental Organizations, NGOs) και τους τοπικούς πολιτικούς παράγοντες έχει συνεισφέρει στο να λάβει το θέμα και κοινωνική χροιά. Επίσης η ευαισθητοποίηση του κόσμου ενισχύεται και η συχνότητα των δημοσίων συζητήσεων για την κλιματική αλλαγή αυξάνεται.

Ως παράδειγμα της ανταπόκρισης των πολιτών στο θέμα της επερχόμενης κλιματικής αλλαγής μπορεί να αναφερθεί ότι, από τα αποτελέσματα μιας πρόσφατης έρευνας συμπεραίνεται ότι οι Ευρωπαίοι πολίτες θεωρούν πιο επιθυμητή την εφαρμογή μέτρων καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής με βασική προτεραιότητα τη σημαντική μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας από την υιοθέτηση της προοπτικής “business-as-usual” (δηλαδή να μην εφαρμοστούν κάποια μέτρα για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου) [19].

#### 3.2 Συμμετοχή στον σχεδιασμό πολιτικών για την κλιματική αλλαγή

Στο ξεκίνημα της υιοθέτησης πολιτικής για την κλιματική αλλαγή, απαραίτητο είναι να συνυπολογιστούν τα αποτελέσματα και οι προτάσεις, που προκύπτουν από τις φυσικές επιστήμες για την λήψη κατάλληλων μέτρων. Όμως τη σύγχρονη εποχή αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο ότι αυτά τα αποτελέσματα θα πρέπει να συνδυαστούν με τα ευρήματα κοινωνικών επιστημών ώστε τα μέτρα αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής να αποδειχθούν επιτυχή. Απαιτείται με αυτό τον τρόπο η υιοθέτηση τεχνικών που επιβάλλουν

τη συμμετοχή των κοινωνικών εταίρων (stakeholders), οι οποίοι μπορεί να είναι από απλοί πολίτες μέχρι επιχειρηματίες.

Ως κοινωνικοί εταίροι στα θέματα της κλιματικής αλλαγής μπορούν να θεωρηθούν άνθρωποι που ζουν στην ύπαιθρο, δασολόγοι, τουριστικοί πράκτορες, κάτοικοι παράκτιων περιοχών, απλοί πολίτες ή ακόμα και οικονομικοί επενδυτές που επηρεάζονται άμεσα από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η συμμετοχή των απλών πολιτών είναι απαραίτητη γιατί τα μέτρα αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής απαιτούν τη συνεργασία καθώς και τη συναίνεση των καταναλωτών, των εργαζομένων των πολιτών, ώστε να είναι επιτυχή. Χωρίς την ενσωμάτωση των απόψεων των πολιτών στην υιοθέτηση περιβαλλοντικών πολιτικών, αυτές κινδυνεύουν να μείνουν ανεφάρμοστες.

Σαν παράδειγμα σε αυτή τη πιθανότητα, μπορεί να αναφερθεί το θέμα της χρήσης Γενετικά Τροποποιημένων Οργανισμών, το οποίο προκάλεσε έντονα αρνητικές αντιδράσεις στους πολίτες καθώς δεν είχε συνυπολογιστεί η άποψη τους στη διαμόρφωση της πολιτικής. Γίνεται σαφές ότι η έγκαιρη ενημέρωση και ο διάλογος με τους πολίτες μπορεί να δράσει υπέρ της δημιουργίας μιας κατάλληλης και αποδεκτής πολιτικής [14].

Για τον λόγο αυτό προτείνεται η χρήση εργαλείων έρευνας των κοινωνικών επιστημών όπως οι τεχνικές των Ολοκληρωμένων Αναλύσεων (Integrated Assessment). Η χρήση των Ολοκληρωμένων Αναλύσεων στη διαμόρφωση πολιτικής έχει ως στόχο την παροχή πληροφοριών από τις φυσικές και τις κοινωνικές επιστήμες εφαρμόζοντας διεπιστημονική έρευνα και την εξαγωγή συμπερασμάτων για την θέσπιση των βέλτιστων μέτρων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον, ο συνδυασμός των φυσικών και κοινωνικών επιστημών, της ακαδημαϊκής έρευνας και των απόψεων των κοινωνικών εταίρων αποτελεί μια καλή προσέγγιση των Ολοκληρωμένων Αναλύσεων. Συνεπώς και στην περίπτωση της κλιματικής αλλαγής προτείνεται η διεξαγωγή παρόμοιων Ολοκληρωμένων Αναλύσεων για τη διαμόρφωση αποδεκτής πολιτικής [19].

### **3.3 Μέτρα αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής από τους καταναλωτές**

#### **3.3.1 Γενικά**

Εκτός από τη συμμετοχή των πολιτών στο σχεδιασμό της πολιτικής αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, ο πολίτης μπορεί ως καταναλωτής να συμβάλλει στον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Οι προτιμήσεις των καταναλωτών στην αγορά προϊόντων καθώς και στην κατανάλωση ενέργειας αποτελούν μια σημαντική πλευρά της συζήτησης για την αντιμετώπιση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής και της μείωσης των εκλύσεων των αερίων του θερμοκηπίου. Για να γίνει πιο κατανοητό, μπορεί να αναφερθεί ως παράδειγμα, η σημαντική συμβολή των καταναλωτών στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω της χρήσης οικιακών ηλεκτρικών συσκευών για δύο κυρίως λόγους. Κατά πρώτον, οι οικιακές ηλεκτρικές συσκευές αναλογούν σε σημαντικό ποσοστό (στις ΗΠΑ στο ένα τρίτο) της οικιακής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία αποτελεί βασική πηγή παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου. Κατά δεύτερον, η αγορά οικιακών ηλεκτρικών συσκευών δίνει τη δυνατότητα στους καταναλωτές να επηρεάσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 11) παρουσιάζονται μερικά αριθμητικά δεδομένα από τις ΗΠΑ για την εξοικονόμηση ενέργειας, που θα συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, από την πρόωρη αντικατάσταση, αναβάθμιση και απόσυρση των παλαιών οικιακών ηλεκτρικών συσκευών. Αν παραβλεφθούν άλλοι εμπλεκόμενοι παράγοντες, όπως το κόστος, οι περισσότεροι καταναλωτές θα μπορούσαν να επιδιώκουν την αγορά οικιακών

ηλεκτρικών συσκευών που εξοικονομούν ενέργεια και χρήμα και είναι φιλικές στο περιβάλλον.

**Πίνακας 11** Δυνατή ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας από την πρόωρη αντικατάσταση, αναβάθμιση και απόσυρση οικιακών συσκευών [26]

<i>Οικιακή συσκευή</i>	<i>Αντικατάσταση με ένα κοινό μοντέλο (GWh)</i>	<i>Αντικατάσταση με αποδοτικότερο μοντέλο (GWh)</i>	<i>Αναβάθμιση (GWh)</i>	<i>Απόσυρση (GWh)</i>
Πλυντήριο	140	360	250	-
Ψυγείο	500	780	250	1.500
Κλιματιστικό	200	220	20	-

Συμπεραίνεται ότι η χρήση οικιακών ηλεκτρικών συσκευών που συμβάλλουν στην εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας αποτελεί βασική πηγή μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το συμπέρασμα αυτό μπορεί να γενικευθεί. Προτείνεται η λήψη ανάλογων μέτρων και σε άλλου είδους προϊόντα, όπως η εφαρμογή προγραμμάτων προώθησης ενεργειακά αποτελεσματικών προϊόντων. Τα προγράμματα αυτά θα πρέπει να στοχεύουν στην καθοδήγηση, ευαισθητοποίηση των καταναλωτών και στην παρότρυνση αυτών αλλαγής της καταναλωτικής συμπεριφοράς τους. Με αυτό τον τρόπο είναι επιθυμητό οι καταναλωτές να προτιμούν προϊόντα φιλικά προς το περιβάλλον που είτε η χρήση τους συμβάλλει στη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ή η διαδικασία παραγωγής τους βασίζεται σε πρακτικές περιορισμένων εκπομπών.

Στη συνέχεια αναφέρονται ενδεικτικά κάποιες προσεγγίσεις για την προώθηση προϊόντων που θα συμβάλλουν στην μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

### 3.3.2 Μέτρα αλλαγής της αγοραστικής συμπεριφοράς

Τα μέτρα που προτείνονται να ληφθούν για την αλλαγή της αγοραστικής συμπεριφοράς με απώτερο στόχο την συμβολή των καταναλωτών στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: (1) σε αυτά που στηρίζονται σε προγράμματα που αποδίδουν κίνητρα μειωμένου κόστους στα φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα, ώστε να είναι ελκυστικότερα στους καταναλωτές, (2) σε αυτά που έχουν σχέση με την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των καταναλωτών για την επερχόμενη κλιματική αλλαγή και τους τρόπους, με τους οποίους οι ίδιοι μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση αυτής.

#### 1. Προγράμματα οικονομικών κινήτρων

Τα προγράμματα οικονομικών κινήτρων εμφανίζονται με δύο μορφές: (1) αυτά που έχουν σχεδιαστεί ώστε να μειώνουν την αρχική τιμή αγοράς και (2) αυτά που είναι σχεδιασμένα ώστε να μειώνουν την ετήσια αποπληρωμή.

Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται οι εκπτώσεις στις τιμές και οι μειώσεις στους φόρους αγοράς των προϊόντων για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ώστε να γίνουν γνωστά τα προϊόντα. Εφαρμόζοντας ένα πρόγραμμα έκπτωσης στις τιμές των προϊόντων που προκαλούν λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ο καταναλωτής θα παρακινηθεί να αγοράσει αυτά τα προϊόντα. Η υιοθέτηση παρόμοιων προγραμμάτων αποτελεί συνηθισμένη μέθοδο προώθησης προϊόντων καινούριας τεχνολογίας. Κατασκευαστές, κυβερνήσεις και επιχειρήσεις έχουν κατά καιρούς λάβει παρόμοια μέτρα για την αλλαγή της αγοραστικής συμπεριφοράς. Συνεπώς θα ήταν μια καλή λύση για να προωθηθούν τα προϊόντα και οι υπηρεσίες με χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Παρόλα αυτά η απευθείας έκπτωση στις τιμές των προϊόντων αποτελεί λιγότερο χρησιμοποιούμενη μέθοδος προώθησης προϊόντων από τους κρατικούς φορείς σε σχέση με προγράμματα μείωσης των φόρων για την αγορά προϊόντων φιλικά στο περιβάλλον. Για παράδειγμα, πολλές κυβερνήσεις έχουν υποστηρίξει προγράμματα μείωσης φόρων για την χρήση ηλιακής ενέργειας και προϊόντων που συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας. Συνεπώς και οι δύο προαναφερόμενες μέθοδοι προώθησης προϊόντων που μειώνουν το αρχικό κόστος αγοράς θα μπορούσαν να εφαρμοστούν περαιτέρω για την παρακίνηση των καταναλωτών να προτιμούν προϊόντα που συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Στη δεύτερη κατηγορία, προτείνονται προγράμματα που επιτρέπουν στους καταναλωτές να αγοράζουν ή να ενοικιάζουν προϊόντα και υπηρεσίες, τα οποία θα πληρώνουν μέσω ενός μηνιαίου λογαριασμού. Προγράμματα, όπως τα προαναφερόμενα που παρέχουν παρόμοιες διευκολύνσεις στους καταναλωτές δεν έχουν εφαρμοσθεί συγκεκριμένα για τα προϊόντα που συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, αλλά αποτελούν μια καλή εναλλακτική λύση, ιδιαίτερα για τις ομάδες καταναλωτών με χαμηλό εισόδημα.

## **2. Εκπαιδευτικά και Επικοινωνιακά Προγράμματα**

Υπάρχει ένα ευρύ πεδίο επιλογής πιθανών προγραμμάτων για την εκπαίδευση και ενημέρωση των καταναλωτών για τα φιλικά στο περιβάλλον προϊόντα. Επίσης αυτή η μέθοδος αποτελεί τη συχνότερη μέθοδο επηρεασμού της αγοραστικής συμπεριφοράς των καταναλωτών. Τα προγράμματα που μπορούν να εφαρμοσθούν μπορούν να έχουν τις εξής μορφές:

- Ετικέτες (Labels)

Η μέθοδος αυτή είναι η πιο συχνή προσέγγιση των καταναλωτών για την προώθηση προϊόντων. Με αυτό τον τρόπο οι καταναλωτές πληροφορούνται ολοκληρωμένα για την αγορά των συγκεκριμένων προϊόντων. Παράδειγμα αυτής της μεθόδου αποτελεί η ετικέτα “Energy Star” που έχει αναπτύξει το Τμήμα Ενέργειας της EPA (Department of Energy and the Environmental Protection Agency) στις ΗΠΑ, που χρησιμοποιείται στα πλυντήρια, στα ψυγεία, στα κλιματιστικά. Στην Ευρώπη υπάρχει το Ecolabel, το οποίο χρησιμοποιείται σε προϊόντα με ασθενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Κατά τον ίδιο τρόπο θα μπορούσε να αποδίδεται και σε προϊόντα που έχουν χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ή να σχεδιαστεί κάποιο άλλο, ειδικό για την κλιματική αλλαγή.

- Εκπαιδευτικά Προγράμματα στους πωλητές

Μια άλλη πρόταση για την παρακίνηση των καταναλωτών να προτιμούν προϊόντα και υπηρεσίες που συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποτελεί η εκπαίδευση του προσωπικού του τμήματος πωλήσεων στα καταστήματα για τα καινοτόμα προϊόντα ώστε να συμβάλλουν στην προώθηση αυτών.

- Μαζική ενημέρωση

Εκτός από τα παραπάνω, η εφαρμογή προγραμμάτων μαζικής ενημέρωσης μέσω των διαφημίσεων, της δημοσίευσης σε άρθρα περιοδικών μπορεί να είναι η αποτελεσματικότερη μέθοδος επιρροής στην αγοραστική συμπεριφορά. Ο λόγος είναι ότι με αυτό τον τρόπο περισσότεροι καταναλωτές ενημερώνονται για τις δυνατές επιλογές. Σαφώς το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι το κόστος.

### **3.4 Διεθνές Σύμβολο για το Κλίμα**

Στο πλαίσιο της ανάληψης δράσεων για την ευαισθητοποίηση και ενημέρωση των πολιτών για την κλιματική αλλαγή διαμορφώθηκε το Διεθνές Σύμβολο για το Κλίμα (International Climate Symbol) (Εικόνα 11). Με αυτό υποστηρίζεται η ανάγκη αντιμετώπισης της



κλιματικής αλλαγής αλλά και η δυνατότητα που ακόμη υπάρχει να προληφθεί το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής.



**Εικόνα 11** Διεθνές Σύμβολο για το Κλίμα [47]

Επίσης ένας άλλος λόγος που δημιουργήθηκε το Διεθνές Σύμβολο για το Κλίμα είναι για να υπάρξει ένας σύνδεσμος και μια συντονισμένη δράση μεταξύ όλων των φωνών που ακούγονται από διάφορες πλευρές, που υποστηρίζουν την ανάγκη λήψης μέτρων μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Η κλιματική αλλαγή έχει γίνει ιδιαίτερα σημαντική στην κοινωνία. Οι διάφοροι οργανισμοί ανταλλάσσουν πληροφορίες, επικοινωνούν για το θέμα αυτό και σχετίζονται με αυτό από διαφορετικές οπτικές, όπως τις επιπτώσεις, τις αιτίες, τις προτεινόμενες λύσεις. Αυτά τα αποσπασμένα και απομονωμένα μηνύματα δεν προσδίδουν στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής μια συνοχή. Η δημιουργία του Συμβόλου για το Κλίμα συντελεί στην επικοινωνία μεταξύ όλων των ενδιαφερομένων μερών που συμμετέχουν με το δικό τους τρόπο στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Όλοι οι μη εμπορικοί οργανισμοί, όπως Μη Κυβερνητικοί Οργανισμοί (NGOs), οι κυβερνήσεις, οι δήμοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν το Σύμβολο σε διαφημίσεις στην τηλεόραση, σε φυλλάδια, αφίσες, σε εκθέσεις ή και σε ιστοσελίδες.

Εκτός από τους παραπάνω, δικαιούχος να χρησιμοποιήσει το Διεθνές Σύμβολο για το Κλίμα και με αυτό τον τρόπο να εκφράσει την υποστήριξη της διαφύλαξης της κλιματικής αλλαγής είναι κάθε άτομο ξεχωριστά.

Ας σημειωθεί ότι για την απόκτηση του Διεθνούς Συμβόλου για το Κλίμα δεν απαιτείται η αγορά του με χρηματικό αντάλλαγμα [47].

## 4 Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε διεθνές επίπεδο

### 4.1 Ιστορική Αναδρομή

Πριν την παρουσίαση των διεθνών δράσεων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί μια μικρή ιστορική αναδρομή στην πορεία που ακολουθήθηκε και οι συζητήσεις που πραγματοποιήθηκαν μέχρι σήμερα.

Στο Πρώτο Παγκόσμιο Συνέδριο για το Κλίμα (First World Climate Conference) το 1979 αναγνωρίστηκε ότι η κλιματική αλλαγή αποτελεί σημαντικό πρόβλημα. Σε αυτή την επιστημονική συνάντηση, ερευνήθηκε κατά πόσο η κλιματική αλλαγή επιδρά στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Ως αποτέλεσμα αυτού ήταν η δήλωση ότι είναι απαραίτητο οι κυβερνήσεις να «προβλέψουν και να παρεμποδίσουν τις πιθανές ανθρωπογενείς ενέργειες που επηρεάζουν το κλίμα και συγχρόνως μπορούν να δράσουν αρνητικά στο βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων». Επίσης, προγραμματίστηκε η ίδρυση ενός Παγκόσμιου Προγράμματος για το Κλίμα (World Climate Programme, WCP) υπό την επίβλεψη του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (World Meteorological Organization, WMO), του Περιβαλλοντικού Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environment Programme, UNEP) και του Διεθνούς Συμβουλίου των Επιστημονικών Μονάδων (International Council of Scientific Unions, ICSU).

Διάφορα διακυβερνητικά συνέδρια με θέμα την κλιματική αλλαγή πραγματοποιήθηκαν στα τέλη της δεκαετίας 1980 και στις αρχές της δεκαετίας 1990. Με αρκετό επιστημονικό υλικό, αυτά τα συνέδρια συνέβαλλαν στην ανάπτυξη διεθνούς ενδιαφέροντος για το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Οι συμμετέχοντες ήταν υπεύθυνοι για την διαμόρφωση πολιτικών (policy-makers), επιστήμονες και περιβαλλοντολόγοι. Στις συναντήσεις συζητήθηκαν θέματα πολιτικού και επιστημονικού περιεχομένου και διαμορφώθηκε η ανάγκη για άμεση παγκόσμια δράση. Οι πιο σημαντικές συναντήσεις είναι το Συνέδριο στο Villach (Οκτώβριος 1985), στο Τορόντο (Ιούνιος 1988), στην Οτάβα (Φεβρουάριος 1989), στην Tata (Φεβρουάριος 1989), το Συνέδριο και η Δήλωση της Χάγης (Μάρτιος 1989), στο Noordwijk (Νοέμβριος 1989), στο Cairo (Δεκέμβριος 1989), το Συνέδριο στη Βέργη (the Bergen Conference) (Μάιος 1990) και το Δεύτερο Παγκόσμιο Συνέδριο για το Κλίμα (Second World Climate Conference) (Νοέμβριος 1990).

Το Διακυβερνητικό Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) ιδρύθηκε το 1988 από την UNEP και τον WMO και ανέλαβε την ευθύνη να συγκεντρώσει δεδομένα και στοιχεία για το κλιματικό σύστημα και την κλιματική αλλαγή, για τις περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής καθώς και να προτείνει εναλλακτικές στρατηγικές δράσης. Η Πρώτη Έκθεση του IPCC, που εκδόθηκε το 1990, έθεσε τη βάση για την Συνθήκη για την Κλιματική Αλλαγή.

Το Δεκέμβριο 1990, η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών (UN General Assembly) αποδέχθηκε την έναρξη διαπραγματεύσεων και προετοιμασίας της δημιουργίας μιας διεθνούς συνθήκης για το κλίμα. Η Διακυβερνητική Επιτροπή Διαπραγματεύσεων για τη θέσπιση της Συνθήκης-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change INC/FCCC) πραγματοποίησε πέντε συναντήσεις στο διάστημα μεταξύ Φεβρουαρίου 1991 και Μαΐου 1992. Αντιμετωπίζοντας μια αυστηρή προθεσμία, η οποία αντιστοιχεί στην Συνάντηση Κορυφής στο Ρίο τον Ιούνιο 1992, οι διαπραγματευτές από 150 χώρες κατέληξαν στην τελική μορφή της Συνθήκης σε 15 μήνες, η οποία και υιοθετήθηκε στη Νέα Υόρκη στις 9 Μαΐου 1992.

Το 1992, η Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή των Ηνωμένων Εθνών (the United Nations Framework Convention on Climate Change) υπογράφηκε από 154 χώρες (συμπεριλαμβανομένου και της τότε Ευρωπαϊκής Κοινότητας) στο Ρίο ντε Τζανέιρο. Μετά από 20 χρόνια από την Δήλωση της Στοκχόλμης το 1972 που πρώτη έθεσε τα θεμέλια για την ανάγκη σχεδιασμού περιβαλλοντικής πολιτικής, η Συνάντηση Κορυφής μετατράπηκε στη σημαντικότερη και μεγαλύτερη συνάντηση των κρατών. Επίσης στο Ρίο θεσπίστηκαν και άλλες συμφωνίες, όπως η Δήλωση του Ρίο, η Agenda 21, η Συνθήκη για την Βιοποικιλότητα, και οι Αρχές Προστασίας των Δασών, (Forests Principles).

Η Συνθήκη τέθηκε σε εφαρμογή στις 21 Μαρτίου 1994, 90 μέρες μετά από την επικύρωσή της. Η επόμενη σημαντική ημερομηνία ήταν στις 21 Σεπτεμβρίου όταν τα ανεπτυγμένα Κράτη-μέλη άρχισαν να καταθέτουν εθνικά σχέδια και στρατηγικές αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Εντωμεταξύ το INC (Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change INC/FCCC) συνέχισε την προπαρασκευαστική του δράση σε έξι συναντήσεις για τη συζήτηση θεμάτων που είχαν σχέση με τις δεσμεύσεις, τους διακανονισμούς για οικονομικούς μηχανισμούς που θα χρησιμοποιηθούν, την τεχνική και οικονομική υποστήριξη στις αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς και για διαδικαστικά και θεσμικά θέματα. Το INC διαλύθηκε μετά την τελευταία 11<sup>η</sup> συνάντησή του, το Φεβρουάριο 1995, και στη συνέχεια συστάθηκε το Συμβούλιο των Μελών (Conference of the Parties, COP) το οποίο έγινε η αρμόδια αρχή για τη Συνθήκη της Κλιματικής Αλλαγής.

Το COP πραγματοποίησε την πρώτη του συνάντηση στο Βερολίνο από 28 Μαρτίου ως 7 Απριλίου 1995. Αντιπρόσωποι από 117 Κράτη-μέλη και 53 κράτη-παρατηρητές (Observer-States) συμμετείχαν στο COP1, καθώς και 2000 απλοί παρατηρητές και δημοσιογράφοι. Συμφώνησαν ότι οι δεσμεύσεις για τις ανεπτυγμένες χώρες, οι οποίες περιείχονταν στην Συνθήκη, ήταν ανεπαρκείς και κατέληξαν στην Εντολή του Βερολίνου (“Berlin Mandate”) που περιέχει επιπλέον δεσμεύσεις. Επίσης συζήτησαν για τον πρώτο γύρο των εθνικών σχεδίων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και κατέληξαν στην τελική μορφή των οικονομικών και θεσμικών μηχανισμών που απαιτούνται για την εφαρμογή δράσεων στα επόμενα χρόνια σύμφωνα με τη Συνθήκη για την Κλιματική Αλλαγή. Επίσης τα Μέλη συμφώνησαν ότι νέα δεσμευτικά μέτρα χρειάζεται να αναληφθούν για την περίοδο μετά το 2000 και πιο συγκεκριμένα να τεθούν ποσοτικά όρια και αντικειμενικές μειώσεις στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου στα χρονικά πλαίσια 2005, 2010, 2020.

Το COP2 πραγματοποιήθηκε στη Γενεύη (στο Palais des Nations) το χρονικό διάστημα 8-19 Ιουνίου 1996. Συζητήθηκε η διαδικασία επανεξέτασης των εθνικών προγραμμάτων καθώς και αποφασίστηκαν τα περιεχόμενα των πρώτων εθνικών προγραμμάτων που θα αρχίσουν να υποβάλλουν οι αναπτυσσόμενες χώρες τον Απρίλιο 1997. Βασικό σημείο είναι ότι η Δήλωση της Γενεύης (Geneva Declaration), το αποτέλεσμα των συζητήσεων, ενέκρινε την Δεύτερη Έκθεση του IPCC το 1995 χαρακτηρίζοντας αυτή ως «την πιο περιεκτική, έγκυρη και μέχρι τώρα διαθέσιμη επιστημονική έκθεση για την κλιματική αλλαγή, που εμπεριέχει τις επιπτώσεις και τις επιλογές αντίδρασης στην κλιματική αλλαγή».

Το IPCC στη Δεύτερη Έκθεση (Second Assessment Report) κατέληξε στο γενικό συμπέρασμα ότι «τα στοιχεία αποδεικνύουν ότι υπάρχει μια έντονη ευδιάκριτη ανθρώπινη επιρροή στο κλίμα», ενώ υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της αύξησης της θερμοκρασίας και της ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον η 2<sup>η</sup> Έκθεση του IPCC επιβεβαίωσε τη διαθεσιμότητα οικονομικά αποτελεσματικών στρατηγικών για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. [6].

Η IPCC συνέθεσε και άλλες τεχνικές ενδιάμεσες και ειδικές εκθέσεις πριν την Τρίτη Έκθεση (Third Assessment Report) το 2001.

Ακολουθεί το COP3, στο οποίο θεσπίζεται το Πρωτόκολλο του Κιότο τον Δεκέμβριο 1997. Περίπου 10.000 αντιπρόσωποι, παρατηρητές και δημοσιογράφοι συμμετείχαν σε αυτή την πολύ σημαντική συνάντηση το χρονικό διάστημα 1-11 Δεκεμβρίου 1995. Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο, το οποίο υιοθετήθηκε υπό ομοφωνία, οι βιομηχανικές χώρες έχουν νομικά αυστηρή δέσμευση να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου τουλάχιστον κατά 5% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 την περίοδο 2008-2012. Το Πρωτόκολλο προγραμματίστηκε να τεθεί σε εφαρμογή 90 μέρες μετά την επικύρωση του από τουλάχιστον 55 Κράτη-μέλη της Συνθήκης για την Κλιματική Αλλαγή, με την προϋπόθεση ότι οι ανεπτυγμένες χώρες αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 55% των μειώσεων των ολικών εκπομπών.

Το 1998 στο Μπουένος Άιρες το COP4 έθεσε συγκεκριμένες ημερομηνίες για την τελειοποίηση των υπολειπόμενων λεπτομερειών του Πρωτοκόλλου του Κιότο, ώστε η συμφωνία να είναι πλήρως λειτουργική και εφαρμόσιμη, όταν τεθεί σε εφαρμογή κάποια στιγμή μετά το 2000, όπως προβλεπόταν. Τελικά υιοθετήθηκε το Πρόγραμμα Δράσης του Μπουένος Άιρες (Buenos Aires Plan of Action, BAPA), το οποίο έθεσε ένα φιλόδοξο σχέδιο για την οριστικοποίηση των θεμάτων του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

Το COP5 πραγματοποιήθηκε από 25 Οκτωβρίου ως 5 Νοεμβρίου στη Βόννη 1999, όπου και συζητήθηκαν περισσότερο διαδικαστικά θέματα σε σχέση με τον τρόπο παρουσίασης των δεδομένων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Από το COP6 στη Χάγη το διάστημα 13-24 Νοεμβρίου 2000 αρχίζουν να εμφανίζονται τα περισσότερα προβλήματα του Πρωτοκόλλου του Κιότο, μιας και οι ΗΠΑ διατυπώνουν αντιρρήσεις για την επικύρωση του Πρωτοκόλλου, θέτοντας αυτό σε κίνδυνο. Τελικώς η Συνάντηση των Μελών στη Χάγη καταλήγει με την αποχώρηση των ΗΠΑ από τη συνέχιση των συνομιλιών.

Ακολουθεί στις 16 Ιουλίου 2001 το COP6II (ή COP6,5) στη Βόννη σε περιβάλλον υψηλής αβεβαιότητας και χαμηλών προσδοκιών. Ήταν απόλυτα κατανοητό σε όλους ότι αν τα Μέλη δεν κατέληγαν σε κάποια συμφωνία, οι προσπάθειες που είχαν γίνει στο Κιότο θα είχαν άσχημο τέλος. Τελικά το Συμβούλιο των Μελών κατέληξε στη διαμόρφωση της Συμφωνίας της Βόννης (the Bonn Agreement), η οποία προσπαθεί να συμβιβάσει αντιμαχόμενα στρατόπεδα αλλά αφήνει πολλά άλυτα θέματα.

Σκοπός της συνάντησης στο Μαρόκο (COP7) τον Οκτώβριο/ Νοέμβριο 2001 ήταν με βάση την Συμφωνία της Βόννης (Bonn Agreement), η οποία δεν είχε λάβει την τελική της μορφή στο COP6,5, να ολοκληρώσει το Πρόγραμμα Δράσης του Μπουένος Άιρες (BAPA), που είχε υιοθετήσει το COP4. Ο στόχος αυτής της ουσιαστικά τεχνικής συνάντησης ήταν σαφής: η μετατροπή της Συμφωνίας της Βόννης σε νομικές αποφάσεις που μπορεί να υιοθετηθεί από το COP. Τελικό αποτέλεσμα της συνάντησης αυτής ήταν το Πρωτόκολλο του Κιότο να λάβει την ολοκληρωμένη του μορφή καθιστώντας αυτό πλήρως εφαρμόσιμο.

Πριν το COP8 παρεμβάλλεται η Συνάντηση Κορυφής για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη στο Γιοχάνεσμπουργκ της Νότιας Αφρικής από τις 26 Αυγούστου ως 4 Σεπτέμβρη 2002. Οι συζητήσεις αφορούν γενικότερα τη βιώσιμη ανάπτυξη, με ιδιαίτερη αναφορά σε θέματα κλιματικής αλλαγής, όπως την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, τη χρήση χημικών συστατικών που δεν επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία. Εξάλλου σημαντική εξέλιξη αποτελεί η νέα ώθηση στο Πρωτόκολλο του Κιότο, όταν η Ρωσία και ο Καναδάς ανακοίνωσαν ότι θα το επικυρώσουν. Με τη επικύρωση της Ρωσίας επιτυγχάνεται ο όρος έναρξης της ισχύος του Πρωτοκόλλου, μιας

και θα το έχουν υπογράψει χώρες που είναι συνολικά υπεύθυνες για το 55% των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Βέβαια αξ σημειωθεί ότι το Πρωτόκολλο δεν έχει ακόμη επικυρωθεί από τη Ρωσία και δεν έχει τεθεί σε ισχύ.

Η πιο πρόσφατη συνάντηση του Συμβουλίου των Μελών πραγματοποιήθηκε στο Νέο Δελχί από τις 23 Οκτωβρίου ως 1 Νοέμβριου 2002 για την επέκταση των δράσεων, που μπορούν να αναληφθούν από τις κυβερνήσεις και την κοινωνία των πολιτών για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, αναμένοντας την επικύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο από διάφορες χώρες αλλά κυρίως από τη Ρωσία.

Σημαντική πρόοδος δεν έχει επιτελεστεί μέχρι τώρα στην πορεία εφαρμογής του Πρωτοκόλλου. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικότερα ποιες δράσεις προτείνονται από τη Συνθήκη για την Κλιματική Αλλαγή και από το Πρωτόκολλο του Κιότο.

## **4.2 Δράσεις της διεθνούς κοινότητας για αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής**

Ουσιαστικά οι προσπάθειες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε διεθνές επίπεδο, οι οποίες έχουν εξελιχθεί όπως αναφέρθηκε παραπάνω, βασίζονται σε δύο κείμενα νομικά δεσμευτικής ισχύος: στη Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή και το Πρωτόκολλο του Κιότο, του οποίου μερικά σημεία έχουν συμπληρωθεί από τα αποτελέσματα των συναντήσεων του Συμβουλίου των Μελών που ακολούθησαν. Εξαιτίας της σημασίας αυτών των δύο νομικών κειμένων κρίνεται σκόπιμη η αναφορά σε αυτά, η περιγραφή των στόχων, των μέτρων και του πλαισίου δράσης που προτείνουν.

### **4.2.1 Διεθνής Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή**

Η Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή των Ηνωμένων Εθνών (the United Nations Framework Convention on Climate Change) αποτελεί το θεμέλιο των προσπαθειών σε παγκόσμιο επίπεδο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Θέτει τις γενικές αρχές καθώς και τις κατευθύνσεις για τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν ώστε να αντιμετωπιστεί η κλιματική αλλαγή. Από την Συνάντηση Κορυφής στο Ρίο το 1992 μπορεί να υπογραφεί από τα Κράτη-μέλη. Απώτερος στόχος της Συνθήκης είναι «η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε επίπεδο που θα μπορεί να μην επιτρέπει την επικίνδυνη εμπλοκή του ανθρώπινου παράγοντα στο κλιματικό σύστημα». Ένα τέτοιο επίπεδο συγκεντρώσεων πρέπει να επιτευχθεί σε ένα ικανό χρονικό πλαίσιο ώστε να επιτρέπεται στα οικοσυστήματα να προσαρμοστούν φυσικά στην κλιματική αλλαγή, να εξασφαλίζει ότι η παραγωγή τροφίμων δεν απειλείται και να διευκολύνει την οικονομική ανάπτυξη κατά βιώσιμο τρόπο».

Η Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή θέτει μερικές καθοδηγητικές αρχές. Σύμφωνα με την αρχή της πρόληψης θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προληπτικής δράσης. Η έλλειψη πλήρους επιστημονικής βεβαιότητας δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως δικαιολογία αναβολής μέτρων αντιμετώπισης όταν υπάρχει απειλή σοβαρής και μη αντιστρέψιμης καταστροφής-βλάβης. Η αρχή «της κοινής αλλά διαφοροποιημένης ευθύνης» (principle of common but differentiated responsibilities) αναθέτει την καθοδήγηση στις ανεπτυγμένες χώρες στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η αρχή αυτή αναφέρεται στην κοινή υποχρέωση όλων των χωρών στην κλιματική αλλαγή, συνυπολογίζοντας όμως το γεγονός ότι οι ανεπτυγμένες χώρες κατέχουν μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης, μιας και οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου αντιστοιχούν σε μεγαλύτερα ποσά. Άλλες αρχές αφορούν τις ειδικές ανάγκες των αναπτυσσόμενων χωρών και τη σημασία της προώθησης της βιώσιμης ανάπτυξης.

Οι ανεπτυγμένες και οι αναπτυσσόμενες χώρες αποδέχτηκαν ένα σύνολο γενικών δεσμεύσεων. Όλα τα Μέλη πρέπει να συντάξουν και να υποβάλλουν καταλόγους δεδομένων (inventories) των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για κάθε πηγή αυτών, καθώς και τις ποσότητες των αερίων του θερμοκηπίου που απομακρύνονται από «καταβόθρες» (“sinks”). Επίσης πρέπει να υιοθετήσουν εθνικά προγράμματα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και να αναπτύξουν στρατηγικές για την προσαρμογή στις επιπτώσεις της. Θα πρέπει να προωθήσουν τη μεταφορά τεχνολογίας και τη βιώσιμη διαχείριση, συντήρηση και την αύξηση των καταβόθρων των αερίων του θερμοκηπίου (όπως τα δάση και οι ωκεανοί). Επιπλέον, τα Μέλη θα πρέπει να συνυπολογίσουν την κλιματική αλλαγή στις σχετικές κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές πολιτικές τους, να συνεργαστούν μεταξύ τους σε επιστημονικά, τεχνικά και εκπαιδευτικά θέματα, να προωθήσουν την περιβαλλοντική εκπαίδευση, την δημόσια ευαισθητοποίηση και την ανταλλαγή πληροφοριών που έχουν σχέση με την κλιματική αλλαγή.

Ειδικότερα, οι εκβιομηχανισμένες χώρες θα πρέπει να αναλάβουν συγκεκριμένες δεσμεύσεις. Μερικά μέλη του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) (Organization for Economic Organization and Development, OECD) συν τις χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης-γνωστές ως χώρες του Annex I-δεσμεύονται να υιοθετήσουν πολιτικές και μέτρα που έχουν στόχο την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου το 2000 ως τα επίπεδα του 1990. Πρέπει επίσης να υποβάλλουν εθνικές αναφορές σε τακτά χρονικά διαστήματα με αναλυτική περιγραφή των στρατηγικών της κλιματικής αλλαγής. Διάφορα κράτη μπορούν να συνεργαστούν και να υιοθετήσουν κάποιον κοινό στόχο μείωσης εκπομπών. Ο λόγος είναι ότι οι χώρες που βρίσκονται σε μεταβατική φάση (economies in transition) στην οικονομία της αγοράς δικαιούνται ευελιξία στην εφαρμογή των δεσμεύσεων τους.

Βασικό σημείο της Συνθήκης είναι ότι οι πλουσιότερες χώρες (γνωστές ως χώρες του Annex II) θα πρέπει να βοηθούν τις αναπτυσσόμενες χώρες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, παρέχοντας «νέους και επιπρόσθετους οικονομικούς πόρους» (δηλαδή δεν προέρχονται από τα ήδη υπάρχοντα ταμεία) και διευκολύνοντας την μεταφορά τεχνολογίας φιλική προς το περιβάλλον. Σε αυτό το σημείο φαίνεται ότι η Συνθήκη αναγνωρίζει τη δυσκολία αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής από τις αναπτυσσόμενες χώρες και ότι ο βαθμός επίτευξης των δεσμεύσεων τους εξαρτάται από την τεχνική και οικονομική βοήθεια από τις ανεπτυγμένες χώρες.

Το αρμόδιο θεσμικό όργανο για τη Συνθήκη είναι το Συμβούλιο των Μελών (the Conference of the Parties, COP). Το COP περιλαμβάνει όλα τα κράτη που έχουν επικυρώσει ή προσχωρήσει στην Συνθήκη (πάνω από 175 το Μάιο 1999). Όπως είχε συσταθεί, ρόλος του COP θα ήταν να προωθεί και να ελέγχει την εφαρμογή της Συνθήκης. Στις αρμοδιότητες του, συμπεριλαμβάνεται ο περιοδικός έλεγχος των υφισταμένων δεσμεύσεων, ώστε να είναι σύμφωνες με τον στόχο της Συνθήκης, ο έλεγχος των καινούριων επιστημονικών ανακαλύψεων, και της αποτελεσματικότητας των εθνικών προγραμμάτων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Το COP μπορεί να υιοθετήσει νέες δεσμεύσεις μέσω των διορθώσεων και των πρωτοκόλλων της Συνθήκης.

Η Συνθήκη επιπλέον ιδρύει δύο επικουρικά σώματα. Το Επικουρικό Σώμα για Επιστημονικές και Τεχνολογικές Συμβουλές (The Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, SBSTA) παρέχει στο COP σύγχρονες πληροφορίες και συμβουλές για επιστημονικά και τεχνικά θέματα που έχουν σχέση με την Συνθήκη. Το Επικουρικό Σώμα για την Εφαρμογή (The Subsidiary Body for Implementation, SBI) συμβάλλει στον έλεγχο της εφαρμογής της Συνθήκης.

Σύμφωνα με τη Συνθήκη θεσπίζεται ένας οικονομικός μηχανισμός ο οποίος είναι υπεύθυνος για την διαχείριση και παροχή οικονομικών πόρων. Στη Συνθήκη δηλώνεται ότι αυτός ο μηχανισμός επιβλέπεται και καθοδηγείται από το COP, το οποίο αποφασίζει για τις πολιτικές, τις προτεραιότητες του προγράμματος και τα κριτήρια καταλληλότητας. Πρέπει να υπάρχει μια ισότιμη και ισόρροπη εκπροσώπηση όλων των Μελών με διαφανές σύστημα διακυβέρνησης. Η αρμοδιότητα διαχείρισης του οικονομικού μηχανισμού ανήκει στο Global Environment Facility (GEF) ενώ το COP ελέγχει τον οικονομικό μηχανισμό κάθε τέσσερα χρόνια.

Το COP και τα επικουρικά όργανα υποβοηθούνται από τη Γραμματεία (Secretariat). Η Γραμματεία διοργανώνει τις συναντήσεις του COP και των βοηθητικών σωμάτων, τα προσχέδια των επισήμων αρχείων, παρέχει βοήθεια στα Μέλη για την αρχειοθέτηση και την σύνταξη των πληροφοριών, συνεργάζεται με τις γραμματείες των άλλων σχετικών διεθνών οργανισμών, και αναφέρει τις δραστηριότητες της στο COP [31].

#### 4.2.2 Το Πρωτόκολλο του Κιότο

Για την καλύτερη αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, για την εξειδίκευση των γενικών αρχών της Συνθήκης-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή και τη διευθέτηση άλυτων ζητημάτων που έθιγε η Συνθήκη θεσπίστηκε ένα Πρωτόκολλο, το γνωστό Πρωτόκολλο του Κιότο.

Στην τρίτη συνάντηση του Συμβουλίου των Μελών υιοθετήθηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο. Τα Μέλη συναντήθηκαν στο Κιότο της Ιαπωνίας το χρονικό διάστημα 1-11 Δεκεμβρίου 1997 για να ολοκληρώσουν τη διαδικασία της Εντολής του Βερολίνου ("Berlin Mandate"). Το Πρωτόκολλο του Κιότο, στο οποίο κατέληξε το COP3 είναι μια νομικά δεσμευτική συμφωνία, στην οποία το κεντρικό σημείο είναι ότι συνολικά οι εκβιομηχανισμένες χώρες υποχρεούνται, αρχικά για την περίοδο 2008-2012, να μειώσουν-μεμονωμένα ή σε συνεργασία με άλλες χώρες-τις εκπομπές 6 αερίων του θερμοκηπίου (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, και SF<sub>6</sub>), υπολογισμένες σαν μέσος όρος των χρόνων αυτών, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 5% από τα επίπεδα του 1990. Για την ακρίβεια οι μειώσεις των εκπομπών των τριών σημαντικότερων αερίων του θερμοκηπίου (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) θα υπολογιστούν έχοντας ως έτος βάσης το 1990 (με εξαίρεση μερικές χώρες με οικονομίες υπό μετάβαση). Οι μειώσεις των υπόλοιπων βιομηχανικών αερίων του θερμοκηπίου (HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>) θα μετρηθούν με έτος βάσης είτε το 1990 ή το 1995. Οι εκπομπές των CFCs θα πρέπει να είναι σύμφωνες με τις δεσμεύσεις του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ 1987 που ανήκουν στα Συστατικά που συμβάλλουν στην καταστροφή της Στοιβάδας του Οζοντος (Substances that Deplete the Ozone Layer).

Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθεί ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση (EE) δεσμεύτηκε για μείωση των εκπομπών της κατά 8%, οι ΗΠΑ για 7%, η Ιαπωνία, η Ουγγαρία, ο Καναδάς και η Πολωνία για 6%, ενώ άλλες χώρες όπως η Ρωσία, η Νέα Ζηλανδία και η Ουκρανία και η Αυστραλία δεσμεύτηκαν απλά να σταθεροποιήσουν τις εκπομπές τους. Επίσης επιτρέπεται η Νορβηγία να αυξήσει τις εκπομπές της μέχρι 1%, η Αυστραλία μέχρι 8% και η Ισλανδία μέχρι 10% [41].

Το Πρωτόκολλο του Κιότο επίσης εισήγαγε τρεις «ευέλικτους μηχανισμούς», γνωστοί ως «Μηχανισμοί του Κιότο», για να υποβοηθηθούν τα Μέλη στην προσπάθεια μείωσης των εκπομπών τους με οικονομικά αποδοτικό τρόπο συγχρόνως με την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης αυτών. Αυτοί είναι: (1) το διεθνές εμπόριο εκπομπών (International Emissions Trading, IET) μεταξύ των ανεπτυγμένων χωρών, (2) η εφαρμογή προγραμμάτων από κοινού (Joint Implementation, JI) και (3) ο μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης (Clean Development Mechanism, CDM). Οι δύο τελευταίοι μηχανισμοί αποτελούν εργαλεία, τα

οποία επιτρέπουν στις χώρες που έχουν υιοθετήσει το Πρωτόκολλο του Κιότο, να επιτύχουν τμήμα της μείωσης των εκπομπών με την ανάπτυξη συνεργασίας με αναπτυσσόμενες χώρες (CDM) και με ανεπτυγμένες χώρες (JI).

Εκτός από τους τρεις προαναφερόμενους μηχανισμούς το Πρωτόκολλο προβλέπει την προαιρετική υιοθέτηση κοινών πολιτικών και μέτρων μεταξύ των χωρών καθώς και την προστασία και επαύξηση των δασικών εκτάσεων ώστε να χρησιμοποιηθούν ως καταβόθρες άνθρακα. Γενικώς ως καταβόθρα άνθρακα λειτουργεί κάθε μορφή αποθήκης άνθρακα, όπως τα είδη της βλάστησης, οργανικές ουσίες στα εδάφη (χουμικές ενώσεις), ανθρακικά άλατα στα βραχώδη εδάφη, ο άνθρακας στους ωκεανούς, είτε σε διαλυμένη μορφή ή σωματιδίων, στις οποίες η απορρόφηση άνθρακα είναι μεγαλύτερη από την έκλυση [13].

Τα Μέλη μπορούν να υπογράψουν το Πρωτόκολλο του Κιότο από 16 Μαρτίου 1996, το οποίο θα τεθεί σε εφαρμογή όταν θα έχει επικυρωθεί από τουλάχιστον 55 Μέλη της Συνθήκης-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή, με βασική προϋπόθεση ότι οι ανεπτυγμένες χώρες που συνεισφέρουν κατά 55% στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα θα συμμετέχουν στην ομάδα επικύρωσης του Πρωτοκόλλου [7].

#### **4.2.2.1 Μηχανισμοί του Κιότο**

Το Πρωτόκολλο του Κιότο επιτρέπει στα Μέλη του Annex I να καλύψουν τις δεσμεύσεις τους, πετυχαίνοντας μειώσεις εκπομπών στο εξωτερικό. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στις ανεπτυγμένες χώρες να μετριάσουν το κόστος εφαρμογής μέτρων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, αφού σε μερικές περιπτώσεις η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε μια ξένη χώρα, είναι φθηνότερη από την εγχώρια μείωση εκπομπών. Όντως, πολλοί συγγραφείς πιστεύουν ότι τα κόστη από τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ποικίλλουν σημαντικά ανάμεσα στα Κράτη-μέλη της Συνθήκης για την Κλιματική Αλλαγή. Επιπλέον, αφού η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη οφείλεται στη συνολική συσσώρευση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, δεν έχει ιδιαίτερη σημασία πού παράγονται ή πού μειώνονται αυτά τα αέρια. Αν οι χώρες-μέλη καταφέρουν να αξιοποιήσουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο αυτές τις διαφορές στα κόστη μείωσης των εκπομπών, τότε το συνολικό κόστος για την αντιμετώπιση και την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής θα μπορούσε να μειωθεί κατά 80% περίπου, σε σύγκριση με το κόστος για εγχώρια μόνο μείωση της εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου.

Για να ωφεληθούν από τη διασυνοριακή μείωση των εκπομπών, τα μέλη του Annex I μπορούν να αγοράζουν άδειες μείωσης εκπομπών από μια ξένη χώρα, εφαρμόζοντας έναν ή περισσότερους από τους λεγόμενους "μηχανισμούς" του Κιότο. Οι μηχανισμοί αυτοί, όπως προαναφέρθηκαν, είναι οι εξής:

- διεθνές εμπόριο εκπομπών (International Emissions Trading, IET)
- από κοινού εφαρμογή (Joint Implementation, JI)
- μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης (Clean Development Mechanism, CDM)

Έτσι, μια αναπτυγμένη χώρα που ανήκει στο Annex I, μπορεί να αγοράσει «άδειες καθορισμένων ποσοτήτων εκπομπής» (Assigned Amounts, AAs) από χώρα του Annex I συμμετέχοντας στο διεθνές εμπόριο εκπομπών (IET) και/ή «μονάδες μείωσης εκπομπών» (Emission Reduction Units, ERUs) από προγράμματα από κοινού εφαρμογής (JI). Επίσης, μπορεί να αγοράσει «πιστοποιητικά μείωσης εκπομπών» (Certified Emissions Reductions, CERs) από τις αναπτυσσόμενες χώρες, συμμετέχοντας σε προγράμματα καθαρής ανάπτυξης (CDM). Τα πιστοποιητικά αυτά που θα δοθούν κατά την περίοδο 2000 έως 2008, μπορούν να μην πουληθούν, αλλά να κρατηθούν και να χρησιμοποιηθούν για τη



δεύτερη περίοδο δεσμεύσεων από το 2008 έως το 2012. Δηλαδή, αν μια αναπτυγμένη χώρα κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου δεσμεύσεων (2008-2012) σημειώσει εκπομπές μικρότερες από τις επιτρεπόμενες, μπορεί να κρατήσει αυτή τη διαφορά και να την προσθέσει στις καθορισμένες ποσότητες εκπομπής της για τις επόμενες περιόδους δεσμεύσεων.

### **1. Διεθνές Εμπόριο Εκπομπών (International Emissions Trading, IET)**

Το άρθρο 17 του Πρωτοκόλλου επιτρέπει το εμπόριο εκπομπών μόνο μεταξύ των κυβερνήσεων των αναπτυγμένων χωρών. Συγκεκριμένα μια χώρα που ανήκει στο Annex I και υπερβαίνει το όριο εκπομπής αερίων που της επιτρέπεται, μπορεί να αγοράσει τίτλους μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (AAs) από μια άλλη χώρα του Annex I, της οποίας οι εκπομπές είναι λιγότερες από την ποσότητα που της επιτρέπεται. Οι τίτλοι μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που αγοράζει ένα κράτος-μέλος από ένα άλλο κράτος-μέλος, αφαιρούνται από τις καθορισμένες ποσότητες εκπομπής του κράτους που απόκτησε τους τίτλους. Έτσι, για τη χώρα αυτή μειώνεται το φαινομενικό ποσοστό εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου και μπορεί να επιτύχει το δεσμευτικό στόχο της που έχει τεθεί στο Πρωτόκολλο.

Ωστόσο, στο άρθρο 17 του Πρωτοκόλλου δεν έχουν καθοριστεί ακριβώς οι αρχές, οι κανόνες και οι οδηγίες που θα διέπουν αυτό το εμπόριο. Σημαντικές αποφάσεις για το σχεδιασμό του διεθνούς εμπορίου εκπομπών αναμένεται να ληφθούν σε μελλοντικά Συμβούλια των Μελών (COP).

### **2. Από κοινού Εφαρμογή (Joint Implementation, JI)**

Ο δεύτερος μηχανισμός του Κιότο για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ονομάζεται "Από κοινού Εφαρμογή" (JI). Σύμφωνα με αυτόν ένα ανεπτυγμένο κράτος-μέλος του Annex I, μπορεί να μεταφέρει ή να αποκτήσει μονάδες μείωσης εκπομπών (Emissions Reductions Units, ERUs), εφαρμόζοντας και χρηματοδοτώντας προγράμματα μείωσης των εκπομπών σε κάποιο άλλο κράτος-μέλος του Annex I. Οι χώρες στις οποίες ενδείκνυται περισσότερο η εφαρμογή προγραμμάτων από κοινού εφαρμογής είναι κυρίως αυτές της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης, καθώς το οριακό κόστος μείωσης σε αυτές είναι μικρότερο σε σύγκριση με το κόστος στις άλλες χώρες- μέλη του Annex I.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η Κίνα, καθώς και τα μέλη του λεγόμενου group G-77, πρόβαλλαν ισχυρές αντιστάσεις ως προς την εφαρμογή του μηχανισμού JI μόνο μεταξύ των μελών του Annex I. Το ζήτημα τελικά διευθετήθηκε όταν υιοθετήθηκε και ο 3<sup>ος</sup> μηχανισμός του Κιότο (CDM), ο οποίος μπορεί να εφαρμοστεί και σε μη-μέλη του Annex I.

### **3. Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism, CDM)**

Σύμφωνα με το Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης, (Clean Development Mechanism, CDM) οι αναπτυσσόμενες χώρες θα μπορέσουν να επιτύχουν τους στόχους που τίθενται από τη Σύμβαση και να προωθήσουν τη βιώσιμη ανάπτυξη τους. Ο μηχανισμός αυτός επιτρέπει στις ανεπτυγμένες χώρες-μέλη του Annex I να χρηματοδοτούν προγράμματα μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε αναπτυσσόμενες χώρες, που θα στηρίζονται στην υποχρεωτική μεταφορά τεχνολογίας. Η εφαρμογή του μηχανισμού CDM θα καθοδηγείται από τα Μέλη του Πρωτοκόλλου και θα επιβλέπεται από ένα ειδικό εκτελεστικό σώμα (executive board), ενώ στηρίζεται στην εθελοντική συμμετοχή. Οι δραστηριότητες που θα αναλαμβάνονται σύμφωνα με το μηχανισμό CDM θα έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία των «πιστοποιητικών μείωσης εκπομπών» (Certified Emissions Reductions), τα οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι ανεπτυγμένες χώρες που έχουν συμμετάσχει στο πρόγραμμα του μηχανισμού CDM για να επιτύχουν τους δεσμευτικούς στόχους μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τα προγράμματα υπό το μηχανισμό CDM μπορούν να

αναλάβουν δημόσιοι οργανισμοί ή ιδιωτικές επιχειρήσεις και πρέπει να οδηγούν σε πραγματικά, μετρήσιμα, μακροπρόθεσμα οφέλη περιορισμού των εκπομπών [41, 31].

#### **4.2.2.2 Επικύρωση του Πρωτοκόλλου**

Όπως έχει αναφερθεί το Πρωτόκολλο του Κιότο θα τεθεί σε ισχύ όταν θα έχει επικυρωθεί από τουλάχιστον 55 Μέλη της Συνθήκης για την Κλιματική Αλλαγή, με βασική προϋπόθεση ότι οι ανεπτυγμένες χώρες (μέλη του Annex I) που συνεισφέρουν κατά 55% στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα θα το έχουν επικυρώσει.

Με την τελευταία τροποποίηση και ενημέρωση της κατάστασης του Πρωτοκόλλου (5 Σεπτεμβρίου 2003) προκύπτει ότι 63 χώρες συνολικά έχουν επικυρώσει το Πρωτόκολλο ενώ συνολικά 117 χώρες το έχουν επικυρώσει, αποδεχθεί ή έχουν δηλώσει προσχώρηση. Με την υπάρχουσα κατάσταση ο δεύτερος όρος του Πρωτοκόλλου δεν πληρείται μιας και το Πρωτόκολλο έχει επικυρωθεί από χώρες-μέλη του Annex I που συνεισφέρουν κατά 44,7% στις συνολικές εκπομπές. Αντίθετα ο πρώτος όρος ισχύος του Πρωτοκόλλου έχει εκπληρωθεί αφού 63 χώρες μέλη της Συνθήκης για την Κλιματική Αλλαγή το έχουν ήδη επικυρώσει. Μεγάλη απώλεια είναι η αποχώρηση των ΗΠΑ, που επιμένουν να αρνούνται την επικύρωση παρακαλώντας την εφαρμογή. Πολύ σημαντικό σημείο είναι το ότι η Ρωσία δεν έχει ακόμη επικυρώσει το Πρωτόκολλο παρά τις διαβεβαιώσεις της στη Σύνοδο Κορυφής στο Γιοχάνεσμπουργκ. Ας σημειωθεί ότι με την επικύρωση του Πρωτοκόλλου από την Ρωσία (17,4%) το ποσοστό των εκπομπών των χωρών που συμμετέχουν στο Πρωτόκολλο αγγίζει το 61,6% και συνεπώς το Πρωτόκολλο τίθεται σε εφαρμογή.

Στο Παράρτημα παρουσιάζεται η συνολική κατάσταση του Πρωτοκόλλου του Κιότο μέχρι την ημερομηνία 5 Σεπτεμβρίου 2003.

### **4.3 Συμπεράσματα**

Έχοντας ως βάση τη Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή, το Πρωτόκολλο του Κιότο καθώς και τα συμπεράσματα από τις συναντήσεις των Συμβουλίων των Μελών (COP) έχει διαμορφωθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα το οποίο τα Κράτη-μέλη μπορούν να εφαρμόσουν για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Στόχος αυτού του συνόλου των μέτρων που περιλαμβάνονται στα νομικά δεσμευτικά κείμενα που έχουν συσταθεί από τα Συμβούλια των Μελών, είναι ο περιορισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου επιδιώκοντας την εφαρμογή τεχνικά εφικτών και αποτελεσματικών δράσεων, την προώθηση καινοτομιών καθώς και την ελαχιστοποίηση του κόστους κατά την εφαρμογή δράσεων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, ώστε να μην επιβαρυνθεί η οικονομική ανάπτυξη των χωρών.

Σύμφωνα με το παραπάνω πλαίσιο τα Κράτη-μέλη θα πρέπει να συγκροτούν αρχεία ετησίων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία θα δημοσιοποιούνται. Ήδη λειτουργεί η ιστοσελίδα της Συνθήκης-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή (<http://unfccc.int>), όπου εισάγονται τα στοιχεία εκπομπών και ο καθένας μπορεί να έχει πρόσβαση. Επίσης από τα Μέλη του Annex I απαιτείται να περιλαμβάνουν στις ετήσιες αναφορές τους συμπληρωματικές πληροφορίες, με τις οποίες θα διασαφηνίζουν τους τρόπους με τους οποίους επιχειρούν να ελαχιστοποιήσουν τις επιπτώσεις των δράσεων που αναλαμβάνουν για να ικανοποιήσουν τις υποχρεώσεις τους, στις περισσότερο ευάλωτες αναπτυσσόμενες χώρες [27].

Επιπλέον τα Κράτη-μέλη θα πρέπει να καταρτίζουν εθνικά προγράμματα μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στα οποία θα περιγράφουν τα μέτρα που επιλέγονται για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Πολύ σημαντικό είναι ότι δίνεται η

δυνατότητα στα Κράτη-μέλη να αναπτύξουν συνεργασίες στην εφαρμογή μέτρων, καθώς και να υιοθετούν κοινές πολιτικές.

Βασικό σημείο της προσπάθειας αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο αποτελούν οι μηχανισμοί του Κιότο, όπως περιγράφηκαν παραπάνω. Ειδικότερα ο μηχανισμός CDM αποτελεί εφαρμογή του όρου της Συνθήκης-Πλαίσιο σε σχέση με την υποχρέωση των ανεπτυγμένων χωρών να υποβοηθούν τις αναπτυσσόμενες χώρες στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής με την χρηματοδότηση προγραμμάτων μείωσης εκπομπών αλλά και τη μεταφορά τεχνολογίας. Για το λόγο αυτό και έχει προωθηθεί η οριστικοποίηση των θεμάτων λειτουργίας του.

Ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα του COP8 είναι η δημιουργία του μηχανισμού καθαρής ανάπτυξης (CDM) ως πλήρως λειτουργικό και εφαρμόσιμο, ενισχύοντας τη συνεργασία μεταξύ των χωρών. Ο CDM επιτρέπει πλέον τη μεταφορά επενδύσεων του ιδιωτικού τομέα σε προγράμματα στις αναπτυσσόμενες χώρες, συμβάλλοντας στην βιώσιμη ανάπτυξη αυτών αλλά και στην απόκτηση μονάδων μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις βιομηχανικές χώρες που πραγματοποιούν τις επενδύσεις. Τα πρώτα προγράμματα αναμενόταν να εγκριθούν τους πρώτους μήνες του 2003.

Αποτέλεσμα αυτών είναι η θέσπιση μεθοδολογιών εγκατάστασης και παρακολούθησης προγραμμάτων CDM. Στις 28 Ιουλίου 2003 στη Βόννη, αποφασίστηκαν οι αντίστοιχες μεθοδολογίες για δύο προγράμματα, το ένα αφορούσε ένα πρόγραμμα υγειονομικής ταφής στη Βραζιλία και το δεύτερο μια εγκατάσταση αποικοδόμησης HFCs στην Δημοκρατία της Κορέας [37]. Γίνεται εμφανές ότι παρόλο που δεν έχει επικυρωθεί το Πρωτόκολλο του Κιότο, υπάρχει εξέλιξη στην εφαρμογή των προτεινομένων μέτρων.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι οι μηχανισμοί του Κιότο και η χρήση των καταβόθρων άνθρακα ουσιαστικά δημιουργούν 4 νέες αγορές μονάδων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με τα εξής συναλλασσόμενα προϊόντα: (1) «άδειες καθορισμένων ποσοτήτων εκπομπής» (assigned amounts AAs) από τον μηχανισμό του διεθνούς εμπορίου εκπομπών (IET), (2) «μονάδες μείωσης εκπομπών» (Emission Reduction Units, ERUs) από προγράμματα από κοινού εφαρμογής (JI), (3) «πιστοποιητικά μείωσης εκπομπών» (Certified Emissions Reductions, CERs) από το μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης (CDM), (4) «μονάδες απομάκρυνσης άνθρακα» (Removal Unit, RMUs) από τις δραστηριότητες χρήσης καταβόθρων άνθρακα. Για την αποφυγή της δημιουργίας πολύπλοκων συστημάτων συναλλαγών, τελικώς αποφασίστηκε ότι όλες οι μονάδες θα είναι ίσης ισχύος και μπορούν να μεταφερθούν ελεύθερα.

Η λειτουργία της ενιαίας αγοράς μονάδων μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του Παγκοσμίου Οργανισμού Εμπορίου. Οι περιορισμοί που τίθενται στην αγορά των μηχανισμών (π.χ. εφαρμογή μηχανισμών μεταξύ των χωρών του Annex I) μπορεί να θεωρηθούν ότι παρακωλύουν την εύρυθμη λειτουργία του παγκοσμίου εμπορίου και διαστρεβλώνουν τον ανταγωνισμό. Για να μην υπάρχει πρόβλημα στην εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο, θα πρέπει το θέμα να διευθετηθεί.

Όσον αφορά την έκταση της χρήσης των μηχανισμών για την επίτευξη των δεσμευτικών στόχων μείωσης εκπομπών που απορρέουν για κάθε χώρα από το Πρωτόκολλο, δεν υπόκειται σε κάποιο ποσοτικό περιορισμό (γνωστό ως το θέμα της «συμπληρωματικότητας»). Δηλαδή τα Κράτη-μέλη μπορούν να σχεδιάσουν προγράμματα μείωσης εκπομπών που θα στηρίζονται αποκλειστικά στους μηχανισμούς και δε θα περιλαμβάνουν εγχώρια μέτρα. Αυτό αποτέλεσε ένα από τα σημεία διαφωνίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τις ΗΠΑ. Σύμφωνα με τις προτάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης έπρεπε να ληφθούν εσωτερικά μέτρα από κάθε χώρα, το οποίο σήμαινε την επιβολή

περιορισμού στην χρήση των μηχανισμών του Κιότο κατά 50%. Οι ΗΠΑ ήταν εντελώς αντίθετες σε αυτή την άποψη. Τελικώς υπερίσχυσε η άποψη της μη επιβολής περιορισμού, παρά μόνο όταν ένα κράτος δεν έχει συμμορφωθεί με τις δεσμεύσεις του που απορρέουν από το Πρωτόκολλο.

Βασικό επίσης ζήτημα του Πρωτοκόλλου αποτελεί η χρήση των καταβόθρων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Σύμφωνα με αυτό το μέτρο η αύξηση στα αποθέματα άνθρακα εξαιτίας της απορρόφησης από τις δασικές εκτάσεις (τα ονομαζόμενα «δάση του Κιότο») και άλλες καταβόθρες άνθρακα (carbon sinks) μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα Κράτη-μέλη ώστε να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις του Πρωτοκόλλου.

Το ζήτημα των καταβόθρων αποτέλεσε ένα εξίσου σημαντικό σημείο διατλαντικής σύγκρουσης- όπως το θέμα της «συμπληρωματικότητας»- και συνετέλεσε στην αποχώρηση των ΗΠΑ από τις συζητήσεις. Οι ΗΠΑ υποστήριζαν ότι μπορεί να συμπεριληφθεί η χρήση καταβόθρων στην εφαρμογή προγραμμάτων σύμφωνα με τον CDM, το ποίο αντέκρουε στις απόψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τελικώς, όπως αποφασίστηκε, η χρήση των καταβόθρων επιτρέπεται στην υιοθέτηση προγραμμάτων αναδάσωσης σύμφωνα με το μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης, μόνο κατά τη διάρκεια της πρώτης δεσμευτικής περιόδου και ανάλογα με το επίπεδο εκπομπών του 1990 που παρουσίασε κάθε Κράτος-μέλος.

Παρόλα αυτά αμφισβητείται το κατά πόσο αποτελεσματικό θα είναι αυτό το μέτρο στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Τίθενται ερωτήματα για το κατά πόσο πραγματικά μπορεί να επιτευχθεί η δέσμευση αερίων του θερμοκηπίου και ειδικότερα του CO<sub>2</sub> μέσω της δημιουργίας δασών ή μεταβάλλοντας τις πρακτικές καλλιέργειας. Επίσης έχει διατυπωθεί η ανησυχία ποιο το όριο δέσμευσης CO<sub>2</sub> από τα δάση άνω του οποίου αρχίζει η έκλυση. Για παράδειγμα, αναμένεται έκλυση CO<sub>2</sub>, και όχι απορρόφηση, από το έδαφος δασών που θα καθαριστεί ώστε να δημιουργηθούν ειδικές καλλιέργειες που θα εξυπηρετούν στη συνέχεια ειδικά τον σκοπό της καταβόθρας, επιφέροντας το αντίθετο από το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Συνεπώς προβλήματα εμφανίζονται για τη βιωσιμότητα και την αποτελεσματικότητα των μέτρων αυτών. Επίσης πολύ σημαντικό ζήτημα αποτελεί και η εξασφάλιση μιας κοινής, αποδεκτής, επιστημονικά τεκμηριωμένης μεθόδου μέτρησης της ποσότητας του CO<sub>2</sub> που μπορεί να απορροφηθεί από τις καταβόθρες [13].

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει το σύστημα συμμόρφωσης που θα χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο επίτευξης του στόχου μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που τίθεται για κάθε Κράτος-μέλος από το Πρωτόκολλο του Κιότο. Αυτό αποτελεί αντικείμενο διαχείρισης μιας επιτροπής, η οποία είναι διακριμένη σε δύο τμήματα. Το τμήμα εφαρμογής (the enforcement branch) που θα είναι υπεύθυνο για την επιβολή κυρώσεων στα μέλη που δε συμμορφώνονται με τις υποχρεώσεις τους, και το τμήμα διευκόλυνσης (the facilitative branch), που θα διευκολύνει τα Μέλη στη συμμόρφωση με τις υποχρεώσεις τους. Η περίοδος απολογισμού και εκτίμησης του κατά πόσο τα Μέλη εφάρμοσαν τις υποχρεώσεις τους και ακολούθησαν το πρόγραμμα συμμόρφωσης, γνωστή ως περίοδος “true-up” θα ξεκινήσει μετά το τέλος της δεσμευτικής περιόδου το 2012 και θα διαρκέσει 100 ημέρες. Το θέμα της επιβολής κυρώσεων στα Μέλη που δεν συμμορφώθηκαν με το πρόγραμμα μετατέθηκε να επιλυθεί όταν το Πρωτόκολλο του Κιότο θα τεθεί σε εφαρμογή.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, το Πρωτόκολλο του Κιότο ασχολείται περισσότερο με τα μέτρα μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Πλέον (από το COP8) γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη σημασία λήψης κατάλληλων μέτρων για προσαρμογή στις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Εκτός από αυτό, υπό την επίδραση των

αποτελεσμάτων της Συνάντησης Κορυφής για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη στο Γιοχάνεσμπουργκ η κλιματική αλλαγή θα πρέπει να αντιμετωπίζεται σε συνδυασμό με τη βιώσιμη ανάπτυξη. Οι εθνικές στρατηγικές για τη βιώσιμη ανάπτυξη πρέπει να ενσωματώσουν στοιχεία που έχουν σχέση με την κλιματική αλλαγή σε τομείς όπως οι υδατικοί πόροι, ενέργεια, η υγεία, η γεωργία και η βιοποικιλότητα [32].

Από την πορεία των συναντήσεων προκύπτει η δυσκολία εφαρμογής του Πρωτοκόλλου. Καταρχήν η αποδοχή αυτού από τα κράτη-μέλη φαίνεται ιδιαίτερα ασθενής. Η Ευρωπαϊκή Ένωση διαφαίνεται να είναι περισσότερο ευαισθητοποιημένη με το θέμα της κλιματικής αλλαγής, ενώ ήδη έχει υιοθετήσει πρόγραμμα αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής (Παράγραφος 5.3.1). Αντίθετα οι ΗΠΑ ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για τις οικονομικές επιπτώσεις υιοθέτησης του Πρωτοκόλλου και έχουν διατηρήσει αρνητική στάση. Από την άλλη πλευρά βασική επιδίωξη των αναπτυσσόμενων και φτωχότερων κρατών αποτελεί η εξασφάλιση ευνοϊκών όρων καθώς και οι υψηλές χρηματοδοτήσεις. Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με τη Συνθήκη και το Πρωτόκολλο είναι πολιτικό θέμα και όχι μόνο περιβαλλοντικό.

Πλέον το Πρωτόκολλο του Κιότο έχει λάβει την τελική μορφή μετά από σχεδόν δέκα χρόνια διαπραγματεύσεων από το COP1. Είναι καθορισμένες όλες οι διαδικασίες λειτουργίας του και δεν υπάρχουν άλυτα θέματα. Αυτό που απομένει είναι η επικύρωση του ώστε να τεθεί σε ισχύ. Παρόλα αυτά το Πρωτόκολλο του Κιότο ακόμα και να τεθεί σε εφαρμογή αποτελεί ένα βήμα. Ακόμη και η 1<sup>η</sup> δεσμευτική περίοδος μπορεί να χαρακτηριστεί ως δοκιμαστική (“test drive”) [27]. Οι επόμενες δεσμευτικές περιόδους αναμένεται να επηρεάσουν το κλιματικό σύστημα, ανάλογα με τους στόχους που θα τεθούν.

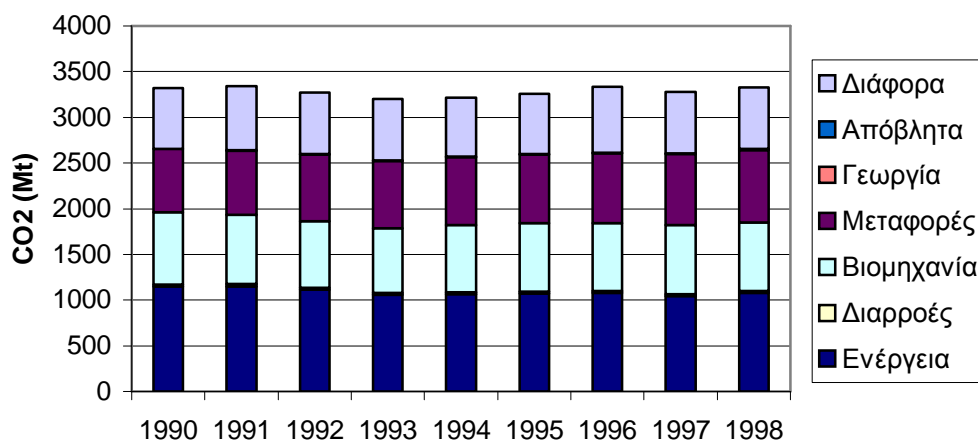
Εξάλλου όπως αναφέρθηκε, σύμφωνα με τον γενικό στόχο που τίθεται από τη Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή πρέπει να επιτευχθούν τέτοιες συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα που θα αποτρέπουν την ανθρώπινη συνεισφορά, η οποία θα επιφέρει κινδύνους στο κλιματικό σύστημα. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου απαιτείται σημαντική μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Για την επίτευξη αυτού η απαιτούμενη μείωση έχει εκτιμηθεί ότι πρέπει να είναι κατά 50-70% των επιπέδων του 1990, η οποία απέχει κατά πολύ από τα όρια που έχει θέσει το Πρωτόκολλο του Κιότο [7].

Βέβαια η πορεία επικύρωσης δε φαίνεται ενθαρρυντική καθώς παρά τις διαβεβαιώσεις κατά τη διάρκεια συναντήσεων (COP) με περιβαλλοντικά θέματα οι ουσιαστικές αποφάσεις που αφορούν αυτά και καθορίζουν την πρόοδο αυτών φαίνεται να λαμβάνονται σε συναντήσεις των χωρών επί οικονομικών θεμάτων με εμφανή τον κίνδυνο τελικώς το Πρωτόκολλο να μην εφαρμοστεί.



Επίσης αναμένεται λόγω των κοινωνικών και οικονομικών τάσεων να αυξηθεί η ζήτηση ενέργειας με την ανάλογη επίδραση στις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Η αυξητική τάση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στις μεταφορές οφείλεται κατά κύριο λόγο στην αύξηση του όγκου και της χρήσης των μέσων μεταφοράς, ενώ αναμένεται στο μέλλον η συνεισφορά τους στις εκπομπές CO<sub>2</sub> να είναι ιδιαίτερα σημαντική.

### Εκπομπές CO<sub>2</sub> στην Ευρώπη



Εικόνα 12 Εκπομπές CO<sub>2</sub> στην Ευρώπη ανά τομέα

Όσον αφορά το CH<sub>4</sub>, η συνεισφορά του στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρώπη είναι 11%. Οι κυριότερες πηγές CH<sub>4</sub> είναι ο αγροτικός τομέας (49% το 1998), κυρίως τα μηρυκαστικά ζώα, η απόθεση απορριμμάτων (30%) καθώς και η εξόρυξη λιγνίτη και οι διαρροές από τα συστήματα διανομής φυσικού αερίου (Εικόνα 13).

Πίνακας 13 Εκπομπές CH<sub>4</sub> ανά χώρα στην Ευρώπη (kt CH<sub>4</sub>) [8]

Χώρα	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Αυστρία	538	527	514	508	500	489	482	470	459
Βέλγιο	603	605	608	619	592	592	592	584	581
Γερμανία	5571	5013	4654	4267	4022	3892	3555	3564	3555
Δανία	279	281	281	285	282	281	279	272	287
Ισπανία	1649	1677	1721	1748	1795	1840	1936	1994	2077
Φιλανδία	358	279	245	246	245	269	270	249	207
Γαλλία	2923	2926	2886	2871	2803	2744	2616	2517	2484
Ηνωμένο Βασίλειο	3677	3627	3533	3179	2943	2917	2854	2763	2636
Ελλάδα	439	400	440	440	445	456	452	456	464
Ιρλανδία	611	619	620	624	627	634	646	655	649
Ιταλία	1892	1909	1828	1820	1880	1912	1921	1949	1967
Λουξεμβούργο	24	22	22	22	22	22	24	24	23
Ολλανδία	1292	1309	1256	1225	1203	1173	1165	1105	1065
Πορτογαλία	636	639	635	623	635	634	633	637	635
Σουηδία	284	325	320	320	302	297	261	260	256
<b>EU15</b>	<b>20775</b>	<b>20157</b>	<b>19563</b>	<b>18797</b>	<b>18298</b>	<b>18151</b>	<b>17687</b>	<b>17500</b>	<b>17346</b>
Νορβηγία	317	322	328	333	340	342	344	349	346
Ισλανδία	14	14	14	14	14	14	14	14	14

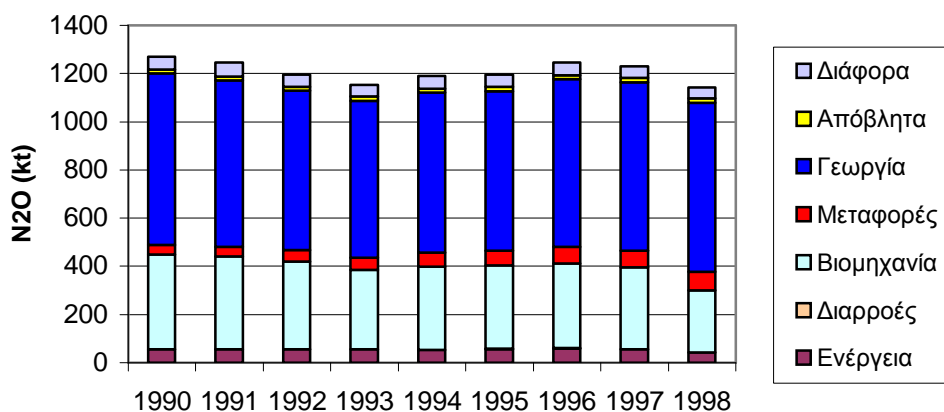
Όπως φαίνεται από τον προηγούμενο πίνακα (Πίνακας 13) οι εκπομπές CH<sub>4</sub> μειώθηκαν κατά 17% για το διάστημα 1990-1998, εξαιτίας της μείωσης εκπομπών από τη βασική





Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα (Πίνακας 14) δεν παρατηρείται σταθερή και σαφής τάση εξέλιξης για τις εκπομπές του N<sub>2</sub>O για το χρονικό διάστημα 1990-1998, αν και συνολικά οι εκπομπές N<sub>2</sub>O το 1998 υποδηλώνουν μείωση κατά 10% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

### Εκπομπές N<sub>2</sub>O στην Ευρώπη



Εικόνα 14 Εκπομπές N<sub>2</sub>O στην Ευρώπη ανά τομέα [8]

Όσον αφορά τα f-gases στην Ευρώπη, και πιο συγκεκριμένα των HFCs, PFCs, και το SF<sub>6</sub> η καταχώρηση των εκπομπών τους σε αρχεία είναι πιο πρόσφατη. Παρόλα αυτά οι εκπομπές των παραπάνω f-gases ανέρχονταν σε 1,5% των ολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για το 1998 στην Ευρώπη. Επίσης οι εκπομπές των HFCs αυξήθηκαν σημαντικά το χρονικό διάστημα 1990-1998 επειδή χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικές ουσίες των ενώσεων που συμβάλλουν στην καταστροφή του όζοντος σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Πιο συγκεκριμένα η συνεισφορά των HFCs ήταν 55%, ακολουθούμενη από το SF<sub>6</sub> (22%) για το 1998. Σημαντικότερη πηγή των f-gases στην Ευρώπη (99,9% το 1998), με κυριότερη τις εκπομπές HFCs ως παραπροϊόν κατά την παραγωγή HCFCs.

Πίνακας 15 Εκπομπές HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> ανά χώρα στην Ευρώπη (kt CO<sub>2</sub>-eq) [8]

Χώρα	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Αυστρία	116	433	750	1067	1384	1701	1724	1746	1768
Βέλγιο	100	166	233	299	366	638	738	892	873
Γερμανία	8932	9042	9484	11163	11440	11137	10232	10692	10692
Δανία	0	0	4	211	267	411	532	523	642
Ισπανία	3826	3468	3761	3164	4792	6539	7490	9120	9375
Φιλανδία	55	55	38	19	11	20	54	123	194
Γαλλία	7644	6207	5464	4727	4539	5049	6139	6905	7345
Ηνωμένο Βασίλειο	14379	14425	14138	14604	15855	17433	18466	20371	22124
Ελλάδα	900	900	800	900	1000	500	513	527	540
Ιρλανδία	0	40	80	120	160	200	233	267	300
Ιταλία	782	811	808	825	1306	1821	1706	2138	2140
Λουξεμβούργο	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ολλανδία	3401	3375	3167	3262	3585	3554	3953	4212	4190
Πορτογαλία	100	140	180	220	260	300	373	447	520
Σουηδία	700	780	860	940	1020	1100	1120	1140	1243
<b>EU15</b>	<b>40935</b>	<b>39843</b>	<b>39765</b>	<b>41522</b>	<b>45985</b>	<b>50404</b>	<b>53328</b>	<b>59101</b>	<b>61946</b>

Όπως φαίνεται και από τον προηγούμενο πίνακα (Πίνακας 15) παρατηρείται σημαντική αύξηση των εκπομπών συνολικά των f-gases στην Ευρώπη συνολικά και ιδιαίτερα για τις χώρες Ηνωμένο Βασίλειο, Γερμανία, Ισπανία [8].

## 5.2 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, σε συνεργασία με άλλους διεθνείς οργανισμούς, έχει αναγνωρίσει την κλιματική αλλαγή ως το κυρίαρχο περιβαλλοντικό θέμα που πρόκειται να απασχολήσει τον 21<sup>ο</sup> αιώνα. Οι επιπτώσεις αυτού έχουν αρχίσει να γίνονται εμφανείς.

Υποστηρίζεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε τον 20<sup>ο</sup> αιώνα ήταν η μεγαλύτερη σε σύγκριση με την αντίστοιχη μεταβολή των προηγούμενων δεκαετιών εδώ και 1000 χρόνια. Επίσης η δεκαετία του 1990 αποτέλεσε την πιο θερμή δεκαετία του αιώνα [42]. Η θερμοκρασιακή αύξηση που σημειώθηκε στην Ευρώπη ακολουθεί την παγκόσμια τάση, μολονότι οι φυσικές διακυμάνσεις είναι μεγαλύτερες. Παρόλα αυτά υπάρχουν ισχυρά αποδεικτικά στοιχεία ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα θεωρείται υπεύθυνη για την θέρμανση του πλανήτη τα τελευταία 50 χρόνια.

Όσον αφορά τις βροχοπτώσεις στην Ευρώπη, οι διακυμάνσεις των μέσων ετήσιων τιμών νετού κατά τη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα δείχνουν μια γενική αύξηση στη βόρεια Ευρώπη ενώ για την νότια Ευρώπη και την περιοχή της Μεσογείου υπάρχουν ενδείξεις μείωσης των βροχοπτώσεων. Επίσης σε σχέση με τα ακραία καιρικά φαινόμενα, τόσο οι συχνότητες εμφάνισης όσο και η ένταση των ισχυρών καταιγίδων τον 20<sup>ο</sup> αιώνα δεν έδειξαν κάποια συγκεκριμένη τάση λόγω της τυχαίας μεταβολής που παρουσιάζουν. Παρόλα αυτά, έντονοι και με οδυνηρές επιπτώσεις ήταν οι καύσωνες που παρατηρήθηκαν το καλοκαίρι του 2003 στη δυτική και κεντρική Ευρώπη.

Συγκεκριμένες πληροφορίες για την αναμενόμενη εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής στην Ευρώπη, παρέχονται από την Τρίτη Έκθεση του Διακυβερνητικού Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC). Ενδεικτικά αναφέρονται μερικά στοιχεία:

- Ø Οι καλοκαιρινές βροχοπτώσεις, η διαθεσιμότητα των υδατινών πόρων και η υγρασία του εδάφους είναι πιθανόν να μειωθούν στη νότια Ευρώπη, ενώ αυξήσεις στα παραπάνω μεγέθη αναμένεται να παρατηρηθούν τον χειμώνα στις βόρειες και νότιες περιοχές της Ευρώπης.
- Ø Η ποσότητα των πάγων στις Άλπεις προβλέπεται ότι θα υποδιπλασιαστεί μέχρι το τέλος του 21<sup>ου</sup> αιώνα.
- Ø Ο κίνδυνος από πλημμύρες των ποταμών θα αυξηθεί σε όλη την Ευρώπη.
- Ø Θα εμφανιστούν θετικά αποτελέσματα στις καλλιέργειες στη βόρεια Ευρώπη, ενώ συγχρόνως θα παρατηρηθεί μείωση της παραγωγικότητας στην Νότια και Ανατολική Ευρώπη.
- Ø Η απώλεια σημαντικών οικοσυστημάτων (υδροβιότοποι, τούνδρα, απομονωμένες περιοχές) θα απειλήσει την ύπαρξη σπάνιων ειδών πανίδας και χλωρίδας [7].

Το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για να αποτρέψει τις επερχόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, έχει συμφωνήσει ότι η αύξηση των μέσων παγκόσμιων θερμοκρασιών δε θα πρέπει να υπερβεί τους 2°C σε σχέση με τα επίπεδα των προβιομηχανικών χρόνων. Για το λόγο αυτό, συγκεκριμένα μέτρα θα πρέπει να ληφθούν.

## 5.3 Μέτρα αντιμετώπισης

Τα 15 Κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης επικύρωσαν στην έδρα του ΟΗΕ στη Νέα Υόρκη το Πρωτόκολλο του Κιότο. Ας σημειωθεί ότι το Πρωτόκολλο επικυρώθηκε και από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως διεθνή και πολιτικό οργανισμό.

Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο, η Ευρωπαϊκή Ένωση και τα Κράτη-μέλη της έχουν δεσμευθεί να μειώσουν τις εκπομπές των έξι σημαντικών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι 8%, σε σχέση με τα επίπεδα αυτών το 1990, το χρονικό διάστημα από 2008 ως 2012. Επίσης οι αντίστοιχες δεσμεύσεις για τις χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης είναι αύξηση των εκπομπών κατά 0-8%. Ο διακανονισμός των επιμέρους υποχρεώσεων από κάθε κράτος-μέλος, στο εσωτερικό της ΕΕ αποτέλεσε το αντικείμενο συμφωνίας, στο Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος τον Ιούνιο του 1998 (burden-sharing agreement) [7].

Οι υποχρεώσεις όλων των Κρατών-μελών της ΕΕ με βάση τη συμφωνία αυτή παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 16).

**Πίνακας 16** Δεσμεύσεις κάθε χώρας της ΕΕ σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο [41]

<i>Χώρα</i>	<i>Μεταβολή των εκπομπών</i>
Λουξεμβούργο	-28,0%
Γερμανία	-21,5%
Δανία	-21,5%
Αυστρία	-13,0%
Ηνωμένο Βασίλειο	-12,5%
Βέλγιο	-7,0%
Ιταλία	-6,5%
Ολλανδία	-6,0%
Γαλλία	0%
Φιλανδία	0%
Σουηδία	+5,0%
Ιρλανδία	+14,0%
Ισπανία	+15,0%
Ελλάδα	+25,0%
Πορτογαλία	+28,0%

Ένα σημαντικό θέμα για την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι να εξασφαλιστεί η εφαρμογή μέτρων που θα αναληφθούν με πρωτοβουλία των ιδίων των κρατών (εγχώρια μέτρα) ώστε να μειωθούν οι εκπομπές. Το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει προτείνει και έχει επανειλημμένως εκφράσει την άποψη ότι πρέπει να υπάρξει περιορισμός στη χρήση των μηχανισμών του Κιότο. Διάφορα Κράτη-μέλη, συμπεριλαμβάνοντας τη Δανία, Γαλλία, Γερμανία, Ολλανδία και το Ηνωμένο Βασίλειο, υιοθέτησαν εθνικά προγράμματα το 1999 και 2000 για να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Παρόλα αυτά, μερικά Κράτη-μέλη έχουν ανακοινώσει σχέδια χρησιμοποίησης των Μηχανισμών του Κιότο ώστε να ικανοποιήσουν τις δεσμεύσεις τους. Για παράδειγμα η Ολλανδία έχει δηλώσει ότι με αυτό τον τρόπο σκοπεύει να εκπληρώσει κατά 50% τις υποχρεώσεις της.

Ενδεικτικά μερικές πολιτικές και μέτρα σε κοινοτικό ή εθνικό επίπεδο περιλαμβάνουν:

- Ø Φόρους στην καταναλισκόμενη ενέργεια και το εκπεμπόμενο διοξείδιο του άνθρακα σε διάφορα Κράτη-μέλη.
- Ø Συμφωνία μετά από διαπραγματεύσεις μεταξύ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και της αυτοκινητοβιομηχανίας ώστε να μειωθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα καινούρια ιδιωτικής χρήσεως αυτοκίνητα κατά 25% το χρονικό διάστημα 1995-2008.
- Ø Απαίτηση εφαρμογής της Οδηγίας για την Ολοκληρωμένη Πρόληψη και τον Έλεγχο της Ρύπανσης (Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC) για τη χρήση Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνολογιών, ώστε να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της χρήσης ενέργειας.

- Ø Απαίτηση της Οδηγίας για τους Χώρους Υγειονομικής Ταφής για μείωση της παραγόμενης ποσότητας οργανικών αποβλήτων, που συνεισφέρει στη μείωση εκπομπών μεθανίου, και για συλλογή αερίου που θα χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας.
- Ø Προώθηση της αποτελεσματικότητας στην κατανάλωση ενέργειας με εφαρμογή ειδικών προγραμμάτων, διαφόρων Οδηγιών και σύναψη συμφωνιών με παραγωγούς και εισαγωγείς ενέργειας.

Σημαντική και απαραίτητη είναι επιπλέον η παρακολούθηση και η πιστοποίηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου [7].

Στην περίπτωση των χωρών προς ένταξη στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι στόχοι που τίθενται στο Κιότο είχαν επιτευχθεί σαν αποτέλεσμα κυρίως της οικονομικής κάμψης παρά σαν αποτέλεσμα οργανωμένης δράσης μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Συνέπεια αυτών είναι η πιθανότητα αύξησης των εκπομπών λόγω ενδεχόμενης οικονομικής ανάπτυξης. Για αυτό το λόγο απαιτείται να ληφθούν μέτρα και από αυτές τις χώρες[7].

Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, που περιέχονται στην Έκθεση Παρακολούθησης 2000 (Monitoring Report, 2000), η οποία υπάγεται στην Απόφαση Συμβουλίου 1999/296/EC για την παρακολούθηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από την Κοινότητα, υποστηρίζεται ότι οι υπάρχουσες πολιτικές και τα μέτρα (“business as usual”) μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου του 2010 κατά 1,4% κάτω από τα επίπεδα του 1990 [9]. Επίσης, αναφερόμενοι σε ένα πιο απαισιόδοξο σενάριο οι πολιτικές και τα μέτρα μπορούν απλά να σταθεροποιήσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου στα επίπεδα του 1990. Αυτές οι προβλέψεις αναδεικνύουν ότι μπορεί να υπάρξει διαφορά με το στόχο του Κιότο κατά -6,6% ως -8% ανάμεσα στα αποτελέσματα των ήδη υπάρχουσών πολιτικών και του στόχου του Κιότο.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω συμπεράσματα, τα προαναφερόμενα προτεινόμενα μέτρα και πολιτικές για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής έχουν λάβει μια πιο οργανωμένη παρά αποσπασματική μορφή υπό το πρίσμα του Ευρωπαϊκού Προγράμματος για την Αλλαγή του Κλίματος, το οποίο περιγράφεται στη συνέχεια.

### **5.3.1 Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος (European Climate Change Programme)**

#### **5.3.1.1 Εισαγωγή**

Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος (ΕΠΑΚ) (European Climate Change Programme, ECCP) τέθηκε το 2000 με σκοπό να συμβάλλει στην αναγνώριση και εξεύρεση των αποτελεσματικότερων περιβαλλοντικά και οικονομικά μέτρων, ώστε να διευκολύνει την Ευρωπαϊκή Ένωση να εκπληρώσει τον στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2008-2012 κατά 8% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, όπως έχει οριστεί στο Πρωτόκολλο του Κιότο.

Το ΕΠΑΚ διαμορφώθηκε μετά από σειρά συναντήσεων περιλαμβάνοντας διαδικασίες διαβούλευσης με κοινωνικούς εταίρους, οι οποίες επικεντρώθηκαν σε θέματα ενέργειας, μεταφορών, βιομηχανίας, έρευνας και γεωργίας, καθώς και στο εμπόριο εκπομπών στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) στο πλαίσιο των ευέλικτων μηχανισμών που έχουν οριστεί από το Πρωτόκολλο του Κιότο. Επτά τεχνικές Ομάδες Εργασίας (Working Groups, WG) ιδρύθηκαν υπό την εποπτεία της υπεύθυνης Επιτροπής για το ΕΠΑΚ (ECCP Steering Committee). Για τη διαμόρφωση του Προγράμματος λήφθηκαν υπόψη και άλλες

πολιτικές της ΕΕ, όπως το 6<sup>ο</sup> Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα Δράσης (Sixth Environmental Action Programme) και η Στρατηγική της ΕΕ για την Βιώσιμη Ανάπτυξη. Σημαντικό χαρακτηριστικό του ΕΠΑΚ είναι η συμμετοχή στη διαδικασία συζήτησης του ΕΠΑΚ πολλών εταιρών, στους οποίους περιλαμβάνονται, η Επιτροπή, ειδικοί από κάθε κράτος, εκπρόσωποι της βιομηχανίας και Μη Κυβερνητικοί Οργανισμοί. Αυτή η προσέγγιση της συμβουλευτικής συμμετοχής των εταιρών αποτέλεσε πρωτοβουλία της Επιτροπής, ώστε να σχεδιαστεί μια κατάλληλη και σφαιρική πολιτική για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε όλους τους σχετικούς τομείς

Ένα από τα κυριότερα αποτελέσματα του ΕΠΑΚ είναι ότι κάθε τομέας πρέπει να συμμετέχει στο στόχο που τίθεται από το Κιότο, με σκοπό την ελαχιστοποίηση του κόστους συμμόρφωσης της πολιτικής για το κλίμα που θα ακολουθήσει η ΕΕ και το οποίο θα επιβαρύνει την κοινωνία. Το Πρόγραμμα ερεύνησε και έκρινε περισσότερα από 40 μέτρα συνολικά, χρησιμοποιώντας ως κριτήρια, για παράδειγμα τη συνεισφορά τους στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, την αποτελεσματικότητά τους όσον αφορά το κόστος και το χρονικό πλαίσιο στο οποίο μπορούν να εφαρμοστούν και να επιφέρουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Το πρόγραμμα κατέληξε να αναγνωρίσει οικονομικά αποτελεσματικές επιλογές (με κόστος < 20€/t CO<sub>2</sub>eq), επιφέροντας συνολική μείωση στις εκπομπές 664-765 Mt CO<sub>2</sub>eq.

Σε αντίθεση, οι πρόσφατες εκτιμήσεις από τον Ευρωπαϊκό Περιβαλλοντικό Οργανισμό (European Environmental Agency) για την απαραίτητη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ώστε να επιτευχθεί ο στόχος -8% που τίθεται για την ΕΕ από το Κιότο ανέρχονται σε 336 Mt CO<sub>2</sub>eq. Αυτό σημαίνει ότι οι τεχνικές δυνατότητες των οικονομικά αποτελεσματικών επιλογών που προέκυψαν από το ΕΠΑΚ είναι διπλάσιες από το απαιτούμενο ποσό.

Στη συνέχεια θα αναφερθούν περιληπτικά οι προτεινόμενες δράσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε κάθε τομέα. Οι προτεινόμενοι τομείς για τη λήψη μέτρων είναι η χρήση των Ευέλικτων Μηχανισμών, η Παραγωγή και Κατανάλωση Ενέργειας, οι Μεταφορές, η Βιομηχανία, η Έρευνα, ο Αγροτικός τομέας. Τα παρακάτω μέτρα συγκαταλέγονται στην πρώτη φάση του ΕΠΑΚ και περιέχονται στην 1<sup>η</sup> Έκθεση του ΕΠΑΚ που ολοκληρώθηκε το Ιούνιο 2001. Ακολουθεί η εξέλιξη του ΕΠΑΚ στην Παράγραφο 5.3.2.

### **5.3.1.2 Ευέλικτοι Μηχανισμοί**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση προτείνει την εφαρμογή των ευέλικτων μηχανισμών, όπως ορίζονται στο Πρωτόκολλο του Κιότο. Στην πρώτη φάση του ΕΠΑΚ μεγαλύτερη προσοχή δίνεται στο εμπόριο εκπομπών καθώς διαμορφώθηκαν οι βασικές αρχές και το ρυθμιστικό πλαίσιο λειτουργίας αυτού μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Επίσης προτείνεται η διαδικασία εμπορίου εκπομπών να ξεκινήσει όσο το δυνατόν νωρίτερα και να μην περιμένει η ΕΕ την επικύρωση του Πρωτοκόλλου, αλλά να πραγματοποιηθεί με τις προδιαγραφές που ορίζονται από τα Κράτη-μέλη, αν κάποια σημεία δεν έχουν διασαφηνιστεί στο Πρωτόκολλο. Ένα προ-Κιότο σύστημα εμπορίου εκπομπών στην ΕΕ μπορεί να θεωρηθεί ως μια διαδικασία προσαρμογής και προετοιμασίας.

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του εμπορίου εκπομπών, όπως αποφασίστηκαν στο ΕΠΑΚ συνοψίζονται παρακάτω.

- Ένα σύστημα εμπορίου εκπομπών πρέπει να είναι περιβαλλοντικά αποτελεσματικό, οικονομικά αποδοτικό, απλό και διαφανές και να εφαρμοστεί σε όσο το δυνατόν περισσότερους τομείς (ανθρώπινες δραστηριότητες), οντότητες (εταιρίες) και σε όλα αέρια του θερμοκηπίου (όχι μόνο το CO<sub>2</sub> αλλά και τα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου μπορούν

να συμπεριληφθούν υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει δυνατότητα παρακολούθησης αυτών).

- Πολιτικές και μέτρα, εφαρμοζόμενα για αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής που περιλαμβάνουν το εμπόριο εκπομπών, πρέπει να κατανέμουν την προσπάθεια μείωσης των εκπομπών σε όλους τους τομείς ισότιμα.
- Ένα καλά σχεδιασμένο σύστημα εμπορίου εκπομπών μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη του ανταγωνισμού εντός της ΕΕ, καθώς κάθε εταιρία θα αντιμετωπίζει την ίδια τιμή άνθρακα στην αγορά.
- Η δόμηση ενός συστήματος εμπορίου εκπομπών στην ΕΕ μπορεί να στηριχθεί στην εμπειρία ήδη υπαρχόντων αγορών εκπομπών.
- Η μελλοντική ανάπτυξη του εμπορίου εκπομπών πρέπει να περιλαμβάνει τη συνεργασία με επιχειρήσεις, περιβαλλοντικούς μη-Κυβερνητικούς Οργανισμούς (NGOs) και άλλες ομάδες, ώστε να εξασφαλιστεί η μέγιστη υποστήριξη για το αναπτυσσόμενο σύστημα.
- Όσον αφορά τον τρόπο μέτρησης των συναλλαγών μεταξύ των συμμετεχόντων προτείνεται η δημιουργία ενός κοινού «νομίσματος» εμπορίου εκπομπών επιλέγοντας ως μονάδα μέτρησης τους μετρικούς τόνους CO<sub>2</sub>-equivalent, χρησιμοποιώντας τους συντελεστές μετατροπής, δηλαδή το Δυναμικό Παγκόσμιας Θέρμανσης (GWP) που προτείνει η IPCC για τα αέρια του θερμοκηπίου.
- Επίσης καθορίζεται, ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν άδειες αποθήκευσης μονάδων εκπομπών, αν έχει πραγματοποιηθεί μείωση εκπομπών παραπάνω από τον στόχο που έχει τεθεί (banking permits). Αντίθετα δεν γίνεται να δανειστούν μονάδες εκπομπών από τις μελλοντικές δεσμευτικές περιόδους, αν δεν έχει επιτευχθεί ο στόχος την τρέχουσα χρονική περίοδο.
- Υψηλά πρότυπα παρακολούθησης, πιστοποίησης, αναφοράς και συμμόρφωσης είναι σημαντικά για την εγγύηση της περιβαλλοντικής και οικονομικής αξιοπιστίας του εμπορίου εκπομπών, ενώ θα πρέπει να είναι συγκρίσιμα με τα συστήματα που ισχύουν στην ΕΕ και στα κράτη ξεχωριστά.
- Τέλος υπογραμμίζεται η σημασία της ανάληψης γρήγορων και αυτομάτων ενεργειών σε περίπτωση που δεν υπάρχει συμμόρφωση με το σύστημα εμπορίου εκπομπών. Το κόστος μη συμμόρφωσης θα πρέπει να είναι υψηλότερο από αυτό αγοράς των αδειών και των μονάδων εκπομπής.

Στην πρώτη φάση του ΕΠΑΚ δε δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στον μηχανισμό από κοινού εφαρμογής (JI) και στον μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης (CDM), αλλά δίνεται το περιθώριο καθορισμού των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών λειτουργίας στο μέλλον με την υιοθέτηση Οδηγιών που θα είναι σύμφωνες με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Παρόλα αυτά στο ΕΠΑΚ ορίζεται ότι:

- Για την ορθή λειτουργία των μηχανισμών (JI, CDM) απαιτείται από τα Κράτη-μέλη και τις χώρες προς ένταξη να λάβουν υπόψη τις ήδη υπάρχουσες απαιτήσεις των κρατών και της Ευρωπαϊκής Κοινότητας όσον αφορά την υιοθέτηση εθνικών μέτρων.
- Τα Κράτη-μέλη μπορούν να λάβουν χρηματοδότηση από την Κοινότητα για την εφαρμογή των μηχανισμών, υπό την προϋπόθεση ότι αυτή είναι συμβατή με τους κανόνες της Συνθήκης του Μάαστριχτ για θέματα ανταγωνισμού ενώ τηρούνται οι απαραίτητοι κανόνες διαφάνειας και δεν επιδρούν αρνητικά στην ομαλή λειτουργία της Εσωτερικής Αγοράς.
- Ιδιαίτερα ευνοϊκοί όροι χρηματοδότησης από την Κοινότητα θα τεθούν για τον ιδιωτικό τομέα, με σκοπό την προώθηση των μηχανισμών.

- Τα Κράτη-μέλη πρέπει να αναφέρουν τακτικά τις δραστηριότητες των προγραμμάτων JI/CDM που έχουν υιοθετήσει, σύμφωνα με τις υπάρχουσες πολιτικές.

Συμπερασματικά, όπως φαίνεται από τα παραπάνω το ΕΠΑΚ, σε πρώτη φάση, δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στο σύστημα εμπορίου εκπομπών. Η συζήτηση θεμάτων που αφορούν την από κοινού εφαρμογή και το μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης αναμένεται να πραγματοποιηθεί στη δεύτερη φάση του ΕΠΑΚ.

### 5.3.1.3 Παραγωγή ενέργειας

Ο ενεργειακός τομέας συμβάλλει κατά το μεγαλύτερο ποσοστό στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Συνεπώς, για την επίτευξη του στόχου μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 8% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, ο ενεργειακός τομέας μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών αφού ληφθούν κατάλληλα και οικονομικά αποτελεσματικά μέτρα.

Ένα επιπλέον εμπόδιο στη μακροπρόθεσμη μείωση εκπομπών στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής θα είναι ο περιορισμός στην χρήση των πυρηνικών μετά το 2010, όπως συζητείται στη Πράσινη Βίβλο της Επιτροπής.

Συνοπτικά, οι γενικές αρχές για την εφαρμογή πολιτικών και μέτρων για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα της παραγωγής ενέργειας είναι οι εξής:

- Οι στόχοι της πολιτικής για την κλιματική αλλαγή στον τομέα της παραγωγής ενέργειας πρέπει να είναι συμβατοί με άλλες πολιτικές της Κοινότητας, ιδιαίτερα της ασφάλειας των ενεργειακών προμηθειών και της λειτουργίας της εσωτερικής αγοράς, και της διαφύλαξης του ανταγωνισμού.
- Η νομοθεσία θα πρέπει να εσωτερικεύσει τα εξωτερικά κόστη της ενεργειακής παραγωγής και να προωθήσει τις αρχές των βιώσιμων ενεργειακών συστημάτων.
- Η επίτευξη των στόχων μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα της παραγωγής ενέργειας θα έχει επίδραση στην βιομηχανία της ΕΕ και στον πολίτη. Πρέπει να εξασφαλιστεί ότι οι στόχοι μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου θα επιτευχθούν με το λιγότερο δυνατό κόστος. Συνεπώς τα μέτρα και οι πολιτικές πρέπει να είναι προσανατολισμένα στην αγορά και οικονομικά αποτελεσματικά, ενώ πρέπει να επιβαρύνουν ισότιμα όλους τους ενδιαφερομένους.
- Προτείνεται η προσεκτική χρησιμοποίηση εργαλείων που βασίζονται στην αγορά, όπως το εμπόριο εκπομπών CO<sub>2</sub>, τα «πράσινα πιστοποιητικά» (green certificates), και άλλων οικονομικών εργαλείων, όπως φόρους για τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, τα οποία θα παρέχουν δυναμικά κίνητρα για τεχνολογική αλλαγή.
- Επίσης προτείνεται η επικέντρωση των Προγραμμάτων Έρευνας της Κοινότητας στην ανάπτυξη καινοτόμων φιλικών προς το κλίμα τεχνολογιών.
- Ακόμα και αν το ΕΠΑΚ αναφέρεται μέχρι το 2010, οι πολιτικές και τα μέτρα θα πρέπει να επικεντρωθούν στη βιώσιμη ανάπτυξη και να μην περιοριστούν στον χρονικό ορίζοντα που θέτει το Κιότο. Οι επιπτώσεις των σημερινά υιοθετημένων μέτρων θα πρέπει να επηρεάζουν μακροπρόθεσμα τη βιώσιμη ανάπτυξη.
- Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα στερεά καύσιμα και κυρίως λιγνίτης θα συνεχίσουν να κατέχουν σημαντικό ρόλο στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής, η βελτίωση της αποδοτικότητας μέσω της εφαρμογής καθαρής τεχνολογίας άνθρακα κρίνεται απαραίτητη ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι εκπομπές CO<sub>2</sub> από μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που χρησιμοποιούν ως καύσιμο άνθρακα.

Ειδικότερα μέτρα που προτείνεται για τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο πλαίσιο της παραγωγής ενέργειας αφορούν τα εξής:

### **1) Μέτρα για την Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας**

Όσον αφορά την προώθηση συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, έχει τεθεί στόχος διπλασιασμού της ποσότητας ηλεκτρισμού από μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (CHP, Combined Heat and Power) από 9% ως 18% μέχρι το 2010. Για την πραγματοποίηση του στόχου αυτού προτείνονται δύο πρωτοβουλίες: (1) πρόσδοση κινήτρων σε επίπεδο ΕΕ, παρόμοιων με αυτά των ΑΠΕ, (2) θέσπιση Οδηγίας για συμπαραγωγή παρόμοια με αυτή των ΑΠΕ.

### **2) Μέτρα για ηλεκτροπαραγωγή από ορυκτά καύσιμα**

Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης δεκαετίας, η τάση αντικατάστασης των καυσίμων με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα από φυσικό αέριο οδήγησε στην σημαντική μείωση των εκπομπών από την ηλεκτροπαραγωγή. Προτείνεται η αύξηση του μεριδίου του φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή. Γι' αυτό το λόγο, το Μάρτιο 2001, η Επιτροπή υιοθέτησε μια καινούρια πρόταση με σκοπό την επίτευξη τη διάνοιξη της αγοράς ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου μέχρι το 2005, ώστε να προωθηθεί ο ανταγωνισμός, να μειωθούν οι τιμές του φυσικού αερίου συγκρινόμενες με του λιγνίτη και να εισαχθεί στην ηλεκτροπαραγωγή.

### **3) Μέτρα για βελτίωση της αποδοτικότητας της ενεργειακής παραγωγής**

Η εγκατάσταση περισσότερο αποδοτικών τεχνολογιών μετατροπής της χημικής ενέργειας του καυσίμου σε ηλεκτρική, ή παραγωγή ατμού (ο συντελεστής απόδοσης της μετατροπής της χημικής ενέργειας του καυσίμου σε ηλεκτρική σε μια παλιά μονάδα ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να είναι και 30%, ενώ για τις σύγχρονες μονάδες η τιμή του συντελεστή μπορεί να υπερβεί και το 45%), παρουσιάζει ένα μεγάλο δυναμικό για την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, το οποίο την καθιστά απαραίτητη στη λήψη μέτρων.

Προτείνεται η χρήση των Βέλτιστων Διαθέσιμων Πρακτικών (Best Available Technologies, BAT), ενώ τα μέτρα βελτίωσης της αποδοτικότητας πρέπει να είναι σύμφωνα με την Οδηγία για Ολοκληρωμένη Πρόληψη και Έλεγχο της Ρύπανσης (Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC).

Όπως εκτιμάται, στην ΕΕ η αντικατάσταση των παλιών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να επιφέρει μείωση των εκπομπών κατά 100 Mt CO<sub>2</sub> με κόστος κάτω από 20 €/t CO<sub>2</sub>.

### **4) Μέτρα για την προώθηση των ΑΠΕ**

Η Λευκή Βίβλος για την Στρατηγική και το Πρόγραμμα Δράσης στις ΑΠΕ της Κοινότητας θέτει τον στόχο να διπλασιαστεί μέχρι το 2010 το μερίδιο των ΑΠΕ από 6% ως 12% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Αν επιτευχθεί ο στόχος 12%, οι ΑΠΕ μπορεί να συμβάλλουν στην αποφυγή εκπομπών μέχρι 229 Mt CO<sub>2</sub> το 2010 σε σχέση με το 1999. Για την αύξηση της διείσδυσης των ΑΠΕ προτείνονται οι εξής δράσεις στα πλαίσια του ΕΠΑΚ:

- Θέσπιση Οδηγίας με σκοπό την προώθηση της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ στην εσωτερική αγορά ηλεκτρισμού (RES-E), με συνολικό επιθυμητό ποσοστό μείωσης 22%, το οποίο μπορεί να καταμεριστεί κατάλληλα στα Κράτη-μέλη.
- Θέσπιση Οδηγίας για την ενεργειακή επίδοση των κτιρίων, λαμβάνοντας υπόψη τις θετικές επιδράσεις της ηλιακής ενέργειας, των συστημάτων βιομάζας και άλλων θερμικών συστημάτων, που στηρίζονται στις ΑΠΕ.
- Καινούριες πρωτοβουλίες στην προώθηση υγρών και αερίων βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών.



- Επιπλέον πρωτοβουλίες για την προώθηση χρησιμοποίησης ΑΠΕ (αναφερόμενοι περισσότερο στην ηλιακή και τη βιομάζα) για την άμεση παραγωγή θερμότητας (RES-H).
- Επίσης σχεδιάζεται η υιοθέτηση και εφαρμογή προτάσεων για λήψη μέτρων σε περιφερειακό επίπεδο, δηλαδή για την προώθηση ΑΠΕ σε επίπεδο πόλεων αλλά και πιο απομονωμένων κοινωνιών κατά το σχεδιασμό.

#### **5) Μείωση εκπομπών των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου κατά την εξόρυξη, παραγωγή και μεταφορά των ορυκτών καυσίμων**

Στα πλαίσια αυτού του μέτρου προτείνεται:

- Ενθάρρυνση των βιομηχανιών εξόρυξης λιγνίτη και των εθνικών αρχών εξόρυξης να προωθήσουν δέσμευση και την αξιοποίηση του CH<sub>4</sub> που εκλύεται από τα λειτουργούντα ή εγκαταλελειμμένα ορυχεία λιγνίτη.
- Ενθάρρυνση των ευρωπαϊκών εταιριών πετρελαίου και φυσικού αερίου να συνεχιστεί η εθελοντική δράση τους για μείωση εκπομπών CH<sub>4</sub> κατά τη διάρκεια των διεθνών διεργασιών για εξόρυξη, παραγωγή, μεταφορά και διανομή των υδρογονανθράκων, μιας και οι διαρροές CH<sub>4</sub> από τους αγωγούς εκτιμώνται περίπου σε 0,7% του ολικά μεταφερόμενου αερίου.

#### **6) Δέσμευση και συγκράτηση CO<sub>2</sub>**

Στα πλαίσια του ΕΠΑΚ προτείνεται η εφαρμογή της μεθόδου δέσμευσης και υπόγειας αποθήκευσης του παραγόμενου κατά την ηλεκτροπαραγωγή CO<sub>2</sub>, η οποία θεωρείται ότι προσφέρει ένα ικανοποιητικό δυναμικό μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> για το μέλλον.

Εκτός από την ηλεκτροπαραγωγή η δέσμευση του CO<sub>2</sub> από μερικά είδη βιομηχανιών, όπου αυτό παράγεται ως παραπροϊόν, όπως παραγωγής υδρογόνου ή αμμωνίας, λιπασμάτων, αεριοποίησης λιγνίτη, στερεού υπολείμματος από τον πυθμένα αποστακτικής στήλης, είναι περισσότερο εφικτή αφού το CO<sub>2</sub> μπορεί να συμπιεστεί και εισαχθεί στο υπέδαφος.

Δυσκολία στην εφαρμογή αυτής της μεθόδου αποτελεί η άγνοια για τη συμπεριφορά του υπογείου αποθηκευμένου CO<sub>2</sub>, ενώ η παρακολούθηση του κατά την εισαγωγή του θα πρέπει να συνεχιστεί εντατικά. Προσοχή πρέπει να αποδοθεί και στην νομική πλευρά του ζητήματος, καθώς πρέπει να είναι συμβατό με τη νομοθεσία, το πλαίσιο αδειοδότησης, το ασφαλιστικό καθεστώς.

#### **7) Προσπάθειες για Έρευνα και Ανάπτυξη στις τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας**

Σημαντικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2010 αλλά και το μέλλον διαδραματίζει η Έρευνα και Ανάπτυξη (R&D) νέων αποδοτικών και καθαρών τεχνολογιών για τρεις κυρίως λόγους: (1) συνεισφέρουν στους στόχους που τίθενται για την κλιματική αλλαγή, (2) επιδρούν στην ασφάλεια της παραγωγής ενέργειας και στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, (3) παρέχουν ανταγωνιστικότητα στη βιομηχανία της ΕΕ. Οι τεχνολογίες που απαιτούν περισσότερη έρευνα και ανάπτυξη είναι:

- Αποδοτικές τεχνολογίες για την μετατροπή της χημικής ενέργειας του καυσίμου σε ηλεκτρική με μικρότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> (και άλλων αερίων, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> κτλ.), περιλαμβάνοντας καθαρές τεχνολογίες λιγνίτη, καινούρια υλικά για μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.
- Δέσμευση και συγκράτηση CO<sub>2</sub>.
- Κυψέλες καυσίμου και τεχνολογίες παραγωγής, αποθήκευσης και μεταφοράς υδρογόνου.
- Συμπαράγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού.

- Μεγαλύτερη αποδοτικότητα και μείωση κόστους των ΑΠΕ, ιδιαίτερα της ηλιακής ενέργειας, της χρήσης βιοκαυσίμων για τις μεταφορές.
- Μηδενική χρήση φλόγας (flaring) στα διυλιστήρια, αυξημένη ανάκτηση και μόνιμη παρακολούθηση των διαρροών του CH<sub>4</sub>.
- Εξοικονόμηση μεταφοράς και διανομής ηλεκτρισμού μέσω της χρήσης υπεραγωγίων υλικών.
- Κοινωνικοοικονομική έρευνα για τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη των καθαρών τεχνολογιών.
- Διαχείριση πυρηνικών αποβλήτων.

#### **5.3.1.4 Ενεργειακή κατανάλωση**

Για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, προτείνεται από το ΕΠΑΚ η εφαρμογή πολιτικών νομοθετικών και μη, καθώς και υποστηρικτικών μέτρων, που περιλαμβάνουν ελάχιστες τιμές-πρότυπα και οδηγίες, καθώς και πληροφορίες και κίνητρα σε όσους εμπλέκονται με οποιοδήποτε τρόπο στην ενεργειακή κατανάλωση (καταναλωτές, παραγωγούς, κατασκευαστές, αρχιτέκτονες). Επίσης είναι ιδιαίτερα σημαντικό να κατευθυνθεί η ζήτηση των καταναλωτών σε ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες και βέλτιστες πρακτικές. Αναλυτικότερα οι προτάσεις του ΕΠΑΚ σχετικά με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τον τομέα της ενεργειακής κατανάλωσης είναι:

##### **1) Νομοθετικές προτάσεις**

- Θέσπιση Οδηγίας για την Ενεργειακή Επίδοση των κτιρίων σε όλα τα Κράτη-μέλη της ΕΕ, της οποίας επιδιώξεις είναι: (1) η εισαγωγή ενός κοινού πλαισίου σε όλα τα Κράτη-μέλη για μέτρηση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων, (2) η εφαρμογή ελάχιστων προτύπων σε νέα και ανακαινισμένα κτίρια και η συχνή ανανέωση αυτών, (3) απόδοση ενεργειακών πιστοποιητικών σε ήδη υπάρχοντα κτίρια, (4) επιθεώρηση καυστήρων και των συστημάτων θέρμανσης και δροσίσιμου.
- Θέσπιση Οδηγιών με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στον δημόσιο τομέα, των ενεργειακών υπηρεσιών που παρέχονται από τις εταιρίες παραγωγής ενέργειας, καθώς και την εγκατάσταση μονάδων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, όπως αναφέρθηκε και στα προτεινόμενα μέτρα του ΕΠΑΚ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής στον τομέα της παραγωγής ενέργειας.

##### **2) Οργανωτικά και υποστηρικτικά μέτρα**

Για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής στον τομέα της ενεργειακής κατανάλωσης προτείνεται η ίδρυση ενός ειδικού Ευρωπαϊκού Οργανισμού για τη Βιώσιμη Ενέργεια (ESEA, European Sustainable Energy Agency) στα πλαίσια της ΕΕ, αρμόδιο για τα θέματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της ενεργειακής αποδοτικότητας. Ο ESEA θα παρέχει τη βάση για την αναθεώρηση των εφαρμοζόμενων πολιτικών και μέτρων μέσω αναφορών που θα κατατίθενται σε τακτικά χρονικά διαστήματα.

##### **3) Παρακολούθηση, ενημέρωση, εκπαίδευση, επιμόρφωση**

Στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας μπορεί να συμβάλλει σημαντικά η παρακολούθηση, η σύσταση αναφορών προόδου σε τακτική βάση από την ESEA, καθώς επίσης και η ανάληψη εκστρατείας ενημέρωσης του κοινού (Public Awareness Campaign) που θα αποτελεί τμήμα συγκεκριμένων προγραμμάτων. Επίσης τα προτεινόμενα εκπαιδευτικά προγράμματα θα παροτρύνουν τους πολίτες, τους κατασκευαστές, τους επενδυτές στην υιοθέτηση τρόπου ζωής προσανατολισμένο προς την βιώσιμη ανάπτυξη και την προτίμηση προϊόντων και εξοπλισμού με μικρότερο περιβαλλοντικό κόστος.

#### 4) Άλλα μέτρα

Στα επιπλέον προτεινόμενα μέτρα περιλαμβάνεται η ανάληψη μιας συντονισμένης από τα Κράτη-μέλη της ΕΕ πρωτοβουλίας ώστε να βελτιωθεί η χρησιμότητα της σήμανσης (labeling) και της πιστοποίησης (certification) των προϊόντων. Υποστηρίζεται ότι η δημιουργία μιας ευρωπαϊκής αγοράς με πιστοποιημένα προϊόντα θα συμβάλει σημαντικά στην αύξηση της ζήτησης ενεργειακά αποδοτικής τεχνολογίας. Επίσης η θέσπιση ελαχίστων προτύπων-τιμών για την ενεργειακή αποδοτικότητα θεωρείται βασικός παράγοντας για την προώθηση της τεχνολογικής ανάπτυξης.

Επιπροσθέτως, προτείνεται η εφαρμογή θεσμικών και οικονομικών μέτρων για την ενθάρρυνση της αγοράς ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων, όπως: (1) προώθηση της διαφοροποίησης ΦΠΑ για τα προϊόντα που καλύπτουν τα πρότυπα της ενεργειακής αποδοτικότητας, (2) διευκόλυνση παροχής δανείων με χαμηλότερα επιτόκια και ευνοϊκούς όρους χρηματοδότησης, και άλλα.

Επιδίωξη της ΕΕ μέσω του ΕΠΑΚ είναι η προώθηση υιοθέτησης Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης.

#### 5) Εξοπλισμός τελικής χρήσης

Όσον αφορά την ενεργειακή κατανάλωση από τον εξοπλισμό τελικής χρήσης στον οικιακό, τριτογενή και βιομηχανικό τομέα προτείνεται η λήψη μέτρων ώστε να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία περιληπτικά συνοψίζονται στα εξής σημεία, όπως παρουσιάζονται στο ΕΠΑΚ.

- Θέσπιση μιας σειράς Οδηγιών στις οποίες θα τίθενται συγκεκριμένες απαιτήσεις για την αποδοτικότητα του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού τελικής χρήσης, νέοι στόχοι και για τις ηλεκτρικές συσκευές (ψυγεία, πλυντήρια κτλ), θα θεσπίζονται προγράμματα αποτελεσματικής πληροφόρησης των καταναλωτών.
- Σύναψη συμφωνιών με κατασκευαστές για περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα (κινητήρες, λάμπες, τηλεοράσεις κτλ) και συνέχιση εφαρμογής ήδη υπαρχόντων προγραμμάτων (Motor Challenge Programme, Green Light Programme, Green Building Programme, Energy Star Programme κτλ).
- Ενίσχυση της ταχύτητας αντικατάστασης παλαιών και μη αποδοτικών συσκευών με καινούριες που χρησιμοποιούν βέλτιστες πρακτικές και τεχνολογίες.
- Εφαρμογή οικονομικών μέτρων, με επιβολή μειωμένου ΦΠΑ για προϊόντα με υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα.
- Ανάπτυξη πρωτοβουλιών για έρευνα καθώς και για την εκπαίδευση των καταναλωτών ώστε να στραφούν προς ενεργειακά αποδοτικά προϊόντα.

#### 6) Βιομηχανικές Διεργασίες

Για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και αύξησης της ενεργειακής αποδοτικότητας στον τομέα των βιομηχανικών διεργασιών στο πλαίσιο του ΕΠΑΚ προτείνονται μέτρα τόσο για βιομηχανίες εντάσεως ενέργειας (βιομηχανίες μετάλλων, σιδήρου και χάλυβα, δομικών υλικών, χημικών και χαρτοποιίας), οι οποίες καλύπτουν τα δύο τρίτα της ολικής ενεργειακής κατανάλωσης, όσο και για βιομηχανικούς τομείς που χαρακτηρίζονται ως λιγότερης ενεργειακής έντασης και περιλαμβάνουν τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις. Τα προτεινόμενα μέτρα συνοψίζονται παρακάτω:

- Η εφαρμογή κατάλληλων συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης και ελέγχου (Energy Audit and Management Scheme, E2MAS) ως τμήμα του EMAS για ενεργειακά θέματα αποτελεί το σημαντικότερο μέτρο για την ενθάρρυνση της ενεργειακής αποδοτικότητας

στη βιομηχανία και ειδικότερα στους τομείς χαμηλής εντάσεως ενέργειας, αλλά και στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις.

- Προτείνεται η προώθηση ενεργειακά αποδοτικών εγκαταστάσεων στις ενεργειοβόρες βιομηχανίες, όπως φούρνοι, κινητήρες, αντλίες, καυστήρες κτλ.
- Επιπροσθέτως προτείνεται η καλύτερη αξιοποίηση της Οδηγίας για την Ολοκληρωμένη Πρόληψη και Έλεγχο της Ρύπανσης (IPPC), η οποία δεν θεσπίστηκε για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής αλλά μπορεί να συνεισφέρει σε αυτή.

### 5.3.1.5 Μεταφορές

Εξαιτίας της σημαντικής ανάπτυξης του συνολικού όγκου των μεταφορών τις τελευταίες δεκαετίες, της αυξημένης κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων σε όλους τους τομείς των μεταφορών, κρίνεται απαραίτητη η υιοθέτηση μέτρων αντιμετώπισης της αύξησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και ειδικότερα CO<sub>2</sub> στον τομέα των μεταφορών. Τα μέτρα και οι πολιτικές αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής στις μεταφορές που εντάσσονται στο ΕΠΑΚ, αφορούν τα εξής θέματα:

#### 1) *Τεχνολογία οχημάτων και καυσίμων*

Στον τομέα των οδικών μεταφορών έχουν παρουσιαστεί ήδη προτάσεις για τεχνολογικές βελτιώσεις με σκοπό τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στους υπόλοιπους τομείς, όπως οι θαλάσσιες και σιδηροδρομικές μεταφορές αναμένεται βελτίωση της επίδοσης τους, όσον αφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα, τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και άλλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μέτρα που αφορούν την τεχνολογία οχημάτων και καυσίμων σχετίζονται με:

- Βελτιώσεις στα επιβατικά αυτοκίνητα

Κατά τη διάρκεια της επόμενης δεκαετίας περισσότερο αποδοτικά συστήματα κλιματισμού αέρα αναμένεται να εφαρμοστούν στα οχήματα ώστε να περιοριστεί η ποσότητα του καταναλισκόμενου καυσίμου και η έκλυση φθοριομένων αερίων. Επίσης προβλέπεται η εγκατάσταση σύγχρονων καταλυτικών μετατροπέων.

Σημαντικό σημείο αποτελεί και η σύναψη Περιβαλλοντικής Συμφωνίας με αυτοκινητοβιομηχανία με την οποία επιδιώκεται η κατασκευή οχημάτων με βελτιωμένη αποδοτικότητα καύσης.

- Βελτίωση ποιότητας καυσίμου

Βελτιώσεις στην αποδοτικότητα της τάξης 1-5% και 1-2% στις μηχανές καύσης βενζίνης και ντίζελ αντίστοιχα, αναμένονται από την αυτοκινητοβιομηχανία χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες και καύσιμα χαμηλότερης περιεκτικότητας σε θείο ( $\leq 10$  ppm). Εξάλλου προωθείται η χρήση καυσίμων με μεγαλύτερη αναλογία H/C καθώς και εναλλακτικών καυσίμων των συμβατικών οχημάτων, όπως LPG, φυσικό αέριο και βιοκαύσιμο.

- Βελτιωμένες μηχανές καύσης, νέες τεχνολογίες κυψέλων καυσίμου και υδρογόνου

Σε βραχύ- και μεσοπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα, η βελτίωση των μηχανών εσωτερικής καύσης και των τεχνολογιών των οχημάτων υπό τους όρους της αποδοτικότητας και της εκπομπής αερίων NO<sub>x</sub> αντιπροσωπεύει την κύρια δυνατότητα μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Ήδη υπάρχουν προσπάθειες έρευνας και ανάπτυξης σε αυτό τον τομέα από τις αυτοκινητοβιομηχανίες, αλλά πρέπει να συνεχιστούν εντατικά. Επίσης προτείνεται μακροπρόθεσμα η εξάλειψη εκπομπών οξειδίων του αζώτου και η δημιουργία ενεργειακού συστήματος στον τομέα των μεταφορών που να βασίζεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με σκοπό την προώθηση της τεχνολογίας και την ανάπτυξη της υποδομής. Οι τεχνολογίες κυψέλων καυσίμου, και υδρογόνου γενικά θεωρούνται ως οι πιο σημαντικές προοπτικές εφαρμογής που εξασφαλίζουν τη βιωσιμότητα των συστημάτων ενέργειας και

μεταφοράς. Ας σημειωθεί ότι εκτός από την ανάπτυξη των τεχνολογιών, θα πρέπει να χρηματοδοτηθεί και η εισαγωγή αυτών στην αγορά. Στην Πράσινη Βίβλο για την Ασφάλεια της Ενεργειακής Παραγωγής (Security of Energy Supply) έχει τεθεί ως στόχος η απόκτηση μεριδίου κατά 20% των εναλλακτικών καυσίμων στην αγορά μέχρι το 2020.

## **2) Βελτιώσεις στην υποδομή και χρήση μεταφορών**

Τα Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών (Intelligent Transport Systems, ITS) αφορούν ένα εύρος τηλεματικών (telematics) εφαρμογών, όπως ο έλεγχος των οχημάτων, η διαχείριση του δικτύου μεταφοράς. Με τα Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών θα παρέχονται διάφορα μηνύματα και πληροφορίες στα οχήματα πριν αλλά και κατά τη διάρκεια των μεταφορών και ταξιδιών. Η χρήση των ITS στον τομέα των μεταφορών μπορεί να επιφέρει μειώσεις στις εκπομπές CO<sub>2</sub> από τα δημόσια μέσα μεταφοράς, τα ιδιωτικής χρήσεως και τα φορτηγά οχήματα. Στο μέτρο αυτό περιλαμβάνεται και η ανάγκη συντήρησης της υποδομής των ITS.

## **3) Οικονομικά μέτρα**

Μελέτες πραγματοποιούνται από ομάδα ειδικών ερευνητών για τις πιθανές επερχόμενες επιδράσεις της επιβολής φόρου για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα των μεταφορών. Έχει προταθεί ότι αν δεν μπορεί να επιβληθεί παρόμοιος φόρος που θα τίθεται σε αναλογία με το παγκόσμιο δυναμικό θέρμανσης (Global Warming Potential) εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, όπως εφαρμόζεται σε όλους τους υπόλοιπους οικονομικούς τομείς, ένας φόρος στην κατανάλωση καυσίμου και στον κύκλο εκπομπών πρέπει να θεωρηθεί ως δεύτερη εναλλακτική λύση.

## **4) Συνδυασμένη χρήση μέσων μεταφοράς (Freight intermodal/ multimodal transport)**

Διάφορες προτάσεις έχουν αναπτυχθεί ώστε να ενθαρρυνθεί η συνδυασμένη χρήση οδικών, σιδηροδρομικών, θαλασσιών μεταφορών για τη μεταφορά φορτίων (intermodal/multimodal freight transport). Με αυτή τη μέθοδο και σε συνδυασμό με τη χρήση των ITS θεωρείται ότι θα ενισχυθεί η αποδοτικότητα των μεταφορών και συγχρόνως θα μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Για αυτό το λόγο προτείνεται η προώθηση της εθελοντικής συνεργασίας μεταξύ των ιδιωτικών οδικών, σιδηροδρομικών και ναυτιλιακών εταιριών για συνδυασμένη μεταφορά φορτίων.

## **5) Αλλαγή συμπεριφοράς και ευαισθητοποίηση του κοινού**

Στα πλαίσια της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής στον τομέα των μεταφορών, το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος, θεωρεί απαραίτητη την υιοθέτηση ενός προγράμματος ευαισθητοποίησης του κοινού. Το πρόγραμμα αυτό θα πρέπει να στοχεύει στην αλλαγή της συμπεριφοράς των καταναλωτών όσον αφορά τη χρήση του αυτοκινήτου. Επίσης θα πρέπει να τονίζονται τα οικονομικά οφέλη από την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου. Το πρόγραμμα ευαισθητοποίησης προβλέπεται να είναι μακροπρόθεσμα αποτελεσματικό μόνο μετά από οργανωμένη εκπαίδευση των οδηγών.

Στόχος των δράσεων στα πλαίσια του προγράμματος αποτελεί η υιοθέτηση “eco-driving” τεχνικών, που περιλαμβάνουν ειδικό τρόπο οδήγησης, συντήρηση των οχημάτων (όπως προσοχή στην πίεση στα ελαστικά, ελαχιστοποίηση του βάρους του μεταφερόμενου φορτίου). Παρόμοιες τεχνικές έχουν αναπτυχθεί σε ένα μεγάλο αριθμό πιλοτικών προγραμμάτων και σε μελέτες της ΕΕ. Στην εκστρατεία ενημέρωσης του κοινού θα πρέπει να συνεργαστούν διάφοροι φορείς, όπως η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, οργανώσεις καταναλωτών, η βιομηχανία, τοπικές, περιφερειακές και εθνικές αρχές, ταξιδιωτικά γραφεία.

Επίσης για την ευαισθητοποίηση του κοινού προτείνονται τα παρακάτω μέτρα:

- Εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού μέτρησης και παρακολούθησης της στιγμιαίας κατανάλωσης καυσίμου στα καινούρια αυτοκίνητα. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται ώστε αυτά να ελέγχονται από τις αρχές τεχνικής επιθεώρησης και να χρησιμοποιούνται για στατιστική επεξεργασία της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου.
- Προτείνεται η σύνθεση Οδηγίας ώστε για την έκδοση άδειας οδήγησης να απαιτείται η παρακολούθηση μαθήματος “eco-driving”.

### 5.3.1.6 Βιομηχανία

Στο πλαίσιο της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με το ΕΠΑΚ, τα προτεινόμενα μέτρα στον τομέα της βιομηχανίας αφορούν δύο τομείς: (1) αυτά που έχουν να κάνουν με τα φθοριομένα αέρια, (2) αυτά που έχουν ως θέμα τις ανανεώσιμες πρώτες ύλες (renewable raw materials).

#### 1. Φθοριομένα αέρια

Όσον αφορά τα φθοριομένα αέρια, οι τεχνικές που προτείνονται για τη μείωση των εκπομπών χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Βελτιωμένη σύνθεση των φθοριομένων αερίων κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του εξοπλισμού (κατασκευή, χρήση και τελική απόθεση). Δηλαδή θα πρέπει να διαβεβαιώνεται ότι, όταν φθοριομένα αέρια χρησιμοποιούνται σε προϊόντα και εξοπλισμό, πρέπει να εφαρμόζονται οι βέλτιστες τεχνολογίες ώστε να ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές φθοριομένων αερίων κατά τη διάρκεια κατασκευής, χρήσης και μετά το τέλος της χρήσης του εξοπλισμού. Επίσης προβλέπεται η απαγόρευση της χρήσης φθοριομένων αερίων σε συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως για παράδειγμα στα ελαστικά αυτοκινήτων, στα καινοτόμα αεροζόλ.
- Χρήση εναλλακτικών καυσίμων με μηδενικό ή χαμηλό παγκόσμιο δυναμικό θέρμανσης (Global Warming Potential). Πρέπει να διεξαχθούν ολοκληρωμένες και ανεξάρτητες έρευνες για τις τεχνολογίες και τα εναλλακτικά συστατικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να μειωθούν οι εκπομπές φθοριομένων αερίων, μιας και παρατηρείται έλλειψη έγκυρων και αξιόπιστων στοιχείων. Οι έρευνες πρέπει να καλύπτουν όλες τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη διάρκεια του συνολικού κύκλου ζωής των προϊόντων, περιλαμβάνοντας την ενεργειακή κατανάλωση, τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, θέματα ασφάλειας, οικονομική και τεχνική επίδοση. Οι έρευνες και τα συλλεγόμενα δεδομένα πρέπει να ανανεώνονται και να ενημερώνονται περιοδικά.
- Τροποποιήσεις στις διεργασίες ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία και η εκπομπή παραπροϊόντων. Συγκεκριμένα μέτρα πρέπει να ληφθούν από τις βιομηχανίες, ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος διαρροών αλλά και το ποσοστό παραγωγής φθοριομένων αερίων ως παραπροϊόν. Ακόμη προτείνεται η εφαρμογή μέτρων για την ανάκτηση απορριπτόμενων HFCs, που χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό αυτοκινήτων.

Επιπροσθέτως, λόγω της μη ικανοποιητικής παρακολούθησης και μέτρησης των εκπομπών φθοριομένων αερίων, κρίνεται απαραίτητη η βελτίωση των δικτύων παρακολούθησης. Εξάλλου το ΕΠΑΚ στα προτεινόμενα μέτρα μείωσης εκπομπών φθοριομένων αερίων λαμβάνει υπόψη τις απαιτήσεις που τίθενται για τις ουσίες που συμβάλλουν στην καταστροφή του Οζοντος (Ozone Depleting Substances).

Το ΕΠΑΚ περιλαμβάνει συγκεκριμένες οδηγίες για κάθε τομέα (για παράδειγμα, ψύξη και κλιματισμό σε οχήματα και σταθερές εγκαταστάσεις, παραγωγή αλουμινίου και μαγνησίου, βιομηχανία ημιαγωγών, κτλ).

## II. Ανανεώσιμες Πρώτες Ύλες

Εκτός από την παραγωγή ενέργειας, τα ορυκτά καύσιμα χρησιμοποιούνται και για μη ενεργειακές χρήσεις. Εκτιμάται ότι 8-9% των ορυκτών καυσίμων στην ΕΕ καταναλώνονται ως πρώτες ύλες σε διάφορες βιομηχανικές διεργασίες, όπου η μισή ποσότητα χρησιμοποιείται στην παραγωγή πολυμερών. Ο ορυκτός άνθρακας μπορεί να καταλήξει στην ατμόσφαιρα μέσω δύο οδών: (1) υλικά μικρής διάρκειας ζωής, όπως είναι τα απορρυπαντικά, αποικοδομούνται σύντομα, με αποτέλεσμα να εκπέμπεται CO<sub>2</sub> αμέσως μετά την χρήση τους, (2) υλικά μεγάλης διάρκειας ζωής (υλικά κατασκευής) εκλύουν CO<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια της καύσης μετά την απόρριψη τους.

Οι περισσότερες Ανανεώσιμες Πρώτες Ύλες (Renewable Raw Materials), οι οποίες ορίζονται ως «προϊόντα που προέρχονται από αγροτικούς ή δασοκομικούς τομείς που χρησιμοποιούνται και για άλλους σκοπούς εκτός από θρεπτικούς», είναι συνήθως φυτικής προέλευσης, ενώ λιγότερες είναι ζωικής. Οι φυτικές ΑΠΥ περιέχουν άνθρακα, τον οποίο έχουν δεσμεύσει τα φυτά από την ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης τους. Στη συνέχεια, η έκλυση αυτού στην ατμόσφαιρα, από προϊόντα που περιέχουν ΑΠΥ συμπίπτει με τον κύκλο του άνθρακα στο περιβάλλον. Για αυτό το λόγο η επέκταση της χρήσης και η αντικατάσταση άλλων προϊόντων αποτελεί βασική πηγή μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Οι ΑΠΥ χρησιμοποιούνται εδώ και καιρό. Πριονίδι (κατασκευαστικές βιομηχανίες, επιπλοποιίες), ίνες ξύλου (χαρτί), λινέλαιο (linoleum flooring, καθαριστικό για τα πατώματα) ή ίνες βαμβακιού (ένδυση) αποτελούν παραδοσιακές μορφές ανανεώσιμων πρώτων υλών, ενώ σήμερα κατέχουν σημαντικά μερίδια στην αγορά. Παρόλα αυτά σημαντικά βήματα διείσδυσης αυτών πρέπει να γίνουν στον τομέα της χημικής βιομηχανίας, όπου τα περισσότερα προϊόντα παράγονται σχεδόν αποκλειστικά από ορυκτά καύσιμα.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 17) παρουσιάζονται μερικά αρχικά και ενδεικτικά στοιχεία για τη χρήση ΑΠΥ στα τελικά προϊόντα και οι δυνατότητες αυτών να συμβάλλουν στη μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>.

**Πίνακας 17** Ανανεώσιμες Πρώτες Ύλες και οι δυνατότητες μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub> μέχρι το 2010 [9]

<i>Ομάδα προϊόντων</i>	<i>Ανανεώσιμες Πρώτες Ύλες</i>	<i>Παρούσα χρησιμοποιούμενη ποσότητα στην αγορά (1)</i>	<i>Τάση ανάπτυξης στην αγορά</i>	<i>Δυναμικό επιπλέον εξοικονόμησης CO<sub>2</sub></i>
Πολυμερή	Φυτά υδατανθράκων (αλεύρι, πατάτα, καλαμπόκι, σακχαρότευτλο)	+	↑	Ναι
	Κυτταρίνη (ξύλο)	++	→	Όχι
Λιπαντικά	Ελαιώδη φυτά (ηλιοτρόπιο)	++	↑	Ναι
Διαλύτες	Ελαιώδη φυτά, υδατάνθρακες	+	↑ <sup>(2)</sup>	Ναι
Τασιενεργά	Ελαιώδη φυτά	++	↑ <sup>(2)</sup>	Ναι

<sup>(1)</sup> Εκτίμηση της ποσότητας των Ανανεώσιμων Πρώτων Υλών που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη σε απόλυτα μεγέθη

+++++= πολύ μεγάλη ποσότητα (περισσότερο από 10 εκατομμύρια τόνους ανά έτος)  
 += πολύ μικρή ποσότητα (λιγότερο από 50.000 τόνους ανά έτος)  
 → Η αγορά θα παραμείνει σταθερή ή θα αυξηθεί ελαφρώς, ↑ Η αγορά θα αυξηθεί σημαντικά  
<sup>(2)</sup> Η αγορά θα αυξηθεί

Γενικά μέτρα και πολιτικές για την ενθάρρυνση της χρήσης των ΑΠΥ στην κατασκευαστική βιομηχανία στο επίπεδο της ΕΕ αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 18). Τα μέτρα αυτά προϋποθέτουν τροποποιημένη την Κοινή Αγροτική Πολιτική (Common Agricultural Policy, CAP), δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο καινούριες ευκαιρίες στον τομέα της γεωργίας μη edώδιμων προϊόντων (non-food agriculture).

**Πίνακας 18** Προτεινόμενα μέτρα για την προώθηση την χρήση των Ανανεώσιμων Πρώτων Υλών (ΑΠΥ) [9]

<i>Σκοπός</i>	<i>Προτεινόμενα μέτρα</i>
Εξασφάλιση επαρκούς και σταθερής προμήθειας ΑΠΥ	Να συμπεριληφθούν συγκεκριμένες απαιτήσεις για τις ΑΠΥ στη μελλοντική διαμόρφωση της ΚΑΠ (Κοινή Αγροτική Πολιτική), με ιδιαίτερη προσοχή στη διεύρυνση και στο ΠΟΕ (Παγκόσμιο Οργανισμό Εμπορίου, WTO)
Βελτίωση των ορίων εφαρμογής καθώς και της τεχνικής και οικονομικής επίδοσης	Προώθηση βασικής έρευνας στις ΑΠΥ, εφαρμογής της βιοτεχνολογίας Υποστήριξη της εφαρμοσμένης έρευνας, της ανάπτυξης της αγοράς των ΑΠΥ
Δημοσιονομικά κίνητρα	Πρόσδοση κινήτρων φορολόγησης στα προϊόντα που παράγονται από ΑΠΥ
Διευκόλυνση του εμπορίου και δημιουργία οικονομιών κλίμακας για τα ανανεώσιμα προϊόντα	Δημιουργία Διεθνών ή Ευρωπαϊκών Προτύπων Ενίσχυση των προμηθειών των προϊόντων που μερικώς ή ολικώς στηρίζονται στις ΑΠΥ Χρηματοδότηση των αναδυόμενων βιομηχανιών που βασίζονται σε ΑΠΥ
Παρότρυνση της ζήτησης και ευαισθητοποίηση των καταναλωτών για τα περιβαλλοντικά οφέλη των προϊόντων που χρησιμοποιούν ΑΠΥ	Υιοθέτηση της Ευρωπαϊκής Οικο-σήμανσης (Eco-labeling) για τα προϊόντα από ΑΠΥ σε περίπτωση αποδεδειγμένων περιβαλλοντικών οφελών Εκστρατείες ενημέρωσης
Δημιουργία συνεκτικής προσέγγισης και πολιτικής σε βραχυ-, μεσο- και μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα	Δημιουργία ειδικής επιτροπής εντός της Επιτροπής που θα ασχολείται με τα θέματα ΑΠΥ Λευκή Βίβλος στις ΑΠΥ Δημιουργία κοινών κατευθύνσεων ανάπτυξης της τεχνολογίας Ανάπτυξη δικτύου παρακολούθησης και benchmarking της προόδου
Ενημέρωση των καταναλωτών για την βιοαποικοδόμηση και τη μη τοξικότητα των προϊόντων από ΑΠΥ	Βελτίωση της υποδομής για ξεχωριστή συλλογή και επεξεργασία των βιοαποικοδομήσιμων υλικών (ιδιαίτερα πολυμερών) Υιοθέτηση νομοθεσίας διαχείρισης αποβλήτων
Ενίσχυση της χρήσης βιοαποικοδομήσιμων και μη τοξικών λιπαντικών σε εφαρμογές, όπου υπάρχει υψηλός κίνδυνος για διαρροή στο περιβάλλον	Θέσπιση νομικών απαιτήσεων για βιοαποικοδομήσιμων λιπαντικών σε ευάλωτες περιοχές με σκοπό την προώθηση των ΑΠΥ Εφαρμογή νομοθεσίας στον τομέα αυτό Πρόσδοση κινήτρων αγοράς συσκευών που χρησιμοποιούν βιοαποικοδομήσιμα λιπαντικά
Να συμπεριληφθούν οι ΑΠΥ στο εμπόριο εκπρομπών των αερίων του θερμοκηπίου	Απόδοση πιστοποιητικών στους κατασκευαστές και χρήστες των ΑΠΥ



### 5.3.1.7 Έρευνα

Η διεξαγωγή έρευνας για το κλίμα, η προώθηση της τεχνολογικής ανάπτυξης και καινοτομίας αποτελεί ένα από τα βασικά εργαλεία του ΕΠΑΚ. Απαιτείται περισσότερη μελέτη της εξέλιξης του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής και των ενδεχόμενων επιπτώσεων στα οικοσυστήματα, στην κοινωνία και την οικονομία. Επιπλέον έρευνα απαιτείται στον τομέα της ανάπτυξης οικονομικά αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών και σχετιζόμενων δράσεων και μεθοδολογιών οι οποίες θα συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Για την προστασία του περιβάλλοντος είναι σημαντική η επένδυση στην έρευνα και στην ανάπτυξη καινούριων μεθοδολογιών και τεχνολογιών, οι οποίες θα συμβάλλουν στην οικονομικά αποδοτική αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, ενισχύοντας την κοινωνική αποδοχή της.

Το χρονοδιάγραμμα της λήψης μέτρων έχει επεκταθεί πέρα από τον χρονικό ορίζοντα που τίθεται από το Πρωτόκολλο του Κιότο. Ο λόγος είναι ότι ακόμα και αν οι χώρες εκπληρώσουν τις υποχρεώσεις τους σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο, η ανθρώπινη επίδραση στο κλιματικό σύστημα θα συνεχίσει να είναι καθοριστική και θα αποτελεί σημαντικό μακροχρόνιο πρόβλημα. Αναλυτικότερα προτείνονται τα εξής:

#### 1) Συνέχιση και επιπλέον ανάπτυξη της έρευνας

Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής στα πλαίσια του ΕΠΑΚ στον τομέα της έρευνας αρχικά προτείνεται η κατανόηση, η αναγνώριση, η πρόβλεψη, και η παρεμπόδιση εκδήλωσης της κλιματικής αλλαγής και των παγκόσμιων και τοπικών επιπτώσεων αυτής. Η διεξαγωγή έρευνας θα πρέπει να εφαρμοστεί στην ατμόσφαιρα, στους ωκεανούς και στην γήινη βιόσφαιρα. Επιπλέον, απαραίτητη είναι η μελέτη των επιπτώσεων στους υδατικούς πόρους, στα οικοσυστήματα, στη βιοποικιλότητα, στο έδαφος, στη σύνθεση της ατμόσφαιρας, στη θερμοκρασία, στις κατακρημνίσεις και τα ακραία καιρικά φαινόμενα (π.χ. καταιγίδες, πλημμύρες, πυρκαγιές δασών). Σημαντική και αναγκαία είναι επίσης η έρευνα των επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής στην κοινωνία καθώς και η υιοθέτηση στρατηγικών αντιμετώπισης και προσαρμογής σε αυτή.

Για αυτό το λόγο καθίσταται απαραίτητη η ανάπτυξη καινούριων τεχνολογιών και δράσεων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε βραχυ- και μεσοπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα, όπως καθαρές τεχνολογίες καύσης. Ήδη υπάρχουν τεχνολογίες για μειωμένη κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια, στη βιομηχανία, στις μεταφορές. Η προώθηση των ΑΠΕ, όπως η αιολική, η βιομάζα, τα φωτοβολταϊκά συστήματα, η ηλιακή και γεωθερμική ενέργεια μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην ενεργειακή παραγωγή στο επίπεδο της ΕΕ. Στον τομέα των μεταφορών προτεραιότητα δίνεται σε νέα καθαρά καύσιμα, όπως υδρογόνο, υγρά βιοκαύσιμα, τα οποία παρουσιάζουν καθαρές μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

#### 2) Υποστήριξη της έρευνας υποδομής

Εκτός από την έρευνα για τις τεχνολογίες απαιτείται και έρευνα του τομέα της παρακολούθησης προγραμμάτων και διευκόλυνση αυτών, αλλά και διεξαγωγή πειραμάτων για την εξεύρεση των καταλληλότερων υποδομών αξιοποίησης των ΑΠΕ. Ειδικότερα προτείνεται:

- Μεγάλα δίκτυα συστηματικής παρακολούθησης, μέτρησης, έρευνας και μοντελοποίησης του κλίματος, των εκπομπών αερίων, του κύκλου του νερού, του άνθρακα, των φυσικών κινδύνων, της βιοποικιλότητας. Ο κύριος σκοπός είναι η αύξηση της χωρικής και χρονικής πληροφόρησης.

- Δημιουργία βάσεων δεδομένων και καναλιών επικοινωνίας, σε σχέση με την κλιματική αλλαγή και τις ενεργειακές τεχνολογίες. Ο βασικός στόχος είναι να οργανωθούν τα δεδομένα σε πιο συμβατικές και περισσότερο προσβάσιμες μορφές.
- Διεξαγωγή πειραμάτων σε υποδομές που έχουν σχέση με ανανεώσιμες ενεργειακές τεχνολογίες, όπως φωτοβολταϊκά συστήματα, συγκεντρωμένα συστήματα ηλιακής θερμικής ενέργειας, καθώς φιλικά προς το περιβάλλον υλικά κατασκευής κτιρίων.
- Διεξαγωγή benchmarking για τη χρήση κυψέλων καυσίμου σε σταθερές εφαρμογές και στις μεταφορές.

### **3) Δικτύωση των ευρωπαϊκών προσπαθειών για την έρευνα στο κλίμα και την ενέργεια-Συνεργασία με εθνικά και διεθνή προγράμματα**

Η έρευνα για το κλίμα στην Ευρώπη είναι ήδη σε καλό προχωρημένο επίπεδο και έχει ενσωματωθεί σε ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα. Με σκοπό την καλύτερη ενσωμάτωση στις ευρωπαϊκές ερευνητικές δραστηριότητες και την αποτελεσματική ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των χωρών και με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (European Environmental Agency), ο οποίος θα δρα ως συντονιστής, προτείνεται ο επιπλέον συντονισμός και δικτύωση των πρωτοβουλιών τα επόμενα χρόνια. Επίσης σημαντικό είναι τα αποτελέσματα από τα ερευνητικά προγράμματα να είναι άμεσα διαθέσιμα στην επιστημονική κοινότητα, τους κοινωνικούς εταίρους, στους υπεύθυνους για τη διαμόρφωση πολιτικής (policy makers), σε εθνικό, ευρωπαϊκό αλλά και διεθνές επίπεδο. Ειδικότερα προτείνεται:

- Δικτύωση των εθνικών προγραμμάτων στην κλιματική αλλαγή με σκοπό την συντονισμένη εφαρμογή τους.
- Δικτύωση των ερευνητικών κέντρων με σκοπό την προσέγγιση ερευνητών του δημοσίου ή ιδιωτικού τομέα για την καλύτερη εφαρμογή της από κοινού συμφωνημένης μακροπρόθεσμης έρευνας στο κλίμα.

### **4) Θέσπιση ενός συστήματος αναφοράς για την μέτρηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρώπη**

Στα πλαίσια της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής στον τομέα της έρευνας, προτάθηκε η θέσπιση και ανάπτυξη ενός Ευρωπαϊκού Συστήματος Αναφοράς για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, των καταβόθρων και των μετρήσεων των συγκεντρώσεων.

Το Σύστημα Αναφοράς θα λειτουργεί μέσω της δικτύωσης με τα αρμόδια εθνικά και διεθνή ινστιτούτα και θα:

- Καλλιεργεί μια κοινή γλώσσα συνεννόησης μεταξύ των Κρατών-μελών και άλλων κοινωνικών εταίρων σε σχέση με τις μεθοδολογίες παρακολούθησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και τις καταβόθρες.
- Ενισχύει συστηματικά την επιστημονική έρευνα ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα των ήδη υπαρχόντων μεθοδολογιών παρακολούθησης ή να αναπτυχθούν και να τεθούν σε εφαρμογή καινούριες μεθοδολογίες αν είναι απαραίτητο.

Πιο συγκεκριμένα, το Σύστημα θα συμβάλλει στη δημιουργία του Μηχανισμού Παρακολούθησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ σύμφωνα με τα διεθνή κριτήρια ποιότητας που τίθενται από την Διεθνή Συνθήκη για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC: Οδηγίες για αναφορά και έλεγχο) (UNFCCC: Guidelines on reporting and review) και τα οποία περιλαμβάνουν: πληρότητα, διαφάνεια, συνέπεια, συγκρισιμότητα, ακρίβεια, και αβεβαιότητα.

### 5) *Ενθάρρυνση της συμμετοχής της Ευρώπης στο IPCC*

Οι Ευρωπαίοι επιστήμονες θα πρέπει να ενθαρρυνθούν ώστε να συμμετέχουν ενεργά στο IPCC, μιας και είναι ο διεθνής υπεύθυνος οργανισμός για τη μελέτη της κλιματικής αλλαγής, μεταφέροντας τις γνώσεις της Ευρώπης και τον τρόπο αντιμετώπισης της κατάστασης καθώς και να ενισχύουν την προσοχή στα ευρωπαϊκά ζητήματα.

#### 5.3.1.8 *Αγροτικός Τομέας-Γεωργία*

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στον αγροτικό τομέα στα πλαίσια του ΕΠΑΚ, καθώς όπως αποφασίστηκε στις Συναντήσεις των Μελών στη Βόννη και το Μαρόκο (COP 6,5 και 7 αντίστοιχα) ο αγροτικός τομέας μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής εξαιτίας της δυνατότητας δέσμευσης-απορρόφησης άνθρακα από τα αγροτικά εδάφη. Λόγω αυτής της δυνατότητας των αγροτικών εδαφών, ο αγροτικός τομέας μπορεί να συνεισφέρει στην επίτευξη του στόχου μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ (-8% σε σχέση με τις εκπομπές του 1990 την χρονική περίοδο 2008-2012). Στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος για την Αλλαγή του Κλίματος στον αγροτικό τομέα τα προτεινόμενα μέτρα αφορούν τους εξής τομείς:

- Μείωση εκπομπών  $N_2O$  από τα αγροτικά εδάφη
- Δυνατότητα δέσμευσης άνθρακα από τα αγροτικά εδάφη
- Δυνατότητα μείωσης εκπομπών του  $CO_2$  κατά την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πρώτων υλών στον ενεργειακό και βιομηχανικό τομέα
- Μείωση των εκπομπών  $CH_4$  κατά την εντερική ζύμωση
- Μείωση εκπομπών  $CH_4$  και  $N_2O$  κατά την διαχείριση των ζωικών απορριμμάτων.

Πολύ σημαντικό είναι να αναφερθεί, ότι για τη διαμόρφωση στρατηγικών και πολιτικών για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής στον αγροτικό τομέα θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη πιθανές συνεργιστικές δράσεις με άλλες πολιτικές σε άλλους τομείς ώστε να αυξηθούν οι δυνατότητες μείωσης αερίων του θερμοκηπίου.

Στη συνέχεια αναφέρονται αναλυτικότερα τα προτεινόμενα μέτρα στον αγροτικό τομέα στα πλαίσια του ΕΠΑΚ.

#### *I. Αγροτικά Εδάφη*

##### *1) Μείωση των εκπομπών $N_2O$*

Έχοντας υπόψη ότι η χρήση λιπασμάτων στις καλλιέργειες συνεισφέρει σημαντικά στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου λόγω της έκλυσης  $N_2O$  από τα εδάφη, προτείνεται καταρχήν η μείωση της εισαγωγής αζώτου στο έδαφος, μέσω της μειωμένης χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων καθώς και της καλύτερης επεξεργασίας του αζώτου στα ζωικά απορρίμματα που εναποτίθενται στο έδαφος. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί για παράδειγμα μέσω του καθορισμού γεωργικών ζωνών στις οποίες δε θα χρησιμοποιούνται λιπάσματα.

Επίσης απαιτείται η ενημέρωση των αγροτών για τα αέρια του θερμοκηπίου, ειδικά του  $N_2O$ . Με την εκπαίδευση αυτών σε αποδοτικές πρακτικές γεωργίας και διαχείρισης των ζωικών απορριμμάτων μπορεί να αποφευχθεί η έκλυση μεγάλων ποσοτήτων  $N_2O$  στο νερό και την ατμόσφαιρα.

Τα προτεινόμενα μέτρα για την μείωση εκπομπών  $N_2O$  από τον αγροτικό τομέα έχουν άμεση σχέση με εφαρμοζόμενα μέτρα στην πολιτική της ΕΕ για τους υδατικούς πόρους, για παράδειγμα προγράμματα δράσης στα πλαίσια της Οδηγίας για τα νιτρικά.

Συζητείται επίσης η επιβολή φόρου αζώτου, ο οποίος θα συμβάλλει στη μείωση εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, αν και υπάρχει κενό στην ακριβή συνεισφορά αυτού στην

αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής λόγω της δυσκολίας ποσοτικοποίησης των επιπτώσεων.

## 2) *Δυνατότητα δέσμευσης άνθρακα*

Στο ΕΠΑΚ προτείνεται η χρήση των αγροτικών εδαφών ως καταβόθρες για τη δέσμευση CO<sub>2</sub>, που θα συμβάλλει στη μείωση αερίων του θερμοκηπίου. Εκτιμάται ότι υπό την παραδοχή ότι 20% της επιφάνειας των αγροτικών εδαφών της ΕΕ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καταβόθρα, το δυναμικό δέσμευσης ανέρχεται σε 7,8 Mt C το οποίο αντιστοιχεί σε 8,6% του επιδιωκόμενου στόχου της Ευρώπης σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Από αυτό φαίνεται η σοβαρότητα αυτού του προτεινόμενου μέτρου και η συμβολή του στην επίτευξη των στόχων μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Παρόλα αυτά, ένας μεγάλος αριθμός τεχνικών και επιστημονικών αβεβαιοτήτων συνδέονται με τα εκτιμώμενα δυναμικά μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την χρήση αγροτικών εδαφών ως καταβόθρες άνθρακα. Γι' αυτό ειδική Ομάδα Εργασίας στα πλαίσια της ΕΕ έχει συσταθεί στην επόμενη φάση εξέλιξης του ΕΠΑΚ για την περαιτέρω έρευνα της χρήσης των αγροτικών εδαφών ως καταβόθρες άνθρακα.

## II. Βιοενέργεια

Η χρήση βιομάζας για παραγωγή ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές μειώσεις των εκπομπών στους τομείς της ενέργειας και των μεταφορών. Όπως έχει υπολογιστεί, το συνολικό δυναμικό αξιοποίησης της βιοενέργειας των δασών, των αγροτικών προϊόντων και γεωργικών υπολειμμάτων μπορεί να επιτύχει ποσότητες εκπομπών 200 ως 800 Mt CO<sub>2</sub>-eq. ανά χρόνο, οι οποίες αντιστοιχούν στο 5-22% των εκπομπών CO<sub>2</sub> από παραγωγή ενέργειας από ορυκτά καύσιμα για το 1995. Εξάλλου υποστηρίζεται ότι η συνδυασμένη εφαρμογή των μέτρων της χρήσης βιομάζας και της απορρόφησης-δέσμευσης άνθρακα μπορεί να έχει θετικότερα αποτελέσματα.

Σύμφωνα με αυτό το μέτρο θα καλλιεργούνται ειδικές εκτάσεις, οι οποίες δεν καλλιεργούνταν πριν (set-aside land), και τα προϊόντα τους θα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας, γνωστή ως βιοενέργεια. Με αυτό τον τρόπο οι καλλιεργούμενες εκτάσεις δρουν ως καταβόθρες άνθρακα. Ας αναφερθεί βέβαια ότι με τη εφαρμογή αυτού του μέτρου αναμένονται διαταράξεις στην ισορροπία του αζώτου και τη βιοποικιλότητα.

Βέβαια δεν είναι ικανά όλα τα είδη καλλιεργειών για παραγωγή ενέργειας και δεν έχουν τα ίδια οφέλη όσον αφορά τις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Γι' αυτό πρέπει να διεξαχθούν μελέτες για την επιλογή των καταλληλότερων.

## III. Κτηνοτροφία

### 1) *Δυναμικό μείωσης εκπομπών CH<sub>4</sub> κατά την εντερική ζύμωση*

Σε αυτή την κατηγορία και στα πλαίσια της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής υπό το ΕΠΑΚ, προτείνονται διάφορα μέτρα που αφορούν γενικά την εκτροφή ζώων. Έχει διαπιστωθεί ότι η αύξηση του αριθμού των γαλακτικών περιόδων μπορεί να επιφέρει μικρότερη παραγωγή CH<sub>4</sub> ανά kg γάλατος. Επίσης η αλλαγή και η βελτίωση των διατροφικών συνήθειων, της σύνθεσης και της ποιότητας της διατροφής, θα μπορούσε επίσης να επιφέρει σημαντική μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

### 2) *Δυναμικό μείωσης εκπομπών CH<sub>4</sub> και N<sub>2</sub>O κατά την διαχείριση των ζωικών απορριμμάτων*

Στα πλαίσια αυτού του μέτρου προτείνεται η κατασκευή μικρών εγκαταστάσεων υγρής επεξεργασίας ζωικών απορριμμάτων, μέσω της αναερόβιας χώνευσης, στις οποίες

αναμένεται χαμηλό κόστος λειτουργίας και εξοικονόμηση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Με αυτό τον τρόπο εκτιμάται ότι η συνολική εξοικονόμηση εκπομπών μπορεί να φτάσει τα 17 Mt CO<sub>2</sub>-eq. Η αναερόβια χώνευση αποτελεί μια αξιόλογη μέθοδο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής στον αγροτικό τομέα, η οποία παρουσιάζει υψηλό δυναμικό μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης σημαντική είναι η συνεισφορά αυτού του μέτρου στην καταστροφή παθογόνων οργανισμών στα ζωικά απορρίμματα και την παρεμπόδιση δυσάρεστων οσμών.

Σημαντικό μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η χαμηλή οικονομική αποδοτικότητα της καθώς και η έλλειψη γενικών γνώσεων για το πώς πρέπει να διοικούνται παρόμοιες μονάδες με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Η χρήση του παραγόμενου βιοαερίου από τις εγκαταστάσεις υγρής επεξεργασίας των ζωικών απορριμμάτων ως καύσιμο στα αυτοκίνητα μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης αξ σημειωθεί ότι το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Η εφαρμογή των παραπάνω εναλλακτικών λύσεων εξαρτάται από την ανάπτυξη των τομέων της ενέργειας και των μεταφορών στην ΕΕ.

### 5.3.2 Εξέλιξη του Ευρωπαϊκού Προγράμματος για την Αλλαγή του Κλίματος

Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος στην πρώτη φάση, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω έθεσε περισσότερο τις γενικές κατευθύνσεις για την οργανωμένη και κοινή αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής από τα Κράτη-μέλη της ΕΕ. Στη συνέχεια, στα πλαίσια εφαρμογής και εξέλιξης του ΕΠΑΚ εξειδικεύθηκαν οι προτεινόμενες δράσεις, αξιολογήθηκε η πορεία εφαρμογής των μέτρων και μελετήθηκαν καινούριες προτάσεις.

Όσον αφορά την αξιολόγηση των μέτρων και της προόδου του ΕΠΑΚ η 2<sup>η</sup> Έκθεση για το ΕΠΑΚ αναφέρει ότι:

- Τα προτεινόμενα μέτρα για το σύστημα εμπορίου εκπομπών και η σύνδεση του με τους δύο άλλους μηχανισμούς του Κιότο (από κοινού εφαρμογή και μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης) εξελίσσονται σύμφωνα με τα προγραμματισμένα σχέδια. Επίσης το σύστημα εμπορίου εκπομπών αναμένεται να ξεκινήσει το 2005 εξασφαλίζοντας την παροχή κινήτρων στον ιδιωτικό τομέα ώστε να μειωθεί το κόστος περιορισμού εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- Η εφαρμογή των μέτρων που έχουν σχέση με την παραγωγή ενέργειας βρίσκεται σε ικανοποιητικό στάδιο. Επιπλέον προτάσεις για χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε θερμικές εφαρμογές αναμένονται να προωθηθούν.
- Όσον αφορά την ενεργειακή κατανάλωση στον οικιακό, τριτογενή και βιομηχανικό τομέα έχει σημειωθεί πρόοδος λόγω της ανάληψης διαφόρων δραστηριοτήτων, όπως εκστρατείες ενημέρωσης, χρήση οικολογικών σημάτων στον εξοπλισμό, θέσπιση ελάχιστων προτύπων και βέλτιστων πρακτικών. Με επιπλέον Οδηγίες για την θέσπιση ενός πλαισίου οικολογικού σχεδιασμού προϊόντων με υψηλές απαιτήσεις σε ενέργεια αναμένεται η περαιτέρω πρόοδος.
- Εκτός από την στρατηγική μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub> στα επιβατικά οχήματα, προβλήματα εμφανίζονται στην εφαρμογή των υπόλοιπων προτεινόμενων μέτρων στον τομέα των μεταφορών.
- Όσον αφορά τα f-gases στα συστήματα κλιματισμού κινητών πηγών απαιτείται ειδική δράση και γι' αυτό ήδη γίνονται διαβουλεύσεις για την επίλυση του θέματος.

- Οι εκπομπές CH<sub>4</sub>, οι οποίες αποτελούν το σημαντικότερο ποσοστό εκπομπών από τα απόβλητα, το 1999 μειώθηκαν κατά 22% με βάση το 1990, εξαιτίας των προγραμμάτων που εφαρμόστηκαν σε εθνικό επίπεδο. Η Οδηγία για την υγειονομική ταφή αναμένεται να επιφέρει μεγαλύτερες μειώσεις.

Όσον αφορά τις καινούριες προτάσεις, η 2<sup>η</sup> Έκθεση Προόδου για το ΕΠΑΚ αναφέρει:

- Παρόλο που στον αγροτικό τομέα παρατηρήθηκε μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 6,4% για την περίοδο 1990-2000, περαιτέρω μείωση αναμένεται λόγω της εφαρμογής των μεταρρυθμίσεων στον τομέα της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής. Ένας από τους στόχους αυτής είναι η υποστήριξη μέτρων στον αγροτικό τομέα που θα είναι φιλικά προς το περιβάλλον.
- Ενόψει και της Συμφωνίας στο Μαρόκο, η ΕΕ προτείνει τη χρήση των καταβόθρων άνθρακα τόσο σε καλλιεργήσιμα εδάφη όσο και σε δάση προσφέροντας ένα δυναμικό μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου περίπου 93-103 Mt CO<sub>2</sub>eq. Παρόλα αυτά τονίζεται η ανάγκη για επαρκή παρακολούθηση και πιστοποίηση του συστήματος δέσμευσης αερίων του θερμοκηπίου και τα προβλήματα αβεβαιοτήτων που ανακύπτουν.
- Προτείνεται η αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων ορυκτών πόρων για παραγωγή ενέργειας και υποκατάσταση άλλων υλικών. Εκτιμάται ότι το ολικό δυναμικό μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την χρήση «βιοενέργειας» από τη γεωργία, τα δάση και άλλα οργανικά υπολείμματα είναι 200-600 Mt CO<sub>2</sub>eq. Σημαντική θα είναι η συνεισφορά της προτεινόμενης Οδηγίας για τα βιοκαύσιμα σε αυτόν τον τομέα.
- Προτείνεται η συζήτηση και άλλων θεμάτων, όπως η ενσωμάτωση της κλιματικής αλλαγής στα διαρθρωτικά ταμεία, περαιτέρω μέτρα όσον αφορά την προώθηση ΑΠΕ σε θερμικές εφαρμογές, η ενσωμάτωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στο Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου (EMAS) δηλαδή να μετονομαστεί σε E2MAS κτλ.

### 5.3.3 Συμπεράσματα

Το ΕΠΑΚ αποτελεί την οργανωμένη προσπάθεια της ΕΕ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Βασική επιδίωξη αυτού είναι η διευκόλυνση της ΕΕ να εκπληρώσει τον στόχο μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο.

Όπως προαναφέρθηκε το ΕΠΑΚ θέτει τις γενικές κατευθύνσεις των προτεινόμενων μέτρων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Αποτελεί ένα αναλυτικό, πλήρες, σαφές πρόγραμμα δράσεων. Βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι προϋποθέτει τη λήψη μέτρων σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, με σκοπό την ελαχιστοποίηση του κόστους συμμόρφωσης. Με τον τρόπο αυτό επιχειρείται η ισοκατανομή του φορτίου κόστους σε όλα τα εμπλεκόμενα μέλη (κυβέρνηση, επιχειρήσεις, πολίτες, καταναλωτές) ώστε να μην επιβαρυνθεί περισσότερο κάποια ομάδα. Πρέπει ωστόσο να τονιστεί ότι τα προτεινόμενα μέτρα εξετάζονται ως προς την οικονομική αποδοτικότητά τους. Παρόλα αυτά η αναγνώριση των τεχνικά δυνατών επιλογών εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η ακρίβεια των χρησιμοποιούμενων δεδομένων, το χρονικό πλαίσιο μέχρι να εφαρμοστούν τα επιλεγμένα μέτρα και η αποδοχή αυτών από το κοινό.

Επίσης σημαντικό στοιχείο του ΕΠΑΚ αποτελεί ότι οι δράσεις που προτείνονται πρέπει να είναι σύμφωνες με τις υπόλοιπες πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (όπως ανταγωνισμού, αγροτική πολιτική, δημόσιας υγείας).

Αξιοσημείωτο είναι ότι το ΕΠΑΚ έχει ορίζοντα εφαρμογής πέρα από αυτόν της δεσμευτικής περιόδου του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Από αυτό συμπεραίνεται ότι η ΕΕ όχι μόνο υποστηρίζει το Πρωτόκολλο αλλά και την ανάγκη για τη λήψη επιπλέον μέτρων. Αποδεικνύεται ότι η κλιματική αλλαγή θεωρείται πλέον σημαντικό πρόβλημα για τη ΕΕ. Εξάλλου μέσα από το ΕΠΑΚ αναδεικνύεται η σημασία της δράσης του καθενός πολίτη και τονίζεται η ανάγκη για ενημέρωση και ευαισθητοποίηση αυτού.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της 2<sup>ης</sup> Έκθεσης για το ΕΠΑΚ προκύπτει ότι η ΕΕ δεν πρόκειται να επιτύχει τους στόχους που τίθενται από το Πρωτόκολλο του Κιότο με τα ήδη εφαρμοζόμενα μέτρα αλλά μπορεί να ξεπεράσει τον στόχο αν υιοθετηθούν επιπρόσθετες πολιτικές. Μερικά ανεπίσημα δεδομένα για το 2001 δείχνουν ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου βρίσκονται σε ανοδική πορεία. Για αυτό το λόγο απαιτείται μια συνεχής και ενισχυμένη προσπάθεια εφαρμογής μέτρων, συνοδευμένη από διαδικασίες παρακολούθησης της αποτελεσματικότητας των ήδη υιοθετημένων μέτρων καθώς και με την ανάλογη αναθεώρηση τους [10].

## 6 Κλιματική Αλλαγή και Ελλάδα

Σύμφωνα με δεδομένα, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα παρουσιάζουν ανοδική πορεία αν και δεν υπάρχει σαφής τάση εμφάνισης της κλιματικής αλλαγής. Παρόλα αυτά, λόγω της συμμετοχής της Ελλάδας στην Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς και της επικύρωσης του Πρωτοκόλλου του Κιότο έχει θεσπιστεί το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου, το οποίο περιλαμβάνει ένα σύνολο μέτρων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.

### 6.1 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα

Σε αυτό το σημείο θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά στην κλιματική αλλαγή και την εξέλιξη αυτής στην Ελλάδα. Αρχικά, θα παρουσιαστούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που έχουν σημειωθεί στην Ελλάδα. Ο παρακάτω Πίνακας 19 περιλαμβάνει συγκεντρωτικά αποτελέσματα των εκπομπών για τα 6 αέρια του θερμοκηπίου (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, f-gases, δηλαδή HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>) για την περίοδο 1990-2000 [41].

**Πίνακας 19** Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα για τα έτη 1990-2000 (σε kt CO<sub>2</sub> eq)

Αέρια	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
CO <sub>2</sub>	85586	84610	87672	87268	88627	87273	90045	94380	10178 4	98698	10781 8
CH <sub>4</sub>	8743	8705	900	9106	9362	9494	9811	9922	10439	10410	10562
N <sub>2</sub> O	10622	10520	10468	10144	10258	9899	10338	10625	10634	10418	10979
f-gases	1193	1364	1161	1791	2303	3452	3988	4360	4257	4288	4429
ΣΥΝΟΛ	10614	10519	10830	10830	11055	11011	11418	11928	12711	12381	13378
Ο	3	9	7	8	0	9	2	7	3	8	8

Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> αποτελούν την πλειοψηφία των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, αφού ευθύνονται για το 80,6% περίπου των συνολικών εκπομπών στην Ελλάδα το 2000, ενώ το CH<sub>4</sub> και το N<sub>2</sub>O ευθύνονται για το 7,9% και 8,2% αντίστοιχα. Τα f-gases ευθύνονται για το υπόλοιπο 3,3%.

Κυριότερη πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα αποτελεί η παραγωγή ενέργειας (77,9%) λόγω της καύσης ορυκτών καυσίμων. Οι υπόλοιποι τομείς, όπως η γεωργία (7,9%), οι βιομηχανικές διεργασίες (9,9%), τα απόβλητα (4,1%) η χρήση διαλυτών (0,1%) συνεισφέρουν το υπόλοιπο 22,1% των συνολικών εκπομπών. Ας σημειωθεί ότι οι μεταφορές δεν έχουν συνυπολογιστεί στον υπολογισμό των εκπομπών λόγω της δυσκολίας εκτίμησης, αν και αποτελούν σημαντική πηγή εκπομπής CO<sub>2</sub> και N<sub>2</sub>O.

### 6.2 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

Όσον αφορά τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, η Ελλάδα διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης καθώς η θερμοκρασία παρουσιάζει μικρή αρνητική τάση για τον 20<sup>ο</sup> αιώνα. Για τις περισσότερες περιοχές του Ελλαδικού χώρου διακρίνεται γενικά μια πτωτική στάση από το 1950 ως τις αρχές του 1990. Ανάκαμψη της πτωτικής τάσης παρατηρείται σε αρκετές περιοχές μετά το 1975 η οποία φαίνεται να προκαλείται από την αντίστοιχη ανοδική τάση των θερμοκρασιών του καλοκαιριού για την ίδια περίοδο, με αποκορύφωμα το καλοκαίρι του 1999 το οποίο αποτέλεσε το θερμότερο καλοκαίρι του αιώνα για την Αθήνα, παρά τη σημαντική τάση ελάττωσης που παρατηρείται στις θερμοκρασίες του χειμώνα μετά το 1985. Παρόλα αυτά η δεκαετία 1970 ήταν η πιο ψυχρή για ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο. Αξιοσημείωτο είναι βέβαια ότι από τις αρχές του 1990 διακρίνεται μια σαφής τάση θέρμανσης στην Ελλάδα η οποία σταδιακά ενισχύεται.



Όσον αφορά τις βροχοπτώσεις στον ελλαδικό χώρο εμφανίζεται μια τάση μείωσης των βροχοπτώσεων κυρίως κατά την περίοδο 1971-1990 με τάσεις ανάκαμψης τα επόμενα έτη. Από το 1976 ως το 1990 υπήρξε σταδιακή μείωση των τιμών υετού με αποκορύφωμα τη μεγάλη ξηρασία της διετίας 1989-1990 στην περιοχή της Αθήνας. Αξιοσημείωτη όμως είναι η σημαντική άνοδος που παρατηρείται ακολούθως στη δεκαετία του 1990. Τα μέχρι στιγμής στοιχεία δείχνουν ότι το 2000 αποτελεί σχετικά ξηρό έτος.

Η τάση στη Θεσσαλονίκη διαφοροποιείται από αυτή της Αθήνας μέχρι το 1980 καθώς διακρίνεται να είναι αυξητική και μάλιστα στατιστικά σημαντική. Από το σημείο αυτό και μετά, εμφανίζεται σημαντικά πτωτική στη δεκαετία του 1980 ενώ στη δεκαετία του 1990 η τάση αντιστρέφεται όπως και στην Αθήνα. Συνολικά διαπιστώνεται ότι η δεκαετία 1984-1993 είναι η ξηρότερη και για την Αθήνα και για τη Θεσσαλονίκη.

Όσον αφορά τα ακραία καιρικά φαινόμενα στην Ελλάδα, η δεκαετία του 1990 παρουσίασε σχεδόν τριπλάσιο αριθμό καυσώνων από ότι στην προηγούμενη τριακονταετία. Δεν διαπιστώθηκε όμως κάποια αντίστοιχη αντίθετη μεταβολή στη συχνότητα εμφάνισης παγετών. Επίσης την περίοδο 1970-97 εμφανίστηκαν περισσότερες ακραίες βροχοπτώσεις στην Ελλάδα.

Η συχνότητα εμφάνισης και η διάρκεια των ψυχρών επεισοδίων στην Αθήνα μειώνεται σταθερά μετά το 1950 και μηδενίζεται μετά το 1991 ανεξάρτητα της έντασης των επεισοδίων. Παρόλα αυτά τα τελευταία χρόνια (2001-2003) παρατηρούνται ιδιαίτερα βαρείς χειμώνες με χιονοπτώσεις μεγάλης διάρκειας και έντασης.

Συνολικά μπορεί να διαπιστωθεί ότι με τα δεδομένα στοιχεία δεν μπορούν να εντοπιστεί μια σαφής τάση εμφάνισης της κλιματικής αλλαγής τον 20<sup>ο</sup> αιώνα στον ελλαδικό χώρο, αν και τοπικά παρατηρούνται μεταβολές στην εμφάνιση επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Παρόλα αυτά η αύξηση της θερμοκρασίας της δεκαετίας του 1990 που παρατηρήθηκε θα μπορούσε να προκαλέσει ανησυχία [42].

## **6.3 Μέτρα αντιμετώπισης**

### **6.3.1 Γενικά**

Για την εκτίμηση της μελλοντικής κατάστασης έχει αναπτυχθεί ένα Σενάριο Αναμενόμενης Εξέλιξης (ΣΑΕ) για την Ελλάδα, το οποίο απεικονίζει τη μελλοντική εξέλιξη των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου υπό τις παρούσες πολιτικές και πρακτικές συμπεριφοράς καταναλωτών, καθώς και τις διαφαινόμενες μελλοντικές τάσεις. Επίσης στη διαμόρφωση αυτού λαμβάνονται υπόψη δρομολογημένες πολιτικές στους διάφορους τομείς οικονομικής δραστηριότητας (μεταφορές, βιομηχανία κτλ.) ενώ τελικά διαμορφώνονται εκτιμήσεις για την εξέλιξη των εκπομπών για την Ελλάδα [41].

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ΣΑΕ αναμένεται σημαντική αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για την περίοδο 2000-2020. Συγκεκριμένα, η συνολική αύξηση των εκπομπών σε σχέση με το 1990 (σε kt CO<sub>2</sub>-eq) είναι +35,8% το 2010 και +56,4% το 2020. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης των εκπομπών όλη την περίοδο 2000-2020 εκτιμάται σε 1,2%, ενώ ο ενεργειακός τομέας αποτελεί τη βασική πηγή εκπομπών με ποσοστό συμμετοχής που αυξάνει από το 1990 σε 76% το 2010 και σε 79% το 2020 (Πίνακας 20).

Λαμβάνοντας υπόψη την αναμενόμενη σημαντική αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ιδιαίτερα στον ενεργειακό τομέα, είναι αναγκαίος ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός συνολικού προγράμματος περιορισμού των εκπομπών με στόχο τον

περιορισμό της αύξησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την εκπλήρωση των στόχων που τίθενται από το Πρωτόκολλο του Κιότο.

**Πίνακας 20** Εξέλιξη εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (kt CO<sub>2</sub>-equiv) [41]

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Ενέργεια	80789	84386	101062	107787	116890	125205	133277
Βιομηχανία	9591	11725	12874	13667	15899	18467	20787
Διαλύτες	177	156	169	173	177	179	181
Γεωργία	10448	9737	10227	9736	9668	9566	9467
Δάση	1391	-307	4138	2030	2030	2030	2030
Απορρίμματα	3749	4422	5319	4042	2542	2598	3793
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>106145</b>	<b>110120</b>	<b>133789</b>	<b>137435</b>	<b>147206</b>	<b>158046</b>	<b>169536</b>

Πιο συγκεκριμένα, θα αναφερθούν παρακάτω μερικά μέτρα που στοχεύουν στον περιορισμό των εκπομπών αυτών, σύμφωνα με το «Εθνικό Πρόγραμμα για τις Κλιματικές Αλλαγές» (Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών Αερίων Φαινομένου Θερμοκηπίου (2000-2010)) που ανέλαβε να εκπονήσει το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών εκ μέρους του ΥΠΕΧΩΔΕ, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, το οποίο αποτελεί την ελληνική δράση και συμβολή στην παγκόσμια προσπάθεια για την καταπολέμηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Η επιλογή των μέτρων που παρουσιάζονται στη συνέχεια έγινε με κριτήρια: (1) την τεχνολογική και εμπορική ωριμότητα των διαθέσιμων τεχνολογιών ώστε να είναι δυνατή η άμεση προώθηση τους, (2) την άμεση και μετρήσιμη απόδοση τους ως προς τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και (3) τα ιδιαίτερα διαρθρωτικά χαρακτηριστικά της ελληνικής οικονομίας και κοινωνίας.

Τα μέτρα που προτείνονται αναφέρονται ξεχωριστά για κάθε τομέα από τους παρακάτω:

- Ø Οικιακός και Τριτογενής τομέας
- Ø Μεταφορές
- Ø Βιομηχανία
- Ø Ηλεκτροπαραγωγή
- Ø Διαχείριση απορριμμάτων
- Ø Γεωργία
- Ø Βιομηχανικές διεργασίες

### 6.3.2 Οικιακός και Τριτογενής τομέας

Η μεγάλη ηλικία των κτιρίων, ο χαμηλός βαθμός διεύθυνσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), ο χαμηλός βαθμός απόδοσης των ενεργειακών συσκευών που χρησιμοποιούνται και η μη ορθολογική ενεργειακή συμπεριφορά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει ένα σημαντικό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Για το λόγο αυτό προτείνονται οι βασικοί άξονες παρέμβασης για επίτευξη μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον οικιακό και τριτογενή τομέα:

#### 1. Κέλυφος υφιστάμενων κτιρίων

Επειδή οι θερμικές απώλειες κτιρίων καθορίζουν την κατανάλωση ενέργειας για τη διατήρηση των επιθυμητών συνθηκών άνεσης μέσα σε αυτό. Η μεγάλη ηλικία των κτιρίων κατοικίας συνεπάγονται την ύπαρξη μεγάλου αριθμού κτιρίων με κακή ως μέτρια θερμική συμπεριφορά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το χαμηλό επίπεδο συνθηκών άνεσης και την υψηλή κατανάλωση ενέργειας για τη διατήρηση των επιθυμητών συνθηκών άνεσης.

Εξαιτίας αυτών προτείνεται η βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς των κτιρίων του οικιακού και τριτογενούς τομέα με προσθήκη μόνωσης σε παλαιά κτίρια οικιακής χρήσης και η εγκατάσταση διπλών υαλοστασίων στα κτίρια του τριτογενούς τομέα (γραφεία, καταστήματα κτλ.)

Εκτιμάται ότι η εφαρμογή του μέτρου θα αποφέρει το 2010 μείωση των εκπομπών ανέρχεται σε 106ktn CO<sub>2</sub>-equiv.

## **2. Ενεργειακός εξοπλισμός θέρμανσης και δροσισμού**

Η κατανάλωση ενέργειας για κεντρική θέρμανση αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στον οικιακό και τριτογενή τομέα. Η κατανάλωση αυτή εξαρτάται τόσο από το επίπεδο θερμομόνωσης του κτιρίου, όσο και από τα χαρακτηριστικά του συστήματος λέβητας-καυστήρα. Σε πολλές περιπτώσεις και ειδικά σε κτίρια με ελλιπή συντήρηση ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων κεντρικής θέρμανσης είναι πολύ χαμηλός. Ταυτόχρονα, η κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό, ιδιαίτερα στον τομέα των υπηρεσιών, αυξάνεται διεθνώς. Η αυξητική αυτή τάση αναμένεται να συνεχισθεί τα επόμενα χρόνια ως αποτέλεσμα της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου που συνεπάγεται την αύξηση του επιπέδου συνθηκών άνεσης αλλά και της χρήσης περισσότερων μηχανημάτων/ συσκευών. Η αυξημένη αυτή κατανάλωση συνεισφέρει όχι μόνο στην αύξηση των εκπομπών αλλά και στη δημιουργία προβλημάτων στο ηλεκτρικό δίκτυο, καθώς συμπίπτει με τη ζώνη φορτίου αιχμής του συστήματος. Επιπλέον, η ραγδαία αύξηση της ζήτησης αυτών των συστημάτων οδήγησε σε πολλές περιπτώσεις σε εγκαταστάσεις συστημάτων χωρίς μελέτη εγκατάστασης ή έστω κάποιους γενικούς κανόνες διαστασιολόγησης και τοποθέτησης. Για την αντιμετώπιση αυτών των θεμάτων προτείνεται η λήψη μέτρων που εμπεριέχονται στο πρόγραμμα μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη θέρμανση ή την ψύξη κτιρίων του οικιακού και τριτογενούς τομέα, που αφορούν τον χρησιμοποιούμενο ενεργειακό εξοπλισμό.

Αρχικά θα πρέπει οι εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης να υπόκεινται σε συχνή συντήρηση ώστε να βελτιώνεται ο βαθμός απόδοσης. Αν αυτό δεν είναι αποτελεσματικό και οι λέβητες είναι ήδη μεγάλης ηλικίας, η αντικατάσταση αυτών με νέους υψηλότερου βαθμού απόδοσης είναι η κατάλληλη λύση.

Όσον αφορά την ψύξη των κτιρίων σε καλοκαιρινές περιόδους εκτιμάται ότι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών ηλιοπροστασίας (π.χ. ανοιχτόχρωμα εξωτερικά επιχρίσματα, εγκατάσταση τεντών κτλ.) είναι δυνατή η μείωση του ψυκτικού φορτίου ενός κτιρίου κατά 30%.

Εξάλλου ως προτεινόμενο μέτρο θεωρείται και η εξοικονόμηση ενέργειας με τη χρήση αποδοτικότερων συσκευών κλιματισμού, νέων μονάδων υψηλής απόδοσης. Εκτιμάται ότι η εφαρμογή των παραπάνω μέτρων θα αποφέρει μείωση εκπομπών κατά 364ktn CO<sub>2</sub>-equiv.

## **4. Ηλεκτρικές συσκευές και φωτισμός**

Η αύξηση του βιοτικού επιπέδου είχε ως αποτέλεσμα τη χρήση περισσότερων ηλεκτρικών συσκευών στον οικιακό τομέα, κάτι που αναμένεται να συνεχιστεί και στο μέλλον. Επιπλέον, στα κτίρια του τριτογενή τομέα αναμένεται μια συνεχής αύξηση του ηλεκτρικού εξοπλισμού.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω προτείνεται αρχικά η χρήση αποδοτικότερων ηλεκτρικών συσκευών (πλυντήρια, συστήματα εικόνας ήχου, κλπ.) του οικιακού τομέα

Επίσης ο τεχνητός φωτισμός αποτελεί μια σημαντική συνιστώσα της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας στα κτίρια και προσδιορίζει σε μεγάλο βαθμό το ενεργειακό κόστος του κτιρίου (ιδιαίτερα στον τριτογενή τομέα). Τα επίπεδα τεχνητού φωτισμού που απαιτούνται εξαρτώνται από τη χρήση του κτιρίου και καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό του κτιρίου. Αποτέλεσμα του σχεδιασμού, τόσο σε επίπεδο κτιρίου όσο και σε πολεοδομικό επίπεδο, είναι η ύπαρξη χώρων με μεγάλα βάθη, η ύπαρξη μικρών ανοιγμάτων, η σκίαση από γειτονικά κτίρια κτλ. Η θεωρητικά πλέον ενδεδειγμένη λύση της αύξησης του φυσικού φωτισμού (π.χ. με την αύξηση των ανοιγμάτων) έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των θερμικών απωλειών του κτιρίου, οπότε αυξάνεται και η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση χώρων. Συνεπώς, η αξιοποίηση της δωρεάν παρεχόμενης ηλιακής ενέργειας αποτελεί μια σημαντική εναλλακτική λύση.

Για την εξοικονόμηση ενέργειας από την χρήση τεχνητού φωτισμού συνιστάται η χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης μιας και οι λαμπτήρες υψηλής απόδοσης έχουν οκταπλάσια διάρκεια ζωής σε σύγκριση με τους συμβατικούς, ενώ η κατανάλωση ενέργειας είναι ίση με το 25% της κατανάλωσης των συμβατικών λαμπτήρων. Εξάλλου η χρήση αυτοματοποιημένου φωτισμού με την εγκατάσταση συστημάτων ανίχνευσης παρουσίας, που σκοπό έχουν να θέτουν σε λειτουργία τους λαμπτήρες ανάλογα με την παρουσία ή όχι ανθρώπων στον χώρο, μπορεί να επιτύχει εξοικονόμηση της τάξης του 20% ανά εγκατάσταση αυτοματισμού. Από την εφαρμογή των παραπάνω μέτρων αναμένεται μείωση των εκπομπών κατά 1781ktn CO<sub>2</sub>-equiv.

##### **5. *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στον οικιακό και τριτογενή τομέα***

Οι ΑΠΕ αναγνωρίζονται σήμερα ως μια σημαντική εναλλακτική λύση όσον αφορά στην παραγωγή ενέργειας και στην αντιμετώπιση των έντονων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Αν και το εκμεταλλεύσιμο δυναμικό των ΑΠΕ στον ελληνικό χώρο είναι ιδιαίτερα σημαντικό, ο βαθμός αξιοποίησης τους είναι μάλλον χαμηλός, με την εξαίρεση της χρήσης ηλιακών συλλεκτών. Ωστόσο, η δραστηριοποίηση των επενδυτών για εφαρμογές ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας δημιουργεί θετικές προοπτικές για την ανάπτυξη τους.

Τα προτεινόμενα μέτρα, τα οποία μπορούν να επιφέρουν μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 1628ktn CO<sub>2</sub>-equiv αφορούν την χρήση ηλιακών συλλεκτών (1) για θέρμανση νερού, η οποία είναι η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή ΑΠΕ στον ελληνικό χώρο, (2) ή ακόμη και για θέρμανση χώρων, οι οποίοι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο ως βοηθητικά συστήματα στο συμβατικό σύστημα θέρμανσης και μόνο σε κτίρια με χαμηλές θερμικές απώλειες.

Επίσης η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων αποτελεί προτεραιότητα για το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου καθώς: (1) χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας στον πλανήτη, (2) κατασκευάζονται από το δεύτερο πιο διαδεδομένο στοιχείο στο φλοιό της Γης (πυρίτιο), (3) δεν έχουν κινούμενα μέρη και (4) παράγουν ηλεκτρισμό που αποτελεί την πιο χρήσιμη μορφή ενέργειας. Ωστόσο, ο χαμηλός βαθμός απόδοσης και το υψηλό κόστος δεν ευνοούν την ευρεία χρήση τους. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα απευθύνονται σε περιοχές εφαρμογών, όπου το υψηλό κόστος τους δεν αποτελεί σημαντικό εμπόδιο (π.χ. έλλειψη ή υψηλό κόστος εναλλακτικών μεθόδων παροχής ενέργειας).

Στην χρήση των ΑΠΕ στον οικιακό και τριτογενή τομέα εντάσσεται και η τηλεθέρμανση με βιομάζα. Ως πρώτη ύλη μπορεί να χρησιμοποιηθούν είτε δασικά είτε αγροτικά υπολείμματα.

## 5. Φυσικό αέριο

Η χρήση του φυσικού αερίου διεθνώς αυξάνει συνεχώς λόγω των ενεργειακών και περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει έναντι των υγρών και στερεών καυσίμων. Η διείσδυση του φυσικού αερίου στον οικιακό και τριτογενή τομέα στην Ελλάδα βρίσκεται στα πρώτα στάδια καθώς δεν έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή των δικτύων διανομής.

Τα προγραμματισμένα μέτρα περιλαμβάνουν την αυξημένη χρήση φυσικού αερίου για θέρμανση χώρων και την προώθηση ενός ταχύτερου ρυθμού διείσδυσης στον οικιακό και τριτογενή τομέα για θέρμανση χώρων, το οποίο αποτελεί το πρώτο μέτρο που εξετάζεται.

Επίσης προτείνεται η χρήση φυσικού αερίου για δροσισμό κτιρίων σε συστήματα που εργάζονται με βάση τον κύκλο απορρόφησης ή με τη χρήση μηχανών φυσικού αερίου που κινούν τους συμπιεστές ψυκτών κύκλου μηχανικής συμπίεσης. Από τα παραπάνω αναμένεται μείωση των εκπομπών κατά 188ktn CO<sub>2</sub>-equiv.

### 6.3.3 Μεταφορές

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ΣΑΕ η προβλεπόμενη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας στον τομέα των μεταφορών είναι σημαντική κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο (+53% το 2020 σε σχέση με το 2000). Κατά συνέπεια σημαντική είναι και η αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα των μεταφορών. Συγκεκριμένα, εκτιμάται αύξηση των εκπομπών με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης της τάξης του 2,4% για την περίοδο 2000-2020 (από 19,7Mtn το 2000 σε 31,5Mtn το 2020). Οι βασικοί ρύποι που εκπέμπονται, σε σχέση με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, είναι το CO<sub>2</sub> και το N<sub>2</sub>O, η συμμετοχή του οποίου αναμένεται αυξητική λόγω της διείσδυσης των καταλυτικών οχημάτων. Τα μέτρα που προτείνονται για την καταπολέμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι τα παρακάτω:

#### 1. Επεμβάσεις στα οχήματα

Τα μέτρα που αναφέρονται στα οχήματα αφορούν μόνο σε επιμέρους βελτιώσεις της απόδοσης. Συγκεκριμένα, η βασική παρέμβαση αφορά στη συντήρηση αυτοκινήτων και φορτηγών. Εκτιμάται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας με αποτέλεσμα τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 76ktn CO<sub>2</sub> equiv μπορεί να επιτευχθεί με την κατά μέσο όρο μείωση της ειδικής κατανάλωσης κατά περίπου 2%.

#### 2. Διαχείριση συστήματος μεταφορών

Η προώθηση μέτρων που αφορούν τη διαχείριση του συστήματος των μεταφορών (π.χ. χρήση μαζικών μέσων μεταφοράς, κυκλοφοριακές ρυθμίσεις, κλπ.) θεωρείται ως μια σημαντική παρέμβαση τόσο για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα των μεταφορών όσο και για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Παρόλα αυτά είναι δύσκολο να επιτευχθεί άμεσα μια σημαντική στροφή του κοινού στη χρήση μαζικών μέσων μεταφοράς, ειδικά σε ό,τι αφορά στις μετακινήσεις εκτός πόλης.

Ειδικότερα προτείνεται η επέκταση της χρήσης λεωφορείων φυσικού αερίου. Ήδη 300 λεωφορεία που χρησιμοποιούν ως καύσιμο φυσικό αέριο (CNG) κυκλοφορούν στην Αθήνα καλύπτοντας σημαντικό ποσοστό του μεταφορικού έργου που ικανοποιείται από τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Εξετάζεται, για το χρονικό ορίζοντα του έτους 2010, η προμήθεια νέων τέτοιων λεωφορείων αυξάνοντας το μερίδιό τους στις αστικές μεταφορές από 26% σε 35% (555 λεωφορεία).

Επίσης θεωρείται σημαντική ή δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας από τις μεταφορές βελτιώνοντας τη φωτεινή σηματοδότηση. Σύμφωνα με στοιχεία του IPCC που προέρχονται

από σχετικές εφαρμογές στις ΗΠΑ, η υλοποίηση του μέτρου αυτού μπορεί να αποδώσει εξοικονόμηση ενέργειας 0,8-3,5% στους κόμβους που θα εφαρμοστεί.

Εξάλλου η προώθηση της χρήσης αστικών συγκοινωνιών με παράλληλη εφαρμογή του μέτρου της προώθησης των αστικών συγκοινωνιών, το οποίο προϋποθέτει μια σειρά από παράγοντες, όπως αξιοπιστία των δρομολογίων και μικρό χρόνο αναμονής, εξασφάλιση ομαλών συνθηκών κυκλοφορίας και κατά συνέπεια μικρή διάρκεια διαδρομής, μπορεί να συμβάλλει στον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Επίσης με ήπιες παρεμβάσεις, όπως τη θέσπιση αντικινήτρων χρήσης των ΙΧ, ιδιαίτερα στο κέντρο των πόλεων, την προώθηση πολιτικών βελτιστοποίησης της χρήσης νέων-καθαρών τεχνολογιών, την εφαρμογή πολιτικών απόσυρσης αυτοκινήτων παλαιάς τεχνολογίας, επιχειρείται μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

### **3. Χρήση νέων καυσίμων**

Το μοναδικό μέτρο της κατηγορίας αυτής που εξετάζεται αναφέρεται στη χρήση βιοκαυσίμων. Η προσθήκη βιοκαυσίμου στη βενζίνη σε ποσοστό 2,5% δεν απαιτεί ιδιαίτερες προσαρμογές στον κινητήρα του οχήματος και θα αποφέρει σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Εφαρμόζοντας τα παραπάνω μέτρα στον τομέα των μεταφορών αναμένεται μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 916ktn CO<sub>2</sub>-equin το 2010.

### **6.3.4 Βιομηχανία**

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του ΣΑΕ, ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της τελικής ζήτησης ενέργειας στη βιομηχανία είναι της τάξης του 1% για την περίοδο 2000-2010, γεγονός που αποδίδεται αφενός στους μέτριους αναπτυξιακούς ρυθμούς που προβλέπονται για τον κλάδο την ίδια χρονική περίοδο, καθώς και στην έλλειψη μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής εξοικονόμησης ενέργειας στον βιομηχανικό τομέα. Η αύξηση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (από τις θερμικές χρήσεις μόνο) το 2020 κατά 11% σε σχέση με το 2000.

Για το λόγο αυτό προτείνεται η προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου, το οποίο θα υποκαταστήσει το μαζούτ. Η υποκατάσταση αυτή θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε ενεργειοβόρες μονάδες με υψηλές θερμικές ανάγκες ώστε να υποστηριχθεί η διεύρυσή του και να περιοριστεί το κόστος της ανάπτυξης εκτεταμένου δικτύου μεταφοράς του.

Επιπλέον στόχος των μέτρων που αφορούν τη βιομηχανία αποτελεί η προώθηση της χρήσης ηλιακών συστημάτων και βιομάζας. Εκτιμήθηκε ότι η υποκατάσταση μαζούτ και ντίζελ από ηλιακούς συλλέκτες για παραγωγή ατμού χαμηλών θερμοκρασιών (κατά 20% των σχετικών αναγκών) και από βιομάζα κυρίως σε μονάδες επεξεργασίας ξύλου και εκκοκκιστηρίων και σε μικρότερο ποσοστό στη βιομηχανία τροφίμων (επεξεργασία φρούτων κλπ., παραγωγή ελαιολάδου, επεξεργασία δημητριακών) μπορεί να επιφέρει σημαντική εξοικονόμηση εκπομπών.

Τέλος ιδιαίτερα σημαντική είναι η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Τα εξεταζόμενα μέτρα αφορούν κυρίως σε επεμβάσεις νοικοκυρέματος και εκσυγχρονισμού που στοχεύουν στη μείωση των απωλειών στο σύστημα παραγωγής ατμού και στην αξιοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας από τους κλιβάνους. Ταυτόχρονα, εξετάζονται και επεμβάσεις βελτίωσης της απόδοσης στη θέρμανση χώρων και στο φωτισμό.

Υπολογίζεται ότι η εφαρμογή των προαναφερόμενων δράσεων στον τομέα της βιομηχανίας μπορεί να προκαλέσει μείωση των εκπομπών της τάξης των 705ktn CO<sub>2</sub>-equiv το 2010.

### 6.3.5 Ηλεκτροπαραγωγή

Η ηλεκτροπαραγωγή αποτελεί τον κυριότερο τομέα εφαρμογής μέτρων περιορισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με βασικό χαρακτηριστικό την προώθηση όλων των ειδών των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (αιολικά πάρκα, υδροηλεκτρικές μονάδες, φωτοβολταϊκά συστήματα, βιομάζα, φυσικό αέριο).

Ειδικότερα εκτιμάται ότι η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μια από τις βασικές εναλλακτικές λύσεις που προτείνονται για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι η εγκατεστημένη ισχύς των αιολικών συστημάτων το 2010 θα ανέλθει σε 821MW, ενώ αναμένεται σύμφωνα με το ΣΑΕ στα πλαίσια του Εθνικού Προγράμματος Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Φαινομένου του Θερμοκηπίου ότι μέχρι το 2010 η εγκατεστημένη ισχύς των αιολικών θα αυξηθεί κατά 800MW.

Στα πλαίσια προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ελλάδα εντάσσεται και η εγκατάσταση υδροηλεκτρικών μονάδων. Σύμφωνα με το ΣΑΕ, θεωρείται ότι θα εγκατασταθούν μικρά υδροηλεκτρικά εργοστάσια 250MW στο χρονικό ορίζοντα του έτους 2010, ενώ έχει ήδη περιληφθεί η εγκατάσταση 100MW μικρών υδροηλεκτρικών μονάδων. Σημειώνεται πάντως ότι σε ορισμένες περιπτώσεις απαντώνται δυσκολίες ανάπτυξης τέτοιων έργων, που πηγάζουν από πιθανές αντιφάσεις με πολιτικές προφύλαξης περιοχών ιδιαίτερου φυσικού κάλλους.

Δεδομένου ότι το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ακόμη πολύ υψηλό θεωρήθηκε ότι η διείσδυση τους στο ΣΑΕ θα είναι μηδενική. Παρόλα αυτά στο πλαίσιο της προσπάθειας μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που θα πρέπει να καταβάλει η χώρα προκειμένου να επιτύχει τους στόχους του Κιότο εξετάζεται η εγκατάσταση 10MW τέτοιων μονάδων στον χρονικό ορίζοντα του έτους 2010.

Όσον αφορά το γεωθερμικό δυναμικό, εκτιμήθηκε ότι τα προβλήματα που σημειώθηκαν στο παρελθόν στη μονάδα εκμετάλλευσης της γεωθερμίας στη Μήλο για παραγωγή ηλεκτρισμού δε θα επιτρέψουν την επαναλειτουργία της μονάδας αυτής. Όμως, υπάρχει σημαντικό εκμεταλλεύσιμο δυναμικό στη Λέσβο (10MW) και στη Νίσυρο (20MW).

Η εκτίμηση του πραγματικού δυναμικού εκμετάλλευσης της βιομάζας για παραγωγή ηλεκτρισμού ή/ και θερμότητας στην Ελλάδα είναι σχετικά δύσκολη, καθώς εξαρτάται από μια σειρά παράγοντες, όπως το κόστος της πρώτης ύλης, την πρόθεση συνεργασίας των αγροτικών συνεταιρισμών, το ύψος και τη διακύμανση της ζήτησης όσον αφορά στην παραγόμενη θερμότητα κλπ. Παρόλα αυτά, στο πλαίσιο του ΣΑΕ θεωρήθηκε η εγκατάσταση 200MW μονάδων βιομάζας στο χρονικό ορίζοντα του 2010.

Για το φυσικό αέριο προτείνεται η περαιτέρω αξιοποίηση των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο ως μονάδες βάσης του ηλεκτρικού συστήματος αλλά και η αύξηση των επενδυτικών ευκαιριών εγκατάστασης συστημάτων συμπαραγωγής (ατμού και ηλεκτρισμού) τόσο στη βιομηχανία όσο και στον τριτογενή τομέα.

Τελικά στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής αναμένεται συνολική μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την εφαρμογή των παραπάνω μέτρων κατά περίπου 7600ktn CO<sub>2</sub>-equiv.

### 6.3.6 Διαχείριση απορριμμάτων

Στον τομέα της διαχείρισης απορριμμάτων στον ελλαδικό χώρο, στα μέτρα μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου δίνεται προτεραιότητα στο παραγόμενο μεθάνιο. Λόγω της υποχρεωτικής εφαρμογής της Οδηγίας 99/31 περί υγειονομικής ταφής αποβλήτων και σύμφωνα με το ΣΑΕ, αναμένεται μείωση των εκπομπών CH<sub>4</sub> κατά περίπου 48% και 22% το 2010 και το 2020 σε σχέση με τα επίπεδα του 2000.

Επίσης προτείνεται η περαιτέρω μείωση των εκπομπών μεθανίου μέσω της εγκατάστασης δικτύου συλλογής του παραγόμενου μεθανίου στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ) και της καύσης του προς CO<sub>2</sub> σε πυρσό. Σημειώνεται ότι το Δυναμικό Παγκόσμιας Αύξησης Θερμοκρασίας (Global Warming Potential, GWP) για το CH<sub>4</sub> είναι 21, απ' όπου και είναι σαφές το όφελος σε σχέση με τη μείωση εκπομπών από τη μετατροπή μέρους του παραγόμενου μεθανίου σε διοξείδιο του άνθρακα. Σύμφωνα με το ΣΑΕ, το υπολογιζόμενο καθαρό όφελος μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με την εφαρμογή του μέτρου εκτιμάται σε 98ktn CO<sub>2</sub>-equin για το 2010.

### 6.3.7 Γεωργία

Στο πρόγραμμα περιορισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, που αναμένεται να εφαρμοστεί στην Ελλάδα, στον τομέα της γεωργίας περιλαμβάνεται η εγκατάσταση συστημάτων διαχείρισης ζωικών αποβλήτων και η μείωση χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων μέσω της προώθησης βιολογικών καλλιεργειών.

Το μέτρο εγκατάστασης συστημάτων διαχείρισης ζωικών αποβλήτων συνίσταται στην προώθηση συστημάτων «υγρής επεξεργασίας» των ζωικών αποβλήτων για τα απόβλητα των χοιροτροφικών μονάδων και των μονάδων εκτροφής βοοειδών (αγελάδων) για παραγωγή γάλακτος, ενώ η συνήθης πρακτική σήμερα στην Ελλάδα είναι η «επεξεργασία σε στερεή μορφή». Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν μεγάλες υπεδάφειες δεξαμενές από μπετόν, όπου τα απόβλητα αποθηκεύονται για 6 ή περισσότερους μήνες και στη συνέχεια αποτίθενται ως κοπριά στον αγρό. Προκειμένου να διευκολυνθεί η διαχείριση των αποβλήτων σε υγρή μορφή, ενίοτε προστίθεται και νερό στα απόβλητα. Ο συντελεστής εκπομπής N<sub>2</sub>O από τα συστήματα αυτά είναι πολύ χαμηλότερος από τον αντίστοιχο στην περίπτωση άλλων συστημάτων διαχείρισης (με εξαίρεση την περίπτωση επεξεργασίας σε αναερόβια λίμνη, όπου ο συντελεστής εκπομπής είναι ίδιος με αυτό της υγρής επεξεργασίας). Για τα βοοειδή, θεωρήθηκε ότι το ποσοστό χρήσης υγρής επεξεργασίας θα προσεγγίσει το 2010 το μέσο ποσοστό που υπάρχει στη Δυτική Ευρώπη σύμφωνα με το IPCC (46%).

Στην περίπτωση της μείωσης χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων συνίσταται η περαιτέρω προώθηση των βιολογικών καλλιεργειών, ώστε το ποσοστό τους να ανέλθει σε 5% της καλλιεργούμενης Γης (περίπου 2 εκατομμύρια στρέμματα), με συνεπακόλουθη μείωση των εκπομπών N<sub>2</sub>O λόγω της μειωμένης χρήσης συνθετικών αζωτούχων λιπασμάτων.

Από τα παραπάνω αναμένεται μείωση εκπομπών κατά 92ktn CO<sub>2</sub>-equin μέχρι το 2010.

### 6.3.8 Βιομηχανικές διεργασίες

Τα σημαντικά μέτρα μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα αυτό αφορούν κυρίως τον περιορισμό των εκπομπών αλογονούχων ενώσεων (f-gases).

Από τη λειτουργία συγκεκριμένων μονάδων του κλάδου χημικών βιομηχανιών παράγονται σημαντικές ποσότητες f-gases, οι οποίες το 2000 ανέρχονταν σε 3744ktn CO<sub>2</sub>-equin. Γι' αυτό το λόγο, σχεδιάζεται η αναδιοργάνωση της παραγωγικής δραστηριότητας των εν λόγω μονάδων που θα συμβάλει στο μηδενισμό των σχετικών εκπομπών.



Επίσης ο τομέας της παραγωγής, χρήσης, συντήρησης και τελικής διάθεσης συσκευών/εξοπλισμού ψύξης, κλιματισμού κτλ., αποτελεί την πλέον σημαντική πηγή εκπομπών αλογονούχων ενώσεων με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης για την περίοδο 2000-2010 της τάξης του 20%. Η αύξηση αυτή οφείλεται κατά κύριο λόγο στην τελική διάθεση των συσκευών αυτών μετά το έτος 2005. Έτσι εξετάζεται η δυνατότητα ανάκτησης των περιεχομένων ποσοτήτων f-gases από τις προς διάθεση συσκευές ψύξης ή κλιματισμού σε ποσοστό 75% περίπου.

### 6.3.9 Συμπεράσματα

Το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω αποτελεί ένα σύνολο εξειδικευμένων μέτρων για κάθε τομέα.

Από μια μικρή σύγκριση με το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος μπορεί να ειπωθεί ότι το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου είναι εναρμονισμένο με τις απαιτήσεις και προσαρμοσμένο στις οδηγίες που θέτει το ΕΠΑΚ. Το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου δεν περιλαμβάνει μέτρα το εμπόριο εκπομπών, το οποίο βέβαια δεν είχε λάβει τελική μορφή στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατά την περίοδο συγκρότησης του Προγράμματος της Ελλάδας. Επίσης παρατηρείται, ότι δεν αναφέρονται συγκεκριμένα μέτρα προώθησης του τομέα της έρευνας στο Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου, σε αντίθεση με το ΕΠΑΚ.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς η υλοποίηση των παραπάνω μέτρων θα είχε ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της αύξησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στο 19% σε σχέση με τις εκπομπές του έτους βάσης. Από την πλευρά της ενέργειας, οι τομείς που εμφανίζουν το πλέον αξιόλογο δυναμικό μείωσης των εκπομπών είναι ο οικιακός-τριογενής τομέας και η παραγωγή ηλεκτρισμού, στους οποίους και θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην προώθηση μέτρων μείωσης των εκπομπών. Οι βασικοί άξονες δράσης είναι:

- Η προώθηση των ΑΠΕ τόσο στην τελική κατανάλωση όσο και στην ηλεκτροπαραγωγή με εκτιμώμενο δυναμικό μείωσης εκπομπών της τάξης 6,4Mt CO<sub>2</sub>-equiv.
- Η περαιτέρω διείσδυση του φυσικού αερίου στο ενεργειακό σύστημα της χώρας, πολιτική που θα συμβάλλει στην πρόσθετη μείωση των εκπομπών κατά 3,9Mt CO<sub>2</sub>-equiv.

Η πλήρης υλοποίηση των σχεδιαζόμενων μέτρων περιορισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι εγχείρημα μεγάλης δυσκολίας και τυχόν αποκλίσεις θα έχουν ως αποτέλεσμα τη μη επίτευξη των στόχων που τίθενται για την Ελλάδα από το Πρωτόκολλο του Κιότο. Εξάλλου, η ταυτόχρονη υλοποίηση των σχεδιαζόμενων παρεμβάσεων θα οδηγήσει σε περιορισμό του δυναμικού μείωσης των εκπομπών (περίπου κατά 20%). Σύμφωνα με τη μελέτη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών για το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου, θεωρώντας ένα ρεαλιστικό βαθμό υλοποίησης των προαναφερομένων παρεμβάσεων της τάξης του 70% (με την εξαίρεση των μέτρων που αφορούν τις εκπομπές f-gases) και λαμβάνοντας υπόψη τις συνέργιες από την ταυτόχρονη υλοποίηση των διαφόρων μέτρων εκτιμάται ότι:

- Η συνολική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που είναι δυνατό να επιτευχθεί ανέρχεται σε 12,3Mt CO<sub>2</sub>-equiv.
- Η αύξηση των εκπομπών το 2010 σε σχέση με το 1990 εκτιμάται στα επίπεδα του +24,5% που καλύπτει τις απαιτήσεις που τίθενται στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο [41].

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 21) παρουσιάζεται αναλυτικότερα η εξέλιξη των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο χρονικό ορίζοντα του έτους 2010 τόσο στη βάση του ΣΑΕ, δηλαδή αν δεν εφαρμοστούν κάποια μέτρα αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου, όσο και από τη συνδυασμένη εφαρμογή των προτεινόμενων, από το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου, παρεμβάσεων [41].

**Πίνακας 21** Εξέλιξη εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σύμφωνα με το ΣΑΕ και το σενάριο συνδυασμένης υλοποίησης των προτεινόμενων παρεμβάσεων (σε ktn CO<sub>2</sub>-eq) (41)

	1990	1995	2000	2005		2010	
				ΣΑΕ	Μέτρα	ΣΑΕ	Μέτρα
Ενεργειακός τομέας	80789	84386	101062	107787	104441	116890	109404
Βιομηχανικές διεργασίες	9591	11725	12874	13667	13667	15899	11248
Διαλύτες	177	156	169	173	173	177	177
Γεωργία	10448	9737	10227	9736	9702	9668	9604
Δάση	1391	-307	4138	2030	2030	2030	2030
Απορρίμματα	3749	4422	5319	4042	4016	2542	2473
<b>Σύνολο</b>	<b>106145</b>	<b>110119</b>	<b>133789</b>	<b>137435</b>	<b>134029</b>	<b>147206</b>	<b>134936</b>
Μεταβολή ως προς το έτος βάσης (=100)	97,9	101,6	123,4	126,8	123,6	135,8	124,5

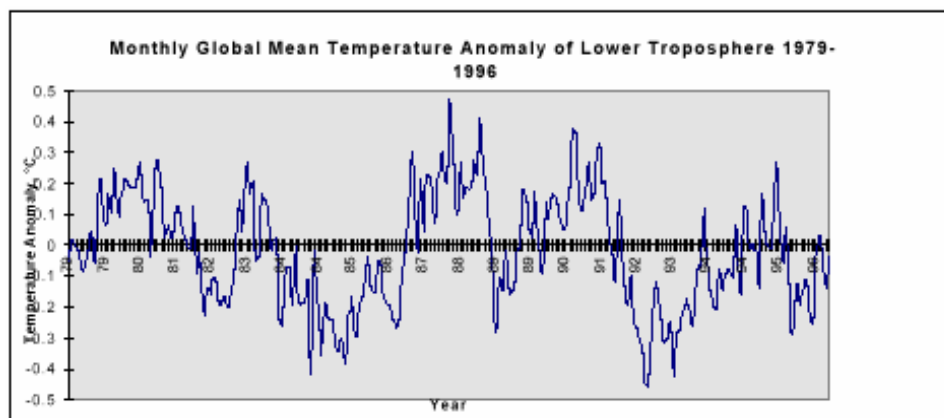
## 7 Αντίθετες απόψεις

Από τα προηγούμενα φαίνεται ότι η κλιματική αλλαγή έχει απασχολήσει πολύ τόσο τη διεθνή κοινότητα, την Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και την Ελλάδα. Έχει αναδειχθεί ως σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα που θα επηρεάσει όχι μόνο τις σημερινές γενιές αλλά κυρίως τις ερχόμενες.

Παρόλα αυτά υπάρχουν πολλές φωνές που υποστηρίζουν ότι η κλιματική αλλαγή δεν είναι γεγονός και παγκόσμια θέρμανση δεν υφίσταται. Υπάρχει η άποψη ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα σαφώς και επιδρά στο κλίμα με διάφορους τρόπους αλλά δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία που να αποδεικνύουν ότι η αλλαγή του κλίματος οφείλεται σε ανθρωπογενείς παράγοντες και όχι στη φυσική μεταβλητότητα [15]. Επίσης διατυπώνονται αντιδράσεις τόσο για την αξιοπιστία των μετρήσεων θερμοκρασίας που έχουν πραγματοποιηθεί και των χρησιμοποιούμενων μεθοδολογιών μέτρησης, για τα μοντέλα πρόβλεψης της μελλοντικής εξέλιξης, για τις αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, για τα προτεινόμενα μέτρα καθώς και το κόστος αυτών.

Ειδικότερα από έρευνα που διεξήχθη τον Σεπτέμβριο και Οκτώβριο 1997 μεταξύ κλιματολόγων των πολιτειών ΗΠΑ, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την παρακολούθηση και έρευνα του κλίματος στις πολιτείες, αποδείχθηκε ότι το 58% απορρίπτει την πιθανότητα εμφάνισης κλιματικής αλλαγής, ενώ το 89% θεωρεί ότι με τα υπάρχοντα δεδομένα δεν είναι δυνατό να αποδοθεί η πιθανή αύξηση της θερμοκρασίας σε ανθρώπινες δραστηριότητες [2].

Όσον αφορά την αμφισβήτηση των μετρήσεων της θερμοκρασίας υποστηρίζεται ότι τα πιο αξιόπιστα δεδομένα που προέρχονται από πιο σύγχρονες μεθόδους αποδεικνύουν μια μεγάλη διακύμανση στην παγκόσμια θερμοκρασία χωρίς όμως σαφή τάση για αύξηση. Αυτά τα δεδομένα στηρίζονται σε μετρήσεις από δορυφόρους που ξεκίνησαν από το 1978, ενώ οι μέθοδοι μέτρησης της επιφανειακής θερμοκρασίας (modern surface-based temperature method) που χρησιμοποιούνται και δείχνουν αύξηση της θερμοκρασίας εφαρμόζονται από το 1880. Επίσης σύμφωνα με τις μετρήσεις από τους δορυφόρους η παγκόσμια θερμοκρασία δεν έχει μεταβληθεί σημαντικά τα τελευταία 5 χρόνια (Εικόνα 15). Υποστηρίζεται ότι οι τεχνικές μέτρησης της επιφανειακής θερμοκρασίας παρέχουν σημαντικά στοιχεία για κάθε περιοχή αλλά οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται δεν έχουν καλή χωρική κατανομή, αποκλείοντας μετρήσεις θερμοκρασίας από διάφορες περιοχές, όπως την Αρκτική και από τους ωκεανούς [15].



**Εικόνα 15** Μεταβολές της παγκόσμιας θερμοκρασίας στην κατώτερη τροπόσφαιρα, σύμφωνα με μετρήσεις της NASA [15]

Όσον αφορά τα δεδομένα που προκύπτουν από μετρήσεις της θερμοκρασίας στο χώρο της Αρκτικής και της Ανταρκτικής έχουν καταγραφεί τα παρακάτω. Τα κλιματικά μοντέλα γενικά προβλέπουν ότι στις πολικές περιοχές η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι εντονότερη και γι' αυτό η Αρκτική και η Ανταρκτική παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ανίχνευση κλιματικών μεταβολών. Ωστόσο σε σχετικά πρόσφατη (2000) μελέτη στο "International Journal of Climatology", από δεδομένα μετεωρολογικών μετρήσεων φαίνεται ότι δεν υπάρχει αυξητική τάση της θερμοκρασίας σε αρκτικές και υποαρκτικές περιοχές και ότι θερμοκρασίες των τελευταίων 10-20 ετών είναι ίδιες με αυτές του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Επίσης σημειώνει ότι οι παρατηρούμενες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στην Αρκτική δεν είναι σύμφωνες με τις προβλέψεις των κλιματικών μοντέλων που λαμβάνουν υπόψη το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες από την αρχή διεξαγωγής μετρήσεων στην Αρκτική παρατηρήθηκαν τη δεκαετία του 1930 και αποδίδονται στις αλλαγές της κυκλοφορίας των αερίων μαζών της ατμόσφαιρας που πραγματοποιούνται στο Βόρειο Ατλαντικό. Επιπλέον αναφέρεται ότι για το διάστημα 1991-1995 ο μέσος ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας στην Αρκτική ήταν 2-3 φορές μικρότερος από τον αντίστοιχο του πλανήτη. Επίσης οι τιμές της θερμοκρασίας που παρατηρήθηκαν στη Γροιλανδία τα τελευταία 10-20 χρόνια είναι όμοιες με αυτές του 19<sup>ου</sup> αιώνα [24].

Επίσης 13μελής ομάδα επιστημόνων σε άρθρο της στο περιοδικό "Nature" διαπιστώνει ότι, ενώ τα τελευταία χρόνια η μέση επιφανειακή θερμοκρασία στον πλανήτη αυξανόταν κατά 0,19°C ανά δεκαετία το διάστημα 1979 ως 1998 και κατά 0,06°C ανά δεκαετία τον 20<sup>ο</sup> αιώνα, στην Ανταρκτική μειωνόταν και μάλιστα κατά 0,7°C ανά δεκαετία το διάστημα 1986 ως 2000, που παρατηρήθηκε ειδικότερα τις καλοκαιρινές και φθινοπωρινές περιόδους. Δηλαδή, αντί της εντεινόμενης αύξησης της θερμοκρασίας στις πολικές περιοχές που προβλέπουν τα μοντέλα, παρατηρείται πολύ σημαντική μείωση [5].

Όσον αφορά τις σοβαρές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, υπάρχει ομάδα επιστημόνων που θεωρεί ότι δεν είναι όπως παρουσιάζονται. Για παράδειγμα, σε σχέση με τα ακραία καιρικά φαινόμενα, δεν παρατηρήθηκε αύξηση της συχνότητας εμφάνισής τους. Ιδίως για τις πλημμύρες, εκτεταμένη μελέτη στο περιοδικό "Water International" (2001) που περιλαμβάνει δεδομένα μιας πενήκονταετίας από 78 ποταμούς της Ασίας δείχνει ότι σε 77% των περιπτώσεων το επίπεδο των πλημμύρων (μέγιστων παροχών των ποταμών) δεν μεταβλήθηκε, ενώ όπου υπήρξαν μεταβολές, 72% ήταν πτωτικές, που σημαίνει μείωση των πλημμύρων. Όσο για τις ξηρασίες (ελάχιστες παροχές ποταμών), στο 53% των περιπτώσεων δεν υπήρξαν μεταβολές, ενώ όπου παρατηρήθηκαν μεταβολές, 62% από αυτές ήταν αυξητικές, που σημαίνει μείωση των ξηρασιών. Το γενικό συμπέρασμα της συγκεκριμένης έρευνας, δηλαδή, είναι η μείωση των ακραίων καιρικών γεγονότων.

Στον δικό μας ευρύτερο ελληνικό χώρο, αναφερόμενοι στην πρόσφατη εμπειριστατωμένη έρευνα των Χ. Φείδα και Δ. Λάλα με τίτλο «Κλιματικές αλλαγές στη Μεσόγειο» [42] και στηριζόμενοι στα αποτελέσματα αυτών και άλλων επιστημονικών εργασιών για το κλίμα της περιοχής μας, διαπιστώνεται ότι στην Ελλάδα και στην Ανατολική Μεσόγειο εν γένει δεν φαίνεται να εμφανίζεται σταδιακή τάση θέρμανσης κατά τη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Αντίθετα, οι περισσότερες έρευνες δείχνουν πτωτική τάση, με εξαίρεση την αύξηση που εμφανίζεται στη θερμοκρασία από το 1997 και μετά. Ας σημειωθεί ότι τα λίγα χρόνια της αύξησης δεν εδραιώνουν ως σήμερα την ύπαρξη αυξητικής τάσης.

Επίσης μια άλλη επιστημονική ομάδα δέχεται την αύξηση της θερμοκρασίας αλλά θεωρεί ότι το φυσικό περιβάλλον θα επωφεληθεί από αυτή. Οι θερμότεροι χειμώνες θα έχουν ως αποτέλεσμα την επιμήκυνση της περιόδου των καλλιεργειών. Συγχρόνως πολλά οικοσυστήματα θα έχουν πολλά οφέλη από την αύξηση της θερμοκρασίας. Μια

ενδιαφέρουσα άποψη υποστηρίζει ότι αν αυξηθεί η θερμοκρασία της Γης δεν θα παρατηρηθεί ανύψωση της στάθμης της θάλασσας αλλά αντίθετα μείωση αυτής. Ο λόγος είναι ότι με αύξηση της θερμοκρασίας θα αυξηθούν τα ποσά εξάτμισης νερού από τους ωκεανούς. Επίσης οι θερμοκρασίες στους πόλους είναι ήδη χαμηλή οπότε ακόμη και αν αυξηθεί λίγο δε θα ξεπεράσει το σημείο πήξης [2].

Ένα άλλο σημείο σοβαρής αντίδρασης στην πιθανή επερχόμενη κλιματική αλλαγή αποτελεί η χρήση των μοντέλων για πρόβλεψη της κλιματικής αλλαγής (General Circulation Models, GCMs). Αυτά τα μοντέλα στηρίζονται σε πολύπλοκα υπολογιστικά προγράμματα με τα οποία επιχειρείται η προσομοίωση της ατμόσφαιρας. Υποστηρίζεται ότι τα GCMs έχουν δημιουργηθεί για να βοηθήσουν τους επιστήμονες στη μελέτη των μηχανισμών της ατμόσφαιρας και όχι για την πρόβλεψη του μελλοντικού κλίματος. Εξάλλου αξ σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα των μοντέλων αυτών εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από τις παραδοχές που έχουν γίνει. Υποστηρίζεται ότι τα κλιματικά μοντέλα βασίζονται σε παραμέτρους που όχι μόνο δεν είναι γνωστές, αλλά είναι αδύνατο να γίνουν γνωστές με την ακρίβεια που απαιτείται για τον καθορισμό των μέτρων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Επίσης σύμφωνα με την κριτική που γίνεται στα αποτελέσματα των κλιματικών μοντέλων, αυτά προέρχονται από αναλύσεις που δεν συνυπολογίζουν τους παράγοντες που συμβάλλουν στη μείωση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας (υδρατμιοί, αεροζόλ, κτλ.) [45]. Συνεπώς λανθασμένα δεδομένα οδηγούν και σε λανθασμένα αποτελέσματα, ενισχύοντας την άποψη ότι η εγκυρότητα των κλιματικών μοντέλων δεν έχει πιστοποιηθεί [15]. Ναι μεν τα GCMs εξελίσσονται και γίνονται πιο πολύπλοκα αλλά όχι και πιο ακριβή.

Εξάλλου υποστηρίζεται ότι το κλίμα είναι ένα από τα πλέον πολύπλοκα συστήματα, και δεν γίνεται να το διαχειριστούμε προσπαθώντας να ελέγξουμε ένα μικρό αριθμό παραγόντων, δηλαδή τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ή με την απλή χρήση κλιματικών μοντέλων [45].

Ιδιαίτερη είναι η αντίδραση για την υιοθέτηση των προτεινόμενων μέτρων και ειδικότερα του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Πεποίθηση πολλών επιστημόνων αποτελεί το ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν απειλούν το κλίμα, συνεπώς θεωρούν περιττή την χρήση του Πρωτοκόλλου του Κιότο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Πάνω από 17.000 επιστήμονες (φυσικοί, γεωφυσικοί, μετεωρολόγοι, κλιματολόγοι, περιβατολόγοι) έχουν υπογράψει μια δήλωση του Ινστιτούτου του Όρεγκον (The Oregon Institute Petition), με την οποία προτρέπουν την κυβέρνηση των ΗΠΑ να μην υπογράψει το Πρωτόκολλο του Κιότο. Σε αυτή τονίζουν ότι δεν υπάρχουν πειστικά επιστημονικά δεδομένα που να αποδεικνύουν ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από τον ανθρώπινο παράγοντα μπορούν να επιφέρουν καταστροφικές επιπτώσεις στο κλίμα. Επίσης θεωρούν ότι το Πρωτόκολλο του Κιότο παρεμποδίζει την πρόοδο της έρευνας και της τεχνολογίας, ενώ η αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα μπορεί να επιδράσει θετικά στο φυσικό περιβάλλον. Υποστηρίζεται ότι η εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο θα επιφέρει σημαντικά έξοδα της τάξης \$150-350 δισεκατομμυρίων, τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην προσφορά καθαρού πόσιμου νερού και παροχής μέσω προφύλαξης της υγείας στους ανθρώπους της Γης. Αυτό θα σήμαινε διάσωση 2 εκατομμυρίων ανθρώπων και θα απέτρεπε μισό δισεκατομμύριο ανθρώπων από το να αρρωστήσουν σοβαρά κάθε χρόνο [48].

Οι προτάσεις της αντίθετης πλευράς είναι να μην προχωρήσουν τα κράτη σε τόσο αυστηρές δεσμεύσεις όσο αφορά τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και τίθενται σαφώς εναντίον της επικύρωσης του Πρωτοκόλλου με έντονη την επιμονή των ΗΠΑ. Τονίζεται ότι το κόστος εφαρμογής των μέτρων που απορρέουν από αυτό θα είναι

---

---

καταστροφικό για τις οικονομίες των κρατών. Επίσης απαιτείται να ερευνηθεί περαιτέρω αν υφίσταται πράγματι ο κίνδυνος της κλιματικής αλλαγής. Πιο συγκεκριμένα προτείνονται εναλλακτικά του Πρωτοκόλλου του Κιότο μέτρα, με κύριο χαρακτηριστικό τη μείωση του κόστους [2].

## 8 Σχόλια-Προτάσεις

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί πρόβλημα όχι μόνο της σημερινής γενιάς αλλά κυρίως των επόμενων. Παρά τις αντίθετες απόψεις που αμφισβητούν τόσο το ίδιο το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής όσο και την ανθρώπινη συνεισφορά σε αυτή, δεν μπορεί να παραβλεφθεί η συνεχόμενη αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Βέβαια αυτό που δεν μπορεί να προβλεφθεί είναι με ποιον τρόπο μπορεί να αντιδράσει το κλίμα σε αυτές τις αυξανόμενες εκπομπές. Η πιο προφανής επίπτωση της αύξησης της θερμοκρασίας είναι το πιθανότερο σενάριο, ενώ σύμφωνα με στοιχεία, έχει ήδη αρχίσει να εμφανίζεται σε ορισμένες περιοχές. Εξάλλου σύμφωνα και με στοιχεία του Διακυβερνητικού Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), του υπεύθυνου οργανισμού για την κλιματική αλλαγή, του οποίου η ισχύς δεν μπορεί να αμφισβητηθεί αφού είναι αναγνωρισμένο από όλα τα κράτη, η μέση παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί. Παρόλα αυτά πρέπει να παραδεχθούμε ότι λόγω της πολυπλοκότητας του κλιματικού συστήματος, των διάφορων ανταγωνιστικών παραγόντων που επιδρούν σε αυτό, τον μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα στον οποίο μπορεί να εμφανιστούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, καθίσταται δύσκολη η πρόβλεψη αυτών.

Έχοντας υπόψη την αρχή της πρόληψης “precautionary principle”, η οποία είναι αποδεκτή σε διεθνές επίπεδο, είναι προτιμότερο να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα για την αποτροπή εμφάνισης ενός ενδεχόμενου φαινομένου άσχετα με την ύπαρξη αβεβαιοτήτων. Σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα και να σχεδιαστούν κατάλληλες πολιτικές για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, καθώς και να εφαρμοστούν αυτά που έχουν ήδη σχεδιαστεί. Αυτό πρέπει να πραγματοποιηθεί απαραίτητα σε διεθνές επίπεδο αλλά και σε εθνικό, περιφερειακό, τοπικό αλλά και ιδιωτικό. Η παγκόσμια συνεργασία είναι απαραίτητη για την αποτελεσματικότητα των μέτρων μιας και η κλιματική αλλαγή αφορά όλη τη διεθνή κοινότητα. Αλλά ακόμη και κάθε άτομο ξεχωριστά μπορεί να συμβάλλει στην προσπάθεια, είτε ως πολίτης στη δημιουργία, εφαρμογή πολιτικών αλλά και ως καταναλωτής στην χρήση περιβαλλοντικά φιλικών προϊόντων.

Επίσης εκτός από την εφαρμογή προληπτικών μέτρων τόσο για τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αλλά και για την προσαρμογή στις αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, σημαντικό είναι να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην έρευνα της κλιματικής αλλαγής. Θα πρέπει να συνεχιστεί η μελέτη του κλίματος και των μηχανισμών διαμόρφωσης αυτού, η ανάπτυξη καθαρών τεχνολογιών για τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον προτείνεται η διεξαγωγή ερευνών των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, τόσο στο φυσικό περιβάλλον όσο και στην κοινωνία και την οικονομία. Αυτό οφείλεται στο ότι η κλιματική αλλαγή αποτελεί όχι μόνο περιβαλλοντικό πρόβλημα αλλά έχει έντονες κοινωνικές και οικονομικές διαστάσεις. Οι επιπτώσεις της στο φυσικό περιβάλλον, περιλαμβάνοντας την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, την επίδραση στα οικοσυστήματα, την αύξηση της στάθμης της θάλασσας δεν μονοπωλούν το επιστημονικό ενδιαφέρον. Αντίθετα οι επιπτώσεις στην κοινωνία και την οικονομία προσελκύουν την προσοχή των ερευνητών για την ολοκληρωμένη και αποτελεσματική προστασία αυτών.

## 9 Συμπεράσματα

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα πρόβλημα παγκόσμιας κλίμακας που αναμένεται να επηρεάσει τόσο τις σύγχρονες γενιές αλλά κυρίως στις επόμενες. Επίσης δεν αποτελεί μόνο περιβαλλοντικό πρόβλημα αλλά έχει και πολιτικές διαστάσεις καθώς επιφέρει δυσκολίες στις σχέσεις των χωρών.

Παρόλο που και παλιότερα έχουν παρατηρηθεί μεταβολές στο κλίμα, που οφείλονταν σε φυσικούς παράγοντες (αλλαγές στην τροχιά της Γης, στην ηλιακή ακτινοβολία κτλ.), τα πρόσφατα δεδομένα παρουσιάζουν αυξημένες συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου. Ως αποτέλεσμα αυτού είναι η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και της θέρμανσης της Γης.

Λόγω της κλιματικής αλλαγής εμφανίζονται επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον με κύρια την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, την αλλαγή των συνθηκών των κατακρημνίσεων, την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας και την επίδραση στα οικοσυστήματα. Παρόλα αυτά το επιστημονικό ενδιαφέρον έχει στραφεί πλέον στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην κοινωνία και την οικονομία. Λόγω των προαναφερόμενων δυσμενών συνεπειών στο φυσικό περιβάλλον αναμένονται διάφορες πιέσεις στην κοινωνία, όπως η δημιουργία μεταναστευτικών ρευμάτων από περιοχές που πλήττονται από πλημμύρες, ξηρασίες, ακραία καιρικά φαινόμενα. Επιπλέον η οικονομία των φτωχότερων χωρών, που είναι ιδιαίτερα ευάλωτες στην κλιματική αλλαγή, απειλείται από την καταστροφή των καλλιεργούμενων εκτάσεων, των χρησιμοποιούμενων υποδομών (μεταφορές, εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, βιομηχανίες κτλ.)

Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής προτείνονται διάφορα μέτρα τόσο σε διεθνές όσο και σε ιδιωτικό επίπεδο. Η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών αλλά και η συμμετοχή τους στο σχεδιασμό πολιτικών αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής κρίνεται απαραίτητη.

Η Διεθνής Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή και το Πρωτόκολλο του Κιότο αποτελούν τα δύο βασικά εργαλεία αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής σε διεθνές επίπεδο. Καθώς μέχρι τώρα δεν καλύπτονται οι όροι έναρξης της ισχύος αυτού, το Πρωτόκολλο δεν έχει τεθεί σε εφαρμογή. Αποτέλεσμα αυτού είναι η αποθαρρυντική εξέλιξη εφαρμογής του.

Εξάλλου ακόμη και αν τελικώς ισχύσει το Πρωτόκολλο τα αποτελέσματα δεν αναμένονται ικανοποιητικά καθώς ο στόχος μείωσης των εκπομπών που έχει τεθεί μέχρι το 2010 (5% σε σχέση με τις εκπομπές του 1990) είναι χαμηλός σε σχέση με την απαιτούμενη μείωση ώστε να αποτραπεί η ανθρώπινη συνεισφορά στο κλιματικό σύστημα. Όπως φαίνεται η πρώτη δεσμευτική περίοδος θα λειτουργήσει δοκιμαστικά.

Στα πλαίσια της περισσότερο ευαισθητοποιημένης Ευρώπης έχει υιοθετηθεί το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος (ΕΠΑΚ), εξαιτίας της αναμενόμενης αύξησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αλλά και των προβλεπόμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στον ευρωπαϊκό χώρο. Σύμφωνα με το ΕΠΑΚ προτείνονται μέτρα που καλύπτουν όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας (παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας, μεταφορές, βιομηχανία, αγροτικός τομέας κτλ.) και αναμένεται να συμβάλλουν στην δραστική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Παρόλα αυτά στόχος είναι η λήψη επιπλέον μέτρων μιας και σύμφωνα με μελέτες είναι δύσκολη η επίτευξη του δεσμευτικού στόχου του Κιότο για την Ευρωπαϊκή Ένωση με τις ήδη υπάρχουσες δράσεις.



Στην περίπτωση της Ελλάδας αν και δεν υπάρχει σαφής τάση εμφάνισης επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, έχει θεσπιστεί το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Αερίων του Θερμοκηπίου για τη συμμόρφωση με τον στόχο του Πρωτοκόλλου του Κιότο και για την εναρμόνιση με το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Αλλαγή του Κλίματος. Το Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Αερίων του Θερμοκηπίου βασίζεται στο ΕΠΑΚ και περιλαμβάνει μέτρα ακολουθώντας τις κατευθύνσεις αυτού. Σύμφωνα με το Σενάριο Αναμενόμενης Εξέλιξης, που έχει αναπτυχθεί στην Ελλάδα για τη μελέτη της μελλοντικής πορείας της κλιματικής αλλαγής και θεωρώντας ένα ρεαλιστικό βαθμό υλοποίησης των μέτρων του Εθνικού Προγράμματος 70% εκτιμάται ότι η αύξηση των εκπομπών το 2010 σε σχέση με το 1990 θα είναι στα επίπεδα του +24,5% που καλύπτει τις απαιτήσεις που τίθενται στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο για την Ελλάδα.

Παρόλα αυτά ακούγονται πολλές φωνές αντίδρασης στην άποψη ότι η κλιματική αλλαγή αποτελεί πρόβλημα. Ειδικότερα εκφράζεται ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα σαφώς και επιδρά στο κλίμα με διάφορους τρόπους αλλά δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία που να αποδεικνύουν ότι η αλλαγή του κλίματος οφείλεται σε ανθρωπογενείς παράγοντες και όχι στη φυσική μεταβλητότητα. Επίσης διατυπώνονται αντιδράσεις τόσο για την αξιοπιστία των μετρήσεων θερμοκρασίας που έχουν πραγματοποιηθεί και των χρησιμοποιούμενων μεθοδολογιών μέτρησης, για τα μοντέλα πρόβλεψης της μελλοντικής εξέλιξης, για τις αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, για τα προτεινόμενα μέτρα καθώς και το κόστος αυτών.

Ως γενικότερη πρόταση μπορεί να διατυπωθεί ότι απαιτείται διεθνής συνεργασία για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής λόγω της παγκοσμιότητας του προβλήματος. Παρά τις αντιδράσεις που υπάρχουν για το Πρωτόκολλο του Κιότο προτείνεται η άμεση εφαρμογή αυτού γιατί σύμφωνα με την αρχή της πρόληψης πρέπει να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα σε κάθε περιβαλλοντικό πρόβλημα. Εξάλλου μπορεί το Πρωτόκολλο να μην αποτελεί τη βέλτιστη λύση αλλά είναι ένα καλό πρώτο βήμα.

Από την άλλη πλευρά κρίνεται απαραίτητη η διεξαγωγή ερευνών για τους παράγοντες που επιδρούν σε αυτό, για το πώς αναμένεται να αντιδράσει στην αύξηση των συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου, για τις επερχόμενες επιπτώσεις τόσο στο φυσικό περιβάλλον, αλλά και στην κοινωνία και την οικονομία. Βασικό σημείο έρευνας αποτελεί η χρήση των καταβόθρων άνθρακα και η εξαγωγή συμπερασμάτων για το κατά πόσο μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, μιας και η αποτελεσματικότητά τους έχει προκαλέσει πολλές απορίες.

## 10 Βιβλιογραφία

1. Barnett J., “Security and Climate Change”, Tyndall Centre Paper No. 7, October 2001, cited in: [www.tyndall.ac.uk/publications/working\\_papers/wp7.pdf](http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/wp7.pdf)
2. Bast J., “The Questionable Science behind the Global Warming Scare”, The Heartland Institute, No.89, October 30, 1998, cited in: <http://www.heartland.org>
3. Colls Jeremy, Air Pollution, an introduction, E. & FN SPON, 1997
4. Danny Harvey L. D., “Global Warming-The Hard Science”, Pearson Education Limited, 2000
5. Doran P. T., Priscu J. C., Lyons W. B., Walsh J. E., Fountain A G., McKnight D. M., Moorhead D. L., Virginia R. A., Hall D. H., Clow G. D., Fritsen C. H., McKay C. P., Parsons A. N., “Antarctic climate cooling and terrestrial ecosystem response”, Nature, vol. 415, 31 January 2002, cited in: [www.nature.com](http://www.nature.com)
6. Enger Eldon D., Smith Bradley F., Environmental Science, a Study of Interrelationships, Sixth Edition, WCB McGraw-Hill, 1997
7. European Environmental Agency (EEA), 2001, “Environmental signals 2001, Climate Change” cited in: [http://themes.eea.eu.int/Environmental\\_issues/climate/indicators/signal01\\_chapter9.pdf](http://themes.eea.eu.int/Environmental_issues/climate/indicators/signal01_chapter9.pdf)
8. European Environmental Agency (EEA), 2002, “Environmental signals 2002, Climate Change” cited in: [http://reports.eea.eu.int/Environmental\\_assessment\\_report\\_2002\\_9/signals2002\\_chap9.pdf](http://reports.eea.eu.int/Environmental_assessment_report_2002_9/signals2002_chap9.pdf)
9. European Climate Change Programme-Report June 2001, cited in: [http://europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp\\_longreport\\_0106.pdf](http://europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp_longreport_0106.pdf)
10. Second ECCP Progress Report, cited in: <http://europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp.htm>
11. European Commission, “Total Costs and Benefits of Biomass in Selected Regions of the European Union-Biocosts”, Final Report, p.108 (Public Version-September 1998) Research funded in part by The European Commission in the framework of the Nuclear Energy Programme JOULE III
12. Gielen D., Kram T., “The role of non-CO<sub>2</sub> Greenhouse gases in meeting Kyoto Targets”, paper prepared for the workshop: “Climate Change and Economic Modeling: Background Analysis for the Kyoto Protocol” OECD Headquarters, Paris, 17-18 September, 1998”, cited in: [www.oecd.org](http://www.oecd.org)
13. Gillon J., “Carbon sinks: what they are, and why they are important”, cited in <http://www.scidev.net>
14. Gough C., Taylor I., Shackley S., “Burying Carbon under the sea: An initial Exploration of Public Opinions” Tyndall Centre Paper No. 10, December 2001, cited in: [www.tyndall.ac.uk/publications/working\\_papers/](http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/)
15. Gray V., “The Heartland Institute: Heartland Policy Study, Climate Change 95: An Appraisal”, September 10, 1997, cited in: <http://www.heartland.org/gray-study.htm>
16. Grubb Michael, “Science’s compass, Books: Environment, Relying on Manna from Heaven”
17. IPCC, 2001: “Summary for Policymakers, Climate Change 2001: Mitigation, A Report of Working Group III of Intergovernmental Panel on Climate Change” <http://www.ipcc.ch/pub/wg3spm.pdf>
18. IPCC, 2001: “Summary for Policymakers, A Report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change” cited in: <http://www.ipcc.ch/pub/spm22.01.pdf>

19. Kasemir B., Dahinden U., Swartling G. Å., Schüle R., Tabara D., Jaeger C. C., "Citizens' perspectives on climate change and energy use", *Global Environmental Change*, 10, 2000, p. 169-184
20. McIlveen Robin, "Fundamentals of weather and Climate", Chapman and Hall
21. Miller Tyler G., *Environmental Science, working with Earth Sixth Edition*, Wadsworth Publishing Company, 1997
22. Nebel Bernard J., Wright Richard T., "Environmental Science", Sixth Edition, Prentice Hall, 1998
23. OECD, 2000, "Perspectives on Climate Change Policies", cited in: <http://www.oecd.org/env/cc/cop6.htm>
24. Przybylak R., "Temporal and spatial variation of surface air temperature over the period of instrumental observations in the Arctic", *International Journal of Climatology*, 8 July 1999, cited in: <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/72500415/START>
25. Schneider, S. H., "Hostile climate, on Bjorn Lomborg and climate change", 12 December 2001 cited in: <http://www.gristmagazine.com/grist/books/schneider121201.asp>
26. Shorey E., Eckman T., "Appliances & Global climate change, Increasing consumer participation in reducing greenhouse gases", Prepared for the Pew Center on global climate change, October 2000, cited in: [www.pewcenter.org](http://www.pewcenter.org)
27. Suraje Dessai, "The climate regime from The Hague to Marrakech: Saving or sinking the Kyoto Protocol?", Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, NR4 7TJ, UK and EURONATURA, Centre for Environmental Law and Sustainable Development, 1349-018 Lisbon, Portugal, Tyndall Centre Working Paper No.12, December 2001, cited in: [www.tyndall.ac.uk/publications/working\\_papers/](http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/)
28. Tompkins H., "Climate Change and extreme weather events: is there a connection?" *Cicerone* 3/2002, cited in: [www.cicero.uio.no/media/1862.pdf](http://www.cicero.uio.no/media/1862.pdf)
29. "The Johannesburg Declaration on Sustainable Development", cited in: [http://europa.eu.int/comm/environment/wssd/documents/wsssd\\_impl\\_plan.pdf](http://europa.eu.int/comm/environment/wssd/documents/wsssd_impl_plan.pdf)
30. "JOHANNESBURG SUMMIT 2002, UNITED NATIONS"
31. United Nations Environmental Programme (UNEP), "Climate Change, Information Sheets", Published by UNEP/IUC, International Environment House, Switzerland, October 1999, cited in: <http://www.unep.ch/iuc/submenu/infokit.infokit.pdf>
32. UNFCCC, Decision /CP.8, The Delhi Ministerial Declaration on Climate Change and Sustainable Development", cited in <http://unfccc.int>
33. UNFCCC, Press release, "Governments prepare for Kyoto starting gun, New Delhi climate conference to put spotlight on clean technology, adaptation fund and national action to cut greenhouse emissions" UNFCCC, cited in <http://unfccc.int>
34. UNFCCC, Press release, "Ministers call for effective action to limit emissions and reduce vulnerability to climate change, Delhi Declaration links to climate change to sustainable development" UNFCCC, cited in <http://unfccc.int>
35. UNFCCC, "Report of the Conference of the Parties on its Fifth Session held at Bonn from 28 October to 5 November 1999, Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its Fourth Session" Preliminary Unedited Version, 5 November 1999, cited in <http://unfccc.int>
36. UNFCCC, United Nations, Framework Convention on Climate Change, Conference of the Parties, Third Session FCCC/CP/1997/L.7/Add1, Subject to Technical revision, Agenda item 5, "Kyoto Protocol to the United Nations Framework

- Convention on Climate Change”, Kyoto 1-10 December 1997, cited in:  
<http://cop4.unfccc.de/resource/cop3.html>
37. UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change-Secretariat, “Press release, Green Light for Submission of CDM projects, Executive Board approves first methodologies”, cited in: <http://unfccc.int>
  38. US Greenhouse Gas Inventory Program Office of Atmospheric Programs, US Environmental Protection Agency, “Greenhouse gases and Global Warming Potential values, Excerpt from the Inventory of US Greenhouse Emissions and Sinks: 1990-2000”, April 2002, cited in:  
[http://www.epa.gov/globalwarming/publications/emissions/ghg\\_gwp.pdf](http://www.epa.gov/globalwarming/publications/emissions/ghg_gwp.pdf)
  39. The US Global Change Research Information Office, Global Warming and Climate Change, “More on If climate changes, what might happen?”, cited in:  
<http://www.grcio.org/gwcc/booklet2.html>
  40. Climate change and the Kyoto Protocol, cited in [http://www.scientific-alliance.com/climate\\_kyoto.htm](http://www.scientific-alliance.com/climate_kyoto.htm)
  41. ΥΠΕΧΩΔΕ, 2002, “Κλιματική Αλλαγή-Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης Εκπομπών Αερίων Φαινομένου Θερμοκηπίου (2000-2010)”, Αθήνα, Μάρτιος 2002
  42. Φείδας Χ., Λάλας Δ., “Κλιματικές αλλαγές στη Μεσόγειο”, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Αθήνα, 2000
  43. (<http://www.anti-lomborg.com/>)
  44. <http://encarta.msn.com/find/>
  45. «Άχρηστο το Κιότο; «Αναπόδεικτη» η σχέση της ανθρώπινης δραστηριότητας με τις κλιματικές αλλαγές», 25/02/02, cited in:  
<http://www.in.gr/news/article.asp>
  46. «Επιτάχυνση της θέρμανσης του πλανήτη προβλέπει η νέα έκθεση του ΟΗΕ, 22/01/01, cited in: <http://www.in.gr/news/article.asp>
  47. <http://unfccc.int>
  48. <http://www.globalwarming.org/summary.htm>

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Last modified on: 5 September 2003

## KYOTO PROTOCOL STATUS OF RATIFICATION

Notes:

R = Ratification  
At = Acceptance  
Ap = Approval  
Ac = Accession

COUNTRY	SIGNATURE	RATIFICATION, ACCEPTANCE, ACCESSION, APPROVAL	REMARKS	% of emissions
1. ANTIGUA AND BARBUDA	16/03/98	03/11/98 (R)		
2. ARGENTINA	16/03/98	28/09/01 (R)		
3. ARMENIA	----	25/04/03 (Ac)		
4. AUSTRALIA*	29/04/98			
5. AUSTRIA*	29/04/98	31/05/02 (R)		0.4%
6. AZERBAIJAN	----	28/09/00 (Ac)		
7. BAHAMAS	----	09/04/99 (Ac)		
8. BANGLADESH	----	22/10/01 (Ac)		
9. BARBADOS	----	07/08/00 (Ac)		
10. BELGIUM*	29/04/98	31/05/02 (R)		0.8%
11. BENIN	----	25/02/02 (Ac)		
12. BHUTAN	----	26/08/02 (Ac)		
13. BOLIVIA	09/07/98	30/11/99 (R)		
14. BOTSWANA	----	08/08/03 (Ac)		
15. BRAZIL	29/04/98	23/08/02 (R)		
16. BULGARIA*	18/09/98	15/08/02 (R)		0.6%
17. BURUNDI	----	18/10/01 (Ac)		
18. CAMBODIA	----	22/08/02 (Ac)		
19. CAMEROON	----	28/08/02 (Ac)		
20. CANADA*	29/04/98	17/12/02 (R)		3.3%
21. CHILE	17/06/98	26/08/02 (R)		
22. CHINA	29/05/98	30/08/02 (Ap)	(10)	

\* indicates an Annex I Party to the United Nations Framework Convention on Climate Change.

Last modified on: 5 September 2003

COUNTRY	SIGNATURE	RATIFICATION, ACCEPTANCE, ACCESSION, APPROVAL	REMARKS	% of emissions
23. COLOMBIA	-----	30/11/01 (Ae)		
24. COOK ISLANDS	16/09/98	27/08/01 (R)	(4)	
25. COSTA RICA	27/04/98	09/08/02 (R)		
26. CROATIA*	11/03/99			
27. CUBA	15/03/99	30/04/02 (R)		
28. CYPRUS	-----	16/07/99 (Ae)		
29. CZECH REPUBLIC*	23/11/98	15/11/01 (Ap)		1.2%
30. DENMARK*	29/04/98	31/05/02 (R) <sup>1</sup>		0.4%
31. DJIBOUTI	-----	12/03/02 (Ae)		
32. DOMINICAN REPUBLIC	-----	12/02/02 (Ae)		
33. ECUADOR	15/01/99	13/01/00 (R)		
34. EGYPT	15/03/99			
35. EL SALVADOR	08/06/98	30/11/98 (R)		
36. EQUATORIAL GUINEA	-----	16/08/00 (Ae)		
37. ESTONIA*	03/12/98	14/10/02 (R)		0.3%
38. EUROPEAN COMMUNITY*	29/04/98	31/05/02 (Ap)	(1) (8)	
39. FIJI	17/09/98	17/09/98 (R)		
40. FINLAND*	29/04/98	31/05/02 (R)		0.4%
41. FRANCE*	29/04/98	31/05/02 (Ap)	(2) (9)	2.7%
42. GAMBIA	-----	01/06/01 (Ae)		
43. GEORGIA	-----	16/06/99 (Ae)		
44. GERMANY*	29/04/98	31/05/02 (R)		7.4%
45. GHANA	-----	30/05/03 (Ae)		
46. GREECE*	29/04/98	31/05/02 (R)		0.6%
47. GRENADA	-----	06/08/02 (Ae)		
48. GUATEMALA	10/07/98	05/10/99 (R)		
49. GUINEA	-----	07/09/00 (Ae)		

<sup>1</sup> With a territorial exclusion to the Faroe Islands.

\* indicates an Annex I Party to the United Nations Framework Convention on Climate Change.

Last modified on: 5 September 2003

COUNTRY	SIGNATURE	RATIFICATION, ACCEPTANCE, ACCESSION, APPROVAL	REMARKS	% of emissions
50. GUYANA	-----	05/08/03 (Ac)		
51. HONDURAS	25/02/99	19/07/00 (R)		
52. HUNGARY*	-----	21/08/02 (Ac)		0.5%
53. ICELAND*	-----	23/05/02 (Ac)		0.0%
54. INDIA	-----	26/08/02 (Ac)		
55. INDONESIA	13/07/98			
56. IRELAND*	29/04/98	31/05/02 (R)	(3)	0.2%
57. ISRAEL	16/12/98			
58. ITALY*	29/04/98	31/05/02 (R)		3.1%
59. JAMAICA	-----	28/06/99 (Ac)		
60. JAPAN*	28/04/98	04/06/02 (Ac)		8.5%
61. JORDAN	-----	17/01/03 (Ac)		
62. KAZAKHSTAN	12/03/99			
63. KIRIBATI	-----	07/09/00 (Ac)	(6)	
64. KYRGYZSTAN	-----	13/05/03 (Ac)		
65. LAO DEMOCRATIC PEOPLE'S REPUBLIC	-----	06/02/03 (Ac)		
66. LATVIA*	14/12/98	05/07/02 (R)		0.2%
67. LESOTHO	-----	06/09/00 (Ac)		
68. LIBERIA	-----	05/11/02 (Ac)		
69. LIECHTENSTEIN*	29/06/98			
70. LITHUANIA*	21/09/98	03/01/03 (R)		
71. LUXEMBOURG*	29/04/98	31/05/02 (R)		0.1%
72. MALAWI	-----	26/10/01 (Ac)		
73. MALAYSIA	12/03/99	04/09/02 (R)		
74. MALDIVES	16/03/98	30/12/98 (R)		
75. MALI	27/01/99	28/03/02 (R)		
76. MALTA	17/04/98	11/11/01 (R)		
77. MARSHALL ISLANDS	17/03/98	11/08/03 (R)		

\* indicates an Annex I Party to the United Nations Framework Convention on Climate Change.



Last modified on: 5 September 2003

COUNTRY	SIGNATURE	RATIFICATION, ACCEPTANCE, ACCESSION, APPROVAL	REMARKS	% of emissions
78. MAURITIUS	-----	09/05/01 (Ae)		
79. MEXICO	09/06/98	07/09/00 (R)		
80. MICRONESIA (FEDERATED STATES OF)	17/03/98	21/06/99 (R)		
81. MONACO*	29/04/98			
82. MONGOLIA	-----	15/12/99 (Ae)		
83. MOROCCO	-----	25/01/02 (Ae)		
84. MYANMAR	-----	13/08/03 (Ae)		
85. NAMIBIA	-----	04/09/03 (Ae)		
86. NAURU	-----	16/08/01 (R)	(7)	
87. NETHERLANDS*	29/04/98	31/05/02 (Ac) <sup>2</sup>		1.2%
88. NEW ZEALAND*	22/05/98	19/12/02 (R) <sup>3</sup>	(11)	0.2%
89. NICARAGUA	07/07/98	18/11/99 (R)		
90. NIGER	23/10/98			
91. NIUE	08/12/98	06/05/99 (R)	(5)	
92. NORWAY*	29/04/98	30/05/02 (R)		0.3%
93. PALAU	-----	10/12/99 (Ae)		
94. PANAMA	08/06/98	05/03/99 (R)		
95. PAPUA NEW GUINEA	02/03/99	28/03/02 (R)		
96. PARAGUAY	25/08/98	27/8/99 (R)		
97. PERU	13/11/98	12/09/02 (R)		
98. PHILIPPINES	15/04/98			
99. POLAND*	15/07/98	13/12/02 (R)		3.0%
100. PORTUGAL*	29/04/98	31/05/02 (Ap)		0.3%
101. REPUBLIC OF KOREA	25/09/98	08/11/02 (R)		
102. REPUBLIC OF MOLDOVA	-----	22/04/03 (Ae)		
103. ROMANIA*	05/01/99	19/03/01 (R)		1.2%

<sup>2</sup> For the Kingdom in Europe.

<sup>3</sup> with a territorial exclusion to Tokelau.

\* indicates an Annex I Party to the United Nations Framework Convention on Climate Change.

Last modified on: 5 September 2003

COUNTRY	SIGNATURE	RATIFICATION, ACCEPTANCE, ACCESSION, APPROVAL	REMARKS	% of emissions
104. RUSSIAN FEDERATION*	11/03/99			
105. SAINT LUCIA	16/03/98	20/08/03		
106. SAINT VINCENT AND THE GRENADINES	19/03/98			
107. SAMOA	16/03/98	27/11/00 (R)		
108. SENEGAL	----	20/07/01 (Ac)		
109. SEYCHELLES	20/03/98	22/07/02 (R)		
110. SLOVAKIA*	26/02/99	31/05/02 (R)		0.4%
111. SLOVENIA*	21/10/98	02/08/02 (R)		
112. SOLOMON ISLANDS	29/09/98	13/03/03 (Ac)		
113. SOUTH AFRICA	----	31/07/02 (Ac)		
114. SPAIN*	29/04/98	31/05/02 (R)		1.9%
115. SRI LANKA	----	03/09/02 (Ac)		
116. SWEDEN*	29/04/98	31/05/02 (R)		0.4%
117. SWITZERLAND*	16/03/98	09/07/03 (R)		0.3%%
118. THAILAND	02/02/99	28/08/02 (R)		
119. TRINIDAD AND TOBAGO	07/01/99	28/01/99 (R)		
120. TUNISIA	----	22/01/03 (Ac)		
121. TURKMENISTAN	28/09/98	11/01/99 (R)		
122. TUVALU	16/11/98	16/11/98 (R)		
123. UGANDA	----	25/03/02 (Ac)		
124. UKRAINE*	15/03/99			
125. UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND*	29/04/98	31/05/02 (R)		4.3%
126. UNITED REPUBLIC OF TANZANIA	----	26/08/02 (Ac)		
127. UNITED STATES OF AMERICA*	12/11/98			
128. URUGUAY	29/07/98	05/02/01 (R)		
129. UZBEKISTAN	20/11/98	12/10/99 (R)		
130. VANUATU	----	17/07/01 (Ac)		
131. VIET NAM	03/12/98	25/09/02 (R)		

\* indicates an Annex I Party to the United Nations Framework Convention on Climate Change.

*Last modified on: 5 September 2003*

COUNTRY	SIGNATURE	RATIFICATION, ACCEPTANCE, ACCESSION, APPROVAL	REMARKS	% of emissions
132. ZAMBIA	05/08/98			
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>117</b>	<b>---</b>	<b>44.2%</b>

\* indicates an Annex I Party to the United Nations Framework Convention on Climate Change.