



ΠΑΝΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΕΘΝΩΝ & ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
Ε' ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

**ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.
Η ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΕΝΑ
ΑΕΙΦΟΡΟ ΜΕΛΛΟΝ**

**Διπλωματική Εργασία του μεταπτυχιακού φοιτητή
Τομπούλογλου Κωνσταντίνου
(Α.Μ. 1205 Μ 053)**



Επιβλέπων Καθηγητής : Τσάλτας Γρηγόρης

Αθήνα, 2007

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ.Γρηγόριο Τσάλτα για την πολύτιμη βοήθεια καθώς και για την άριστη συνεργασία που είχαμε που χωρίς αυτή,δεν θα ήταν δυνατή η εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας μέσα στο προβλεπόμενο χρονικό διάστημα. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους συμμετέχοντες του μεταπτυχιακού τμήματος, ιδιαίτερα τον συνάδελφο Μιγάλη Κουνελάκη που με βοήθησαν ώστε να γίνει πραγματικότητα ο στόχος όσον αφορά την ολοκλήρωση του παρόντος μεταπτυχιακού.

Περιεχόμενα

	Σελ.
Εισαγωγή	3
Α. Ενέργεια & Τεχνολογία	3
Β. Ενέργεια & Οικονομική Ανάπτυξη	4
Γ. Ενέργεια & Περιβάλλον	6
Κεφάλαιο 1ο : Ήπιες & ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	9
1.1 Ηλιακή Ενέργεια	11
1.2 Αιολική Ενέργεια	14
1.3 Κινητική Ενέργεια Κυμάτων	17
1.4 Παλιρροϊκή Ενέργεια	21
1.5 Γεωθερμική Ενέργεια	22
1.6 Ενεργειακές καλλιέργειες – υπολείμματα βιομάζας	23
1.7 Υδροηλεκτρική Ενέργεια	25
1.8 Η οικονομία του Υδρογόνου	26
Κεφάλαιο 2ο : Συμβατικές πηγές ενέργειας (Άνθρακας – Πετρέλαιο – Φυσικό Αέριο – Ορυκτά Καύσιμα) & Πυρηνική Ενέργεια –η αμφιλεγόμενη. Προσπάθειες απεξάρτησης από το ρυπογόνο χθες	29
2.1 Άνθρακας – Πετρέλαιο – Φυσικό Αέριο – Ορυκτά Καύσιμα	29
2.2 Πυρηνική Ενέργεια – Ευχή ή Κατάρτα για την ανθρωπότητα	32
Κεφαλαίο 3ο :Το διεθνές & κοινοτικό θεσμικό πλαίσιο ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	36
3.1 Η Ενεργειακή πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Πρώτη προτεραιότητα: Η προστασία του περιβάλλοντος	36
3.2 Διεθνές νομικό πλαίσιο	41
3.3 Συναφείς διεθνείς οργανισμοί & φορείς	44
Κεφάλαιο 4^ο : Οι μηχανισμοί της αγοράς για την προώθηση των ΑΠΕ – Σχετικά μοντέλα ανάπτυξης σε επιλεγμένες χώρες	46
4.1 Εκπαίδευση - Κατάρτιση	46
4.2 Εκτίμηση ενεργειακών πηγών, προσαρμογής στις τοπικές ανάγκες & μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων	47
4.3 Μηχανισμοί αγοράς	48
4.4 Εταιρικές σχέσεις βιομηχανίας – δημοσίου τομέα, μέσα δημόσιας χρηματοδότησης	50
4.5 Ανάπτυξη ΑΠΕ στο Ηνωμένο Βασίλειο	51
4.6 Οι αιολικές συντεχνίες της Δανίας	53
4.7 Η γερμανική προσέγγιση για την ανάπτυξη των ΑΠΕ	54
4.8 Η ελληνική περίπτωση	56
Επίλογος – Συμπεράσματα	63

A. Στρατηγική ενεργειακής αειφορίας & ενεργειακός προγραμματισμός	63
B. Εμπόδια στη διάδοση της ανανεώσιμης ενέργειας	65
Γ. Πρόσθετα οφέλη και προοπτικές ανανεώσιμης ενέργειας	67
Βιβλιογραφία	70

Εισαγωγή

A. Ενέργεια & Τεχνολογία

Ο ανθρώπινος πολιτισμός έχει αναπτύξει τη μοναδική ικανότητα δημιουργίας και χρήσης εργαλείων –αυτό που σήμερα ονομάζουμε τεχνολογία. Η τεχνολογία παρέχει τα μέσα με τα οποία τροποποιείται το φυσικό περιβάλλον, έτσι ώστε να εξυπηρετηθούν οι ανθρώπινες ανάγκες. Η εντυπωσιακή κλίμακα της τεχνολογικής δραστηριότητας ασκεί, σε εκθετικό βαθμό, πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον.

Οι ενεργειακοί πόροι αποτελούν αντιπροσωπευτικό παράδειγμα εξάντλησης φυσικών πόρων, των οποίων η αλόγιστη χρήση επιφέρει δραματικές επιπτώσεις τόσο στο κόστος διαβίωσης όσο και στην ίδια τη ζωή στον πλανήτη. Η χρήση της ενέργειας βρίσκεται σήμερα στο επίκεντρο των περισσότερων ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ενώ πολλά από τα περιβαλλοντικά προβλήματα των σύγχρονων κοινωνιών έχουν ως σημείο αναφοράς τις τεχνολογίες παραγωγής και χρήσης ενέργειας. Το βασικό ζήτημα, που προκύπτει πλέον σήμερα, αφορά την περιβαλλοντική αειφορία: μπορεί το πλανητικό οικοσύστημα να επιβιώσει των ολοένα αυξανόμενων επιπέδων ανθρώπινης τεχνολογικής και οικονομικής δραστηριότητας; Στα χρόνια που ακολούθησαν τη δημοσίευση της έκθεσης «Το Κοινό Μας Μέλλον» της επιτροπής Brundtland για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη το 1987 και την Συνδιάσκεψη του Ο.Η.Ε. στο Rio de Janeiro το 1992 για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, ο όρος αειφόρος ανάπτυξη χρησιμοποιείται ευρύτατα για να υποδηλώσει τις παραπάνω ανησυχίες¹.

Έτσι, η προσοχή δεν εστιάζεται μόνο στα υλικά επίπεδα κατάχρησης των πόρων και στη μόλυνση αλλά και στον όρο «ανθρώπινες ανάγκες» με προεκτάσεις στον τρόπο ζωής (lifestyle), στην ποιότητα ζωής, στα αδιέξοδα

¹ Η επιτροπή Brundtland, προσδιόρισε την αειφορία με ανθρώπινους όρους ως «την ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες της παρούσας γενεάς, χωρίς να υπονομεύει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες» (Brundtland 1987: 43).

αναπτυξιακά πρότυπα καθώς και σε θέματα παγκόσμιων ανισοτήτων και αναδιανομής.

Επιβάλλεται, συνεπώς, η παραγωγή και κατανάλωση «πράσινων» προϊόντων και η υιοθέτηση καθαρότερων διαδικασιών παραγωγής μέσα από ευρεία εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών (alternative technologies). Σύμφωνα με ορισμένες εκτιμήσεις², για να μην εκφυλισθούν οι εναλλακτικές αυτές τεχνολογίες σε απλές «τεχνικές επιδιορθώσεις» (technical fixes)³, η αποτελεσματική αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων προϋποθέτει την περικοπή κατά 95% περίπου τόσο των επιπέδων μόλυνσης όσο και της παγκόσμιας χρήσης ενεργειακών και υλικών πόρων.

B. Ενέργεια & Οικονομική Ανάπτυξη

Αν και συνήθως γίνεται λόγος για «παραγωγή ενέργειας» και «κατανάλωση ενέργειας», η ενέργεια δεν δημιουργείται ούτε καταναλώνεται, απλά μετατρέπεται από μία μορφή σε άλλη. Η συνολική ποσότητα της χρησιμοποιούμενης ενέργειας προσεγγίζεται μέσα από τον όρο της πρωτογενούς ενέργειας, δηλαδή της ποσότητας ενέργειας που περικλείεται στα βασικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται από τις συσκευές ενεργειακής μετατροπής είτε για παραγωγή ηλεκτρισμού είτε για θέρμανση και μεταφορές. Οι τιμές της πρωτογενούς ενέργειας, όμως, είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από αυτές της τελικής ενέργειας που φθάνει στον καταναλωτή, λόγω των απωλειών τόσο κατά τη διαδικασία μετατροπής στις εγκαταστάσεις παραγωγής όσο και κατά τη διακίνησή της στο δίκτυο μεταφοράς⁴.

² Elliott, D. (2003).

³ Τεχνικές δηλ. λύσεις σε κοινωνικά, περιβαλλοντικά ή τεχνικά ζητήματα, οι οποίες τείνουν να εστιάζουν στα συμπτώματα και όχι στις αιτίες, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πρόσθετα προβλήματα είτε σε άλλες περιοχές είτε σε μεταγενέστερο χρονικό διάστημα.

⁴ Όσον αφορά την ηλεκτρική ενέργεια, ένα συμβατικό εργοστάσιο παραγωγής με καύσιμο γαιάνθρακα ή ουράνιο έχει αποδοτικότητα μετατροπής περίπου 35%. Ακόμη και τα σύγχρονα συνδυασμένου κύκλου εργοστάσια παραγωγής μετατρέπουν μόνο το 50% της ενέργειας, που περικλείεται στο αναλίσκόμενο καύσιμο, σε ηλεκτρισμό. Επιπλέον, ένα 10% χάνεται στο δίκτυο μεταφοράς.

Αν και το μοντέλο προσφοράς και ζήτησης ενέργειας κυμαίνεται από χώρα σε χώρα και από εποχή σε εποχή, η συνολική ζήτηση/χρήση ενέργειας αυξάνει κατά 1-2 % τον χρόνο. Μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, η χρήση του πετρελαίου εμφάνισε σταθερά ανοδικές τάσεις και μέχρι την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1973-74 είχε παραγκωνίσει αυτή του γαιάνθρακα. Η πετρελαϊκή αυτή κρίση, που ακολούθησε τον πόλεμο του Yom Kippur ανάμεσα στο Ισραήλ και τα Αραβικά κράτη, προκλήθηκε από την επιβολή ξαφνικής αύξησης των τιμών πετρελαίου από τον ΟΡΕC⁵, ως αντίδραση για την υποστήριξη της Δύσης προς το Ισραήλ. Οι επιπτώσεις της ήταν δραματικές για τις οικονομίες των ανεπτυγμένων βιομηχανικών κρατών, τα οποία συνειδητοποίησαν αιφνιδίως πόσο εξαρτώμενα ήταν από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Τις επόμενες δεκαετίες και μέχρι σήμερα έχουν καταβληθεί επίπονες τεχνολογικές προσπάθειες τόσο για την εξεύρεση άλλων πηγών πετρελαίου όσο και για την ενεργειακή διαφοροποίηση και απεξάρτηση απ' αυτό. Ως αποτέλεσμα της ενεργειακής κρίσης μια σειρά νέων⁶ τεχνολογιών προσέλκυσαν το ενδιαφέρον, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης φυσικών πηγών ενέργειας, όπως ο άνεμος και η θερμότητα από την ηλιακή ενέργεια, οι οποίες ονομάζονται συλλογικά ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.), αφού -σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα- ανανεώνονται και δεν εξαντλούνται ποτέ.

Σε επίρρωση του γενικού συμπεράσματος ότι «ο σύγχρονος τρόπος ζωής ακολουθεί πορεία σύγκρουσης με τη γεωλογία, δεδομένων των πεπερασμένων αποθεμάτων πετρελαίου», οι πρόσφατες εκτιμήσεις για εξάντληση των παγκόσμιων αποθεμάτων πετρελαίου στο χρονικό διάστημα από το 2016 έως το 2040 και η συνακόλουθη κατακόρυφη αύξηση των τιμών - λόγω των τεχνικών δυσκολιών εξόρυξης σε μεγαλύτερα βάθη- δεν αφήνουν αμφιβολίες για τις δυσοίωνες προοπτικές όσον αφορά την επερχόμενη οικονομική ύφεση και αύξηση των ποσοστών ανεργίας στα ανεπτυγμένα

⁵ Organization of Petroleum Exporting Countries.

⁶ Κυριολεκτικά όχι και τόσο νέων, δεδομένης της χρήσης γεωργικών υπολειμμάτων, ζωικών αποβλήτων και γενικά της υδραυλικής και αιολικής ενέργειας ήδη από τους πρώιμους ιστορικούς χρόνους.

βιομηχανικά κράτη⁷. Παρόλα αυτά, η ημερήσια παγκόσμια κατανάλωση πετρελαίου αυξάνεται και υπολογίζεται σήμερα στα 80 εκατομμύρια βαρέλια⁸, ενώ η εξάρτηση των ανεπτυγμένων οικονομιών από τον «μαύρο χρυσό» δεν περιορίζεται μόνο στην ενεργειακή μετατροπή αλλά επεκτείνεται και στην κατασκευή συνθετικών υφασμάτων, πλαστικών, ελαστικών, χημικών λιπασμάτων και παρασιτοκτόνων.

Βασικός στόχος της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής είναι η διασφάλιση της προμήθειας ενέργειας, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι της εξάρτησης κυρίως από το πετρέλαιο. Άλλωστε, το ευρωπαϊκό ενδιαφέρον για διασφάλιση των ενεργειακών προμηθειών ανάγεται τόσο στη Συνθήκη ίδρυσης της Ε.Κ.Α.Χ., για την απρόσκοπτη προμήθεια άνθρακα, όσο και σ' αυτήν της Euratom, για την πυρηνική ενέργεια. Είναι κοινή διαπίστωση στην Ε.Ε. ότι η εξάρτηση από εξαντλήσιμους φυσικούς πόρους οδηγεί αναπόφευκτα σε οικονομική ασφυξία και ύφεση. Μόνο οι εντάσεως τεχνολογίας ανανεώσιμες πηγές μπορεί να μετριάσουν την υφιστάμενη τάση προς αυξανόμενη ενεργειακή εξάρτηση, γι' αυτό και αποτελούν πολιτική προτεραιότητα για την Ε.Ε.

Γ. Ενέργεια & Περιβάλλον

Η καύση των ορυκτών καυσίμων δεσμεύει οξυγόνο από την ατμόσφαιρα, ώστε να μετατραπεί ο άνθρακας σε θερμική ενέργεια δημιουργώντας παράλληλα διοξείδιο του άνθρακα σε ποσότητες ανάλογες με τη χημική τους σύνθεση⁹. Το CO₂ είναι ένα από τα αέρια θερμοκηπίου, τα οποία απορροφούν την ακτινοβολία της υπέρυθρης ηλιακής θερμικής ενέργειας που αντανακλάται από τη γήινη επιφάνεια προς το διάστημα, λειτουργώντας με τρόπο όμοιο προς αυτόν του γυαλιού ενός θερμοκηπίου. Το αποτέλεσμα είναι ότι το θερμοκήπιο –στην περίπτωση αυτή όλη η Γη–

⁷ Arpenzeller Tim, National Geographic Magazine (June 2004).

⁸ Ενδεικτικά: ετήσια κατανάλωση σε εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου για Η.Π.Α. 7.191, Ιαπωνία 1.935, Κίνα 1.935, Ρωσία 985, Γερμανία 949 (Στοιχεία National Geographic Magazine – June 2004).

⁹ Elliott, D. (2003).

θερμαίνεται υπερβολικά. Ένα ποσοστό αυτής της θερμότητας θεωρείται ζωτικής σημασίας, γιατί χωρίς αυτό ο πλανήτης θα ήταν πολύ ψυχρός για τη διατήρηση της ζωής. Ο μεγάλος όμως όγκος CO₂ και άλλων αερίων θερμοκηπίου, που εκλύεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες στην ατμόσφαιρα, προκαλεί διαταραχές στο ενεργειακό ισοζύγιο του πλανήτη¹⁰. Η παγκόσμια θέρμανση έχει ήδη μετρήσιμες επιπτώσεις καθώς οι παγετώνες υποχωρούν, ο όγκος του πάγου του Αρκτικού Ωκεανού αραιώνει και η άνοιξη εμφανίζεται τουλάχιστον μία εβδομάδα νωρίτερα από ότι στη δεκαετία του 1950.

Επιπλέον, έρευνες στρωμάτων πάγου της Ανταρκτικής αποδεικνύουν ότι, με εξαίρεση τις μικρές παραλλαγές στην τροχιά της Γης και τον κύκλο της ηλιακής δραστηριότητας¹¹, οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται περισσότερο στα παραγόμενα από τον άνθρωπο αέρια του θερμοκηπίου. Εκτός από τη μεγάλη σημασία του διοξειδίου του άνθρακα, ο συνδυασμός και άλλων ανθρωπογενών αερίων -κυρίως του τροποσφαιρικού όζοντος και του μεθανίου- δημιουργεί το νέφος, που καταστρέφει την ανθρώπινη υγεία και τη γεωργική παραγωγικότητα.

Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά 0,75°C βαθμούς από τα τέλη περίπου του 19ου αιώνα. Το μεγαλύτερο μέρος της θέρμανσης – 0,5° C βαθμοί– σημειώθηκε μετά το 1950. Ακόμη και αν δεν λάβει χώρα περαιτέρω αλλαγή της ατμοσφαιρικής σύνθεσης, η γήινη επιφάνεια θα θερμανθεί επιπλέον από 0,4 έως 0,7° C, λόγω του μεγάλου χρονικού διαστήματος (100 χρόνια περίπου) που μεσολαβεί μέχρι να θερμανθούν και οι ωκεανοί¹². Η διαφαινόμενη άμεση απειλή αφορά κυρίως τις αλλαγές στο επίπεδο της θάλασσας (διαστολή ωκεάνιων υδάτων) και την ταχύτητα τήξης των πάγων. Ένα μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε απόσταση λίγων μέτρων από το επίπεδο της θάλασσας όπου επίσης βρίσκονται υποδομές τρισεκατομμυρίων δολαρίων. Οι προβλεπόμενες καταστροφές

¹⁰ Hansen J., Scientific American (March 2004).

¹¹ Οι φυσικές χιλιετείς κλιματικές αλλαγές σχετίζονται με μικρές διαφοροποιήσεις της τροχιάς της Γης λόγω της βαρυτικής έλξης των πλανητών Δία, Κρόνου και Αφροδίτης και των διακυμάνσεων της ηλιακής δραστηριότητας.

¹² Hansen J., Scientific American (March 2004).

περιλαμβάνουν απώλειες ανθρώπινων ζωών, καταστροφή οικοσυστημάτων /βιοποικιλότητας, μειωμένη αγροτική παραγωγή, επανεμφάνιση πείνας και ασθενειών (όπως η ελονοσία) στις αναπτυσσόμενες, κυρίως, χώρες και σημαντικές οικονομικές ζημιές¹³.

¹³ Ψωμάς Σ., Greenpeace (Απρίλιος 2003).

Κεφάλαιο 1ο : Ήπιες & ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί ένα από τα βασικά μέσα για την αποφυγή της ενεργειακής εξάρτησης και την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Οι ΑΠΕ θεωρούνται, παράλληλα, εναλλακτική επιλογή ζωτικής σημασίας απέναντι στα αδιέξοδα που προκαλεί η μετατροπή ενέργειας από την πυρηνική σχάση¹⁴. Πολλοί επιστήμονες θεωρούν, επίσης, ότι από το να προσπαθήσει η σύγχρονη τεχνολογία να δημιουργήσει μικρούς τεχνητούς ήλιους πάνω στη Γη, με τη μορφή αντιδραστήρων πυρηνικής σύντηξης, είναι πιο αξιόπιστη η ανάπτυξη τεχνολογίας, η οποία θα μετατρέπει τη φυσική ενέργεια πυρηνικής σύντηξης - που ήδη παράγει ο ήλιος και φθάνει σε εμάς- σε φως.

Όλες οι τεχνολογίες εκμετάλλευσης ενέργειας προκαλούν, σε ορισμένο βαθμό, περιβαλλοντικές επιπτώσεις¹⁵. Μία σειρά περιβαλλοντικών κριτηρίων-κατευθυντήριων γραμμών περιγράφει ποια τεχνολογία θεωρείται σημαντική ως προς τις προοπτικές αειφορίας, ποια τεχνολογία, δηλαδή, χαρακτηρίζεται ως αειφόρος τεχνολογία. Τα κριτήρια της αειφορίας μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

- Η αποφυγή χρήσης καυσίμων που εξαντλούνται,
- η αποδοτική μετατροπή και χρήση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, ως προσωρινό μέτρο, για το χρονικό διάστημα που απαιτείται έως ότου υπάρξει πλήρης εκμετάλλευση των ΑΠΕ
- ο σχεδιασμός τεχνολογίας και συστημάτων ενεργειακής μετατροπής έτσι ώστε να χρησιμοποιούν με αποδοτικό τρόπο την ενέργεια,

¹⁴ Π.χ. ατυχήματα πυρηνικών αντιδραστήρων (Windscale 1957, Three Mile Island 1979, Chernobyl 1986), εξάντληση πυρηνικών καυσίμων, αποθήκευση χρησιμοποιημένου ραδιενεργού καυσίμου κλπ.

¹⁵ Elliott, D. (2003).

- η αντιστοίχιση ενεργειακής μετατροπής και επιλέξιμων καυσίμων με τις ανάγκες του τελικού χρήστη,
- η ελαχιστοποίηση των τοπικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ενεργειακών τεχνολογιών και ο συμψηφισμός των όποιων τοπικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τα ευρύτερα περιβαλλοντικά οφέλη σε παγκόσμια κλίμακα που συνεπάγονται οι τεχνολογίες αυτές,
- η αποφυγή απόσπασης, από τις φυσικές ενεργειακές ροές, ποσότητας ενέργειας μεγαλύτερης από αυτή που χρειάζονται τα τοπικά οικοσυστήματα,
- ο συνυπολογισμός στον ενεργειακό σχεδιασμό των απόψεων των τοπικών πληθυσμών σχετικά με τις χρήσεις γης και τις επιπτώσεις στα αισθητικά στοιχεία του τοπίου,
- η ανάπτυξη τεχνολογιών, οι οποίες θα διασφαλίζουν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν θα υπερβαίνουν την ενεργειακή φέρουσα ικανότητα του πλανήτη, δεδομένου ότι υπάρχουν τεχνικά όρια ακόμη και στην απόσπαση ενέργειας από τις φυσικές ενεργειακές ροές,
- η συνεκτίμηση του περιβαλλοντικού κόστους των διάφορων ενεργειακών επιλογών μαζί με τα καθαρά οικονομικά κόστη,
- η παρακολούθηση εκπομπών άνθρακα της κάθε ενεργειακής επιλογής, καθώς και άλλων αερίων, μέσα από πλήρη ανάλυση του ενεργειακού κύκλου ζωής.

Οι περισσότερες ενεργειακές πηγές προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από τον ήλιο. Τα ορυκτά καύσιμα είναι απλά αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια, παγιδευμένη στο υπέδαφος για χιλιάδες χρόνια με τη μορφή γαιάνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου. Εντούτοις, μόλις τα σχετικά αποθέματα των

πηγών αυτών εξαντληθούν, δεν αντικαθίστανται και χάνονται για πάντα. Αντιθέτως, οι περισσότερες ΑΠΕ βασίζονται σε συνεχείς ηλιακές εισροές, οι οποίες δημιουργούν ανεξάντλητες φυσικές ενεργειακές ροές παρέχοντας άμεση θέρμανση, δημιουργώντας ανέμους ή κύματα, υδάτινες ροές σε ποταμούς και λίμνες ή, αποθηκευόμενες βραχυπρόθεσμα σε φυτικούς ιστούς, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο με τη μορφή της βιομάζας.

1.1 Ηλιακή ενέργεια

Κάθε ημέρα, η Γη δέχεται τόση ποσότητα ηλιακής ενέργειας όση χρειάζεται για να καλυφθούν οι παγκόσμιες ανάγκες για ένα χρόνο. Η τεχνολογία που την εκμεταλλεύεται αξιοποιεί τόσο τη θερμότητα όσο και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα / φωτόνια που εκπέμπει ο ήλιος. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε αέρα, νερό ή κάποιο άλλο ρευστό. Ένα τυπικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, οι οποίοι τοποθετούνται σε ευήλια σημεία με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30ο–60ο ως προς τον ορίζοντα, για μεγιστοποίηση της συλλεγόμενης ακτινοβολίας, από το δοχείο αποθήκευσης θερμότητας, την αντλία και τις σωληνώσεις. Οι συμβατικοί ηλιακοί συλλέκτες αποτελούνται από αγωγίμα μέταλλα, όπως ο χαλκός ή το αλουμίνιο και από γυαλί.

Το πρόβλημα ρύπανσης κατά τη διαδικασία κατασκευής του συστήματος αντιμετωπίζει, σε μεγάλο βαθμό, η καινοτομική κατασκευή ηλιακού συλλέκτη από πολυμερές υλικό (ειδικού τύπου πολυουρεθάνη ενισχυμένη με πυκνές ίνες-ύφασμα), το οποίο είναι πλήρως ανακυκλώσιμο και υπερτερεί έναντι των συμβατικών υλικών σε κόστος συντήρησης, βάρος και αντιδιαβρωτική αντοχή, χωρίς να εκπέμπει πάλι στο περιβάλλον τη χαμηλής θερμοκρασίας αποθηκευμένη θερμότητα¹⁶. Υπολογίζεται ότι η χρήση των κεντρικών ηλιακών συστημάτων μειώνει τα ετήσια οικιακά έξοδα θέρμανσης στο μισό, ενώ στην Ελλάδα αποτρέπει την εκπομπή περισσότερων από 1,5

¹⁶ Innovation Relay Centre – ΠΡΑΞΗ, <http://www.help-forward.gr>.

τόνων CO₂ κάθε χρόνο. Επιπλέον, η ανάπτυξη της σχετικής τεχνολογίας δημιουργεί θέσεις εργασίας σε τοπικό επίπεδο και συντελεί στην αναθέρμανση των τοπικών οικονομιών¹⁷. Μεγάλης κλίμακας ενεργητικά ηλιακά συστήματα δοκιμάζονται σ' όλο τον κόσμο με τη μορφή γιγάντιων κοίλων κατόπτρων / παραβολοειδών πιάτων, που συγκεντρώνουν την ηλιακή θερμότητα, ακολουθώντας την πορεία του ήλιου στον ουράνιο θόλο και εστιάζοντας τις ακτίνες του ώστε να δημιουργήσουν ατμό ή θερμό αέρα και να παραχθεί έτσι ηλεκτρισμός¹⁸.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν λύσεις που παρέχει η βιοκλιματική αρχιτεκτονική¹⁹ με τη χρήση κατάλληλων δομικών υλικών, μονώσεων, προσανατολισμού κ.λπ. για τη μεγιστοποίηση της απευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, δροσισμό ή φωτισμό των κτιρίων. Τα παθητικά συστήματα δροσισμού χρησιμοποιούν κυρίως τεχνικές σκίασης και αερισμού, που δεν δημιουργούν τα γνωστά προβλήματα κακής ποιότητας του αέρα για τα οποία ευθύνονται τα κλιματιστικά μηχανήματα. Υπάρχουν όμως και συστήματα δροσισμού μέσω του εδάφους και εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας από την οροφή των κτιρίων. Οι «πράσινες» οροφές αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά το αστικό φαινόμενο των θερμικών νησίδων, το οποίο δημιουργείται από επιφάνειες όπως τα πεζοδρόμια, η ασφαλτος και οι συμβατικές οροφές κτιρίων που απορροφούν την ηλιακή ενέργεια και την ακτινοβολούν ως θερμότητα²⁰, αυξάνοντας την ατμοσφαιρική θερμοκρασία του τοπικού μικροκλίματος των πόλεων αρκετούς βαθμούς περισσότερο από αυτήν των παρακείμενων αγροτικών περιοχών. Η καλλιέργεια φυσικής φυτικής κάλυψης οροφών όχι μόνο βελτιώνει τη μικροκλιματική θερμοκρασία

¹⁷ European Renewable Energy Council, <http://www.erec-renewables.org>. Το τεχνικό δυναμικό για τα ηλιακά θερμικά συστήματα εκτιμάται για τα κράτη-μέλη της Ε.Ε. στα 1,4 δισεκατομμύρια m². Το δυναμικό αυτό μπορεί να αποδώσει 682 GWh (59 εκατομ. τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου) θερμικής ενέργειας κάθε χρόνο, η οποία αντιστοιχεί με το 6% της ενεργειακής κατανάλωσης της Ε.Ε. (15) και με το 30% του εισαγόμενου από τη Μέση Ανατολή πετρελαίου.

¹⁸ Elliott, D. (2003).

¹⁹ Στόχος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι η εναρμόνιση των κτιρίων με το περιβάλλον και το μικροκλίμα της περιοχής τους, χρησιμοποιώντας φυσικά μέσα για απομάκρυνση ή προσέλκυση της ηλιακής θερμότητας και ακτινοβολίας.

²⁰ Plant-Covered Roofs Erase Urban Heat/National Geographic Society – http://news.nationalgeographic.com/news/2002/11/1115_021115_GreenRoofs.html.

αλλά μειώνει από 5 – 15% τις καλοκαιρινές ανάγκες κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ ελαχιστοποιεί τις πιέσεις στα συστήματα αποχέτευσης και ομβρίων υδάτων, λόγω της απορρόφησης των νερών της βροχής από τα φυτά, τα οποία αργότερα τα απελευθερώνουν στον αέρα ως υδρατμούς.

Τα φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα (Φ/Β) μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια άμεσα σε ηλεκτρική. Μία τυπική Φ/Β συστοιχία αποτελείται από πολλά συνδεδεμένα μεταξύ τους Φ/Β κύτταρα²¹. Η λειτουργία των κυττάρων αυτών βασίζεται στη μεταφορά ενέργειας από τα φωτόνια της ηλιακής ακτινοβολίας, που προσπίπτουν στην επιφάνεια ενός ημιαγωγού από κρυστάλλους πυριτίου (Si), ο οποίος χαρακτηρίζεται από δύο περιοχές: μία p-τύπου (πλούσια σε οπές) και μία n-τύπου (πλούσια σε ηλεκτρόνια), στη διεπιφάνεια των οποίων αναπτύσσεται ένα ηλεκτρικό πεδίο. Εμφανίζεται έτσι διαφορά δυναμικού (τάσης) στα άκρα του συστήματος και στη συνέχεια κυκλοφορία των φορτίων (ηλεκτρικό ρεύμα), όταν γίνει σύνδεση με εξωτερικό ηλεκτρικό κύκλωμα²². Σήμερα, οι κρύσταλλοι πυριτίου είναι ακριβοί στην σύνθεσή τους, με αποτέλεσμα η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια να είναι ασύμφορη οικονομικά σε σχέση με την αντίστοιχη που παράγεται από ορυκτά καύσιμα²³.

Σχετικά πρόσφατα, διάφοροι κατασκευαστές βρήκαν τρόπους να παράγουν πιο οικονομικά ηλιακά κύτταρα με χρήση νέων υλικών, όπως εξαιρετικά λεπτών στρώσεων (films) άμορφου πυριτίου ή οργανικών πολυμερών ή ολιγομερών υλικών, ώστε να απαιτείται λιγότερο ημιαγωγίμο υλικό και να είναι σημαντικά φθηνότερα, ενώ άλλα υλικά επιτυγχάνουν από 15% έως 25% αποδοτικότητα μετατροπής. Το υψηλό τους κόστος συνεχίζει να μειώνεται, ενώ σύντομα τα Φ/Β κύτταρα θα αντικαθιστούν την κάλυψη οροφών ή προσόψεων, συμψηφίζοντας το κόστος κατασκευής τους με αυτό των υλικών κατασκευής συμβατικών οροφών, στεγών ή τοίχων. Τα Φ/Β συστήματα κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής τους σε:

²¹ Οδηγός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ΚΑΠΕ (1996).

²² Innovation Relay Centre – ΠΡΑΞΗ, <http://www.help-forward.gr>.

²³ 3 – 4 φορές ακριβότερη.

- καταναλωτικά προϊόντα (έως 100W), τα οποία χρησιμοποιούνται σε περιοχές μη συνδεδεμένες με το δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού, όπως σε τροχόσπιτα, αγροικίες κ.λπ. για φωτισμό, ψύξη κ.ά.,
- αυτόνομα ή απομονωμένα συστήματα (από 100W έως 200KWp), τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για κατοικίες ή οικισμούς μη συνδεδεμένους στο δίκτυο -όπου χρειάζεται και η σύνδεση ενός συσσωρευτή για αποθήκευση της ενέργειας σε περιπτώσεις χαμηλής ηλιοφάνειας- ή υποστηρίζουν δραστηριότητες όπως αφαλάτωση/ άντληση/ καθαρισμός νερού, φωτισμός δρόμων /πάρκων /αεροδρομίων, συστήματα τηλεπικοινωνιών ή σηματοδότησης κ.ά.,
- συστήματα συνδεδεμένα με το δίκτυο (από 200KWp και άνω), τα οποία τροφοδοτούν κατοικίες ή άλλα κτίρια και όπου η πλεονάζουσα ενέργεια τροφοδοτείται (πωλείται) στο δίκτυο ή συστήματα που τροφοδοτούν απευθείας το δίκτυο.

1.2. Αιολική ενέργεια

Η ενέργεια του ανέμου χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο ήδη από τους αρχαίους χρόνους²⁴. Οι σημερινές ανεμογεννήτριες (Α/Γ) αποδίδουν ενέργεια που υπερβαίνει τα 100KW, διαθέτουν 1, 2 ή 3 ανεμοδυναμικά πτερύγια και διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα (ΑΟΑ) και τις ανεμογεννήτριες κάθετου ή κατακόρυφου άξονα (ΑΚΑ). Οι ΑΚΑ έχουν κάθετο άξονα περιστροφής και έτσι, σε αντίθεση με τις ΑΟΑ, εκμεταλλεύονται τον άνεμο απ' όλες τις κατευθύνσεις χωρίς να απαιτείται η αλλαγή θέσης του στροφείου κάθε φορά που αλλάζει η κατεύθυνση του ανέμου, ενώ η σχετική μονάδα μπορεί να βρίσκεται στο έδαφος αντί επάνω σε πύργο²⁵. Μια τυπική ΑΟΑ αποτελείται από²⁶ :

²⁴Στην Κίνα, ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνταν για άντληση νερού αρκετές εκατοντάδες χρόνια πριν από τη γέννηση του Χριστού, ενώ ανεμόμυλοι βοηθούσαν στο άλεσμα δημητριακών στην Περσία και τη Μέση Ανατολή ήδη από το 200 π.Χ.

²⁵ Elliott, D. (2003).

- το στροφέιο ή δρομέα με αναρτημένα τα πτερύγια από πολυεστέρα, τα οποία είτε είναι σταθερά πάνω στην πλήμνη του στροφείου είτε περιστρέφονται γύρω από τον διαμήκη άξονά τους μεταβάλλοντας το βήμα,
- το σύστημα μετάδοσης της κίνησης με τον κύριο άξονα και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών,
- την ηλεκτρική γεννήτρια, η οποία βρίσκεται στον πύργο της ανεμογεννήτριας και συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή,
- το σύστημα προσανατολισμού,
- τον πίνακα ελέγχου.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών ή ανεμογεννήτριες με ειδικές ηλεκτρικές γεννήτριες που συνδέονται απευθείας στο στροφέιο χωρίς την ανάγκη πολλαπλασιαστή στροφών, εξασφαλίζοντας έτσι βέλτιστο βαθμό απόδοσης, μικρότερο θόρυβο λειτουργίας, βάρος και κόστος κατασκευής και μέγιστη ενεργειακή μετατροπή. Η ενέργεια που συλλέγεται από μια Α/Γ είναι ευθέως ανάλογη προς την περιοχή του κύκλου που διαγράφει το πτερύγιο του στροφείου της, σύμφωνα με τον τύπο πr^2 , όπου r είναι το μήκος του πτερυγίου. Η ισχύς του ανέμου είναι ευθέως ανάλογη προς τον κύβο της ταχύτητας του ανέμου, V^3 . Έτσι, ακόμη και μια τοποθεσία με ελαφρώς υψηλότερες ταχύτητες ανέμου παρέχει δραματικά μεγαλύτερα ενεργειακά οφέλη σε σχέση με την αύξηση του μεγέθους των πτερυγίων του στροφείου. Παρόλα αυτά, η πραγματική ποσότητα ενέργειας που μπορούν να αποδώσουν οι Α/Γ είναι κατώτερη του 60% αυτής που υπάρχει στη φυσική ροή του ανέμου²⁷. Επίσης, όπως άλλωστε συμβαίνει με τις περισσότερες ΑΠΕ, η αιολική ενέργεια είναι

²⁶ Οδηγός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ΚΑΠΕ (1996).

²⁷ Elliott, D. (2003).

διακοπτόμενη και άρα οι Α/Γ δεν μπορούν να λειτουργούν συνεχώς αποδίδοντας τη μέγιστη ισχύ παρά μόνο για 30% κάθε φορά, έχουν δηλαδή παράγοντα φορτίου (load factor) περίπου 30%²⁸.

Αν στα παραπάνω προστεθεί και η απαραίτητη απόσταση των 5 έως 15 διαμέτρων πτερυγίου που πρέπει να έχουν οι Α/Γ ανάμεσά τους, ώστε να αποφεύγονται αναταράξεις ρευμάτων στις συστοιχίες, τότε γίνεται κατανοητή η ανάγκη δέσμευσης σημαντικού χώρου για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων, γεγονός που ορισμένες φορές οδηγεί σε τοπικές αντιδράσεις. Με το πρόβλημα του θορύβου των Α/Γ να έχει αντιμετωπισθεί σε μεγάλο βαθμό από την τεχνολογία²⁹, το κυρίως πρόβλημα που παρουσιάζει η ανάπτυξη αιολικών πάρκων σε παγκόσμιο επίπεδο αφορά στην οπτική παρενόχληση /εναρμόνισή τους με το περιβάλλον, με αποτέλεσμα αρκετές τοποθεσίες υψηλού αιολικού δυναμικού να αποκλείονται από την αναγκαία χωροθέτηση. Λιγότερες είναι οι σχετικές αντιρρήσεις όταν τα αιολικά πάρκα εγκαθίστανται μακριά από κατοικημένες περιοχές³⁰, ενώ αποτελεσματικότερη λύση δίνει η χωροθέτηση παράκτιων αιολικών.

Αν και τα παράκτια αιολικά πάρκα ακολουθούνται από υψηλότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης των μηχανημάτων στο διαβρωτικό θαλάσσιο περιβάλλον καθώς και από το κόστος της μεταφοράς ενέργειας με υποθαλάσσιο καλώδιο στις ακτές, εντούτοις οι δαπάνες αυτές ισοσκελίζονται εν μέρει από την υψηλότερη ταχύτητα και διατήρηση της έντασης του ανέμου στην επιφάνεια της θάλασσας, ενώ μετριάζονται σημαντικά από τη θεαματική βελτίωση της τεχνολογίας. Οι πιθανές θανατώσεις πουλιών από πρόσκρουση σε ανεμογεννήτριες και η υποβάθμιση των παρακείμενων στα αιολικά πάρκα

²⁸ Αυτό σημαίνει ότι για να παράγει την ίδια ποσότητα ενέργειας με ένα συμβατικό εργοστάσιο ορυκτών καυσίμων (παράγοντας φορτίου 70%), ένα αιολικό πάρκο θα πρέπει να έχει διπλάσια εγκατεστημένη ισχύ. Για παράδειγμα, στο Ηνωμένο Βασίλειο οι ΑΠΕ κατατάσσονται με βάση τη Δηλωμένη Ωφέλιμη Δυναμικότητά τους (ΔΩΔ-Declared Net Capacity), με τον συντελεστή μετατροπής για την αιολική ενέργεια να έχει ορισθεί στο 0,43 της εγκατεστημένης ισχύος. Έτσι, ένα αιολικό πάρκο με 100 Α/Γ, ενώ ονομαστικά έχει ικανότητα παραγωγής/μετατροπής ενέργειας 200MW, στην πράξη μπορεί να αποδώσει 86MW ΔΩ

²⁹ Το επίπεδο ήχου σε απόσταση 40 μέτρων από μία Α/Γ είναι 50-60 dB, αντίστοιχο της έντασης μιας συζήτησης. (Ψωμάς Σ., Greenpeace (Απρίλιος 2003)).

³⁰ Πολλοί αντιτίθενται στη δημιουργία αιολικών πάρκων στην περιοχή τους, αν και γενικά υποστηρίζουν την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Πρόκειται για το σύνδρομο NIMBY (Not In My Back Yard) που εξηγεί εν μέρει τις σχετικές αντιδράσεις

οικοσυστημάτων ή θαλάσσιων βιότοπων πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό και τη χωροθέτησή τους³¹.

Παρόλα αυτά, η αιολική ενέργεια είναι σήμερα η πιο πετυχημένη ΑΠΕ και η αιεφόρος³² τεχνολογία που την εκμεταλλεύεται θεωρείται ώριμη³³ και οικονομικά ανταγωνιστική³⁴, ενώ ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια. Ο αποκεντρωμένος χαρακτήρας μετατροπής της -όπως και στις υπόλοιπες ΑΠΕ- την καθιστά ιδανική για μικρές εφαρμογές και βιώσιμη λύση για περιοχές χωρίς πρόσβαση στο δίκτυο, ενώ μπορεί να συνδυασθεί με γεωργικές ή κτηνοτροφικές δραστηριότητες, αφού το 99% της έκτασης ενός αιολικού πάρκου είναι διαθέσιμο και για άλλες χρήσεις.

1.3. Κινητική ενέργεια κυμάτων

Η ενέργεια των κυμάτων δεν επηρεάζεται από βραχυπρόθεσμες τοπικές κλιματικές επιδράσεις, καθώς οι ωριαίες και ημερήσιες διακυμάνσεις της είναι χαμηλότερες απ' αυτές της ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Τα θαλάσσια κύματα μπορούν να αποδώσουν ενεργειακή ισχύ ανώτερη των 2TW σε παγκόσμιο επίπεδο³⁵. Σημαντικό χαρακτηριστικό των θαλάσσιων κυμάτων αποτελεί η υψηλή ενεργειακή τους πυκνότητα, η οποία είναι και η

³¹ Αν και υπολογίζεται ότι περισσότερα πουλιά πεθαίνουν από συγκρούσεις με οχήματα παρά με Α/Γ, ενώ τα αιολικά πάρκα έχουν και ευεργετικές επιπτώσεις στην ορνιθοπανίδα, δεδομένου ότι το 99% της έκτασής τους παραμένει ανέπαφο.

³² Κάθε εγκατεστημένο μεγαβάτ (MW) αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα αποσοβεί την έκλυση περίπου 3.000 τόνων CO₂ ετησίως, ενώ σε παγκόσμια βάση η συνολική εγκατεστημένη ισχύς αιολικών πάρκων αποτρέπει την έκλυση 33 εκατομμυρίων τόνων CO₂.

³³ Η βιομηχανία εκμετάλλευσης του ανέμου αποτελεί σήμερα την ταχύτερα αναπτυσσόμενη ενεργειακή τεχνολογία, καθώς έως το 2002 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς διεθνώς ήταν περίπου 24.000 MW. Στα τέλη του 2002 η Γερμανία είχε εγκαταστήσει 12.000 MW, η Ισπανία 4.830 MW και η Δανία 2.880 MW, καλύπτοντας το 20% των αναγκών της σε ηλεκτρισμό με αιολική ενέργεια.

³⁴ Παρόλο που η ενσωμάτωση του περιβαλλοντικού- κοινωνικού κόστους θα καθιστούσε την αιολική ενέργεια -όπως και τις υπόλοιπες ΑΠΕ- πολύ πιο ανταγωνιστικές σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα (βλ. υποσημείωση 27), αν αφαιρεθεί το κόστος της αρχικής επένδυσης, το πραγματικό κόστος εκμετάλλευσης των αιολικών πάρκων είναι χαμηλότερο από το κόστος καυσίμου των πετρελαϊκών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.

³⁵ Richard Yem, Ocean Power Delivery Ltd, Wave Energy-The new renewable option, Edinburgh U.K <http://www.oceanpd.com>.

υψηλότερη όλων των υπόλοιπων ΑΠΕ³⁶. Η ενέργεια του κύματος είναι ευθέως ανάλογη του τετραγώνου του εύρους και της περιόδου της κίνησής του. Μακράς περιόδου (>7-10 s) και μεγάλου εύρους (>2m) κύματα έχουν ενεργειακές εκροές που υπερβαίνουν τα 40-50KW ανά μέτρο εύρους μετώπου κύματος. Στις ευρωπαϊκές ακτές της Μεσογείου η συνολική ετήσια ισχύς της κυματικής ενέργειας φθάνει τα 30GW, με τις υψηλότερες τιμές των 13KW/m μήκους κορυφής κύματος να εντοπίζονται στην περιοχή του νοτιοδυτικού Αιγαίου. Η οικονομικά αποδοτική³⁷ απόσπαση ενέργειας από τη θάλασσα, όμως, αποτελεί μια αρκετά δύσκολη τεχνολογικά δοκιμασία³⁸ γι' αυτό πολλές χώρες δίνουν ήδη μεγάλη έμφαση στη σχετική έρευνα και ανάπτυξη (R&D).

Όπως ισχύει και για τις υπόλοιπες ΑΠΕ, η διαθεσιμότητα της κυματικής ενέργειας και η διακύμανσή της είναι οι πρωταρχικοί παράγοντες που πρέπει αρχικά να καθοριστούν. Οι μηχανισμοί μετατροπής κυματικής ενέργειας εντάσσονται σε δύο κύριες κατηγορίες: στους σταθερούς και στους πλωτούς. Οι σταθεροί μηχανισμοί ή μηχανισμοί ακτογραμμής (fixed or shoreline devices) εγκαθίστανται είτε στο βυθό είτε στην ακτή και βασικό τους πλεονέκτημα έναντι των πλωτών είναι η εύκολη εγκατάσταση και συντήρησή τους. Εν δυνάμει περιορισμό τους μπορεί να αποτελέσει η προσαρμογή τους στις απαιτήσεις της παράκτιας γεωλογίας, της διατήρησης του τοπίου των ακτών και ιδιαίτερα, όσον αφορά τα κράτη-μέλη της Ε.Ε., η συμμόρφωσή τους προς τα σχέδια διαχείρισης (χρήσεις γης, οικονομικές αναλύσεις, επιπτώσεις ανθρώπινων δραστηριοτήτων, προγράμματα μέτρων κ.ά.) που

³⁶ CRES (2002).

³⁷ Το κόστος μετατροπής κυματικής ενέργειας βρίσκεται περίπου στα 0,08 €/KWh και θεωρείται ακριβό, αν συγκριθεί με τα περίπου 0,04€/KWh που κοστίζει κατά μέσο όρο η παραγωγή ηλεκτρισμού στην Ε.Ε. Αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος αυτό μειώνεται συνεχώς με την ωρίμανση της σχετικής τεχνολογίας (CRES (2002)).

³⁸ Κύριες δυσκολίες είναι: α. Η αρρυθμία του εύρους, της φάσης και της κατεύθυνσης του κύματος που εμποδίζει τη μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα λειτουργίας των μηχανισμών μετατροπής. β. Η δομική επιβάρυνση του μηχανισμού μετατροπής σε περιπτώσεις ακραίων καιρικών συνθηκών (π.χ. σε περίπτωση θύελλας υπάρχει 100 φορές μεγαλύτερη επιβάρυνση). γ. Η σύνδεση της ακανόνιστης, αργής (χαμηλής συχνότητας) κίνησης του κύματος με την ηλεκτρογεννήτρια.)

επιβάλλει η Οδηγία Πλαίσιο 2000/60 για την προστασία -εκτός των επιφανειακών, υπόγειων, μεταβατικών- και των παράκτιων υδάτων³⁹.

Το βασικό σταθερό ή ακτογραμμής σύστημα μετατροπής κυματικής ενέργειας εκμεταλλεύεται το φαινόμενο της ταλαντούμενης στήλης νερού (Oscillating Water Column): τα παράκτια κύματα ανυψώνουν τη στάθμη του νερού μέσα σε ένα μεγάλο –μερικώς βυθισμένο– θάλαμο, ο οποίος κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα επί της ακτής⁴⁰. Καθώς η στάθμη του νερού ανυψώνεται, αναγκάζει τον συσσωρευμένο εντός του θαλάμου αέρα να περάσει με ταχύτητα από ειδικό αεραγωγό και να κινήσει τα πτερύγια της στροβιλογεννήτριας, που βρίσκεται στο στόμιο εισόδου/εξόδου του αέρα. Όταν τα κύματα υποχωρούν, η στάθμη του νερού που πέφτει αναρροφά από το περιβάλλον αέρα, ο οποίος διαμέσου της στροβιλογεννήτριας μεταφέρεται στην αντίθετη κατεύθυνση. Τα περιστρεφόμενα πτερύγια οδηγούν την ηλεκτρογεννήτρια, η οποία παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται ήδη σε νορβηγικούς σταθμούς στο Bergen, στην Ιρλανδία και στο σταθμό Gully στο νησί Islay της Σκωτίας, όπου σήμερα λειτουργεί βελτιωμένο με την ονομασία LIMPET (Land Installed Marine Powered Energy Transformer) και αποδίδει 500kW τροφοδοτώντας με ηλεκτρική ενέργεια 400 νοικοκυριά του βρετανικού εθνικού ηλεκτρικού δικτύου. Αντίστοιχο σύστημα ισχύος 400kW λειτουργεί στο νησί Pico, στις Αζόρες, όπου καλύπτει ένα σημαντικό μέρος των ενεργειακών αναγκών⁴¹.

Οι πλωτοί μηχανισμοί μετατρέπουν την κυματική ενέργεια σε ηλεκτρική μέσω της αρμονικής κίνησης (ανύψωσης και πτώσης συγχρόνως με την

³⁹ Αν και η εγκατάσταση τέτοιων μηχανισμών φαίνεται καταρχήν να εμπίπτει στις εξαιρέσεις της παραγράφου 7, του άρθρου 4 της Οδηγίας Πλαισίου, που αφορούν στη μη εκπλήρωση των στόχων καλής κατάστασης ή της αρχής της μη περαιτέρω επιδείνωσης της ποιότητας των υδάτων σε περιπτώσεις δραστηριοτήτων βιώσιμης ανάπτυξης

⁴⁰ Innovation Relay Centre – ΠΡΑΞΗ, <http://www.help-forward.gr>, CRES (2002), Elliott, D. (2003).

⁴¹ Άλλοι σταθεροί μηχανισμοί μετατροπής αποτελούν επί της ακτής μικρογραφίες συμβατικών υδροηλεκτρικών εργοστασίων (συλλογή θαλάσσιου νερού σε δεξαμενή και εκμετάλλευση της κινητικής του ενέργειας), όπως το σύστημα TAPCHAN.

κίνηση του κύματος) του επιπλέοντος τμήματός τους. Οι πλέον γνωστοί είναι⁴²:

- Ο κυλινδρικός Salter Duck, ο οποίος σταθεροποιείται γυροσκοπικά και μπορεί να μετατρέπει τόσο την κινητική όσο και τη δυναμική ενέργεια του κύματος, επιτυγχάνοντας υψηλή απόδοση ενεργειακής απορρόφησης (θεωρητικά πάνω από 90%).
- Ο Clam, που αποτελείται από μεμονωμένους αερόσακους τοποθετημένους σε σταθερό πλαίσιο και οι οποίοι συμπιέζονται από την κυματική δραστηριότητα με αποτέλεσμα ο εκτοπισμένος αέρας να διοχετεύεται σε στρόβιλο που παράγει ηλεκτρισμό.
- Το σύστημα Pelamis, το οποίο είναι μια ημιβυθισμένη κατασκευή αποτελούμενη από κυλινδρικά ασάλινα κομμάτια ενωμένα σε αρθρώσεις. Πρυμνοδεμένο έτσι ώστε να ευθυγραμμίζεται με την κατεύθυνση του ισχυρότερου κύματος, το σύστημα δέχεται τον κυματισμό σ' όλο του το μήκος (150 μέτρα), πραγματοποιώντας μια σπαστή στις αρθρώσεις κίνηση. Υδραυλικά έμβολα σε κάθε άρθρωση αντιδρούν στην κίνηση αυτή και αντλούν υψηλής πίεσης υγρό σε υδραυλικούς κινητήρες, οι οποίοι με τη σειρά τους ενεργοποιούν τις ηλεκτρογεννήτριες⁴³. Υπάρχουν ήδη σχέδια για τη δημιουργία κυματικών πάρκων (wave parks) με μεγάλους αριθμούς τέτοιων συσκευών που θα τροφοδοτούν ένα υποβρύχιο καλώδιο μεταφοράς ρεύματος αυξάνοντας την αποδοτικότητα και μειώνοντας το κόστος μετατροπής.

⁴² CRES (2002), Elliott, D. (2003).

⁴³ Ocean News & Technology (November/December 2003).

1.4. Παλιρροϊκή ενέργεια

Ενώ η κυματική ενέργεια προκαλείται από τον άνεμο, οι παλίρροιες είναι το αποτέλεσμα της βαρυτικής έλξης της Σελήνης, τροποποιημένης απ' αυτήν του Ήλιου. Το παλιρροϊκό ύψος επηρεάζεται και από την παροχτετευτική ικανότητα των σημείων εκβολής, ενώ η ενέργεια που μπορεί να αποσπασθεί είναι ανάλογη της περιοχής του νερού που παγιδεύεται, της μάζας του και της απόστασης που αυτό διανύει από την υψηλή (πλημμυρίδα) στη χαμηλή παλίρροια (άμπωτης). Έτσι, εκβολές μεγάλου μήκους αποδίδουν μεγαλύτερη παλιρροϊκή ενέργεια. Τα παλιρροϊκά φράγματα (tidal barrages) δεν λειτουργούν συνεχώς, αφού σε καθημερινή βάση σημειώνονται μόνο δύο παλιρροϊκά φαινόμενα κατά τόπο. Η βασική τεχνολογία ενεργειακής μετατροπής που εφαρμόζεται είναι παρόμοια μ' αυτή των υδροηλεκτρικών φραγμάτων. Σε αντίθεση με τα τελευταία, όμως, τα παλιρροϊκά φράγματα δεν απαιτούν τη δέσμευση και καταβύθιση μεγάλων εκτάσεων γης, αν και έχουν εκφρασθεί αντιρρήσεις από περιβαλλοντολόγους σχετικά με τις αρνητικές επιπτώσεις τους σε τοπικά οικοσυστήματα λόγω της αλλαγής που προκαλούν στην παλιρροϊκή έκταση.

Αντί της κατασκευής μεγάλων και περιβαλλοντικά μη φιλικών παλιρροϊκών φραγμάτων, υπάρχει και η εναλλακτική τεχνολογική λύση της χρήσης βυθισμένων μηχανισμών, που μοιάζουν με ανεμογεννήτριες και εκμεταλλεύονται τα γρήγορα παλιρροϊκά ρεύματα σε κανάλια κοντά σε παράκτιες περιοχές⁴⁴. Μία παλιρροϊκή γεννήτρια (Π/Γ, tidal turbine) εκμεταλλεύεται τέσσερις φορές περισσότερη ενέργεια ανά m² ή στροφείο από μια Α/Γ, λόγω της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας των παλιρροϊκών ρευμάτων⁴⁵. Εφαρμοσμένος στη πράξη μηχανισμός είναι ο Seaflo, ισχύος 300kW, εγκατεστημένος στα ανοικτά του Devon στο Ηνωμένο Βασίλειο. Συστοιχίες τέτοιων γεννητριών σχηματίζουν παλιρροϊκούς φράκτες (tidal

⁴⁴ Σύμφωνα με μελέτη της Energy Technology Support Unit, το Ην. Βασίλειο μπορεί να καλύψει το 19% των αναγκών του σε ηλεκτρισμό, αν εκμεταλλευθεί πλήρως τις παλιρροϊκές πηγές ενέργειάς του, ενώ παρόμοιο δυναμικό υπάρχει σε πολλές περιοχές της Ευρώπης, όπως στα στενά της Messina ανάμεσα στη Σικελία και στην ηπειρωτική Ιταλία.

⁴⁵ Peter Fraenkel, Marine Current Turbines Ltd (2003).

fences), όπως αυτός, ισχύος 2,2GW, που θα εγκατασταθεί σε νησιά των Φιλιππίνων.

1.5. Γεωθερμική ενέργεια

Η εξαγωγή θερμότητας από γεωθερμικές πηγές βαθιά στο υπέδαφος μπορεί να θεωρηθεί μια συνεχώς ανανεώσιμη διαδικασία μόνο εάν δεν μειώνει τη βαθμίδα θερμότητας ή εάν αυτή ανανεώνεται φυσικά με την παύση της εξαγωγής για κάποιο χρονικό διάστημα. Μια σημαντική πηγή γεωθερμικής ενέργειας μπορεί να εξασφαλισθεί με πρόσβαση στα λεγόμενα «καυτά πετρώματα» σε μεγάλο βάθος από την επιφάνεια του εδάφους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη γεώτρηση και τη δημιουργία δύο οπών σε βάθος 3 ή 4 μιλίων σε κατάλληλες τοποθεσίες. Στη συνέχεια δημιουργείται μια σειρά από γεωλογικά ρήγματα στα πετρώματα, ώστε να συνδεθούν οι κάτω άκρες των οπών, ενώ διοχετεύεται νερό με πίεση διαμέσου της μιας οπής. Το νερό διαποτίζει τα ρήγματα, τα οποία λειτουργούν ως θερμοκοί εναλλάκτες (θερμαίνοντας το νερό έως και 2000 C), για να αναδυθεί διαμέσου της άλλης οπής στην επιφάνεια ως ατμός, ο οποίος κινεί τους ατμοστρόβιλους. Έτσι, ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών που χρησιμοποιεί⁴⁶, η γεωθερμική ενέργεια διακρίνεται σε :

1.χαμηλής ενθαλπίας (250-1000 C).

2.μέσης ενθαλπίας (1000-1500 C).

3.υψηλής ενθαλπίας (>1500 C).

Η κύρια, συνεπώς, εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας υψηλής ενθαλπίας είναι η μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια⁴⁷. Η γεωθερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης ενθαλπίας προέρχεται από την αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας υπόγειων πετρωμάτων ή ρευστών (>250 C) και έχει εφαρμογές στη θέρμανση των θερμοκηπίων, στη τηλεθέρμανση κτιρίων, στις

⁴⁶ ΚΑΠΕ (1996).

⁴⁷ Κ. Καρύτσας και Δ. Μενδρινός, ΚΑΠΕ (2004).

ιχθυοκαλλιέργειες, στην ξήρανση αγροτικών προϊόντων, στην αφαλάτωση νερού, στα θερμά λουτρά κ.ά.⁴⁸. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή στην Ευρώπη αφορά τη θέρμανση κτιρίων και τη χρήση ζεστού νερού. Η τεχνολογία είναι απλή καθώς το γεωθερμικό ρευστό, με θερμοκρασία τουλάχιστον 450 C, παρέχει θερμότητα στο σύστημα θέρμανσης του καταναλωτή είτε απευθείας είτε μέσω εναλλάκτη θερμότητας. Στις εφαρμογές τηλεθέρμανσης η γεωθερμία ανταγωνίζεται με επιτυχία τα ορυκτά καύσιμα.

Βασική γεωθερμική εφαρμογή θεωρείται και η αξιοποίηση της θερμότητας ή θερμοχωρητικότητας επιφανειακών ή μικρού βάθους σχηματισμών και υδάτων για θέρμανση και κλιματισμό με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, οι οποίες είναι συστήματα υδρόψυκτων αντλιών θερμότητας σε συνδυασμό με εναλλάκτες θερμότητας εδάφους ή τροφοδοτούμενες από υδρογέωτρωση. Αξιοποιούν τη γη σαν πηγή θερμότητας όταν παρέχουν θέρμανση, χρησιμοποιώντας νερό ως μέσο μεταφοράς της γήινης θερμότητας στον εξαμιστή της αντλίας, ενώ τα ίδια συστήματα παρέχουν και ψύξη όταν αξιοποιούν τη γη ως αποδέκτη θερμότητας.

1.6. Ενεργειακές καλλιέργειες-υπολείμματα βιομάζας

Η ηλιακή ενέργεια στηρίζει επίσης την ανάπτυξη φυτικής ζωής και άλλων μορφών βιομάζας. Η αποθηκευμένη αυτή ηλιακή ενέργεια μπορεί να χαρακτηριστεί ανανεώσιμη, στο μέτρο που ο ρυθμός χρησιμοποίησής της δεν υπερβαίνει το ρυθμό αντικατάστασής της⁴⁹. Στην έννοια της βιομάζας ως καυσίμου περιλαμβάνονται τα καυσόξυλα, τα φυτικά και δασικά υπολείμματα (κλαδοδέματα, άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες, κουκούτσια), τα ζωικά απόβλητα, τα αστικά απορρίμματα και απόβλητα, τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων και της αγροτικής βιομηχανίας και τα φυτά που

⁴⁸ Μεγάλη σημασία έχουν και εδώ οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις τέτοιων γεωθερμικών δραστηριοτήτων ιδιαίτερα σε σχέση με την Κοινοτική νομοθεσία για την προστασία των υπόγειων υδάτων και την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60.

⁴⁹ Εφ' όσον ο ρυθμός επαναφύτευσης ισοσταθμίζει το ρυθμό χρήσης, η συνολική διαδικασία της φύτευσης ενεργειακών καλλιεργειών και της καύσης τους θεωρείται «θερμοκηπιακά ουδέτερη», διότι τα φυτά δεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα καθώς μεγαλώνουν με αποτέλεσμα να μην απελευθερώνεται νέο επιπλέον διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

καλλιεργούνται στις ενεργειακές φυτείες ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας⁵⁰. Η καλλιέργεια καυσίμου αντί τροφής αποτελεί σημαντική εναλλακτική επιλογή για τους αγρότες σε παγκόσμιο επίπεδο και ιδιαίτερα στον ευρωπαϊκό χώρο με τις νέες κατευθύνσεις της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής και την Πρωτοβουλία LEADER, στο πλαίσιο της προσπάθειας για διαφοροποίηση του αγροτικού εισοδήματος και ανάπτυξη της υπαίθρου.

Ερωτήματα εγείρονται ως προς τον αειφόρο χαρακτήρα των υγρών βιοκαυσίμων, δεδομένης της μεγαλύτερης ποσότητας ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη παραγωγή τους (συγκομιδή, μεταφορά) από την ενέργεια που αυτά αποδίδουν. Καλύτερη σχέση ενεργειακής εισροής–εκροής φαίνεται να υπάρχει στην ξυλώδη βιομάζα που παράγεται στις εκ μικρής περιτροπής καλλιέργειες με ιπιές και λεύκες. Τα θρύμματα ξύλου μεταφέρονται περιοδικά σε εργοστάσια καύσης, όπου επιτυγχάνεται αποδοτικότητα ενεργειακής μετατροπής έως και 80% με την αξιοποίηση προηγμένης τεχνολογίας συμπαραγωγής συνδυασμένου κύκλου (Combined Heat and Power)⁵¹. Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες για τις ενεργειακές αυτές καλλιέργειες εστιάζονται στην αποστράγγιση εντομοκτόνων και παρασιτοκτόνων, στην οπτική παρενόχληση, στις επιπτώσεις στην τοπική άγρια χλωρίδα και πανίδα και φυσικά στο πρόβλημα των εκπομπών από την καύση των θρυμμάτων ή συσσωματωμάτων. Αν και τα δένδρα κατακρατούν και φιλτράρουν τη διαρροή χημικών ουσιών στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα και γενικά προσφέρουν καταφύγιο σε έντομα, πουλιά και μεγάλα ζώα, το πρόβλημα των αυξημένων απαιτήσεων για μεταφορά των θρυμμάτων στις μονάδες ενεργειακής μετατροπής μπορεί να αντιμετωπισθεί μόνο με λεπτομερή αποκεντρωμένο ενεργειακό σχεδιασμό⁵².

⁵⁰ Μαυρογιάννης Ι., Τσούτσος Θ., Χατζηαθανασίου Α., ΚΑΠΕ (2002).

⁵¹ Με την τεχνολογία αυτή η παραγόμενη θερμότητα από την ενεργειακή μετατροπή επαναχρησιμοποιείται είτε άμεσα σε δίκτυα θέρμανσης είτε για να κινήσει μικρότερους στροβιλοκινητήρες παραγωγής ρεύματος (Elliott, D. (2003)).

⁵² Π.χ. με ετήσια μεταφορά των αποθηκευμένων σε αγροκτήματα θρυμμάτων σε τοπικές μονάδες καύσης χωροθετημένες σε μικρές αποστάσεις από τις ενεργειακές φυτείες.

Τα υπολείμματα βιομάζας μπορεί να μετατραπούν σε μεθάνιο μέσω αναερόβιας ζύμωσης ή να καούν απευθείας⁵³. Πηγή βιομάζας αποτελούν και τα οικιακά ή βιομηχανικά απορρίμματα, των οποίων η ενεργειακή εκμετάλλευση μέσω της καύσης είναι ευρύτατα διαδεδομένη. Έντονες ανησυχίες έχουν εκφρασθεί από περιβαλλοντικές οργανώσεις και κατοίκους περιοχών, όπου λειτουργούν σχετικές μονάδες μετατροπής, για τις τοξικές εκπομπές διοξινών που προέρχονται από την καύση κυρίως πλαστικών. Αντιπροτείνεται, έτσι, η ελαχιστοποίηση σε πρώτη φάση των καταναλωτικών απορριμμάτων και η ανάκτηση εν συνεχεία του ενεργειακού περιεχομένου της ποσότητας που απομένει μέσα από προγράμματα ανακύκλωσης. Τονίζεται, επίσης, η οικολογική αξία των απορριμμάτων στο μέτρο που η καύση τους καταστρέφει πολύτιμη οργανική ύλη, η οποία συνήθως επιστρέφει στο οικοσύστημα με διάφορους τρόπους, με αποτέλεσμα να δημιουργείται η ανάγκη αντικατάστασής της με τεχνητά χημικά λιπάσματα, η παραγωγή των οποίων απαιτεί τη δέσμευση περισσότερης ενέργειας από αυτή που αποδίδεται με την καύση των απορριμμάτων. Ο αντίλογος περιλαμβάνει τα οφέλη της βελτιωμένης τεχνολογίας ενεργειακής μετατροπής⁵⁴ καθώς και την απαραίτητη συλλογή του παραγόμενου στις χωματερές μεθανίου, το οποίο είναι βασικό αέριο θερμοκηπίου και άκρως επικίνδυνο όσον αφορά την αυτοανάφλεξη στους χώρους ταφής απορριμμάτων.

1.7. Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η υδραυλική ενέργεια αποτελεί αντικείμενο εκμετάλλευσης τόσο σε μικρή όσο και σε μεγάλη κλίμακα. Σήμερα, τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα ανέρχονται παγκοσμίως σε 300 και έχουν εγκατεστημένη ονομαστική ισχύ 650GW. Η εγκατάσταση και λειτουργία τους άπτεται σοβαρών κοινωνικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων⁵⁵ καθώς προκαλούν σημαντική διακοπή των

⁵³ Στο Ην. Βασίλειο λειτουργούν ήδη εργοστάσια μετατροπής ενέργειας που έχουν ως καύσιμο τα περιττώματα πουλερικών.

⁵⁴ Π.χ. η πυρόλυση (θέρμανση απουσία αέρα) και η αεριοποίηση ελαχιστοποιούν την έκλυση διοξινών και παράγουν υγρό ή αέριο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ηλεκτρισμού ή θέρμανσης.

⁵⁵ Εκτοπισμοί τοπικών κοινωνιών λόγω της δημιουργίας τεχνητών λιμνών/δεξαμενών, σχηματισμός τόσο μεγάλων ποσοτήτων μεθανίου - λόγω της αναερόβιας ζύμωσης της βιομάζας που μεταφέρεται από το ρεύμα του ποταμού και

φυσικών ενεργειακών ροών. Αντίθετα, τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα⁵⁶ σε ποταμούς και χείμαρρους δεν παρουσιάζουν αντίστοιχα προβλήματα και αναπτύσσονται με επιτυχία σε όλο τον κόσμο⁵⁷.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από αυτά είναι ανάλογη της ποσότητας νερού που περνά από τον υδροστρόβιλο και της υψομετρικής διαφοράς που καλύπτει το νερό στην πορεία του προς τον υδροστρόβιλο μέσα από τον αγωγό πίεσης. Έτσι η ίδια ισχύς μπορεί να αποσπασθεί τόσο από μια μεγάλη ποσότητα νερού που πέφτει από μικρό ύψος όσο και από μια μικρή ποσότητα νερού που πέφτει από μεγάλο ύψος. Στην πρώτη περίπτωση, όμως, οι διαστάσεις των επιμέρους μονάδων του μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού θα είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές της δεύτερης, με προφανείς επιπτώσεις σε θέματα χωροθέτησης και εκπόνησης μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των εγκαταστάσεων. Τα συγκριτικά πλεονεκτήματα των μικρών υδροηλεκτρικών έργων σε σχέση και με ορισμένες ΑΠΕ είναι η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης/ αποσύνδεσης με το δίκτυο ή η αυτόνομη λειτουργία τους, η αξιόπιστη μη διακοπτόμενη και χωρίς διακυμάνσεις μετατροπή ενέργειας, η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, ο μικρός χρόνος απόσβεσης των αναγκαίων επενδύσεων, το χαμηλό κόστος συντήρησης, οι μηδενικές εκπομπές ρύπων (κατά τη φάση λειτουργίας), η ικανοποίηση και άλλων αναγκών χρήσης νερού (ύδρευσης, άρδευσης) κ.ά.

1.8. Η οικονομία του υδρογόνου

Νέες τεχνικές αειφόρου ενεργειακής μετατροπής οδηγούν στην οικονομικά βιώσιμη παραγωγή αέριου υδρογόνου από νερό, απορρίμματα ή άλλη οργανική ύλη. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση ή για

παγιδεύεται από το φράγμα - ώστε ένα εργοστάσιο γαιάνθρακα της ίδιας δυναμικότητας θα εξέπεμπε λιγότερα αέρια θερμοκηπίου (World Commission on Dams, 2001), παρεμπόδιση μεταναστευτικής ιχθυοπανίδας, διαβρωτικές επιπτώσεις στον ρου και στην κοίτη του ποταμού λόγω κατακράτησης ιζημάτων και ιλύος στο φράγμα.

⁵⁶ Η ελληνική νομοθεσία (ν. 1559/85 και ν. 2244/94) ορίζει ως μικρούς τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς με ισχύ μικρότερη των 10MW.

⁵⁷ Οι μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί μπορούν να συμβάλλουν και στη δημιουργία νέων μικρών υδροβιότοπων στις παραφές των μικροταμιευτήρων. Μόνο στη Κίνα υπάρχουν 50.000 μικρές υδροηλεκτρικές μονάδες (Elliott, D. (2003)).

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, π.χ. μέσω μιας κυψέλης καυσίμου (fuel cell)⁵⁸. Στον τομέα των μεταφορών εξετάζεται ήδη η δυνατότητα κατασκευής οχημάτων τα οποία θα έχουν ως καύσιμο υδρογόνο που θα έχει αποσπασθεί από αστικά απορρίμματα. Το υδρογόνο μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην εξισορρόπηση του ενεργειακού συστήματος στο άμεσο μέλλον, καθώς οι διαλείπουσες ΑΠΕ (Φ/Β κύτταρα, Α/Γ, υδροηλεκτρισμός κ.λπ.) θα διαθέτουν την απαραίτητη ενέργεια για την παραγωγή του, κυρίως μέσω της ηλεκτρόλυσης του νερού, η οποία το διαχωρίζει σε υδρογόνο και οξυγόνο επιτυγχάνοντας 80% αποδοτικότητα ενεργειακής μετατροπής. Στη συνέχεια, το υδρογόνο θα μπορεί να αποθηκεύεται ή να μεταφέρεται μέσα από συμβατικούς αγωγούς μεταφοράς αερίου σε μονάδες καύσης. Η καύση του υδρογόνου δημιουργεί μόνο νερό και θερμότητα ως υποπροϊόντα. Ερευνητές έχουν ήδη επιτύχει τη μετατροπή βιομάζας και ενεργειακών καλλιεργειών σε υδρογόνο μέσω της χρήσης μικροβίων⁵⁹, αν και οι σχετικές τεχνολογίες απέχουν ακόμη από το να είναι εμπορικά εκμεταλλεύσιμες.

Οι σχεδιασμοί που αφορούν την «οικονομία του υδρογόνου» προβλέπουν τη μετατόπιση του παγκόσμιου ενεργειακού ενδιαφέροντος από τα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρισμού στα δίκτυα μεταφοράς υδρογόνου και στην παγκόσμια μεταφορά υγρού υδρογόνου σε δεξαμενές πλοίων⁶⁰. Μακροπρόθεσμα, χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια θα μπορεί να εγκαθιστούν συστοιχίες Φ/Β κυττάρων που θα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική για την παραγωγή του υδρογόνου, το οποίο θα εξάγουν σε χώρες με μικρότερη ηλιοφάνεια. Η διανομή αερίου θεωρείται πολύ πιο αποδοτική από τη διανομή ηλεκτρισμού, ενώ το αέριο μπορεί να αποθηκευθεί πιο εύκολα

⁵⁸ Σύστημα που πραγματοποιεί ένα είδος αντίστροφης ηλεκτρόλυσης, μετατρέποντας το υδρογόνο σε ηλεκτρισμό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στην αυτοκίνηση όσο και στη στατική παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι κυψέλες καυσίμου έχουν υψηλή αποδοτικότητα ενεργειακής μετατροπής τουλάχιστον 80%, εφόσον υπάρχει παράλληλη εκμετάλλευση και της θερμότητας που παράγουν. Πρόσφατη μελέτη προβλέπει τη δημιουργία στατικών κυψελών καυσίμου εγκατεστημένης ισχύος 16.000MW έως το 2012 σε παγκόσμια βάση (Elliott, D. (2003)).

⁵⁹ Το Φεβρουάριο του 2004, μικτή ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου της Minnesota και του Πανεπιστημίου Πατρών ανακοίνωσε τη δημιουργία χημικού αντιδραστήρα, ο οποίος παράγει υδρογόνο από αιθανόλη αναμεμιγμένη με νερό (Wald L. Matthew, Scientific American (May 2004)).

⁶⁰ Αυτό ήδη συμβαίνει με το υδρογόνο που παράγεται στον Καναδά και μεταφέρεται στη Σουηδία.

από την ηλεκτρική ενέργεια, αν και υπάρχουν αμφιβολίες ως προς τη δυνατότητα οικονομικής και ασφαλούς μεταφοράς του υδρογόνου λόγω της ενεργειακής δέσμευσης που απαιτείται για την συμπύκνωσή του ή την υγροποίησή του σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες -με την εφαρμογή υψηλών πιέσεων- και της εύκολης ανάφλεξής του.

Η «οικονομία του υδρογόνου» συνδυάζεται σήμερα με την ιδέα της αποκεντρωμένης/ τοπικής ενεργειακής μετατροπής (local generation), η οποία μπορεί να ενταχθεί μέσα σ' ένα εθνικό ενεργειακό σύστημα: η τοπικά παραγόμενη πλεονάζουσα ενέργεια από ΑΠΕ (βιομάζα, Φ/Β κύτταρα, μικρούς υδροστρόβιλους, Α/Γ κ.ά.) σε οικίες, αιολικά πάρκα ιδιωτών/Τοπικής Αυτοδιοίκησης κ.λπ., διοχετεύεται αντί αμοιβής ή ανταλλάσσεται στο εθνικό δίκτυο. Έτσι, αποφεύγονται οι απώλειες ισχύος του δικτύου που σχετίζονται με τη διανομή ηλεκτρικού ρεύματος από κεντρικούς ενεργειακούς σταθμούς (συγκεντρωτικό σύστημα) σε απομακρυσμένους χρήστες. Το σύστημα αυτό της ενσωματωμένης ενεργειακής μετατροπής⁶¹ (embedded generation) υποστηρίζεται από τη χρήση του υδρογόνου, ως νέου μέσου μεταφοράς και αποθήκευσης ενέργειας, το οποίο όχι μόνο λύνει το πρόβλημα της διαλείπουσας ενέργειας που παρέχεται από τις ΑΠΕ αλλά αποτελεί και ένα νέο «καθαρό» καύσιμο για θέρμανση ή παραγωγή ηλεκτρισμού.

⁶¹ Δηλαδή τοπικοί ενεργειακοί μετατροπείς τοποθετούνται (ενσωματώνονται) στα άκρα του ενεργειακού δικτύου, όπου η ισχύς είναι αδύναμη και όπου η ενέργεια που αποδίδουν είναι περισσότερο χρήσιμη από αυτή που μεταφέρεται σε μακρινές αποστάσεις από κεντρικούς σταθμούς.

Κεφάλαιο 2^ο : Συμβατικές πηγές ενέργειας (Άνθρακας – Πετρέλαιο – Φυσικό Αέριο – Ορυκτά Καύσιμα) & Πυρηνική Ενέργεια –η αμφιλεγόμενη. Προσπάθειες απεξάρτησης από το ρυπογόνο χθες

2.1. Άνθρακας – Πετρέλαιο – Φυσικό Αέριο – Ορυκτά Καύσιμα

Η ενέργεια μπορεί να είναι ζωτικής σημασίας για την οικονομική ανάπτυξη αλλά και για τη ζωή μας εν γένει, αλλά παρά τα παραπάνω, ειδικότερα οι συμβατικές μορφές ενέργειας (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ορυκτά καύσιμα), αποτελούν μια σημαντική πηγή περιβαλλοντικής ρύπανσης. Πως θα μπορούσαμε άραγε να μειώσουμε την εξάρτηση από τις συμβατικές μορφές ενέργειας τη στιγμή που το κόστος τους παραμένει σχετικά χαμηλό, ενώ στον αντίποδα οι ανάγκες για ενέργεια συνεχώς μεγαλώνουν; Στο ερώτημα αυτό δεν μπορεί κανείς να απαντήσει εύκολα, αφού αφ' ενός οι δυνατότητες μείωσης της ρύπανσης είναι εφικτές αλλά δαπανηρές και αφ' ετέρου η στροφή σε άλλες μορφές ενέργειας απαιτεί συνδυασμό μακροπρόθεσμου σχεδιασμού, πολιτικής βούλησης, χρήματος και αλλαγή καταναλωτικών προτύπων. Πράγμα εύκολο να το λες αλλά δύσκολο να το εφαρμόσεις στην πράξη. Παρ' όλα αυτά η στροφή στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας παραμένει η μόνη λύση για τη σωτηρία του περιβάλλοντος.

Δυστυχώς κύριες μορφές ενέργειας παραμένουν και στην εποχή μας το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας. Αξιόλογη είναι και η συμβολή της υδροηλεκτρικής ενέργειας⁶², καθώς και της πυρηνικής. Το παρελθόν και η προοπτική της τελευταίας τίθενται υπό αμφισβήτηση. Ο άνθρακας ήταν η κυρίαρχη μορφή ενέργειας μέχρι και τα μέσα περίπου του 20ου αιώνα. Στη συνέχεια, με την εξέλιξη και την ευρεία εφαρμογή της τεχνολογίας των μηχανών εσωτερικής καύσης, κυρίως στον τομέα των μεταφορών, άρχισε να κερδίζει έδαφος το πετρέλαιο⁶³. Το πετρέλαιο, ως υγρό ενεργειακό καύσιμο,

⁶² Σχετικά μη ρυπογόνος μορφή ενέργειας

⁶³ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ : Έκθεση ΕΝΕΡΓΕΙΑ, Αθήνα 1991

χαρακτηριζόταν από ευκολία μεταφοράς και χρήσης. Παράλληλα με τη χρήση του πετρελαίου, αναπτύχθηκε στον οικιακό τομέα αλλά και στην βιομηχανία, η χρήση του φυσικού αερίου που εκτόπισε τον άνθρακα ο οποίος εκτός από ρυπογόνος ήταν και δύσχρηστος. Όμως, τόσο ο άνθρακας όσο και το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, παρά τη σχετικά χαμηλή τιμή τους, παραμένουν ιδιαίτερα ρυπογόνες μορφές ενέργειας που καταστρέφουν το περιβάλλον και δηλητηριάζουν τον άνθρωπο. Η απεξάρτηση απ' αυτές τις μορφές έχει καταστεί στις μέρες μας κάτι παραπάνω από αναγκαία.

Η εξέλιξη την αντικατάστασης του άνθρακα από τους υδρογονάνθρακες (πετρέλαιο και φυσικό αέριο) παρ' ό,τι για μικρό χρονικό διάστημα πιστεύτηκε ότι θα βελτιώσει την κατάσταση, δεν ήταν στη σωστή κατεύθυνση⁶⁴.

Τόσο ο άνθρακας όσο και οι υδρογονάνθρακες, παρέμεναν μορφές υψηλά ρυπογόνες, με αρνητικά στο περιβάλλον αλλά και στον άνθρωπο αποτελέσματα. Η όλο και μεγαλύτερη αύξηση της ανάγκης για ενέργεια και η προσπάθεια κάλυψης της από συμβατικές μορφές, άρχισαν να κάνουν εμφανή τα σημάδια παρουσίας τους στο περιβάλλον και τον άνθρωπο, από τη δεκαετία του 1970⁶⁵. Ποταμοί, λίμνες και θάλασσες μολυσμένες, με κάθε ύπαρξη ζωής μέσα τους νεκρή. Ατμόσφαιρα επιβεβαρυμένη με καυσαέρια και αιθαλομίχλη, αποψίλωση των δασών και του φυσικού πλούτου, μείωση του οξυγόνου, αύξηση των κακοηθών παθήσεων του ανθρώπου, συνθέτουν την πραγματικότητα επικράτησης του άνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου στη ζωή μας. Με την έναρξη της δεκαετίας του 1980 το κακό είχε παραγίνει. Ένα ολόκληρο κίνημα ξεσηκώθηκε για τη σωτηρία του ανθρώπου και του πλανήτη από τις ρυπογόνες πηγές ενέργειας. Ενώ επιπροσθέτως η τεχνολογία με την αλματώδη πρόοδο της έκανε εφικτή τη χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) που είναι φιλικές προς το περιβάλλον για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας.

⁶⁴ Πηγή: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (Τ.Ε.Ε)

⁶⁵ Στατιστικά στοιχεία Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας

Το θέμα της όσο το δυνατόν μεγαλύτερης σε ποσότητα αντικατάστασης των συμβατικών μορφών ενέργειας με άλλες φιλικότερες προς το περιβάλλον, έγινε συνείδηση τόσο στον απλό άνθρωπο όσο και στον νομοθέτη. Ο νομοθέτης, εγχώριος και Ευρωπαίος, θέσπισε διατάξεις για την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος από τη ρύπανση, ενώ όρισε και ποινές για τους παραβάτες. Οι έχοντες συμφέροντα βέβαια, αντέδρασαν (κι ίσως ορισμένοι συνεχίζουν να αντιδρούν) αλλά το πρόγραμμα για την σωτηρία του περιβάλλοντος από άνθρακες και υδρογονάνθρακες έχει ξεκινήσει⁶⁶.

Από μέτρα «ασπιρίνες» για την τοποθέτηση φίλτρων σε φουγάρα και καμινάδες, έως τη χρησιμοποίηση αμόλυβδης βενζίνης και όσο το δυνατό καθαρού πετρελαίου στις μεταφορές. Βέβαια μακροπρόθεσμα μόνη λύση είναι η αντικατάσταση των ρυπογόνων μορφών ενέργειας με άλλες καθαρές (αιολική, ηλιακή, γεωθερμία κ.α.) έτσι ώστε η ποιότητα ζωής στον πλανήτη να ξανάρθει σε ισορροπία. Δεν είναι πάντα αναγκαίο ενέργεια και περιβάλλον να βρίσκονται σε συγκρουσιακή πορεία αφού κάλλιστα μπορούν να συμβαδίσουν και να συνυπάρξουν αρμονικά προς όφελος του ανθρώπου.

⁶⁶ Κυρίως μεγάλες πολυεθνικές πετρελαϊκές επιχειρήσεις

2.2. Πυρηνική ενέργεια- Ευχή ή Κατάρα για την ανθρωπότητα

Η πυρηνική ενέργεια είναι η πιο αμφιλεγόμενη μορφή/ πηγή ενέργειας που ο άνθρωπος δημιούργησε με τεράστια δύναμη στην παραγωγή ενέργειας, αλλά και με μεγάλες καταστροφικές επιπτώσεις στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Η εφαρμογή και η σταδιακή αξιοποίησή της για ειρηνικούς σκοπούς ξεκίνησε μετά τη λήξη του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου και ενώ ο άνθρωπος είχε ήδη πάρει μια γεύση από την τρομερή δύναμή της (με όλα τα καταστρεπτικά αποτελέσματα που η δύναμη αυτή συνεπάγεται) στον στρατιωτικό τομέα κατά τη διάρκεια του πολέμου⁶⁷. Η πυρηνική ενέργεια στις μέρες μας (η χρήση της πυρηνικής ενέργειας για να ακριβολογούμε) έχει πολλούς υποστηρικτές αλλά και πολλούς φανατικούς πολέμιους. Οι υποστηρικτές της θεωρούν ότι, χρησιμοποιώντας την ορθολογικά και προσεκτικά, μπορούμε να καλύψουμε με χαμηλό κόστος παραγωγής τις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου για ενέργεια, χωρίς (λόγω της αλματώδους ανάπτυξης της τεχνολογίας) να θέτουμε σε κίνδυνο άνθρωπο και περιβάλλον. Οι πολέμιοι της αντικρούουν ότι όσο κι αν έχει κάνει βήματα προόδου προς τα εμπρός η τεχνολογία, ένα ανθρώπινο λάθος, ένας κακός χειρισμός, αρκούν για να γνωρίσει η ανθρωπότητα την καταστροφή και τον όλεθρο. Και εύλογα αναρωτούνται τι θα γίνει με τα δεκάδες πυρηνικά εργοστάσια του πρώην ανατολικού κόσμου που στην πραγματικότητα λειτουργούν χωρίς συντήρηση και στοιχειώδη μέτρα ασφάλειας.

Χαρακτηριστική περίπτωση με άμεσο ελληνικό ενδιαφέρον αποτελεί η λειτουργία του απαρχαιωμένου πυρηνικού σταθμού στο Κοζλοντούι, στη γειτονική Βουλγαρία, το οποίο συνεχίζει να λειτουργεί όντας «ξεχαρβαλωμένο» και αποτελεί μια βραδυφλεγή πυρηνική βόμβα για την περιοχή με όλες τις καταστρεπτικές συνέπειες που κάτι τέτοιο συνεπάγεται. Σύμφωνα με στοιχεία περιβαλλοντικών οργανώσεων, σε περίπτωση σοβαρού ατυχήματος στο Κοζλοντούι, μέχρι και 132.00 Έλληνες θα πεθάνουν από καρκίνο, ενώ το μέγιστο συνολικό κόστος των μέτρων έκτακτης ανάγκης θα

⁶⁷ Ατομικός βομβαρδισμός Χιροσίμα - Ναγκασάκι

ανέλθει σε 36 τρισεκατομμύρια δραχμές. Αξίζει άραγε η επίλυση του ενεργειακού προβλήματος του πλανήτη υποθηκεύοντας το μέλλον του και μετατρέποντάς τον σε βραδυφλεγή πυρηνική βόμβα έτοιμη να εξαφανίσει κάθε ίχνος ζωής;

Η απάντηση είναι σίγουρα όχι. Γι' αυτό και πολλά πυρηνικά προγράμματα πολλών υπεύθυνων κρατών αυτό τον καιρό αναθεωρούνται. Η συνειδητοποίηση από τον πολύ κόσμο των τραγικών συνεπειών ενός πυρηνικού ατυχήματος, ήταν το καλύτερο δώρο προς τον πλανήτη που μας φιλοξενεί. Μόνο πονηρά σκεπτόμενες χώρες προσπαθούν στις μέρες μας να τρέξουν προς την πυρηνική ενέργεια, όχι βέβαια για να λύσουν το ενεργειακό πρόβλημα, αλλά για να κατορθώσουν να αποκτήσουν πυρηνικά όπλα (βλέπετε επιδιώξεις Τουρκίας). Προοπτική ακόμη πιο επικίνδυνη για την ειρηνική συνύπαρξη των κρατών σ' ένα περιβάλλον όπου η φυσική ισορροπία του πλανήτη δεν θα διαταράσσεται.

Και με το πρόβλημα των πυρηνικών καταλοίπων τι γίνεται; Πώς το αντιμετωπίζουν οι υπέρμαχοι της πυρηνικής ενέργειας; Γιατί βέβαια «καλή» η λειτουργία πυρηνικών σταθμών για ειρηνική χρήση, αλλά τι γίνεται με τα κατάλοιπά τους; Τα κατάλοιπα αυτά περιέχουν ουσίες τοξικές και υψηλά ραδιενεργές. Επειδή η τοξικότητά τους θα παραμείνει για τουλάχιστον 600 χρόνια, ενώ θα εκπέμπουν ραδιενέργεια για 300.000 χρόνια ακόμη⁶⁸, είναι φανερό ότι ο τρόπος που θα αποθηκευθούν πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να εξασφαλίζει τις μελλοντικές γενεές από πιθανή μόλυνση αλλά και να μην επιβαρύνει το φυσικό περιβάλλον το οποίο είναι αναγκαίο για τη διαβίωσή μας.

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος αυτή τη στιγμή, είναι η ταφή δοχείων που περιέχουν πυρηνικά απόβλητα, σε μεγάλου βάθους τεχνητά πηγάδια. Σε αυτή τη φιλοσοφία βασίζεται και η πολλά υποσχόμενη πρόταση που προβλέπει την κατασκευή ενός υπόγειου δικτύου απόρριψης των δοχείων, σε βάθος 600 με 1000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια, μέσα σε γεωλογικούς σχηματισμούς

⁶⁸ Στοιχεία Ε.Κ.Φ.Ε «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»

που χαρακτηρίζονται από εξαιρετική σταθερότητα. Τέτοιοι σχηματισμοί είναι και αυτοί που προέκυψαν εδώ και δεκάδες εκατομμύρια χρόνια από την εξάτμιση των αρχαίων αλμυρών θαλασσών.

Δημιουργήθηκαν έτσι μεγάλα υπόγεια βουνά από αλάτι που το βάθος τους πολλές φορές φτάνει τα έξι μίλια και τα οποία δεν έχουν υποστεί γεωλογικές μεταβολές μέσα σε διάστημα εκατομμυρίων ετών. Στην Αμερική υπάρχουν περισσότεροι από 500 τέτοιοι αλάτινοι θόλοι. Αν και θεωρείται βέβαιο, ότι οι θόλοι αυτοί στερούνται υπόγειων υδάτων (αν υπήρχαν θα παρέσυραν το αλάτι) εν τούτοις το ενδεχόμενο της διάβρωσης των δοχείων από υπόγεια ρεύματα και η δυνατότητα των μολυσμένων αυτών υπόγειων ρευμάτων να βρουν διέξοδο στην επιφάνεια και να προξενήσουν τεράστιες καταστροφές, οδήγησε τους επιστήμονες να λάβουν υπόψη τους και άλλους σταθερούς γεωλογικούς σχηματισμούς από σχιστόλιθο, γρανίτη και βασάλτη.

Αν υποθέσουμε ότι η τοποθέτηση των δοχείων γίνει σε σειρές που απέχουν μεταξύ τους 10 μέτρα, τότε μια έκταση 10 τετραγωνικών μιλίων θα μπορούσε να χωρέσει τα ραδιενεργά κατάλοιπα της επόμενης χιλιετηρίδας.

Διάφορες άλλες μέθοδοι για τη μόνιμη απόρριψη των ραδιενεργών καταλοίπων, προβλέπουν την ταφή τους κάτω από τον πυθμένα των ωκεανών ή στους πολικούς πάγους. Η πιο εξωφρενική όμως, αλλά επίσης φοβερά δαπανηρή και επικίνδυνη πρόταση, προέβλεπε την εκτόξευση των καταλοίπων έξω από το ηλιακό σύστημα. Πάντως αυτή τη στιγμή η πιο ασφαλής μέθοδος, θεωρείται η υπόγεια ταφή σε γεωλογικούς σχηματισμούς, διαδικασία που δεν είναι εξαιρετικά δαπανηρή.

Τα πυρηνικά απόβλητα λοιπόν που παράγονται, όχι μόνο σαν προϊόντα της σχάσης, αλλά και σε όλα τα στάδια της επεξεργασίας των ραδιενεργών ισοτόπων (εξόρυξη, άλεση, εμπλουτισμό, ανακύκλωση κ.λ.π.) αποτελούν ένα ακόμη εμπόδιο για την ευρύτερη χρήση της πυρηνικής ενέργειας, παρ' ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες των αποβλήτων οφείλονται σε στρατιωτικές δραστηριότητες. Οι κίνδυνοι που εγκυμονούν μπορεί να είναι άμεσοι, από κάποια διαρροή των δοχείων φύλαξής τους, τα οποία πρέπει να

είναι σχεδιασμένα να αντέχουν ακόμη και σε περίπτωση ατυχήματος κατά τη μεταφορά τους, ενώ υπάρχουν αμφιβολίες κατά πόσο η αποθήκευσή τους παρέχει ασφάλεια από τυχόν διάβρωση κατά τη μακρόχρονη περίοδο που χρειάζονται οι τοξικές και ραδιενεργές ουσίες για να εξασθενήσουν.

Ίσως η επιστήμη έχει έτοιμη τη λύση για την ασφαλή διακίνηση και αποθήκευση των πυρηνικών καταλοίπων, αλλά ακόμη πιο δύσκολο πρόβλημα μπορεί να αποδειχθεί η εξάλειψη της δυσπιστίας του κόσμου.

Κεφαλαίο 3^ο :Το διεθνές & κοινοτικό θεσμικό πλαίσιο ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

3.1 Η Ενεργειακή πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Πρώτη προτεραιότητα: Η προστασία του περιβάλλοντος

Η ιδέα της Ενωμένης Ευρώπης θεμελιώθηκε πάνω στην Ενεργειακή συνεργασία και αλληλεξάρτηση, με την υπογραφή των συνθηκών για την Ευρωπαϊκή Κοινοπραξία Άνθρακα και Χάλυβα (Ε.Κ.Α.Χ.) και την Ευρωπαϊκή Κοινοπραξία Ατομικής Ενέργειας (Ε.Κ.Α.Ε.). Παρά το γεγονός ότι δύο από τις τρεις ιδρυτικές συνθήκες των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων αφορούσαν τον τομέα της Ενέργειας, η Ενωμένη Ευρώπη δεν είχε μέχρι λίγα χρόνια πριν, μια συγκροτημένη και ολοκληρωμένη πολιτική Ενέργειας. Το κενό αυτό έστω και με μεγάλη χρονική καθυστέρηση καλύφθηκε, αφού στις μέρες μας κανένας δεν αμφισβητεί την ανάγκη χάραξης μιας κοινής Ευρωπαϊκής στρατηγικής στον Ενεργειακό τομέα, ενός τομέα κρίσιμου για τη συνέχιση της επιτυχούς πορείας της ενοποιητικής διαδικασίας. Μάλιστα, τον τελευταίο καιρό η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δρομολογήσει μια σειρά από συγκεκριμένες πολιτικές και δράσεις στον ενεργειακό τομέα, δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στην προστασία του περιβάλλοντος, στην εξοικονόμηση ενέργειας, και στην προώθηση στα κράτη – μέλη της τεχνογνωσίας των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε) ως ένα μέσο για τη σταδιακή απεξάρτηση από το πετρέλαιο, την πυρηνική ενέργεια και τα ορυκτά καύσιμα που επιβαρύνουν τον πλανήτη και υποθηκεύουν τη συνέχεια της ανθρωπότητας.

Η Λευκή Βίβλος για μια Ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική⁶⁹ ορίζει τους στόχους και τις προτεραιότητες που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση στον ενεργειακό τομέα. Στόχοι μετρημένοι, πολύ καλά υπολογισμένοι, εφικτοί,

⁶⁹ Λευκή Βίβλος για Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Στρατηγική – Εισαγωγικό Σημείωμα

χωρίς τον υπολογισμό του πολιτικού κόστους (παρ' ό,τι πολλοί θίχτηκαν και διαμαρτυρήθηκαν)⁷⁰.

Στόχοι και προτεραιότητες ξεκάθαρα:

- η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ενεργειακή αυτάρκεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης,
- η κατοχύρωση της ανταγωνιστικότητας στον ενεργειακό τομέα,
- η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και
- η επίτευξη των παραπάνω στόχων με τη μέγιστη δυνατή προστασία του περιβάλλοντος και όσο το δυνατό μεγαλύτερη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης και επιβάρυνσης.

Παρατηρούμε από τους παραπάνω τέσσερις στόχους που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση στην ενεργειακή στρατηγική της, ένας εξ' αυτών (ο τέταρτος) είναι αφιερωμένος εξ' ολοκλήρου στην προστασία του περιβάλλοντος, ενώ περιβαλλοντική διάσταση έχουν και οι άλλοι τρεις αφού, κοιτώντας κανείς την ανάλυση της Λευκής Βίβλου για την ενέργεια, στα επιμέρους κεφάλαια, παρατηρεί ότι και οι τρεις άλλοι στόχοι εμπεριέχουν μέσα τους διατάξεις για την προστασία του περιβάλλοντος. Διατάξεις που κάνουν πράξη την ευχή του προέδρου της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, Ζακ Σαντέρ, για την αρμονική σύμπλευση ενεργειακή και Περιβαλλοντικής πολιτικής της Ένωσης.

Αναλυτικότερα:

Ο στόχος για την όσο το δυνατό μεγαλύτερη ενεργειακή αυτάρκεια πηγάζει από το γεγονός ότι η εξάρτηση της Ευρώπης από τις εισαγωγές ενεργειακών πρώτων υλών αγγίζει το 50%⁷¹. Μια τέτοια εξάρτηση με δεδομένες τις νέες παγκόσμιες προκλήσεις και προσπάθειες ολοκλήρωσης της Ευρωπαϊκής Εσωτερικής Αγοράς είναι κάτι παραπάνω από επικίνδυνη. Άρα αναγκαίος ο στόχος για δημιουργία προϋποθέσεων και υποδομής για την

⁷⁰ Βέβαια, μερικές φορές κατάφεραν να κωλυσιεργήσουν τις διαδικασίες και τις δράσεις, βλέπετε, τα συμφέροντα που διακυβεύονταν ήταν σημαντικά.

⁷¹ Πηγές από Ευρωπαϊκή Στατιστική Επιτροπή

όσο το δυνατό μεγαλύτερη ενεργειακή απεξάρτηση της Ένωσης από την εισαγωγή ενέργειας από τρίτες χώρες. Προϋποθέσεις όμως για δημιουργία Ενεργειακής Υποδομής οι οποίες πρέπει να σέβονται τις διατάξεις για την προστασία του περιβάλλοντος και να χρησιμοποιούν όπου είναι εφικτό τις Αναλώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)

Ο δεύτερος στόχος είναι αυτός της κατοχύρωσης της ανταγωνιστικότητας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση πιστεύει ότι οι αγορές ενέργειας πρέπει να είναι ανοικτές στον ανταγωνισμό. Γι' αυτό προχωρεί με γοργά βήματα στην κατεύθυνση αυτή. Όταν το φυσικό αέριο στην Ευρώπη κοστίζει 30% πιο ακριβά από τις ΗΠΑ και η ενέργεια στη χημική βιομηχανία 45% ακριβότερα, η προώθηση της απελευθέρωσης της αγοράς ενέργειας γίνεται κύριο μέλημα της Ευρώπης. Ήδη η οδηγία της απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας έχει εκδοθεί και αναμένεται η έκδοση της οδηγίας για το φυσικό αέριο⁷². Ανταγωνισμός όμως ο οποίος δεν πρέπει, να στηρίζεται στην επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος, αφού πολλές βιομηχανίες στην προσπάθεια για φθηνή ενέργεια «ξεχνούν» να εφαρμόσουν τις Κοινοτικές Οδηγίες για την προστασία του περιβάλλοντος. Γι' αυτό το λόγο οι έλεγχοι που οι Οδηγίες θεσπίζουν, είναι αυστηροί.

Τρίτος στόχος, η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει εδώ η διαφοροποίηση των πηγών ενέργειας. Ενώ την ασφάλεια της ομαλής μεταφοράς την αναλαμβάνουν τα διευρωπαϊκά δίκτυα μεταφοράς. Σ' αυτά τα δίκτυα τόσο στο εσωτερικό της, όσο και εκτός των συνόρων της, στα πλαίσια των ενεργειακών συμφωνιών – συμμαχιών με τρίτες χώρες, η Ευρωπαϊκή Ένωση δίνει προτεραιότητα. Ήδη, μέχρι το 1997 είχαν εγκριθεί 14 έργα Διευρωπαϊκών Δικτύων, ενώ 31 έργα διασύνδεσης Διευρωπαϊκών δικτύων βρίσκονται στη φάση της ολοκλήρωσης⁷³. Πάντα με σεβασμό στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Η σπουδαιότητα της μεταφοράς της ενέργειας έχει μεγάλη σημασία για την Ευρώπη και την ανάπτυξή της, ειδικά όταν δεν είναι ενεργειακά αυτόρκτης. Γι' αυτό κι όλες οι πολιτικές

⁷² Επίτροπο Χρήστος Παπουτσής, Ομιλία 19/6/1997, «Ενέργεια και Ανάπτυξη», Αθήνα

⁷³ Πηγές από Ευρωπαϊκή Στατιστική Επιτροπή

συνεργασίες της Ένωσης με τις τρίτες χώρες, διμερείς και περιφερειακές, έχουν μια ξεχωριστή πτυχή.

Για παράδειγμα το πρόγραμμα PHARE για την Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη εμπεριέχει μέσα του ξεχωριστό κεφάλαιο ενεργειακής συνεργασίας με τις παραπάνω χώρες. Ομοίως τα προγράμματα TACIS για τα Νέα Ανεξάρτητα κράτη και το πρόγραμμα MEDA για τις Μεσογειακές χώρες. Ενώ το πρόγραμμα SYNERGY προωθεί τη διεθνή ενεργειακή συνεργασία. Όσο για τη σύμβαση LOME που αποτελεί το μεγαλύτερο πρόγραμμα παροχής βοήθειας στον κόσμο, εμπεριέχει και αυτή κεφάλαιο ενεργειακής συνεργασίας με τις χώρες της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης. Πάντα στην ενεργειακή συνεργασία με τρίτες χώρες τίθεται η πτυχή της προστασίας του περιβάλλοντος όσο δυσβάσταχτη οικονομικά κι αν είναι αυτή για τις συνεργαζόμενες με την Ένωση χώρες.

Τέταρτος στόχος είναι η προστασία του περιβάλλοντος. προστασία του περιβάλλοντος και αειφόρος ανάπτυξη βρίσκονται στο επίκεντρο των ευρωπαϊκών και διεθνών συζητήσεων. Αυτή την περίοδο η Ένωση έχει ξεκινήσει μια σοβαρή προσπάθεια ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με την Πράσινη Βίβλο και το πρόγραμμα ALTERNER II για τη χρηματοδότηση της διάδοσής τους. Στις μέρες μας σχεδιάζετε μια Λευκή Βίβλος κι ένα πρόγραμμα Δράσης για τις ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας⁷⁴.

Όσον αφορά τώρα τη Διεθνή Ενεργειακή Σύγκλιση και πρωτίστων τη σύγκλιση Δύσης και Ανατολής, αυτή επιτεύχθηκε σε μεγάλο βαθμό τον Δεκέμβριο του 1994 με την υπογραφή του «Ευρωπαϊκού Ενεργειακού Χάρτη». Ως τις μέρες μας 45 χώρες έχουν υπογράψει τον παραπάνω Χάρτη μεταξύ των οποίων και οι ΗΠΑ, με τον οποίο προσδιόρισαν κοινή δέσμη μέτρων και ένα δεοντολογικό κώδικα για την ομαλή ενεργειακή συνεργασία⁷⁵. Όλα τα παραπάνω διαμόρφωσαν το κατάλληλο θεωρητικό υπόβαθρο για τον όσο το δυνατό ομαλό ενεργειακό εφοδιασμό και την ενεργειακή σύγκλιση των συμμετεχόντων χωρών αλλά και την ενεργειακή ανάπτυξη με σεβασμό στο

⁷⁴ Jacques Delors : Η ευρωπαϊκή πρόκληση

⁷⁵ Απόφαση Ευρωπαϊκού Συμβουλίου, 1996

περιβάλλον. Όλα αυτά τα μέτρα μένει να δοκιμαστούν τώρα στο χρόνο και στην πράξη, να διαπιστωθεί και η ανθεκτικότητα τους σε έναν κόσμο που συνεχώς μεταβάλλεται και από τη γεωπολιτική περνά στην γεωοικονομία.

Ήδη έχουν επιτευχθεί σε μεγάλο βαθμό οι απώτεροι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής με σεβασμό στους όρους ασφάλειας, οικονομικότητας, προστασίας της υγείας και του περιβάλλοντος. ειδικότερα πάνω στην προστασία της υγείας και του περιβάλλοντος, η Ευρώπη δούλεψε αρκετά σκληρά, παρά τις φωνές διαμαρτυρίας που ακούστηκαν και οι οποίες απαιτούσαν πρώτιστα την κατοχύρωση του ενεργειακού εφοδιασμού και μετέπειτα τη δημιουργία υποδομών προστασίας και ανάπτυξης της υγείας και του περιβάλλοντος. Παρ' όλα αυτά η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν κάμφθηκε, δίνοντας στην ενεργειακή της πολιτική μια περιβαλλοντική διάσταση με επίκεντρο πάντα τον άνθρωπο.

Η επιτυχία όμως της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν είναι εξασφαλισμένη επ' αόριστον. Μετά την ολοκλήρωση της εσωτερικής Αγοράς πρέπει να επανακαθοριστούν και να αιτιολογηθούν οι αμφιλεγόμενες θέσεις της ενεργειακής πολιτικής. Τούτο ισχύει πρωτίστως για το ρόλο της πυρηνικής ενέργειας, τις ενεργειακές τεχνολογίες που πρέπει να αναπτυχθούν για το μέλλον, και για την όσο το δυνατό μεγαλύτερη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου που ξεκινά από την αποτυχία των κρατών – μελών σχετικά με την περιστολή των εκπομπών ρύπων που προκαλούν το παραπάνω φαινόμενο. Αυτά για να είμαστε ακριβοδίκαιοι.

Το νέο άνοιγμα προς τις χώρες της Ανατολικής και Κεντρικής Ευρώπης που προωθεί η Ευρωπαϊκή Ένωση, η ενδυνάμωση της συνεργασίας με τα κράτη της Μέσης Ανατολής και η σύγκλιση των συμφερόντων με ανταγωνιστικές βιομηχανίες και αναπτυσσόμενες χώρες στον ενεργειακό τομέα, πρέπει πρωτίστως να αποκτήσει και διάσταση περιβαλλοντική, όποιο κι αν είναι το κόστος. Όσον αφορά τώρα των ευρωπαϊκό Χάρτη Ενέργειας με

τον οποίο επιχειρείται η ενεργειακή σύγκλιση Δύσης και Ανατολής αυτός πρέπει να δοκιμαστεί στην πράξη και τον χρόνο⁷⁶.

3.2 το διεθνές νομικό πλαίσιο

Σταθμό στη διεθνή συνεργασία, τόσο για την προστασία του κλιματικού συστήματος από επικίνδυνες ανθρωπογενείς επεμβάσεις όσο και για τη σταθεροποίηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων αερίων θερμοκηπίου, αποτελεί η Σύμβαση-Πλαίσιο για τις Κλιματικές Αλλαγές που υπεγράφη στο Ρίο και τέθηκε σε ισχύ στις 29 Μαΐου 1994. Ανταποκρινόμενα στη βασική αρχή του διεθνούς περιβαλλοντικού δικαίου της κοινής αλλά διαφοροποιημένης ευθύνης των κρατών, που ενσωματώνεται στη Σύμβαση-Πλαίσιο, τα βιομηχανικά κράτη συμφώνησαν (άρθρο 4, παράγραφοι 1 εδ.γ και 2 της Σύμβασης) από κοινού με τις αναπτυσσόμενες χώρες να ηγηθούν της προσπάθειας τροποποίησης των μακροπρόθεσμων τάσεων ανθρωπογενών εκπομπών, λαμβάνοντας μέτρα για τη μείωση έως το 2000 των αερίων θερμοκηπίου και τη διατήρησή τους στα επίπεδα του 1990. Συμφώνησαν επίσης να υλοποιήσουν την αρχή της διεθνούς περιβαλλοντικής συνεργασίας, μέσα από προγράμματα μεταφοράς αειφόρου τεχνολογίας, πρακτικών και διαδικασιών μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και παροχής νέων χρηματοδοτικών πόρων στις αναπτυσσόμενες χώρες σε όλους τους σχετικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων των τομέων της ενέργειας, των μεταφορών, της βιομηχανίας, της γεωργίας, της δασοκομίας και της διαχείρισης αποβλήτων.

Η Συνδιάσκεψη των Μερών COP-3, το θεσμικό όργανο της Σύμβασης-Πλαισίου, εκπόνησε στο Κιότο το 1997 το ομώνυμο Πρωτόκολλο, βασικό στοιχείο του οποίου είναι η δημιουργία δεσμευτικών εθνικών στόχων για τις χώρες του Παραρτήματος Ι⁷⁷, ώστε να μειώσουν τις συνολικές τους εκπομπές αερίων θερμοκηπίου για την περίοδο 2008-2012 τουλάχιστον κατά 5% σε

⁷⁶ Erwin Hackel : «Η Ευρώπη από το Α ως το Ω», σελ 73

⁷⁷ Δηλ. ανεπτυγμένες χώρες και χώρες σε μεταβατικό καθεστώς προς την οικονομία της αγοράς.

σχέση με τα επίπεδα του έτους 1990. Αυτές οι μειώσεις εκπομπών μπορεί να επιτευχθούν είτε απευθείας είτε μέσω της απόκτησης/ανταλλαγής Μονάδων Μείωσης Εκπομπών⁷⁸ (emission reduction units) για την επαληθευόμενη δημιουργία ταμειυτήρων άνθρακα, οι οποίοι αποσπών από την ατμόσφαιρα άνθρακα και τον αποθηκεύουν. Σκοπεύοντας παράλληλα στη διευκόλυνση της οικονομικής αποδοτικότητας, το Πρωτόκολλο του Κιότο θέσπισε μια σειρά από ευέλικτους, διεθνείς μηχανισμούς βασισμένους στην οικονομία της αγοράς, που διευκολύνουν τη μείωση των εκπομπών μέσα από την ουσιαστική προώθηση της ανάπτυξης και μεταφοράς τεχνολογίας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας:

- την Εμπορεία Εκπομπών, (Emissions Trading), η οποία επιτρέπει στις ανεπτυγμένες χώρες να αγοράζουν αχρησιμοποίητα μερίδια εκπομπών από αναλογούντα ποσοστά άλλων χωρών,
- την Κοινή Υλοποίηση Προγραμμάτων (Joint Implementation), η οποία βασίζεται σε συγκεκριμένα έργα (projects) και επιτρέπει στις ανεπτυγμένες χώρες να αποκτούν μονάδες μείωσης εκπομπών είτε υλοποιώντας έργα μετριασμού αερίων θερμοκηπίου αυτά καθεαυτά είτε μεταφέροντας τη σχετική τεχνολογία σε άλλη ανεπτυγμένη χώρα
- τον Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism), ο οποίος επίσης παρέχει τη δυνατότητα πιστοποίησης της μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στις ανεπτυγμένες χώρες ως συνέπεια της υλοποίησης, ανάπτυξης και λειτουργίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες του Παραρτήματος II του Πρωτοκόλλου.

⁷⁸ Η Μονάδα Μείωσης Εκπομπών αποτελεί μέσο ανταλλαγής που δημιουργήθηκε με τις μεταγενέστερες Συμφωνίες Βόννης (COP-6) και Μαρακές (COP-7) και ισοδυναμεί με 1 τόνο διοξειδίου του άνθρακα.

Επιπλέον, σύμφωνα με το άρθρο 2 του Πρωτοκόλλου, κάθε συμβαλλόμενη χώρα του Παραρτήματος Ι υποχρεούται να «εφαρμόσει και να αναπτύξει πολιτικές και μέτρα, σύμφωνα με τις εθνικές συνθήκες, όπως: προώθηση, έρευνα, ανάπτυξη και αύξηση της χρήσης νέων και ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, τεχνολογίες δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και προηγμένων και καινοτόμων αξιόπιστων τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον». Συνεπώς, χωρίς την αύξηση της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας θεωρείται πρακτικά αδύνατη η επίτευξη των ποσοτικοποιημένων δεσμευτικών στόχων της μείωσης των εκπομπών ή της περιορισμένης αύξησής τους. Το Πρωτόκολλο του Κιότο θα τεθεί προσεχώς σε ισχύ μετά την κύρωσή του από τη Ρωσική Ομοσπονδία. Δικαιολογημένα θεωρείται ως ο κινητήριος μοχλός σε διεθνές επίπεδο για την παρακίνηση των βιομηχανικών χωρών να αναπτύξουν νέες τεχνολογίες και για τη διευκόλυνση επενδύσεων ενεργειακά αποδοτικών και ανανεώσιμων τεχνολογιών στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Η συνεργασία και μεταφορά αειφόρου τεχνολογίας που συνεπάγεται ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης του Πρωτοκόλλου του Κιότο μετεξελίχθηκε σε αυτό που η Συνδιάσκεψη Κορυφής του Γιοχάνεσμπουργκ για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (2002), υιοθέτησε και ονόμασε «Εταιρικές Σχέσεις Τύπου 2» ανάμεσα σε κυβερνήσεις, τη βιομηχανία και την κοινωνία των πολιτών (περιλαμβανομένων των Μη Κυβερνητικών Οργανισμών και ιδιωτικών ιδρυμάτων). Στο Σχέδιο Εφαρμογής, που εκπονήθηκε στη Συνδιάσκεψη, τα κράτη της διεθνούς κοινότητας καλούνται να αυξήσουν σημαντικά και με επείγοντα τρόπο το συνολικό μερίδιο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ώστε να αυξηθεί η συμμετοχή τους στη συνολική παροχή ενέργειας⁷⁹

⁷⁹ Π.Πατρώνος/ Β.Καραγεώργου/Ανδ.Παπαπετρόπουλος (2004), World Summit on Sustainable Development (2002).

3.3 Συναφείς διεθνείς φορείς & οργανισμοί

Ο κεντρικός ρόλος ορισμένων διεθνών οργανισμών στο σχηματισμό του διεθνούς ενεργειακού δικαίου και συνακόλουθα στην προαγωγή της βιώσιμης ανάπτυξης αντικατοπτρίζει τη σημερινή αποδυνάμωση των εθνικών νομοθετικών εξουσιών, την αυξημένη σημασία της δραστηριότητας πολυεθνικών εταιριών, διεθνών τραπεζών και Μ.Κ.Ο στην αγορά ενέργειας αλλά και τις διασυννοριακές/ παγκόσμιες επιπτώσεις των περιβαλλοντικών ζητημάτων. Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (Δ.Ο.Ε., International Energy Agency) συστάθηκε το 1974, κατά τη διάρκεια της πρώτης πετρελαϊκής κρίσης. Εξακολουθεί να λειτουργεί στο πλαίσιο του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Ο.Ο.Σ.Α) ως αυτόνομος οργανισμός με 25 χώρες-μέλη (κυρίως του Ο.Ο.Σ.Α.) και κύριο λόγο ύπαρξης, εκτός από τη διασφάλιση των ενεργειακού εφοδιασμού, τη διενέργεια τεχνολογικών ερευνών με επίκεντρο τον ενεργειακό χώρο και τη συλλογή πληροφοριών στην αγορά ενέργειας.

Ο Δ.Ο.Ε. έχει δημιουργήσει ένα νομικό πλαίσιο διεθνούς συνεργασίας⁸⁰, η οποία καλύπτει ένα ευρύ φάσμα ενεργειακών τεχνολογιών, όπως ορυκτών καυσίμων, ΑΠΕ, πυρηνικής σύντηξης, αποδοτικής ενεργειακής μετατροπής⁸¹, ενώ εμπλέκονται σ' αυτήν κυβερνητικά ιδρύματα, πανεπιστήμια, δημόσιες επιχειρήσεις κοινής ωφελείας και ιδιωτικές επιχειρήσεις. Ειδικά για τις ΑΠΕ, η έρευνα και ταυτοποίηση των σχετικών τεχνολογιών επιβλέπεται από την Ομάδα Εργασίας Τεχνολογιών Ανανεώσιμης Ενέργειας⁸², η οποία λογοδοτεί στην Επιτροπή Ενεργειακής Έρευνας και Τεχνολογίας⁸³. Το πρόγραμμα συνεργασίας στην έρευνα συστημάτων ανεμογεννητριών ξεκίνησε το 1977, ενώ το ίδιο έτος δημιουργήθηκε και το πρόγραμμα ηλιακής θέρμανσης και ψύξης με 21 συμβαλλόμενα μέλη.

⁸⁰ Μέσα από Συμφωνίες Εφαρμογής (Implementing Agreements) μεταξύ των συμβαλλόμενων μελών.

⁸¹ Working Party for Renewable Energy Technologies (WPRE).

⁸² <http://www.afm.dtu.dk/wind/iea>.

⁸³ Committee on Energy Research and Technology (CERT).

Το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για την Ανάπτυξη (UNDP, United Nations Development Programme), αποτελεί το βασικό θεσμικό/χρηματοδοτικό εργαλείο του Ο.Η.Ε. για την ανάπτυξη ενώ παράλληλα διευθύνει αρκετά ενεργειακά προγράμματα που σχετίζονται με την προώθηση ενεργειακών συστημάτων μικρής κλίμακας, την ανάπτυξη τεχνολογιών εκμετάλλευσης ΑΠΕ - κυρίως μέσω του Παγκόσμιου Περιβαλλοντικού Ταμείου (Global Environmental Facility) σε συνεργασία με τη Διεθνή Τράπεζα για την Ανασυγκρότηση και Ανάπτυξη (World Bank). Ένα από τα τέσσερα προγράμματα του UNDP για τη διασφάλιση της περιβαλλοντικής αειφορίας αφορά στην προαγωγή συστημάτων εκμετάλλευσης ΑΠΕ σε απομακρυσμένες, εκτός δικτύου αγροτικές κοινότητες, και στην υποστήριξη προγραμμάτων ενεργειακής αποδοτικότητας σε αστικές περιοχές⁸⁴.

Το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (UNEP, United Nations Environment Programme) δημιουργήθηκε το 1972 με εντολή την προώθηση μιας παγκόσμιας προσέγγισης σε περιβαλλοντικά θέματα αειφόρου ανάπτυξης. Ανάμεσα στις πέντε περιοχές προτεραιοτήτων που υιοθετήθηκαν στη λεγόμενη «Διακήρυξη του Ναϊρόμπι» το 1997 περιλαμβάνεται και η μεταφορά τεχνολογίας, στο πλαίσιο της οποίας καταβάλλεται προσπάθεια ανάπτυξης πολιτικού και οικονομικού περιβάλλοντος, μέσα στο οποίο η αειφόρος ενέργεια θα μπορέσει να ανταποκριθεί στις παγκόσμιες ενεργειακές προκλήσεις. Η αλλαγή συμπεριφοράς και νοοτροπίας χρηματοδοτικών θεσμικών οργάνων, ώστε να στηρίζουν επενδύσεις σε τεχνολογίες αειφόρου ενέργειας, αποτελεί συστατικό στοιχείο της Χρηματοδοτικής Πρωτοβουλίας για την Αειφόρο Ενέργεια (SEFI, Sustainable Energy Finance Initiative) του UNEP⁸⁵

⁸⁴ <http://www.undp.org/trustfunds/Energy-English-Final.pdf>

⁸⁵ <http://www.unep.org>

Κεφάλαιο 4^ο : Οι μηχανισμοί της αγοράς για την προώθηση των ΑΠΕ – Σχετικά μοντέλα ανάπτυξης σε επιλεγμένες χώρες

4.1. Εκπαίδευση-κατάρτιση

Η διάχυση γνώσεων στο κοινό, στα κέντρα λήψης αποφάσεων, στους ΜΚΟ και στον ιδιωτικό τομέα σχετικά με τις εφαρμογές και τη σχέση κόστους-οφέλους των ΑΠΕ θεωρείται ζωτικής σημασίας για την οικοδόμηση μιας πολιτικής υποστήριξης στη λήψη αναγκαίων νομοθετικών ή κανονιστικών διοικητικών μέτρων για την προώθηση των σχετικών τεχνολογιών. Η εκπαίδευση λαμβάνει τη μορφή κατάρτισης που απευθύνεται σε αρχιτέκτονες, μηχανικούς, κατασκευαστές, στελέχη του ιδιωτικού τομέα και υπαλλήλους όλων των βαθμίδων της δημόσιας διοίκησης και στοχεύει στην ενημέρωση για τις διαθέσιμες τεχνολογίες ΑΠΕ και τις εφαρμογές τους, για τις υποχρεώσεις που θεσπίζονται με νόμους για την προώθηση των ΑΠΕ και για τη σχέση κόστους-οφέλους των σχετικών μέτρων.

Ένα αποτελεσματικό και ανέξοδο εκπαιδευτικό μέτρο είναι η κατάταξη (rating) των εταιρειών με βάση τον «πράσινο» χαρακτήρα των προϊόντων τους. Στις Η.Π.Α. η συνεργασία μεγάλων περιβαλλοντικών οργανώσεων με ενώσεις καταναλωτών και εκπροσώπους της βιομηχανίας έχει οδηγήσει στη δημιουργία του προγράμματος πιστοποίησης «καθαρού» ηλεκτρισμού Πράσινος- Η (Green-E), το οποίο επιτρέπει στους ενεργειακούς μετατροπείς να φέρουν τον λογότυπο Πράσινος-Η, εφόσον πληρούν ορισμένες αυστηρές προϋποθέσεις, π.χ. εφόσον χρησιμοποιούν κατά 50% τουλάχιστον ΑΠΕ⁸⁶.

⁸⁶ Στο πρόγραμμα περιλαμβάνεται ο ανά διετία έλεγχος του αληθούς της διαφήμισης του λογότυπου, ώστε να ενημερώνονται υπεύθυνα οι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας για τις πράσινες ενεργειακές προσφορές. Επιπλέον, η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας στις Η.Π.Α. (Pennsylvania, California) συνοδεύτηκε από την καθιέρωση του Ενεργειακού Βαθμολογικού Καταλόγου (Power Scorecard), στον οποίο κατατάσσονται βαθμολογικά τα ενεργειακά προϊόντα και οι υπηρεσίες ανάλογα με την περιβαλλοντική τους ποιότητα, ώστε να διευκολύνεται η καλά πληροφορημένη και υπεύθυνη επιλογή του καταναλωτή.

Αντίστοιχης σημασίας είναι και τα προγράμματα απονομής «πράσινων» βραβείων σε εταιρείες, οργανισμούς και προϊόντα για τα οποία έχει χρησιμοποιηθεί αιεφόρος τεχνολογία.

4.2. Εκτίμηση ενεργειακών πηγών, προσαρμογή στις τοπικές ανάγκες και μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Η εκτίμηση του ανανεώσιμου ενεργειακού δυναμικού είναι κρίσιμη παράμετρος για την ελαχιστοποίηση της αβεβαιότητας που συνδέεται με την επένδυση σε τεχνολογίες ΑΠΕ, αφού, μέσω της μέτρησης του μεγέθους και της έντασης κυρίως των ηλιακών και αιολικών πηγών σε διάφορες τοποθεσίες, διευκολύνονται οι επενδυτές στην επιλογή της βέλτιστης τοποθεσίας για την ανάπτυξή τους. Η πιο σημαντική πτυχή της προαγωγής των ΑΠΕ είναι ο υπολογισμός των τοπικών αναγκών, η προσαρμογή του αιεφόρου ενεργειακού σχεδιασμού σ' αυτές και η συμμετοχή των τοπικών κοινοιών στο σχεδιασμό των έργων ΑΠΕ. Τα μέλη των τοπικών κοινοιών δεν μπορεί να αντέξουν οικονομικά μια ενδεχόμενη αποτυχία των ΑΠΕ, οι οποίες είναι πιθανό αφενός να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους και αφετέρου να μειώσουν το τοπικό εισόδημα.

Γι' αυτό ο εμπλεκόμενος σε έργα ΑΠΕ κρατικός τομέας θα πρέπει να θεσπίζει ως απόλυτη υποχρέωση την εκτίμηση των τοπικών αναγκών και την επίτευξη της εμπλοκής των τοπικών συμφερόντων στο σχεδιασμό των έργων. Ένα από τα πιο αποτελεσματικά μέτρα για την διασφάλιση της γνωστοποίησης προς το κοινό των περιβαλλοντικών συνεπειών των έργων ΑΠΕ και των συμβατικών ενεργειακών μονάδων είναι οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Οι μελέτες αυτές πρέπει να περιγράφουν λεπτομερειακά τις επιδράσεις στο περιβάλλον των προτεινόμενων δραστηριοτήτων, τις αναπόφευκτες αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, τις εναλλακτικές λύσεις προς τις προτεινόμενες δραστηριότητες, τα βραχυπρόθεσμα σε αντιδιαστολή προς τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα και οποιεσδήποτε μη αναστρέψιμες δεσμεύσεις πόρων.

4.3. Μηχανισμοί αγοράς

Ο ρόλος της νομοθεσίας και της κανονιστικής δράσης της διοίκησης είναι καθοριστικός για την ανάκληση των επιδοτήσεων στην παραγωγή και / ή χρήση ορυκτών καυσίμων και αποτελεί παράλληλα το πιο άμεσο νομικό μέτρο για την προαγωγή καθαρής ενέργειας. Η άρση των επιδοτήσεων δεν είναι μόνο ανέξοδη αλλά αποτελεί εξ ορισμού και ασφαλές μέτρο αύξησης του εισοδήματος. Οι χρηματικοί πόροι που εξοικονομούνται από την αφαίρεση των επιδοτήσεων μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη καθαρής εναλλακτικής τεχνολογίας στον εσωτερικό ενεργειακό τομέα. Στις περισσότερες χώρες τα ορυκτά καύσιμα εισάγονται με μεγάλο κόστος για την οικονομία, εκτοπίζοντας τη δυνατότητα για επενδύσεις σε βασικές κοινωνικές ανάγκες, όπως η παιδεία, η υγεία και το περιβάλλον. Όσες χώρες διαθέτουν δικούς τους ενεργειακούς πόρους ορυκτών καυσίμων μπορεί να εκτρέψουν τα κεφάλαια, που χρησιμοποιούνται στις επιδοτήσεις, σε ευεργετικές δραστηριότητες επανακατάρτισης του εργατικού δυναμικού και δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας καθώς και στην ανάπτυξη καθαρών πηγών ενέργειας, οι οποίες μπορεί επίσης να παραχθούν εσωτερικά.

Και ενώ οι επιδοτήσεις ενεργειακής τεχνολογίας και καυσίμων στρεβλώνουν ανεπιθύμητα τη λειτουργία της αγοράς, οι προσωρινές επιχορηγήσεις και φορολογικές απαλλαγές των αειφόρων τεχνολογιών μπορεί να αποβούν αποτελεσματικές και χρήσιμα εισαγωγικά κίνητρα για τη διευκόλυνση της αποδοχής τους από το ανταγωνιστικό περιβάλλον της αγοράς. Επιπλέον, όπου εξακολουθεί να ισχύει καθεστώς επιδοτήσεων σε ορυκτά καύσιμα, η οικονομική στήριξη των ΑΠΕ θεωρείται επιβεβλημένη, ώστε να εξισορροπήσουν οι όροι του ενεργειακού ανταγωνισμού.

Ουσιαστική προώθηση της χρήσης καθαρής ενέργειας επιτυγχάνεται πάλι με νομοθετικές ή κανονιστικές πρωτοβουλίες, οι οποίες εστιάζουν στην ενσωμάτωση του εξωτερικού κόστους των συμβατικών ενεργειακών τεχνολογιών. Συχνά, όταν το κόστος χρήσης ορυκτών καυσίμων συγκρίνεται με αυτό των καθαρών ενεργειακών πηγών, το κόστος εις βάρος της κοινωνίας

από τις εκπομπές των ορυκτών καυσίμων αγνοείται με αποτέλεσμα να του προσδίδεται μηδενική αξία. Πολλές μελέτες, όμως, έχουν αποδείξει ότι το εξωτερικό αυτό κόστος είναι κρίσιμης σημασίας, ιδιαίτερα όσον αφορά τα ραγδαία αυξανόμενα περιστατικά θνησιμότητας και προβλημάτων στην ανθρώπινη υγεία.

Σχετικοί με την εσωτερίκευση του εξωτερικού κόστους και την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» είναι και οι αντιρρυπαντικοί φόροι (pollution taxes)⁸⁷. Η φορολόγηση των ρυπογόνων καυσίμων είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος προώθησης, μέσα στην ελεύθερη αγορά, του ελέγχου της υπερβολικής ενεργειακής κατανάλωσης και των ρυπογόνων εκπομπών. Οι φόροι αυτοί αυξάνουν την τιμή των εντάσεως-εκπομπών προϊόντων ή διαδικασιών και μειώνουν τα κέρδη από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, επιτρέποντας έτσι στις δυνάμεις της αγοράς να ενθαρρύνουν την υιοθέτηση των τεχνολογιών ΑΠΕ. Η επιβολή αντιρρυπαντικής φορολογίας έχει βέβαια πολιτικό κόστος, αφού κάποιες εντάσεως-ενέργειας βιομηχανίες και θέσεις εργασίας αναπόφευκτα θα θιγούν. Εάν, όμως, η φορολόγηση αυτή αντισταθμισθεί από περικοπές άλλων επιχειρηματικών/ εταιρικών φόρων, τότε μπορεί να δημιουργήσει καθαρό οικονομικό όφελος⁸⁸.

Στο συνολικό κόστος εισαγωγής ΑΠΕ περιλαμβάνεται συχνά και το υψηλό κόστος των αρχικών επενδύσεων σε κεφάλαιο/τεχνολογία. Η εξοικονόμηση χρημάτων, όμως, σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής των πηγών αυτών τις καθιστά πολύ φθηνότερες σε βάθος χρόνου από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, διότι η πλήρης απουσία εξόδων για καύσιμα και το χαμηλό κόστος συντήρησης των μονάδων, καθ' όλη την αναμενόμενη διάρκεια ζωής τους, οδηγεί σε σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα. Άρα και οι αντίστοιχες νομοθετικές και

⁸⁷ Η.Ευθυμιόπουλος/Μ.Μοδινός (2002).

⁸⁸ Με την αντίστοιχη μείωση των φόρων στο κεφάλαιο, στις επενδύσεις ή στην εργασία βελτιώνεται η λειτουργία της αγοράς και η μακρο-οικονομική ανταγωνιστικότητα των οικονομιών, ενώ οι φόροι σε ρυπαντικές δραστηριότητες και προϊόντα μεταφέρουν το φορολογικό βάρος στις αρνητικές ως προς την κοινωνία δραστηριότητες και μειώνουν τις στρεβλώσεις στην αγορά αυξάνοντας την απασχόληση («διπλό μέρισμα» περιβαλλοντικών φόρων).

κανονιστικές απαιτήσεις για υπολογισμό του κόστους του συνολικού κύκλου ζωής είναι εφικτές και ανέξοδες.

Τα Εμπορεύσιμα Πιστοποιητικά Ανανεώσιμης Ενέργειας (Tradable Renewable Energy Certificates) αποτελούν άλλον ένα μηχανισμό προβολής της χρήσης ανανεώσιμης ενέργειας, μέσω της προώθησης στην αγορά του περιβαλλοντικού οφέλους της πράσινης ενέργειας χωριστά από την ίδια την ενέργεια. Τα πιστοποιητικά διασφαλίζουν ότι ο αγοραστής (πελάτης) αναλαμβάνει μια δέσμευση από τον πωλητή (έμπορο ενέργειας), ότι η ηλεκτρική ενέργεια που αγοράζει (συνήθως σε kWh) έχει ανανεώσιμα χαρακτηριστικά. Τα εμπορεύσιμα πιστοποιητικά έχουν διπλό ρόλο: αυτόν του λογιστικού μηχανισμού παρακολούθησης και επαλήθευσης⁸⁹ και αυτόν της εμπορίας των ανανεώσιμων χαρακτηριστικών σε γεωγραφικές τοποθεσίες, που δεν είναι διαθέσιμη η ανανεώσιμη ενέργεια, επιτρέποντας σε όσους επιθυμούν να την αγοράσουν να το κάνουν έμμεσα.

4.4. Εταιρικές σχέσεις βιομηχανίας-δημοσίου τομέα, μέσα δημόσιας χρηματοδότησης

Πολλές βιομηχανίες έχουν αναλάβει προγράμματα για την προώθηση της χρήσης ανανεώσιμης ενέργειας από κοινού με τον δημόσιο τομέα, στο πλαίσιο μιας εταιρικής σχέσης συγχρηματοδότησης. Μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες -όπως η Shell Oil, η BP, η Dupont κ.ά.- έχουν εκπονήσει τέτοια προγράμματα, ενώ όλες οι μεγάλες αμερικανικές και ιαπωνικές αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν υιοθετήσει, σε συνεργασία με τις αντίστοιχες κυβερνήσεις τους, επιθετικά προγράμματα ανάπτυξης αυτοκινήτων που φέρουν ως κινητήρες κυψέλες-καυσίμου υδρογόνου.

⁸⁹ Όπως π.χ. στο Texas, όπου τα Εμπορεύσιμα Πιστοποιητικά συνδυάζονται με τα Σταθερότυπα Ανανεώσιμων Χαρτοφυλακίων (Renewable Portfolio Standards) που απαιτούν από τις εταιρείες παροχής ηλεκτρικού ρεύματος να αγοράζουν ένα ποσοστό της ενέργειας που πωλούν από ΑΠΕ. Ένα μηχανογραφημένο σύστημα παρακολουθεί και επαληθεύει τα Πιστοποιητικά που δημιουργούνται και πωλούνται.

Μέσα δημόσιας χρηματοδότησης εφαρμόζονται στην Ολλανδία, όπου έχουν νομοθετηθεί απαλλαγές ή μειώσεις φόρων σε ποσοστό 40% και 52% του κόστους για επενδύσεις σε ΑΠΕ, ενώ επιχορηγούνται επιτόκια δανειοδοτήσεων για «πράσινα» έργα μειώνοντας κατά 1-2 ποσοστιαίες μονάδες τα ισχύοντα επιτόκια δανεισμού. Η Βραζιλία παράγει ένα σημαντικό μέρος του ηλεκτρισμού της από βιομάζα, κυρίως λόγω ενός προγράμματος παραγωγής αιθανόλης από φυτείες ζαχαροκάλαμων ειδικά καλλιεργημένες για παραγωγή καυσίμου⁹⁰, που ξεκίνησε το 1975. Υπολογίζεται ότι έχει εξοικονομήσει πάνω από \$40 δισ. σε εισαγωγές πετρελαίου.

Σημαντικό μέσο ιδιωτικής χρηματοδότησης έργων ΑΠΕ αποτελεί η Χρηματοδότηση Από Τρίτους (ΧΑΤ) που προβλέπεται στην Οδηγία 93/76 (Οδηγία SAVE). Με τη ΧΑΤ κινητοποιούνται ιδιωτικά κεφάλαια σε επενδύσεις ΑΠΕ μεσαίας κλίμακας υπό τη μορφή σύμβασης παραχώρησης ιδιωτικού τομέα με αυτοχρηματοδότηση. Ο Φορέας ΧΑΤ είναι ο επενδυτής/χρηματοδότης, ο οποίος φέρει τον επενδυτικό κίνδυνο και παρέχει ένα σύνολο υπηρεσιών (σχεδιασμός, χρηματοδότηση, κατασκευή, λειτουργία κ.λπ.) προς τον πελάτη/χρήστη με αντάλλαγμα την παραγωγή και διάθεση ενέργειας έως τη λήξη της σύμβασης, οπότε ο εξοπλισμός μεταβιβάζεται στο χρήστη έναντι συμβολικού τιμήματος.

4.5. Ανάπτυξη ΑΠΕ στο Ηνωμένο Βασίλειο

Κεντρικό εργαλείο προώθησης των ΑΠΕ στο Ην. Βασίλειο αποτέλεσε Η Υποχρέωση για Μη-Ορυκτά Καύσιμα (NFFO, Non-Fossil Fuel Obligation), μια νομοθετική ρύθμιση επιδότησης των ΑΠΕ ώστε να φθάσουν στο σημείο εμπορικής απογείωσης. Σύμφωνα με αυτή, οι ανεξάρτητοι παραγωγοί ΑΠΕ υποβάλλουν στην Υπηρεσία Αγοράς Μη-Ορυκτών (Non-Fossil Purchasing Agency) προσφορές ανά τεχνολογική «συχνότητα» -έτσι ώστε ο ανταγωνισμός των προσφορών να υφίσταται ανάμεσα στον ίδιο τεχνολογικό

⁹⁰ Οι ενεργειακές αυτές φυτείες καταλαμβάνουν σήμερα 2.7 εκατομμύρια εκτάρια γης, απασχολούν δε περίπου 350 μονάδες διύλισης και προσφέρουν 700.000 αγροτικές θέσεις εργασίας.

τομέα- για να επιλεγεί αυτός με τη χαμηλότερη προσφορά μέχρι την κάλυψη της συνολικής Δηλωμένης Ωφέλιμης Δυναμικότητας για την οποία γίνεται ο διαγωνισμός.

Οι εταιρείες παροχής ηλεκτρικού ρεύματος είναι υποχρεωμένες να απορροφήσουν όλη την ισχύ των μειοδοτών παραγωγών ΑΠΕ, των οποίων η αμοιβή χρηματοδοτείται έως ένα όριο από το «δασμό ορυκτών καυσίμων» και το υπόλοιπο υπερβάλλον κόστος επιβαρύνει τους καταναλωτές. Το αποτέλεσμα αυτής της ανταγωνιστικής προσέγγισης ήταν ότι οι τιμές ανά KW άρχισαν να πέφτουν δραματικά⁹¹. Το υψηλό ανταγωνιστικό σύστημα της NFFO, όμως, σήμαινε αφενός ότι οι μειοδότες παραγωγοί ήταν συνήθως εταιρείες με μεγάλη οικονομική επιφάνεια αλλά με μικρό ενδιαφέρον για την ουσιαστική επιτυχία των ΑΠΕ⁹² και αφετέρου οι μειοδότες παραγωγοί αιολικής ενέργειας υποχρεώνονταν -για να κερδοφορήσουν γρήγορα και να αντισταθμίσουν τη χαμηλή τους προσφορά- να επιλέγουν υψηλού αιολικού δυναμικού τοποθεσίες, οι περισσότερες από τις οποίες βρίσκονταν σε περιβαλλοντικά ευαίσθητες ορεινές περιοχές, με αποτέλεσμα τη δημιουργία σοβαρών συγκρούσεων με τους τοπικούς πληθυσμούς για τη χωροθέτηση των Α/Γ.

Το 2002, μια νέα ρύθμιση, η Υποχρέωση για Ανανεώσιμες (RO, Renewables Obligation), αντικατέστησε την NFFO. Σύμφωνα με τη νέα ρύθμιση, οι εταιρείες παροχής ηλεκτρικού ρεύματος οφείλουν έως το 2010 να προμηθευτούν το 10% της ενέργειάς τους από ΑΠΕ, προχωρώντας σε χρονικά στάδια με ενδιάμεσους στόχους. Όταν πετυχαίνουν τους απαιτούμενους στόχους, λαμβάνουν τα Πιστοποιητικά Υποχρεώσεων για Ανανεώσιμες (Renewable Obligation Certificates). Όπως και με την NFFO, οι εταιρείες δικαιούνται να περάσουν το υπερβάλλον κόστος στους καταναλωτές μέχρι όμως μια τιμολογιακή οροφή, η οποία δημιουργείται από την ύπαρξη οδών διαφυγής για εταιρείες, που δεν μπορούν να πετύχουν τους στόχους της ρύθμισης: οι εταιρείες αυτές είτε μπορεί να πληρώσουν ένα πρόστιμο (3p/KW)

⁹¹ Elliott, D. (2003).

⁹² Η έντονη ανταγωνιστικότητα της NFFO αποθάρρυνε μικρούς επενδυτές και την εγχώρια βιομηχανία κατασκευής τεχνολογίας ΑΠΕ

είτε να αγοράσουν τα Πιστοποιητικά από εταιρείες που καταφέρνουν να προμηθευτούν περισσότερη ενέργεια ΑΠΕ από αυτή που χρειάζονται. Σαν αποτέλεσμα, η αγορά ανανεώσιμης ενέργειας είναι οικονομικά ελκυστική, αν κοστίζει λιγότερο από 3p/KW πάνω από την τιμή της συμβατικής ενέργειας. Έτσι, η ανταγωνιστική υποχρέωση για ανάπτυξη ΑΠΕ διατηρείται και δημιουργείται παράλληλα οροφή τιμών για την αγορά Πιστοποιητικών και για τη μετατροπή ενέργειας από ΑΠΕ.

4.6. Οι αιολικές συντεχνίες της Δανίας

Σε αντίθεση με το Ην. Βασίλειο, η κρατική στήριξη μετέβαλε τη μικρή αυτή χώρα όχι μόνο σε μεγάλο κέντρο αιολικής ενέργειας αλλά και στο μεγαλύτερο βιομηχανικό κέντρο της μόνης τεχνολογίας ΑΠΕ που μπορεί να ανταγωνισθεί οικονομικά επί ίσοις όροις με τα ορυκτά καύσιμα⁹³. Για να ενθαρρύνει την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, το κράτος βασίσθηκε αρχικά σε έναν συνδυασμό φορολογικής πολιτικής και επιχορηγήσεων. Στα πρώτα βήματα περιλαμβάνονταν οι εξής τομείς:

- Πρόγραμμα Έρευνας και Ανάπτυξης⁹⁴ με στόχο κυρίως την κατασκευή μεγάλων Α/Γ (άνω των 500KW).
- Πιστοποίηση Α/Γ μετά από δοκιμαστικό έλεγχο, ως προϋπόθεση αρχικά για παροχή κρατικών επιδοτήσεων και αργότερα για σύνδεση με το δίκτυο.
- Επιχορηγήσεις Κεφαλαίου.
- Υποχρεωτική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, με τις εταιρείες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας να πληρώνουν υποχρεωτικά το 85% της λιανικής τιμής ηλεκτρικού ρεύματος για την αιολική ενέργεια που αγοράζουν από ιδιόκτητες Α/Γ.

⁹³ Η Δανία κατασκευάζει περίπου 1GW αιολικής ισχύος το χρόνο -το ισοδύναμο δηλαδή δύο μεγάλων πυρηνικών εργοστασίων ή εργοστασίων γαιάνθρακα, ενώ παράλληλα έχουν δημιουργηθεί 16.000 θέσεις εργασίας.

⁹⁴ Από το 1976, το 10% περίπου του συνολικού προϋπολογισμού ενεργειακής έρευνας της Δανίας στρέφεται στην αιολική ενέργεια.

Η λύση της Δανίας στο πρόβλημα της αρνητικής αποδοχής των αιολικών πάρκων από ιδιοκτήτες γης, περιβαλλοντολόγους και τον τοπικό πληθυσμό, βασίσθηκε στη στρατηγική του να επιτραπεί η ιδιοκτησία Α/Γ από συντεχνίες ή συνεταιρισμούς και να απαιτηθεί από τα μέλη-ιδιοκτήτες να κατοικούν εντός 3 χλμ. από την τοποθεσία. Οι συντεχνίες αυτές σχημάτισαν σταδιακά την Ένωση Ιδιοκτητών Α/Γ Δανίας, η οποία εξελίχθηκε σε ισχυρή πολιτική δύναμη. Σήμερα, 100.000 οικογένειες είναι ιδιοκτήτες Α/Γ ή μετοχών σε αιολικούς συνεταιρισμούς⁹⁵.

Η Δανία φορολογεί κάθε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και με μέρος της φορολόγησης αυτής χρηματοδοτεί το μηχανισμό στήριξης της αιολικής ενέργειας. Η δομή του φορολογικού συστήματος θεωρείται περίπλοκη καθώς υπάρχουν τρεις περιβαλλοντικοί φόροι: ένας ενεργειακός φόρος, ένας φόρος στις εκπομπές CO₂ και ένας φόρος στις εκπομπές SO₂⁹⁶. Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας οδήγησε πρόσφατα στην τροποποίηση του νομικού καθεστώτος στήριξης των ΑΠΕ: από το σύστημα σταθερών πληρωμών η Δανία πέρασε στο ανταγωνιστικό σύστημα σταθερότυπων ανανεώσιμου χαρτοφυλακίου, που ισχύει κυρίως στις Η.Π.Α, στο Ην. Βασίλειο και στην Ολλανδία.

4.7. Η γερμανική προσέγγιση για την ανάπτυξη ΑΠΕ

Όπως καταδεικνύει η γερμανική εμπειρία, ενώ ο ανταγωνισμός δεν είναι απαραίτητα κακή επιλογή, δεδομένου ότι με καθεστώς ώριμης τεχνολογίας μπορεί να διατηρήσει χαμηλά το ενεργειακό κοστολόγιο και να διασφαλίσει την επαρκή και αποδοτική (και άρα περιβαλλοντικά φιλική) χρήση των ενεργειακών πόρων, η επίμονη προσκόλληση στην επίτευξη χαμηλών τιμών αποδεικνύεται συνήθως αντιπαραγωγική όσον αφορά την ανάπτυξη

⁹⁵ Ο σχετικός νόμος τροποποιήθηκε το 1996, ώστε να επιτρέπεται η ιδιοκτησία ισχύος έως 30.000KWh το χρόνο από άτομο που ζει ή εργάζεται ή έχει ακίνητη περιουσία στο δήμο της εγκατάστασης.

⁹⁶ Επιπλέον, τιμολογείται διαφορετικά η «βαρεία» και «ελαφριά» χρήση ενέργειας. Στην πρώτη περιλαμβάνονται 35 διαφορετικές εντάσεως-ενέργειας διαδικασίες παραγωγής όπως η παραγωγή τσιμέντου.

νέων αιεφόρων τεχνολογιών. Στη Γερμανία το μεγαλύτερο μέρος της επιτυχίας του προγράμματος προώθησης των ΑΠΕ οφείλεται στον *Stromeinspeisungsgesetz*, δηλ. στο νόμο σχετικά με την Υποχρεωτική Τροφοδοσία ΑΠΕ στο Δημόσιο Ηλεκτρικό Δίκτυο (EFL, Electricity Feed-in Law).

Με το σύστημα σταθερής/ εγγυημένης τιμής ηλεκτρισμού από ΑΠΕ που επιβάλλει ο νόμος ισχυροποιήθηκαν σημαντικά οι επιχορηγήσεις για την ανάπτυξη αιεφόρων τεχνολογιών. Εκτός από τον ομοσπονδιακό νόμο, ορισμένα γερμανικά κρατίδια έχουν υιοθετήσει δικούς τους νόμους για την προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας⁹⁷. Το 1990 η Γερμανία υιοθέτησε το πρόγραμμα αιολικής ενέργειας 250MW, το οποίο επιχορηγεί είτε την παραγωγή ηλεκτρισμού είτε την κεφαλαιουχική δαπάνη. Το γερμανικό σύστημα επιδοτήσεων δεν τόνωσε μόνο την ανάπτυξη της μεγαλύτερης σήμερα στον κόσμο εγκατεστημένης αιολικής ισχύος αλλά δημιούργησε και μια βιομηχανία κατασκευής Α/Γ από το μηδέν.

Προβληματισμός έχει αναπτυχθεί για τον έντονα προστατευτικό χαρακτήρα κρατικής βοήθειας που συνιστά ο EFL, υπό το πρίσμα μάλιστα του σχεδιασμού από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενός πανευρωπαϊκού συστήματος εμπορίας πιστοποιητικών σε περιβάλλον ελεύθερης ενεργειακής αγοράς. Η πολιτική επιδοτήσεων είναι αναμφίβολα ευεργετική στα πρώιμα στάδια της εμπορικής ιστορίας μιας αιεφόρου τεχνολογίας, μπορεί δε να ανακαλείται σταδιακά καθώς η τεχνολογία αυτή ωριμάζει. Εάν τελικά υλοποιηθεί η ιδέα ενός πανευρωπαϊκού συστήματος εμπορίας πιστοποιητικών, που πιθανώς να ακολουθήσει την πολυπόθητη εναρμόνιση της ευρωπαϊκής ενεργειακής αγοράς, τότε θα υπάρξει σημαντική διαφοροποίηση του περιβάλλοντος εκκόλαψης των νέων τεχνολογιών και η σκοπιμότητα του EFL θα τεθεί σε νέες βάσεις.

⁹⁷Η Βόρεια Ρηνανία-Βεστφαλία επέτρεψε στις εταιρείες παροχής ηλεκτρισμού την αύξηση των καταναλωτικών τιμολογίων τους κατά 1% για να πληρώσουν την αγορά ηλεκτρισμού από ΑΠΕ, συμπεριλαμβανομένου ολόκληρου του κόστους εγκατάστασης Φ/Β συστοιχιών.

4.8. Η ελληνική εμπειρία

Η αντιμετώπιση από την ελληνική πολιτεία της ανάπτυξης των ΑΠΕ μπορεί να εξετασθεί από δύο πτυχές. Η μία αφορά στην οικονομική σκοπιμότητα και προβάλλει την ανάγκη εκμετάλλευσης του πλούσιου ανανεώσιμου δυναμικού σε μια χώρα με μεγάλο μήκος ακτών, προικισμένη με ισχυρούς ανέμους, ικανοποιητική γεωθερμική δραστηριότητα και μεγάλα ποσοστά ηλιοφάνειας. Η δεύτερη έχει σχέση με τις υποχρεώσεις του ελληνικού κράτους για τον περιορισμό των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και την προώθηση των ανανεώσιμων τεχνολογιών, που πηγάζουν τόσο από το προαναφερθέν Διεθνές⁹⁸ και Κοινοτικό -πρωτογενές και παράγωγο- Περιβαλλοντικό Δίκαιο όσο και από την Συνταγματική επιταγή για προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης, όπως προκύπτει από το συνδυασμό των άρθρων 24, 5§1, 17 και 22§1 Συντ.⁹⁹. Οι συνταγματικές διατάξεις, προβλέπουν μάλιστα και κρατικό παρεμβατικό οικονομικό προγραμματισμό (άρθρο 106 Συντ.), μέσα από την αξιοποίηση ακόμη και του υπόγειου, υποθαλάσσιου ή ατμοσφαιρικού πλούτου, ώστε παράλληλα να εκπληρώνονται και οι διεθνείς υποχρεώσεις της χώρας για επίτευξη των δεσμευτικών στόχων περιορισμού της αύξησης εκπομπών, σύμφωνα με το άρθρο 28 Συντ., το οποίο καθορίζει τις προϋποθέσεις και τον τρόπο ένταξης της χώρας σε διεθνείς προσπάθειες και συνεργασίες, ανάμεσα στις οποίες και τις περιβαλλοντικές.

Στο επίκεντρο του σχετικού νομοθετικού/ διοικητικού πλαισίου της χώρας, που αφορά τις ΑΠΕ, βρίσκεται ο νόμος 2773/99, σχετικά με την απελευθέρωση της εγχώριας αγοράς ηλεκτρισμού. Οι κύριες διατάξεις του προβλέπουν τα εξής:

⁹⁸ Η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Αλλαγές και το Πρωτόκολλο του Κιότο αποτελούν εσωτερικό δίκαιο της χώρας με τους κυρωτικούς νόμους 2205/1994 και 3017/2002, αντίστοιχα.

⁹⁹ Γ. Πατρώνος/ Β. Καραγεώργου / Ανδ. Παπαπετρόπουλος (2004).

- Ο Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε., ανεξάρτητη Αρχή) υποχρεώνεται να παρέχει προτεραιότητα πρόσβασης στο δίκτυο στις εγκαταστάσεις μετατροπής ΑΠΕ ισχύος έως 50MWe¹⁰⁰.
- Ο ΔΕΣΜΗΕ υποχρεώνεται, επίσης, να συνάπτει 10ετές συμβόλαιο αγοράς ηλεκτρισμού με τους παραγωγούς ΑΠΕ, το οποίο περιλαμβάνει πάντα δικαίωμα ανανέωσης.
- Καθιερώνεται μια παραλλαγή του συστήματος σταθερής πληρωμής EFL, καθώς ο ηλεκτρισμός από ΑΠΕ ανεξάρτητου παραγωγού ή ο πλεονάζων ηλεκτρισμός από ΑΠΕ αυτόνομου παραγωγού πωλείται στον ΔΕΣΜΗΕ σε προκαθορισμένη τιμή, η οποία αποτελεί σταθερό ποσοστό επί του ισχύοντος τιμολογίου κατανάλωσης ρεύματος.
- Κάθε παραγωγός ηλεκτρισμού από ΑΠΕ υπόκειται σε ετήσιο ανταποδοτικό τέλος που ισοδυναμεί με το 2% των πωλήσεων ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο¹⁰¹. Ο ν. 2773/99 καθιέρωσε μια νέα άδεια, την άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία αποτελεί πλέον την πρώτη από μια σειρά χρονοβόρων και γραφειοκρατικών διαδικασιών έκδοσης αδειών που απαιτείται από κάθε ηλεκτροπαραγωγό. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται άδειες χρήσης γης, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, εγκατάστασης, λειτουργίας, οικοδόμησης, παραχώρησης, ύδατος κ.ά.

Ο ν. 2941/2001 συμπλήρωσε το ν. 2773/99 κυρίως όσον αφορά τον ορισμό των γενικών όρων και συνθηκών υπό τις οποίες επιτρέπεται η εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ σε δασικές εκτάσεις και το χαρακτηρισμό όλων των έργων ΑΠΕ ως έργων δημόσιας ωφέλειας, γεγονός που τους δίνει τα ίδια

¹⁰⁰ Έως 10MWe, στις περιπτώσεις μικρών υδροηλεκτρικών μονάδων.

¹⁰¹ Το τέλος εισπράττεται από τον ΔΕΣΜΗΕ και αποδίδεται στον τοπικό ΟΤΑ, στην περιφέρεια του οποίου λειτουργεί η μονάδα μετατροπής ΑΠΕ, με σκοπό την υλοποίηση τοπικών αναπτυξιακών έργων.

δικαιώματα και προνόμια σε διαδικασίες απαλλοτριώσεων με αυτά των δημόσιων έργων, ανεξαρτήτως του νομικού καθεστώτος (ιδιωτικού ή δημόσιου) του φορέα εκμετάλλευσης ΑΠΕ. Σημαντική θεωρείται και η Υ.Α. 21475/98, η οποία ενσωματώνει τις ρυθμίσεις της Οδηγίας 93/76 για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και προωθεί τη χρήση ΑΠΕ στον οικιστικό-κτιριακό σχεδιασμό. Επιπλέον, ο ν. 3010/2002 εναρμονίζει τις αναθεωρημένες διαδικασίες περιβαλλοντικού σχεδιασμού και εγκρίσεων με τις νέες επιταγές της κοινοτικής νομοθεσίας

Στο παραπάνω νομοθετικό πλαίσιο με την πληθωρική κανονιστική διοικητική δράση προστίθενται τα εξής εργαλεία χρηματοδοτικής στήριξης:

1. Ο Αναπτυξιακός Νόμος 2601/98, ο οποίος επιχορηγεί κατά 40% το συνολικό εγκεκριμένο κόστος επένδυσης ΑΠΕ και παρέχει επιδότηση 40% στους τόκους των σχετικών δανείων ή εναλλακτικά επιδότηση 40% στους τόκους των δανείων και 100% μείωση φόρων στο κόστος επένδυσης ΑΠΕ.

2. Το Εθνικό (Τομεακό) Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για την Ανταγωνιστικότητα, το οποίο προβλέπει την επιχορήγηση στο συνολικό εγκεκριμένο επενδυτικό κόστος μονάδων ΑΠΕ. Παράλληλα, στους άξονες προτεραιότητας του επιχειρησιακού προγράμματος έχει ενταχθεί και η χρηματοδότηση σχετικής βιομηχανικής ή ακαδημαϊκής Έρευνας & Ανάπτυξης (προγράμματα ΠΑΒΕΤ, ΠΕΝΕΔ, ΣΥΝ κ.λπ.).

3. Το Εθνικό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για την Κοινωνία της Πληροφορίας, το οποίο προβλέπει, ανάμεσα σε άλλα, την παροχή συνολικών επιδοτήσεων ύψους €13,35 εκατ. για επενδύσεις σε προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας με την ενσωμάτωση πληροφορικών συστημάτων, αυτοματισμού και τηλεματικής σε υφιστάμενες επιχειρήσεις του δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα της οικονομίας.

4. Τα προγράμματα οικονομικής στήριξης έργων εκμετάλλευσης βιομάζας, γεωθερμίας, ηλιακής ενέργειας για θέρμανση θερμοκηπίων του Υπουργείου Γεωργίας.

Κρίσιμο σημείο, το οποίο χρήζει προσοχής, αποτελεί η νομική δέσμευση της Ελλάδας, σύμφωνα με την Οδηγία 2001/77, για επίτευξη του ενδεικτικού στόχου της κατά 20,1% κάλυψης της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού της χώρας από ΑΠΕ έως το 2010. Ο στόχος αυτός αντιστοιχεί σε περίπου 2.500MWe εγκαταστάσεων ΑΠΕ, σε οκταπλάσια δηλ. αύξηση της σημερινής εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ που ανέρχεται περίπου στα 380MWe¹⁰². Επιπλέον, ο μεσοπρόθεσμος εθνικός ενεργειακός σχεδιασμός επιβάλλει τη μεγαλύτερη συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό σύστημα της χώρας, ώστε να εξασφαλισθεί η επάρκεια και η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, καθώς η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνει με ταχείς ρυθμούς και απαιτείται νέα ισχύς 6.000MW τα επόμενα 10 χρόνια- ενώ οι ηλεκτρικές διασυνδέσεις της χώρας είναι περιορισμένες –600MW από τον Βορρά και 500MW από την Ιταλία– και η μελλοντική διαθεσιμότητα ενέργειας προς την Ελλάδα είναι μικρή¹⁰³.

Σήμερα, η συμμετοχή των ΑΠΕ ανέρχεται περίπου στο 8,4% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρισμού. Από το ποσοστό αυτό μόνο το 1,6% προέρχεται από αιολική ενέργεια, μικρά υδροηλεκτρικά, βιομάζα και φωτοβολταϊκά, ενώ το 6,8% από μεγάλα υδροηλεκτρικά. Παρά την ανοδική πορεία των έργων ΑΠΕ έως το 2000, η κατάσταση στη χώρα χαρακτηρίζεται έκτοτε από επενδυτική άπνοια και καθοδικό ρυθμό ανάπτυξης. Αιτήσεις για επενδύσεις σε αιολική ενέργεια εγκατεστημένης ισχύος άνω των 10.000 MW έχουν εμπλακεί στις χρονοβόρες διαδικασίες αδειοδότησης με αποτέλεσμα την αποχώρηση μεγάλων ξένων ενεργειακών εταιρειών. Το προαναφερθέν Επιχειρησιακό Πρόγραμμα για την Ανταγωνιστικότητα φαίνεται να αντιμετωπίζει παρόμοια προβλήματα που οδηγούν σε αδυναμία απορρόφησης κοινοτικών κονδυλίων¹⁰⁴.

¹⁰² N.Vassilakos, N.Karapanagiotis, D.Fertis, K.Tigas/CRES (2003).

¹⁰³ Κάπρος Π. /ΡΑΕ (29-5-2002).

¹⁰⁴ Μ.Σαφός/Greenpeace (Δεκέμβριος 2003) και Ν. Βασιλάκος/Αγορά & Ενέργεια (Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2003)).

Η νέα Κ.Υ.Α. 1726/8-5-2003, με αντικείμενο την απλοποίηση των αδειοδοτικών διαδικασιών για έργα ΑΠΕ, κατάφερε να περιορίσει από 41 σε 26 τον αριθμό των φορέων και υπηρεσιών από τις οποίες απαιτείται γνωμοδότηση ή λήψη απόφασης για την έκδοση άδειας λειτουργίας ενός έργου ΑΠΕ, ρύθμιση η οποία αντιμετωπίζει με σχετική αποτελεσματικότητα το γνώριμο χαρακτηριστικό της πολυδιάσπασης της ελληνικής δημόσιας διοίκησης σε υπηρεσίες που έχουν αρμοδιότητες με το ίδιο αντικείμενο αλλά αντικατοπτρίζουν αντίρροπα –πολλές φορές– οικονομικά, κοινωνικά, τοπικά συμφέροντα (π.χ. για τα έργα ΑΠΕ εμπλέκονται κυρίως το Υπουργείο Ανάπτυξης, το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, το Υπουργείο Γεωργίας, οι Περιφερειακές Διοικήσεις, οι Νομαρχίες, οι Δήμοι).

Αξίζει, επιπλέον, να σημειωθεί η συνεχής αναβολή έκδοσης Προεδρικού Διατάγματος, σε συνέχεια της προαναφερθείσας Υ.Α. 21475/98, με στόχο την παροχή ολοκληρωμένων οικονομικών, διοικητικών και άλλων κινήτρων για έργα ΑΠΕ στον οικιακό-οικιστικό τομέα¹⁰⁵, είτε λόγω αδυναμίας συνεννόησης των αρμόδιων υπηρεσιών είτε λόγω της εκτίμησης ότι τέτοια κίνητρα επιβαρύνουν δυσβάσταχτα τον κρατικό προϋπολογισμό. Σχετική είναι και η πρωτοβουλία του Υπουργείου Οικονομικών για κατάργηση από το οικονομικό έτος 2003 των φοροελαφρύνσεων που παρέχονταν στους πολίτες με το ν. 2354/95 για εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα ή άλλων μορφών ΑΠΕ στον οικιακό τομέα. Η κατάργηση αυτών των φοροαπαλλαγών είχε ως αποτέλεσμα αφενός την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και αφετέρου την πτώση των πωλήσεων ηλιοθερμικών συστημάτων το 2003, συμβάλλοντας παράλληλα στο μετριασμό των εντυπωσιακών επιδόσεων της μέχρι πρότινος δυναμικής και ανταγωνιστικής εγχώριας βιομηχανίας, η οποία αντιπροσωπεύει το 27% της ευρωπαϊκής αγοράς, με τη συνολική εγκατεστημένη επιφάνεια των Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων (ΘΗΣ) να έχει φθάσει από 2.96 εκατομμύρια m² το 2001 σε 3 εκατομμύρια m² το 2004.

¹⁰⁵ Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα ευθύνεται για το 36% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και για το 40% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Μ.Σαφός, Greenpeace (Δεκέμβριος 2003).

Τέλος, είναι σκόπιμο να γίνει σύντομη αναφορά μιας ποικιλίας πρόσθετων εμποδίων στον ελληνικό δρόμο ανάπτυξης των ΑΠΕ, που έχουν καταγραφεί από την εμπειρία ατόμων με ενασχόληση στο συγκεκριμένο πεδίο¹⁰⁶, τα κυριότερα από τα οποία αφορούν:

- στην έλλειψη στήριξης και συνεργασίας ανάμεσα στον δημόσιο τομέα, τα ΑΕΙ της χώρας, τα ερευνητικά ιδρύματα και τον ιδιωτικό τομέα για την προώθηση της Έρευνας & Ανάπτυξης σε τεχνολογίες ΑΠΕ και ιδιαίτερα όσον αφορά την κυματική και παλιρροϊκή ενέργεια,
- στα ισχυρά συμφέροντα εισαγωγέων ορυκτών καυσίμων (συμπεριλαμβανομένου του φυσικού αερίου),
- στα οικονομικά κυρίως συμφέροντα της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού, η οποία έχει επιδοτηθεί και αντίστοιχα έχει επενδύσει υπέρογκα ποσά σε λιγνιτικές μονάδες και μεγάλα υδροηλεκτρικά, καθώς και στο ρόλο της στην αναγκαία επέκταση και βελτίωση του δικτύου υψηλής τάσης στις υψηλού αιολικού δυναμικού περιοχές της νότιας Πελοποννήσου και νότιας Εύβοιας, αλλά και στην απαραίτητη κατασκευή υποσταθμών κοντά σε μονάδες ΑΠΕ συνδεδεμένες με το δίκτυο
- στο δικαίωμα της Δ.Ε.Η. να απορρίπτει έως και το 20% της συνολικής ετήσιας ενέργειας από ΑΠΕ (κυρίως αιολικά πάρκα), ώστε να διασφαλίσει την ευστάθεια του δικτύου σε ώρες χαμηλής ζήτησης,
- στις οικονομικές ανακατατάξεις που επιφέρουν στις τοπικές κοινωνίες τα εντάσεως τεχνολογίας έργα ΑΠΕ,

¹⁰⁶ Τα προβλήματα αυτά αναπτύχθηκαν στο συντάκτη του παρόντος κειμένου από στελέχη των τμημάτων Γεωθερμίας και Αιολικής Ενέργειας της Δ/σης ΑΠΕ του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, κατά τη διάρκεια προφορικής συνέντευξης τον Ιούλιο του 2004.

- στη νοοτροπία και στον τρόπο λειτουργίας μιας μερίδας της τοπικής δημοκρατίας και τοπικής διοίκησης με την έννοια της εμφανιζόμενης τάσης, οι τοπικοί αιρετοί άρχοντες ορισμένες φορές να μην συνεχίζουν τα έργα που είχαν ξεκινήσει οι προηγούμενες αρχές ή -ως απόρροια της αρνητικής πτυχής των επιχορηγήσεων- να επιδεικνύουν χαμηλή φορολογική υπευθυνότητα, αφού οι πόροι για έργα ΑΠΕ δεν είναι ίδιοι (δικοί τους)¹⁰⁷

¹⁰⁷ Οπότε, η δαπανοποίησή τους θα αντιμετωπιζόταν με φορολογική συνείδηση.

Επίλογος - Συμπεράσματα

A. Στρατηγική ενεργειακής αιεφορίας & ενεργειακός προγραμματισμός

Μαζί με τις άλλες δυο πτυχές της ενεργειακής αιεφορίας –την εξοικονόμηση ενέργειας και την ενεργειακή αποδοτικότητα– οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας φαίνεται πως μπορεί να οδηγήσουν την ανθρωπότητα προς ένα σχετικά βιώσιμο και ισορροπημένο σύστημα ενεργειακής ζήτησης και προσφοράς. Όσον αφορά την πλευρά της ενεργειακής προσφοράς, η διασφάλιση των ενεργειακών αποθεμάτων παίζει αναμφισβήτητα σημαντικό ρόλο και δεν υπάρχει καλύτερος τρόπος επίτευξής της από την ενεργειακή διαφοροποίηση και την επιλογή τεχνολογιών και καυσίμων με την μικρότερη πιθανότητα εμπλοκής σε καταστάσεις κρίσεων. Με δεδομένο ότι τα συστήματα ΑΠΕ περιλαμβάνουν μια μεγάλη κλίμακα τεχνολογιών, οι οποίες αξιοποιούν μια διαφοροποιημένη σειρά τοπικά διαθέσιμων ενδογενών πόρων, αποτελούν μια αξιόπιστη λύση για την εξασφάλιση των ενεργειακών προμηθειών. Η ευρεία χρήση τους, όμως, προϋποθέτει την αντιμετώπιση του διαλείποντος/ διακοπτόμενου χαρακτηριστικού τους κυρίως όσον αφορά την ηλιακή, την αιολική και την κυματική ενέργεια. Με βάση αυτό το χαμηλό βαθμό ανταπόκρισης των ΑΠΕ στην εναρμόνιση ζήτησης και προσφοράς του ενεργειακού δικτύου, έχουν εκφρασθεί επικριτικές απόψεις για την αξιοπιστία τους.

Η διακοπτόμενη ενέργεια των ΑΠΕ δεν αποτελεί απαραίτητα σημαντικό λειτουργικό πρόβλημα, αφενός διότι τα βιοκαύσιμα, η υδραυλική, η γεωθερμική και η παλιρροϊκή ενέργεια μπορεί να αποδώσουν σχετικά συνεχείς και προβλέψιμες ενεργειακές ροές και αφετέρου διότι η διακοπή μπορεί να μετριασθεί με την αποθήκευση και χρήση υδρογόνου, στο πλαίσιο της ενσωματωμένης – αποκεντρωμένης ενεργειακής μετατροπής, σε συνδυασμό με τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό /προγραμματισμό του εθνικού συστήματος μεταφοράς. Ένας τέτοιος

σχεδιασμός μπορεί να εξομαλύνει και να απορροφήσει τις τοπικές διακυμάνσεις ενεργειακών εισροών, εισάγοντας στο δίκτυο ενέργεια από ΑΠΕ άλλων περιοχών, π.χ. παράκτιων αιολικών πάρκων, ή θέτοντας σε λειτουργία εφεδρικές συμβατικές μονάδες που βρίσκονται πάντα σε κατάσταση επιφυλακής για να καλύψουν την αυξημένη ζήτηση.

Δεδομένης, συνεπώς, της γεωγραφικά διάσπαρτης φύσης των ΑΠΕ, η εκμετάλλευσή τους είναι σήμερα οικονομικά βιώσιμη κυρίως σε τοπικό επίπεδο, μέσα από την κρίσιμης σημασίας δραστηριοποίηση των περιφερειακών και τοπικών αρχών. Λόγω του αποκεντρωμένου χαρακτήρα τους, πολλές τεχνολογίες ΑΠΕ βρίσκονται πλησιέστερα προς τον τελικό καταναλωτή από ότι οι τεχνολογίες συμβατικής ενέργειας και, άρα, μπορεί να προαχθούν πολύ καλύτερα σε περιφερειακή και τοπική κλίμακα. Επιπλέον, αντιπροσωπεύουν μια εξαιρετική ευκαιρία για τη βελτίωση του τοπικού περιβάλλοντος και τη δημιουργία πλούτου σε αστικές και απομακρυσμένες περιοχές μέσα από:

- την αύξηση της τοπικής απασχόλησης,
- την ενίσχυση της βιομηχανικής ανάπτυξης,
- την επέκταση της περιφερειακής τεχνολογικής υποδομής,
- την ασφάλεια και αξιοπιστία του εφοδιασμού σε ενέργεια.

Για την αξιοποίηση αυτής της ευκαιρίας απαιτείται ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός από την περιφέρεια και την τοπική αυτοδιοίκηση, ο οποίος θα ενσωματώνει μια δέσμη νομοθετικών, κανονιστικών, χρηματοδοτικών, εκπαιδευτικών και επικοινωνιακών μέτρων και θα στοχεύει:

- στην καταγραφή των τοπικών ενεργειακών και περιβαλλοντικών δεδομένων καθώς και όλων των δημόσιων και ιδιωτικών ενεργειακών δραστηριοτήτων,

- στην ιεράρχηση πρωτοβουλιών, ώστε να αξιοποιηθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο οι ενδογενείς πηγές ενέργειας και να διασφαλισθεί η βιώσιμη χρήση τους προς όφελος της οικονομικής ανάπτυξης και του περιβάλλοντος,
- στην παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας των παραπάνω πρωτοβουλιών και των επιπτώσεών τους στο τοπικό ενεργειακό και περιβαλλοντικό ισοζύγιο.

Η επιτυχία αυτής της τοπικής ενεργειακής πολιτικής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη δυνατότητα κινητοποίησης όσο το δυνατόν περισσότερων παραγόντων της τοπικής δημόσιας ή ιδιωτικής ζωής.

B. Εμπόδια στη διάδοση της ανανεώσιμης ενέργειας

Η εξασφάλιση πολιτικής και οικονομικής υποστήριξης για Έρευνα και Ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών είναι συχνά μια δύσκολη υπόθεση, ενώ, παράλληλα, ισχυρά συμφέροντα αντιδρούν στην ανάπτυξη νέων τεχνολογικών επιλογών. Ειδικά χρηματοοικονομικά εργαλεία με μακροπρόθεσμη οικονομική προοπτική πρέπει να εμπλακούν στη χρηματοδότηση έργων ΑΠΕ, λόγω του σχετικά μεγάλου χρόνου που χρειάζεται για να γίνουν τα έργα αυτά εμπορικά βιώσιμα. Αυξητικές εκ των κάτω προς τα άνω (bottom-up) προσεγγίσεις στη διάδοση των ΑΠΕ, όπως αυτές που υιοθετήθηκαν στη Δανία για την αιολική ενέργεια, ίσως είναι πιο αποτελεσματικές από τις εκ των άνω προς τα κάτω (top-down) προσεγγίσεις. Οι σημαντικότεροι περιορισμοί στην ανάπτυξη των ΑΠΕ - κοινωνικοί, θεσμικοί, οικονομικοί- μπορεί ενδεικτικά να συνοψισθούν ως εξής:

- Η έλλειψη ενημέρωσης του κοινού αλλά και πολλών στελεχών του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για τη διαθεσιμότητα, το κόστος και τα οφέλη των ΑΠΕ.
- Η έλλειψη γνώσεων από διαχειριστές έργων σχετικά με τις ενεργειακές και κοινωνικές ανάγκες των αγροτικών κοινοτήτων καθώς και η έλλειψη προσαρμογής των έργων στις ανάγκες αυτές και συμμετοχής των τοπικών κοινοτήτων στο σχεδιασμό των έργων.
- Η βαριά επιδότηση των παραδοσιακών ενεργειακών μονάδων και η αδυναμία αξιολόγησης των ενεργειακών πηγών με βάση το κόστος του συνολικού κύκλου ζωής, λαμβάνοντας υπόψη το εξωτερικό κόστος εις βάρος της κοινωνίας.
- Η προτίμηση στελεχών του δημόσιου, ιδιωτικού και χρηματοπιστωτικού τομέα, επιφορτισμένων με τη λήψη αποφάσεων σχετικών με τον τομέα της ενέργειας, σε γνωστά ορυκτά καύσιμα.
- Τα ισχυρά, καλά χρηματοδοτούμενα τμήματα πωλήσεων εταιρειών εξόρυξης και εμπορίας παραδοσιακών ενεργειακών πηγών.
- Η έλλειψη προσωπικού ειδικά εκπαιδευμένου σε χρηματοδοτικούς μηχανισμούς ικανούς να στηρίζουν έργα ΑΠΕ.
- Η ανεπαρκής Έρευνα και Ανάπτυξη και η συνακόλουθη ανάγκη για μεγαλύτερη στήριξη σχετικών ερευνητικών προγραμμάτων -κυρίως στην Ελλάδα- με στόχο την ανάπτυξη της κατασκευαστικής βιομηχανίας, τη βελτίωση

των αιειφόρων τεχνολογιών και τη μείωση του αρχικού τους κόστους.

- Τα προβλήματα διασύνδεσης με το δίκτυο μεταφοράς και οι κανονιστικές ρυθμίσεις σχετικά με την ενεργειακή τιμολόγηση, οι οποίες ευνοούν τη μεγιστοποίηση του ενεργειακού όγκου και φορτίου ως τις πιο κερδοφόρες στρατηγικές μιας επιχείρησης κοινής ωφελείας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η στενή εμπλοκή των τελικών χρηστών /καταναλωτών θεωρείται όλο και πιο σημαντική για επιτυχείς τεχνολογικές καινοτομίες, διότι μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές βελτιώσεις στο σχεδιασμό συστημάτων ΑΠΕ. Επιπλέον, η δυσκολία εξεύρεσης επενδυτικών πόρων για έργα ΑΠΕ σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την προαναφερθείσα αδυναμία κοστολόγησης του συνολικού κύκλου ζωής μιας ενεργειακής μονάδας. Αρκετοί επενδυτικοί οργανισμοί, εθισμένοι στη χρηματοδότηση κατασκευών μεγάλων μονάδων του συγκεντρωτικού ενεργειακού συστήματος, του οποίου χαρακτηριστικό είναι οι οικονομίες κλίμακας, εμφανίζονται επιφυλακτικοί στη χρηματοδότηση των μικρών έργων ΑΠΕ, τα οποία θεωρούν ως υψηλού ρίσκου και μικρής απόδοσης επενδύσεις.

Γ. Πρόσθετα οφέλη και προοπτικές ανανεώσιμης ενέργειας

Οι περιφερειακές και εθνικές οικονομικές επιπτώσεις των έργων ΑΠΕ κρίνονται ως σημαντικές και η προστιθέμενη αξία τους εξαρτάται από την υφιστάμενη υποδομή, τη δραστηριοποίηση των τοπικών εταιρειών καθώς και από την ποιότητα του απαραίτητου ανθρώπινου δυναμικού. Εκτός από τα επιχειρηματικά κέρδη και τα κέρδη κεφαλαίου, τα καθαρά εισοδήματα προκαλούνται από την προστιθέμενη αξία των διαφόρων σταδίων της επενδυτικής διαδικασίας -όπως της κατασκευής μηχανικού εξοπλισμού, της εγκατάστασης, συμπεριλαμβανομένων των μεταφορών, και των δραστηριοτήτων λειτουργίας και συντήρησης της μονάδας- και διανέμονται στην περιοχή. Το κόστος της πρωτογενούς συμβατικής

ενέργειας (κυρίως κόστος πετρελαίου, γαιάνθρακα ή φυσικού αερίου) που θα εισαγόταν στην περιοχή και που τελικά αποφεύγεται λόγω του έργου ΑΠΕ θεωρείται επίσης περιφερειακό όφελος.

Η εκμετάλλευση των ΑΠΕ μιας περιοχής παράγει σημαντικές δημοσιονομικές εισροές, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται:

I) ο φόρος εισοδήματος και διάφορες κρατήσεις κοινωνικού χαρακτήρα επί των τοπικών εισοδημάτων, και

II) η αποφυγή καταβολής επιδομάτων ανεργίας λόγω των δημιουργούμενων θέσεων εργασίας.

Οι επιπτώσεις στην τοπική απασχόληση διακρίνονται σε βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες κατά τη διάρκεια των σταδίων κατασκευής, εγκατάστασης και λειτουργίας αντίστοιχα. Οι βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις αφορούν σε μη μόνιμη απασχόληση, ενώ οι μακροπρόθεσμες σε δημιουργία μόνιμων θέσεων εργασίας. Η απασχόληση που δημιουργείται κατά τη διάρκεια της κατασκευής του εξοπλισμού και της εγκατάστασης περιλαμβάνει άμεσες προσλήψεις για το έργο ΑΠΕ και έμμεσες προσλήψεις από τοπικές υπεργολαβικές εταιρείες που εμπλέκονται στις εργασίες κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης.

Η σχεδιαζόμενη υλοποίηση της ευρωπαϊκής εσωτερικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας είναι πιθανό να σημάνει τον υψηλότερο βαθμό διείσδυσης μικρότερης κλίμακας αποκεντρωμένων παραγωγών ηλεκτρισμού στα δίκτυα μεταφοράς, τα οποία πλέον θα πρέπει να τα διαχειρίζονται περισσότερο ευφυή συστήματα διαχείρισης, ώστε να ανταποκρίνονται πιο εύκολα και γρήγορα στις διαφοροποιημένες πηγές ηλεκτρικού εφοδιασμού. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον, η αποδοχή νέων μετατροπέων ΑΠΕ θα καταστεί πιο εύκολη. Δεδομένου ότι το 40% της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας στην Ευρώπη χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των κτιρίων, τη θέρμανση νερού για οικιακή χρήση και για τη

θέρμανση βιομηχανικών εγκαταστάσεων, η αυξανόμενη δημοτικότητα της τηλεθέρμανσης από μονάδες βιομάζας, που λειτουργούν από δήμους ως προωθητική βιομηχανία γύρω από την οποία κινούνται κατασκευαστικές και μεταφορικές επιχειρήσεις, ιδιοκτήτες αγροτικών/ ενεργειακών καλλιεργειών κ.ά. θεωρείται πλέον συνηθισμένη, ενώ έχει ήδη ξεπεράσει τα όρια της βόρειας Ευρώπης. Θεωρητικά, τα μικρά έργα ΑΠΕ μπορεί να κατασκευασθούν και να λειτουργήσουν από μεμονωμένα άτομα ή ομάδες πολιτών, ευνοώντας ίσως έτσι την περαιτέρω προώθηση του εκδημοκρατισμού της ενεργειακής οικονομίας, της τοπικής αυτοδιάθεσης και του δημοκρατικού ελέγχου.

Ο δρόμος για ένα αειφόρο μέλλον εμπεριέχει πρωτίστως μια διαδικασία κοινωνικής διαβούλευσης. Ακόμη και με την πλήρη ανάπτυξη των τεχνολογιών ΑΠΕ και τεχνικών βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας, θα υπάρξει ανάγκη για μειώσεις στα απόλυτα επίπεδα της υλικής κατανάλωσης, αν το ζητούμενο είναι, εν τέλει, η επίτευξη μιας αειφόρου ισορροπίας του πλανητικού οικοσυστήματος και μιας ανάλογης ποιότητας ζωής. Η ιδέα της εκούσιας μείωσης της κατανάλωσης κερδίζει έδαφος στις σκανδιναβικές χώρες (“sustainable consumption”) και στις Η.Π.Α. (“voluntary simplicity”), όπου τίθεται ταυτόχρονα και το ερώτημα, εάν υφίστανται τεχνικά, οικονομικά, περιβαλλοντικά όρια στην ανάπτυξη. Η προσπάθεια για απάντηση στο ερώτημα αυτό εμπλέκει όλους μας σε κάθε φάση της καθημερινής ζωής, κάθε φορά που ξεκινάμε το αυτοκίνητό μας, ανοίγουμε τα φώτα ή εργαζόμαστε στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Βιβλιογραφία

- Appenzeller Tim, National Geographic Magazine (June 2004), The End of Cheap Oil, National Geographic Society.
- Brundtland, G.H. (1987), Our Common Future, Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford.
- CRES (2002), Wave energy Utilization in Europe – Current Status and Perspectives, CRES.
- Elliott, D. (2003), Energy, Society and Environment, Routledge.
- European Commission. D.G for Energy and Transport (2001), Green Paper Towards a European Strategy for the Security of Energy Supply, European Communities.
- European Commission. Eurostat. CRES (2001), Collection of statistical data on Solar Energy Applications in Greece, CRES.
- European Commission. Eurostat. CRES (2001), Renewable Energy Sources Statistics in the European Union 1989-1998 Part I, CRES.
- European Conference for Renewable Energy (Berlin, 19-21 January 2004), Intelligent Policy Options, Conference Programme.
- Hansen James, Scientific American (March 2004), Defusing the Global Warming Time Bomb, Scientific American.
- International Union for the Conservation of Nature (2003), Energy Law and Sustainable Development, IUCN Environmental Law Programme.

- N.Vassilakos, N. Karapanagiotis, D. Fertis, K. Tigas, CRES (2003), Methods of Financing Renewable Energy Investments in Greece, CRES.
- Ocean News & Technology (November/December 2003), Ocean Energy-Pelamis Wave Energy, ON&T.
- Ocean News & Technology (November/December 2003), Ocean Energy-TWI Welding Technique Required for Blades, ON&T.
- Peter Fraenkel, Marine Current Turbines Ltd.(2003), The «Seaflow» Project: pioneering the development of tidal stream turbines, MCT LTD.
- Wald L. Matthew, Scientific American (May 2004), Questions about a Hydrogen Economy, Scientific American.
- World Summit on Sustainable Development, Plan of Implementation, Advance unedited text 4 September 2002.
- Αιολικά Πάρκα Ελλάδας Α.Ε /Ηλιοδύναμη Α.Ε (2000), Σητεία-Αιολικά Πάρκα συνολικής ισχύος 27,5MW.
- Βασιλάκος Νίκος, Αγορά & Ενέργεια (Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2003), Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – προβλήματα & προοπτικές, Αγορά & Ενέργεια.
- Ενέργεια , Έκθεση του Κέντρου Προγραμματισμού & Οικονομικών Ερευνών, Αθήνα 1991

- Ευθυμιόπουλος Η., Μοδινός Μ. (2002), Παγκοσμιοποίηση και Περιβάλλον, Ελληνικά Γράμματα-Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών
- Κ. Καρύτσας και Δ.Μενδρινός. Τμήμα Γεωθερμίας ΚΑΠΕ (2004), Αξιοποίηση της Γεωθερμικής Ενέργειας στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. ΧΧΧVI, 2004, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσ/νίκη Απρίλιος 2004.
- ΚΑΠΕ (1996), Οδηγός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, .
- ΚΑΠΕ (Δελτίο Τύπου 25-2-2004), Μεγάλες προοπτικές για την ανάπτυξη των Θερμικών Ηλιακών Συστημάτων.
- Κάπρος Π. ΡΑΕ (29-5-2002), Σημείωμα προς Υπουργό Ανάπτυξης.
- Λευκή Βίβλος για μια Ευρωπαϊκή Στρατηγική Ενέργειας, Γραφείο Ευρωπαϊκής Επιτροπής, Αθήνα
- Μαυρογιάννης Ι., Τσούτσος Θ., Χατζηαθανασίου Α./ΚΑΠΕ (2002), Θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με εφαρμογές βιομάζας- Οδηγός Τοπικής Αυτοδιοίκησης, ΚΑΠΕ.
- Μούσης Ν., Ευρωπαϊκή Ένωση : δίκαιο – οικονομία -πολιτική, εκδόσεις Παπαζήση 1998
- Οικολογία – Κοινωνία – Εκπαίδευση, ΥΠΕΠΘ- Γ.Γ.Ν.Γ- ΥΠΕΧΩΔΕ, Εκδόσεις Νέα Σύνορα – Λιβάνη, Αθήνα 1996
- Πατρώνος Πέτρος, Καραγεώργου Βίκυ, Ανδρέας Παπαπετρόπουλος, Διεθνείς και Κοινοτικές Δεσμεύσεις της Ελλάδας για την Προώθηση

των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Γνωμοδότηση, 2004), σε:
www.nomosphysis.org.gr

- Περιοδικό «Νέα Οικολογία», Αφιέρωμα : Ενέργεια, Απρίλιος 1998
- Περιοδικό « Γεωπολιτική» , Νοέμβριος - Δεκέμβριος 1997
- Περιοδικό « Πτήση & Διάστημα», Αφιέρωμα: Πυρηνική Ενέργεια, τεύχος 41, Ιούλιος – Αύγουστος 1986
- Σαφός Μάνος. Greenpeace (Δεκέμβριος 2003), Κυβέρνηση εναντίον καθαρής ενέργειας, Greenpeace.
- Ψωμάς Στέλιος. Greenpeace (Απρίλιος 2003), Αιολική Ενέργεια ή Κλιματικές Αλλαγές;, Greenpeace.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

- http://europa.eu.int/comm/energy_transport
- <http://geothermal.inel.gov>
- <http://news.nationalgeographic>
- <http://www.afm.dtu.dk/wind/iea>
- <http://www.cres.gr>
- <http://www.daedalus.gr>
- <http://www.eas.asn.edu>
- <http://www.erec-renewables.org>
- <http://www.flasolar.com>
- <http://www.greenhouse.gov.au>
- <http://www.help-forward.gr>
- <http://www.marineturbines.com>
- <http://www.mysolar.com>
- <http://www.nomosphysics.org>
- <http://www.oceanpd.com>
- <http://www.rae.gr>
- <http://www.undp.org/trustfunds/Energy-English-Final.pdf>
- <http://www.unep.org>
- <http://www.worldenergy.org>
- <http://www.worldwatch.org>