

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Τα τελευταία χρόνια, οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες έχουν προκαλέσει σημαντική αύξηση στις συγκεντρώσεις των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας (αέρια θερμοκηπίου), με αποτέλεσμα την αύξηση της ακτινοβολίας που απορροφάται και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή.

Η διάρθρωση της παρούσας εργασίας περιλαμβάνει τα εξής:

Κεφάλαιο 1: Παρουσίαση του φαινομένου του θερμοκηπίου και τις επιπτώσεις στο γήινο περιβάλλον.

Κεφάλαιο 2: Αναφορά των παγκόσμιων συνδιασκέψεων για το περιβάλλον, παρουσίαση του Πρωτοκόλλου του Κιότο και των ευέλικτων μηχανισμών.

Κεφάλαιο 3: Συνοπτική παρουσίαση της υδροηλεκτρικής ενέργειας, των φραγμάτων και των μικρών υδροηλεκτρικών έργων.

Κεφάλαιο 4: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται περιγραφή της ενεργειακής δομής και χαρακτηριστικών έξι αναπτυσσόμενων ευρωπαϊκών χωρών, σύμφωνα με το πλαίσιο του Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης και των Προγραμμάτων Κοινής Εφαρμογής του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

Κεφάλαιο 5: Παρουσίαση του υολογιστικών φύλλων του προγράμματος RETScreen.

Κεφάλαιο 6: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αξιολόγηση των επενδυτικών ευκαιριών σε έξι αναπτυσσόμενες ευρωπαϊκές χώρες, σύμφωνα με το πλαίσιο του Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης και των Προγραμμάτων Κοινής Εφαρμογής του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Συγκεκριμένα, εξετάζεται η κατασκευή μικρού υδροηλεκτρικού έργου ροής ποταμού, σε διασυνδεδεμένο σύστημα. Στόχος της συγκεκριμένης αξιολόγησης είναι να διαπιστωθεί εάν ο συγκεκριμένος τύπος έργου είναι ευνοϊκός και από οικονομική άποψη και ταυτόχρονα να πραγματοποιηθεί μία σύγκριση μεταξύ των χωρών υποδοχής.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ - ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

### **1.1 Εισαγωγή**

Η επιφάνεια της γης θερμαίνεται από τον ήλιο και καθώς θερμαίνεται, ανακλά πίσω προς την ατμόσφαιρα θερμότητα. Περίπου το 70% της ενέργειας του ήλιου, ακτινοβολείται στο διάστημα. Κάποιο ποσό της υπέρυθρης ακτινοβολίας παγιδεύεται από τα αέρια του θερμοκηπίου, που θερμαίνουν ακόμη περισσότερο την ατμόσφαιρα. Οι αυξημένες ποσότητες των εκπομπών των αερίων αλλάζουν την ισορροπία αυτού του συστήματος, προξενώντας την παγκόσμια άνοδο της θερμοκρασίας.

### **1.2 Ατμοσφαιρική ρύπανση**

Η ατμόσφαιρα αποτελεί δέκτη μίας μεγάλης ποσότητας ρύπων, οι οποίοι την επιβαρύνουν, πολλές φορές ανεπανόρθωτα, προξενώντας, εκτός άλλων, την παγκόσμια άνοδο της θερμοκρασίας. Η παρουσία αυτών των ρύπων στην ατμόσφαιρα, δηλαδή η συγκέντρωση κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας, σε ποσότητα ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ζωντανών οργανισμών και γενικότερα να επηρεάσουν την ισορροπία του οικοσυστήματος σε μεγάλη ή μικρή γεωγραφική κλίμακα, καλείται ατμοσφαιρική ρύπανση [1].

Η ατμοσφαιρική ρύπανση μίας περιοχής καθορίζεται από τρεις βασικούς παράγοντες [2], [3]: α) τις πηγές ρύπανσης, β) τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και γ) τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Οι διάφοροι πιθανοί συνδυασμοί των προαναφερόμενων τριών παραγόντων, μπορούν είτε να ευνοούν τη συσσώρευση ρύπων, είτε να προκαλούν το φυσικοχημικό μετασχηματισμό των ρύπων στην ατμόσφαιρα δημιουργώντας νέους ρύπους, είτε να συμβάλλουν στην απομάκρυνση των ρύπων. Για παράδειγμα, το διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ) και τα οξείδια του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ) είναι οι κύριες ενώσεις που προκαλούν την όξινη βροχή. Αν και οι ενώσεις αυτές υπάρχουν στη φύση, πάνω από το 90% των εκπομπών θείου και 95% των εκπομπών του αζώτου στην Ευρώπη και στη Βόρεια Αμερική οφείλονται σε ανθρωπογενείς παράγοντες. Όταν απελευθερώνονται αυτές οι ενώσεις στον αέρα, μετατρέπονται σε θειικό ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) και

νιτρικό οξύ ( $\text{HNO}_3$ ), ενώσεις, οι οποίες είναι διαλυτές στο νερό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να αλλάζει η οξύτητα της βροχής και να γίνεται πιο όξινη. Η όξινη βροχή έχει διάφορες καταστρεπτικές συνέπειες στα δάση, στις λίμνες και στα ποτάμια, στους ζωντανούς οργανισμούς, όπως επίσης, σε κτίρια και σε μνημεία [3].

Οι κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές που εκπέμπουν ρύπους στην ατμόσφαιρα είναι τα οχήματα, οι βιομηχανικές μονάδες και τα κεντρικά συστήματα θέρμανσης. Οποιασδήποτε μορφής κατανάλωση ενέργειας ευθύνεται για την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο είναι το κύριο προϊόν καύσης ανθρακούχων ενώσεων.

Ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής τους, οι ρύποι διακρίνονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς.

Οι πρωτογενείς ρύποι εκπέμπονται απευθείας από διάφορες πηγές στην ατμόσφαιρα (αιωρούμενα σωματίδια, σκόνη, καπνός, οξείδια του θείου, οξείδια του άνθρακα, υδρογονάνθρακες κ.τ.λ.).

Οι δευτερογενείς ρύποι σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από τους πρωτογενείς, με χημικές αντιδράσεις που γίνονται είτε μεταξύ τους είτε με τα φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας, με συμμετοχή του ηλιακού φωτός, της θερμοκρασίας και της υγρασίας.

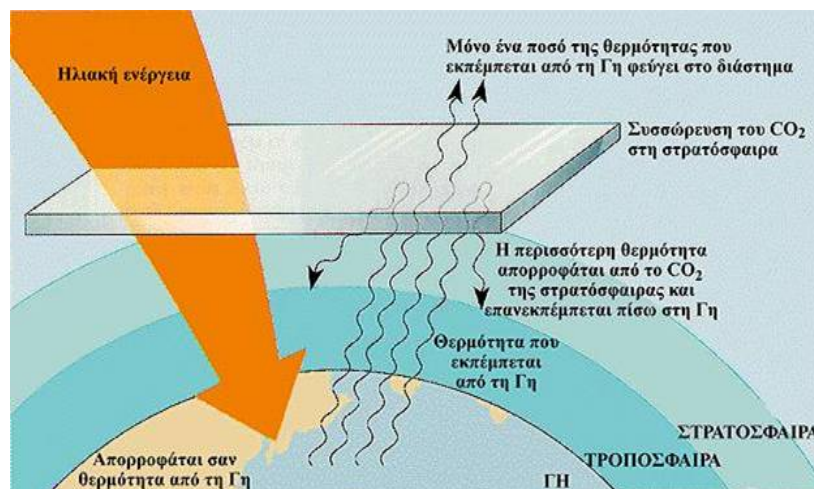
### **1.3 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου**

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου (πήρε το όνομα αυτό από το γάλλο μαθηματικό Fourier, το 1822) είναι μια φυσική διαδικασία, κατά την οποία η γη διατηρεί μία μέση θερμοκρασία του επιπέδου των  $15^\circ\text{C}$ , ενώ σε αντίθετη περίπτωση θα ήταν περίπου  $35^\circ\text{C}$  χαμηλότερη. Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι περίπου 20, έχουν όγκο μικρότερο από το 1% του συνολικού όγκου της ατμόσφαιρας και σχηματίζουν ένα στρώμα πάνω από το έδαφος της γης επιτρέποντας να εισέλθει η υπέρυθη ακτινοβολία του ήλιου, η οποία απορροφάται κατά ένα μέρος από τη γη και την ατμόσφαιρα. Η υπόλοιπη ακτινοβολία επανεκπέμπεται από τη γη προς το διάστημα, τμήμα της οποίας εγκλωβίζεται από το στρώμα των αερίων του θερμοκηπίου [4]. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από την ατμόσφαιρα, θερμαίνεται και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους. Οποιαδήποτε μεταβολή στις συγκεντρώσεις αυτών των αερίων, διαταράσσει το ενεργειακό ισοζύγιο, προκαλώντας μεταβολή της θερμοκρασίας και συνεπώς κλιματικές αλλαγές.

Τα σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου είναι:

- οι υδρατμοί ( $H_2O$ )
- το διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ )
- το μεθάνιο ( $CH_4$ )
- το υποξείδιο του αζώτου ( $N_2O$ )
- οι χλωροφθοράνθρακες ( $CFC_s$ )
- το τροποσφαιρικό όζον ( $O_3$ )

Τα τελευταία χρόνια, οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες έχουν προκαλέσει σημαντική αύξηση στις συγκεντρώσεις των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας (αέρια θερμοκηπίου), με αποτέλεσμα την αύξηση της ακτινοβολίας που απορροφάται και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή [4]. Το διοξείδιο του άνθρακα, τα οξείδια του αζώτου, το μεθάνιο, οι χλωροφθοράνθρακες και το όζον σχηματίζουν ένα είδος φράγματος που καλύπτει τη γη και επιτρέπει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ αποτρέπει τη διαφυγή θερμικής ακτινοβολίας προς το διάστημα. Η παραπάνω λειτουργία συμβάλει στην αύξηση της μέσης ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας. Οι υδρατμοί, αν και απορροφούν το 65% της υπέρυθρης ακτινοβολίας, δε φαίνεται να έχουν επηρεαστεί άμεσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα [5].



Σχήμα 1: Το φαινόμενο του Θερμοκηπίου

Πηγή: <http://www.aegean.gr>

Την πιο σημαντική ευθύνη ανάμεσα σε όλους τους ρυπαντές, έχει το διοξείδιο του άνθρακα το οποίο είναι και υπεύθυνο για το 50% της αύξησης, ενώ για το υπόλοιπο 50% ευθύνονται συνολικά οι υπόλοιποι ρυπαντές. Έχει υπολογισθεί ότι, από το τέλος του περασμένου αιώνα μέχρι σήμερα, η μέση ατμοσφαιρική θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά 0,6°C [6]. Στην περίπτωση που δε ληφθούν μέτρα, προβλέπεται ότι μέχρι το 2100, η αύξηση της θερμοκρασίας θα κυμαίνεται μεταξύ 1,5 και 4,5°C.



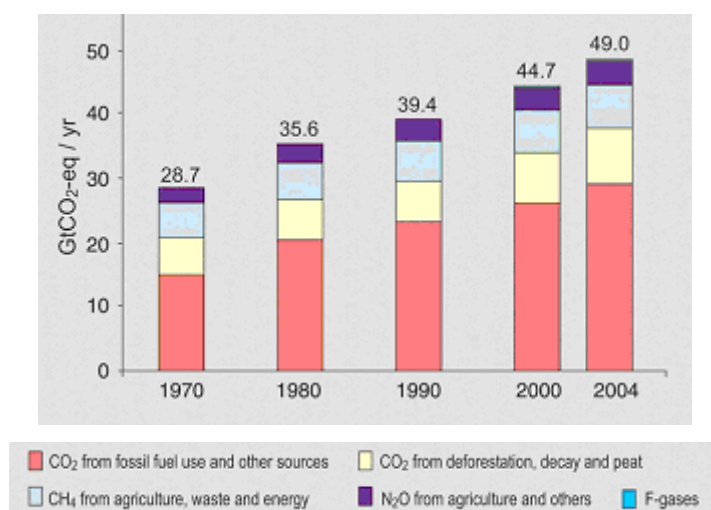
Σχήμα 2: Θερμοκρασιακή Μεταβολή (Διάγραμμα της ανόδου της μέσης θερμοκρασίας της γης από το 1880 έως το 2000)

Πηγή: <http://www.aegean.gr>

Στον πίνακα 1 που ακολουθεί παρατίθενται τα σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου που προέρχονται από ανθρωπογενείς πηγές.

Πίνακας 1: Αέρια του θερμοκηπίου και πηγές προέλευσης

Αέρια του θερμοκηπίου (ΑΘ)	Κύριες πηγές προέλευσης
Διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> )	Καύση ορυκτών καυσίμων
Μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	Καύση βιομάζας, ΧΥΤΑ
Υποξείδιο του αζώτου (N <sub>2</sub> O)	Καύση ορυκτών καυσίμων, βιομηχανία
Υδρογονοφθοράνθρακες (HFC <sub>s</sub> )	Βιομηχανία, κατασκευές
Υπερφθοράνθρακες (PFC <sub>s</sub> )	Βιομηχανία, κατασκευές
Εξαφθορίδιο του θείου (SF <sub>6</sub> )	Μετάδοση ηλεκτρικής ενέργειας, κατασκευές



Σχήμα 3: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από ανθρωπογενείς πηγές για τα έτη 1970, 1980, 1990, 2000 και 2004

Πηγή: <http://www.ipcc.ch>

Στις παραγράφους που ακολουθούν αναφέρονται τα κυριότερα αέρια που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, με ιδιαίτερη έμφαση στο διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο διαδραματίζει και το σημαντικότερο ρόλο στην έξαρσή του.

- **Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)**

Το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για 50-200 έτη, ανάλογα με τον τρόπο ανακύκλωσής του στην ξηρά ή στους ωκεανούς και είναι το μόνο αέριο το οποίο υφίσταται σε τόσο αυξημένη (συγκριτικά με τα υπόλοιπα αέρια) συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα. Η κύρια πηγή εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα είναι η καύση των ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, την κίνηση οχημάτων και τη θέρμανση [7]. Παράγεται, όμως και από φυσικές διεργασίες, όπως είναι η εκπονή των ζωντανών οργανισμών, η σήψη των νεκρών οργανισμών κ.τ.λ.. Οι ποσότητες CO<sub>2</sub> που παράγονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες δε μπορούν να αφομοιωθούν μέσω του κύκλου του άνθρακα. Ως εκ τούτου, οι συγκεντρώσεις του εμφανίζονται αυξημένες πάνω από περιοχές με έντονη βιομηχανική δραστηριότητα και σε χαμηλότερα επίπεδα πάνω από την ύπαιθρο και κυρίως πάνω από τους ωκεανούς, όπου απορροφάται και κατακάθεται στους πυθμένες τους με την μορφή διαφόρων αλάτων. Το σύνολο του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται κάθε χρόνο είναι περίπου 6.000.000.000-7.000.000.000 tn. [8].

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες, όχι μόνο εκπέμπουν υψηλές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, αλλά, με την καταστροφή των δασών και του οικοσυστήματος των ωκεανών, βλάπτουν και την ικανότητα της γης να απορροφά το CO<sub>2</sub> και να το ενσωματώνει στους φυσικούς κύκλους ροής ενέργειας και ύλης.

- **Μεθάνιο (CH<sub>4</sub>)**

Είναι σχετικά άφθονο και χαρακτηρίζεται ως το δεύτερο σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου. Προέρχεται από βιομηχανικές δραστηριότητες, ηφαίστεια, καύση ή αποσύνθεση οργανικής ύλης, αλλά και από ανθρώπινες δραστηριότητες.

Παρόλο που η συγκέντρωση του CH<sub>4</sub> στην ατμόσφαιρα είναι πολύ μικρότερη από αυτή του CO<sub>2</sub>, το γεγονός ότι παραμένει στην ατμόσφαιρα για 9-15 χρόνια και απορροφά την υπέρυθη ακτινοβολία 20 φορές περισσότερο από το CO<sub>2</sub>, το καθιστά πολύ πιο επικίνδυνο. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν προκαλέσει τη ραγδαία αύξηση της συγκέντρωσης του CH<sub>4</sub> στην ατμόσφαιρα αγγίζοντας το 145% της φυσικής τιμής [9].



- **Χλωροφθοράνθρακες (CFC<sub>s</sub>)**

Οι χλωροφθοράνθρακες, με διάρκεια ζωής άνω των 50 ετών, αποτελούν τους κύριους παράγοντες καταστροφής του όζοντος της στρατόσφαιρας (τρύπα του όζοντος). Χρησιμοποιούνται σε ψυκτικά μηχανήματα, στη βιομηχανία ηλεκτρονικών ή ως προωθητικά αέρια [7] και είναι εξαιρετικά δραστικά, συμβάλλοντας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου εκατοντάδες φορές περισσότερο από το CO<sub>2</sub>.

- **Όζον**

Το όζον θεωρείται ως ρύπος όταν βρίσκεται στα στρώματα της κατώτερης ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρα), εκεί όπου απορροφάται από τους φυτικούς και άλλους ζώντες οργανισμούς. Παράγεται φωτοχημικά, με μια σειρά αντιδράσεων, όπου συμμετέχουν πρωτογενείς ρύποι (π.χ. CH<sub>4</sub>). Αντίθετα το όζον της ανώτερης στρατόσφαιρας θεωρείται ευεργετικό, γιατί δεσμεύει την επιβλαβή, μικρού μήκους κύματος, ηλιακή ακτινοβολία.

#### **1.4 Οι επιπτώσεις στο γήινο περιβάλλον**

Μαθηματικά μοντέλα, τα οποία επεξεργάζονται όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες για την πρόβλεψη των κλιματικών αλλαγών, δείχνουν ότι η μέση θερμοκρασία της γης θα αυξάνεται κατά μέσο όρο περίπου 0,3°C ανά δεκαετία για τα επόμενα 100 χρόνια. Αν συμβεί όμως μία τέτοια αύξηση, που φαινομενικά είναι μικρή, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές κλιματικές αλλαγές με απρόβλεπτες συνέπειες. Στα επόμενα χρόνια αναμένεται να αυξηθούν τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως οι πλημμύρες, οι τυφώνες, οι καύσωνες και οι παγετώνες.

Ένα σημαντικό θέμα είναι η επίδραση που θα έχει η αύξηση της θερμοκρασίας στο επίπεδο της θάλασσας, στο λιώσιμο των πάγων των οροσειρών και στη θερμική διαστολή των ωκεανών. Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) η μεταβολή του κλίματος θα οδηγήσει σε αύξηση 9-88 cm της μέσης στάθμης της θάλασσας τα επόμενα εκατό χρόνια [10]. Η άνοδος αυτή, μπορεί να προκαλέσει παράκτια διάβρωση, ειδικά στις βαθμιαία κεκλιμένες ακτές και πιθανόν αυξημένη διείσδυση του αλμυρού νερού σε παράκτιους υδροφορείς γεγονός που μπορεί να καταστήσει ακατάλληλα προς χρήση ορισμένα υδατικά αποθέματα. Η ρύπανση των υδάτων, που αποτελεί ήδη σημαντική

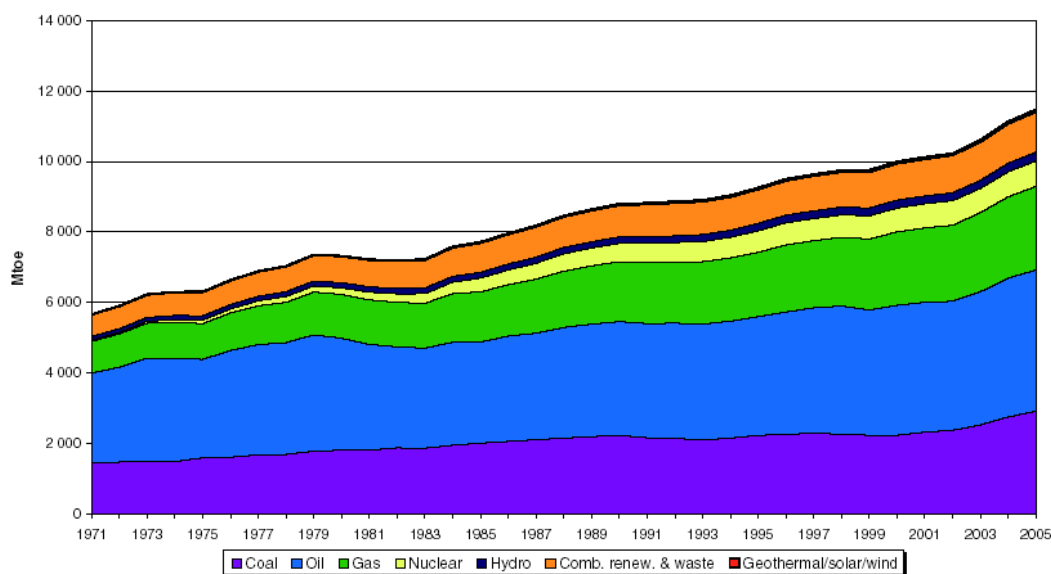
απειλή για την υγεία των ανθρώπων θα επιδεινωθεί, καθώς οι ρύποι θα αποκτήσουν υψηλότερες συγκεντρώσεις ως αποτέλεσμα της μείωσης της ροής των ποταμών [4], [10].

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

### 2.1 Εισαγωγή

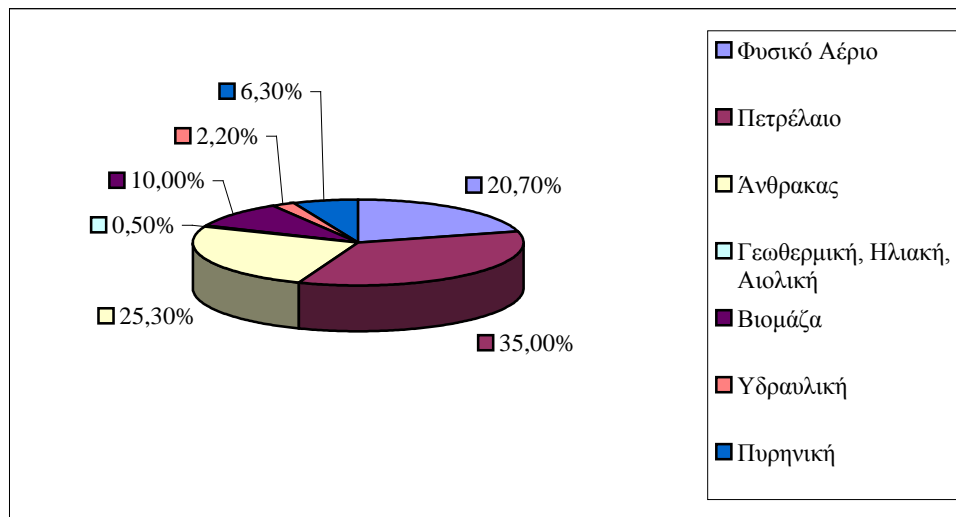
Η ανακάλυψη και εκμετάλλευση των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κάρβουνο) εξασφάλισαν μία άφθονη και οικονομική πηγή ενέργειας. Η διαθεσιμότητά τους, η χαμηλή τιμή τους και η καταλληλότητά τους για βιομηχανική παραγωγή ήταν τα κυριότερα πλεονεκτήματα που τα καθιέρωσαν. Στις μέρες μας αποτελεί πλέον γεγονός ότι οι πηγές ενέργειας που ο άνθρωπος θεωρούσε δεδομένες τείνουν να εκλείψουν, ενώ η ζήτηση-παραγωγή ενέργειας συνεχώς αυξάνεται (Σχήμα 1).



Σχήμα 1: Συνολική παραγωγή ενέργειας για το διάστημα 1971-2005 (εκτός από εμπόριο ηλεκτρισμού)

Πηγή: <http://www.iea.org>

Οι πετρελαϊκές κρίσεις και οι επιπτώσεις από την αλόγιστη χρήση των συμβατικών καυσίμων (Σχήμα 2) αύξησαν το ενδιαφέρον των αναπτυγμένων χωρών για τη μελέτη των προβλημάτων της ενεργειακής τους κατάστασης και οδήγησαν στη διαμόρφωση πολιτικών για την ορθολογική χρήση της ενέργειας και την αναζήτηση νέων πηγών.



Σχήμα 2: Καταμερισμός πρωτογενούς ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο (2005)

Πηγή: <http://www.iea.org>

Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα περιθώρια έχουν λιγοστέψει σημαντικά, γίνονται προσπάθειες, αντιμετώπισης του περιβαλλοντικού προβλήματος, τόσο σε κρατικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

## 2.2 Παγκόσμιες συνδιασκέψεις για το περιβάλλον

Με στόχο τη θέσπιση και την εφαρμογή κανόνων για την εδραίωση ενός νομικού πλαισίου για την προστασία του περιβάλλοντος οργανώνονται παγκόσμιες συνδιασκέψεις [11]. Οι αντίστοιχοι νόμοι εμφανίζονται υπό τη μορφή συνθηκών, οι οποίες υπογράφονται από τους εκπροσώπους των χωρών, αλλά δεν είναι δεσμευτικές, μέχρις ότου επικυρωθούν. Στον πίνακα 1 που ακολουθεί παρατίθενται οι σημαντικότερες παγκόσμιες συνδιασκέψεις για το περιβάλλον.

Πίνακας 1: Οι παγκόσμιες διασκέψεις για το περιβάλλον.

Ημερομηνία	Γεγονός
1988	Ίδρυση IPCC από WHO και UNEP για την κλιματική αλλαγή.
1990	Δημοσίευση πρώτης έκθεσης της IPCC. Αρχή διαπραγματεύσεων της Γενικής Συνέλευσης των Ηνωμένων Εθνών για τη δημιουργία σύμβασης σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Καθιέρωση της INC για την κατεύθυνση των διαπραγματεύσεων.
Φεβρουάριος 1991	Πρώτη συνάντηση της INC.
Μάιος 1992	Υιοθέτηση συνθήκης των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή στη Νέα Υόρκη.
Ιούνιος 1992	Η Συνθήκη των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή είναι έτοιμη προς υπογραφή στη συνδιάσκεψη του Ρίο.
Μάρτιος 1994	Έναρξη ισχύος της Συνθήκης.
Απρίλιος 1995	CoP I, Βερολίνο. Αρχή διαπραγματεύσεων για ύπαρξη ενός νομικού εργαλείου δεσμευτικής ισχύος (πρωτοκόλλου).
Δεκέμβριος 1995	Δημοσίευση δεύτερης έκθεσης αξιολόγησης της IPCC. Τονίζεται η ανάγκη για λήψη περιβαλλοντικών μέτρων.
Ιούλιος 1996	CoP II, Γενεύη, Ελβετία. Υιοθέτηση της «Διακήρυξης της Γενεύης», η οποία καλεί για δεσμευτικούς στόχους.
Δεκέμβριος 1997	CoP III, Κιότο, Ιαπωνία. Υιοθέτηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο.
Μάρτιος 1998	Το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι έτοιμο της υπογραφή στη Νέα Υόρκη. Λαμβάνονται 84 υπογραφές σε ένα χρόνο.
Νοέμβριος 1998	CoP IV, Μπουένος Άιρες, Αργεντινή. Υιοθέτηση του «Σχεδίου Δράσης». Καθορισμός λειτουργικών λεπτομερειών του Πρωτοκόλλου του Κιότο και της εφαρμογής της συνθήκης. Προθεσμία μέχρι την CoP VI.
Οκτώβριος-Νοέμβριος 1999	CoP V, Βόννη, Γερμανία. Πιέσεις για επικύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Αδιέξοδο.
Νοέμβριος 2000	CoP VI, Χάγη, Ολλανδία. Αποτυχία συμφωνίας.
Ιούλιος 2001	CoP VI, Βόννη, Γερμανία. Επανάληψη των εργασιών της Βόννης. Υιοθέτηση των «Συμφωνιών της Βόννης» για μετάδοση της τεχνογνωσίας και χρηματοδότηση των αναπτυσσόμενων χωρών για την ανάπτυξη των καθαρών τεχνολογιών.
Οκτώβριος-Νοέμβριος 2001	CoP VII, Μαρακές, Μαρόκο. Υιοθέτηση «Συμφωνίας του Μαρακές», δημιουργία «Ευέλικτων Μηχανισμών».
Αύγουστος-Σεπτέμβριος 2002	Παγκόσμια Σύνοδος Κορυφής για βιώσιμη ανάπτυξη στο Γιοχάνεσμπουργκ.
Οκτώβριος-Νοέμβριος 2002	CoP VIII, Νέο Δελχί, Ινδία. Διευθέτηση των θεμάτων που αφορούν στο Πρωτόκολλο του Κιότο.
Δεκέμβριος 2003	CoP IX, Μιλάνο, Ιταλία. Συνέχεια των συμφωνιών της CoP VIII και συμφωνία για σχηματισμό φορέα παρακολούθησης ενός από ευέλικτους μηχανισμούς: το «Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης». Έλλειψη ουσιαστικής προόδου.
Δεκέμβριος 2004	CoP X, Μπουένος Άιρες, Αργεντινή. Το Πρωτόκολλο του Κιότο τίθεται σε ισχύ στη Ρωσία. Ανάγκη «Προσαρμογής» των αναπτυσσόμενων κρατών. Καμία άλλη ουσιαστική πρόοδος.

<b>Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2005</b>	CoP XI, Μόντρεαλ, Καναδάς. 1 <sup>η</sup> Συνάντηση των μερών μετά την ενεργοποίηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Σημαντική πρόοδος.
<b>Νοέμβριος 2006</b>	CoP XII, Ναϊρόμπι, Κένυα. 2 <sup>η</sup> Συνάντηση των μερών μετά την ενεργοποίηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Ανάγκη συνέχισης του Πρωτοκόλλου του Κιότο κατά τις περιόδους 2013-2017 και 2018-2022 και μείωσης των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου των αναπτυγμένων κρατών κατά 35% έως το 2020.
<b>Δεκέμβριος 2007</b>	CoP XIII, Μπαλί, Ινδονησία. 3 <sup>η</sup> Συνάντηση των μερών μετά την ενεργοποίηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Απόφαση για προώθηση εκτεταμένων προσπαθειών για υλοποίηση των στόχων έως και πέραν του 2012 και δημιουργία επικουρικού σώματος (Ad hoc Working Group on Long-term Cooperative Action) παρακολούθησης της εξέλιξης των
<b>Δεκέμβριος 2008</b>	CoP XIV, Πόζναν, Πολωνία. 4 <sup>η</sup> Συνάντηση των μερών μετά την ενεργοποίηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Ανεπαρκείς οι δεσμεύσεις και τα σχέδια περιορισμού των αερίων του θερμοκηπίου των ανεπτυγμένων χωρών. Απόφαση για δημιουργία ειδικού ταμείου για προσαρμογή στις κλιματικές αλλαγές.
<b>Δεκέμβριος 2009</b>	CoP XV, Κοπεγχάγη, Δανία. 5 <sup>η</sup> Συνάντηση των μερών μετά την ενεργοποίηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Συμφωνία μη δεσμευτικού χαρακτήρα. Μετάθεση των δύσκολων αποφάσεων για την επόμενη CoP.
<b>Δεκέμβριος 2010</b>	CoP XVI, Κανκούν Μεξικό. 6 <sup>η</sup> Συνάντηση των μερών μετά την ενεργοποίηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Επέκταση της χρήσης των ευέλικτων μηχανισμών και μετά τη 31.12.2012. Προπαρασκευή μίας γενικότερης συμφωνίας που πιθανόν να καταλήξει σε δεύτερο πρωτόκολλο που θα περιλαμβάνει και τις ΗΠΑ.

### 2.3 Συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή στο Ρίο (1992)

Το 1992 πραγματοποιήθηκε η Παγκόσμια Συνδιάσκεψη του Ρίο στην οποία τονίστηκε η στενή σχέση που υπάρχει ανάμεσα στην προστασία του περιβάλλοντος και στην ανάπτυξη. Σκοπός της ήταν η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου σε επίπεδο τέτοιο, ώστε να περιοριστεί η ανθρώπινη παρέμβαση στο κλίμα. Μία από τις αρχές της Συνθήκης ήταν, ότι τα όποια μέτρα λαμβάνονται για την προστασία του κλίματος, πρέπει να είναι αποδοτικά (cost effective), έτσι, ώστε να εξασφαλίζονται παγκόσμια οφέλη με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Η συγκεκριμένη Συνδιάσκεψη αποτέλεσε προπομπό για ραγδαίες εξελίξεις στους τομείς της ειρήνης και της περιβαλλοντικής προστασίας.

### 2.4 Διάσκεψη των Συμβαλλόμενων Μερών III (CoP III) στο Κιότο (1997)

#### 2.4.1 Γενικά στοιχεία

Το Δεκέμβριο του 1997, οι ηγέτες όλων των χωρών συναντήθηκαν στο Κιότο της Ιαπωνίας (CoP III), για να αναθεωρήσουν τους στόχους που είχαν θέσει στη συνδιάσκεψη του Ρίο πέντε χρόνια νωρίτερα. Παρά τις αποφάσεις για μείωση των εκπομπών των αερίων του

θερμοκηπίου, το καθαρό ποσό του διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα είχε αυξηθεί αισθητά. Οι ΗΠΑ, οι οποίες ευθύνονται για την εκπομπή του ενός τετάρτου του διοξειδίου του άνθρακα στον πλανήτη, δεν έχουν επικυρώσει το Πρωτόκολλο του Κιότο και ενώ έχουν δεσμευθεί να μειώσουν κατά 6,00% τις εκπομπές μέχρι το 2012, αύξησαν κατά 15,80% τις εκπομπές κατά το διάστημα 1990-2004 [12]. Με βάση τις διαδικασίες που προβλέπονται από τη Σύμβαση, στην 3<sup>η</sup> Σύνοδο των Συμβαλλομένων Μερών, υιοθετήθηκε το Πρωτόκολλο στη Σύμβαση, γνωστό ως Πρωτόκολλο του Κιότο. Ουσιαστικά, ήταν το αποτέλεσμα έντονων διαπραγματεύσεων, διάρκειας 3 ετών και αποτελεί την επέκταση της Συνθήκης των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή [13] (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC), η οποία υπογράφηκε στο Ρίο το 1992. Αξίζει να τονιστεί, ότι στη διάσκεψη του Κιότο διατυπώθηκε μόνο το γενικό πλαίσιο και οι βασικές αρχές του Πρωτοκόλλου, χωρίς να συμπεριληφθούν οι λεπτομέρειες σχετικά με τις διαδικασίες υλοποίησης των αρχών και των στόχων του.

Στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο κατηγοριοποιήθηκαν οι χώρες στα Annex I (Παράρτημα I) και non Annex I και αποφασίσθηκε ότι κάθε χώρα που ανήκει στο Παράρτημα I έχει την υποχρέωση να εκπέμψει μία συγκεκριμένη ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου για κάθε περίοδο δέσμευσης (commitment period), όπου η πρώτη περίοδος είναι η πενταετία 2008-2012. Το Πρωτόκολλο έθεσε ως στόχο τη συνολική μείωση των εκπομπών, τουλάχιστον κατά 5,00%, την πενταετία 2008-2012, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Για την επίτευξή του, τα ανεπτυγμένα Κράτη-Μέρη του Πρωτοκόλλου καλούνται να εξασφαλίσουν ότι οι εκπομπές τους, για 6 συνολικά αέρια, δεν θα υπερβούν τα όρια που τους τίθενται, στο Παράρτημα B.

#### **2.4.2 Τα όργανα του Πρωτοκόλλου και της Συνθήκης**

Ο όρος πρωτόκολλο χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό συμφωνιών οι οποίες συνδέονται με μία Συνθήκη, γεγονός που σημαίνει ότι το πρώτο συμμερίζεται τις αρχές της δεύτερης [14].



Το Πρωτόκολλο υπό το Πλαίσιο μίας Συνθήκης αποτελεί ένα νομικό κείμενο, το οποίο εξασφαλίζει μία απλουστευμένη διαδικασία δημιουργίας συνθήκης και χρησιμοποιείται ευρέως στη διεθνή περιβαλλοντική νομοθεσία.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο υπό το Πλαίσιο της Συνθήκης των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή συμπληρώνει τη Συνθήκη του Ρίο και αποβλέπει στη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου σε ένα επίπεδο τέτοιο που να μη δημιουργεί επικίνδυνες κλιματικές μεταβολές.

Τα κράτη, τα οποία είναι μέλη της Συνθήκης για την Κλιματική Αλλαγή [12], [13], μπορούν να επικυρώσουν το Πρωτόκολλο του Κιότο, δηλαδή να γίνουν Συμβαλλόμενα Μέρη σε αυτό. Ο όρος επικύρωση αφορά σε μία νομοθετική πράξη μέσω της οποίας ένα κράτος δηλώνει τη συγκατάθεσή του να δεσμευθεί με μία συνθήκη. Το αρμόδιο όργανο για την επικύρωση παρέχει στα κράτη το απαραίτητο χρονικό διάστημα για την έγκριση της συνθήκης σε κρατικό επίπεδο και τη θέσπιση της απαραίτητης νομοθεσίας, προκειμένου να εφαρμοστεί η συνθήκη εγχώρια. Τονίζεται, ότι μόνο τα Συμβαλλόμενα Μέρη υπόκεινται στους όρους και τις υποχρεώσεις του Πρωτοκόλλου, με την προϋπόθεση ότι αυτό έχει επικυρωθεί από ένα ικανοποιητικό αριθμό κρατών και τελικώς τεθεί σε ισχύ.

Στις παραγράφους που ακολουθούν γίνεται μία σύντομη περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών, κανόνων και οργάνων του Πρωτοκόλλου.

- Διάσκεψη των Συμβαλλόμενων Μερών (Conference of Parties-CoP)

Αποτελείται από εκπροσώπους όλων των κρατών που έχουν επικυρώσει τη Συνθήκη των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή. Η CoP συνεδριάζει ετησίως και ελέγχει τις υποβληθείσες Εθνικές Εκθέσεις Προόδου για την Κλιματική Αλλαγή και τις ετήσιες Εθνικές Απογραφές Εκπομπών των Συμβαλλόμενων Μερών, αποτιμά τα ισχύοντα μέτρα και την πρόοδο επίτευξης του στόχου της σταθεροποίησης των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου [11], [13].

- Επικουρικό Σώμα για Επιστημονική και Τεχνολογική Συμβουλή (Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice)

Το σώμα αυτό παρέχει συμβουλές στην CoP σε θέματα επιστημονικά και τεχνολογικά και βρίσκεται σε επικοινωνία με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή ζητώντας αναφορές και πληροφορίες σχετικά με τη βιώσιμη ανάπτυξη [11], [13].

- Επικουρικό Σώμα Υλοποίησης (Subsidiary Body for Implementation)

Το σώμα αυτό παρέχει συμβουλές στην CoP σε θέματα, τα οποία αφορούν στην υλοποίηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο και της Συνθήκης. Ασχολείται με διοικητικά και οικονομικά θέματα και εξετάζει τα προγράμματα για την κλιματική αλλαγή και τα μητρώα εκπομπών που έχουν κατατεθεί από τα Συμβαλλόμενα Μέρη [11], [13].

- Ειδικευμένες Διοικητικές Μονάδες

Είναι όργανα, τα οποία εκλέγονται κατά την έναρξη κάθε συνδιάσκεψης και έχουν ως αρμοδιότητα να καθοδηγούν την CoP και τα επικουρικά σώματα [13].

- Γραμματεία της Συνθήκης (Convention Secretariat)

Η γραμματεία, η οποία εδρεύει στη Βόννη από το 1996, αποτελείται από την Εκτελεστική Διεύθυνση (Executive Direction), τον Αναπληρωτή Εκτελεστικό Γραμματέα (Deputy Executive Secretary) και τη γραμματεία της CoP. Ο ρόλος της είναι να οργανώνει τις συνεδριάσεις των οργάνων, να βοηθά τα Συμβαλλόμενα Μέρη στην εφαρμογή των υποχρεώσεών τους και να συνδιαλέγεται με άλλες αρμόδιες διεθνείς υπηρεσίες [13].

- Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change)

Το 1988 καθιερώθηκε η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) από το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environmental Program) και τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (World Meteorological Organization). Η επιτροπή συγκροτείται από επιστήμονες διαφόρων κρατών και αποτελεί σημαντική πηγή πληροφόρησης σε ζητήματα σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Δημοσιεύει κάθε 5 έτη αναφορές της κατάστασης του παγκόσμιου κλίματος.

Η IPCC αποτελείται από τρεις επιμέρους ομάδες την Ομάδα Εργασίας I, II και III. Η πρώτη είναι υπεύθυνη για θέματα που αφορούν στην επιστήμη της κλιματικής αλλαγής, η

δεύτερη για τις επιπτώσεις αυτής και η τρίτη για τους τρόπους αντιμετώπισης. Εκτός από τις παραπάνω ομάδες, υφίσταται και μία ομάδα, η οποία είναι υπεύθυνη για τις ετήσιες Εθνικές Απογραφές Εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η IPCC, μέσω των αρμοδιοτήτων της, έχει συμβάλλει σημαντικά στη διαδικασία ανάπτυξης οδηγιών προς τα Συμβαλλόμενα Μέρη, βοηθώντας τα στη σύνταξη των μητρώων τους για τα αέρια του θερμοκηπίου [6], [13].

• Global Environment Facility (GEF)

Πρόκειται για το μηχανισμό χρηματοδότησης μέσω του οποίου προωθούνται επιχορηγήσεις στις αναπτυσσόμενες χώρες υπό μορφή είτε δωρεάς είτε δανείου, με στόχο την διαφύλαξη της κλιματικής αλλαγής, αλλά και την προστασία της στοιβάδας του όζοντος και των διεθνών υδάτων [13].


**2.4.3 Κατηγοριοποίηση χωρών**

Τα κράτη που υπόκεινται στη Συνθήκη του Ρίο και κατ επέκταση, στο Πρωτόκολλο του Κιότο διακρίνονται σε 2 κατηγορίες, ανάλογα με το ρόλο και τις υποχρεώσεις που έχει το καθένα. Έτσι, τα κράτη διαχωρίζονται σε αυτά τα οποία ανήκουν στο Παράρτημα I (Annex I Parties) και σε αυτά που δεν ανήκουν στο Παράρτημα I (Non-Annex I Parties). Επιπλέον, υφίσταται και μία τρίτη κατηγορία, η οποία αποτελεί το Παράρτημα II (Annex II Parties) στο οποίο ανήκουν ορισμένες χώρες οι οποίες βρίσκονται και στο Παράρτημα I [12].

Πίνακας 2: Κράτη που ανήκουν στο Παράρτημα I

1	ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ	11	ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ	21	ΛΕΤΟΝΙΑ	31	ΟΥΚΡΑΝΙΑ
2	ΑΥΣΤΡΙΑ	12	ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ ΑΜΕΡΙΚΗΣ	22	ΛΕΥΚΟΡΩΣΙΑ	32	ΠΟΛΩΝΙΑ
3	ΒΕΛΓΙΟ	13	ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ	23	ΛΙΘΟΥΑΝΙΑ	33	ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ
4	ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ	14	ΙΑΠΩΝΙΑ	24	ΛΙΧΤΕΝΣΤΑΪΝ	34	ΡΟΥΜΑΝΙΑ
5	ΓΑΛΛΙΑ	15	ΙΡΛΑΝΔΙΑ	25	ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ	35	ΡΩΣΙΚΗ ΟΜΟΣΠΟΝΔΙΑ
6	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	16	ΙΣΛΑΝΔΙΑ	26	ΜΟΝΑΚΟ	36	ΣΛΟΒΑΚΙΑ
7	ΔΑΝΙΑ	17	ΙΣΠΑΝΙΑ	27	ΝΕΑ ΖΗΛΑΝΔΙΑ	37	ΣΛΟΒΕΝΙΑ
8	ΕΛΒΕΤΙΑ	18	ΙΤΑΛΙΑ	28	ΝΟΡΒΗΓΙΑ	38	ΣΟΥΗΔΙΑ

9	ΕΛΛΑΔΑ	19	ΚΑΝΑΔΑΣ	29	ΟΛΛΑΝΔΙΑ	39	ΤΟΥΡΚΙΑ
10	ΕΣΘΟΝΙΑ	20	ΚΡΟΑΤΙΑ	30	ΟΥΓΓΑΡΙΑ	40	ΤΣΕΧΙΑ
						41	ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ

 Κράτη που ανήκουν και στο Παράρτημα II

Το παράρτημα I (πίνακας 2) περιλαμβάνει 41 Συμβαλλόμενα Μέρη, τα οποία αποτελούν κράτη με βιομηχανική δραστηριότητα και συνεπώς με σημαντική συμβολή στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Τα κράτη κατατάσσονται σε επιμέρους ομάδες, ανάλογα με το εάν ανήκουν σε μεταβατικές οικονομίες, εάν ανήκουν ταυτόχρονα και στο Παράρτημα II ή αν δεν έχουν επικυρώσει τη Συνθήκη. Οι χώρες της πρώτης περίπτωσης, αντιμετωπίζονται με κάποια ελαστικότητα ως προς τις υποχρεώσεις τους λόγω των προγενέστερων οικονομικών και πολιτικών τους διαταραχών. Στο Παράρτημα αυτό συμπεριλαμβάνονται κράτη με δυνατές οικονομίες, τα οποία ανήκουν στον ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) [14].

Τα κράτη του Παραρτήματος I παρουσιάζουν εκπομπές υψηλότερες από αυτές των αναπτυσσόμενων χωρών, έχουν όμως την οικονομική δυνατότητα να αντιμετωπίσουν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Συνεπώς, τα αναπτυγμένα κράτη αναλαμβάνουν μεγαλύτερες ευθύνες για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Το σύνολο των χωρών που ανήκουν στο παράρτημα I, υποχρεούνται να προσκομίζουν εθνικές εκθέσεις προόδου (national communications) για την κλιματική αλλαγή [6]. Στις εν λόγω εκθέσεις πρέπει να περιγράφονται αναλυτικά οι πολιτικές και τα μέτρα για την αντιμετώπιση των εκπομπών.

Στο Παράρτημα II ανήκουν 24 από τις χώρες του Παραρτήματος I [15], οι οποίες είναι ταυτόχρονα μέλη του ΟΟΣΑ και έχουν την υποχρέωση να παρέχουν οικονομική βοήθεια για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Τα κράτη, τα οποία δεν ανήκουν στις προαναφερθείσες κατηγορίες, χαρακτηρίζονται από αδύναμη οικονομική κατάσταση και ανεπαρκή υποδομή για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Συμπεριλαμβάνονται περίπου 147 κράτη και έχουν ελαστικότερες υποχρεώσεις στο Πρωτόκολλο του Κιότο και στη Συνθήκη. 48 από τις 147 χώρες λόγω των ιδιαίτερα χαμηλών οικονομικών δυνατοτήτων τους χαρακτηρίζονται ως λιγότερο

αναπτυγμένες (least developed countries) και αντιμετωπίζονται ειδικά από το Πρωτόκολλο και τη Συνθήκη.

#### 2.4.4 Κύρια σημεία του Πρωτοκόλλου

Τα κύρια σημεία του Πρωτοκόλλου [13], [14] είναι:

- Τα ανεπτυγμένα κράτη δεσμεύονται να μειώσουν τις συνολικές τους εκπομπές κατά τουλάχιστον 5,00%. Ο στόχος αυτός αναφέρεται σε έξι αέρια (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου, υδρογονοφθοράνθρακες, υπερφθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο).
- Ο στόχος κάθε κράτους πρέπει να επιτευχθεί την περίοδο 2008-2012 (πίνακας 3).

Πίνακας 3: Στόχος % μείωσης συνολικών εκπομπών για το διάστημα 2008-2012

α/α	Χώρα	Στόχος % μείωσης για το διάστημα 2008-2012
1	Αυστραλία	+8,00
2	Βουλγαρία	-8,00
3	Καναδάς	-6,00
4	Κροατία	-5,00
5	Τσεχία	-8,00
6	Εσθονία	-8,00
7	Ευρωπαϊκή Κοινότητα	-8,00
8	Ουγγαρία	-6,00
9	Ισλανδία	+10,00
10	Ιαπωνία	-6,00
11	Λετονία	-8,00
12	Λιχτενστάιν	-8,00
13	Λιθουανία	-8,00
14	Μονακό	-8,00
15	Νέα Ζηλανδία	0,00
16	Νορβηγία	+1,00
17	Πολωνία	-6,00
18	Ρουμανία	-8,00
19	Ρωσική Ομοσπονδία	0,00

20	Σλοβακία	-8,00
21	Σλοβενία	-8,00
22	Ελβετία	-8,00
23	Ουκρανία	0,00

- Δυνατότητα εκπλήρωσης των υποχρεώσεων από κοινού

Τα Κράτη δύνανται να δηλώσουν κοινή εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους, μέσω μιας συμφωνίας που θα συνάψουν, όπου θα καταγράφεται η υποχρέωση κάθε κράτους ως προς το επίπεδο των εκπομπών και η οποία πρέπει να κατατεθεί μαζί με το κείμενο επικύρωσης [11].

- Δυνατότητα εκπλήρωσης μέρους των υποχρεώσεων μέσω τριών ευέλικτων μηχανισμών

Το Πρωτόκολλο του Κιότο παρέχει τη δυνατότητα να επιτυγχάνεται η εκπλήρωση μέρους των υποχρεώσεων μέσω τριών μηχανισμών: την από κοινού εφαρμογή, το μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης και το εμπόριο εκπομπών. Η εκπλήρωση των υποχρεώσεων μέσω των μηχανισμών αυτών προϋποτίθεται να είναι συμπληρωματική των εθνικών δράσεων για την επίτευξη του στόχου [14].

- Υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων

Το Πρωτόκολλο δεσμεύει τα Κράτη-Μέρη του σε εφαρμογή ή υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων για την επίτευξη του στόχου του Πρωτοκόλλου, σύμφωνα με τις εθνικές συνθήκες κάθε κράτους [14].

- Συνεκτίμηση αποδεκτών (καταβόθρες)

Το Πρωτόκολλο περιλαμβάνει διατάξεις για την συνεκτίμηση των αποδεκτών (καταβόθρες), οι οποίες αν και χρειάζονται περαιτέρω μελέτη και διευκρινήσεις, παρέχουν κατ' αρχήν τη δυνατότητα συνυπολογισμού της πρόσληψης διοξειδίου του άνθρακα από τα δάση και τις καλλιεργούμενες γαίες στη μείωση των εκπομπών [14].

- Αυστηρό καθεστώς συμμόρφωσης

Το Πρωτόκολλο προβλέπει την εγκαθίδρυση ενός αυστηρού καθεστώτος συμμόρφωσης. Δεν υπάρχουν ποσοτικοί στόχοι για αναπτυσσόμενες χώρες [11].

#### **2.4.5 Τα άρθρα του Πρωτοκόλλου**

Στις 10 Δεκεμβρίου 1997, στα πλαίσια της Σύμβασης-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματολογική αλλαγή (Νέα Υόρκη, 9 Μαΐου 1992), 39 κράτη συμφώνησαν στα 28 άρθρα του Πρωτοκόλλου του Κιότο, που περιγράφονται σύντομα παρακάτω [14]:

- **Άρθρο 1: Ορισμοί**

Δίδονται οι ορισμοί των εννοιών οι οποίες αναφέρονται σε ολόκληρο το πρωτόκολλο.

- **Άρθρο 2: Υποχρεώσεις των κρατών που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα I (ανεπτυγμένα κράτη ή κράτη σε μεταβατική κατάσταση)**

Στην 1<sup>η</sup> Παράγραφο προβλέπονται οι υποχρεώσεις των κρατών του Παραρτήματος I σχετικά με τις πολιτικές και τα γενικά μέτρα που πρέπει να εφαρμόσουν για τη διαχείριση των φυσικών πόρων, την οικονομία (φορολογικά κίνητρα), τη γεωργία, τις μεταφορές και την ενέργεια. Επίσης, προβλέπεται η συνεργασία των κρατών, προκειμένου να μοιραστούν την πείρα τους και να ανταλλάσσουν πληροφορίες.

Στη 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> Παράγραφο αναφέρονται οι υποχρεώσεις των κρατών του Παραρτήματος I, για περιορισμό των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου από καύσιμα που χρησιμοποιούνται για διεθνείς αέριες και θαλάσσιες μεταφορές, καθώς και για τον περιορισμό των κοινωνικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Στην 4<sup>η</sup> Παράγραφο αναφέρεται ότι η διάσκεψη των μερών θα συντονίζει τις πολιτικές και τα μέτρα της ανωτέρω υποπαραγράφου 1(α), λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές εθνικές συνθήκες και τις ενδεχόμενες επιπτώσεις.

- **Άρθρο 3: Ποσοτικοποίηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και των περιορισμών-μειώσεων**

Στις Παραγράφους 1 έως 3 καθορίζεται ότι, για τα κράτη του Παραρτήματος Ι, οι συνολικές τους ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (τα οποία αναφέρονται λεπτομερώς στο Παράρτημα Α του πρωτοκόλλου) δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις ποσότητες εκπομπών που αναφέρονται στο Παράρτημα Β. Μέχρι το 2005 πρέπει να έχει σημειωθεί πρόοδος, ενώ στην περίοδο 2008-2012 πρέπει να σημειωθεί μείωση 5,00% των τιμών κάτω από τα επίπεδα του 1990. Επίσης, προβλέπεται η προστασία των δασών για απορρόφηση των αερίων θερμοκηπίου.

Στις Παραγράφους 4 έως 6 αναφέρεται ότι τα κράτη του Παραρτήματος Ι θα παρέχουν στο Επικουρικό Όργανο Επιστημονικών και Τεχνολογικών Συμβουλών δεδομένα για το επίπεδο αποθεμάτων άνθρακα κατά το 1990. Αυτά τα δεδομένα, θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία μιας βάσης αναφοράς για τη σύγκριση των μελλοντικών δεδομένων. Τα κράτη του Παραρτήματος Ι που βρίσκονται σε μεταβατική οικονομική κατάσταση μπορούν να ζητήσουν την επιλογή διαφορετικού έτους ως βάση αναφοράς.

Στην Παράγραφο 7 καθορίζεται ο τρόπος ποσοτικοποίησης των μεταβολών στις εκπομπές για την περίοδο 2008-2012.

Στην Παράγραφο 8 καθορίζεται, για τους υδροφθοράνθρακες, υπερφθοράνθρακες και το εξαφθοριούχο θείο, ως έτος βάσης το 1995.

Στην Παράγραφο 9 αναφέρεται ότι οι υποχρεώσεις των κρατών για τις επόμενες περιόδους θα καθοριστούν μετά από εξέταση η οποία θα αρχίσει τουλάχιστον 7 χρόνια πριν από το τέλος της πρώτης περιόδου ανάληψης υποχρεώσεων.

Στις Παραγράφους 10 έως 13 προβλέπονται βασικές πρακτικές για την εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών.

- **Άρθρο 4: Κοινές προσπάθειες – Συνεργασία**

Διευκρινίζονται οι υποχρεώσεις των κρατών που συμφωνούν να εφαρμόσουν τα αναφερόμενα στο Άρθρο 3 από κοινού, καθώς και οι τρόποι να πιστωθεί το αποτέλεσμα αυτής της συνεργασίας.



- **Άρθρο 5: Μετρήσεις εκπομπών**

Προβλέπεται τα κράτη να εφαρμόσουν, τουλάχιστον ένα έτος πριν το πρώτο έτος ανάληψης υποχρεώσεων, ένα εθνικό σύστημα για την εκτίμηση των εκπομπών, οι οποίες δεν ελέγχονται από το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ. Οι μεθοδολογίες για τον υπολογισμό των εκπομπών θα είναι σύμφωνες με τις οδηγίες και μεθόδους της IPCC και θα επιβλέπονται από τη Διάσκεψη.

- **Άρθρο 6: Εμπορία μονάδων εκπομπών**

Αναφέρονται οι προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες ένα κράτος μπορεί να μεταβιβάσει ή να αγοράσει από άλλο κράτος μονάδες εκπομπών, από μείωση, που προέρχονται από προγράμματα που στοχεύουν σε αυτή.

- **Άρθρο 7: Ετήσια αναφορά**

Καθορίζονται οι πληροφορίες που οφείλουν να παρέχουν ετησίως τα κράτη του Παραρτήματος Ι, σχετικά με τη συμμόρφωσή τους με το Πρωτόκολλο.

- **Άρθρο 8: Έλεγχος πληροφοριών**

Προβλέπονται οι διαδικασίες και τα όργανα ελέγχου των πληροφοριών που παρέχουν τα κράτη σύμφωνα με το Άρθρο 7.

- **Άρθρο 9: Επανεξέταση του Πρωτοκόλλου**

Καθορίζονται οι διαδικασίες επανεξέτασης του παρόντος Πρωτοκόλλου με γνώμονα τις τελευταίες επιστημονικές πληροφορίες και τις αποτιμήσεις για την αλλαγή του κλίματος.

- **Άρθρο 10: Συνεργασία κρατών**

Τα κράτη που συνεργάζονται, σύμφωνα με το Άρθρο 4, θα μοιράζονται τις πληροφορίες και τις τεχνολογίες τους που αφορούν στην αντιμετώπιση της κλιματολογικής αλλαγής και των εκπομπών.

- **Άρθρο 11: Υποχρεώσεις των ανεπτυγμένων χωρών προς τις αναπτυσσόμενες**

Οι ανεπτυγμένες χώρες θα βοηθούν τα αναπτυσσόμενα κράτη μέσω των οικονομικών διαδικασιών και μηχανισμών του Πρωτοκόλλου. Επίσης, αυτό δύναται να γίνει και μέσω διμερών, περιφερειακών και άλλων πολυμερών διαύλων.

- **Άρθρο 12: Μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης**

Ο μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης θα υποστηρίζει τις αναπτυσσόμενες χώρες να πετύχουν την αειφόρο ανάπτυξη και τα ανεπτυγμένα κράτη να συμμορφωθούν στις ποσοτικοποιημένες υποχρεώσεις τους σχετικά με τον περιορισμό και την μείωση των εκπομπών, σύμφωνα με το Άρθρο 3.

- **Άρθρο 13: Η Διάσκεψη των Μερών**

Η Διάσκεψη των Μερών, ως ανώτατο σώμα της Σύμβασης, θα συνεργάζεται με χώρες μη μέλη και διάφορους οργανισμούς, θα επιθεωρεί την πρόοδο των μελών και θα ενθαρρύνει την κοινή χρήση των πληροφοριών και της τεχνολογίας ανάμεσα στα ανεπτυγμένα και στα αναπτυσσόμενα κράτη.

- **Άρθρο 14: Γραμματεία του Πρωτοκόλλου**

Η Γραμματεία της Σύμβασης θα ενεργεί ως Γραμματεία του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

- **Άρθρο 15: Επικουρικά όργανα**

Το επικουρικό όργανο Επιστημονικών και Τεχνολογικών Συμβουλών θα ενεργούν για το Πρωτόκολλο αντίστοιχα όπως και για τη Σύμβαση.

- **Άρθρο 16: Πολυμερής διαβουλευτική διαδικασία**

Η Διάσκεψη των Μερών μπορεί να τροποποιεί την πολυμερή διαβουλευτική διαδικασία που προβλέπεται στη Σύμβαση.

- **Άρθρο 17: Αρχές διακρίβωσης για την εμπορία των εκπομπών**

Η Διάσκεψη των Μερών θα ορίζει τις αρχές, διαδικασίες, κανόνες και κατευθυντήριες οδηγίες για την εμπορία των εκπομπών. Κάθε εμπορία εκπομπών θα είναι συμπληρωματική προς τις εγχώριες δράσεις με στόχο τον περιορισμό και τη μείωση των εκπομπών.

- **Άρθρο 18: Επιπτώσεις μη συμμόρφωσης**

Η Διάσκεψη των Μερών θα εγκρίνει τις δέουσες διαδικασίες και μηχανισμούς καθορισμού και αντιμετώπισης των περιπτώσεων μη συμμόρφωσης προς τις διατάξεις του Πρωτοκόλλου, καθορίζοντας τις αντίστοιχες επιπτώσεις.

- **Άρθρο 19: Διευθέτηση διαφορών**

Θα ισχύουν οι διατάξεις του Άρθρου 14 της Σύμβασης.

- **Άρθρο 20: Τροποποιήσεις του Πρωτοκόλλου**

Προβλέπονται οι τρόποι, διαδικασίες και χρονοδιαγράμματα τροποποιήσεων του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

- **Άρθρο 21: Παραρτήματα του Πρωτοκόλλου**

Καθορίζονται τα παραρτήματα του Πρωτοκόλλου και οι διαδικασίες τροποποίησης αυτών.

- **Άρθρο 22: Δικαίωμα ψήφου**

Κάθε κράτος έχει δικαίωμα μίας ψήφου.

- **Άρθρο 23: Θεματοφύλακας του Πρωτοκόλλου**

Ο Γενικός Γραμματέας των Ηνωμένων Εθνών θα είναι ο θεματοφύλακας του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

- **Άρθρο 24: Επικύρωση του Πρωτοκόλλου**

Το Πρωτόκολλο του Κιότο θα τεθεί προς υπογραφή για επικύρωση από τις 16 Μαρτίου 1998 έως τις 15 Μαρτίου 1999.

- **Άρθρο 25: Ημερομηνία εφαρμογής του Πρωτοκόλλου**

Το Πρωτόκολλο θα τεθεί σε ισχύ την ενενηκοστή ημέρα μετά την ημερομηνία κατά την οποία τουλάχιστον 55 μέρη της Σύμβασης, συμπεριλαμβανομένων των μερών του Παραρτήματος Ι που αντιπροσωπεύουν συνολικά τουλάχιστον 55% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά το 1990, έχουν καταθέσει πράξεις επικύρωσης, αποδοχής, έγκρισης ή προσχώρησης.

- **Άρθρο 26: Επιφυλάξεις**

Δεν επιτρέπεται η διατύπωση επιφυλάξεων ως προς το περιεχόμενο του Πρωτοκόλλου.

- **Άρθρο 27: Αποχώρηση από το Πρωτόκολλο**

Τα συμβαλλόμενα μέρη δύνανται να αποσυρθούν από το Πρωτόκολλο μετά από τρία χρόνια. Η αποχώρηση θα αρχίσει να ισχύει μετά από επιπλέον ένα έτος. Αποχώρηση από τη Σύμβαση σημαίνει αποχώρηση και από το Πρωτόκολλο.

- **Άρθρο 28: Επίσημες γλώσσες σύνταξης του Πρωτοκόλλου**

Το Πρωτόκολλο είναι γραμμένο στα Αραβικά, Κινέζικα, Αγγλικά, Γαλλικά, Ρωσικά και Ισπανικά.

- **Παράρτημα Α: Αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου**

Αναφέρονται τα 6 αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, υπερφθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο) καθώς και οι τομείς-κατηγορίες πηγών τους (βιομηχανίες, μεταφορές, γεωργία κ.τ.λ.).

- **Παράρτημα Β: Ποσοτικοποιημένη υποχρέωση περιορισμού ή μείωσης των εκπομπών για τα συμβαλλόμενα μέρη**

Καθορίζεται για κάθε ένα από τα συμβαλλόμενα μέρη η ποσοτικοποιημένη υποχρέωση περιορισμού ή μείωσης των εκπομπών σε ποσοστό (%) του βασικού έτους.

## **2.5 Διάσκεψη των Συμβαλλόμενων Μερών VII (CoP VII) στο Μαρακές (2001)**

Βασικός στόχος της διεθνούς διάσκεψης για την Κλιματική Αλλαγή που οργανώθηκε στο Μαρακές, ήταν η προετοιμασία για τη μελλοντική αποδοχή του Πρωτοκόλλου του Κιότο και παράλληλα να διευκρινιστούν οι λεπτομέρειες γύρω από τους ευέλικτους μηχανισμούς, καθώς και οι δεσμεύσεις των Συμβαλλόμενων Μερών. Η θέσπιση κανόνων που θα διέπουν τους εν λόγω μηχανισμούς εφαρμογής, καθορίζει την έκταση της δημόσιας συμβολής και υπευθυνότητας, καθώς επίσης και τον καθορισμό του μεγέθους των εθνικών στόχων σε πραγματικούς όρους [12], [13].

Η Συμφωνία στο Μαρακές βοήθησε στην οριστικοποίηση των διαδικασιών εφαρμογής του Πρωτοκόλλου.

## **2.6 Οι ευέλικτοι μηχανισμοί**

Για την εφαρμογή και την επίτευξη των στόχων του Πρωτοκόλλου του Κιότο δημιουργήθηκαν τρεις ευέλικτοι μηχανισμοί, συμπληρωματικοί των εθνικών δράσεων, οι οποίοι αποσκοπούν στην επίτευξη πραγματικών, μακροπρόθεσμων, μετρήσιμων και οικονομικά αποδοτικών μειώσεων των αερίων του θερμοκηπίου.

Ο ρόλος τους είναι να προσελκύσουν τις παγκόσμιες αγορές στην εφαρμογή πολιτικών, με στόχο τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Έτσι, παρέχουν τη δυνατότητα στις αναπτυγμένες χώρες, να πραγματοποιήσουν επενδύσεις με όφελος αφενός των ιδίων και αφετέρου του περιβάλλοντος. Οι ευέλικτοι μηχανισμοί δίνουν τη δυνατότητα, σε όλα τα Συμβαλλόμενα Μέρη, να επενδύσουν σε έργα, σε περιοχές, υπό κάποιες προϋποθέσεις, ώστε να έχουν οφέλη από τη μείωση ή την απομάκρυνση των εκπομπών. Συγκεκριμένα, επενδύοντας σε περιβαλλοντικά ωφέλιμα έργα σε μία αναπτυσσόμενη χώρα, στην οποία τα λειτουργικά κόστη, τα κόστη καυσίμων κ.τ.λ. είναι μικρά, δίνεται η δυνατότητα στην επενδύτρια χώρα να εκπληρώσει τις δεσμεύσεις της

έναντι του Πρωτοκόλλου, ενώ ταυτόχρονα, η αναπτυσσόμενη χώρα, γίνεται αποδέκτης νέων τεχνολογιών, οι οποίες συντελούν στην πρόοδό της.

Κάθε χώρα που ανήκει στο Παράρτημα I έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί τους ευέλικτους μηχανισμούς προκειμένου να πετύχει τους στόχους μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Οι μηχανισμοί είναι τρεις και περιγράφονται στις παραγράφους που ακολουθούν.

### **2.6.1 Κοινή Εφαρμογή (Joint Implementation-JI)**

Πρόκειται για διαδικασίες μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μέσω των οποίων μία αναπτυγμένη χώρα επενδύει σε μία άλλη χώρα του Παραρτήματος I [13]. Συνήθως, ο μηχανισμός αυτός εφαρμόζεται σε χώρες οι οποίες έχουν μεταβατικές οικονομίες και συνεπώς υπάρχουν περισσότερες ευκαιρίες, για περιορισμό των εκπομπών, με χαμηλότερο κόστος. Προγράμματα JI μπορούν να εφαρμοστούν είτε μεταξύ δύο χωρών του Παραρτήματος I είτε μεταξύ μίας χώρας και ενός Νομικού Προσώπου (legal entity) όπως λ.χ. μίας επιχείρησης μίας άλλης χώρας.

Για τα έργα JI δεν έχει δημιουργηθεί ένα μητρώο καταγραφής τους σε παγκόσμιο επίπεδο και είναι δύσκολο να υπολογισθεί ο αριθμός των έργων που έχουν πιστοποιηθεί καθώς και οι μονάδες ERU που έχουν ήδη παραχθεί ή αναμένεται να παραχθούν από αυτά. Μεγάλος αριθμός έργων, πάντως, της κατηγορίας αυτής, υλοποιούνται σε χώρες της Ανατολικής Ευρώπης από Ευρωπαϊκές χώρες του Παραρτήματος II και περιλαμβάνουν, κυρίως, έργα αναβάθμισης ενεργειακών εγκαταστάσεων και αντικατάστασης καυσίμου, δημιουργία μονάδων συμπαραγωγής, συλλογή και ενεργειακή αξιοποίηση βιοαερίου.

### **2.6.2 Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism-CDM)**

Πρόκειται για διαδικασία μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μίας χώρας του Παραρτήματος I μέσω της πραγματοποίησης επένδυσης σε χώρα μη ανήκουσα στο Παράρτημα I [13], με αντάλλαγμα επικυρωμένες μονάδες μείωσης εκπομπών (CERs). Οι μονάδες που προκύπτουν από επενδύσεις αυτού του είδους μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις χώρες του Παραρτήματος I, για την επίτευξη των στόχων τους, βάσει του

Πρωτοκόλλου του Κιότο. Από την άλλη δίνεται η ευκαιρία, στις αναπτυσσόμενες χώρες, με αδύναμες οικονομίες, να αναπτύξουν καθαρές τεχνολογίες για να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, μέσω επενδύσεων που γίνονται σ' αυτές από αναπτυγμένες χώρες.

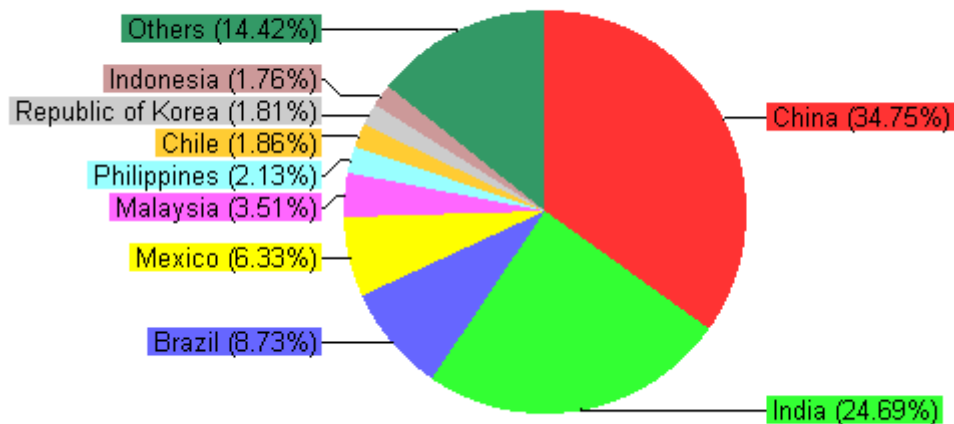
Προγράμματα CDM μπορούν να εφαρμοστούν είτε μεταξύ μία χώρας του Παραρτήματος I και μίας χώρας είτε μεταξύ ενός Νομικού Προσώπου (legal entity) μίας χώρας του Παραρτήματος I και μίας Non Annex I χώρας.

Τα έργα CDM διακρίνονται σε μικρής και μεγάλης κλίμακας. Προκειμένου να επιτευχθεί ταχύς ρυθμός ανάπτυξης, υιοθετήθηκαν απλοποιημένες διαδικασίες για την υλοποίηση των μικρής κλίμακας έργων. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα εξής:

- Έργα για την προώθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) μέγιστης ισχύος έως 15 MW.
- Έργα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, με έλεγχο της προσφοράς/ζήτησης ενέργειας, συνολικής εξοικονόμησης μέχρι 15 GWh/έτος.
- Έργα τα οποία επιτυγχάνουν μείωση των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και δεν εκπέμπουν άμεσα περισσότερο από 15 Kt ισοδύναμου CO<sub>2</sub>/έτος.

Μέχρι τα τέλη Οκτωβρίου 2009 είχαν εγκριθεί 1.879 έργα (1021 μεγάλης κλίμακας και 858 μικρής κλίμακας) και αφορούν στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ [13].

Οι σημαντικότερες χώρες που χρηματοδοτούν τα έργα αυτά είναι το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ελβετία, η Ολλανδία και η Ιαπωνία με σημαντικότερες χώρες υποδοχής των έργων την Ινδία, την Κίνα και τη Βραζιλία (Σχήμα 3). Εκτός των ευρωπαϊκών χωρών, σημαντικοί επενδυτές έργων CDM είναι ο Καναδάς και η Ιαπωνία.



Σχήμα 3: Χώρες υποδοχής έργων CDM

Πηγή: <http://cdm.unfccc.int/statistics>

### 2.6.3 Εμπορία Δικαιωμάτων Εκπομπών (Emissions Trading-ET)

Πρόκειται για συναλλαγή εκπομπών μεταξύ των χωρών του Παραρτήματος I [13]. Επιτρέπεται, δηλαδή, η πώληση ή η μεταφορά της μείωσης - εξάλειψης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που έχουν επιτευχθεί. Μία βιομηχανικά αναπτυγμένη χώρα, που έχει ξεπεράσει το στόχο μείωσης των εκπομπών της, μπορεί να πουλήσει την επιπλέον μείωση σε άλλη χώρα που αντιμετωπίζει δυσκολίες για την επίτευξη του στόχου της.

## 2.7 Επικύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο

Με την επικύρωση του Πρωτοκόλλου και από τη Ρωσία, ικανοποιήθηκαν οι δύο απαραίτητοι όροι, προκειμένου να τεθεί σε ισχύ το Πρωτόκολλο του Κιότο. Δηλαδή, να έχει κυρωθεί τουλάχιστον από 55 κράτη-μέρη της Σύμβασης για τις κλιματικές αλλαγές και μεταξύ αυτών να συμπεριλαμβάνονται Μέρη του Παραρτήματος I της Σύμβασης (ανεπτυγμένες χώρες) που αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 55% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα των χωρών αυτών κατά το 1990.



Το Πρωτόκολλο τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005, για 128 Μέρη, σύμφωνα με την οποία 30 ανεπτυγμένα κράτη δεσμεύονται να μειώσουν ή να περιορίσουν τις εκπομπές τους. Μέχρι σήμερα, το Πρωτόκολλο έχει ήδη κυρωθεί από 141 συνολικά κράτη (37 ανεπτυγμένα και 104 αναπτυσσόμενα). Τα 37 αυτά ανεπτυγμένα κράτη αντιπροσωπεύουν το 61,60% των εκπομπών του Παραρτήματος Ι [14].

Τα βιομηχανικά κράτη υποχρεώθηκαν να μειώσουν, μέχρι το 2012, τις συνολικές εκπομπές τους σε επίπεδα χαμηλότερα κατά 5,00% αυτών του 1990. Κάθε κράτος που υπέγραψε το πρωτόκολλο συμφώνησε στο δικό του ειδικό στόχο. Τα κράτη της ΕΕ αναμένεται να μειώσουν τις παρούσες εκπομπές τους κατά 8,00% και η Ιαπωνία κατά 5,00%.

Η έκθεση ετήσιας προόδου της Επιτροπής [8] δείχνει ότι, στο μέσο της περιόδου (2010), μπορεί να επιτευχθεί μείωση 8,00%, υπό την προϋπόθεση ότι θα εφαρμοσθούν πλήρως όλες οι δράσεις που έχουν προγραμματιστεί από τα κράτη μέλη και ότι αυτές θα αποδώσουν την προβλεπόμενη μείωση εκπομπών. Σε μερικά κράτη, που έχουν εκπομπές χαμηλότερες των επιπέδων του 1990, επιτράπηκε να τα αυξήσουν μέχρι εκείνα τα επίπεδα. Με τη χρήση των ευέλικτων μηχανισμών του Πρωτοκόλλου του Κιότο, για τα σημερινά 25 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ-25), η συνολική μείωση των εκπομπών έως το 2010 αναμένεται ότι θα είναι 10,80% (πίνακας 4). Ειδικότερα αναφέρεται ότι από μελέτες σχετικά με την αξιολόγηση της προόδου στην Ελλάδα, ως προς την επίτευξη του ανωτέρω στόχου, έχουν καταδείξει ότι τα ποσοστά είναι αυξημένα, γεγονός το οποίο οφείλεται στην μερική εφαρμογή των προβλεπόμενων μέτρων για την κλιματική αλλαγή. Εφόσον δεν ληφθούν περαιτέρω μέτρα το ποσοστό αυτό αναμένεται να φτάσει στο +35 – +40 % μέχρι το 2010.

Πίνακας 4: Πρόοδος ως προς την επίτευξη του στόχου της Κοινότητας βάσει του πρωτοκόλλου του Κιότο [8]

Κράτος-μέλος	Συμφωνία επιμερισμού των βαρών	Με ισχύουσες πολιτικές και μέτρα	Με πρόσθετες πολιτικές και μέτρα	Με πρόσθετα μέτρα (ευέλικτους μηχανισμούς Κιότο και καταβόθρες άνθρακα)		
	Δέσμευση	Προβολές για το 2010	Προβολές για το 2010	Χρήση των μηχανισμών του Κιότο	Χρήση καταβόθρων άνθρακα	Προβολές για το 2010
	(ποσοστό % του έτους βάσης)	(ποσοστό % του έτους βάσης)	(ποσοστό % του έτους βάσης)	(ποσοστό % του έτους βάσης)	(ποσοστό % του έτους βάσης)	(ποσοστό % του έτους βάσης)
Αυστρία	-13,00%	+14,80 %	+3,30 %	-8,90 %	-0,90 %	-6,50 %
Βέλγιο	-7,50%	+1,20%	-0,70 %	-5,80 %		-6,60 %
Τσεχική Δημοκρατία	-8,00%	-24,40 %	-26,70 %		-0,60 %	-27,40 %
Δανία	-21,00%	+4,20 %	+4,20 %	-6,50 %	-0,70 %	-3,00 %
Εσθονία	-8,00%	-56,50 %	-60,00 %			-60,00 %
Φινλανδία	0,00%	+9,90%	-1,90%	-3,40%	+1,30%	-4,00%
Γαλλία	0,00%	+6,40 %	+0,50%		-0,60 %	-0,00%
Γερμανία	-21,00%	-19,80 %	-21,00%			-21,00%
Ελλάδα	25,00%	+34,70 %	+24,90%			+24,90%
Ουγγαρία	-6,00%	-28,50 %	-28,80%			-28,80%
Ιρλανδία	13,00%	+29,60%	+29,60%	-6,50%	-3,80%	+19,40%
Ιταλία	-6,50%	+13,90%	+4,10%	-7,80%	-2,10%	-5,80%
Λετονία	-8,00%	-46,10%	-48,60%			-48,60%

Λιθουανία	-8,00%	-50,50%	-50,50%			-50,50%
Λουξεμβούργο	-28,00%	-22,40%	-22,40%	-23,60%		-46,00%
Κάτω Χώρες	-6,00%	+3,60%	+0,70%	-9,30%	-0,10%	-8,60%
Πολωνία	-6,00%	-12,10%	-12,10%			-12,10%
Πορτογαλία	27,00%	+46,70%	+42,70%	-3,10%	-7,80%	+31,90%
Σλοβακία	-8,00%	-22,40%	-24,80%			-24,80%
Σλοβενία	-8,00%	+4,70%	-1,70%		-8,30%	-10,00%
Ισπανία	15,00%	+51,30%	+51,30%	-6,90%	-1,90%	+42,40%
Σουηδία	4,00%	-1,00%	-1,00%		-3,00%	-3,90%
Ηνωμένο Βασίλειο	-12,50%	-18,80%	-23,20%		-0,50%	-23,70%
ΕΕ-15	-8,00%	-0,60%	-4,60%	-2,60%	-0,80%	-8,00%
ΕΕ-10	-	-21,40%	-22,40%	0,00%	-0,30%	-22,60%
ΕΕ-25	-	-4,60%	-8,10%	-2,10%	-0,70%	-10,80%

Πηγή: [http://ec.europa.eu/environment/climat/home\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/home_en.htm) (IP/06/1488)

4 ανεπτυγμένα κράτη δεν έχουν ακόμη κυρώσει το Πρωτόκολλο: ΗΠΑ, Μονακό, Λιχτενστάιν. Οι ΗΠΑ, οι οποίες ευθύνονται για περισσότερο από το ένα τρίτο των εκπομπών των ανεπτυγμένων χωρών, έχουν δηλώσει ότι δεν προτίθενται να προχωρήσουν στη κύρωσή του.

## 2.8 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Το 1997, η Ευρωπαϊκή Ένωση όρισε ως στόχο να φθάσει το ποσοστό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 12,00% της εσωτερικής ακαθάριστης ενεργειακής κατανάλωσης έως το 2010, ενώ τα ποσοστά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που παράγονταν το 2005 ήταν τα εξής:

- βιομάζα 66,10%
- υδραυλική ενέργεια 22,20%
- αιολική ενέργεια 5,50%
- γεωθερμική ενέργεια 5,50%
- ηλιακή ενέργεια (θερμική και φωτοβολταϊκή) 0,70%

Παρά τη σημειωθείσα πρόοδο, η επίτευξη του ανωτέρω στόχου παρουσιάζει δυσκολίες λόγω του υψηλού κόστους των επενδύσεων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της ελλιπούς ενημέρωσης και της χρονοβόρας διαδικασίας έγκρισης των αντίστοιχων έργων.

Εξάλλου, η πρόοδος που έχει σημειωθεί μέχρι τώρα στα κράτη μέλη είναι μερική και πολύ ανομοιογενής: η απουσία νομικώς δεσμευτικού στόχου και οι ελλείψεις του νομικού πλαισίου στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν επέτρεψαν ουσιαστική πρόοδο παρά μόνο στα ελάχιστα κράτη μέλη που επέδειξαν αποφασιστικότητα ισχυρότερη από τις διακυμάνσεις στις πολιτικές προτεραιότητες.

Σύμφωνα με την οδηγία 2001/77/EK, όλα τα κράτη μέλη θέσπισαν εθνικούς στόχους σχετικά με την κατανάλωση ηλεκτρισμού που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εάν όλα τα κράτη μέλη επιτύχουν τους εθνικούς τους στόχους, το 2010 θα παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ποσοστό 21,00% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ. Αν και ορισμένα κράτη μέλη πλησιάζουν στην επίτευξη του στόχου αυτού, αποδεικνύεται ότι η πλειονότητα των κρατών έχει καθυστερήσει και ο στόχος του 19,00% δεν θα επιτευχθεί μέχρι το 2010 για την ποσότητα ηλεκτρισμού που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Το 2005, τα ποσοστά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ ήταν τα εξής [16]:

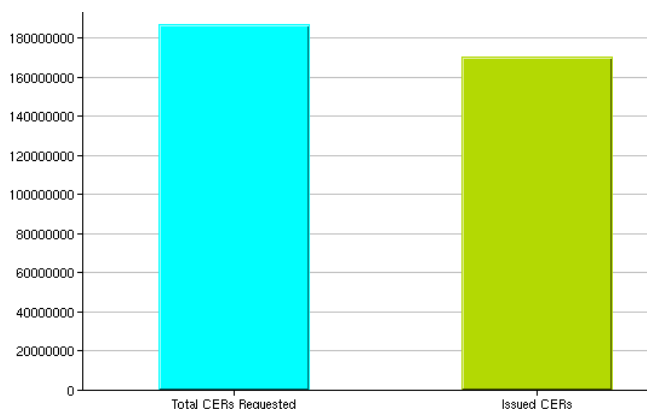
- βιομάζα 15,80%
- υδραυλική ενέργεια 66,10%
- αιολική ενέργεια 16,30%
- γεωθερμική ενέργεια 1,20%
- ηλιακή ενέργεια (θερμική και φωτοβολταϊκή) 0,30%



## 2.9 Σύνοψη

Ο ρόλος των ευέλικτων μηχανισμών είναι να διευκολύνουν και να προσελκύσουν την παγκόσμια αγορά και ταυτόχρονα να ενισχύσουν την εφαρμογή πολιτικών, ώστε να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο της αλλαγής του κλίματος μέσω της μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο. Η επίτευξη της μείωσης των εκπομπών σε μία περιοχή, ωφελεί συνολικά ολόκληρο τον πλανήτη, αφού είναι το αποτέλεσμα της μείωσης του συνολικού επιπέδου συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου και όχι των σχετικών συγκεντρώσεων ανά γεωγραφική περιοχή.

Μέσω των ευέλικτων μηχανισμών, δημιουργούνται σημαντικά οφέλη και για τις ίδιες τις αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς τα κράτη του Παραρτήματος I τα οποία επενδύουν, μεταφέρουν σε αυτές νέες τεχνολογίες, συντελούν στην ανάπτυξή τους και τις βοηθούν (Σχήμα 4) να αντιμετωπίσουν τις αρνητικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής.



Σχήμα 4: Συνολικές αιτούμενες  και επικυρωμένες  μονάδες μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Πηγή: <http://cdm.unfccc.int/statistics>

Σε οποιοδήποτε νέο σύστημα εφαρμοσθεί μετά το 2012, θα πρέπει να διατηρηθούν τα στοιχεία του Πρωτοκόλλου του Κιότο και οι διαπραγματεύσεις θα πρέπει να βοηθούν στον καθορισμό στόχων και χρονοδιαγραμμάτων, λαμβάνοντας υπόψη τις νέες τεχνολογίες, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, την προαγωγή πηγών ενέργειας χαμηλής

περιεκτικότητας σε άνθρακα, καθώς και την αναπτυξιακή πολιτική, παρέχοντας κίνητρα σε περισσότερες χώρες να συμμετάσχουν στις δράσεις καταπολέμησης της αλλαγής του κλίματος. Οι αναπτυσσόμενες χώρες, ήδη πραγματοποιούν και πρόκειται να πραγματοποιήσουν τεράστιες επενδύσεις, στην ενεργειακή τους υποδομή, εντός των επόμενων δεκαετιών. Τα δημόσια κεφάλαια, που διατίθενται μέσω της Παγκόσμιας Τράπεζας, της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων, της Ευρωπαϊκής Τράπεζας για την Ανασυγκρότηση και την Ανάπτυξη και άλλων αναπτυξιακών τραπεζών θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να ωθήσουν τις αναπτυσσόμενες χώρες να διοχετεύσουν τις δημόσιες αποταμιεύσεις σε φιλικές προς το κλίμα επενδύσεις, ιδίως στον τομέα της ενέργειας.

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ**

#### **3.1 Εισαγωγή**

Η εξάντληση των ορυκτών και συμβατικών καυσίμων, των οποίων οι τιμές έχουν αυξηθεί ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, αλλά και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που τα τελευταία χρόνια έχουν πάρει μεγάλες διαστάσεις, ωθούν τον άνθρωπο σε νέες μεθόδους παραγωγής «καθαρών» μορφών ενέργειας. Σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα όπως πετρέλαιο, λιγνίτης, φυσικό αέριο, οι ανανεώσιμες πηγές είναι ανεξάντλητες και φιλικές προς το περιβάλλον, χωρίς να εκπέμπουν αέρια επιβλαβή για την ατμόσφαιρα. Επιπλέον, οι φυσικοί πόροι δεν περιορίζονται σε συγκεκριμένους γεωγραφικούς χώρους, γεγονός που οδηγεί στη χωρική διασπορά της ενεργειακής παραγωγής και στη μείωση των απωλειών ενέργειας κατά τη μεταφορά.

Το νερό αποτελεί φυσικό πόρο, η αξία του οποίου αυξάνεται, ενώ η διαθεσιμότητά του δεν είναι εξασφαλισμένη. Έτσι, η διαχείρισή του θα πρέπει να στοχεύει στην ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών με το βέλτιστο και αποδοτικότερο τρόπο.

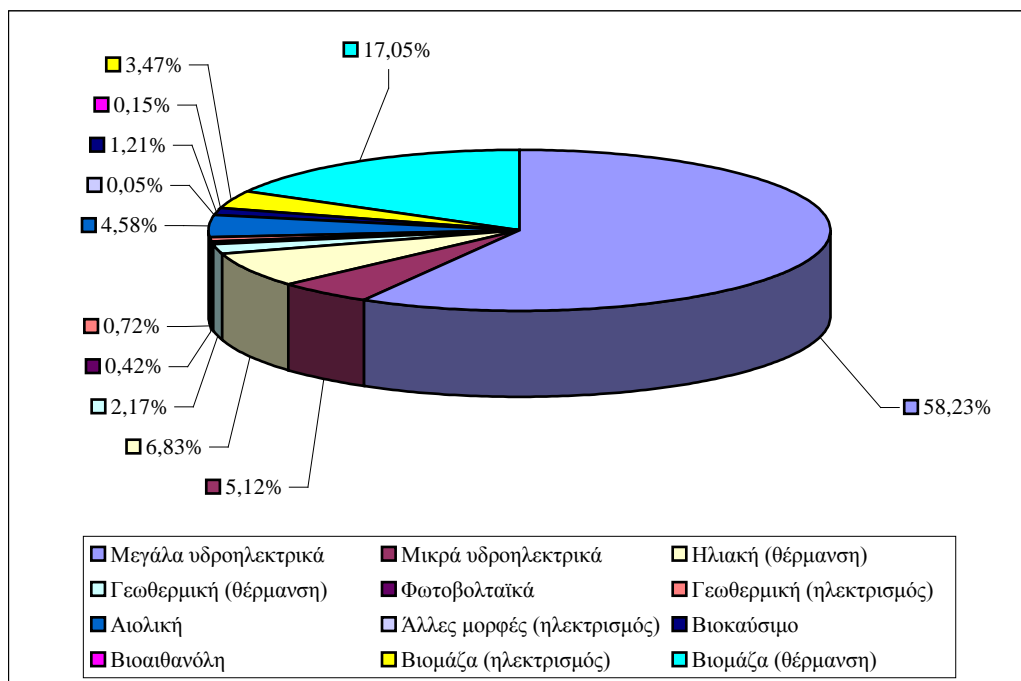
#### **3.2 Υδροηλεκτρική ενέργεια**

Η υδροηλεκτρική ενέργεια στηρίζεται στην εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας που αποκτά το νερό, κατά τη ροή του από περιοχές με μεγάλο υψόμετρο σε περιοχές με χαμηλότερο υψόμετρο και μπορεί να γίνει με την κατασκευή υδροηλεκτρικών έργων. Η ισχύς που διαθέτει μία μάζα νερού που ρέει από ένα ύψος, δίδεται από τον τύπο:  $P = \rho * Q * g * H$ , όπου  $P$  ( $\text{kg} * \text{m}^2 / \text{s}^3$ ) η ισχύς,  $\rho$  ( $\text{kg} / \text{m}^3$ ) η πυκνότητα του νερού,  $Q$  ( $\text{m}^3 / \text{s}$ ) η παροχή του νερού,  $g$  ( $\text{m} / \text{s}^2$ ) η επιτάχυνση της βαρύτητας και  $H$  (m) η υψομετρική διαφορά. Σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση προκύπτει ότι για να υπάρχει σταθερή ισχύς απαιτείται σταθερή παροχή, η οποία επιτυγχάνεται με την κατασκευή ενός φράγματος και την ύπαρξη μίας αναγκαίας στάθμης βροχόπτωσης (συνήθως μεγαλύτερης των 400 mm το χρόνο).



Η ανανεωσιμότητα και η δυνατότητα αποταμίευσης της υδροδυναμικής ενέργειας, καθιστούν την υδροηλεκτρική ενέργεια σημαντική λύση στο ενεργειακό - περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Το 2005 το ηλεκτρικό ρεύμα από Υ/Η παρείχε [16], [17], περίπου, 715.000 MW (19% του παγκόσμιου ηλεκτρικού ρεύματος ενώ ήταν 16% το 2003). Επίσης, η υδροηλεκτρική ενέργεια αντιπροσώπευε, το 2005, την πρώτη μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, παγκοσμίως, σε ποσοστό 63% της συνολικής (Σχήμα 1).



Σχήμα 1: Παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σε παγκόσμιο επίπεδο, 2005

Παρόλο που μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες παράγουν το μεγαλύτερο τμήμα του ηλεκτρικού ρεύματος, οι μικρής ισχύος μονάδες είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς στην Κίνα, η οποία κατέχει περισσότερο από το 50% της παγκόσμιας δυνατότητας παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας από μικρές μονάδες.

### 3.3 Υδροηλεκτρικά έργα

Το σύνολο των έργων και εξοπλισμού μέσω των οποίων μετατρέπεται η υδραυλική ενέργεια σε μηχανική και στη συνέχεια σε ηλεκτρική [18], ονομάζεται υδροηλεκτρικό [19], [20] έργο (ΥΗΕ).

Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί διακρίνονται στις εξής βασικές κατηγορίες:

- Ροής ποταμού (run-of-river): Το νερό ενός ποταμού συσσωρεύεται και η απορρέουσα ποσότητα για την παραγωγή ενέργειας είναι ελεγχόμενη.
- Ταμιευτήρα νερού (reservoir): Το νερό αποθηκεύεται για κάποιο χρονικό διάστημα και όταν παρουσιαστεί ζήτηση φορτίου διατίθεται για την παραγωγή ενέργειας. Μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται χρησιμοποιείται για την άντληση του νερού από χαμηλό σημείο σε υψηλότερο και όταν παρουσιαστεί ζήτηση φορτίου, διατίθεται το νερό για την παραγωγή ενέργειας.

Άλλοι τύποι υδροηλεκτρικών μονάδων κατασκευάζονται σε γεωγραφικές περιοχές με ειδικές προδιαγραφές (αξιοποίηση της θαλάσσιας παλίρροιας ή θαλάσσιων κυμάτων και ρευμάτων).

Ανάλογα με το δυναμικό, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί διακρίνονται σε:

- Μικροσταθμούς, με ισχύ μέχρι 0,10 MW
- Μικρού δυναμικού, με ισχύ από 0,10 έως 30,00 MW
- Μεγάλου δυναμικού, με ισχύ μεγαλύτερη των 30,00 MW

Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά έργα (ΜΥΗΕ) είναι κυρίως «συνεχούς ροής (run-of-river)», δηλαδή δεν περιλαμβάνουν σημαντική περισυλλογή νερού και επομένως δεν απαιτείται η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων. Ένας μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον, καθώς το σύνολο των επιμέρους παρεμβάσεων του έργου μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τους τοπικούς πόρους.

### 3.4 Η υδροηλεκτρική μονάδα

Τα βασικότερα μέρη μιας υδροηλεκτρικής μονάδας είναι [19]:

- το φράγμα ή υδατοφράκτης, ο οποίος αυξάνει το ύψος πτώσης και δημιουργεί τον ταμειυτήρα νερού
- το σύστημα προσαγωγής του νερού που περιλαμβάνει τη σήραγγα ή τη σωλήνωση ή και τα δύο
- ο υδροστρόβιλος και ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του εργοστασίου
- η διώρυγα φυγής του νερού από το εργοστάσιο στον ποταμό
- οι γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας

### 3.5 Τύποι φραγμάτων

Το φράγμα [19], [21] είναι τεχνικό έργο που κατασκευάζεται κάθετα στην κοίτη ενός ποταμού, καταλαμβάνοντας όλο το πλάτος της, για την αποκοπή της ροής του, με σκοπό την αποθήκευση, παροχέτευση ή ανάσχεση της πλημμυρικής παροχής του ρεύματος. Το νερό που δεσμεύεται χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για άρδευση ή ύδρευση.

Κάθε φράγμα έχει τη δική του λειτουργικότητα, τους δικούς του φυσικούς παράγοντες [22], [23] και το δικό του φυσικό περιβάλλον και δεν είναι δυνατή η κατηγοριοποίησή του. Η κατασκευή ενός φράγματος και η δημιουργία τεχνητής λίμνης δημιουργεί διαταραχές στο φυσικό περιβάλλον, γιατί στην περιοχή που κατακλύζεται από το νερό του ποταμού, συσσωρεύονται τεράστιες ποσότητες νερού με αποτέλεσμα το υπέδαφος να καταπονείται από τις αναπτυσσόμενες πιέσεις. Εκτός όμως από τις πιέσεις, οι μεγάλες ποσότητες του νερού δημιουργούν προβλήματα διαβρώσεων, διαρροών ή ακόμα και κατολισθήσεων στην περιοχή του φράγματος που αν δεν προβλεφθούν για να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα μπορεί να οδηγήσουν στην καταστροφή του.

Τα φράγματα διακρίνονται σε μικρά ( $H < 15m$ ), μεσαία ( $15m < H < 50m$ ) και μεγάλα ( $H > 50m$ ). Από την άποψη των υλικών κατασκευής διακρίνονται σε αυτά που κατασκευάζονται από άοπλο σκυρόδεμα και στα χωμάτινα φράγματα. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα φράγματα βαρύτητας, τα αντιριδωτά και τα τοξωτά φράγματα. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα χωμάτινα και λιθόριπτα φράγματα με ομογενή ή και

ζωνώδη δομή. Ανάλογα με τις γεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή επιλέγεται και ο καταλληλότερος τύπος φράγματος.

### 3.6 Υδροστροβίλοι

Οι υδροστροβίλοι είναι μηχανές που φέρουν ένα περιστρεφόμενο μέρος εξασφαλίζοντας την εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας από τη ροή του διερχόμενου νερού [19]. Ένας υδροστροβίλος αποτελείται από τη διάταξη προσαγωγής και από ένα στρεφόμενο τροχό, ο οποίος αποτελείται από δύο ομόκεντρες στεφάνες (μία σταθερή - στεφάνη διανομής και μία κινητή - δρομέα). Οι στεφάνες φέρουν δοχεία τα οποία εξασφαλίζουν τον καταμερισμό του νερού, έτσι, ώστε να αποκτήσει την πιο συμφέρουσα ταχύτητα κατά την κυκλοφορία του εντός του στροβίλου, με σκοπό την αύξηση της απόδοσης του κινητήρα. Το νερό στους στροβίλους των υδροηλεκτρικών σταθμών προέρχεται είτε από ένα φράγμα είτε από έναν ποταμό. Δεδομένου ότι οι τοποθεσίες ποικίλλουν, υδροστροβίλοι έχουν σχεδιαστεί για να ταιριάζουν τις διαφορετικές θέσεις και να εκμεταλλευτούν καλύτερα τις υψομετρικές διαφορές του νερού. Ο τύπος που θα χρησιμοποιηθεί καθορίζεται κατά ένα μεγάλο μέρος από την υψομετρική διαφορά και την διαθέσιμη ποσότητα νερού στο εξεταζόμενο τόπο.

Η λειτουργία τους στηρίζεται στο φαινόμενο της δράσης - αντίδρασης και γενικά κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: α) στους υδροστροβίλους δράσεως ή τύπου Pelton, οι οποίοι έχουν οριζόντιο άξονα και ένα ακροφύσιο και χρησιμοποιούνται για υψομετρικές διαφορές μεγαλύτερες από 150 m και β) στους υδροστροβίλους αντιδράσεως που περιλαμβάνουν τους στροβίλους τύπου Francis και τύπου Kaplan ή προώσεως. Οι υδροστροβίλοι Francis έχουν κατακόρυφο άξονα με κινητά και ρυθμιζόμενα ακίνητα πτερύγια και χρησιμοποιούνται για χαμηλά ύψη πτώσης. Οι υδροστροβίλοι Kaplan αλλάζουν αυτόματα τη γωνία των πτερυγίων τους, γι' αυτό έχουν υψηλή απόδοση σε μεγαλύτερο εύρος φορτίσεων. Η πρώτη κατηγορία είναι μερικής προσβολής και κάθε χρονική στιγμή, τμήμα του δρομέα συμμετέχει στην ενεργειακή μετατροπή. Η δεύτερη κατηγορία είναι ολικής προσβολής, δηλαδή ολόκληρος ο δρομέας λειτουργεί αξονοσυμμετρικά.

Η θέση του άξονα των υδροστροβίλων (οριζόντιος ή κατακόρυφος), η εξωτερική διαμόρφωσή του (βυθισμένος στο νερό ή με εξωτερικό περίβλημα) και ο τρόπος ζεύξεώς

τους με την ηλεκτρογεννήτρια αποτελούν βασικούς παράγοντες βάσει των οποίων χαρακτηρίζεται η μορφή και η διάταξή τους.

### 3.6.1 Υδροστρόβιλος Pelton

Ο στρόβιλος Pelton (Σχήμα 2) κατασκευάστηκε το 1879 από τον Αμερικάνο μηχανικό Lester Pelton. Σ' αυτό τον τύπο στροβίλου οδηγείται το νερό σε ένα ή περισσότερα ακροφύσια, από τα οποία εκτοξεύεται το υγρό με μεγάλες ταχύτητες στα πτερύγια της περωτής [19]. Κάθε ακροφύσιο διοχετεύει περί τα  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  και ο αριθμός των ακροφυσίων εξαρτάται από τις διαθέσιμες ποσότητες νερού. Η παρεχόμενη ροή ρυθμίζεται με βελόνες στον αυλό του ακροφυσίου. Για μεγάλες ποσότητες νερού και μέχρι 6 ακροφύσια τοποθετείται ο στρόβιλος κατακόρυφα.

Ο στρόβιλος Pelton χρησιμοποιείται σε μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες, με μεγάλη ύψη και για παροχές από 0,02 έως  $4,00 \text{ m}^3/\text{s}$ . Για ένα ύψος πτώσης νερού περί τα 1.000 m η ταχύτητα εξόδου νερού στο ακροφύσιο φτάνει τα  $500 \text{ km/h}$  ( $\approx 139 \text{ m/s}$ ) και γι' αυτό η καταπόνηση των υλικών είναι τεράστια (σπηλαιώση του χάλυβα). Οι στρόβιλοι αυτού του τύπου λειτουργούν με μεγάλο αριθμό στροφών, περί τις 3.000 ανά λεπτό και έχουν βαθμό αποδόσεως μέχρι 90%.

Λόγω των πολύ ισχυρών δυνάμεων που δέχονται τα σκαφίδια και της διάβρωσης στην οποία υφίστανται από τη ροή, αυτά κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα. Η διάμετρος του δρομέα εξαρτάται από το πλήθος των σκαφιδίων και είναι της τάξεως των (12-18) d, όπου d συμβολίζεται η διάμετρος της δέσμης τροφοδοσίας. Το πλήθος των σκαφιδίων κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 20 ως 22. Μειονέκτημα αυτού του τύπου στροβίλων είναι η ταχεία διάβρωση των υλικών.



Σχήμα 2: Υδροστρόβιλος Pelton

Πηγή: <http://www.toural.gr>

### 3.6.2 Υδροστρόβιλος Francis

Ο υδροστρόβιλος Francis (Σχήμα 3) κατασκευάστηκε το 1849 από τον Αμερικανό μηχανικός James B. Francis, ο οποίος έκτοτε φέρει αυτό το όνομα και αποτελεί το συνηθέστερο τύπο στροβίλου σε υδροηλεκτρικά έργα μεσαίου μεγέθους [19]. Ο στρόβιλος Francis χρησιμοποιείται συνήθως για ύψος πτώσης νερού από 10 μέχρι 250 m και για παροχές νερού από 0,20 μέχρι 20,00 m<sup>3</sup>/s, με ισχείς από 10 KW μέχρι 770 MW. Κατασκευάζεται με οριζόντιο η κατακόρυφο άξονα και διάμετρο τροχού 320, 400, 500, 630, 800, 1.000 και 1.300 mm.



Σχήμα 3: Υδροστρόβιλος Francis

Πηγή: <http://www.ecofer.eu/>

Ο στρόβιλος κινείται με την πίεση νερού στα περύγια της περωτής, το οποίο νερό διοχετεύεται σ' αυτά μέσω περιμετρικού κοχλιοειδούς καναλιού. Ένας σταθερός τροχός καθοδήγησης έχει τοποθετημένα περύγια που στρέφονται αντίθετα με την κατεύθυνση προσανατολισμού των σταθερών περυγίων της περωτής και ρυθμίζουν έτσι τη γωνία πρόσπτωσης και την ταχύτητα του εισερχόμενου νερού και κατ' επέκταση ρυθμίζουν τον αριθμό στροφών και την ισχύ του στρόβιλου. Ο περιστρεφόμενος δρομέας του στρόβιλου είναι συνδεδεμένος απευθείας σε προέκταση του άξονα της γεννήτριας κι έτσι όλη η ροπή του στρόβιλου μεταφέρεται στη γεννήτρια.

### 3.6.3. Υδροστρόβιλος Kaplan

Ο στρόβιλος Kaplan (Σχήμα 4) κατασκευάστηκε το έτος 1913 από το Γερμανό μηχανικό Viktor Kaplan και αποτελεί μια βελτιωμένη εκδοχή του στρόβιλου Francis. Χρησιμοποιείται για ύψος πτώσης από 1,50 έως 10,00 m και παροχές από 0,15 έως 20,00 m<sup>3</sup>/s.



Σχήμα 4: Υδροστρόβιλος Kaplan

Πηγή: <http://www.toural.gr>

Η περωτή αυτού του στρόβιλου που τοποθετείται συνήθως κατακόρυφα, μοιάζει με έλικα πλοίου, της οποίας τα περύγια μπορούν να περιστραφούν κι έτσι επιτυγχάνεται η ρύθμιση της αποδοτικότερης λειτουργίας του. Αυτός ο στρόβιλος είναι κατάλληλος για μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες, μικρά ύψη πτώσης και μικρές ποσότητες διελεύσεως νερού.

### 3.7 Μικρά υδροηλεκτρικά έργα (ΜΥΗΕ)

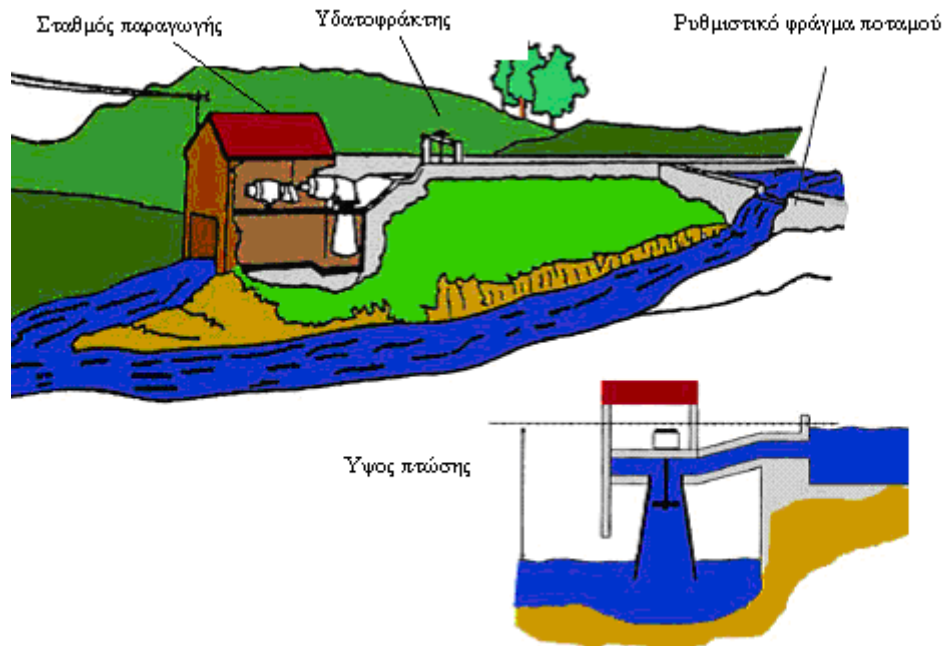
Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά συστήματα λειτουργούν με την καθοδήγηση μέρους της ροής του ποταμού, μέσω του ρυθμιστή ροής, στον υδροστρόβιλο, ο οποίος κινεί μια γεννήτρια παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια (Σχήμα 5). Το νερό ρέει έπειτα πίσω στον ποταμό. Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά συστήματα λειτουργούν συνήθως παράλληλα στη ροή του ποταμού χωρίς να διακόπτεται η ροή του [19]. Αυτό είναι προτιμότερο από περιβαλλοντικής άποψης καθώς οι εποχιακές αυξομειώσεις νερού δεν επηρεάζουν τη ροή του ποταμού στην κατεύθυνση του ρεύματος, ενώ δεν πλημμυρίζουν κοιλάδες σε υψηλότερα από το σύστημα επίπεδα.

Πέραν του γεγονότος ότι τα ΜΥΗΕ αποτελούν μία μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας (1GWh εξοικονομεί περίπου 480tn CO<sub>2</sub>), παρουσιάζουν τα εξής ειδικά πλεονεκτήματα:

- υψηλό βαθμό ενεργειακής απόδοσης της τάξης του 30-65%
- μικρές οχλήσεις λόγω του ότι κατασκευάζονται σε απομακρυσμένες περιοχές
- μικρή αλλοίωση του περιβάλλοντος διότι δεν κατασκευάζονται φράγματα για την αποθήκευση του νερού
- συνδυασμό με παράλληλες χρήσεις: άρδευση, ύδρευση
- μικρά κόστη συντήρησης (η παραγωγή ενέργειας δεν καθορίζεται με κάποιο έλεγχο της ροής του ποταμού, αλλά αντίθετα ο στρόβιλος λειτουργεί όταν υπάρχει κάποια ροή και σε παράγωγη ενέργειας εξαρτάται αποκλειστικά από αυτή. Αυτό σημαίνει ότι το μηχανικό σύστημα ρύθμισης της ροής του νερού δεν απαιτείται με αποτέλεσμα να μειώνεται το κόστος και οι απαιτήσεις συντήρησης.

Ένα από τα μειονεκτήματα των ΜΥΗΕ είναι ότι το νερό δε μπορεί να αποθηκευτεί (π.χ. σε κάποιο φράγμα), με αποτέλεσμα η παραγόμενη ενέργεια να πρέπει να καταναλωθεί άμεσα. Ως εκ τούτου, η ενέργεια που παράγεται κατά τους χειμερινούς μήνες (μέγιστη παραγωγή) δε μπορεί να καλύψει τις ανάγκες κατά τους θερινούς μήνες [23].





Σχήμα 5: Επιμέρους τμήματα υδροηλεκτρικής μονάδας run-of-river

Πηγή: [www.viotech.gr/ananevwsimes\\_piges\\_energeia/](http://www.viotech.gr/ananevwsimes_piges_energeia/)

### 3.8 Σύνοψη

Η μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρική ενέργεια διαφέρει σημαντικά από τη μικρής κλίμακας σε ό,τι αφορά στις επιπτώσεις στο περιβάλλον, λόγω της δημιουργίας φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές αλλαγές τόσο στην άμεση (ανάντη και κατόντη) όσο και στην ευρύτερη περιοχή του ποταμού. Οι πολύ υψηλοί βαθμοί απόδοσης των υδροστροβίλων, που μερικές φορές υπερβαίνουν και το 90% και η πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής των υδροηλεκτρικών έργων, που μπορεί να υπερβαίνει και τα 100 έτη, αποτελούν δύο χαρακτηριστικούς δείκτες για την ενεργειακή αποτελεσματικότητα και την τεχνολογική ωριμότητα των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών.

Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως είναι η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης - απόζευξης στο δίκτυο ή η αυτόνομη λειτουργία τους, η αξιοπιστία τους, η παραγωγή άριστης ποιότητας ενέργειας χωρίς διακυμάνσεις, η άριστη διαχρονική συμπεριφορά τους, η μεγάλη διάρκεια ζωής, ο προβλέψιμος χρόνος απόσβεσης των αναγκαίων επενδύσεων που οφείλεται στο πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης και

λειτουργίας και στην ανυπαρξία κόστους πρώτης ύλης, η φιλικότητα προς το περιβάλλον με τις μηδενικές εκπομπές ρύπων και τις περιορισμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η ταυτόχρονη ικανοποίηση και άλλων αναγκών χρήσης νερού (ύδρευσης, άρδευσης κ.τ.λ.), η δυνατότητα παρεμβολής τους σε υπάρχουσες υδραυλικές εγκαταστάσεις, κ.α..

Τα μικρής κλίμακας υδροηλεκτρικά συστήματα είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ως οικονομική εναλλακτική λύση στην επέκταση ή αναβάθμιση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συστήματα παρέχουν μια πηγή οικονομικής, ανεξάρτητης και συνεχούς ενέργειας, χωρίς υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Συμπερασματικά, ένας μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο συμβατό με το περιβάλλον, που μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τα τοπικά υλικά και αναβαθμίζοντας το γύρω χώρο.