

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ**

Διπλωματική εργασία

**«Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Τα συγκριτικά τους πλεονεκτήματα
και η προσπάθεια διείσδυσής τους στην ελληνική οικονομία».**



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΜΙΧΕΛΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ: ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΣΤΑΘΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΡΕΘΥΜΝΟ 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
1. Εισαγωγή.	3
2. Συμβατικές μορφές ενέργειας.	6
3. Ποιες είναι οι Α.Π.Ε.	19
4. Τα πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε.	29
5. Προτοβουλίες για την προστασία του περιβάλλοντος και την προώθηση των Α.Π.Ε.	37
6. Η κατάσταση των Α.Π.Ε. σε Ευρώπη και Ελλάδα.	43
7. Στρατηγικές προώθησης Α.Π.Ε. και στρατηγικός ενεργειακός σχεδιασμός.	52
8. Επίλογος.	57
9. Πίνακες.	59
10. Βιβλιογραφία.	66

1. Εισαγωγή

Η χρήση ενέργειας είναι θεμελιώδης ανάγκη για την καλύτερη ποιότητα ζωής του ανθρώπου. Χάρη σε αυτήν ο άνθρωπος έχει την δυνατότητα να αναπτύσσει ποικίλες δραστηριότητες για την ικανοποίηση των απαιτήσεων της διαβίωσης του. Γι' αυτό η ανάπτυξη και βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου συνοδεύεται από τη συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας. Πηγές παραγωγής, της ενέργειας αυτής τους τελευταίους αιώνες και μέχρι σήμερα είναι ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Φυσικά δεν πρέπει να παραβλεφθεί και η συνεισφορά της πυρηνικής ενέργειας η οποία δημιουργείται με την χρήση ραδιενεργών υλικών όπως το ουράνιο. Με την πάροδο του χρόνου καθώς οι ενεργειακές εφαρμογές αυξάνονται με σημαντικούς ρυθμούς, για την ικανοποίηση των αναγκών του ανθρώπου και η ανάγκη για ενέργεια γίνεται μεγαλύτερη. Αυτό όπως ήταν επόμενο οδήγησε στην αύξηση της κατανάλωσης των παραπάνω πηγών ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό, η ποιότητα ζωής των ανθρώπων συνδέθηκε με την δυνατότητα εξασφάλισης επάρκειας των παραπάνω ενεργειακών πηγών.

Αυτή η έντονη εξάρτηση του ανθρώπου από τις ενεργειακές πηγές έγινε εμφανής τη δεκαετία του 1970 όπου συνέβησαν δυο πετρελαϊκές κρίσεις. Αποτέλεσμα αυτών των κρίσεων ήταν να κλονιστούν οι οικονομίες των ευρωπαϊκών χωρών εξαιτίας της αύξησης της τιμής του πετρελαίου και των συνεπειών που αυτή δημιούργησε (αύξηση στις τιμές προϊόντων, στασιμότητα πληθωρισμός). Με τις κρίσεις αυτές έγινε εμφανής η ανάγκη εξασφάλισης των ενεργειακών πόρων για την επίτευξη σταθερής και ισόρροπης ανάπτυξης. Από τότε η ενεργειακή πολιτική όλων των χωρών εστιάστηκε στην προσπάθεια μείωσης των συνεπειών των μελλοντικών πετρελαϊκών κρίσεων με την υιοθέτηση ενός συνδυασμού διαφόρων μέτρων και εργαλείων. Σε μακροχρόνιο επίπεδο μια σειρά από πολιτικές εφαρμόστηκαν που ως στόχο είχαν την εύρεση νέων εγχώριων αποθεμάτων, την εύρεση εναλλακτικών τρόπων κάλυψης των ενεργειακών αναγκών, αλλά και προσπάθειες μείωσης της ζήτησης για ενέργεια κ.ά.

Αλλά και τη δεκαετία του 1980, όταν η τιμή του πετρελαίου είχε μειωθεί αισθητά, προέκυψαν άλλα θέματα που προκαλούσαν την ανησυχία σχετικά με την ενεργειακή πολιτική. Το ενδιαφέρον από τότε άρχισε να εστιάζεται σε περιβαλλοντικές ανησυχίες όπως η όξινη βροχή και τα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Έγινε γενικά αποδεκτό ότι το υπάρχον ενεργειακό σύστημα, από την παραγωγή ως την κατανάλωση, ευθυνόταν για τις κλιματικές αλλαγές που συνέβαιναν και ότι μπορούσε να προκαλέσει ανεπανόρθωτες ζημιές στο περιβάλλον.

Στις μέρες μας οι ανησυχίες για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού αλλά και οι περιβαλλοντικές ανησυχίες έχουν πλέον λάβει μεγαλύτερη έκταση. Η εύρεση εναλλακτικών λύσεων είναι επείγουσα ανάγκη καθώς τα ενεργειακά αποθέματα είναι περιορισμένα και τα περιβαλλοντικά φαινόμενα που σχετίζονται άμεσα με την χρήση ενέργειας έχουν πάρει ανησυχητικές διαστάσεις.

Με δεδομένες τις παραπάνω ανησυχίες και τους προβληματισμούς η εργασία αυτή στοχεύει στην ανάδειξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) ως μια ιδανική και επιτεύξιμη λύση για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών φαινομένων, ή τουλάχιστον την αποφυγή περαιτέρω επιβάρυνσης τους καθώς και της δυνατότητας τους να παρέχουν ενέργεια σταθερά και σε λογικό κόστος.

Πιο αναλυτικά η εργασία δομείται ως εξής:

Στην αρχή παρουσιάζονται οι περιβαλλοντικές συνέπειες που προκαλούνται από την χρήση των συμβατικών μορφών ενέργειας. Επίσης παρουσιάζεται η περιορισμένη δυνατότητα τους για παροχή ασφαλούς και διαρκούς προμήθειας ενέργειας.

Ακολουθεί στη συνέχεια εκτενής παρουσίαση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Γίνεται αναλυτική αναφορά σε κάθε μορφή ξεχωριστά ενώ προβάλλονται και τα πλεονεκτήματα της χρήσης τους.

Επισημαίνονται ακόμα κάποιες πρωτοβουλίες που έχουν παρθεί σε διεθνές επίπεδο για την προστασία του περιβάλλοντος και την προώθηση των

Α.Π.Ε.. Συγκεκριμένα γίνεται αναφορά στο Πρωτόκολλο του Κιότο και την Οδηγία 2001/77/ΕΚ.

Ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση της κατάστασης των Α.Π.Ε. στην Ευρώπη και την Ελλάδα. Στην ενότητα αυτή γίνεται προσπάθεια απάντησης στο ερώτημα σχετικά με το αν οι χώρες της Ευρώπης ως σύνολο όσο και η Ελλάδα μεμονωμένα θα μπορέσουν να επιτύχουν τους στόχους που τους έχουν τεθεί τόσο από το Πρωτόκολλο του Κιότο όσο και από την Οδηγία 2001/77/ΕΚ.

Στο τέλος της εργασίας παρατίθενται μια σειρά από στρατηγικές που κρίνεται απαραίτητο να εμπεριέχονται στους μηχανισμούς στήριξης και προώθησης των Α.Π.Ε.. Επίσης παρουσιάζονται οι εθνικοί στόχοι που είναι απαραίτητο να υιοθετηθούν έτσι ώστε να επιτευχθεί μια σωστή ενεργειακή ανάπτυξη που θα οδηγεί στην μείωση της ενεργειακής εξάρτησης της χώρας μας από εισαγωγές και η παραγωγή ενέργειας να γίνεται με τρόπο περιβαλλοντικά φιλικό.

2. Συμβατικές Μορφές ενέργειας

Ο άνθρακας, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και η πυρηνική ενέργεια είναι οι μορφές που στις μέρες μας κυριαρχούν στην παραγωγή ενέργειας και ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως η εκτεταμένη χρήση των παραπάνω έχει και αρνητικές συνέπειες προς το περιβάλλον. Επίσης τα αποθέματα που έχουμε στην διάθεση μας δεν μας εξασφαλίζουν την απεριόριστη χρήση τους καθώς αναμένεται άμεσα να εξαντληθούν. Πιο αναλυτικά για την κάθε μορφή ενέργειας έχουμε τα εξής:

i. Άνθρακας

Η χρήση του άνθρακα σαν καύσιμο συνδέεται με την άνοδο της βιομηχανικής εποχής. Όμως μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο ο άνθρακας αντικαταστάθηκε κυρίως από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο έγιναν άμεσα απαραίτητα καθώς αποδείχτηκαν πιο εύκολα και πιο φτηνά στην μεταφορά και την αποθήκευση, ενώ σε πολλές περιπτώσεις ήταν πιο «καθαρά» στην καύση.¹ Ωστόσο παρά την μείωση της χρήσης του, ο άνθρακας συνεχίζει να χρησιμοποιείται στις μέρες μας ως επί το πλείστον για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν τέσσερα είδη γαιάνθρακα: ο λιγνίτης (που είναι το πιο γνωστό είδος άνθρακα στην Ελλάδα), ο ανθρακίτης, ο λιθάνθρακας και η τύρφη.²

Περιβαλλοντική διάσταση

Η χρήση και η καύση του άνθρακα αποτελεί μια ρυπογόνο διαδικασία που μπορεί να έχει αρνητικές επιδράσεις στο νερό, τον αέρα, την άγρια ζωή, τη φύση και τον άνθρωπο. Η ρύπανση μπορεί να προκληθεί σε οποιοδήποτε

¹ Cassidy S. Edward, Grossman Z. Peter, 2000. *Introduction to energy, resources, technology, and society*. Second Edition, Cambridge University Press. σελ. 136

² Υπάρχουν και οι εξής ποικιλίες τεχνητών γαιανθράκων που παίρνονται από ανθρακούχες ουσίες: το κοκ, ο ξυλάνθρακας, ο οστεάνθρακας ή ζωικός άνθρακας και η αιθάλη (καπνιά). Εγκυκλοπαίδεια Επιστήμη και Ζωή τόμος 2^{ος}. σελ. 140

στάδιο της χρήσης του, από την εξόρυξη και την μεταφορά μέχρι την καύση του και την τελική απαλλαγή του. Σε κάθε στάδιο της διαδικασίας αν δεν λαμβάνονται οι κατάλληλες προφυλάξεις μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρές περιβαλλοντικές συνέπειες.

Το στάδιο της εξόρυξης είναι μια πιθανά επικίνδυνη διαδικασία όπου μπορούν να προκληθούν οικολογικές καταστροφές στο περιβάλλον. Μια περίπτωση μπορεί να είναι μόλυνση των υδάτων όταν νερό διαρρέει φλέβες άνθρακα, κυρίως σε εγκαταλειμμένα ανθρακωρυχεία, παρασύρει συστατικά από άνθρακα σε υδροφόρες κοιλότητες. Αν αυτές οι κοιλότητες αποτελούν την πηγή κάποιας ροής νερού τότε το πρόβλημα επεκτείνεται και σε πιο απομακρυσμένες περιοχές. Οι εξορύξεις δεν προκαλούν παραμορφώσεις μόνο στο υπέδαφος αλλά μπορεί να αποτελέσουν αιτία παραμόρφωσης της επιφάνειας της γης σε περίπτωση υποχώρησης του εδάφους. Φυσικά δεν πρέπει να παραβλέπεται και το γεγονός ότι η διαδικασία της εξόρυξης αποτελεί ένα μόνιμο κίνδυνο για τους ανθρακωρύχους όχι μόνο σε περίπτωση ατυχήματος αλλά και πρόκλησης αναπνευστικών ασθενειών και προβλημάτων όρασης.

Όμως και στην διαδικασία της μεταφοράς του άνθρακα υπάρχει ο κίνδυνος της ρύπανσης αν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα μείωσης της εκπεμπόμενης σκόνης άνθρακα και περιορισμού των απωλειών του.

Το πιο ρυπογόνο στάδιο είναι αυτό της καύσης του άνθρακα. Κατά το στάδιο αυτό εκπέμπονται περισσότεροι από 60 εναέριοι ρυπαντές.³ Μερικοί από αυτούς είναι το διοξείδιο του θείου (SO₂), το οξειδίο του αζώτου (NO_x), μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Οι ρυπαντές αυτοί σχετίζονται με μια σειρά από ασθένειες του αναπνευστικού όπως άσθμα και βρογχίτιδα. Όταν συγκεντρώνονται σε μεγάλες ποσότητες ευθύνονται για σημαντικό αριθμό πρόωρων θανάτων. Οι ρυπαντές σχετίζονται ακόμα με περιβαλλοντικά προβλήματα όπως η όξινη βροχή και η τρύπα του όζοντος. Επίσης μεγάλες είναι και οι ποσότητες των στερεών αποβλήτων (στάχτη) που παράγει η καύση του άνθρακα. Τα απόβλητα αυτά είναι απαραίτητο να

³ Greenpeace, 2005. Briefing, Climate New Zealand

τοποθετούνται σε ειδικούς χώρους προκειμένου να αποφεύγεται η μόλυνση που μπορούν να προκαλέσουν. Το ενθαρρυντικό είναι ότι κάποιες ποσότητες από αυτά τα απόβλητα μπορούν και ανακυκλώνονται σε χρήσιμα προϊόντα όπως τσιμέντο και άλλα υλικά οικοδομών.

Η καύση του άνθρακα εκτός από αέριους ρυπαντές παράγει και στερεά απόβλητα. Τα απόβλητα της καύσης του άνθρακα προκαλούν τα ίδια περιβαλλοντικά προβλήματα και προβλήματα υγείας με αυτά που προκαλούν οι ρύποι του άνθρακα στα προηγούμενα στάδια. Γι' αυτό κρίνεται αναγκαίο να γίνεται προσεκτική επιλογή της τοποθεσίας της γης που εναποτίθενται τα απόβλητα καθώς και να εξασφαλίζονται και οι κατάλληλες προϋποθέσεις αποβολής τους.

Ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού

Τα αποθέματα άνθρακα δεν είναι απεριόριστα σε οποιαδήποτε μορφή του. Εκτιμάται ότι το σύνολο των παγκοσμίων αποθεμάτων θα διαρκέσουν για τα επόμενα 155 χρόνια. Δεδομένης της αναγκαιότητας του άνθρακα κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η ανάγκη για περαιτέρω εξερεύνηση νέων αποθεμάτων κρίνεται αναγκαία.

Τα παγκόσμια αποθέματα άνθρακα κατανέμονται ως εξής: οι Η.Π.Α. κατέχουν το 27,1% του συνόλου, η Ευρώπη και Ευρασία⁴ έχει περίπου το 31,6%⁵ (η Ελλάδα έχει το 0,4% του παγκόσμιου αποθέματος, και είναι κυρίως λιγνίτης), η Αυστραλία έχει το 8,6%, η Κίνα το 12,6%, η Ινδία το 10,2%, οι βιομηχανοποιημένες χώρες (Ο.Ε.С.Д.) 41% και οι αναδυόμενες χώρες 33,9%.⁶

Η επάρκεια του συγκεκριμένου ενεργειακού αγαθού είναι η εξής: Η.Π.Α. 240 χρόνια, η Ευρώπη και Ευρασία 241 χρόνια⁷ (Ελλάδα 54 χρόνια), Αυστραλία 213 χρόνια, Κίνα 52 χρόνια, Ινδία 217 χρόνια, οι βιομηχανοποιημένες χώρες 178 και οι αναδυόμενες χώρες 94 χρόνια.

⁴ Ευρωπαϊκή Ένωση και Πρώην Σοβιετική Ένωση

⁵ Το 25% ανήκει στην πρώην Σοβιετική Ένωση (Ρωσία 17%) και το υπόλοιπο 6,6% στην Ευρώπη.

⁶ BP Statistical Review of World Energy, June 2006 σελ. 32

⁷ Πρώην Σοβιετική Ένωση 487 χρόνια (Ρωσία πάνω από 500 χρόνια)

Οι μεγαλύτεροι καταναλωτές άνθρακα στον κόσμο είναι η Κίνα με το 36,9% του συνόλου, οι Η.Π.Α. με 19,6%, η Ευρωπαϊκή Ένωση με 10,2%, η Ινδία με 7,3% και η Ιαπωνία με 4,1%.⁸

ii. Πετρέλαιο

Το πετρέλαιο άρχισε να χρησιμοποιείται στις αρχές του περασμένου αιώνα. Όμως κυριάρχησε έναντι των άλλων μορφών ενέργειας μετά το τέλος του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου όπου άρχισε η ανοικοδόμηση των χωρών που συμμετείχαν στον πόλεμο, ο κλάδος των μεταφορών άρχισε να επεκτείνεται με ταχύς ρυθμούς, σημαντική άνοδο σημείωσε η πετροχημική βιομηχανία ενώ άρχισε να χρησιμοποιείται και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Περιβαλλοντική διάσταση

Όπως και στην περίπτωση του άνθρακα έτσι και στην περίπτωση του πετρελαίου ο φόβος για περιβαλλοντική ρύπανση δεν παύει να υπάρχει από το στάδιο της εξόρυξης του μέχρι τη τελική καύση του.

Στο στάδιο της εξόρυξης ένας κίνδυνος που συχνά αγνοείται είναι αυτός της διαρροής. Οι διαρροές αυτές μπορούν να προκληθούν είτε από επιθετικές ενέργειες κατά την διάρκεια ενός πολέμου είτε από τυχαίες μη ελεγχόμενες εκρήξεις (συνήθως όταν τα κοιτάσματα βρίσκονται υπό πίεση) όπου η διαρροή του πετρελαίου μπορεί να διαρκέσει πολύ μεγάλα χρονικά διαστήματα. Στο παρελθόν έχουν σημειωθεί αρκετές περιπτώσεις μεγάλων διαρροών κατά την περίοδο της εξόρυξης. Το 1979 στο κόλπο Μεξικού χάθηκαν 475000 m³ πετρελαίου από μια διαρροή που κράτησε 10 μήνες. Τον Απρίλιο του 1977 στη Βόρεια θάλασσα χάθηκαν 25000 m³ πετρελαίου από μια διαρροή που κράτησε μια εβδομάδα.

Ομοίως και στο στάδιο της μεταφοράς ο κίνδυνος του ατυχήματος είναι έντονος τόσο στις χερσαίες όσο και στις θαλάσσιες μεταφορές. Η πιο

⁸ BP Statistical Review of World Energy June 2006. σελ. 32 - 35

επικίνδυνη μορφή ατυχήματος είναι όταν αυτό συμβαίνει σε πετρελαιοφόρα (τάνκερ). Οι επιπτώσεις ενός τέτοιου ατυχήματος δεν περιορίζονται μόνο στην σπατάλη από την απώλεια κάποιας μεγάλης ποσότητας πετρελαίου. Η φυσική καταστροφή είναι ανυπολόγιστη καθώς όλα τα είδη ζωντανών οργανισμών όπως ψάρια, θηλαστικά, πλαγκτόν κ.λ.π. σκοτώνονται ή καταστρέφονται ενώ για να επανέλθει το περιβάλλον στην αρχική του κατάσταση είναι απαραίτητο να περάσει μεγάλο χρονικό διάστημα. Μεγάλες είναι ακόμα και οι οικονομικές επιπτώσεις ενός τέτοιου ατυχήματος. Η απαξίωση της γης ή η αποδυνάμωση του τουρισμού μιας περιοχής (αν το ατύχημα συμβεί κοντά στην τουριστική περιοχή) είναι φαινόμενα που έχουν συμβεί στο παρελθόν.

Όπως και στην περίπτωση του άνθρακα έτσι και στην περίπτωση του πετρελαίου το στάδιο της καύσης του είναι αρκετά ρυπογόνο. Οι εκλύμενες ουσίες από τις μηχανές καύσης συμβάλουν στην ενίσχυση οικολογικών προβλημάτων όπως αυτό του φαινομένου του θερμοκηπίου, της παγκόσμιας αλλαγής κλίματος (CO₂), της όξινης βροχής (SO_x & NO_x) κ.λ.π.⁹

Ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού

Το πετρέλαιο παραμένει ο πρωταγωνιστής στο τομέα της ενέργειας. Όμως τα περιορισμένα αποθέματα, οι μεταβολές στην παγκόσμια παραγωγή και στις τιμές που επικρατούν καθώς και η αυξημένη ζήτηση του απ' τις αναπτυσσόμενες χώρες καθιστούν κυρίαρχους στο παγκόσμιο χάρτη των εξελίξεων αυτούς που το παράγουν και αυτούς που το ελέγχουν.

Η αναγκαιότητα εύρεσης αντικαταστάτη του πετρελαίου γίνεται πιο εμφανής ειδικά αν γίνει κατανοητό ότι τα αποθέματα πετρελαίου θα διαρκέσουν μόλις για τα επόμενα 40 χρόνια.

Πιο αναλυτικά έχουμε τα εξής στοιχεία: οι Η.Π.Α. διαθέτουν το 2,4% του παγκόσμιου αποθέματος πετρελαίου (επάρκεια για 11,8 χρόνια), η Κεντρική και Νότια Αμερική διαθέτουν το 8,6% του συνόλου (επάρκεια για 40,7

⁹ Toth L. Ferenc, Rogner Hans – Holger, 2006. *Oil and nuclear power: Past, present and future.* Energy Economics 28 (2006) 1- 15. σελ. 2

χρόνια), η Μέση Ανατολή έχει τα μεγαλύτερα αποθέματα πετρελαίου σε όλο τον κόσμο, δηλαδή το 61,9% του συνόλου (επάρκεια για 81 χρόνια), Ευρώπη και η Ευρασία διαθέτουν το 11,7% του συνόλου (επάρκεια για 22 χρόνια),¹⁰ η Αφρική διαθέτει το 9,5% του συνόλου (επάρκεια 31,8 χρόνια).

Βέβαια αυτό που είναι προφανές είναι ότι οι ανάγκες των χωρών δεν καλύπτονται απαραίτητα από την εγχώρια παραγωγή. Έτσι μόνο οι Η.Π.Α. καταναλώνουν περίπου το ¼ της συνολικής παραγωγής, δηλαδή 24,6%. Ο επόμενος μεγάλος καταναλωτής είναι η Ευρωπαϊκή Ένωση που καταναλώνει το 18,3% του συνόλου (Ελλάδα, 0,5%). Η Κίνα καταναλώνει 8,5% του συνόλου, η Ιαπωνία το 6,4% και η Ινδία το 3,0%. Η Μέση Ανατολή που είναι ο Μεγαλύτερος παραγωγός του κόσμου καταναλώνει μόλις το 7,1% του συνόλου.¹¹

iii. Φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο είναι ακόμα μια μορφή μη ανανεώσιμου ορυκτού καυσίμου. Θεωρείται ότι σχηματίστηκε με τον ίδιο τρόπο που δημιουργήθηκε το πετρέλαιο. Δηλαδή μικροί, θαλάσσιοι κυρίως ζωντανοί οργανισμοί, ζώα και φυτά καταπλακώθηκαν από τόνους λάσπης και εξαιτίας της πίεσης και των υψηλών θερμοκρασιών μετατράπηκαν σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο περίπου 200 – 400 εκατομμύρια χρόνια πριν. Το φυσικό αέριο είναι μείγμα διαφόρων αερίων. Το κύριο συστατικό του είναι το μεθάνιο, περίπου το 90%, ενώ περιέχονται επίσης προπάνιο και βουτάνιο.

Περιβαλλοντική διάσταση

Ουσιαστικά και στην περίπτωση του φυσικού αερίου όλα τα στάδια από την εξόρυξη μέχρι την καύση δεν διαφοροποιούνται σημαντικά από τις

¹⁰ Η πρώην Σοβιετική ένωση διαθέτει το 10,2% του συνόλου (επάρκεια 28,4 χρόνια). Η Ρωσία διαθέτει το 6,2% του συνόλου (επάρκεια 21,4%)

¹¹ BP Statistical Review of World Energy June 2006. σελ. 6 - 12

υπόλοιπες μορφές συμβατικής ενέργειας. Το φυσικό αέριο μεταφέρεται κυρίως σε υγρή μορφή, μέσα από αγωγούς και λιγότερο με τάνκερ ή άλλους τρόπους.

Οι κίνδυνοι εξόρυξης δεν παρουσιάζουν κάποια σημαντική διαφορά σε σύγκριση με άλλα είδη συμβατικής ενέργειας. Όμως η διανομή και η χρήση του επιβάλλουν ιδιαίτερη προσοχή ιδιαίτερα μέσα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές καθώς σημαντικές είναι οι απώλειες που καταγράφονται ειδικά σε πεπαλαιωμένα δίκτυα. Ο κίνδυνος είναι μεγάλος καθώς κάποια διαρροή μπορεί να προκαλέσει εστίες φωτιάς ακόμα και εκρήξεις.

Οι χρήσεις του φυσικού αερίου είναι ίδιες με αυτές του πετρελαίου και του άνθρακα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην βιομηχανία, στα νοικοκυριά, και φυσικά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Όλα τα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο) κατά την καύση τους απελευθερώνουν ρυπαντές στην ατμόσφαιρα. Όμως το φυσικό αέριο είναι το πιο φιλικό προς το περιβάλλον σε σύγκριση με τα άλλα ορυκτά καύσιμα. Αυτό γιατί κατά την καύση του παράγει συγκριτικά λιγότερο θείο, άνθρακα και άζωτο. Ωστόσο και αυτό παράγει διοξείδιο του άνθρακα και αέρια που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου σε μικρότερες βέβαια ποσότητες.

Ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού

Τα αποθέματα φυσικού αερίου είναι αρκετά για την κάλυψη των αναγκών των επόμενων χρόνων. Οι ποσότητες των πιστοποιημένων αποθεμάτων αυξάνουν διαρκώς κάτι που οφείλεται στην παρατεινόμενη εξερεύνηση καθώς και στις αυξανόμενες δυνατότητες αποτίμησης των αποθεμάτων σε πολλά μέρη του πλανήτη. Στο τέλος του 2005 η διαθεσιμότητα του φυσικού αερίου έφτανε τα 180 tcf.¹² Ουσιαστικά τα αποθέματα αυτά σε παγκόσμιο επίπεδο αντιστοιχούσαν με 65 χρόνια σταθερής παραγωγής με τους συγκεκριμένους ρυθμούς.

¹² τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια

Τρεις χώρες (Ρωσία, Ιράν, Κατάρ) ελέγχουν το 55% των παγκόσμιων διαθέσιμων φυσικού αερίου. Η Ρωσία κατέχει περίπου το 32,4%, ενώ οι χώρες της Μέσης Ανατολής (Ιράν, Κατάρ, Σαουδική Αραβία) περίπου το 40,1%. Οι βιομηχανοποιημένες χώρες κατέχουν μόλις το 8,3% του παγκόσμιου αποθέματος.¹³

Η παγκόσμια κατανάλωση φυσικού αερίου αναπτύσσεται ετησίως με ρυθμό 2,4%. Η Κίνα και η Λατινική Αμερική αναμένεται να χρησιμοποιήσουν περισσότερο αυτό το ενεργειακό αγαθό με μια αύξηση της τάξεως του 5% ετησίως.

Οι μεγαλύτεροι καταναλωτές φυσικού αερίου στο κόσμο είναι οι Η.Π.Α. που καταναλώνουν το 23% του συνόλου. Ακολουθούν η Ευρωπαϊκή Ένωση με 17,1%, η Ρωσία με 14,7%, οι χώρες της Μέσης Ανατολής με 9,1% και ακολουθούν ο Καναδάς, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ιαπωνία με μικρότερα ποσοστά.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η διαθεσιμότητα φυσικού αερίου επί των παγκόσμιων αποθεμάτων φτάνει το 1,4%, ενώ αυτά τα αποθέματα υπολογίζεται ότι θα επαρκούν για 13 χρόνια αν διατηρηθούν οι σημερινοί ρυθμοί χρήσης. Η κατανάλωση για το συγκεκριμένο είδος καυσίμου αναμένεται να αυξάνεται κατά 1,8% περίπου ανά έτος μέχρι το 2030 και να καλύπτει το 32% των συνολικών αναγκών ενέργειας. Έτσι η εξάρτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα εμφανίζει συνεχόμενη αύξηση καθιστώντας την έναν από τους πιο σημαντικούς εισαγωγείς. Αυτή η αύξηση της κατανάλωσης του φυσικού αερίου τόσο στην Ευρώπη όσο και παγκοσμίως δεν παρουσιάζεται μόνο λόγω των περιβαλλοντικών ανησυχιών αλλά και λόγω της σχετικά χαμηλής τιμής του.¹⁴

iv. Πυρηνική Ενέργεια

¹³ BP Statistical Review of World Energy June 2006 σελ. 22

¹⁴ Elliott, David. (1997) *Energy, Society and Environment: Technology for a sustainable future*, Routledge, London and New York. σελ. 55

Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας βασίζεται στο γεγονός ότι ο πυρήνας των ατόμων κάποιων ραδιενεργών υλικών, με κυριότερο ένα από τα ισότοπα ουρανίου μπορεί να υποστεί πυρηνική διάσπαση, με αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων θερμότητας με πυρηνική ακτινοβολία και διάφορα ραδιενεργά υπολείμματα. Η θερμότητα αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας.¹⁵

Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας για ειρηνικούς σκοπούς άρχισε μετά το τέλος του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου και μετά την δημιουργία της πρώτης ατομικής βόμβας από τις Η.Π.Α. Ο πρώτος πυρηνικός αντιδραστήρας δημιουργήθηκε στην Πενσυλβανία των Η.Π.Α. το 1957 για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.¹⁶ Το 1979 το ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνική ενέργεια έφτανε το 3%. Αντίθετα το πετρέλαιο παρήγαγε το 25% του συνόλου της ηλεκτρικής ενέργειας, ο άνθρακας κυριαρχούσε με 38%, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί παρήγαγαν το 21%, το φυσικό αέριο 12% και οι Α.Π.Ε. (εκτός υδραυλικής ενέργειας) 0,7%. Το 2002 η παγκόσμια δομή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας άλλαξε και η συμβολή της πυρηνικής ενέργειας επεκτάθηκε σε 16,6% κυρίως εις βάρος του πετρελαίου που περιόρισε την συμβολή του σε 7,2%. Ο άνθρακας παρουσίασε μικρή άνοδο σε 39%, η υδροηλεκτρική ενέργεια σημείωσε πτώση σε 16,2%, η συμβολή του φυσικού αερίου αυξήθηκε σε 19,2%, και οι Α.Π.Ε. (εκτός της υδροηλεκτρικής ενέργειας) αύξησαν την συμβολή τους σε 1,9%.¹⁷

Περιβαλλοντική διάσταση

Αντίθετα με τις υπόλοιπες συμβατικές μορφές ενέργειας από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από έναν πυρηνικό αντιδραστήρα δεν παράγονται

¹⁵ Elliott, David. (1997). *ό.π.* σελ.65

¹⁶ Cassedy S. Edward, Grossman Z. Peter, 2000. *Introduction to energy, resources, technology, and society*. Second Edition, Cambridge University Press. σελ. 170

¹⁷ Toth L. Ferenc, Rogner Hans – Holger, 2006. *ό.π.* σελ. 3

επιβλαβή αέρια ή άλλους ρυπαντές.¹⁸ Ωστόσο αυτό δεν σημαίνει ότι η πυρηνική ενέργεια είναι πιο φιλική προς το περιβάλλον. Ένας πυρηνικός αντιδραστήρας παράγει τόνους ραδιενεργών αποβλήτων κάθε χρόνο. (Ένας αντιδραστήρας μεγέθους 1000 MW υπολογίζεται ότι παράγει περίπου 30 τόνους ραδιενεργά απόβλητα ετησίως¹⁹) Τα πυρηνικά απόβλητα παραμένουν επικίνδυνα για χιλιάδες χρόνια καθώς ο χρόνος ημι-ζωής των ραδιενεργών υλικών είναι αρκετά μεγάλος. Κάποιες χώρες έχουν αναπτύξει αποθηκευτικούς χώρους για απόβλητα αλλά κανείς δεν μπορεί να εξασφαλίσει ότι τα απόβλητα θα μπορέσουν να διατηρηθούν σε αυτή την κατάσταση για μεγάλο χρονικό διάστημα. Εξάλλου, λίγες περιοχές προθυμοποιούνται για την αποδοχή αποθήκευσης πυρηνικών αποβλήτων.

Όμως δεν είναι μόνο η χρήση των ραδιενεργών αποβλήτων που αποτελεί οικολογικό κίνδυνο. Η πιθανότητα για κάποιο πυρηνικό ατύχημα είναι αυτό που φέρνει αντίθετη την κοινή γνώμη σε κάποια προσπάθεια δημιουργία πυρηνικού αντιδραστήρα. Εξάλλου είναι νωπές ακόμα οι μνήμες από το σημαντικότερο πυρηνικό ατύχημα των τελευταίων χρόνων στο Τσερνομπίλ, το 1986. Στην περίπτωση αυτή καταγράφηκαν 31 άμεσοι θάνατοι ενώ έγιναν και αναφορές και για άλλους θανάτους και σοβαρές αρρώστιες σε περιοχές γύρω από τον τόπο του ατυχήματος. Υποστηρίζεται από κάποιους ότι οι θάνατοι εκτιμώνται από μερικές εκατοντάδες σε μερικές χιλιάδες, ενώ η υγεία εκατομμυρίων ανθρώπων επηρεάστηκε αρνητικά.²⁰

Ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού

Πέρα από το πρόβλημα της απόθεσης των ραδιενεργών αποβλήτων και τον κίνδυνο κάποιου πυρηνικού ατυχήματος τίθεται και το θέμα του μεγέθους των αποθεμάτων του ουρανίου. Τα μέχρι στιγμής γνωστά αποθέματα ουρανίου εκτιμάται ότι θα διαρκέσουν για πάνω από μισό αιώνα.

¹⁸ Rashad M.S., Hammad H.F., 2000. *Nuclear power and environment: comparative assessment of environmental and health impacts of electricity – generating systems*. Applied energy 65 (2000) 211 - 229

¹⁹ Στο ίδιο.

²⁰ Elliott, David. (1997). *ο.π.* Σελ. 67- 69

Τα παγκόσμια αποθέματα ουρανίου είναι κατανομημένα ως εξής: η Αυστραλία διαθέτει το 28% των παγκόσμιων αποθεμάτων, το Καζακστάν το 15%, ο Καναδάς το 14%, η Νότια Αφρική το 10%, η Ναμίμπια το 8%, η Βραζιλία το 6%, η Ρωσία το 4%, οι Η.Π.Α. το 3% και το Ουζμπεκιστάν το 3%.²¹

Στην Ευρώπη βρίσκεται μόλις το 2% του παγκόσμιου αποθέματος ουρανίου. Τα αποθέματα αυτά εκτιμάται θα παρέχουν επάρκεια για τα επόμενα 40 χρόνια αν διατηρηθούν οι σημερινοί ρυθμοί χρήσης.²²

Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί πυρηνικής ενέργειας είναι οι Η.Π.Α. (29,6%), η Γαλλία (16,3%), η Ιαπωνία (10,6%), η Γερμανία (5,9%), η Ρωσία (5,4%) και η Νότια Κορέα (5,3%).

Συγκριτική παρουσίαση των συμβατικών μορφών ενέργειας

Συνοψίζοντας τα παραπάνω μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές συνέπειες της χρήσης των συμβατικών μορφών ενέργειας το φυσικό αέριο φαίνεται να είναι η πιο «καθαρή» μορφή ενέργειας. Είναι η μορφή που κατά την καύση της παράγει τις λιγότερες ρυπαντικές ουσίες. Αντίθετα ο άνθρακας είναι ο πιο περιβαλλοντικά επικίνδυνος αφού σε όλα τα στάδια της χρήσης του φαίνεται να παράγει τους περισσότερους ρυπαντές και να είναι ο πιο επιβλαβής τόσο στο ίδιο το περιβάλλον όσο και στα άτομα που συμβάλουν στην εκτέλεση των διαφόρων σταδίων του καθώς και της κοινωνίας που περιβάλλει τους χώρους στα στάδια παραγωγής ενέργειας. Η πυρηνική ενέργεια ενώ φαίνεται να είναι πιο «φιλική» σε όλα τα στάδια χρήσης της ωστόσο επιβάλλει ιδιαίτερο χειρισμό στο στάδιο απόθεσης των αποβλήτων της ενώ δεν πρέπει να αγνοείται και ο κίνδυνος ατυχήματος κάτι που ομολογουμένως δεν έχει καταγραφεί από το τελευταίο ατύχημα στο Τσερνομπίλ.

²¹ World Nuclear Association, www.world-nuclear.org

²² Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης, 2003. Ενέργεια, Περιβάλλον και Επιχειρηματικότητα, Προτάσεις για τον ενεργειακό τομέα στον ελλαδικό χώρο. σελ. 24

Όσον αφορά την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού μπορούμε να κάνουμε τις εξής παρατηρήσεις: Το φυσικό αέριο φαίνεται να είναι πιο ανταγωνιστικό έναντι των άλλων συμβατικών μορφών ενέργειας καθώς διατηρεί χαμηλές τιμές απόκτησης παρά το γεγονός ότι είναι μόνο δυο οι κύριοι ανταγωνιστές προσφοράς του, η Ρωσία και η Μέση Ανατολή. Επιπλέον φαίνεται ότι τα αποθέματα είναι αρκετά για τουλάχιστον μισό αιώνα ακόμα. Αντίθετα το πετρέλαιο παρουσιάζει μεγαλύτερη αστάθεια στην ευκολία αποκόμισης και κτήσης του. Τόσο τα περιορισμένα ποσοτικά και γεωγραφικά αποθέματα του (η Μ. Ανατολή και η Ρωσία έχουν παραπάνω από το 70% επί των συνολικών αποθεμάτων ενώ τα αποθέματα αναμένεται να διαρκέσουν μόλις για περίπου 40 έτη) όσο και η αυξανόμενη ζήτηση του από αναδυόμενες χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία το καθιστούν την αιτία πολλών συγκρούσεων και πολέμων σε γεωπολιτικά ευαίσθητες περιοχές προκειμένου να εξασφαλιστεί η δυνατότητα διαχείρισης του. Φυσικά τα παραπάνω οδηγούν σε ανασφάλεια τις οικονομίες που εξαρτώνται από αυτό καθώς ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης ζήτησης και της χρησιμοποίησης του ως μέσω επίτευξης γεωπολιτικών στόχων επηρεάζουν και καθιστούν ευμετάβλητες τις έτσι και αλλιώς σταθερά μακροπρόθεσμα ανοδικές τιμές του. Τέλος λιγότερο ανταγωνιστική φαίνεται να είναι η προμήθεια του άνθρακα καθώς τα αποθέματα φαίνεται να είναι αρκετά για πολλά χρόνια ακόμα ενώ και οι κάτοχοι των αποθεμάτων του είναι περισσότεροι από οποιαδήποτε άλλη μορφή συμβατικής ενέργειας. Δυστυχώς όμως ο άνθρακας αφενός μεν δεν προτιμάται λόγω της μειωμένης ενεργειακής πυκνότητας του όσο και τις δυσκολίας του να ικανοποιήσει μια σειρά από τομείς όπως για παράδειγμα οι μεταφορές.

Η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού μπορεί να συνοψιστεί επίσης στον ακόλουθο πίνακα:

Αποθέματα και διάρκεια τους για τις συμβατικές μορφές ενέργειας στο τέλος του 2005 ²³									
	Άνθρακας		Πετρέλαιο		Φυσικό Αέριο		Ουράνιο		
Χώρες	%	Έτη	%	Έτη	%	Έτη	Χώρες	%	Έτη
Η.Π.Α.	27,1	240	2,4	11,8	3,0	10,4	Αυστραλία	28	-
Ευρώπη	6,6	-	1,5	-	3,2	-	Καζακιστάν	15	-
Ρωσία	17,3	>50 0	6,2	21,4	26,6	80,0	Καναδάς	14	-
Πρώην Σοβιετική Ένωση	25,0	487	10,2	28,4	32,4	76,7	Ν. Αφρική	10	-
Μ. Ανατολή	5,6	200	61,9	81,0	40,1	>100	Ρωσία	4	-
Κίνα	12,6	52	1,3	12	1,3	47	Η.Π.Α.	3	-
Συν. κόσμου		155		40,6		65,1	Σύνολο		>50

²³ Οι πηγές του πίνακα είναι οι εξής: Όσον αφορά τον άνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι από το «BP Statistical Review of World Energy June 2006». Όσον αφορά το ουράνιο τα στοιχεία για το ουράνιο ήταν από το «World Nuclear Association, www.world-nuclear.org»

3. Ποιες είναι οι Α.Π.Ε.

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ορίζονται οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον, ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.^{24, 25}

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των Α.Π.Ε., καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους παρουσιάστηκε κατά την δεκαετία του 1970 με τις πετρελαϊκές κρίσεις και παγιώθηκε την τελευταία δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων από την χρήση των συμβατικών μορφών ενέργειας. Τα εγγενή πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε. και κυρίως η ουσιαστική συμβολή τους στην ενεργειακή ανεξάρτηση της ανθρωπότητας από τους εξαντλήσιμους ενεργειακούς πόρους, επιτάσσουν και δικαιολογούν το αυξανόμενο ενδιαφέρον προς τις Α.Π.Ε.

Η τεχνολογία η οποία βασίζεται σε αυτού του είδους τις ενεργειακές πηγές ποικίλει ανταποκρινόμενη στο εύρος των Α.Π.Ε. που υπάρχει.

Οι περισσότερες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας εκπηγάζουν από την ηλιακή ακτινοβολία. Έτσι η ηλιακή ακτινοβολία (ηλιακή ενέργεια) ζεσταίνει τον πλανήτη. Επίσης το νερό που εξατμίζεται με την βροχή ανατροφοδοτεί τους ποταμούς, δίνει κίνηση σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας (υδραυλική ενέργεια). Διαφορές στην θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, σε θάλασσα και έδαφος, προκαλούν ανέμους (αιολική ενέργεια) οι οποίοι κινούμενοι πάνω από την θάλασσα προκαλούν κύματα (ενέργεια κυμάτων). Εξαίρεση αποτελεί η ενέργεια που προκαλείται από την παλίρροια (παλιρροϊκή ενέργεια) που είναι αποτέλεσμα της έλξης βαρύτητας της Σελήνης προς τις θάλασσες και η

²⁴ Elliott, David. (1997) *Energy, Society and Environment: Technology for a sustainable future*, Routledge, London and New York. σελ.85

²⁵ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.). Οδηγός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Δυνατότητες Αξιοποίησης στην Τοπική Αυτοδιοίκηση

γεωθερμική ενέργεια που είναι αποτέλεσμα της εκμετάλλευσης της θερμότητας που υπάρχει ήδη βαθιά στον πλανήτη.²⁶ Για την πιο αναλυτική παρουσίαση των Α.Π.Ε. εξετάζεται κάθε μορφή ενέργειας χωριστά.

Μορφές των Α.Π.Ε.

Ηλιακή Ενέργεια

Ο ήλιος εκπέμπει τεράστια ποσότητα ενέργειας. Η Ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται μέσω των τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τη θερμότητα καθώς και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ήλιου. Η πρώτη περίπτωση είναι η συλλογή της ηλιακής ενέργειας για να παραχθεί θερμότητα, κυρίως για τη θέρμανση του νερού και τη μετατροπή του σε ατμό για να χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια για την κίνηση τουρμπίνων. Στη δεύτερη εφαρμογή τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρισμό με τη χρήση φωτοβολταϊκών κυψελών ή συστοιχιών. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, διακρίνονται σε:

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα: Ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι όσα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, σε αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, δηλαδή οι γνωστοί σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες.²⁷

Παθητικά ηλιακά και υβριδικά Συστήματα: Αφορούν κατάλληλες αρχιτεκτονικές λύσεις και χρήση κατάλληλων δομικών υλικών για τη

²⁶ Elliott, David. (1997) *ό.π.* σελ.85-86

²⁷ Cassedy, S. E., 2000. *Prospects for Sustainable Energy, a critical Assessment.* Cambridge University Press. σελ. 20-29

μεγιστοποίηση της απ' ευθείας εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, κλιματισμό ή φωτισμό.²⁸

Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα: Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. Για αυτόνομα συστήματα υπάρχει επίσης το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες. Μία τυπική Φ/Β συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν περίπου το 14% της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας» (Distributed Power Generation), η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας, που προσφέρεται από τα Φ/Β συστήματα, σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό ανεξάρτηση από το πετρέλαιο και την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος, μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα νέο ενεργειακό τοπίο που αυτή τη στιγμή διαμορφώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες.²⁹

Αιολική Ενέργεια

Όπως προαναφέρθηκε η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην

²⁸ Στο ίδιο, σελ. 29-32

²⁹ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ενέργεια και Πολίτης, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm

άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, πρακτικά ανεξάντλητη.

Αν υπήρχε η δυνατότητα, με τη σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα. Υπολογίζεται ότι στο 25 % της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 m/sec, σε ύψος 10 m πάνω από το έδαφος. Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτό το μέγεθος, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Άλλωστε το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την "πρώτη" περίοδο ωριμότητας, καθώς έχει πλέον καταστεί ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας.

Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί να γίνει σημαντικός μοχλός ανάπτυξης της. Από το 1982, οπότε εγκαταστάθηκε από τη ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα έχουν κατασκευασθεί στην Άνδρο, στην Εύβοια, στη Λήμνο, Λέσβο, Χίο, Σάμο και στην Κρήτη εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο συνολικής ισχύος πάνω από 30 Μεγαβάτ. Μεγάλο ενδιαφέρον επίσης δείχνει και ο ιδιωτικός τομέας για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, ιδιαίτερα στην Κρήτη, όπου το Υπουργείο Ανάπτυξης έχει εκδώσει άδειες εγκατάστασης για νέα αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος δεκάδων Μεγαβάτ.

Τα ενδεχόμενα προβλήματα από την χρήση της αιολικής ενέργειας είναι ο θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, οι σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, τηλεόραση, τηλεπικοινωνίες, οι επιδράσεις στη χρήση γης (κτηνοτροφία, γεωργία κ.τ.λ.) που επιλύονται

όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και επίσης πιθανά προβλήματα αισθητικής και προσβολής του φυσικού τοπίου.^{30, 31}

Υδραυλική Ενέργεια

Το νερό κάνοντας τον "κύκλο του" στη φύση, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, έχει δυναμική ενέργεια, η οποία μετατρέπεται σε κινητική, καθώς ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) εκμεταλλευόμεστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η ενέργεια των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπίνων μετατρέπεται σε υδροηλεκτρική ενέργεια η οποία ταξινομείται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Η μικρής κλίμακας υδροηλεκτρική ενέργεια διαφοροποιείται σημαντικά από αυτήν της μεγάλης κλίμακας σε ότι αφορά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικές μονάδες απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Η κατασκευή φραγμάτων για τη συγκέντρωση νερού περιορίζει τη μετακίνηση των ψαριών, της άγριας ζωής και επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα. Τα μικρής κλίμακας συστήματα τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια και έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο οικοσύστημα. Υδροηλεκτρικές μονάδες μεγέθους μικρότερο των 30 MW χαρακτηρίζονται μικρής κλίμακας και θεωρούνται πιο φιλικές προς το περιβάλλον. Το γρήγορα κινούμενο νερό οδηγείται μέσα από τούνελ να περιστρέψει τουρμπίνες, παράγοντας έτσι μηχανική ενέργεια. Στη συνέχεια μια γεννήτρια μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε ηλεκτρική. Σε αντιδιαστολή με ότι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα τα οποία με την χρήση τους εξαντλούνται, το νερό δεν αχρηστεύεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς (άρδευση κ.ά.).

³⁰ Μπινόπουλος, Ε., Χαβιαρόπουλος, Π. *Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των Αιολικών Πάρκων: "Μύθος και πραγματικότητα"*. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

³¹ Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, <http://www.saintpaul.gr/technology/general.html>

Φυσικά, μόνο σε περιοχές με πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αυξημένης ζήτησης, δηλαδή σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί το 10% των ενεργειακών αναγκών.

Τα μειονεκτήματα που συνήθως εμφανίζονται είναι: α) Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, όπως και ο πολύς χρόνος που απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου. β) Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, πλήρωση ταμιευτήρων με φερτές ύλες, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.). Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων.^{32, 33}

Βιομάζα

Η βιομάζα με την ευρύτερη έννοια του όρου περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει ξύλο, ενεργειακές καλλιέργειες και οργανικά απόβλητα τα οποία εάν χρησιμοποιηθούν σε μεγάλη κλίμακα θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν την χρήση των ορυκτών καυσίμων να οδηγήσουν σε σημαντική μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης και σε μειώσεις των εκπομπών των ρύπων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.³⁴ Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών και/ ή αέριων καυσίμων. Στην πράξη υπάρχουν δύο τύποι βιομάζας. Πρώτον, οι υπολειμματικές μορφές (τα κάθε

³² Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, <http://www.saintpaul.gr/technology/general.html>

³³ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ενέργεια και Πολίτης, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm

³⁴ Cassidy, S. E., 2000. ό.π. σελ. 67

είδους φυτικά υπολείμματα και ζωικά απόβλητα και τα απορρίμματα) και δεύτερον η βιομάζα που παράγεται από ενεργειακές καλλιέργειες.

Οι υπολειμματικές μορφές βιομάζας διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- Υπολείμματα που παραμένουν στον αγρό ή το δάσος μετά τη συγκομιδή του κύριου προϊόντος (βαμβακοστελέχη, κλαδοδέματα).
- Υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών (ελαιοπυρήνες, υπολείμματα εκκοκκισμού, πριονίδια, κ.α.).
- Απορρίμματα αστικά και βιομηχανικά απόβλητα (το οργανικό τμήμα τους).

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, παραδοσιακά ή νέα, τα οποία παράγουν βιομάζα, ως κύριο προϊόν, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς όπως παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγή βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλη, βιοντίζελ) κ.ά.

Τα πλεονεκτήματα από την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών εστιάζονται τόσο σε περιβαλλοντικά οφέλη, όσο και σε κοινωνικό - οικονομικά οφέλη. Τα περιβαλλοντικά οφέλη είναι: α) θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, β) προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους (σε περίπτωση που θα έμεναν ακαλλιέργητες), γ) καλύτερη διαχείριση νερού, δ) χαμηλές εισροές σε λιπάσματα, ε) μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων, στ) εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας. Τα κοινωνικό - οικονομικά οφέλη είναι τα εξής: α) προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων, β) ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου, γ) αύξηση του αγροτικού εισοδήματος, δ) μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών, ε)

προώθηση της αειφόρου περιφερειακής ανάπτυξης, στ) μείωση της εξάρτησης από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.³⁵

Γεωθερμική Ενέργεια

Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται στην επιφάνειά της με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες.³⁶

Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμός σε μια περιοχή, (αν η θερμοκρασία τους είναι πάνω από 25°C, τότε σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία ονομάζονται γεωθερμικά ρευστά) πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσης του κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα, που συνήθως είναι βρόχινο νερό που έχει διεισδύσει στους βαθύτερους ορίζοντες της γης, θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια (γεωθερμικό κοίτασμα).

Τα γεωθερμικά αυτά ρευστά εμφανίζονται στην επιφάνεια είτε με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού όπως προαναφέρθηκε είτε αντλούνται με γεώτρηση και αφού χρησιμοποιηθεί η θερμική τους ενέργεια, γίνεται επανέγχυση του ρευστού στο έδαφος με δεύτερη γεώτρηση. Έτσι αφενός μεν ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμιευτήρα και αφετέρου αποφεύγεται η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος.^{37, 38}

³⁵ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα.

³⁶ Cassidy, S. E., 2000. *ό.π.* σελ.188

³⁷ Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, <http://www.saintpaul.gr/technology/general.html>

³⁸ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ενέργεια και Πολίτης, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm

Ενέργεια ωκεανών

Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας:

- α) από τα κύματα
- β) από τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)
- γ) από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού

Η ενέργεια που παράγεται από την κίνηση των κυμάτων είναι μια μορφή θαλάσσιας ενέργειας και η εκμετάλλευση της γίνεται ως εξής. Μια σειρά από περιστρεφόμενους κυκλικούς κινητήρες στήνονται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Αυτοί συνδέονται με μια σειρά από ενεργειακούς μετατροπείς που βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Με το τρόπο αυτό η κινητική ενέργεια των κυμάτων μετατρέπεται τελικά σε ηλεκτρική ενέργεια.

Αυτού του είδους η τεχνολογία θεωρείται ιδιαίτερα χρήσιμη σε αναπτυσσόμενες χώρες με κατάλληλες ακτογραμμές καθώς και σε απομονωμένα νησιά όπου η μόνη πηγή ενέργειας μπορεί να είναι τα καύσιμα που εισρέουν από άλλες περιοχές.³⁹

Η αξιοποίηση της *παλιρροϊκής ενέργειας* χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα.

³⁹ Elliott, David. *ό.π.* σελ. 92-93

Σήμερα οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασσινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο.

Η *θερμική ενέργεια* των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 °C

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών, εκτός από "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα, είναι το σχετικά μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων, η μεγάλη απόδοση (40-70 KW ανά μέτρο μετώπων κύματος) και η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

Στα μειονεκτήματα αναφέρεται το κόστος μεταφοράς της ενέργειας στη στεριά.⁴⁰

⁴⁰Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, <http://www.saintpaul.gr/technology/general.html>

4. Τα πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε.

Για να δοθεί λύση στα περιβαλλοντικά προβλήματα όσο και στο θέμα της ενεργειακής ασφάλειας που αντιμετωπίζουμε στις μέρες μας απαιτούνται δράσεις μακράς διάρκειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας φαίνεται να συγκεντρώνουν εκείνα τα χαρακτηριστικά πλεονεκτήματα ώστε να συντελούν σε πιο δραστικές και αποτελεσματικές λύσεις για μια αειφόρο ανάπτυξη. Γι' αυτό η σχέση Α.Π.Ε. και αειφόρου - βιώσιμης ανάπτυξης είναι στενή.

Ο όρος “αειφόρος ανάπτυξη” νοείται ως “η ανάπτυξη που καλύπτει της ανάγκες του παρόντος χωρίς να εκθέτει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύπτουν τις δικές τους ανάγκες”.⁴¹

Με τον όρο “αειφόρος ανάπτυξη” επίσης εννοούμε:

- Την επαρκή ανάπτυξη των ενεργειακών πηγών έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανθρώπινες ανάγκες.
- Την εφαρμογή μέτρων για την συντήρηση και την αποτελεσματική χρήση της ενέργειας με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες των πρωτογενών πηγών.
- Την εφαρμογή μέτρων για την προστασία της δημόσιας υγείας και ασφάλειας και
- Την προστασία της βιόσφαιρας και την αποτροπή δημιουργίας εστιών ρύπανσης⁴²

Από τα παραπάνω γίνεται εύκολα κατανοητό ότι για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης θίγονται δύο θέματα. Από τη μια, αυτό της ασφαλούς προμήθειας ενεργειακών πηγών από σταθερές και βιώσιμες μορφές ενέργειας. Αυτές οι μορφές ενέργειας πρέπει να υπάρχει δυνατότητα να παρέχονται σταθερά για μεγάλα χρονικά διαστήματα αλλά και να έχουν λογικό κόστος. Από την άλλη απαραίτητη θεωρείται η επίλυση περιβαλλοντικών

⁴¹ Brundtland, G.H (1987). *Our Common Future. The World Commission on Environment & Development*. Oxford University Press

⁴² Jefferson, M., 2006. *Sustainable energy development: performance and prospects*. *Renewable Energy* 31(2006) 571-582

προβλημάτων και παραμέτρων που θέτουν σε κίνδυνο την δημόσια υγεία. Αυτό σημαίνει ότι οι μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται δεν θα πρέπει να προκαλούν αρνητικές κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιδράσεις.

Για να γίνει πιο κατανοητή η αναγκαιότητα της προώθησης των Α.Π.Ε. αξίζει να μελετηθούν οι επιδράσεις τους κατά τομέα.

Περιβάλλον

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει γίνει πιο αισθητή η υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Μια σειρά από περιβαλλοντικά προβλήματα έχουν κάνει πλέον την εμφάνισή τους και αποτελούν απειλή όχι μόνο για το περιβάλλον αλλά και για την ανθρώπινη υγεία. Τα περισσότερα, από αυτά τα προβλήματα είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η ανθρώπινη δραστηριότητα στο μεγαλύτερο βαθμό συνδέεται με την χρήση και την κατανάλωση ενέργειας εις βάρος των φυσικών πόρων.

Τον προηγούμενο αιώνα τα ορυκτά καύσιμα ήταν αυτά που κυριάρχησαν στην παραγωγή ενέργειας. Ο άνθρακας, ο λιγνίτης, το πετρέλαιο και τις τελευταίες δεκαετίες και το φυσικό αέριο ήταν αυτά που κυρίως μοιράστηκαν το βάρος για την κάλυψη των αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών. Σε αυτά προστέθηκε και η χρήση πυρηνικής ενέργειας κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Αποτέλεσμα της ανεξέλεγκτης χρήσης των παραπάνω είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος, κάτι που οδήγησε στην αλλαγή του κλίματος. Κατά τη δεκαετία του 1970 το περιβαλλοντικό ενδιαφέρον και οι νομικοί περιορισμοί στράφηκαν κυρίως σε συμβατικές ρυπαντικές ουσίες όπως SO₂, NO_x, σωματίδια, και CO. Πρόσφατα οι περιβαλλοντικές ανησυχίες στράφηκαν στον έλεγχο μικρορυπαντών ή επικίνδυνων αέριων ρυπαντών όπως το CO₂. Παρά τις εξελίξεις σε επιστήμες του περιβάλλοντος, εξελίξεις σε βιομηχανικές διαδικασίες και δομές οδήγησαν σε επέκταση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Για παράδειγμα η εξέλιξη των μέσων μεταφοράς και η μαζική

παραγωγή και κυκλοφορία τους αύξησε τις εκπομπές ρύπων που εκπέμπονται από την καύση των παραγώγων του πετρελαίου.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα κατατάσσονται στους εξής τομείς:

- Μείζονα περιβαλλοντικά ατυχήματα
- Ρύπανση του νερού
- Θαλάσσια ρύπανση
- Επίδραση στη χρήση γης
- Ακτινοβολία και ραδιενέργεια
- Στερεά απόβλητα
- Επικίνδυνες αέριες ρυπογόνες ουσίες
- Ποιότητα του αέρα
- Όξινη βροχή
- Εξασθένιση του όζοντος της στρατόσφαιρας
- Παγκόσμια κλιματική αλλαγή (φαινόμενο του θερμοκηπίου)⁴³

Η όξινη βροχή, η «τρύπα» του όζοντος και το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι αυτά που ξεχωρίζουν. Γίνεται λοιπόν φανερό ότι όσο πιο έντονα γίνονται αυτά τα προβλήματα τόσο θα εντείνονται και οι περιβαλλοντικές ανησυχίες. Έτσι αναγκαία θα προωθούνται οι Α.Π.Ε.

Οι Α.Π.Ε., αν και δεν είναι τελείως μη ρυπογόνες, δεν εκλύουν CO₂, SO₂ και NO_x.⁴⁴ Υπάρχει επίσης πληθώρα επιλογών έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα με έναν προσεκτικό σχεδιασμό να δημιουργείται ένα σύστημα σαφώς «καθαρότερο» από ένα αντίστοιχο όπου γίνεται χρήση συμβατικών μορφών ενέργειας. Εξάλλου οι Α.Π.Ε. είναι αποτέλεσμα εκμετάλλευσης φυσικών φαινομένων όπου με την κατάλληλη τεχνολογία παράγεται χρήσιμη μορφή ενέργειας. Ως εκ τούτου η χρήση των Α.Π.Ε. μπορεί να συντελέσει στην προστασία του εδάφους καθώς και στην αποτροπή της ρύπανσης του αέρα ή του νερού.

⁴³ Dincer, I., (2000). *Renewable energy and sustainable development: a crucial review*. Renewable and sustainable energy reviews 4 (2000) 157 - 175

⁴⁴ European Commission, 1996. Energy for the Future: Renewable Sources of Energy (Green Paper) COM (96) 576 final σελ. 20

Ασφαλής προμήθεια

Είναι γενικά αποδεκτό ότι για να επιτευχθεί βιώσιμη ανάπτυξη είναι απαραίτητο να υπάρχει ασφαλής προμήθεια ενεργειακών πηγών. Ωστόσο αν και αυτό είναι απαραίτητο εντούτοις δεν είναι αρκετό. Για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης είναι απαραίτητο να υπάρχει σταθερή και βιώσιμη προμήθεια ενέργειας. Όπως αναφέρθηκε και πριν για να υπάρξει βιώσιμη ανάπτυξη μέσα στην κοινωνία απαιτείται ασφαλής προμήθεια ενέργειας, για μεγάλο χρονικό διάστημα, οπού θα γίνεται εύκολα και άμεσα διαθέσιμη σε λογικό κόστος χωρίς να προκαλεί αρνητικές κοινωνικές επιδράσεις.

Προμήθειες ενέργειας από πηγές που είναι ορυκτά καύσιμα (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) και ουράνιο θεωρούνται γενικά πεπερασμένες. Αντίθετα προμήθειες ενέργειας που γίνονται από πηγές όπως η ηλιακή ακτινοβολία (ηλιακή ενέργεια), τον άνεμο (αιολική ενέργεια) και το νερό (υδραυλική ενέργεια) θεωρούνται ανανεώσιμες και κατ' επέκταση βιώσιμες για μεγάλο χρονικό διάστημα.⁴⁵

Βέβαια οι Α.Π.Ε. παρέχοντας ασφαλή και βιώσιμη προμήθεια ενέργειας μπορούν να έχουν και άλλη συμβολή πέρα απ' αυτή στην αειφόρο ανάπτυξη. Οι Α.Π.Ε. μπορούν να συνδράμουν στην *ενεργειακή ανεξαρτησία* μιας περιοχής ή ενός κράτους σε ευρύτερο επίπεδο.

Οι Α.Π.Ε. είναι όπως προαναφέρθηκε ανεξάντλητες. Θεωρούνται επίσης και ενδογενής πηγή ενέργειας διότι αφορούν το κράτος που τις παράγει. Επέκταση της παραγωγής Α.Π.Ε. οδηγεί όπως είναι φυσικό στην μείωση της εισαγωγής συμβατικών μορφών ενέργειας από το εξωτερικό, κάτι που κατ' επέκταση οδηγεί σε ενεργειακή ανεξαρτησία.

Αν αναλογιστούμε λοιπόν ότι η ενεργειακή εξάρτηση της Ελλάδας είναι 70,8% και ολόκληρης της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι 56,2%⁴⁶ μπορούμε

⁴⁵ Dincer, Ibrahim., Rosen, A. Marc., 1999. Energy, environment and sustainable development. Applied Energy. σελ. 437

⁴⁶ Eurostat, Statistics in Focus, Environment and Energy, 13/2006, "Statistical aspects of the energy economy in 2005"

εύκολα να καταλάβουμε πόσο επιτακτική είναι η ανάγκη προώθησης των Α.Π.Ε.

Άλλοι τομείς επίδρασης των Α.Π.Ε.

Μια άλλη σημαντική θετική επίδραση που έχουν οι Α.Π.Ε. είναι η *ενίσχυση του ανταγωνισμού*. Αν και το αρχικό κόστος επένδυσης είναι σημαντικά υψηλότερο σε σύγκριση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, το λειτουργικό κόστος είναι σημαντικά χαμηλότερο. Επίσης στις συμβατικές μορφές ενέργειας υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με την μελλοντική τιμή του καυσίμου. Από τα παραπάνω είναι εύκολο να αντιληφθούμε ότι για μια μακροχρόνια επένδυση το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. θα είναι αρκετά χαμηλό και ανταγωνίσιμο με το αντίστοιχο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές μορφές ενέργειας. Το γεγονός αυτό είναι σημαντικό, αν αναλογιστούμε ότι το αποτέλεσμα αυτό θα διαχυθεί σε όλη την οικονομία. Δηλαδή θα υπάρχει όφελος στην κοινωνία από τη χαμηλή δαπάνη για ηλεκτρικό ρεύμα. Έτσι πέρα από την μείωση του κόστους παραγωγής προϊόντος στον κλάδο της ενέργειας κάτι αντίστοιχο θα συμβεί σε όλους τους κλάδους παραγωγής της οικονομίας, και το μέγεθος της επίδρασης θα εξαρτηθεί από το βαθμό διείσδυσης της ενέργειας στο τμήμα της παραγωγής.

Σαφή εικόνα για το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μπορούμε να έχουμε από τον παρακάτω πίνακα:

	Κόστος / MWh	Επένδυση Κεφαλαίου	Κόστος Συντήρησης Λειτουργίας	Καύσιμο
Ανθρακας	25-50\$	35%	20%	45%
Φυσικό Αέριο	37-60\$	<15%	<10%	<80%
Πυρηνική Ενέργεια	21-31\$	50%	30%	20%
Αιολική Ενέργεια	35-95\$	60-87%	13-40%	-
Μικρά Υ/Η	40-80\$	~100%	-	-
Ηλιακή Ενέργεια	>150\$	~100%	-	-
<i>Πηγή: International Energy Agency</i>				

Ο παραπάνω πίνακας επιβεβαιώνει το γεγονός ότι η παραγόμενη ενέργεια από τις Α.Π.Ε. ενισχύει τον ανταγωνισμό στην παραγωγή ενέργειας. Εξάλλου από τον πίνακα αυτό πρέπει να προσέξουμε τα εξής: α) στις Α.Π.Ε. το ποσοστό συμμετοχής του κόστους εγκατάστασης είναι σημαντικά υψηλότερο από το αντίστοιχο των συμβατικών μορφών ενέργειας, β) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις Α.Π.Ε. δεν υπάρχει συμβολή κόστους καυσίμου γ) το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια είναι ήδη ανταγωνιστικό.

Πρέπει να επισημανθεί ότι το κόστος που παρουσιάζεται στον πίνακα δεν είναι το πραγματικό κόστος και αυτό διότι δεν συμπεριλαμβάνεται το περιβαλλοντικό κόστος. Συμπεριλαμβανομένου του περιβαλλοντικού κόστους γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι οι παραπάνω συσχετισμοί κόστους αλλάζουν και ότι το πραγματικό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των Α.Π.Ε. είναι σαφώς πιο ανταγωνιστικό. Επίσης δεν περιλαμβάνεται το κόστος μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Οι συμβατικές μορφές ενέργειας λειτουργούν με δίκτυα που είναι συνήθως μεγάλου μήκους και είναι απαρχαιωμένα, με συνέπεια το ποσοστό των απωλειών να είναι πολύ μεγάλο. Αντίθετα οι Α.Π.Ε. συνήθως καλύπτουν τις ανάγκες σε τοπικό επίπεδο και ως εκ τούτου το κόστος μεταφοράς, διανομής και οι απώλειες ενέργειας να είναι αισθητά μειωμένες.

Επί πλέον η προώθηση των Α.Π.Ε. μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στη *τοπική ανάπτυξη* και στην *δημιουργία θέσεων εργασίας*. Οι Α.Π.Ε. ως επί το πλείστον είναι αποτέλεσμα τοπικών ενεργειών και για την εγκατάστασή τους δεν απαιτείται να προϋπάρχουν ιδιαίτερες υποδομές. Εξάλλου πολλές είναι οι περιοχές που είναι λιγότερο ανεπτυγμένες και έχουν καλή δυναμική για εγκατάσταση Α.Π.Ε. Έτσι η προώθηση των Α.Π.Ε. μπορεί να θεωρηθεί ως ένα κυρίαρχο στοιχείο της περιφερειακής πολιτικής και μπορεί να δημιουργήσει θέσεις εργασίας σε περιοχές που στερούνται βιομηχανικής ανάπτυξης καθώς και ενεργειακών πηγών που είναι απαραίτητες για ανάπτυξη. Εξάλλου στις τεχνολογίες Α.Π.Ε. η αναλογία εργασίας – κεφαλαίου είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι στις συμβατικές μορφές ενέργειας (είναι εντάσεως εργασίας). Η επίδραση των Α.Π.Ε. στην δημιουργία θέσεων εργασίας είναι περίπου πέντε φορές μεγαλύτερη απ' ό,τι μια αντίστοιχη επίδραση μιας περαιτέρω ανάπτυξης των ορυκτών καυσίμων. Ακόμα η δημιουργία αυτών των θέσεων είναι ως επί το πλείστον σε μη αστικές περιοχές σε περιοχές δηλαδή όπου η ανεργία είναι συνήθως υψηλότερη.⁴⁷

Εξελίξεις – Προβλέψεις

Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας⁴⁸ στην πρόσφατη εργασία που εξέδωσε σχετικά με το μέλλον της ενέργειας (World Energy Outlook 2006, W.E.O.) τόνισε την ανάγκη λήψης νέων μέτρων και πολιτικών προς αυτήν την κατεύθυνση. Συγκεκριμένα όσον αφορά το μέλλον στην κατανάλωση ενέργειας αναφέρει ότι εάν δεν αναληφθούν κάποιες σημαντικές πρωτοβουλίες η ενεργειακή ζήτηση θα αυξηθεί παγκοσμίως μέχρι το 2030 κατά 53%. Ειδικά η αύξηση της ζήτησης σε αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία θα ξεπεράσει το 70%. Η ζήτηση για πετρέλαιο θα φτάσει τα 118 mb/d⁴⁹ από 84 mb/d που είναι σήμερα. Σχετικά με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

⁴⁷ European Commission, 1996. Energy for the Future: Renewable Sources of Energy (Green Paper) COM (96) 576 final σελ. 23

⁴⁸ I.E.A. (International Energy Agency), <http://www.iea.org/>

⁴⁹ εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως

αναφέρεται ότι θα φτάσουν τους 40 Gt το 2030 σημειώνοντας αύξηση 55% σε σύγκριση με τα σημερινά επίπεδα. Επίσης η Κίνα θα ξεπεράσει σε εκπομπές ρύπων τις Η.Π.Α., που σήμερα κατέχει την πρώτη θέση παγκοσμίως, πριν το 2010. Οι τάσεις αυτές αναδεικνύουν πόσο ευάλωτες είναι οι καταναλώτριες χώρες σε πιθανόν διαταραχές στην παροχή προμήθειας ενέργειας ή στην διακύμανση των τιμών. Αναδεικνύουν επίσης το τεράστιο μελλοντικό πρόβλημα στη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Προβληματισμός

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω οι Α.Π.Ε. μπορούν να παράγουν ενέργεια με μακροχρόνια ανταγωνιστικό κόστος, να συμβάλουν στην επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων που συνδέονται με την χρήση ενέργειας και να αποτελέσουν εργαλείο περιφερειακής πολιτικής για οικονομικά ασθενέστερες περιοχές. Όμως εύλογα μπορούν να προκύψουν κάποια ερωτήματα. Μπορεί η ενέργεια που παράγεται από Α.Π.Ε. να καλύψει το σύνολο των αναγκών της παγκόσμιας οικονομίας; Αν όχι πιο είναι το μέγιστο ποσοστό συμμετοχής των Α.Π.Ε. στην παραγωγή ενέργειας; Πιο είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να παράγεται αυτό το ποσοστό; Μήπως θα πρέπει οι στόχοι της ενεργειακής ανάπτυξης να περιλαμβάνουν μια σύνθεση από Α.Π.Ε. και συμβατικές μορφές ενέργειας η οποία θα επιτυγχάνει τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα (κάλυψη των συνολικών αναγκών ενέργειας) με το ελάχιστο δυνατό κόστος (οικονομικό και περιβαλλοντικό); Δυστυχώς τα ερωτήματα αυτά δεν είναι εύκολο να απαντηθούν. Ωστόσο στις επόμενες ενότητες θα γίνει εκτενής ανάλυση για τις δυνατότητες που έχουν οι Α.Π.Ε. να καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες σε βραχυχρόνιο χρονικό ορίζοντα. Επίσης θα γίνει μια προσπάθεια χάραξης και οριοθέτησης των σημαντικών στόχων και κινήτρων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να πραγματοποιούνται προκειμένου να επιτυγχάνεται η προώθηση των Α.Π.Ε. αλλά και να επιτυγχάνεται μια ορθή και ισόρροπη ενεργειακή ανάπτυξη.

5. Πρωτοβουλίες για την προστασία του περιβάλλοντος και την προώθηση των Α.Π.Ε.

Όπως ήδη έχει αναφερθεί τις τελευταίες δεκαετίες έχει γίνει άμεσα αντιληπτό ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες και κυρίως αυτές που συνδέονται με την χρήση ενέργειας έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αυτές οι δραστηριότητες είναι και η αιτία των κλιματικών αλλαγών που όσο περνάει ο καιρός γίνονται όλο και πιο αισθητές. Για την μείωση ή και εξάλειψη των δυσμενών επιδράσεων στο περιβάλλον έχουν ληφθεί κατά καιρούς διάφορες πρωτοβουλίες.

i. Πρωτόκολλο του Κιότο

Το πρωτόκολλο του Κιότο (Δεκέμβριος, 1997) είναι αποτέλεσμα μιας σημαντικής προσπάθειας για την ενεργοποίηση ενός διεθνούς μηχανισμού που ως στόχο θα είχε την μείωση των εκπομπών των έξι ρυπογόνων αερίων. Τα έξι αυτά ρυπογόνα αέρια είναι τα εξής: διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), μεθάνιο (CH_4), υποξείδιο του αζώτου (N_2O), υδροφθοράνθρακες (HFCs), υπερφθοράνθρακες (PFCs), εξαφθοριούχο θείο (SF_6).

Όπως λοιπόν αναφέρεται και στο άρθρο 3 του πρωτοκόλλου τα συμβαλλόμενα μέρη υποχρεούνται να μειώσουν, μέχρι την περίοδο 2008-2012, τις συνολικές ανθρωπογενείς εκπομπές των αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου τουλάχιστον κατά 5%, συγκρινόμενες με αυτές του 1990.

Το πρωτόκολλο του Κιότο δεν υποχρεώνει τα συμβαλλόμενα μέρη να ακολουθήσουν συγκεκριμένα μέτρα και πολιτικές για την επίτευξη των στόχων που έχουν υιοθετήσει. Υποχρεώνονται όμως να καταβάλλουν κάθε δυνατή προσπάθεια προκειμένου να ανταποκριθούν στις υποχρεώσεις που ανέλαβαν και να επιτύχουν τον πιο πάνω στόχο στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης. Έτσι καλούνται να εφαρμόσουν πολιτικές και μέτρα για την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, την προώθηση αειφόρων μορφών γεωργίας,

κατάλληλες φορολογικές μεταρρυθμίσεις στους τομείς που εκπέμπουν αέρια και συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου κ.α. Ακόμα καλούνται να εφαρμόσουν μέτρα και πολιτικές σε διεθνές επίπεδο όπου θα ελαχιστοποιήσουν τόσο τις αρνητικές επιπτώσεις στο διεθνές εμπόριο, όσο και τις δυσμενείς κοινωνικές, περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις.

Για την επίτευξη των στόχων το πρωτόκολλο προσφέρει κάποιες δυνατότητες και κάποιους μηχανισμούς (*μηχανισμοί Κιότο*). Αυτοί οι μηχανισμοί και δυνατότητες δίνουν το «προνόμιο» στα συμβαλλόμενα μέρη να ανταποκρίνονται από κοινού στους στόχους που ανέλαβαν (Άρθρο 4), να συνεργάζονται στη χρήση μέτρων και μονάδων μείωσης εκπομπών ρύπων (Άρθρα 6, 12) και να εμπορεύονται τα δικαιώματα εκπομπών προκειμένου να ανταποκριθούν στις υποχρεώσεις που ανέλαβαν (Άρθρο 17).⁵⁰

Από τα παραπάνω, εύλογα μπορεί να αναρωτηθεί κανείς γιατί, στο πρωτόκολλο, δεν γίνεται αναφορά για τον σημαντικό ρόλο που μπορούν να έχουν οι Α.Π.Ε. στην επίτευξη του καθορισμένου στόχου. Αυτό συμβαίνει γιατί ο τομέας της ενέργειας θεωρείται τομέας - κλειδί για την μείωση των εκπομπών ρυπογόνων ουσιών δεδομένου ότι περίπου το 80% της συνολικής ποσότητας των ρυπογόνων ουσιών είναι CO₂, και το 94% αυτού παράγεται από δραστηριότητες που σχετίζονται με την ενέργεια.⁵¹ Όμως παρόλο που η έλλειψη αναφοράς στις Α.Π.Ε. κρίνεται σημαντική οι στόχοι που θέτει το πρωτόκολλο του Κιότο και η δυσκολία επίτευξής τους ίσως οδηγήσουν σε μια σημαντική διείσδυσή των Α.Π.Ε. στην οικονομία μέχρι το τέλος της δεκαετίας.⁵²

Η υποχρέωση που έχει αναλάβει η Ευρωπαϊκή Ένωση για μείωση των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι 8% κάτω από τα επίπεδα του 1990. Στο Περιβαλλοντικό Συμβούλιο, τον Ιούνιο 1998, τα

⁵⁰ Οι χώρες που έχουν επιτύχει μειώσεις εκπομπών ρύπων μεγαλύτερες από το ποσοστό στόχο που τους έχει τεθεί από το πρωτόκολλο του Κιότο μπορούν να πωλούν το πλεονάζων αυτό κομμάτι σε χώρες που δυσκολεύονται να πετύχουν το στόχο τους.

⁵¹ European Environmental Agency. *European Community And Member States Greenhouse Gas Emissions Trends 1990- 1998*. Luxembourg, 2000. σελ. 24

⁵² Mirasgenis, S., Sarafidis, Y., Georgopoulou, E., Lalas, D.P., 2002. *The role of renewable energy sources within the framework of the Kyoto Protocol: the case of Greece*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 6 (2002) 249- 272. σελ. 251

κράτη- μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης στηριζόμενα στο άρθρο 4 αποφάσισαν να ανταποκριθούν από κοινού στις υποχρεώσεις του πρωτοκόλλου. Με την Συμφωνία αυτή ορίστηκαν νέοι δεσμευτικοί περιορισμοί για το κάθε κράτος χωριστά. Η Ελλάδα δεσμεύτηκε να συγκρατήσει το ποσοστό αύξησης των εκπομπών των ρυπογόνων ουσιών που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου μέχρι την περίοδο 2008-2012 κατά +25% σε σύγκριση με το έτος βάσης (1990 για τις εκπομπές των CO₂, CH₄ και N₂O, 1995 για τις εκπομπές των HFCs, PFCs και SF₆). Η Ελλάδα προσχώρησε στο πρωτόκολλο το 2002 με το νόμο 3017/2002.

Εξελίξεις

Το πρωτόκολλο του Κιότο έγινε διεθνής νόμος στις 16 Φεβρουαρίου του 2005 και εφαρμόζεται σε 166 χώρες που έχουν συμφωνήσει και έχουν εισχωρήσει στην συμφωνία. Σημαντική κρίνεται η απουσία των Η.Π.Α. Επίσης και άλλες χώρες που παράγουν σημαντικές ποσότητες ρυπαντών δεν έχουν εισχωρήσει στην συμφωνία όπως είναι η Κίνα, η Ινδία και η Αυστραλία. Αντίθετα μια απ' τις χώρες που εκλύουν τεράστιες ποσότητες ρυπαντών και συμμετέχουν στο πρωτόκολλο του Κιότο είναι η Ρωσία. Όσον αφορά την Ευρωπαϊκή Ένωση, όλα τα κράτη - μέλη της καθώς και τα υποψήφια μέλη πλην της Τουρκίας έχουν εισχωρήσει στο πρωτόκολλο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το 2003 οι εκπομπές των ρυπογόνων αερίων για την «Ευρώπη των 15» ήταν μόλις 1,7% κάτω από το έτος βάσης. Υπολογίζεται ότι το 2010 θα είναι μόλις 1,6% κάτω από το έτος βάσης. Θεωρείται πιθανόν ότι ακόμα και με την εφαρμογή νέων μέτρων και πολιτικών η μείωση δεν θα είναι μεγαλύτερη από 6,8%. Όμως επιπλέον χρήση των «μηχανισμών του Κιότο» ενδεχομένως να οδηγήσει στην επίτευξη του στόχου.⁵³

Ειδικά όσον αφορά τα 10 νέα κράτη - μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι συνολικές εκπομπές ρύπων τους βρίσκονται 32% κάτω από το επίπεδο του

⁵³ European Environmental Agency. *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2005*. Luxembourg, 2005. σελ. 14

έτους βάσης. Έτσι για το 2010 προβλέπεται ότι όλες οι χώρες θα επιτύχουν το στόχο τους.⁵⁴

ii. Οδηγία 2001/77/EK

Η οδηγία 2001/77/EK είναι το αποτέλεσμα των προσπαθειών για την αύξηση των Α.Π.Ε. στην Ευρώπη. Οι λόγοι που οδήγησαν στην δημιουργία αυτής της οδηγίας είναι πολλοί και ποικίλοι. Ουσιαστικά την κινητήριο δύναμη για την δημιουργία της συγκεκριμένης οδηγίας αποτελούσαν οι περιβαλλοντικές ανησυχίες σε συνδυασμό με την προσπάθεια επίτευξης οικονομικών σκοπών και στόχων ασφάλειας.

Αρκετό καιρό πριν την έκδοση της οδηγίας είχε γίνει ευρέως αντιληπτό ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές πηγές ενέργειας δεν ήταν η καλύτερη επιλογή για την επίτευξη του στόχου της αειφόρου ανάπτυξης. Τόσο λόγοι περιβαλλοντολογικοί όσο και λόγοι ασφάλειας έκαναν επιτακτική την ανάγκη για εύρεση κάποιας εναλλακτικής επιλογής. Εξάλλου οι περιβαλλοντικές ανησυχίες για την αύξηση των ρυπογόνων αερίων και των κινδύνων που αυτά δημιουργούν είχαν ήδη οδηγήσει στην ενεργοποίηση του διεθνούς μηχανισμού και στην δημιουργία του πρωτοκόλλου του Κιότο. Έτσι λοιπόν η συγκεκριμένη οδηγία αφενός μεν θα συντελούσε στην ασφάλεια και την διαφοροποίηση του ενεργειακού εφοδιασμού, αφετέρου δε θα αποτελούσε ένα σημαντικό μέρος της δέσμης μέτρων που απαιτούνται για τη συμμόρφωση με το πρωτόκολλο του Κιότο στη σύμβαση - πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές αλλαγές.

Ο σκοπός λοιπόν της οδηγίας ήταν «η προαγωγή της αύξησης της συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η δημιουργία βάσης για ένα μελλοντικό κοινοτικό πλαίσιο στον εν λόγω τομέα».

Στο άρθρο 2 οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ορίστηκαν ως «οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική, ηλιακή και γεωθερμική

⁵⁴ Στο ίδιο. σελ. 19

ενέργεια, ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκή ενέργεια, υδραυλική ενέργεια, βιομάζα, αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και βιοαέρια).

Όσον αφορά την υδραυλική ενέργεια υπήρξε μια διαμάχη για το αν θα έπρεπε να προωθείται από μια ευρωπαϊκή οδηγία. Αυτό διότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικούς σταθμούς ήταν ήδη οικονομικά ανταγωνιστική στην ευρωπαϊκή αγορά και γιατί η ανάπτυξή τους επέφερε σημαντικές περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις.⁵⁵ Έτσι αν και υπήρχαν προτάσεις για υδροηλεκτρικούς σταθμούς μέχρι 10MW στην συνέχεια αυτό δεν εφαρμόστηκε.

Στο άρθρο 3 η Οδηγία έθεσε κάποιες ενδεικτικές τιμές αναφοράς τις οποίες κάθε κράτος - μέλος έπρεπε να λάβει υπόψη και το αργότερο μέχρι τις 27 Οκτωβρίου 2002 και εν συνεχεία έπρεπε ανά πενταετία να καθορίζει τους εθνικούς ενδεικτικούς στόχους μελλοντικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Οι στόχοι αυτοί ήταν απαραίτητο να συνάδουν με τις δεσμεύσεις που έχουν αναλάβει για τις κλιματικές μεταβολές τις οποίες έχει αποδεχθεί η Κοινότητα βάσει του πρωτοκόλλου του Κιότο. Επίσης οι εθνικοί ενδεικτικοί στόχοι θα πρέπει να είναι συμβατοί με το συνολικό ενδεικτικό στόχο του 12% της ακαθάριστης εθνικής κατανάλωσης έως το 2010, και ειδικότερα με μια ενδεικτική μερίδα ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία παράγεται από Α.Π.Ε., που φθάνει το 22,1% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2010. Ο εθνικός ενδεικτικός στόχος της Ελλάδας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. είναι 20,1%.

Από τα παραπάνω αξίζει να προσέξουμε είναι ότι οι στόχοι είναι ενδεικτικοί και όχι δεσμευτικοί. Αν ήταν δεσμευτικοί οι στόχοι ενδεχομένως εξασφαλιζόταν η σίγουρη επίτευξη τους. Ωστόσο προτιμήθηκε να δοθεί μια ελευθερία - ευελιξία στα κράτη έτσι ώστε να βρουν και να εφαρμόσουν την στρατηγική που τους ταιριάζει καλύτερα. Αν και οι στόχοι ήταν ενδεικτικοί, έγινε προσπάθεια να είναι πιο ισχυροί απ' ότι αν ήταν απλά «προτεινόμενοι»

⁵⁵ Rowlands, I.H., 2005. The European directive on renewable electricity: conflicts and compromises. Energy Policy 33 (2005) 965- 974

καθώς η αρμόδια επιτροπή θα ελέγχει κατά πόσο οι εθνικοί στόχοι κάθε κράτους είναι συμβατοί με τον συνολικό στόχο της Κοινότητας.

Στη συνέχεια στο άρθρο 4 η οδηγία ορίζει τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να συγκεντρώνουν τα συστήματα στήριξης. Αρκετές ήταν οι διαμάχες γύρω από το ποιο σύστημα εξυπηρετεί καλύτερα το στόχο της οδηγίας. Τρία είναι τα κυρίαρχα συστήματα: α) Το μοντέλο “feed in tariff” όπου καθορίζεται μια σταθερή τιμή για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Α.Π.Ε. Όση ηλεκτρική ενέργεια και αν παραχθεί απορροφούνται υποχρεωτικά από το σύστημα β) το “tender system” όπου για κάθε τεχνολογία Α.Π.Ε. γίνονται διαγωνισμοί και σε κάθε περίπτωση αυτός που θα προσφέρει την χαμηλότερη τιμή ανά μονάδα διασφαλίζει συμβόλαιο για συγκεκριμένη περίοδο γ) το “tradable certificate model” όπου κάθε υπηρεσία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα υποχρεούται να παράγει ένα συγκεκριμένο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.⁵⁶ Η Οδηγία δεν προωθεί κάποιο συγκεκριμένο σύστημα και αφήνει κάθε κράτος να υιοθετήσει όποιο σύστημα επιθυμεί έτσι ώστε αργότερα να γίνει εκτίμηση των αποτελεσμάτων που κάθε σύστημα θα επιφέρει.

Επίσης η οδηγία α) ρυθμίζει τον τρόπο όπου τα κράτη μέλη θα συστήνουν συστήματα που θα εγγυώνται την αυθεντικότητα της προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από Α.Π.Ε. β) ορίζει της κατάλληλες ρυθμιστικές αρχές που πρέπει να ακολουθούνται κατά τις διοικητικές διαδικασίες έτσι ώστε να προωθούνται οι Α.Π.Ε. και να περιορίζονται τα εμπόδια γ) ρυθμίζει τις σχέσεις μεταξύ των παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και των χειριστών του συστήματος της διανομής και της μετάδοσης.

⁵⁶ Meyer, N.I., 2003. European schemes for promoting renewables in liberalised markets. Energy Policy 31 (2003) 665-676

6. Η κατάσταση των Α.Π.Ε. σε Ευρώπη και Ελλάδα

ί. Ποια είναι η κατάσταση στην Ευρώπη

Την τελευταία δεκαετία, καταβάλλονται σημαντικές προσπάθειες για την προώθηση των Α.Π.Ε. τόσο σε επίπεδο Ευρώπης όσο και παγκοσμίως. Εξάλλου όπως έχει ήδη αναφερθεί στην Ευρώπη ιδιαίτερης σημασίας μπορεί να χαρακτηριστεί η υιοθέτηση ενδεικτικών στόχων για κάθε κράτος – μέλος χωριστά έτσι ώστε να αυξηθεί σε 22% το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. μέχρι το 2010 για την Ε.Ε.-15 (Οδηγία 2001/77/ΕΚ). Η επίτευξη αυτών των στόχων αφενός μεν θα αποτελέσει μια πρώτη προσπάθεια για την προώθηση της ασφάλειας και της διαφοροποίησης του ενεργειακού εφοδιασμού αφετέρου δε θα αποτελέσει ένα σημαντικό μέρος της δέσμης μέτρων που απαιτούνται για τη συμμόρφωση με το πρωτόκολλο του Κιότο στη σύμβαση - πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές αλλαγές.

Από τα παραπάνω εύλογα προκύπτει ένα ενδιαφέρον σχετικά με την πορεία των προσπαθειών των κρατών – μελών τόσο για το καθένα ξεχωριστά όσο και στο σύνολο της Ευρώπης.

Η εξέλιξη του μεριδίου της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. από το 1994 έως το 2004 στην Ευρώπη παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

Από τον Πίνακα 1 μπορούμε εύκολα να διακρίνουμε ότι σε επίπεδο Ευρώπης δεν παρουσιάστηκαν αξιοσημείωτες διακυμάνσεις όσον αφορά το ποσοστό συμμετοχής των Α.Π.Ε. στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο από τον ίδιο πίνακα αλλά και από τις ανά χώρα εκθέσεις προκύπτουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των κρατών μελών.

Χώρες όπως η Γερμανία, η Δανία, η Φινλανδία είναι αρκετά πιθανό να επιτύχουν τους στόχους τους. Σημαντικές προσπάθειες καταβάλλονται από χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, τις Κάτω Χώρες, την Ιρλανδία, τη Γαλλία, τη Σουηδία και την Αυστρία που εφαρμόζουν και στηρίζουν νέες πολιτικές για την επίτευξη των στόχων τους. Η αποτελεσματικότητα των πολιτικών αυτών

θα επηρεάσει και το αν οι παραπάνω χώρες προλάβουν εντός των συγκεκριμένων χρονικών ορίων να ανταποκριθούν στους ενδεικτικούς στόχους τους. Τέλος η Ελλάδα (εκτενέστερη ανάλυση γίνεται παρακάτω) έχει καθυστερήσει σε σημαντικό βαθμό την ανάπτυξη της ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε.^{57,58}

Στην οδηγία 2001/77/EK, όπως εξάλλου έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, γίνεται εκτενής ανάλυση των προϋποθέσεων που πρέπει να εξασφαλίσουν τα κράτη μέλη προκειμένου να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι. Μεταξύ αυτών είναι α) η προώθηση ελκυστικών συστημάτων στήριξης των Α.Π.Ε. β) η άρση διοικητικών εμποδίων, γ) η εξασφάλιση δίκαιης πρόσβασης στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και δ) η έκδοση εγγύησης προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας όταν προέρχεται από Α.Π.Ε.

Τα περισσότερα κράτη μέλη έχουν εφαρμόσει σύστημα στήριξης για την ανανεώσιμη ενέργεια. Πρόκειται για συστήματα υπό μορφή εγγυημένων τιμών για την τροφοδότηση του δικτύου, υποχρεωτικών ποσοστώσεων ή/ και πράσινων πιστοποιητικών.

Ωστόσο αν και τα συστήματα στήριξης υπάρχουν αυτά δεν κρίνονται αρκετά. Η άρση των διοικητικών εμποδίων δεν έχει επιτευχθεί πλήρως και σε πολλές περιπτώσεις η εκκίνηση παρακωλύεται από πολύπλοκες διαδικασίες αδειοδότησης. Επίσης προβλήματα δημιουργούνται στην ενσωμάτωση της ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στο περιφερειακό και τοπικό σχεδιασμό καθώς και από τις αδιαφανείς διαδικασίες κάτω απ' τις οποίες γίνονται οι συνδέσεις στο δίκτυο σε πολλές περιπτώσεις.

Όπως όμως υπάρχουν διαφορές μεταξύ των κρατών ως προς το επίπεδο διείσδυσης των Α.Π.Ε. έτσι υπάρχουν και διαφορές ανάμεσα στις ίδιες τις Α.Π.Ε. όσον αφορά το επίπεδο προώθησης τους. Έτσι ενώ κάποιες παρουσιάζουν χρόνο με το χρόνο σημαντικές αυξήσεις στα ποσοστά παραγωγής ενέργειας (π.χ. αιολική ενέργεια) άλλες παραμένουν ακόμα σε

⁵⁷ Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2004. Το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας της Ε.Ε. COM (2004) 366 τελικό σελ. 16- 18

⁵⁸ European Renewable Energies Federation, 2004. EREF Missing Targets – Update 2004

πρώιμα στάδια ανάπτυξης και παραμένουν στάσιμες στην συμβολή τους στην παραγωγή ενέργειας. Πιο αναλυτικά παρατηρούμε τα εξής:

Ο κλάδος της *αιολικής ενέργειας* είναι ο πιο ταχύτατα αναπτυσσόμενος κλάδος των Α.Π.Ε. στην Ευρώπη. Κατά το 2002 η εγκατεστημένη ισχύς ήταν 28 GW και παρήγε περίπου 60 TWh, δηλαδή το 2,4% της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση.⁵⁹

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Σύνδεσμο Αιολικής Ενέργειας⁶⁰ η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την αιολική ενέργεια το 2005 εκτιμάται ότι έφτασε τις 83 TWh (2,8% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη). Τα αντίστοιχα ποσά για το 2010 προβλέπεται ότι θα είναι 188 TWh (5,5%), το 2020, 523 TWh (13,4%) και τέλος για το 2030, 965 TWh (22,6%).

Δυστυχώς η ευτυχής αυτή εξέλιξη δεν είναι αποτέλεσμα κοινής προσπάθειας σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Όπως μπορούμε να διακρίνουμε από τον Πίνακα 2 η Γερμανία, η Ισπανία και η Δανία καταλαμβάνουν πάνω από το 80% της παραγωγής ενέργειας σε ολόκληρη την Ευρώπη.

Η παραγωγή ενέργειας από *ηλιακή ακτινοβολία* είναι ένας κλάδος που επίσης εμφανίζει αυξητικές τάσεις το τελευταίο χρονικό διάστημα. Δυστυχώς η Ευρώπη δεν υπερέχει και σ' αυτόν τον τομέα καθώς η Ιαπωνία παρουσιάζει μια ιδιαίτερα γρήγορη ανάπτυξη του δυναμικού παραγωγής.

Παρότι η παραγωγή ενέργειας από ηλιακή ακτινοβολία είναι ακόμα χαμηλή η τάσεις είναι αυξητικές τα τελευταία χρόνια όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 3

Αξίζει να αναφερθεί ότι ο Πίνακας 3 περιλαμβάνει την παραγωγή ενέργειας τόσο από ενεργειακά ηλιακά συστήματα (π.χ. ηλιακούς θερμοσίφωνες) όσο και από φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα, συστήματα δηλαδή που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Από τον παραπάνω πίνακα στην Ε.Ε. – 25 ξεχωρίζουν δυο χώρες. Η μια είναι η Γερμανία που τη περίοδο 2001-2003 παρουσίασε μεγάλη αύξηση στην εγκατεστημένη ισχύ των

⁵⁹ Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2004. Το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας της Ε.Ε. COM (2004) 366 τελικό σελ. 22

⁶⁰ European Wind Energy Association (EWEA), <http://www.ewea.org/>

φωτοβολταϊκών⁶¹ και η άλλη χώρα είναι η Ελλάδα που παρουσιάζει μια από τις ανεπτυγμένες αγορές ενεργειακών ηλιακών συστημάτων⁶²

Ακόμα η Ευρωπαϊκή Ένωση καλύπτει επί του παρόντος το 4% των ενεργειακών αναγκών της από βιομάζα. Εάν αξιοποιούσε πλήρως το δυναμικό της, θα μπορούσε να υπερδιπλασιάσει τη χρήση βιομάζας μέχρι το 2010 μέχρι και 185 εκατ. toe.⁶³ Όπως και στην περίπτωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η κοινοτική νομοθεσία έχει θεσπίσει πλαίσιο και για τον τομέα αυτό. Έτσι η οδηγία 2003/30/EK που αφορά την προώθηση και την χρήση βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές καθορίζει ως τιμές αναφοράς για τα εν λόγω καύσιμα, μερίδιο αγοράς ύψους 2% για το 2005 και 5,75% για το 2010. Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.

Η παραγωγή γεωθερμικής ενέργειας είναι η λιγότερο ανεπτυγμένη μορφή Α.Π.Ε. στην Ευρώπη σε σύγκριση με τις μορφές ενέργειας που προηγήθηκαν. Αυτό συμβαίνει γιατί το κόστος για την εγκατάσταση μονάδας παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας συνδέεται στενά με τα χαρακτηριστικά του τοπικού συστήματος πηγών και αποθεμάτων. Έτσι με εξαίρεση την Ιταλία που παράγει πάνω από το 90% της γεωθερμικής ενέργειας στην Ευρώπη η δυναμική αυτού του είδους Α.Π.Ε. είναι πολύ περιορισμένη σε σύγκριση με άλλα μέρη του κόσμου όπως η νότιος Αμερική και η Ασία. Η παραγωγή γεωθερμικής ενέργειας παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.

Τέλος παρουσιάζεται ο τομέας της υδραυλικής ενέργειας. Ο τομέας αυτός είναι ίσος ο πιο ιδιόμορφος τομέας των Α.Π.Ε. Αυτό συμβαίνει αφενός μεν διότι τα μεγέθη των εγκαταστάσεων παρουσιάζουν μεγάλο εύρος, αφετέρου δε διότι, όπως έχει προαναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, οι εγκαταστάσεις υδραυλικής ενέργειας προκαλούν αλλοιώσεις στο περιβάλλον, δημιουργώντας έτσι διαμάχες ως προς το μέγιστο μέγεθος των εγκαταστάσεων που θα πρέπει να προωθούνται από τα κράτη μέλη. Επίσης η δημιουργία

⁶¹ Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2004. Το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας της Ε.Ε. COM (2004) 366 τελικό σελ. 25

⁶² Argiriou, A., Mirasgenis, S., (2003). The solar thermal market in Greece – review and perspectives. Renewable and Sustainable Energy Reviews 7 (2003) 397- 418

⁶³ Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. Σχέδιο δράσης για τη βιομάζα. COM (2005) 628 τελικό

εγκαταστάσεων υδραυλικής ενέργειας εξαρτάται έντονα από την μορφολογία του εδάφους. Έτσι όπως φαίνεται και στο Πίνακα 6 το μεγαλύτερο μέρος του συνόλου της παραγωγής υδραυλικής ενέργειας στην Ευρώπη παράγεται από χώρες όπως η Ιταλία, η Γαλλία, η Ισπανία, η Γερμανία, η Σουηδία και η Αυστρία.

Βέβαια όπως είναι φυσικό ο ρυθμός ανάπτυξης των Α.Π.Ε. και η συμβολή τους στην παραγωγή ενέργειας επηρεάζει και άλλα θέματα όπως είναι αυτά της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας της προμήθειας. Στον ευρύτερο τομέα της ενέργειας πέρα από αυτόν των Α.Π.Ε. αξίζει να προσέξουμε τα ακόλουθα στοιχεία: η κατανάλωση ενέργειας το 2005 έμεινε στα ίδια επίπεδα του 2004. Όμως η παραγωγή ενέργειας σημείωσε πτωτικές τάσεις. Έτσι η παραγωγή ακατέργαστου πετρελαίου μειώθηκε κατά 9% σε σχέση με το 2004, του φυσικού αερίου κατά 5,8%, του άνθρακα κατά 5,7%, και της πυρηνικής ενέργειας κατά 1,3%. Όπως είναι φυσικό οι καθαρές εισαγωγές ενέργειας (εισαγωγές μείον εξαγωγές) αυξήθηκαν κατά 4,5% σε σύγκριση με το 2004 φτάνοντας τα 950 εκατ. toe. Ο βαθμός ενεργειακής εξάρτησης για την Ε.Ε. – 25 συνέχισε να αυξάνεται και το 2005 φτάνοντας το 56,2% έναντι 53,9% το 2004.^{64, 65}

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι η προώθηση των Α.Π.Ε. είναι πλέον επιβεβλημένη καθώς οι αυξητικές τάσεις της ενεργειακής εξάρτησης είναι ανησυχητικές λόγω της άσχημης διεθνούς συγκυρίας στον τομέα της ενέργειας τόσο λόγω των κοινωνικό – οικονομικών γεγονότων όσο και λόγω της αυξανόμενης ζήτησης ενέργειας από την Κίνα και την Ινδία.

Εξελίξεις – Προβλέψεις

Για να αυξηθεί σε 22% το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. μέχρι το 2010 για την Ε.Ε.-15 (21% αντίστοιχα για την Ε.Ε. – 25)

⁶⁴ Eurostat, Statistics in Focus, Environment and Energy, 13/2006, “Statistical aspects of the energy economy in 2005”

⁶⁵ Eurostat, 126/2006- 21 September 2006, news release

πρέπει τα κράτη μέλη να επιτύχουν τους εθνικούς στόχους που έχουν αναλάβει από την οδηγία 2001/77/ΕΚ.

Δυστυχώς πολλά κράτη αναμένεται να μην επιτύχουν τους στόχους τους, με αποτέλεσμα το μερίδιο της πρωτογενούς ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. εκτιμάται να φτάσει το 8% ενώ το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. εκτιμάται ότι θα φτάσει το 18%.⁶⁶

ii. Ποια είναι η κατάσταση στην Ελλάδα

Ο λιγνίτης είναι η πιο σημαντική εγχώρια ενεργειακή πηγή, συνεισφέροντας το 82,6% της εγχώριας παραγωγής το 2003, ενώ στο 15,6 % της εγχώριας παραγωγής συνεισφέρουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας⁶⁷. Το υπόλοιπο συνίσταται από αργό πετρέλαιο και ελάχιστο φυσικό αέριο.⁶⁸

Οι εγχώριοι ενεργειακοί πόροι ανήλθαν το 2003 σε 9892 χιλ. ΤΙΠ⁶⁹, ενώ το σύνολο της ενέργειας για την κάλυψη των ελληνικών αναγκών ανήλθε σε 30159 χιλ. ΤΙΠ, δηλαδή περίπου 3 φορές μεγαλύτερο από την εγχώρια παραγωγή. Περίπου το 88% της ενέργειας που καλύφθηκε με εισαγωγές αποτέλεσε το πετρέλαιο και τα προϊόντα του, ενώ περίπου 9% ήταν το φυσικό αέριο.

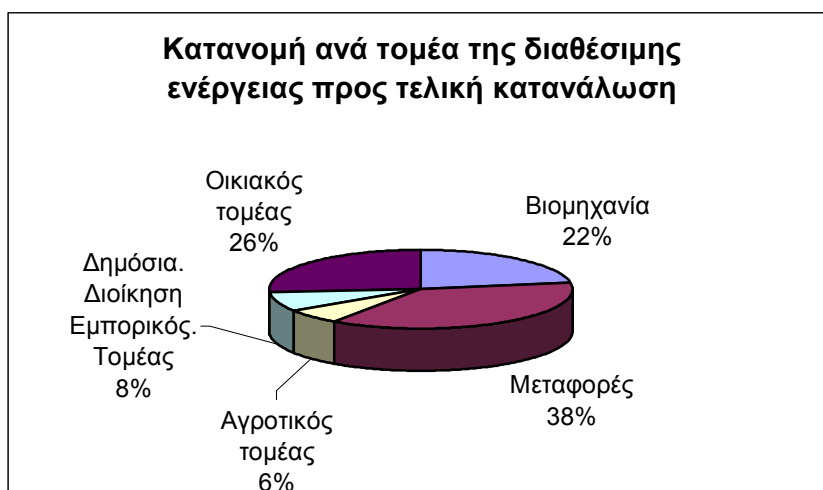
Η κατανάλωση ενέργειας από τη βιομηχανία, τις μεταφορές, τον οικιακό, πρωτογενή και τριτογενή τομέα ανήλθε σε 21217 χιλ. ΤΙΠ, δηλαδή 2 φορές μεγαλύτερη από την εγχώρια παραγωγή. Η κατανομή της κατανάλωσης της τελικής ενέργειας ανά τομέα παρουσιάζεται στο ακόλουθο γράφημα.

⁶⁶ European Commission, 2005. European Energy and Transport, Trends to 2030 – Update 2005

⁶⁷ Κυρίως βιομάζα και υδραυλική ενέργεια

⁶⁸ Υπουργείο Ανάπτυξης, Ενεργειακό Ισοζύγιο 2003. www.ypan.gr

⁶⁹ τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου



Ηλεκτρική ενέργεια. Η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά το 2005 εκτιμάται ότι έφτασε τα 57,8 δις κιλοβατώρες με εγκατεστημένη ισχύ τάξης των 12.500 MW για μονάδες της ΔΕΗ και 1400 MW για αυτοπαραγωγούς και παραγωγούς συμβατικής και ανανεώσιμης ενέργειας. Αντίστοιχα για το 2002 η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έφθασε τις 50,6 δις κιλοβατώρες με εγκατεστημένη ισχύ 11.739 MW μονάδων της ΔΕΗ και 515 MW από αυτοπαραγωγούς και παραγωγούς ανανεώσιμης ενέργειας.

Η κυριότερη πηγή καυσίμου το 2005 ήταν ο εγχώριος λιγνίτης μικρής θερμογόνου δύναμης που κάλυψε το 55,9% του συνόλου των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια (59,1% το 2002). Το πετρέλαιο συμμετείχε σε ποσοστό 13,5% (14% το 2002), το φυσικό αέριο με 12,9% (12,7% το 2002), τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα 9,1% (6,3% το 2002) , οι λοιπές Α.Π.Ε. 3,1% (2,4% το 2002) και το υπόλοιπο 5,5% (3% το 2002) καλύφθηκε με εισαγωγές – εξαγωγές.

Η τρέχουσα κατάσταση εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. καθώς και απαιτήσεις εγκατεστημένης ισχύος προκειμένου να επιτευχθεί ο «στόχος του 20,1%» το 2010 στην Ελλάδα είναι η εξής:

Εγκατεστημένη ισχύς συστημάτων ΑΠΕ σε MW.			
	Απρίλιος 2003	Ιανουάριος 2006	Απαιτήσεις εγκατεστημένης ισχύος το 2010
Αιολικά πάρκα	420	622	3372
Μεγάλα Υ/Η	3060	3018	3325
Μικρά Υ/Η	66	100	364
Βιομάζα	8	24	100
Γεωθερμία	0	0	12
Φ/Β	0	1	18
Σύνολο	3461	3765	7193
<i>Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης, Γενική Διεύθυνση Ενέργειας, Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενέργειας.</i>			

Εξελίξεις – Προβλέψεις

Δυστυχώς η Ελλάδα θα είναι μια από τις χώρες της Ε.Ε. που δεν θα καταφέρουν να επιτύχουν τον εθνικό ενδεικτικό τους στόχο μέχρι το 2010 όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και ο οποίος είναι 20,1% επί της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται. Ακόμα και με το πιο αισιόδοξο σενάριο το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. δεν θα ξεπεράσει το 19,8%. Σύμφωνα με το βασικό σενάριο εκτίμησης της δυνατότητας παραγωγής ενέργειας το ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. θα είναι 18,10%. Τέλος το συντηρητικό σενάριο εκτιμά την διείσδυση των Α.Π.Ε. στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό μόλις 14,92%.⁷⁰

⁷⁰ Υπουργείο Ανάπτυξης, Γενική Διεύθυνση Ενέργειας, Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενέργειας. 3η Εθνική Έκθεση για το Επίπεδο Διείσδυσης της Ανανεώσιμης Ενέργειας το έτος 2010 (Άρθρο 3 Οδηγίας 2001/77/ΕΚ) Αθήνα Οκτώβριος 2005. σελ. 26 - 30

Η έκθεση «Country Attractiveness Indices»⁷¹ που διενεργεί η Ernst & Young σε 20 χώρες, αξιολογεί τις σχετικές υποδομές και την καταλληλότητα τους για τη χρήση συγκεκριμένων τεχνολογιών για τις Α.Π.Ε. Όσον αφορά τους μακροπρόθεσμους δείκτες⁷² για το τρίτο τρίμηνο του 2006 η χώρα μας αξιολογείται ως εξής:

Στο γενικό Δείκτη Ανανεώσιμης Ενέργειας ο οποίος αξιολογεί το σύνολο των τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας, δηλαδή τους Δείκτες Αιολικής Ενέργειας, Ηλιακής Ενέργειας, Βιομάζας και άλλων πηγών η Ελλάδα ανέβηκε στην 7^η θέση από την 13^η που ήταν το καλοκαίρι και την άνοιξη του 2006. Έτσι αξιολογήθηκε με 56/100 ενώ τις τρεις πρώτες θέσεις κατέλαβαν οι Η.Π.Α., η Ισπανία και η Ινδία. Η πρώτη θέση των Η.Π.Α. οφείλεται στις μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας, στις αυξημένες προσπάθειες μείωσης των ρυπογόνων εκπομπών από την πολιτεία της Καλιφόρνια και από μια σειρά άλλων προσπαθειών από πολλές άλλες πολιτείες. Η άνοδος της Ελλάδας οφείλεται στην αναθεωρημένη πολιτική που σχετίζεται με την αιολική ενέργεια. Στο Δείκτη Αιολικής ενέργειας η χώρα μας βρίσκεται στην 7^η θέση του σχετικού πίνακα με 58/100 έναντι τις 13^{ης} το καλοκαίρι και την άνοιξη του 2006. Πιο άσχημη είναι η αξιολόγηση της ελληνικής αγοράς Ηλιακής Ενέργειας στον Δείκτη Ηλιακής Ενέργειας καθώς καταλαμβάνει την 9^η θέση στο σχετικό δείκτη όμοια με τις προηγούμενες αξιολογήσεις. Χειρότερα αξιολογήθηκε η χώρα μας στον τομέα αξιοποίησης της βιομάζας και άλλων πηγών ανανεώσιμης ενέργειας καθώς βάσει του σχετικού δείκτη ιεραρχήθηκε μόλις στην 16^η θέση με 43/100 και σημειώνοντας οριακή άνοδο κατά μια θέση από το καλοκαίρι του 2006. Τέλος στην 9^η θέση ιεραρχείται η Ελλάδα με 59/100 στο δείκτη των Υποδομών Ανανεώσιμης Ενέργειας ο οποίος αξιολογεί το συνολικό ρυθμιστικό πλαίσιο της κάθε χώρας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

⁷¹ Ernst & Young Renewable Energy Group, Q3 2006. Renewable Energy Country Attractiveness Indices www.ey.com

⁷² Οι δείκτες αυτοί εστιάζουν στην δυναμική προώθησης των Α.Π.Ε. κάθε χώρας σε μακροπρόθεσμο πλαίσιο. Οι δείκτες αυτοί δεν επηρεάζονται από την παρούσα κατάσταση των Α.Π.Ε. σε μια χώρα. Έτσι ενώ για παράδειγμα η Δανία ενώ έχει υψηλή αναλογία εγκατεστημένης αιολικής ισχύος ανά κάτοικο αξιολογείται σχετικά χαμηλά λόγω των μειωμένων κινήτρων που παρέχονται και των περιορισμένων δυνατοτήτων περαιτέρω ανάπτυξης.

7. Στρατηγικές προώθησης των Α.Π.Ε. και στρατηγικός ενεργειακός σχεδιασμός

iii. Στρατηγικές προώθησης των Α.Π.Ε.

Όπως ήδη έχει αναφερθεί η εφαρμογή μέτρων για την προώθηση των Α.Π.Ε. είναι αναγκαία έτσι ώστε να συμβάλουν στην παραγωγή ενέργειας ή ακόμα και να αντικαταστήσουν σε πολλές περιπτώσεις τις ήδη χρησιμοποιούμενες συμβατικές πηγές ενέργειας.

Έτσι κρίνεται αναγκαίο κάθε κράτος να υιοθετήσει μηχανισμούς υποστήριξης οι οποίοι α) θα είναι σταθεροί για μεγάλο χρονικό διάστημα⁷³ β) θα παρέχουν ικανοποιητικές τιμές στους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και γ) θα παρέχουν δίκαιη και εύκολη πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Η εγγυημένη πρόσβαση των Α.Π.Ε. στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και οι δίκαιες τιμές αποτελούν κρίσιμα σημεία για την ανάπτυξη των Α.Π.Ε. και χρίζουν ιδιαίτερης προσοχής από αυτούς που παίρνουν τις πολιτικές αποφάσεις.

Η υιοθέτηση οικονομικών και χρηματοδοτικών μέτρων και η ευνοϊκή φορολογική μεταχείριση είναι σίγουρα απαραίτητη για τις επενδύσεις σε Α.Π.Ε. Φυσικά εκτός από τους επενδυτές οικονομικά κίνητρα πρέπει να λαμβάνουν και οι καταναλωτές έτσι ώστε να συναλλάσσονται και να αγοράζουν εξοπλισμούς και υπηρεσίες ανανεώσιμης ενέργειας.⁷⁴

Για την προώθηση των Α.Π.Ε. σημαντική κρίνεται η συνεισφορά της τεχνολογίας. Οι τεχνολογίες Α.Π.Ε. έχουν έρθει στο προσκήνιο μόλις τα τελευταία χρόνια. Ως εκ τούτου θεωρείται βέβαιο ότι υπάρχει ακόμα πολύ μέλλον στον τομέα της έρευνας και της τεχνολογικής ανάπτυξης. Ανάπτυξη των τεχνολογιών Α.Π.Ε. θα οδηγήσει σε μείωση του κόστους εγκατάστασης

⁷³ Συχνές μεταβάσεις από ένα σύστημα υποστήριξης σε ένα άλλο καλό θα είναι να αποφεύγονται καθώς αυξάνουν τον επενδυτικό κίνδυνο και προκαλούν ανασφάλεια στους επενδυτές. Ωστόσο όποτε γίνεται κάτι τέτοιο αυτοί που παίρνουν τις πολιτικές αποφάσεις θα πρέπει να λαμβάνουν σοβαρές δεσμεύσεις και να σχεδιάζουν άριστα τόσο την φάση της μετάβασης όσο και το καινούργιο σύστημα υποστήριξης.

⁷⁴ European Commission, 1997. Energy for the Future: Renewable Sources of Energy (White Paper) COM (97) 599 final σελ. 16

και συντήρησης των μονάδων Α.Π.Ε. και σε αύξηση της αποδοτικότητας τους. Έτσι θα αυξηθεί και η ανταγωνιστικότητα τους έναντι των συμβατικών μορφών ενέργειας.

Δυστυχώς δεν υπάρχει κάποιος μηχανισμός υποστήριξης κατάλληλος για όλες της περιπτώσεις ή μια συγκεκριμένη πολιτική που να ταιριάζει μόνο στις Α.Π.Ε. Κάθε κράτος μέλος πρέπει να εφαρμόσει το συγκεκριμένο μείγμα πολιτικών εργαλείων που να ταιριάζει σε συγκεκριμένες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας και για τις ιδιαίτερες του ανάγκες. Το μείγμα των πολιτικών εργαλείων που θα χρησιμοποιηθεί θεωρείται απαραίτητο να συμβαδίζει και να εξελίσσεται με την εκάστοτε τεχνολογία.⁷⁵

Πολύ σημαντικός είναι επίσης ο κατάλληλος σχεδιασμός και ο έλεγχος του μηχανισμού υποστήριξης που υιοθετείται έτσι ώστε να διατηρείται η σταθερότητα και η συνέχεια της συγκεκριμένης πολιτικής δράσης.

Όλες οι Α.Π.Ε. δεν είναι στο ίδιο επίπεδο ανάπτυξης. Κάποιες είναι ήδη ανταγωνιστικές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζικά στην παραγωγή ενέργειας (π.χ. αιολική ενέργεια), κάποιες είναι βιώσιμες σε συγκεκριμένες – περιορισμένες αγορές (π.χ. ηλιακή ενέργεια, βιομάζα) ενώ άλλες είναι ακόμα σε πρώιμα στάδια τεχνολογικής ανάπτυξης (π.χ. ενέργεια κυμάτων). Οι μηχανισμοί υποστήριξης πρέπει να λαμβάνουν υπόψη αυτές τις διαφορές και σε αρχικά στάδια πρέπει να δίνουν κίνητρα στους παραγωγούς να επενδύουν σε έρευνα και τεχνολογία παρέχοντας τους ικανοποιητικά πλεονάσματα. Σε πιο ώριμες αγορές αυτά τα πλεονάσματα πρέπει να περιορίζονται. Βέβαια πρέπει να αποφεύγονται ευκαιρίες για υπέρογκα κέρδη. Είναι σημαντικό σε ένα σύστημα προαγωγής να γίνονται οι κατάλληλοι διαχωρισμοί μεταξύ των παλαιών και των νέων τεχνολογιών και αυτοί οι διαχωρισμοί να είναι ανάλογοι με τον τομέα της τεχνολογίας της αγοράς των Α.Π.Ε. Οι διαχωρισμοί είναι περισσότερο ή λιγότερο σημαντικοί ανάλογα με τους στόχους ανάπτυξης της

⁷⁵ Haas, R., 2004. How to promote renewable energy systems successfully and effectively. Energy Policy 32 (2004) 833–839

συγκεκριμένης τεχνολογίας Α.Π.Ε. και τα εργαλεία προαγωγής που χρησιμοποιούνται.⁷⁶

Πρέπει όμως να λαμβάνουμε υπόψη μας ότι από μόνες τους οι πολιτικές προώθησης των Α.Π.Ε. είναι ανεπαρκείς αν δεν συνδυαστούν με καινοτόμους κανονισμούς που καλλιεργούν θεσμικές αλλαγές στη μόρφωση και την εκπαίδευση των εμπλεκόμενων φορέων. Αυτό είναι επίσης υψηλής σπουδαιότητας καθώς έτσι μπορούν να αποφευχθούν και να αντιμετωπιστούν σημαντικά εμπόδια.

iv. Στρατηγικός ενεργειακός σχεδιασμός

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η Ελλάδα θα πρέπει να βρει κάποιον τρόπο να ανταποκριθεί στα νέα ενεργειακά δεδομένα και στην επερχόμενη ενεργειακή κρίση που θα επέλθει σε όλο τον πλανήτη αν η παρούσα κατάσταση διατηρηθεί και δεν υιοθετηθούν σημαντικές πρωτοβουλίες σε ολόκληρο των πλανήτη.

Μέχρι στιγμής η χώρα μας παρακολουθεί τις ενεργειακές εξελίξεις με αμηχανία παρουσιάζοντας έλλειψη αντανakλαστικών προκειμένου να ανταποκριθεί στα νέα δεδομένα. Η Ελλάδα για πολλά χρόνια ακολουθεί το ίδιο μοντέλο ενεργειακής ανάπτυξης το οποίο χαρακτηρίζεται άκαμπτο και συγκεντρωτικό προς συγκεκριμένες μορφές ενέργειας (κυρίως στο λιγνίτη και στο πετρέλαιο). Το αποτέλεσμα αυτής της συνεχιζόμενης για πολλά χρόνια πολιτικής είναι περιβαλλοντικά καταστροφικό και οικονομικά ασύμφορο. Μακροπρόθεσμα η συνέχιση αυτής της πολιτικής θα οδηγήσει σε αφαίμαξη των εγχώριων ενεργειακών πόρων (υπενθυμίζεται ότι ο εγχώριος λιγνίτης θα είναι επαρκής για περίπου μισό αιώνα ακόμα με δεδομένα τα σημερινά αποθέματα που έχουν ανακαλυφθεί) ενώ η οικονομία μας θα αποτελέσει έρμαιο των εκάστοτε διεθνών συγκυριών λόγω της αυξημένης ενεργειακής εξάρτησης.

⁷⁶ Στο ίδιο.

Ως εκ τούτου στη χώρα μας είναι απαραίτητο η στρατηγική της ενεργειακής ανάπτυξης να σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ικανοποιούνται τα εξής:

- Επαρκής κάλυψη των ενεργειακών αναγκών
- Χρήση της βέλτιστης ενεργειακής σύνθεσης (με χρήση κριτηρίων όπως η ενεργειακή αυτάρκεια, η ενεργειακή ασφάλεια, καθαρότητα του περιβάλλοντος κλπ.)⁷⁷

Με δεδομένες τις ενεργειακές συνθήκες, διεθνώς και στη χώρα μας, οι ενεργειακοί στόχοι της Ελλάδος πρέπει να είναι οι εξής:

- Εξασφάλιση πλήρους αυτάρκειας στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της ηπειρωτικής χώρας για ηλεκτρική ενέργεια, με την αξιοποίηση των εγχώριων ενεργειακών πόρων λιγνίτη και τύρφης και τη μέγιστη δυνατή συμμετοχή του υδροδυναμικού.
- Προώθηση των Α.Π.Ε. και ανάπτυξη της τεχνολογίας τους
- Προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου με γρηγορότερους ρυθμούς έτσι ώστε να γίνει συμπληρωματικό ή/ και εναλλακτικό καύσιμο του πετρελαίου ιδιαίτερα για βιομηχανική και οικιστική χρήση με προτεραιότητα σε περιοχές που αντιμετωπίζουν πρόβλημα ενεργειακής ρύπανσης.
- Ενίσχυση της έρευνας και ανάπτυξης τεχνολογίας, κυρίως στο χώρο των στερεών καυσίμων (λιγνίτη και τύρφης), για μείωση των απωλειών εκμετάλλευσης και βελτίωση της απόδοσης τους κατά την καύση.
- Ορθολογικοποίηση της τιμολογιακής πολιτικής με γνώμονα την αρχή της αποτελεσματικότητας στην κατανομή πόρων, που θα βοηθήσει να πραγματοποιηθούν αυτόματα (μέσω των τιμών) οι συμφέρουσες υποκαταστάσεις μεταξύ των διαφόρων μορφών ενέργειας και μεταξύ ενέργειας και άλλων συντελεστών παραγωγής.
- Βελτίωση της οργανωτικής δομής και της στελέχωσης του ενεργειακού τομέα σε επιτελικό επίπεδο, ώστε να εξασφαλιστεί ο

⁷⁷ Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών, 1991. *Ενέργεια*, Αθήνα : ΚΕΠΕ. σελ. 160

αναγκαίος συντονισμός δράσης των επιμέρους φορέων στην βάση καθολικά αποδεκτής αναπτυξιακής στρατηγικής.

- Θεσμοθέτηση κανόνων για την εξοικονόμηση ενέργειας. Η εξοικονόμηση αυτή μπορεί να προέλθει σε όλα τα στάδια οικονομικής δραστηριότητας (παραγωγή, διανομή και χρήση). Αυτό είναι δυνατόν να γίνει με: α) υποκατάσταση ορισμένων μορφών ενέργειας από άλλες πιο αποδοτικές π.χ. μαγείρεμα με υγραέριο αντί με ηλεκτρική ενέργεια, β) υποκατάσταση ενέργειας από κεφάλαιο. π.χ. επενδύσεις βελτίωσης ενεργειακού εξοπλισμού στη βιομηχανία, προώθηση της σύγχρονης τεχνολογίας στις μεταφορές, μείωση της σπατάλης ενέργειας που χρησιμοποιείται για οικιστική χρήση, προώθησης εναλλακτικών λύσεων οικοδόμησης όπως ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κλπ γ) υποκατάσταση ενέργειας από εξειδικευμένη εργασία π.χ. δημιουργία ενεργειακών στελεχών στις βιομηχανικές επιχειρήσεις. Σαν μέσα πολιτικής για την εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να είναι: α) αποτελεσματική τιμολόγηση ενέργειας β) κανονισμοί και υποχρεωτικά μέτρα γ) οικονομικά κίνητρα δ) ενημέρωση κοινού και επαγγελματική εκπαίδευση και ε) ανάπτυξη ενεργειακής τεχνολογίας.

8. Επίλογος

Με την πάροδο του χρόνου γίνεται ολοένα και περισσότερο αντιληπτό ότι η αυξανόμενη χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας με τον τρόπο που γίνεται στις μέρες μας οδηγεί σε αδιέξοδο. Αυτό συμβαίνει διότι αφενός τα ενεργειακά αποθέματα είναι πεπερασμένα και μάλιστα με τον αυξανόμενο ρυθμό κατανάλωσης θα εξαντληθούν σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα και αφετέρου διότι η εκτεταμένη χρήση τους συνδέεται με ανεπανόρθωτες περιβαλλοντικές καταστροφές όπως η τρύπα του όζοντος, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, κλιματικές αλλαγές κτλ.

Έτσι όλες οι προσπάθειες πρέπει να προσανατολιστούν προς την προώθηση και τη χρήση μορφών ενέργειας που είναι περιβαλλοντικά φιλικές και ανεξάντλητες έτσι ώστε να εξασφαλίσουν και να συνεισφέρουν στην αδιάκοπη και ασφαλή ανάπτυξη του πλανήτη. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι οι μόνες πηγές ενέργειας που διαθέτουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα η χρήση τους δεν συνδέεται με τα προβλήματα που συνδέονται οι συμβατικές πηγές ενέργειας, είναι περιβαλλοντικά «φιλικές», είναι ανεξάντλητες, έχουν ανταγωνιστικό κόστος και μπορούν να αποτελέσουν εργαλείο περιφερειακής πολιτικής.

Πρέπει να αναγνωριστεί εντούτοις ότι κάποιες πρωτοβουλίες έχουν ληφθεί για την προστασία του περιβάλλοντος και την προώθηση των Α.Π.Ε. Το πρωτόκολλο του Κιότο δεσμεύει τις συμβαλλόμενες χώρες στον περιορισμό των εκπομπών ρυπογόνων αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Βέβαια σημαντικές είναι οι απουσίες χωρών που δεν συμμετέχουν στο πρωτόκολλο, με σημαντικότερη αυτή των Η.Π.Α. Ακόμα σε ευρωπαϊκό επίπεδο η οδηγία 2001/77/ΕΚ συμβάλλει στην προώθηση των Α.Π.Ε. Ο ευρωπαϊκός ενδεικτικός στόχος είναι το 22,1% της ηλεκτρικής ενέργειας που θα παράγεται το 2010 να προέρχεται από Α.Π.Ε. Το αντίστοιχο ποσοστό για την Ελλάδα είναι 20,1%.

Δυστυχώς κανένας από τους δυο στόχους δεν φαίνεται να επιτευχθεί. Πολλές ευρωπαϊκές χώρες ανάμεσα σε αυτές και η Ελλάδα δεν θα επιτύχουν

τους εθνικούς ενδεικτικούς στόχους τους. Το ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην Ευρώπη έχει μείνει σχεδόν αμετάβλητο τα τελευταία χρόνια. Ευτυχώς όλες οι μορφές Α.Π.Ε. δεν έχουν το ίδιο επίπεδο ανάπτυξης και ορισμένες όπως η αιολική και η υδραυλική ενέργεια έχουν παρουσιάσει αξιοσημείωτη βελτίωση και μπορούν να ανταγωνίζονται με επιτυχία τις συμβατικές μορφές ενέργειας.

Στην Ελλάδα η απόκλιση από τον επιθυμητό στόχο είναι πολύ μεγάλη. Αυτό υποδεικνύει ότι δεν έχουν ακόμα παρθεί οι κατάλληλες πρωτοβουλίες προώθησης των Α.Π.Ε.. Βέβαια αυτό μπορεί να αποτυπωθεί και στην μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση που παρουσιάζει η χώρα μας από εισαγόμενες πηγές ενέργειας.

Οι πολιτικές πρωτοβουλίες προώθησης των Α.Π.Ε. σε εγχώριο επίπεδο πρέπει να στηρίζονται σε οικονομικά, φορολογικά και χρηματοδοτικά κίνητρα. Επίσης πρέπει να παρέχονται διοικητικές διευκολύνσεις και εύκολη πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Φυσικά πάντα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η διαθέσιμη τεχνολογία.

Η αργή ανάπτυξη των Α.Π.Ε. και η άμεση ανάγκη εύρεσης λύσεων κάλυψης των εγχώριων ενεργειακών αναγκών καθιστά άμεσα απαιτητό τον προσεκτικό σχεδιασμό πολιτικών ενεργειών της ενεργειακής ανάπτυξης. Οι πυλώνες στήριξης της ενεργειακής ανάπτυξης πρέπει να προωθούν την ορθή διαχείριση των εγχώριων ενεργειακών κοιτασμάτων, να προωθούν τις Α.Π.Ε. και φυσικά να δίνουν έμφαση στην έρευνα και την τεχνολογία. Όμως σε αυτό που πρέπει να δοθεί επίσης ιδιαίτερη έμφαση είναι η εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με α) υποκατάσταση ορισμένων μορφών ενέργειας από άλλες πιο αποδοτικές β) υποκατάσταση ενέργειας από κεφάλαιο. γ) υποκατάσταση ενέργειας από εξειδικευμένη εργασία. Στην εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να συντελέσει η ορθολογικοποίηση της τιμολογιακής πολιτικής έτσι ώστε να πραγματοποιηθούν αυτόματα οι συμφέρουσες υποκαταστάσεις μεταξύ των διαφόρων μορφών ενέργειας και μεταξύ ενέργειας και άλλων συντελεστών παραγωγής.

9. Πίνακες

Πίνακας 1⁷⁸. Μερίδιο ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας συμπεριλαμβανομένων των ενδεικτικών στόχων

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2010
Ε.Ε. - 25	13,2	12,8	12,4	12,8	13,1	13,1	13,7	14,2	12,7	12,7	13,7	21,0
Ε.Ε. - 15	14,2	13,7	13,4	13,8	14,0	14,0	14,7	15,2	13,5	13,7	14,7	22,0
Βέλγιο	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1	1,4	1,5	1,6	1,8	1,8	2,1	6,0
Τσεχία	3,0	3,9	3,5	3,5	3,2	2,7	2,8	3,2	3,8	2,1	4,0	8,0
Δανία	5,6	5,8	6,3	8,8	11,7	13,3	16,4	17,4	19,9	23,2	27,0	29,0
Γερμανία	4,3	4,7	4,7	4,3	4,9	5,5	6,8	6,5	8,1	8,2	9,7	12,5
Εσθονία	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,6	5,1
Ελλάδα	6,4	8,4	10,0	8,6	7,9	10,0	7,7	5,2	6,2	9,7	9,5	20,1
Ισπανία	17,7	14,3	23,5	19,7	18,6	12,8	15,7	20,7	13,8	21,7	18,2	29,4
Γαλλία	19,7	17,8	15,3	15,2	14,4	16,5	15,1	16,3	13,7	13,0	12,9	21,0
Ιρλανδία	5,5	4,1	4,0	3,8	5,5	5,0	4,9	4,2	5,4	4,3	5,1	13,2
Ιταλία	18,0	14,9	16,5	16,0	15,6	16,9	16,0	16,8	14,3	13,7	15,9	25,0
Κύπρος	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
Λετονία	52,8	47,1	24,5	46,7	68,2	45,5	47,7	46,1	39,3	35,4	47,1	49,3
Λιθουανία	4,1	3,3	2,8	2,6	3,6	3,8	3,4	3,0	3,2	2,8	3,5	7,0
Λουξεμβούργο	3,0	2,2	1,7	2,0	2,5	2,5	2,9	1,6	2,8	2,3	3,2	5,7
Ουγγαρία	0,5	0,4	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	2,3	3,6
Μάλτα	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
Ολλανδία	1,9	2,1	2,8	3,5	3,8	3,4	3,9	4,0	3,6	4,7	5,7	9,0
Αυστρία	70,1	70,6	63,9	67,2	67,9	71,9	72,0	67,3	66,0	53,4	58,8	78,1
Πολωνία	1,6	1,6	1,7	1,8	2,1	1,9	1,7	2,0	2,0	1,6	2,1	7,5
Πορτογαλία	36,1	27,5	44,3	38,3	36,1	20,5	29,4	34,2	20,8	36,4	24,4	39,0
Σλοβενία	31,8	29,5	33,0	26,9	29,2	31,6	31,7	30,4	25,9	22,0	29,1	33,6
Σλοβακία	17,0	17,9	14,9	14,5	15,5	16,3	16,9	17,4	18,6	12,0	14,3	31,0
Φινλανδία	24,8	27,6	25,5	25,3	27,4	26,3	28,5	25,7	23,7	21,8	28,3	31,5
Σουηδία	42,7	48,2	36,8	49,1	52,4	50,6	55,4	54,1	46,9	39,9	46,1	60,0
Ην. Βασίλειο	2,1	2,0	1,6	1,9	2,4	2,7	2,7	2,5	2,9	2,8	3,7	10,0
Βουλγαρία	2,2	4,2	6,4	7,0	8,1	7,7	7,4	4,7	6,0	7,8	8,9	:
Κροατία	41,7	42,6	56,2	38,8	38,3	45,1	40,0	42,7	33,9	29,4	41,0	:

⁷⁸Eurostat, Share of electricity from renewable energy to gross electricity consumption, including indicative targets.

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996.39140985&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=detailref&language=en&product=Yearlies_new_environment_energy&root=Yearlies_new_environment_energy/H/H2/H23/en061

Τουρκία	39,5	41,9	43,0	38,1	37,3	29,5	24,3	19,1	25,6	25,2	30,9	:
Ισλανδία	99,9	99,8	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0	:
Νορβηγία	99,5 ^(P)	104,6	91,4	95,3	96,2	100,7	112,2	96,2	107,3	92,2	89,8	:

(:) Μη διαθέσιμο

Πίνακας 2⁷⁹. Αιολική ενέργεια (1 000ΤΠΠ)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
E.E. - 25	203	300	350	417	630	1038	1221	1913	2320	3070	3815	5033
E.E. - 15	203	300	350	417	630	1038	1221	1912	2318	3064	3799	5015
Βέλγιο	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	8	11
Τσεχία	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Δανία	89	98	101	106	166	242	260	365	370	419	478	566
Γερμανία	58	123	147	179	261	395	475	804	899	1363	1622	2173
Εσθονία	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Ελλάδα	4	3	3	3	3	6	14	39	65	56	88	96
Ισπανία	10	15	23	29	62	185	236	406	599	748	1038	1341
Γαλλία	0	0	0	1	1	2	3	7	11	23	34	49
Ιρλανδία	1	2	1	1	4	15	16	21	29	33	39	56
Ιταλία	0	1	1	3	10	20	35	48	101	121	125	159
Κύπρος	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Λετονία	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4
Λιθουανία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λουξεμβούργο	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	3
Ουγγαρία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ολλανδία	15	20	27	38	41	55	55	71	71	78	114	161
Αυστρία	0	0	0	0	2	4	4	6	15	17	31	79
Πολωνία	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	11	12
Πορτογαλία	1	1	1	2	3	8	11	14	22	31	43	70
Σλοβενία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβακία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Φινλανδία	0	1	1	1	1	2	4	7	6	6	8	10
Σουηδία	4	6	9	12	18	27	31	39	41	52	58	73
Ην. Βασίλειο	19	30	34	42	57	75	73	81	83	108	110	166
Βουλγαρία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

⁷⁹ Eurostat, Renewable energy primary production: biomass, hydro, geothermal, wind and solar energy
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996.39140985&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=detailref&language=en&product=Yearlies_new_environment_energy&root=Yearlies_new_environment_energy/H/H2/H22/ebc13072

Κροατία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ρουμανία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Τουρκία	0	0	0	0	0	0	2	3	5	4	5	5
Ισλανδία	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Νορβηγία	1	1	1	1	1	1	2	3	2	6	19	22
(-) Μηδέν												
(:) Μη διαθέσιμο												

Πίνακας 3 ⁸⁰ , Ηλιακή ενέργεια (1 000 ΤΠΠ)												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
E.E. - 25	201	225	273	304	328	361	372	417	474	537	617	743
E.E. - 15	201	225	242	272	295	327	337	381	438	500	579	649
Βέλγιο	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
Τσεχία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Δανία	4	4	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9
Γερμανία	28	36	41	57	70	83	78	96	145	190	241	269
Εσθονία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ελλάδα	75	79	82	86	89	93	97	99	100	102	104	108
Ισπανία	22	24	25	26	23	26	29	32	37	43	48	62
Γαλλία	13	14	15	15	16	17	18	25	18	19	18	19
Ιρλανδία	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ιταλία	7	8	8	8	8	11	11	12	12	11	11	19
Κύπρος	0	0	31	32	33	34	35	35	34	35	36	92
Λετονία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λιθουανία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λουξεμβούργο	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ουγγαρία	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2
Ολλανδία	3	4	4	4	5	6	7	9	10	14	19	20
Αυστρία	25	29	36	42	48	55	58	64	67	69	80	86
Πολωνία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Πορτογαλία	14	14	15	16	16	17	18	18	19	20	21	21
Σλοβενία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβακία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Φινλανδία	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Σουηδία	4	4	5	4	4	5	5	5	6	4	5	5
Ην. Βασίλειο	6	6	6	6	6	7	7	11	14	17	20	25
Βουλγαρία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

⁸⁰ Eurostat, ό.π.

Κροατία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ρουμανία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Τουρκία	88	129	143	159	179	210	236	262	287	318	350	375
Ισλανδία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Νορβηγία	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) Μηδέν												
(:) Μη διαθέσιμο												

Πίνακας 4,⁸¹ Βιομάζα (1 000 ΤΠΠ)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ε.Ε. - 25	47385	47717	49879	52011	53899	55374	56226	58246	60503	62725	68059	71897
Ε.Ε. - 15	40749	40644	42707	44749	46461	47846	48781	50785	52353	53844	58351	61471
Βέλγιο	501	469	567	558	565	603	597	596	673	627	864	913
Τσεχία	552	582	426	416	527	530	589	444	510	637	1036	1324
Δανία	1358	1345	1423	1516	1575	1560	1633	1668	1789	1872	2073	2154
Γερμανία	4366	4427	4447	4619	5880	6362	6384	6830	7300	7929	8643	9367
Εσθονία	439	507	486	583	587	511	509	500	550	542	608	685
Ελλάδα	900	894	898	908	911	908	913	946	970	996	945	953
Ισπανία	3501	3545	3563	3608	3660	3806	3894	4049	4149	4328	5018	4853
Γαλλία	12062	10806	11434	12072	11167	11453	11232	11579	11802	11134	11739	12007
Ιρλανδία	93	103	102	123	135	166	167	164	180	176	170	214
Ιταλία	922	1077	1115	1109	1246	1401	1624	1572	1653	1637	2012	3145
Κύπρος	5	12	11	11	9	9	9	9	9	10	6	5
Λετονία	498	938	1153	1264	1371	1529	1456	1284	1411	1584	1776	1866
Λιθουανία	429	438	469	507	516	576	621	627	630	666	677	706
Λουξεμβούργο	41	41	39	35	40	40	36	44	46	44	51	59
Ουγγαρία	478	464	526	402	408	383	384	415	387	784	818	860
Ολλανδία	800	826	860	1143	1324	1383	1476	1529	1519	1642	1940	2175
Αυστρία	2504	2449	2636	2824	2853	2739	2910	2819	3140	3204	3411	3452
Πολωνία	3798	3698	3762	3716	3704	3684	3572	3625	3874	3933	3996	4126
Πορτογαλία	1795	1789	1831	1828	1854	1844	1933	2053	2583	2838	2842	2877
Σλοβενία	264	263	263	287	234	232	233	458	450	465	460	470
Σλοβακία	172	171	76	76	82	74	73	100	328	260	331	385
Φινλανδία	4478	4804	5021	5148	5698	5960	6158	6536	6433	6915	7112	7556
Σουηδία	6415	6672	7277	7706	7901	7859	7929	8330	7967	8174	8773	8883
Ην. Βασίλειο	1014	1396	1494	1553	1652	1763	1897	2069	2148	2327	2759	2863
Βουλγαρία	159	171	219	250	251	412	406	550	547	643	691	737

⁸¹ Eurostat, ό.π.

Κροατία	243	259	267	385	399	376	333	374	292	296	381	379
Ρουμανία	1159	1153	1362	4881	3360	3017	2820	2763	2130	2351	2903	3160
Τουρκία	7147	7139	7067	7044	7023	6984	6798	6546	6303	6039	5783	5550
Ισλανδία	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2
Νορβηγία	1043	1130	1140	1147	1230	1278	1507	1344	1481	1404	1267	12

(-) Μηδέν

(:) Μη διαθέσιμο

Πίνακας 5⁸², Γεωθερμική ενέργεια (1 000 ΤΠΠ)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
E.E. - 25	3602	3424	3443	3725	3846	4114	4299	3403	3614	3906	5275	5360
E.E. - 15	3516	3338	3357	3639	3761	4028	4213	3315	3517	3812	5180	5261
Βέλγιο	1	1	1	2	1	1	1	4	4	1	1	1
Τσεχία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Δανία	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Γερμανία	9	9	9	10	10	10	10	10	124	128	132	134
Εσθονία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ελλάδα	3	4	3	3	2	3	2	2	2	1	1	1
Ισπανία	7	7	3	3	4	4	5	8	8	8	8	8
Γαλλία	122	125	132	127	122	117	112	124	109	107	129	130
Ιρλανδία	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ιταλία	3366	3151	3167	3448	3571	3836	3999	3103	3188	3464	4810	4888
Κύπρος	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λετονία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λιθουανία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Λουξεμβούργο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ουγγαρία	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
Ολλανδία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Αυστρία	2	2	3	4	4	5	12	14	14	17	19	19
Πολωνία	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6	7	8
Πορτογαλία	4	37	37	42	45	51	70	49	64	84	78	78
Σλοβενία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σλοβακία	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	1	5
Φινλανδία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σουηδία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ην. Βασίλειο	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Βουλγαρία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

⁸² Eurostat, ό.π.

Κροατία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ρουμανία	0	0	0	0	0	0	8	7	5	17	18	80
Τουρκία	467	483	511	543	602	656	688	684	764	820	860	891
Ισλανδία	1019	980	986	1205	1233	1330	1670	1758	1884	1861	1846	1904
Νορβηγία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Μηδέν												
(:) Μη διαθέσιμο												

Πίνακας 6 ⁸³ , Υδραυλική ενέργεια (1 000 ΤΠΠ)												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ε.Ε. - 25	25987	26814	26293	26042	26838	27674	27525	29000	30609	25559	24932	26128
Ε.Ε. - 15	24888	25540	24954	24815	25603	26268	26195	27645	29194	24144	23877	24748
Βέλγιο	22	30	29	21	26	33	29	39	38	31	21	27
Τσεχία	118	126	172	169	146	120	144	151	177	214	119	174
Δανία	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2
Γερμανία	1473	1591	1698	1718	1492	1511	1689	1995	1955	1988	1656	1812
Εσθονία	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
Ελλάδα	196	223	303	374	334	320	416	318	180	241	410	402
Ισπανία	2086	2408	1987	3393	2989	2924	1966	2534	3527	1981	3530	2713
Γαλλία	5632	6828	6322	5649	5538	5388	6271	5823	6460	5257	5134	5179
Ιρλανδία	66	79	61	62	58	79	73	73	51	78	51	54
Ιταλία	3562	3840	3249	3615	3577	3544	3901	3812	4025	3398	3176	3671
Κύπρος	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Λετονία	247	284	253	160	254	371	237	242	244	212	195	267
Λιθουανία	34	39	32	28	25	36	36	29	28	30	28	36
Λουξεμβούργο	6	10	7	5	7	10	8	10	2	10	7	9
Ουγγαρία	14	14	14	18	19	13	16	15	16	17	15	18
Ολλανδία	8	9	8	7	8	9	8	12	10	9	6	8
Αυστρία	3156	3070	3187	2942	3104	3196	3482	3598	3455	3433	2827	3132
Πολωνία	128	149	162	166	169	199	185	181	200	196	144	179
Πορτογαλία	734	916	717	1269	1127	1116	625	974	1207	671	1352	849
Σλοβενία	260	292	279	316	266	297	322	330	326	293	254	352
Σλοβακία	298	370	427	370	356	370	390	406	424	453	299	353
Φινλανδία	1158	1013	1110	1020	1053	1294	1099	1261	1135	927	825	1296
Σουηδία	6419	5082	5856	4449	5934	6391	6164	6757	6798	5706	4604	5170
Ην. Βασίλειο	368	438	416	289	355	450	461	437	349	412	278	424
Βουλγαρία	96	70	151	232	238	266	237	230	149	189	260	272

⁸³ Eurostat, ό.π.

Κροατία	374	424	453	621	455	469	567	505	563	461	419	598
Ρουμανία	1098	1122	1435	1355	1506	1623	1573	1271	1283	1380	1140	1420
Τουρκία	2919	2630	3056	3480	3424	3631	2982	2655	2064	2896	3038	3963
Ισλανδία	384	388	403	410	448	483	520	547	566	600	609	613
Νορβηγία	10285	9676	10434	8907	9439	9946	10443	11945	10354	11128	9081	9353
(-) Μηδέν												

10. Βιβλιογραφία

Ελληνική

Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης, 2003. Ενέργεια, Περιβάλλον και Επιχειρηματικότητα, Προτάσεις για τον ενεργειακό τομέα στον ελλαδικό χώρο

Επιστήμη και Ζωή Εγκυκλοπαίδεια. τόμος 2ος .

Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2005. Σχέδιο δράσης για τη βιομάζα. COM (2005) 628 τελικό

Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2004. Το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας της Ε.Ε. COM (2004) 366 τελικό

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.). Οδηγός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Δυνατότητες Αξιοποίησης στην Τοπική Αυτοδιοίκηση

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα.

Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών, 1991. Ενέργεια, Αθήνα : ΚΕΠΕ

Μπινόπουλος , Ε., Χαβιαρόπουλος, Π. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των Αιολικών Πάρκων: “Μύθος και πραγματικότητα”. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, διαθέσιμη στο: <http://www.cres.gr/kape/publications/papers/dimosieyseis/paper%2019.doc>

Υπουργείο Ανάπτυξης, Γενική Διεύθυνση Ενέργειας, Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμηση Ενέργειας. 3η Εθνική Έκθεση για το Επίπεδο Διείσδυσης της Ανανεώσιμης Ενέργειας το έτος 2010 (Άρθρο 3 Οδηγίας 2001/77/ΕΚ) Αθήνα Οκτώβριος 2005

Ξένα

- Argiriou, A., Mirasgenis, S., (2003). The solar thermal market in Greece – review and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 7 (2003) 397- 418
- British Petroleum, BP Statistical Review of World Energy, June 2006
- Brundtland, G.H (1987). *Our Common Future*. The World Commission on Environment & Development. Oxford University Press
- Cassedy S. Edward, Grossman Z. Peter, 2000. *Introduction to energy, resources, technology, and society*. Second Edition, Cambridge University Press.
- Cassedy, S. E., 2000. *Prospects for Sustainable Energy, a critical Assessment*. Cambridge University Press.
- Dincer, Ibrahim., 2000. Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 4 (2000) 157-175
- Dincer, Ibrahim., Rosen, A. Marc., 1999. Energy, environment and sustainable development. *Applied Energy* 64 (1999) 427- 440
- Elliott, Dave, 2000. *Renewable Energy and Sustainable Futures*. *Futures* 32 (2000) 261-274
- Elliott, David. (1997) *Energy, Society and Environment: Technology for a sustainable future*, Routledge, London and New York
- Ernst & Young Renewable Energy Group, Q3 2006. *Renewable Energy Country Attractiveness Indices*. www.ey.com
- European Environmental Agency. *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2005*. Luxembourg, 2005
- European Environmental Agency. *European Community And Member States Greenhouse Gas Emissions Trends 1990- 1998*. Luxembourg, 2000
- European Commission, 1996. *Energy for the Future: Renewable Sources of Energy (Green Paper) COM (96) 576 final*
- European Commission, 1997. *Energy for the Future: Renewable Sources of Energy (White Paper) COM (97) 599 final*

- European Commission, 2001. Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of electricity from the renewable sources in the internal electricity market. Official Journal of the European Communities, 27 September 2001, L283/33-40
- European Commission, 2005. European Energy and Transport, Trends to 2030 – Update 2005, <http://www.eref-europe.org/>
- European Renewable Energies Federation, 2004. EREF Missing Targets – Update 2004
- Eurostat, Statistics in Focus, Environment and Energy, 13/2006, “Statistical aspects of the energy economy in 2005”
- Eurostat, 126/2006- 21 September 2006, news release
- Greenpeace, 2005. Briefing, Climate New Zealand
- Haas, R., 2004. How to promote renewable energy systems successfully and effectively. *Energy Policy* 32 (2004) 833- 839
- I.E.A. (International Energy Agency), 2006. World Energy Outlook (W.E.O). Διαθέσιμο στο <http://www.iea.org/>
- Jefferson, M., 2006. Sustainable energy development: performance and prospects. *Renewable Energy* 31 (2006) 571- 582
- Meyer, N.I., 2003. European schemes for promoting renewables in liberalised markets. *Energy Policy* 31 (2003) 665-676
- Mirasgenis, S., Sarafidis, Y., Georgopoulou, E., Lalas, D.P., 2002. The role of renewable energy sources within the framework of the Kyoto Protocol: the case of Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 6 (2002) 249- 272
- Rashad M.S., Hammad H.F., 2000. Nuclear power and environment: comparative assessment of environmental and health impacts of electricity – generating systems. *Applied energy* 65 (2000) 211 - 229
- Rowlands, I.H., 2005. The European directive on renewable electricity: conflicts and compromises. *Energy Policy* 33 (2005) 965- 974
- Toth L. Ferenc, Rogner Hans – Holger, 2006. Oil and nuclear power: Past, present and future. *Energy Economics* 28 (2006) 1- 15

United Nations, 1998. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change

Διαδίκτυο

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ενέργεια και Πολίτης,
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας,

http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm

Υπουργείο Ανάπτυξης, Εθνικό Πληροφοριακό Σύστημα Ενέργειας,
Ενεργειακά Ισοζύγια 2003. www.ypan.gr

Eurostat,

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1090,30070682,1090_33076576&_dad=portal&_schema=PORTAL

European Wind Energy Association (EWEA), <http://www.ewea.org/>

World Nuclear Association, www.world-nuclear.org