



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
Τ. Ε. Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ**

ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

Επιβλέπων: ΠΕΤΡΟΣ Γ. ΒΕΡΝΑΔΟΣ, Καθηγητής

Συνεπιβλέπουσα: ΕΡΙΕΤΤΑ Ι. ΖΟΥΝΤΟΥΡΙΑΔΟΥ, Εργ. Συνεργάτης

Επιπτώσεις στη λειτουργία και εγκατάσταση αιολικού πάρκου

Effects from the installation and operation of a wind park



Πτυχιακή Εργασία:

Νικόλαου Μ. Καρανάσου Α.Μ. 33865

Χαρίκλειας Μ. Χρυσοχέρη Α.Μ. 34471

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των σπουδών μας στο τμήμα ηλεκτρολογίας τει πειραιά και αποτελεί πτυχιακή εργασία. Αντικείμενο της εργασίας είναι η μελέτη της λειτουργίας και εγκαταστασης αιολικών παρκων καθώς και οι επιπτώσεις που μπορεί να υπάρξουν και να επηρεάσουν το φυσικό, κοινωνικό και τεχνικό περιβάλλον

Η πτυχιακή αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2012-2013, υπο την επίβλεψη της κυρίας Εριέττας Ζουντουρίδου και του κυρίου Πέτρου Βερνάρδου, καθηγητες του τμηματος στους οποίους οφειλουμε τις ιδιαίτερες ευχαριστιες μας για την αναθεση και τη βοήθεια στην εκπονηση της πτυχιακης μας εργασίας.

Αθήνα, Ιούνιος 2013

ABSTRACT

This essay aims to present all the parameters, consequences and advantages related to wind power, as well as its exploitation. The current situation (of the last decade and onwards) of wind power in Greece is presented, as well as the locational regulations that are in effect in our country. References and comparisons are also made to other countries. Additionally, a few examples and innovations are presented, such as Limnos's offshore wind farm. The main purpose of this essay is to draw inferences with regards to the exploitation of wind power and the development of wind farms and whether they are cost effective and advantageous, without encumbering the natural, social and technical environment

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|--|-----------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 7 |
| 1.1 Ηλεκτρικό ρεύμα..... | 7 |
| 1.1.2 Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος..... | 7 |
| 1.1.3 Ηλεκτρικό δίκτυο..... | 10 |
| 1.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας..... | 10 |
| 1.2.1 Ιστορική αναδρομή..... | 11 |
| 1.2.2 Ανάλυση για τις Α.Π.Ε..... | 11 |
| 1.2.3 Ελληνικός στόχος των α.π.ε για το 2020..... | 13 |
| 1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα..... | 14 |
| 1.3.1 Πλεονεκτήματα..... | 14 |
| 1.3.2 Μειονεκτήματα..... | 14 |
| 1.4. Είδη ήπιων μορφών ενέργειας..... | 15 |
| | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ..... | 20 |
| 2.1 Ανεμογεννήτριες (ΓΕΝΙΚΑ)..... | 20 |
| 2.2 Η χρήση του ανέμου ανά την ιστορία..... | 21-23 |
| 2.3 Γενικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας..... | 23-25 |
| 2.3.1 Πλεονεκτήματα..... | 23-24 |
| 2.3.2 Μειονεκτήματα..... | 24-25 |
| 2.4 Αιολική ενέργεια και τεχνολογία | 25-26 |
| 2.5 Αιολική ενέργεια και ανεμογεννήτριες | 26-29 |
| 2.5.1 Παραδείγματα ανεμογεννητριών..... | 29-30 |
| 2.6 Η αιολική ενέργεια και τα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα | 30-32 |
| 2.7 Ανεμογεννήτριες και αιολικά πάρκα..... | 32-33 |
| 2.7.1 Χωροθέτηση αιολικού πάρκου..... | 34-36 |
| 2.8 Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα | 36-39 |
| 2.9 Παραδείγματα αιολικών πάρκων..... | 39-44 |

| | | |
|-------|---|-------|
| 2.9.1 | Παράδειγμα αιολικού πάρκου Κύθνου..... | 39-40 |
| 2.9.2 | Παράδειγμα: Αιολικό υπεράκτιο πάρκο Λήμνου πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα..... | 40-43 |
| 2.9.3 | Παράδειγμα αιολικού πάρκου (ΠΟΥ ΠΡΟΚΕΙΤΑΙ ΝΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΙ) στο Βέρμιο..... | 43-44 |
| 2.10 | Συμπέρασμα..... | 44 |

| | | |
|---|---|-------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ | | 45 |
| 3.1 | Περιβαλλοντικές επιπτώσεις αιολικών πάρκων (ΓΕΝΙΚΑ)..... | 45 |
| 3.2 | Κλιματολογικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά..... | 45-46 |
| 3.3 | Μορφολογικά και τοπιολογικά χαρακτηριστικά..... | 46-50 |
| 3.4 | Επιπτώσεις αιολικών πάρκων στο φυσικό περιβάλλον..... | 50-53 |
| 3.5 | Επιπτώσεις στην ορνιθοπανίδα..... | 53-58 |
| 3.6 | Επιπτώσεις αιολικών πάρκων στο ανθρωπογενές περιβάλλον..... | 58-59 |
| 3.7 | Δομημένο αστικό και ημιαστικό περιβάλλον..... | 59 |
| 3.8 | Πολιτιστικό περιβάλλον..... | 60-61 |
| 3.9 | Κοινωνικό – Οικονομικό περιβάλλον– τεχνικές υποδομές | 61-68 |
| 3.10 | Ατμοσφαιρικό περιβάλλον..... | 68-78 |

| | | |
|--|---|--------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ..... | | 78 |
| 4.1 | Περιβαλλοντολογικοί κατάσταση στην Ελλάδα..... | 78-79 |
| 4.2 | Ηλεκτροπαραγωγή και πρωτόκολλο του Κιότο..... | 80-87 |
| 4.3 | Ακουστικό περιβάλλον και ακτινοβολίες | 87-98 |
| 4.4 | Επιφανειακά και υπόγεια νερά..... | 98 |
| 4.5 | Σύνοψη και αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων..... | 99-100 |

| | |
|----------------|---------|
| Παράρτημα..... | 103-104 |
| Βιβλιογραφία | |

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία αυτή έχει ως αντικείμενο την παρουσίαση όλων των παραμέτρων, των επιπτώσεων και των πλεονεκτημάτων που αφορούν την αιολική ενέργεια αλλά και την εκμετάλλευσή της. Παρουσιάζεται η τωρινή κατάσταση (από την τελευταία δεκαετία) της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα καθώς και οι χωροθετικοί νόμοι που ισχύουν στη χώρα μας γίνονται επίσης αναφορές και συγκρίσεις με άλλες χώρες. Επιπροσθέτως παρουσιάζονται ορισμένα παραδείγματα καθώς και καινοτομίες όπως το αιολικό υπεράκτιο πάρκο της Λήμνου. Ο κύριος στόχος της εργασίας είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων για το αν η εκμετάλλευσή της αιολικής ενέργειας και η εγκατάσταση αιολικών πάρκων είναι συμφέρουσα σε σχέση με το κόστος παραγωγής της αλλά και χωρίς να υπάρχουν επιβαρύνσεις του φυσικού, κοινωνικού και τεχνικού περιβάλλοντος.

ABSTRACT

This essay aims to present all the parameters, consequences and advantages related to wind power, as well as its exploitation. The current situation (of the last decade and onwards) of wind power in Greece is presented, as well as the locational regulations that are in effect in our country. References and comparisons are also made to other countries. Additionally, a few examples and innovations are presented, such as Limnos's offshore wind farm. The main purpose of this essay is to draw inferences with regards to the exploitation of wind power and the development of wind farms and whether they are cost effective and advantageous, without encumbering the natural, social and technical environment.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

1.1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ:

Ηλεκτρικό ρεύμα είναι η προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρικών φορτίων ή φορέων ηλεκτρικού φορτίου, κατά μήκος ενός ηλεκτροφόρου αγωγού. Ένα παρεμφερές φαινόμενο είναι το ρεύμα μετατόπισης, ποσότητα που σχετίζεται με την αλλαγή του ηλεκτρικού πεδίου. Μετριέται σε μονάδες μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και αντιστοιχεί σε αυτό ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο.

Από τον ορισμό του ηλεκτρικού ρεύματος προκύπτει ότι για να εμφανιστεί χρειάζονται δύο προϋποθέσεις:

- Η ύπαρξη φορέων ηλεκτρικού φορτίου με ελευθερία κίνησης.
- Αίτιο για την προσανατολισμένη κίνηση των φορέων, δηλαδή κάποιο ηλεκτρικό πεδίο.

Συνήθως τα ηλεκτρικά φορτία είναι ελεύθερα ηλεκτρόνια μεταλλικών αντικειμένων όπως στα καλώδια. Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η μεταφερόμενη ηλεκτρική ενέργεια

Το μέγεθος που μετρά το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, που ορίζεται ως:

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Δηλαδή ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ο ρυθμός διέλευσης του ηλεκτρικού φορτίου από τη διατομή ενός αγωγού. Πιο απλά, σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα περνάει από τη διατομή του αγωγού ηλεκτρικό φορτίο. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος δείχνει πόσο φορτίο περνά στη μονάδα του χρόνου.

Το μέγεθος είναι μονόμετρο, αλλά επιπλέον έχει φορά (διάνυσμα) από τα σημεία ψηλού δυναμικού στα σημεία χαμηλού δυναμικού. Μετριέται στο διεθνές σύστημα μονάδων σε Αμπερ Α (γαλλικά Ampere) και θεωρείται θεμελιώδης μονάδα.

Υπάρχουν άλλοι δύο τρόποι με τους οποίους μετράται το ηλεκτρικό ρεύμα, οι οποίοι έχουν σχέση με την κατανομή του στο χώρο. Το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να διαρρέει έναν μονοδιάστατο αγωγό, μια επιφάνεια ή μια περιοχή του χώρου. Στην περίπτωση που ρέει έναν αγωγό χρησιμοποιείται κανονικά η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος για τη μέτρησή του. Στην περίπτωση της επιφάνειας το ηλεκτρικό ρεύμα τη διαρρέει κατα μέτωπο, σαν άπειροι μονοδιάστατοι αγωγοί να έχουν συγκεντρωθεί ο ένας δίπλα στον άλλον και να έχουν σχηματίσει μια επιφάνεια. Τότε χρησιμοποιείται η επιφανειακή πυκνότητα ηλεκτρικού ρεύματος, ένα διανυσματικό μέγεθος με κατεύθυνση την κατεύθυνση του μετώπου σε κάθε σημείο της επιφάνειας και μετράται σε A/m. Αντίστοιχα στο χώρο χρησιμοποιείται η πυκνότητα ηλεκτρικού ρεύματος, και αυτή είναι διανυσματικό μέγεθος με κατεύθυνση την κατεύθυνση του ηλεκτρικού ρεύματος, μετράται σε A/m².

Αν λ η γραμμική πυκνότητα φορτίου και σ η επιφανειακή πυκνότητα φορτίου είναι:

$$\bullet \quad \vec{K} = \frac{d\lambda}{dt}$$

$$\vec{J} = \frac{d\sigma}{dt}$$

Εξ αιτίας της αρχής διατήρησης του φορτίου ισχύει και η σχέση:

$$\bullet \quad \nabla \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

Επειδή η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος έχει φορά, για τη μέτρησή του σε ένα σημείο θεωρούμε μία θετική φορά. Έτσι, αν το μέγεθος είναι θετικό σημαίνει ότι το δυναμικό μειώνεται κατά τη φορά που επιλέξαμε, ενώ αν το μέγεθος είναι αρνητικό σημαίνει ότι το δυναμικό αυξάνεται κατά την κατεύθυνση που επιλέξαμε. Όταν σημειώνουμε γραφικά τη φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος με βέλος, τότε δείχνει κατά τη φορά μείωσης του δυναμικού.

Η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η φορά κίνησης των ηλεκτρικών φορτίων, η οποία δεν ταυτίζεται απαραίτητα με τη φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος. Η φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ταυτόσημη με τη φορά κίνησης των ηλεκτρικών φορτίων, όταν το ηλεκτρικό ρεύμα οφείλεται αποκλειστικά στην κίνηση θετικών φορτίων στον αγωγό. Παλιότερα πίστευαν ότι τα ελεύθερα κινούμενα φορτία στα μέταλλα ήταν θετικά, δηλαδή ότι οι δύο φορές, της έντασης και της κίνησης των φορτίων στους αγωγούς αυτούς, ταυτίζονταν.[16]

1.1.2 ΠΑΡΟΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

. Η παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται από το υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο ή δίκτυο ηλεκτροδότησης. Γενικά, το παρεχόμενο ηλεκτρικό ρεύμα είναι εναλλασσόμενο ημιτονοειδές ηλεκτρικό ρεύμα, ενεργής τάσης 230V και συχνότητας 50hz. Λιγότερο διαδεδομένο είναι το ηλεκτρικό ρεύμα με χαρακτηριστικά 110V και συχνότητα 60hz, που χρησιμοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.

Στον κάθε καταναλωτή παρέχονται πάντα ένα τριπλό καλώδιο, που το αποτελούν ο ουδέτερος (O) στον οποίο δεν παρέχεται από την πάροχο ρεύμα, και οι φάσεις, στα οποία παρέχεται το ρεύμα, ενώ ο καταναλωτής είναι υποχρεωμένος να παρέχει για ασφάλεια μία γειώση. Ανάλογα με τις παρεχόμενες φάσεις της, η παροχή είναι μονοφασική ή τριφασική.

- Μονοφασική παροχή:Στον καταναλωτή παρέχεται μία φάση (R). Αν συνδεθεί μέσω ενός κυκλώματος η φάση με τον ουδέτερο τότε δημιουργείται κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος.
- Τριφασική παροχή:Στον καταναλωτή παρέχονται τρεις φάσεις (R,S,T). Η κάθε φάση διαφέρει από τις άλλες δύο κατά 120 μοίρες. Έτσι, αν συνδεθούν δύο φάσεις θα προκύψει ρεύμα παρόμοιο με της κάθε φάσης ενώ θα παρουσιαστεί και βραχυκύκλωμα εν μέρει. Αν συνδεθούν και οι τρεις φάσεις θα δημιουργηθεί πλήρως βραχυκύκλωμα και το τελικό καλώδιο δε θα φέρει καθόλου ρεύμα. Συνήθως η ηλεκτρολογική εγκατάσταση χωρίζεται σε τρία μέρη, όπου κάθε μέρος ηλεκτροδοτείται από μία φάση, όπως και στη μονοφασική παροχή.

Η διαφορά φάσης μεταξύ δύο διαδοχικών φάσεων είναι συγκεκριμένη και χαρακτηριστική της συγκεκριμένης παροχής. Γενικά, η διαφορά φάσης δύο

διαδοχικών φάσεων σε μια παροχή ν φάσεων δίνεται από τον τύπο:
$$\Delta\phi = \frac{360^\circ}{\nu}$$

Στην Ελλάδα σήμερα το ηλεκτρικό ρεύμα παρέχεται από τη ΔΕΗ, νομικό πρόσωπο μεικτού δικαίου και υπηρεσία κοινής ωφελείας (ΔΕΚΟ).

1.1.3 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Ηλεκτρικό δίκτυο είναι ένα διασυνδεδεμένο δίκτυο για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας από του παραγωγούς στους καταναλωτές. Συνίσταται από τρία μέρη:

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας: Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας ορυκτά καύσιμα (άνθρακα, φυσικό αέριο, βιομάζα) ή τον αέρα, το νερό, τα πυρηνικά καύσιμα και τον ήλιο,

- Μεταφορά Ηλεκτρικής Ενέργειας: Οι γραμμές μεταφοράς μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια από τα εργοστάσια στα κέντρα ζήτησης,
- Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας: Η ενέργεια φτάνει στους υποσταθμούς, γίνεται υποβιβασμός τάσης με τη βοήθεια μετασχηματιστών και μεταφέρεται μέσω γραμμών διανομής. με περαιτέρω υποβιβασμό τάσης, γίνεται κατάλληλη για χρήση από οικιακά δίκτυα.[16]

1.2 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στις μερες μας είναι ευρεως γνωστο ότι οι η παγκοσμια αλλαγη του κλιματος αποτελεί μια από τις μεγαλυτερες αλλα και σοβαροτερες απειλες για το μελλον μας. Η αλλαγη αυτή οφειλεται κυριως στην εκπομπη των αεριων του θερμοκηπιου τα οποια προκυπτουν από τη παραγωγη ενεργειας μεσω των κλασσικων καυσιμων (ανθρακες .πετρελαιο κλπ) ετσι γινεται απαραιτητη η αναγκη για παραγωγη ενεργειας μεσω Α.Π.Ε διоти είναι μια συμφερουσα λυση για την αντιμετωπιση των βλαβερων κλιματικων αλλαγων



Υβριδικό αυτόνομο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, αποτελούμενο από φωτοβολταϊκή συστοιχία, ανεμογεννήτρια, εφεδρικό Η/Ζ και συσσωρευτές

1.2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το 1864, ο James C. Maxwell συνθέτει στις περίφημες εξισώσεις του το οικοδόμημα του ηλεκτρομαγνητισμού, εισάγοντας τον άνθρωπο σε μια νέα εποχή. Έναν περίπου αιώνα αργότερα, ο Richard P. Feynman αναφέρει χαρακτηριστικά ότι «ο ιστορικός του μέλλοντος θα περιγράφει ως ήσσονος σημασίας γεγονότα όπως είναι ο αμερικάνικος εμφύλιος πόλεμος, σε σύγκριση με την πρόοδο που συντελέστηκε στον ηλεκτρομαγνητισμό, στη διάρκεια του 19ου αιώνα».

Αδιαμφισβητητα, είναι αδιανόητη η ζωή του σύγχρονου ανθρώπου χωρίς τον ηλεκτρισμό. Για πολλές δεκαετίες, μοναδικό ζητούμενο του ανθρώπου ήταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με οποιοδήποτε μέσο (πετρέλαιο, λιθάνθρακα, υδατοπτώσεις κ.ά.) και κατ'επέκταση η αδιάλειπτη μεταφορά της στα σημεία κατανάλωσης.

Η πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70 εισήγαγε την πυρηνική ενέργεια στο ενεργειακό μίγμα αρκετών ανεπτυγμένων κρατών. Η περιβαλλοντική κρίση των τελευταίων δεκαετιών επιβάλει τη χρησιμοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο ενεργειακό μίγμα κάθε χώρας, για την αντιμετώπιση ενός παγκόσμιου προβλήματος, δηλαδή της κλιματικής αλλαγής

1.2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ

Οι **ανανεώσιμες μορφές ενέργειας** (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας, ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη

υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.



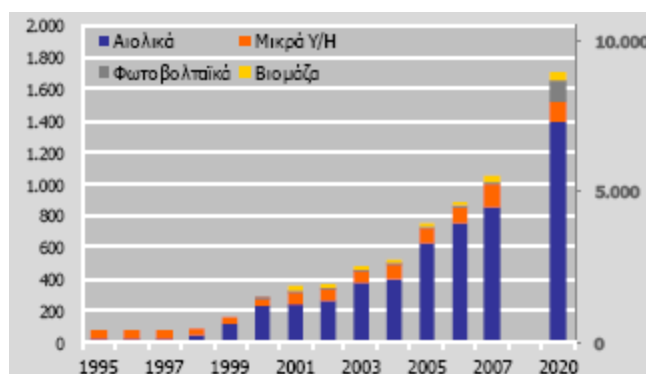
Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, μιας και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Τελευταία από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη.

Οι ΑΠΕ αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα. Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται κατ' ουσίαν στην ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης, και την

Πτυχιακή Εργασία: Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

ενέργεια απ' τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ήπιες πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες, μιας και δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για μερικά ακόμα δισεκατομμύρια χρόνια. Ουσιαστικά είναι ηλιακή ενέργεια "συσκευασμένη" κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο: η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι ανανεώσιμη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται. Χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση) είτε μετατρέπόμενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η υψηλή όμως μέχρι πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση του παρόντος στάτους κβο στον ενεργειακό τομέα εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού. Το ενδιαφέρον για τις ήπιες μορφές ενέργειας ανακινήθηκε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα κυρίως των απανωτών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα όμως λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και, αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, ετοιμάζονται βήματα για παραπέρα αξιοποίησή τους. Το κόστος δε των εφαρμογών ήπιων μορφών ενέργειας πέφτει συνέχεια τα τελευταία είκοσι χρόνια και ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια, αλλά και η βιομάζα, μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται στα ίσα παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια. Ενδεικτικά, στις Η.Π.Α. ένα 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2010 το 25% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (κυρίως υδροηλεκτρικά και βιομάζα).

1.2.3 Ο ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΤΩΝ ΑΠΕ ΜΕΧΡΙ ΤΟ 2020:



Αριστερος άξονας εγκατεστημένα MW 1995-2007

Δεξιός άξονας εγκατεστημένα MW Στόχος 2020 Πηγή:ΥΠΙΑΝ

1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

1.3.1 Πλεονεκτήματα

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτόρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

1.3.2 Μειονεκτήματα

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
- Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Πτυχιακή Εργασία:Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

1.4 ΕΙΔΗ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αιολική ενέργεια.

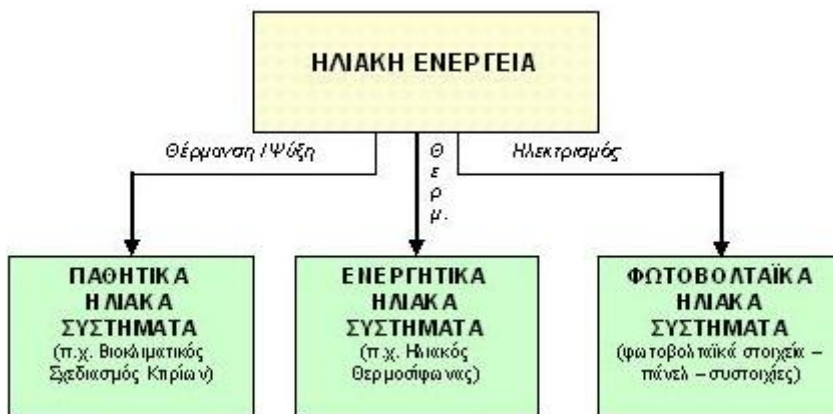
Χρησιμοποιήθηκε παλιότερα για την άντληση νερού από πηγάδια καθώς και για μηχανικές εφαρμογές (π.χ. την άλεση στους ανεμόμυλους). Έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ευρέως για ηλεκτροπαραγωγή.[16]



Ο ανεμόμυλος, στο Κίντερνταϊκ της Ολλανδίας, μια από τις παλιότερες μεθόδους εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας.

Ηλιακή ενέργεια.

Ηλιακή ενέργεια είναι το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Όπως είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές (ηλιακοί θερμοσίφωνες και φούρνοι) ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την βοήθεια της πολιτικής προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας από το ελληνικό κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση.



Υδραυλική ενέργεια.

Υδραυλική είναι η ενέργεια που αποταμιεύεται ως δυναμική ενέργεια μέσα σε βαρυτικό πεδίο με τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων νερού σε υψομετρική διαφορά από τη συνέχιση της ροής του ελεύθερου νερού, και αποδίδεται ως κινητική μέσω της υδατόπτωσης. Η κινητική ενέργεια, εν συνεχεία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσια επιτόπου (π.χ. νερόμυλοι), ή να μετατραπεί σε ηλεκτρική ή άλλες, που την αποθηκεύουν, ώστε τελικά να μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις. Στον γήινο κύκλο του νερού η ενέργεια προέρχεται κυρίως από τον ήλιο που εξατμίζει. Η εκμετάλλευση της ενέργειας στον κύκλο αυτό γίνεται με τη χρήση υδροηλεκτρικών έργων (υδατοταμιευτήρες, φράγματα, κλειστοί αγωγοί πτώσεως, υδροστρόβιλοι, ηλεκτρογεννήτριες, διάφυρες φυγής). Τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα, είναι τα έργα όπου στο πεδίο των ήπιων μορφών ενέργειας εξειδικεύονται περισσότερο στα μικρά υδροηλεκτρικά. Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας. (υδραυλική)

Βιομάζα.

βιομάζα αποκαλείται οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Το καύσιμο βιομάζας είναι γνωστό στην Ελλάδα κι ως πέλετ. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες των φυτών (κυρίως αποβλήτων της βιομηχανίας ξύλου, τροφίμων και ζωοτροφών και της βιομηχανίας ζάχαρης) με σκοπό την αποδέσμευση της ενέργειας που δεσμεύτηκε απ' το φυτό με τη φωτοσύνθεση. Ακόμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα και απορρίμματα. Μπορεί να δώσει βιοαιθανόλη και βιοαέριο, που είναι καύσιμα πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα παραδοσιακά. Είναι μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές που θα χρησιμοποιηθεί πλατιά στο μέλλον.[16]



Γεωθερμική ενέργεια.

Γεωθερμία ή Γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε τη φυσική θερμική ενέργεια της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια. Προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται απ' τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, π.χ. στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού νερού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για θερμικές εφαρμογές είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η Ισλανδία καλύπτει το 80-90% των ενεργειακών της αναγκών, όσον αφορά τη θέρμανση, και το 20%, όσον αφορά τον ηλεκτρισμό, με γεωθερμική ενέργεια.

Ενέργεια από τη θάλασσα

Ενέργεια από παλίρροιες. Εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και αλλού.

Ενέργεια από κύματα. Εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας.

Ενέργεια από τους ωκεανούς. Εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων. Βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται "ήπια μορφή ενέργειας" και περιλαμβάνεται στις "καθαρές" πηγές, όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. 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 άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Η αρχαιότερη μορφή εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ήταν τα ιστία (πανιά) των πρώτων ιστιοφόρων πλοίων πολύ αργότερα οι ανεμόμυλοι στην ξηρά. Ονομάζεται αιολική γιατί στην ελληνική μυθολογία ο Αίολος ήταν ο θεός του ανέμου. Η εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου από τον άνθρωπο αποτελεί μία πρακτική που βρίσκει τις ρίζες της στην αρχαιότητα. Σήμερα, για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε τις ανεμογεννήτριες (Α/Γ). Η αιολική ενέργεια αποτελεί την πιο ώριμη μορφή ΑΠΕ και η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη των τελευταίων δεκαετιών την έχει καταστήσει απόλυτα ανταγωνιστική σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας. Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, χώρες όπως η Γερμανία, η Δανία και η Ισπανία αποτελούν παραδείγματα προς μίμηση, για την επίτευξη ενός ορθολογικού και, κυρίως, βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού. Πιο συγκεκριμένα, οι εν λόγω χώρες, με τη μεγάλη διείσδυση της αιολικής ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή, κατόρθωσαν, αφενός, να απεμπλακούν σε μεγάλο βαθμό από το πετρέλαιο και να θωρακίσουν τις οικονομίες τους από τις συνεχείς μεταβολές στην τιμή του και, αφετέρου, να χρησιμοποιήσουν τις ΑΠΕ ως κύριο μοχλό για την επίτευξη των στόχων - δεσμεύσεων του Πρωτοκόλλου του Κιότο Μέχρι σήμερα, το φυσικό αέριο και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζονται ως οι πλέον δημοφιλείς λύσεις. Από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, φαίνεται ότι η αιολική ενέργεια θα διαδραματίσει πρωτεύοντα ρόλο τα χρόνια που ακολουθούν για την παραγωγή μεγάλων ποσών ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένες (από τους ενεργειακούς καταναλωτές) εγκαταστάσεις.

2.1 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ (ΓΕΝΙΚΑ)

Η ανεμογεννήτρια είναι μία αιολική μηχανή που παράγει ρεύμα από την αιολική ενέργεια και μπορεί να τροφοδοτήσει με ρεύμα κατοικημένες περιοχές όπως πόλεις, κωμοπόλεις ή χωριά. Μια ανεμογεννητρια αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Πύργος, Ο πύργος στηρίζει όλη την κατασκευή.
- Τουρμπίνα, Η τουρμπίνα παράγει ρεύμα.
- Πτερύγια Τα πτερύγια γυρίζουν με τον άνεμο που με τη βοήθεια του ρότορα γυρίζει την τουρμπίνα.

Τα συστήματα ανεμογεννητριών με μεταβλητό αριθμό στροφών, στα οποία η διασύνδεση της γεννήτριας με το δίκτυο επιτυγχάνεται μέσω ηλεκτρονικών διατάξεων ισχύος, προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα και για το λόγο αυτό έχουν καθιερωθεί. Ο άνεμος είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που μπορεί να αξιοποιηθεί στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι άνθρωποι έχουν ανακαλύψει την αιολική ενέργεια εδώ και χιλιάδες χρόνια. Οι ανεμόμυλοι έδιναν κάποτε κίνηση στις τεράστιες μυλόπετρες, που άλεθαν το σιτάρι μετατρέποντάς το σε αλεύρι. Μικρές αντλίες χρησιμοποιούσαν τη δύναμη του ανέμου για να ανεβάσουν το νερό από τα πηγάδια. Πριν 25 χρόνια περίπου οι πρώτες σύγχρονες ανεμογεννήτριες χρησιμοποιήθηκαν στις Η.Π.Α. Από τότε πολλές ακόμη έχουν μπει σε λειτουργία σε ολόκληρο τον κόσμο.



2.2 Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΑΝΑ ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ

Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τους ανέμους εδώ και εκατοντάδες χρόνια. Το πρώτο μεταφορικό μέσο χωρίς μυϊκή δύναμη ήταν τα ιστιοφόρα. Το επόμενο στάδιο εκμετάλλευσης ήταν οι ανεμόμυλοι. Οι αγρότες χρησιμοποιούν ανεμόμυλους για να αλέθουν το σιτάρι και για να αποστραγγίζουν ή να αρδεύουν τις καλλιέργειές τους. Με την ανάπτυξη νέων πηγών ενέργειας οι άνθρωποι σταμάτησαν να χρησιμοποιούν τους ανεμόμυλους. Αλλά με την ενεργειακή κρίση, οι μηχανικοί χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες και υλικά, αξιοποιούν και πάλι την ενέργεια των ανέμων, με νέα είδη ανεμόμυλων. Για παράδειγμα, κινούν αντλίες που ανυψώνουν το νερό πάνω από το έδαφος ή τροφοδοτούν γεννήτριες για τον φωτισμό απόμακρων περιοχών. Για την εκμετάλλευση των ανέμων και παλιά και σήμερα, χρησιμοποιούνται ανεμόμυλοι. Οι ανεμόμυλοι όμως σήμερα δεν χρησιμοποιούνται για να αλέθουν σιτάρι ή να αρδεύουν καλλιεργήσιμες εκτάσεις, αλλά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όλοι οι ανεμόμυλοι έχουν έλικες με πτερύγια που κινούνται με τον άνεμο που φυσά. Η κατασκευή τους είναι τέτοια, ώστε το σύστημα των πτερυγίων να περιστρέφεται και να είναι πάντοτε αντίθετο στη φορά του ανέμου. Η ταχύτητα του ανέμου είναι συνήθως μικρή και γι' αυτό είναι δύσκολο να αξιοποιηθεί όλη η ενέργεια που μεταφέρει ο άνεμος. Ακόμα και οι σημερινοί μοντέρνοι και τεράστιοι ανεμόμυλοι παράγουν ηλεκτρική ενέργεια αρκετή μόνο για λίγα σπίτια. Για να παραχθεί η ενέργεια που παράγεται σε έναν απλό σταθμό χρειάζονται περίπου 1.000 μεγάλοι ανεμόμυλοι. Μια διάταξη ανεμογεννητριών ονομάζεται αιολικό πάρκο. Στο πάρκο

στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. επικρατούν δυνατοί άνεμοι, και έτσι η περιοχή είναι ιδανική για ανεμογεννήτριες. Σε ένα αιολικό πάρκο κάθε ανεμογεννήτρια έχει τρία μακριά πτερύγια. Καθώς τα πτερύγια στρέφονται με τον άνεμο, δίνουν κίνηση στη γεννήτρια που παράγει ηλεκτρισμό



Ο άνεμος όμως είναι πολύ ευμετάβλητος. Οι αλλαγές στην κατεύθυνση πάντως αντιμετωπίζονται εύκολα. Το μόνο που χρειάζεται είναι κάποιο σύστημα που κρατάει τα πτερύγια των ανεμόμυλων στη σωστή θέση. Οι αλλαγές στην ταχύτητα του ανέμου είναι ένα άλλο θέμα. Προκαλούν μεταβολές στην παροχή ενέργειας στις γεννήτριες. Κι ακόμη χειρότερα, ο άνεμος σταματάει τελείως για πολλές μέρες ή φυσάει τόσο δυνατά ώστε καταστρέφει τα πτερύγια των ανεμόμυλων. Σε αντίθεση με το νερό, ο άνεμος επίσης δεν μπορεί να περιοριστεί σε φράγματα ώστε να ρυθμίζεται η ροή του. Το ηλεκτρικό ρεύμα, που παράγεται κατά την διάρκεια μεγάλων περιόδων ανέμων, μπορεί να αποθηκεύεται σε μπαταρίες αλλά αυτές είναι ακόμη ακριβές και αναποτελεσματικές. Ο παραδοσιακός ανεμόμυλος μετατρέπει λιγότερη από τη μισή ενέργεια του ανέμου σε ισχύ. Επειδή ο αέρας είναι πολύ αραιότερος από το νερό, τα πτερύγια του ανεμόμυλου πρέπει να είναι 800 φορές μεγαλύτερα από αυτά ενός νερόμυλου, για να κινηθούν με την ίδια ταχύτητα. Γι αυτό το λόγο σχεδιάζονται νέα μοντέλα αερογεννητριών. Ο ανεμοκινητήρας μοιάζει με έλικα. Αυτός που στηρίζεται σε κάθετο άξονα περιστρέφεται όποια κι αν είναι η κατεύθυνση του ανέμου. Υπάρχει ένας ακόμη τρόπος για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, τα κύματα της θάλασσας που σχηματίζονται και αυτά από τον άνεμο. Ένας τρόπος εκμετάλλευσης της ενέργειας τους είναι η χρήση πλωτήρων που ανεβοκατεβαίνουν με το πέρασμα των κυμάτων. Η κίνηση αυτή θα μπορούσε να θέσει σε λειτουργία μια τουρμπίνα.

Βελτιωμένη έκδοση του πλωτήρα αποτελούν οι αρθρωτές «σχεδίες» οι οποίες επηρεάζονται και από την παραμικρότερη κίνηση του νερού.



Ένα άλλο σύστημα ονομάζεται «πάπια» επειδή αποτελείται από ελάσματα, τα οποία λικνίζονται πάνω κάτω σαν πάπιες στο νερό. Το πιο επιτυχημένο ως τώρα σύστημα, κατασκευάστηκε στη Νορβηγία και κινείται με αέρα, που πιέζεται προς τα πάνω από ένα μεγάλο κύλινδρο, ο οποίος ωθείται από τα κύματα. Αλλά οι μετατροπές της ενέργειας των κυμάτων πρέπει να αντέχουν στις καταιγίδες και είναι άχρηστοι όταν επικρατεί ηνεμιά. Επιπλέον κοστίζουν και είναι αναποτελεσματικοί για να έχουν μια αξιόλογη συμβολή στα παγκόσμια ενεργειακά αποθέματα.

2.3 Γενικά Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Αιολικής Ενέργειας

2.3.1 Πλεονεκτήματα

Απορρέοντας από τον άνεμο, η αιολική ενέργεια είναι μια καθαρή πηγή ενέργειας. Η αιολική ενέργεια δεν μολύνει την ατμόσφαιρα όπως τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού τα οποία στηρίζονται στην καύση ορυκτών καυσίμων, όπως άνθρακα ή φυσικό αέριο. Οι ανεμογεννήτριες δεν εκλύουν χημικές ουσίες στο περιβάλλον οι οποίες προκαλούν οξινή βροχή ή αέρια του θερμοκηπίου.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες η αιολική ενέργεια είναι οικιακή πηγή ενέργειας, καθώς αφθονεί η διαθέσιμη πηγή, ο άνεμος. Η τεχνολογία που αναπτύσσεται περί την αιολική ενέργεια είναι μια από τις πιο οικονομικές που υπάρχουν σήμερα στον χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Κοστίζει ανάμεσα σε 4 και 6 cents ανά

κιλοβατώρα· η τιμή εξαρτάται από την ύπαρξη/παροχή ανέμου και από τη χρηματοδότηση ή μη του εκάστοτε προγράμματος παραγωγής αιολικής ενέργειας.

Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να στηθούν σε αγροκτήματα ή ράντσα, έτσι ωφελώντας την οικονομία των αγροτικών περιοχών, όπου βρίσκονται οι περισσότερες από τις καλύτερες τοποθεσίες από την άποψη του ανέμου. Οι αγρότες μπορούν να συνεχίσουν να εργάζονται στη γη, καθώς οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν μόνον ένα μικρό μέρος της γης. Οι ιδιοκτήτες των εγκαταστάσεων για την παραγωγή αιολικής ενέργειας πληρώνουν ενοίκιο στους αγρότες για τη χρήση της γης.

2.3.2 Μειονεκτήματα

Η αιολική ενέργεια πρέπει να συναγωνιστεί τις συμβατικές πηγές ενέργειας σε επίπεδο κόστους. Ανάλογα με το πόσο ενεργητική, ως προς τον άνεμο, είναι μια τοποθεσία, το αιολικό πάρκο μπορεί ή δεν μπορεί να είναι ανταγωνιστικό ως προς το κόστος. Παρότι το κόστος της αιολικής ενέργειας έχει μειωθεί δραματικά τα τελευταία 10 χρόνια, η τεχνολογία απαιτεί μια αρχική επένδυση υψηλότερη από εκείνη των γεννητριών που λειτουργούν με καύση ορυκτών.

Η ισχυρότερη πρόκληση στη χρησιμοποίηση του ανέμου ως πηγή ενέργειας είναι ότι ο άνεμος είναι περιοδικά διακοπτόμενος και δεν φυσά πάντα όταν ο ηλεκτρισμός απαιτείται. Η αιολική ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί (εκτός αν χρησιμοποιηθούν μπαταρίες). Επιπλέον, δεν μπορούν όλοι οι άνεμοι να τιθασευτούν ώστε να καλυφθούν, τη στιγμή που προκύπτουν, οι ανάγκες σε ηλεκτρισμό.

Τα κατάλληλα σημεία για αιολικά πάρκα συχνά βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, μακριά από πόλεις όπου χρειάζεται ο ηλεκτρισμός.

Η ανάπτυξη της εκμετάλλευσης του ανέμου ως φυσικού πόρου μπορεί ίσως να συναγωνιστεί άλλες χρήσεις της γης και αυτές οι εναλλακτικές χρήσεις ίσως χαιρούν μεγαλύτερης εκτιμήσεως απ' ό,τι η παραγωγή ηλεκτρισμού.

Αν και τα αιολικά πάρκα έχουν σχετικά μικρή επίπτωση στο περιβάλλον σε σύγκριση με άλλες συμβατικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, υπάρχει ένας προβληματισμός για τον θόρυβο που παράγεται από τις λεπίδες του ηλεκτρικού

κινητήρα (ρότορα), για την αισθητική (οπτική) επίπτωση και για τα πουλιά που μερικές φορές έχουν σκοτωθεί καθώς πετούσαν προς τους ηλεκτρικούς κινητήρες. Τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα έχουν επιλυθεί ή έχουν σε σημαντικό βαθμό μειωθεί μέσω της τεχνολογικής ανάπτυξης ή μέσω της επιλογής κατάλληλων περιοχών για τη δημιουργία αιολικών πάρκων.

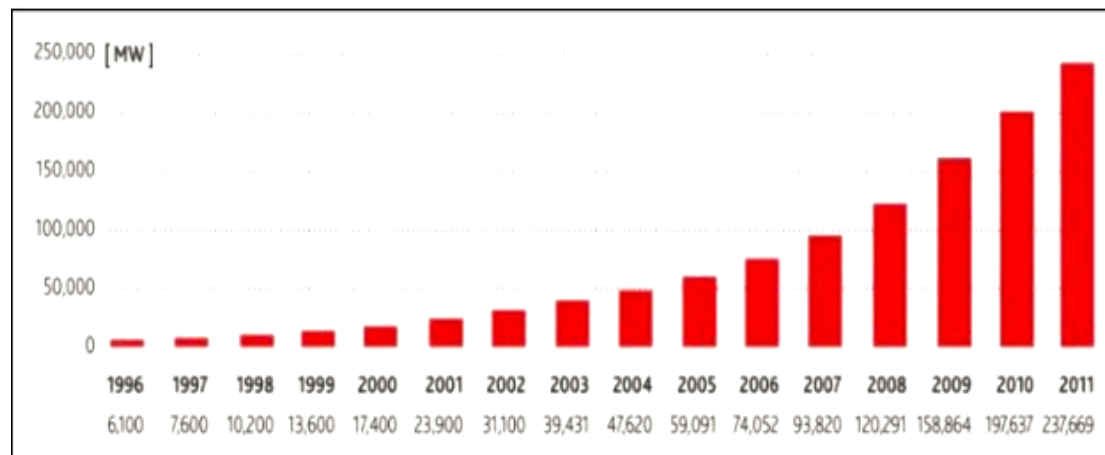


2.4 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Τα πρώτα δείγματα ηλεκτροπαραγωγής από αιολική ενέργεια εμφανίστηκαν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όμως από το 1980 και μετά η τεχνολογία άρχισε να εξελίσσεται σε τέτοιο βαθμό που να μπορεί να υποστηρίξει ηλεκτροπαραγωγή σε υψηλή κλίμακα. Μέχρι το 2011 ο μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας

την τελευταία δεκαετία ήταν περίπου 20%, με 237669 MW εγκατεστημένη ισχύ στο τέλος του 2011.

Global Cumulative Installed Wind Capacity 1996-2011



Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας 1996-2011 Πηγή: Global Wind Energy Council, 2011

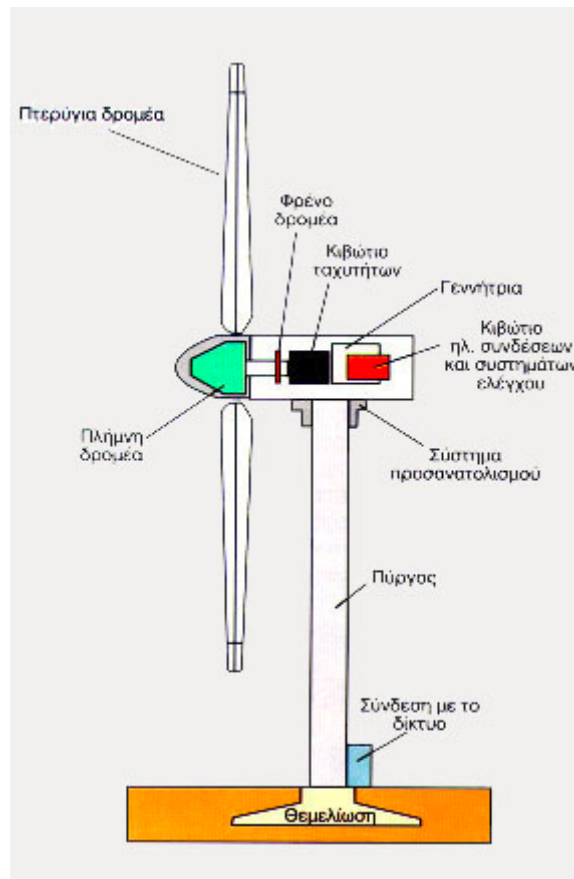
2.5 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Τα πρώτα δείγματα ηλεκτροπαραγωγής από αιολική ενέργεια εμφανίστηκαν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, όμως από το 1980 και μετά η τεχνολογία άρχισε να εξελίσσεται σε τέτοιο βαθμό που να μπορεί να υποστηρίζει ηλεκτροπαραγωγή σε υψηλή κλίμακα. Μέχρι το 2011 ο μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας την τελευταία δεκαετία ήταν περίπου 20%, με 237669 MW εγκατεστημένη ισχύ στο τέλος του 2011. Η αιολική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια από τις ανεμογεννήτριες. Ο άνεμος περιστρέφει τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας, τα οποία με τη σειρά τους περιστρέφουν ένα μοτέρ το οποίο παράγει ρεύμα. Το ρεύμα αυτό μπορεί να διοχετεύεται κατ' ευθείαν στο κεντρικό δίκτυο ρεύματος ή να αποθηκεύεται σε συσσωρευτές ή και να θερμαίνει νερό. Η ισχύς που μπορεί να δώσει μια ανεμογεννήτρια εξαρτάται κυρίως από δύο παράγοντες:

1. Όσο μεγαλύτερα είναι τα πτερύγια, τόσο μεγαλύτερη η ισχύς της. Διπλασιάζοντας το μήκος των πτερυγίων, τετραπλασιάζεται η ισχύς σε κάθε ταχύτητα ανέμου.

2. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου, τόσο μεγαλύτερη η ισχύς. Με διπλάσια ταχύτητα ανέμου, οκταπλασιάζεται η ισχύς της ίδιας ανεμογεννήτριας.

Μια καλής ποιότητας μικρή ανεμογεννητρια συνήθως μπορεί να αποδώσει μέχρι το 30-35% της διαθέσιμης στον άνεμο ισχύος. Αν δηλαδή για ένα συγκεκριμένο μέγεθος ανεμογεννήτριας και ταχύτητας ανέμου, η ισχύς του ανέμου που φθάνει στα πτερύγια της είναι 1000W, μόνο τα 350W θα είναι σε θέση να αποδώσει. Μια μεγάλη ανεμογεννήτρια μπορεί να δώσει και λίγο παραπάνω. Η σημερινή τεχνολογία βασίζεται σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα 2 ή 3 πτερυγίων, με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ 200 – 400kW. Όταν εντοπιστεί μια ανεμώδης περιοχή – και εφόσον βέβαια έχουν προηγηθεί οι απαραίτητες μετρήσεις και μελέτες – για την αξιοποίηση του αιολικού της δυναμικού τοποθετούνται μερικές δεκάδες ανεμογεννήτριες, οι οποίες απαρτίζουν ένα «αιολικό πάρκο». Η εγκατάσταση κάθε ανεμογεννήτριας διαρκεί 1-3 μέρες. Αρχικά ανυψώνεται ο πύργος και τοποθετείται τμηματικά πάνω στα θεμέλια. Μετά ανυψώνεται η άτρακτος στην κορυφή του πύργου. Στη βάση του πύργου συναρμολογείται ο ρότορας ή δρομέας (οριζοντίου άξονα, πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένα τα πτερύγια), ο οποίος αποτελεί το κινητό μέρος της ανεμογεννήτριας. Η άτρακτος περιλαμβάνει το σύστημα μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Στη συνέχεια ο ρότορας ανυψώνεται και συνδέεται στην άτρακτο. Τέλος, γίνονται οι απαραίτητες ηλεκτρικές συνδέσεις.



Μια ανεμογεννήτρια έχει τα εξής κύρια μέρη :

1. Τον πύργο: Είναι κυλινδρικής μορφής κατασκευασμένος από χάλυβα και συνήθως αποτελείται από δύο ή τρία συνδεδεμένα τμήματα. Είναι παρόμοιας κατασκευής με τους πύργους που στηρίζουν τα φώτα σε γήπεδα και εθνικούς δρόμους.
2. Τον θάλαμο που περιέχει τα μηχανικά υποσυστήματα (κύριος άξονας, σύστημα πέδησης, κιβώτιο ταχυτήτων και ηλεκτρογεννήτρια) :
 - Ο κύριος άξονας με το σύστημα πέδησης (φρένα) είναι παρόμοιος με τον άξονα των τροχών ενός αυτοκινήτου με υδραυλικά δισκόφρενα.
 - Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι παρόμοιας κατασκευής με εκείνο του αυτοκινήτου μας με την διαφορά ότι έχει μόνον μια σχέση.

- Η ηλεκτρογεννήτρια είναι παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιούνται από τη ΔΕΗ στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη ή με τις γεννήτριες που έχουμε στα εξοχικά μας.
3. Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου ασφαλούς λειτουργίας. Αποτελούνται από ένα η περισσότερα υποσυστήματα μικροελεγκτών και «φροντίζουν» για την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία της ανεμογεννήτριας σε όλες τις συνθήκες.
 4. Τα περύγια είναι κατασκευασμένα από σύνθετα υλικά (υαλονήματα και ειδικές ρητίνες), παρόμοια με αυτά που κατασκευάζονται τα ιστιοπλοϊκά σκάφη. Είναι δε σχεδιασμένα για να αντέχουν σε μεγάλες καταπονήσεις.

Ως απαραίτητο εξάρτημα λειτουργίας μιας ανεμογεννήτριας σε αιολικό πάρκο, θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε και τον μετασχηματιστή μετατροπής της χαμηλής τάσης της ανεμογεννήτριας σε μέση τάση προκειμένου να μεταφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο της ΔΕΗ. Ο μετασχηματιστής είναι συνήθως εγκατεστημένος δίπλα στην ανεμογεννήτρια και δεν διαφέρει κατασκευαστικά από τους μετασχηματιστές που είναι εγκατεστημένοι πάνω στους στύλους της ΔΕΗ και μάλιστα συνήθως λίγα μέτρα από τα σπίτια μας. Από την παραπάνω περιγραφή φαίνεται καθαρά ότι μια ανεμογεννήτρια αποτελείται από απλά υποσυστήματα και δεν είναι παρά μια μηχανή που σκοπό έχει τη μετατροπή της ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια (αυτός είναι, άλλωστε, και ο ορισμός της). Θα μπορούσαμε μάλιστα να παρομοιάσουμε την ανεμογεννήτρια και σαν ένα μικρό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας - με «καύσιμη ύλη» όμως τον άνεμο.

2.5.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Η εταιρεία Αίολος είναι η κορυφαία κατασκευαστική εταιρεία μικρών ανεμογεννητριών στον κόσμο. Η εταιρεία ανεμογεννητριών «Αίολος» ιδρύθηκε στη Δανία το 1986. Τα προϊόντα περιλαμβάνουν ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, από 500w έως 50kw και ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα από 300W έως 10kW. Έχουν εφαρμοστεί ευρέως σε σπίτια, αγροκτήματα, χωριά, σχολεία και σε μικρά αιολικά πάρκα. Τόσο οι οριζόντιες, όσο και οι κατακόρυφες ανεμογεννήτριές μας, έχουν γεννήτρια υψηλής απόδοσης. Η Αίολος χρησιμοποιεί απευθείας αυτόνομη γεννήτρια χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων. Όλα τα ρουλεμάν είναι SKF ή NSK. Οι ανεμογεννήτριες παρέχουν διπλή ή τριπλή προστασία για υψηλές ταχύτητες ανέμου, για μεγαλύτερη τάση, η για βλάβες του δικτύου και για άλλα προβλήματα, που μπορεί να εμφανιστούν. (πηγή : aiolos.gr)

ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΧΩΡΙΣ ΠΤΕΡΥΓΙΑ

Εγκαταστάθηκε έξω από το Πανεπιστήμιο Τεχνολογίας του Ντελφτ στην Ολλανδία. Εκ πρώτης όψεως μοιάζει με μεγάλο, περίεργο παράθυρο. Στην πραγματικότητα, πρόκειται για την πρώτη ανεμογεννήτρια χωρίς πτερύγια που, όπως υποστηρίζουν οι δημιουργοί της, παράγει ενέργεια χωρίς κανένα ορατό τουλάχιστον κινητό εξάρτημα.

Ο EWICON (ηλεκτροστατικός μετατροπέας αιολικής ενέργειας) αναπτύχθηκε από την αρχιτεκτονική εταιρεία Mecanoo. Βασίζεται στην ιδέα ότι ηλεκτρικά φορτισμένα σταγονίδια ψεκάζονται προς το μεταλλικό πλαίσιο της γεννήτριας και χάρη στον άνεμο παράγουν ρεύμα, το οποίο μπορεί να διοχετευτεί στο δίκτυο ηλεκτροδότησης.

2.6 Η ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών. Ως εκ τούτου, οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας. Ενέργειες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει σε ολόκληρη τη χώρα, ενώ στο γεγονός αυτό έχει συμβάλλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ, η οποία ενθαρρύνει και επιδοτεί επενδύσεις στις Ήπιες μορφές ενέργειας. Αλλά και σε εθνική κλίμακα, ο νέος αναπτυξιακός νόμος 3299/04, σε συνδυασμό με το νόμο για της ανανεώσιμες

πηγές ενέργειας 3468/06, παρέχει ισχυρότατα κίνητρα ακόμα και για επενδύσεις μικρής κλίμακας. Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμωδών «νησίδων» (λόφοι, υψώματα κλπ. με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.

Αιολικά πάρκα υπάρχουν και σε πλήθος νησιών, όπως το Αιολικό Πάρκο «Μανολάτη - Ξερολίμπα» του Δ.Δ. Διλινάτων Δήμου Αργοστολίου στην Κεφαλονιά. Στο ίδιο νησί έχουν ήδη δημιουργηθεί δύο ακόμη αιολικά πάρκα: το Αιολικό Πάρκο "Αγία Δυνατή" του Δήμου Πυλαρέων, και το Αιολικό Πάρκο "Ημεροβίγλι" στα διοικητικά όρια των Δήμων Αργοστολίου και Πυλαρέων. Με τη λειτουργία των τριών αιολικών πάρκων ο Νομός Κεφαλληνίας τροφοδοτεί το δίκτυο ηλεκτροδότησης της χώρας με σύνολο 75,6 MW ηλεκτρικής ισχύος. Επιπλέον, σε διαδικασία αδειοδότησης βρίσκονται πέντε ακόμη μονάδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ανάγκες του νησιού σε ηλεκτρική ενέργεια και σε περίοδο αιχμής (Αύγουστος) ανέρχονται σε 50MW. Η αντιστοιχία μεταξύ της ισχύος που αποδίδει η Κεφαλονιά στο δίκτυο και της ισχύος που καταναλώνει είναι εξαιρετικά ενθαρρυντική για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας και σε πολλά ακόμη νησιά της επικράτειας. Στην Ελλάδα, η οποία διαθέτει ένα από τα υψηλότερα αιολικά δυναμικά στην Ευρώπη, η προώθηση της αιολικής ενέργειας δεν είναι αντίστοιχη με αυτή σε άλλα ευρωπαϊκά κράτη. Έχει γίνει πολλή συζήτηση σε επίπεδο κεντρικής διοίκησης, πολιτικών κομμάτων, περιβαλλοντικών οργανώσεων και κοινωνικών φορέων, για τις αιτίες που έχουν οδηγήσει σε αυτό το αποτέλεσμα. Η μη ύπαρξη χωροταξικού πλαισίου που να καθορίζει ανά Περιφέρεια της χώρας το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ, βάσει της φέρουσας ικανότητας της κάθε περιοχής, αναδεικνύεται από τους περισσότερους ως ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα. Πανθομολογουμένως, η έλλειψη επαρκούς θεσμικού πλαισίου στον τομέα της χωροταξίας, αλλά και η ανικανότητα εφαρμογής της ισχύουσας νομοθεσίας, αποτελούν χαίνουσα πληγή στη βιώσιμη ανάπτυξη της Ελλάδας. Όμως, η χωροταξία δεν είναι πανάκεια και δεν μπορεί από μόνη της να συντελέσει στη λυσιτελή αντιμετώπιση των προβλημάτων που επί πολλά έτη κατατρύχουν τον τομέα των ΑΠΕ. Υπάρχει συχνά η εσφαλμένη εντύπωση ότι μόνο με την ύπαρξη ενός χωροταξικού πλαισίου, ως δια μαγείας, θα υπάρξει a priori χωροθέτηση όλων των ανεμογεννητριών που απαιτούνται για την εκπλήρωση των εθνικών στόχων, για το

Πτυχιακή Εργασία: Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ, όπως αυτό απορρέει από τις δεσμεύσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

2.7 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΚΑΙ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

Για τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου εισέρχεται σειρά παραμέτρων που πρέπει να αξιολογηθούν και επιλυθούν. Απαιτείται καλή γνώση της τεχνολογίας των ανεμογεννητριών, των κανόνων χωροθέτησης τους, των στοιχείων του ανέμου, αξιολόγηση της οικονομικότητας της επένδυσης, γνώση της υφιστάμενης πραγματικότητας στην περιοχή εγκατάστασης, του νομοθετικού πλαισίου και των διάφορων περιορισμών, των μεθόδων μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, της ενημέρωσης των τοπικών κοινωνιών. Τα αιολικά πάρκα είναι συνδυασμός των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής (οι ανεμογεννήτριες) και των συνοδών έργων (έργα οδοποιίας και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας). Ιδιαίτερα σημαντική είναι η αναγκαιότητα κατανόησης του συνόλου των τεχνικών παραμέτρων και στοιχείων που απαρτίζουν ένα αιολικό πάρκο.

Περιορισμοί και προϋποθέσεις χωροθέτησης για ανεμογεννήτριες και αιολικά πάρκα

1 Η εξειδικευμένη χωροθετική πολιτική αποσκοπεί στη λειτουργική και αισθητική ένταξη ανεμογεννητριών και αιολικών πάρκων στο φιλοξενούντα χώρο, με στόχο την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων σε γειτονικές χρήσεις και το ευρύτερο περιβάλλον.

2 Μεμονωμένη ανεμογεννήτρια και αιολικό πάρκο δεν θα επιτρέπεται στις ακόλουθες περιοχές:

(α) Εντός ήδη καθορισμένου Ορίου Ανάπτυξης.

(β) Εντός της λωρίδας κατάληψης εγγεγραμμένου ή υπό εγγραφή δημόσιου ή δασικού δρόμου, δρόμου σχεδίου αναδασμού, μονοπατιού ή εγγεγραμμένου δικαιώματος διόδου. Στην περίπτωση δικαιώματος διόδου, είναι δυνατό να επιτραπεί όπως η έλικα ανεμογεννήτριας εκτείνεται πάνω από το δικαίωμα.

(γ) Σε αρχαιολογικό χώρο ή αρχαίο μνημείο Πίνακα Α ή Β.

(δ) Σε Κρατικό Δάσος

(ε) Σε καθορισμένη Ακτή και Περιοχή Προστασίας της Φύσης, Γεωμόρφωμα, Προστατευόμενο Τοπίο, Περιοχή Προστασίας του Δικτύου Φύση 2000 και οποιαδήποτε άλλη καθορισμένη περιοχή προστασίας της φύσης. Κατ' εξαίρεση, σε περιοχή Προστατευόμενου Τοπίου που καθορίζεται σε σχέση με υδατοφράκτη, είναι δυνατό να επιτραπεί ανεμογεννήτρια ή αιολικό πάρκο, κατόπιν διαβούλευσης με το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, που θα επικεντρώνεται στην προστασία της ορθολογικής και απρόσκοπτης λειτουργίας του υδατοφράκτη.[5]

(στ) Σε καθορισμένη Ζώνη Ειδικής Προστασίας άγριων πτηνών και βιοτόπων που καθορίζονται με βάση το Νόμο 152 (Ι)/2003 και σε απόσταση μέχρι και 500 μ. από διάδρομο και πέρασμα διέλευσης αποδημητικών πτηνών, όπως καθορίζεται από το Ταμείο Θήρας.

(ζ) Αεροδρόμιο, αεροδιάδρομο και στρατιωτική εγκατάσταση, έργο ή περιοχή.

3 Σε έδαφος που παρουσιάζει ουσιαστικό πρόβλημα αστάθειας και τάση για κατολισθήσεις και καταπτώσεις είναι δυνατό να επιτραπεί η χωροθέτηση ανεμογεννήτριας ή αιολικού πάρκου, νοουμένου και υπό τον όρο ότι μετά τη χορήγηση της πολεοδομικής άδειας θα εκπονείται εξειδικευμένη γεωλογική μελέτη και στατική μελέτη σε σχέση με τις προηγούμενες κατασκευές, προς ικανοποίηση της αρμόδιας, με βάση τον περί Ρυθμίσεως Οδών και Οικοδομών Νόμο, αρχής.

4 Σε περιοχή με διαπιστωμένα σημαντικά αποθέματα αξιόλογων ορυκτών υλικών, είναι δυνατό να επιτραπεί η χωροθέτηση ανεμογεννήτριας ή αιολικού πάρκου, νοουμένου ότι προηγείται διαβούλευση με το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης και την Υπηρεσία Μεταλλείων, και διασφαλίζεται ο μη επηρεασμός της δυνατότητας απρόσκοπτης αξιοποίησης των εν λόγω αποθεμάτων και η συνύπαρξη της αξιοποίησης τους με τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας ή του αιολικού πάρκου. (Οι πιο αξιόλογες, από πλευράς αιολικού δυναμικού, περιοχές στην Ελλάδα βρίσκονται στο Αιγαίο, στην Ανατολική και Νοτιανατολική Πελοπόννησο στην Θράκη και στην Νότια Εύβοια)

2.7.1 Χωροθέτηση Αιολικού Πάρκου

1. Αιολικό Πάρκο είναι δυνατό να χωροθετηθεί νοουμένου ότι κάθε ανεμογεννήτρια του Πάρκου απέχει τουλάχιστον την απόσταση που καθορίζεται στην παρούσα παράγραφο από τις ακόλουθες περιοχές και τα στοιχεία (οι αποστάσεις δεν είναι απόλυτες ως μεγέθη, αλλά προσδιορίζουν την τάξη μεγέθους που θα ισχύει):

(α) Απόσταση μεγαλύτερη των 850 μ. από ήδη καθορισμένο Όριο Ανάπτυξης και μεγαλύτερη των 350 μ. από νόμιμα υφιστάμενη μεμονωμένη κατοικία που βρίσκεται εκτός Ορίου Ανάπτυξης.

(β) Απόσταση μεγαλύτερη των 300 μ. από το όριο Ακτής και Περιοχής Προστασίας της Φύσης, Γεωμορφώματος, Προστατευόμενου Τοπίου, Περιοχής Προστασίας του Δικτύου ΦΥΣΗ 2000, περιοχής της Σύμβασης RAMSAR, πολιτιστικού τοπίου ή άλλης καθορισμένης περιοχής προστασίας της φύσης.

(γ) Απόσταση μεγαλύτερη του 150% και του 100% του μέγιστου ύψους ανεμογεννήτριας, από το όριο αυτοκινητόδρομου και το όριο οποιουδήποτε άλλου εγγεγραμμένου δημόσιου δρόμου (δεν περιλαμβάνεται δρόμος που οδηγεί κυρίως σε ανεμογεννήτρια του αιολικού πάρκου).

(δ) Απόσταση μεγαλύτερη των 350 μ. από οποιοδήποτε σημείο αεροδιαδρόμου ή κώνου πτήσεων και διακίνησης πτητικών μέσων ή άλλη απόσταση που θα καθορισθεί από το Τμήμα Πολιτικής Αεροπορίας ή το Υπουργείο Άμυνας, ανάλογα με τις ιδιομορφίες της κάθε περιοχής

(ε) Απόσταση μεγαλύτερη του 150% και του 100% του μέγιστου ύψους ανεμογεννήτριας, από εναέριες γραμμές υψηλής τάσης (66 KV ή περισσότερα) ή άλλων χαμηλότερων τάσεων, αντίστοιχα. Και στις δύο περιπτώσεις, είναι δυνατό να χορηγηθεί άδεια και για μικρότερη απόσταση, αφού εξασφαλισθεί η έγκριση της ΑΗΚ.

(στ) Απόσταση μεγαλύτερη των 500 μ. από αρχαιολογικό χώρο, η οποία θα καθορίζεται από την Πολεοδομική Αρχή, αφού ληφθούν υπόψη οι σχετικές απόψεις του Τμήματος Αρχαιοτήτων και της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος.

(ζ) Απόσταση μεγαλύτερη των 200 μ. από το όριο κρατικού δάσους με πυκνή βλάστηση. Σε κρατικό δάσος με αραιή ή χαμηλή θαμνώδη βλάστηση είναι δυνατή η χωροθέτηση αιολικού πάρκου, νοουμένου ότι δεν επηρεάζεται αντιτυρική λωρίδα, αφού προηγουμένως εξασφαλισθούν οι απόψεις του Τμήματος Δασών.

(η) Απόσταση μεγαλύτερη των 500 μ. από διάδρομο και πέρασμα διέλευσης αποδημητικών πτηνών και από το όριο καθορισμένης Ζώνης Ειδικής Προστασίας άγριων πτηνών και βιοτόπων. Σε περίπτωση χωροθέτησης αιολικού πάρκου ή ανεμογεννήτριας αιολικού πάρκου σε απόσταση 500-1000 μ. από τις περιοχές αυτές, θα εξασφαλίζονται οι απόψεις του Ταμείου Θήρας.

(θ) Απόσταση μεγαλύτερη των 100 μ. από διάδρομο μετάδοσης ραδιοκυμάτων και των 600 μ. από διάδρομο μετάδοσης νόμιμα υφιστάμενων κεραιών τηλεπικοινωνιών. Κάθε σχετική αίτηση θα αξιολογείται από το Τμήμα Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών και οι αποστάσεις αυτές είναι δυνατό να τροποποιούνται με βάση γνωμοδότηση, αναφορικά με την πιθανότητα επηρεασμού εγκατάστασης ραδιοεπικοινωνίας.

2. Για τη χωροθέτηση αιολικού πάρκου θα ισχύουν οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

(α) Οποιαδήποτε ανεμογεννήτρια θα απέχει απόσταση μεγαλύτερη των 50 μ. και το κτίριο ελέγχου του αιολικού πάρκου θα απέχει απόσταση τουλάχιστον 6 μ. από τα όρια της προς ανάπτυξη ιδιοκτησίας. (β) Το επίπεδο ηχητικής ρύπανσης θα βρίσκεται εντός των καθορισμένων ορίων. Εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά με βάση εξειδικευμένη νομοθεσία, ανεμογεννήτρια αιολικού πάρκου πρέπει να χωροθετείται κατά τρόπο ώστε η ένταση του θορύβου από τη λειτουργία της να μην υπερβαίνει τα καθοριζόμενα στον ακόλουθο πίνακα, όπως μετρούνται στα όρια των αντίστοιχων Ζωνών.[10]

| | | |
|-------------|---|---|
| Τύπος Ζώνης | Επίπεδο θορύβου κατά τη διάρκεια ημέρας (dB(A)) | Επίπεδο θορύβου κατά τη διάρκεια νύκτας (dB(A)) |
|-------------|---|---|

| | | |
|---|----|----|
| Βιομηχανική Ζώνη ή Περιοχή | 70 | 70 |
| Βιοτεχνική Ζώνη ή Περιοχή | 65 | 50 |
| Οικιστική ή Τουριστική Ζώνη (με εξαίρεση περιοχές με επικρατούσα χρήση την αναψυχή και ψυχαγωγία) | 50 | 35 |
| Αναπαυτήρια, σανατόρια και νοσοκομεία | 45 | 35 |

2.8 ΤΑ ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα (offshore wind farms) αποτελούν στις μέρες μας μια νέα σχετικά παγκόσμια προσπάθεια αύξησης της παραγωγής ενέργειας από την εκμετάλλευση του ανέμου. Η αιολική ενέργεια, όπως λέγεται, αποτελεί ανανεώσιμη μορφή ενέργειας δηλαδή η παραγωγή της δεν έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση στο περιβάλλον επιβλαβών ουσιών όπως διοξείδιο του άνθρακα, τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, υδρογονάνθρακες κ.ά. όπως συμβαίνει με άλλες πηγές ενέργειας (πετρέλαιο, λιγνίτης, πυρηνική ενέργεια κλπ.)

Η μέχρι τώρα πρακτική εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο ήταν η δημιουργία αιολικών πάρκων (δηλαδή η εγκατάσταση πολλών ανεμογεννητριών σε μία περιοχή) σε διάφορες περιοχές στη ξηρά. Με την νέα αυτή πρακτική των υπεράκτιων αιολικών πάρκων εγκαθίστανται ανεμογεννήτριες σε θαλάσσιες περιοχές αυξάνοντας έτσι κατά πολύ τις κατάλληλες περιοχές δημιουργίας αιολικών πάρκων. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται και η δυνατότητα παραγωγής ενέργειας «φιλικής» προς το περιβάλλον από χώρες μικρές όπως η Ελλάδα όπου οι κατάλληλες περιοχές στη ξηρά για δημιουργία αιολικών πάρκων είναι περιορισμένες ενώ από την άλλη πλευρά διαθέτει ατελείωτες θαλάσσιες περιοχές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για αυτό το σκοπό. Επίσης, έχει βρεθεί ότι η ταχύτητα του ανέμου στην επιφάνεια της θάλασσας είναι συνήθως μεγαλύτερη από αυτή στην ξηρά γεγονός που κάνει αποδοτικότερη τη λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας

Σε παγκόσμιο επίπεδο η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από υπεράκτια αιολικά πάρκα είναι ακόμα σε χαμηλά επίπεδα σε σχέση με αυτή που παράγεται από πάρκα της ξηράς. Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία (Ιούνιος 2010) του Ινστιτούτου για την

Ενέργεια (Institute for Energy) του Κοινού Κέντρου Ερευνών (Joint Research Centre) της Ευρωπαϊκής Ένωσης το ποσοστό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, σε όλο τον κόσμο, από υπεράκτια αιολικά πάρκα σε σχέση με τα πάρκα της ξηράς είναι 1,2%. Πράγματι, μέχρι το τέλος του 2009, η ηλεκτρική ενέργεια που παράχθηκε σε όλο τον κόσμο από την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας ήταν 160 GW (ή αλλιώς 340 TWh δηλαδή το 2% της παγκόσμιας ανάγκης σε ηλεκτρική ενέργεια) από αυτή, μόνο τα 2 GW παράχθηκαν από ανεμογεννήτριες του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Το ότι το θαλάσσιο περιβάλλον δίνει περισσότερη ελευθερία στην εύρεση κατάλληλης περιοχής για εγκατάσταση αιολικού πάρκου δεν σημαίνει ότι η επιλογή της περιοχής γίνεται αυθαίρετα. Για να επιλεγεί κάποια περιοχή πρέπει να πληρεί κάποια βασικά κριτήρια τα οποία θέτονται από την εκάστοτε χώρα. Συνήθως τα κριτήρια αυτά έχουν να κάνουν με το βάθος (συνήθως έως 50 μέτρα, την απόσταση από την ακτή (συνήθως μέχρι 10 χιλ.), την οπτική όχληση από την ακτή, αν η περιοχή είναι προστατευόμενη, ικανοποιητική ταχύτητα ανέμου κ.ά. Το μεγαλύτερο αιολικό παρκο στις μέρες μας βρίσκεται στις δυτικές ακτές της Δανίας και είναι μια εγκατάσταση με 91 ανεμογεννήτριες που καταλαμβάνει έκταση 35 τετραγωνικών χιλιομέτρων Το πάρκο Horns Rev 2 θα καλύπτει τις ανάγκες σε ηλεκτρικό ρεύμα 200.000 νοικοκυριών, ανακοίνωσε η δανική εταιρεία ενέργειας Dong Energy. Οι ανεμογεννήτριες, κατασκευής της Siemens, έχουν συνολική ισχύ 2,3 megawatt ανα ώρα εκαστη. Είναι η μεγαλύτερη υπεράκτια αιολική εγκατάσταση τόσο ως προς τον αριθμό των ανεμογεννητριών όσο και ως προς την έκταση, αναφέρει το Γαλλικό Πρακτορείο Ειδήσεων. Το Horns Rev 2, κόστους 469 εκατ. ευρώ, είναι το ένατο υπεράκτιο αιολικό πάρκο που κατασκευάζεται στη Δανία από το 1991. Στην Ελλάδα δεν είναι ακόμα εγκατεστημένα υπεράκτια αιολικά πάρκα. ωστόσο, πρόσφατα το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικών Αλλαγών επέλεξε 12 θαλάσσιες περιοχές ανά τη χώρα για εγκατάσταση ανεμογεννητριών με ορίζοντα το 2017. Αυτές οι περιοχές είναι σε Αγιο Ευστράτιο, Αλεξανδρούπολη, Κάρπαθο, Κέρκυρα, Θάσο, Κρυονέρι, Κύμη, Λήμνο, Λευκάδα, Πεταλιούς, Σαμοθράκη και Φανάρι Ροδόπης συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας 1,2 GW.



Χαρακτηριστικό παράδειγμα
ανεμογεννήτριας υπεράκτιου
αιολικού πάρκου

Πιθανές επιπτώσεις στο θαλάσσιο οικοσύστημα από τη κατασκευή και λειτουργία ενός υπεράκτιου αιολικού πάρκου:

Θαλάσσιοι οργανισμοί: Τα θεμέλια των ανεμογεννητριών μπορεί να λειτουργήσουν, μετά από χρόνια., ως τεχνητοί ύφαλοι με αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των ψαριών από την αναμενόμενη αύξηση της τροφής. Αυτή η αύξηση των πληθυσμών των ψαριών μπορεί να επιφέρει με την σειρά της αύξηση και στον αριθμό των πουλιών στη περιοχή με αποτέλεσμα τις πιθανές συγκρούσεις αυτών με τους πύργους και τα πτερύγια των ανεμογεννητριών.

Μεταναστευτικά πουλιά: Εκτός από τις πιθανές συγκρούσεις με τα διάφορα μέρη των ανεμογεννητριών, τα πουλιά ίσως να χρειάζονται περισσότερη ενέργεια να καταναλώσουν για να αποφύγουν τις ανεμογεννήτριες και να

Πτυχιακή Εργασία: Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

διατηρήσουν τον προσανατολισμό τους.

Επίσης, ο υποχρεωτικός φωτισμός των ανεμογεννητριών κατά την διάρκεια της νύχτας είναι πιθανό να επιφέρει αποπροσανατολισμό των πουλιών.[3]

Πιθανή αλλαγή του φυσικού περιβάλλοντος και μείωση των

ενδιαιτημάτων: Η υποθαλάσσια θεμελίωση, τα διάφορα συστήματα

αγκίστρωσης, τα υλικά προστασίας των μερών της ανεμογεννήτριας από τη

διάβρωση, τα διάφορα υλικά καθαρισμού και συντήρησής της και το

ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργείτε από τη λειτουργία της, είναι πιθανό

να προκαλέσουν μείωση του βένθους του θαλάσσιου οικοσυστήματος με

αντίκτυπό βέβαια σε όλη τη τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος. Άρα λοιπόν

ενδεχομένως, αυτή η παρέμβαση να προκαλέσει αλλαγή στο φυσικό

περιβάλλον και υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων των θαλάσσιων οργανισμών.

Θαλάσσιες μεταφορές: Η δημιουργία μεγάλων υπεράκτιων αιολικών

πάρκων είναι πιθανό να έχει επιπτώσεις στις θαλάσσιες μεταφορές γιατί όπως

είναι λογικό τα πλοία θα πρέπει να χαράξουν νέες πορείες για να αποφύγουν

τις ανεμογεννήτριες και ενδεχομένως αυτό να επιφέρει επιπρόσθετο κόστος.

Επίσης το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο από τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας

πιθανότατα να επηρεάζει τα ραντάρ των πλοίων άλλα και τον έλεγχο εναέριας

κυκλοφορίας.

Θόρυβος: Η περιστροφή της έλικας της ανεμογεννήτριας παράγει θόρυβο

που ίσως να επηρεάσει τους θαλάσσιους οργανισμούς



Υπεράκτιο αιολικό πάρκο στη Βόρεια Ουαλία

2.9 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

2.9.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΤΗΣ ΚΥΘΝΟΥ:

Πτυχιακή Εργασία: Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

Το Αιολικό πάρκο Κύθνου είναι ένας χώρος κοντά στη πρωτεύουσα του νησιού όπου βρίσκονται εγκατεστημένες 5 ανεμογεννήτριες τύπου MAN των 20kW η κάθε μία. Το Αιολικό πάρκο της Κύθνου αναφέρεται ως το πρώτο αιολικό πάρκο που δημιουργήθηκε στον κόσμο και το πρώτο στην Ευρώπη. Τα εγκαίνια του πάρκου αυτού έγιναν το 1982 από τον τότε Υπουργό Βιομηχανίας Έρευνας και Τεχνολογίας Ευάγγελο Κουλουμπή. Αυτό απετέλεσε και την αφετηρία της δημιουργίας σειράς άλλων πάρκων σε νησιά και νησίδες που παρουσίαζαν προβληματική ηλεκτροδότηση. Η εγκατάσταση ξεκίνησε από τη ΔΕΗ υπό τον τότε διευθυντή μηχανικό Γιάννη Χατζηβασιλειάδη που θεωρείται ο πρωτεργάτης αυτής της ιδέας που βεβαίως οι προτάσεις του για εκμετάλλευση των λεγομένων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) είχαν ξεκινήσει από το 1978. Μετά την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών το πάρκο αυτό επεκτάθηκε και με την εγκατάσταση του πρώτου φωτοβολταϊκού, που και αυτή θεωρείται η πρώτη στην Ελλάδα δυναμικότητας 100kW, επιτυγχάνοντας έτσι να δημιουργηθεί στη Κύθνο και ο πρώτος υβριδικός σταθμός ενέργειας (ντήζελ, αιολική και ηλιακή ενέργεια). Αρχικά ξεκίνησε με στόχο να καλύψει το 25% των αναγκών της νήσου και αργότερα ξεπέρασε το 75%. Τώρα όμως, 30 χρόνια μετά την εγκατάστασή του, για το Αιολικό πάρκο Κύθνου έχει παρέλθει ο χρόνος λειτουργίας και καλής απόδοσης που μπορεί να προσφέρει και έτσι οι ανεμογεννήτριες είναι εκτός λειτουργίας.

2.9.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: ΑΙΟΛΙΚΟ ΥΠΕΡΑΚΤΙΟ ΠΑΡΚΟ ΛΗΜΝΟΥ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Πρόκειται ειδικότερα για το υπεράκτιο αιολικό πάρκο ισχύος 498,15 MW, αποτελούμενο από 81 Ανεμογεννήτριες (Α/Γ) ισχύος 6,15 MW η κάθε μια, βορειοανατολικά της Λήμνου.

Όπως σημειώνουν, πηγές της αγοράς αιολικών, η υλοποίηση μιας επένδυσης τόσο μεγάλου μεγέθους (το συγκεκριμένο υπεράκτιο αιολικό είναι το τρίτο μεγαλύτερο project αυτής της τεχνολογίας που αναπτύσσεται αυτή τη στιγμή σε όλο τον κόσμο) θα επιφέρει σημαντική προβολή αλλά και προοπτικές ανάπτυξης στην ευρύτερη περιοχή και ιδιαίτερα στη Λήμνο. Το αιολικό πάρκο θα αποτελείται από 81 ανεμογεννήτριες ισχύος 6,15 MW η κάθε μια, ύψους 90 μέτρων και θα βρίσκεται

βορειοανατολικά στη θέση Πλάκα της Λήμνου, σε απόσταση 2 χλμ από την ακτή και σε βάθος 22 έως 45 μέτρων. Η επένδυση ύψους 2 δις ευρώ θα παράγει ενέργεια 1.692,3 GWh ετησίως, ικανή για να τροφοδοτήσει 500 χιλιάδες νοικοκυριά. Η συγκεκριμένη περιοχή επιλέχθηκε λόγω του ότι έχει καλό ανεμολογικό δυναμικό και επειδή είναι ρηχή.



Η υλοποίηση της επένδυσης θα επιφέρει οικονομική ανάπτυξη και προβολή στην περιοχή του βορειοανατολικού Αιγαίου και της νήσου Λήμνου. Το υπεράκτιο αιολικό πάρκο σε συνδυασμό με τη γραμμή διασύνδεσης του με το Εθνικό Δίκτυο της χώρας στη Βόρεια Ελλάδα ανάγεται σε έργο εθνικής σημασίας δεδομένου ότι συμβάλλει σημαντικά στην επίτευξη των εθνικών στόχων για τις ΑΠΕ στο 2020 (20-20-20).

Μετά την υλοποίησή του, το έργο θα παράγει «πράσινη» ενέργεια 1.692,3 GWh ετησίως, ικανή να τροφοδοτήσει 500.000 νοικοκυριά περίπου, όσο δηλαδή μια πόλη στο μέγεθος της Θεσσαλονίκης, ενώ η λειτουργία του θα συμβάλει στη μείωση των εκπομπών CO₂ κατά 1.730.976 τόνους ετησίως. Όλες οι Α/Γ του υπεράκτιου αιολικού πάρκου έχουν χωροθετηθεί εκτός των ορίων Natura 2000, των περιοχών οικολογικής προτεραιότητας, εκτός των ορίων αρχαιολογικών χώρων και σε μεγάλη απόσταση από τις ακτές ώστε να μειώνεται η οπτική όχληση στο ελάχιστο. Το

υπάρχον δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας θα αναβαθμιστεί και θα δώσει ευκαιρία ώστε η νήσος Λήμνος να αποτελέσει πόλο έλξης επενδύσεων, οικονομικής και τεχνολογικής φύσεως και θα προσδώσει στο νησί, πέρα από τη διάσταση του τουριστικού προορισμού, και αυτήν ενός «πράσινου» ενεργειακά προορισμού αφού θα γίνουν και παράλληλες επενδύσεις σε τομείς των ΑΠΕ.



. Βασικός στόχος των προσπαθειών στην ανάπτυξη των θαλάσσιων αιολικών πάρκων για ηλεκτροπαραγωγή μεγάλης κλίμακας είναι το χαμηλό κόστος παραγωγής ώστε να συμμετέχουν ανταγωνιστικά στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, με τους επενδυτές να βρίσκονται σε αναμονή. Με αυτό το σκεπτικό σχεδιάστηκε και το υπερδίκτυο στην Βόρεια Θάλασσα με την συμμετοχή 10 χωρών. Στην Μ. Βρετανία το κόστος παραγωγής είναι ακόμη υψηλό, μεταξύ 0,19 με 0,24€/ kWh, δηλαδή υπερδιπλάσιο από εκείνο με μονάδες φυσικού αερίου. Σύμφωνα με τα πρώτα συμπεράσματα της ομάδας ειδικών που όρισε η Βρετανική κυβέρνηση, μια μείωση του κόστους παραγωγής στα 0,12€/ kWh για το 2020 θεωρείται εφικτή. Το κόστος επένδυσης του θαλάσσιου αιολικού πάρκου της Λήμνου που αδειοδοτήθηκε με 4.000€/ kW είναι σχεδόν διπλάσιο εκείνων στην Βόρεια Θάλασσα, οπότε αναμένεται υψηλότερο κόστος παραγωγής εάν τελικά πραγματοποιηθεί. Το πάρκο συνδέεται στο σύστημα μεταφοράς στην περιοχή της Θράκης και δεν φαίνεται ότι η παραγόμενη ενέργεια θα

κατευθυνθεί προς τις πλησιέστερες αγορές της Τουρκίας ή της Βουλγαρίας αλλά θα μεταφερθεί διατρέχοντας την χώρα με υψηλό κόστος και απώλειες στα μεγάλα καταναλωτικά κέντρα που είναι κυρίως η Αττική. Οι εγγυημένες τιμές αγοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τις ΑΠΕ, το “ feed- in tariff” με σωστό σχεδιασμό όμως χωρίς γραφειοκρατία και εμπορία των αδειών, είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο άσκησης πολιτικής για την ανάπτυξη των ΑΠΕ μεγιστοποιώντας τα κοινωνικά και οικονομικά οφέλη. Αυτό έχει προσωρινό χαρακτήρα σε όλες τις χώρες που εφαρμόζεται με φθίνουσες τιμές και διάρκεια ώσπου να εισέλθουν οι τεχνολογίες των ΑΠΕ στην ανταγωνιστική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας

2.9.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ (ΠΟΥ ΠΡΟΚΕΙΤΑΙ ΝΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΙ) ΣΤΟ ΒΕΡΜΙΟ

Το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο στη χώρα θα κατασκευαστεί στο όρος Βέρμιο, ισχύος 514MW, με 207 ανεμογεννήτριες, από την ισπανική εταιρεία Acciona Ενεργειακής σε συνεργασία με την ελληνική εταιρεία «Έντεκα». Το Κάτω Βέρμιο ή Κάτω Σέλι είναι ορεινό χωριό του νομού Ημαθίας, σε μέσο υψόμετρο 1450 μέτρων, όντας ένα από τα ψηλότερα χωριά στην Ελλάδα. Το χωριό ανήκει διοικητικά στο Δήμο Βέροιας και απέχει περίπου 20 χιλιόμετρα από Βέροια και Νάουσα. Είναι χτισμένο στις δυτικές πλαγιές του όρους Βερμίου. Η κατασκευή του αιολικού πάρκου θα γίνει σε μια έκταση 120,000 στρεμμάτων στην ευρύτερη περιοχή του Σελίου και το έργο θα ολοκληρωθεί σε δύο φάσεις. Υπολογίζεται ότι το έργο θα κοστίσει περίπου 300 εκατομμύρια ευρώ και εκτιμάται ότι θα λειτουργήσει το 2013. Σε πρώτη φάση θα τοποθετηθούν 107 ανεμογεννήτριες, ισχύος 214MW, που θα καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες μέχρι και 30,000 νοικοκυριών. Στην πλήρη του ανάπτυξη, το αιολικό πάρκο στο Σέλι θα αποτελείται από 207 ανεμογεννήτριες, ισχύος 514 MW Έχουν ήδη εξασφαλιστεί θετικές γνωματεύσεις από τις αρμόδιες υπηρεσίες, καθώς και θετική αξιολόγηση από τη ΡΑΕ και το έργο βρίσκεται στο στάδιο λήψης της προκαταρκτικής περιβαλλοντικής μελέτης. Το έργο δεν αναμένεται να επηρεάσει την αισθητική του ορεινού όγκου του Βερμίου, καθώς θα αναπτυχθεί μακριά από οικισμούς και σε υψόμετρο άνω των 1.500 μέτρων. Η ισπανική εταιρεία έχει κάνει συμφωνία με το τοπικό συνεταιρισμό Σελίου για την μακροχρόνια εκμίσθωση μιας περιοχής έκτασης 86,000 στρεμμάτων, έναντι 100,000 ευρώ ετησίως και παράλληλα

εξασφάλισε επιπλέον εκτάσεις για τις ανάγκες του έργου από ιδιώτες και άλλους φορείς.



2.10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Με βάση τα δύο παραπάνω παραδείγματα καταληγουμε στο συμπέρασμα πως η ελληνική κοινωνία αλλά και η ελληνική οικονομία επηρεάζεται θετικά από τη δημιουργία των αιολικών πάρκων. Τα θετικά στοιχεία αυτής της εγκατάστασης είναι εκτός από τη παραγωγή ενέργειας και οι θέσεις εργασίας που δημιουργούνται αλλά και ότι το περιβάλλον και η πανίδα δεν επιβαρυνονται εξαιτίας τους. Πιο αναλυτικά θα τα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο. Κατά τη διάρκεια κατασκευής του αιολικού πάρκου στο όρος Βέρμιο, αναμένεται να απασχοληθούν περίπου 200 άτομα από το νομό Ημαθίας. Μετά το τέλος του έργου θα απασχολούνται 15 άτομα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

3.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

Γενικά

Η διείσδυση της αιολικής ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα της Χώρας, έστω και με τους αργούς ρυθμούς που συντελείται, έχει δημιουργήσει ένα συνεχώς διευρυνόμενο κύκλο συζητήσεων σχετικά με τις επιπτώσεις που έχουν τα αιολικά πάρκα στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Το γεγονός ότι τα αιολικά πάρκα έχουν ή ενδέχεται να έχουν επιπτώσεις, οδήγησε, κυρίως κατά την τελευταία δεκαετία, μια μερίδα της κοινής γνώμης στον «αφορισμό» της αιολικής ενέργειας. Ήδη υφίσταται ένας φαύλος κύκλος όπου ένας αριθμός «ειδικών» (με ή χωρίς εισαγωγικά) διόγκωσε ή στρέβλωσε παντελώς τις επιπτώσεις που έχουν τα αιολικά πάρκα. Η παραπληροφόρηση του κοινού σχετικά με το τι είναι αιολική ενέργεια και τι πραγματικές επιπτώσεις έχει στο περιβάλλον, οδήγησε σε αντίθεση τοπικών κοινωνιών, μεθοδευμένη μερικές φορές, στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων στην περιοχή τους. Βασικός σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να αποσαφηνιστεί ότι οι επιπτώσεις που όντως έχει ένα αιολικό πάρκο στο περιβάλλον – κάθε έργο άλλωστε δημιουργεί επιπτώσεις στο περιβάλλον, θα ήταν παράλογο να λεχθεί το αντίθετο – είναι ελάχιστονος σημασίας σε σχέση με τις θετικές επιπτώσεις που δημιουργεί.

Πιο συγκεκριμένα η προώθηση της αιολικής ενέργειας, μαζί με μια σειρά άλλων μέτρων (εξοικονόμηση ενέργειας, προώθηση υπόλοιπων ΑΠΕ, συμπαραγωγή, ανακύκλωση κ.ά.), είναι άρρηκτα συνδεδεμένα, με αδιάσειστα επιστημονικά στοιχεία να το αποδεικνύουν, με το μέλλον του πλανήτη και κατ' επέκταση το μέλλον της ανθρωπότητας. Επιπρόσθετα, η αλματώδης πρόοδος της αιολικής τεχνολογίας, καθώς επίσης και τα σύγχρονα επιστημονικά εργαλεία που είναι διαθέσιμα για τον ορθό σχεδιασμό και την παρακολούθηση της λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου μπορούν να συνδράμουν αποφασιστικά στην περαιτέρω μείωση των επιπτώσεων

3.2 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα αιολικά πάρκα δεν επιφέρουν καμία αρνητική επίπτωση στα κλιματολογικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής όπου εγκαθίστανται. Οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν ένα μικρό κλάσμα της κινητικής ενέργειας του ανέμου και δε

μεταβάλλουν την ένταση ή τη διεύθυνσή του. Από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών δεν παράγονται θερμότητα, αέριοι ή άλλους είδους ρύποι, που θα μπορούσαν εν δυνάμει να μεταβάλουν τα κλιματολογικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής εγκατάστασης. Στην περίπτωση των μεγάλων αιολικών πάρκων, όπου τα έργα ηλεκτρικής διασύνδεσης περιλαμβάνουν την κατασκευή Υποσταθμού Ανύψωσης τάσης και γραμμής μεταφοράς Υψηλής Τάσης, αναφέρονται τα εξής:

- η θερμότητα που παράγεται από τους μετασχηματιστές του υποσταθμού και από τις γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης είναι αμελητέα, απάγεται σε μια εκτεταμένη περιοχή και δεν επηρεάζει το θερμικό ισοζύγιο της ατμόσφαιρας
- οι δικτυωτοί πύργοι στήριξης των εναερίων καλωδίων, λόγω του σχήματός τους, δεν επηρεάζουν το ανεμολογικό πεδίο στην ευρύτερη περιοχή όδευσης της γραμμής μεταφοράς.[4]

3.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΤΟΠΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

A. Κατά την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου

Κατά τη φάση κατασκευής ενός αιολικού πάρκου, αναμένεται να υπάρξει προσωρινή και πλήρως αναστρέψιμη επίπτωση από την παρουσία του εργοταξίου και των μηχανημάτων. Η επίπτωση αυτή εκτιμάται ως ασήμαντη, λόγω της περιορισμένης χρονικής διάρκειας κατασκευής ενός έργου. Επιπρόσθετα, τα αιολικά πάρκα, στην πλειονότητα των περιπτώσεων, χωροθετούνται σε ορεινές και απομονωμένες περιοχές, μακριά από τουριστικές υποδομές, παραλίες ή άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες που επηρεάζονται από την αλλοίωση του τοπίου λόγω της παρουσίας του εργοταξίου και οι οποίες ενδεχομένως να είχαν βραχυχρόνιες οικονομικές συνέπειες για τον τομέα του τουρισμού.

Εν γένει, οι επιπτώσεις στο τοπίο, στη φάση κατασκευής ενός αιολικού πάρκου, θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως ασήμαντες, βραχυχρόνιες και πλήρως αναστρέψιμες.

B. Κατά τη λειτουργία ενός αιολικού πάρκου

Οι μεταβολές στο ανάγλυφο και στη μορφολογία του εδάφους προκύπτουν καταρχήν από τις εκσκαφές του εδάφους για τη θεμελίωση των ανεμογεννητριών και για την κατασκευή του εσωτερικού δικτύου πρόσβασης. Τα δομικά αυτά έργα είναι ιδιαίτερα απλά και δεν προκαλούν σημαντικές αλλαγές στην τοπογραφία και στα ανάγλυφα

χαρακτηριστικά της εδαφικής μάζας. Τα παραπάνω έργα, στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν παρουσιάζουν καμία ανησυχία για αύξηση της διάβρωσης του εδάφους από τον άνεμο ή το νερό, και δεν προκαλούν αλλαγές στη δημιουργία λάσπης. Δεν δημιουργούν κανένα κίνδυνο για έκθεση ανθρώπων ή περιουσιών σε γεωλογικές καταστροφές, δεδομένης της απομακρυσμένης, εν γένει, χωροθέτησής τους από οικισμούς και της απλής μορφής της εγκατάστασης.

Οι παρεμβάσεις που γίνονται στο έδαφος του χώρου εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου αποκαθίστανται έπειτα από το πέρας των εργασιών, πλην των πλατωμάτων γύρω από κάθε ανεμογεννήτρια (που έχουν ένα εμβαδόν της τάξης του 1,5 στρεμ.) και της εσωτερικής οδοποιίας. Οποιαδήποτε εναπομείναντα προϊόντα εκσκαφής απομακρύνονται με την ευθύνη του φορέα του έργου (υπάρχει πάντοτε ρητή αναφορά στους περιβαλλοντικούς όρους του έργου), ώστε να διατηρηθούν οι κλίσεις του εδάφους και να μην υπάρξει αλλαγή στη ροή των επίγειων υδάτων της βροχής.

Οι προδιαγραφές της εσωτερικής οδοποιίας των αιολικών πάρκων ακολουθούν, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, τις προδιαγραφές δασικών δρόμων Γ' κατηγορίας, με μικρές παρεκκλίσεις (τόσο ως προς το πλάτος, όσο και ως προς την κλίση), όπου χρειαστεί, για την ασφαλή διέλευση των μηχανημάτων μεταφοράς και ανέγερσης. Από την άλλη πλευρά, η επίδραση που έχει η εγκατάσταση ανεμογεννητριών στο τοπίο μιας περιοχής είναι ένα θέμα που έχει απασχολήσει ευρέως το κοινό και χρήζει ενδελεχούς διερεύνησης. Η διαδικασία ένταξης ενός αιολικού πάρκου στο περιβάλλον βασίζεται στη δυναμική οπτική σύζευξη των ανεμογεννητριών με τα ιδιαίτερα τοπιολογικά στοιχεία της περιοχής εγκατάστασης. Τα τοπιολογικά αυτά στοιχεία μπορούν να χαρακτηρίζονται από:

- τον επίπεδο χαρακτήρα μιας πεδινής έκτασης.
- το ελαφρά κυματοειδές ανάγλυφο μίας λοφώδους περιοχής.
- το έντονο ανάγλυφο μίας κορυφογραμμής ή ενός ορεινού όγκου.
- το αστικό και περιαστικό τοπίο μίας κωμόπολης, ενός χωριού ή μιας πόλης.
- το έντονα βιομηχανικό και αυστηρά διευθετημένο προφίλ μιας βιομηχανικής ζώνης.
- συνδυασμούς των παραπάνω.

Η οπτική όχληση που δύναται να προκαλέσει ένα αιολικό πάρκο εξαρτάται από έναν αριθμό παραγόντων, τόσο υποκειμενικών, όσο και αντικειμενικών:

Αντικειμενικοί

- τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των Α/Γ (ύψος πυλώνων, διάμετρος ρότορα)
- ο αριθμός και η διάταξη των ανεμογεννητριών μέσα στο αιολικό πάρκο
- ο χαρακτήρας και η αξία του τοπίου
- η πυκνότητα του τοπικού πληθυσμού μέσα στη ζώνη της οπτικής επιρροής του αιολικού πάρκου
- η απόσταση των Α/Γ από τον παρατηρητή
- ο αριθμός των επισκεπτών της γύρω περιοχής
- οι καιρικές συνθήκες και η τοπική τοπογραφία (εδαφικοί σχηματισμοί)

Υποκειμενικοί

- η στάση των ατόμων όσον αφορά στο τοπίο και στο φυσικό κάλλος
- η αντίληψη των ατόμων για το υπάρχον επίπεδο της οπτικής καλαισθησίας
- η στάση των ατόμων ως προς την αιολική ενέργεια
- η στάθμιση από το κάθε άτομο της τοπικής επίπτωσης σε σχέση με το υπερτοπικό συμφέρον Όσον αφορά στους αντικειμενικούς παράγοντες, πρέπει πρωτίστως να αναφερθεί ότι οι σχεδιαστικές παράμετροι ενός αιολικού πάρκου που λαμβάνονται υπόψη, δύνανται να μεταβληθούν με τρόπο που να επιτυγχάνεται εντυπωσιακά διαφορετικός «αισθητικός αντίκτυπος». Με την κατάλληλη διάταξη των ανεμογεννητριών, που επιλέγεται έπειτα από ανάλυση της τοπογραφίας και του αιολικού δυναμικού της περιοχής εγκατάστασης με την χρήση σύγχρονων υπολογιστικών εργαλείων, επιτυγχάνεται η κατά το δυνατόν ενοποίηση του αιολικού πάρκου με το τοπίο. Επίσης, οι μοντέρνες ανεμογεννήτριες χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερες δυνατότητες οπτικής αποδοχής σε σχέση με αυτές παλαιότερης τεχνολογίας, καθότι:

α) είναι λεπτές και κομψές στο σχεδιασμό τους, σε σύγκριση με τα πρώτα μοντέλα που ήταν ογκώδη ή στηρίζονταν σε μεταλλικά δικτύωματα,

β) η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής των πτερυγίων τους είναι μικρότερη, γεγονός που δημιουργεί πιο ευχάριστο οπτικό αποτέλεσμα και

γ) τοποθετούνται σε μεγαλύτερες αποστάσεις η μία από την άλλη, λόγω της αυξημένης ισχύος τους, επιτυγχάνοντας έτσι πιο αραιές κατανομές σε σύγκριση με τις πιο πυκνές ομαδοποιήσεις που παρουσίαζαν παλαιότερα αιολικά πάρκα.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι δημοσκόπηση που έγινε το 1998 σε ευρύτερες περιοχές διαφόρων αιολικών πάρκων στην Ισπανία έδειξε υψηλά ποσοστά οπτικής αποδοχής

από τους κατοίκους: Στο El Perdon, το 41% δήλωσε ότι η παρουσία του πάρκου δεν έχει καμία επίπτωση στο τοπίο, το 32% ότι το υποβαθμίζει και το 24% ότι το βελτιώνει. Στη Leitz-Beruete, το 56% δήλωσε ότι το πάρκο δεν επηρεάζει το τοπίο, ενώ το 36% ότι το επηρεάζει. Στο Alaiiz-Izco, το 45% πιστεύει ότι οι ανεμογεννήτριες δεν έχουν καμία επίπτωση, το 29% ότι υποβαθμίζουν το τοπίο και το 19% ότι το βελτιώνουν. Στη Σκωτία, δημοσκόπηση που έγινε το 2000, σε κατοίκους που μένουν εντός ακτίνας 20 χλμ. από τέσσερα μεγάλα αιολικά πάρκα, έδειξε ότι το 67% των ερωτηθέντων αρέσκειται στην οπτική εντύπωση που δίνει το αιολικό τους πάρκο, ενώ το εντυπωσιακό είναι ότι το ποσοστό αυτό αυξάνει σε 73% μεταξύ όσων βρίσκονται σε άμεση γειτνίαση με τις ανεμογεννήτριες (ακτίνα μικρότερη των 5 χλμ.).

Σημαντικό, επίσης, είναι να σημειωθεί πως μετά τον τερματισμό της λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου (περίοδος περί τα 20 με 25 έτη) οι ανεμογεννήτριες αποσυναρμολογούνται και ο εξοπλισμός μεταφέρεται εκτός του χώρου εγκατάστασης, σε ειδικούς χώρους για ανακύκλωση/απόρριψη. Η υποχρέωση αυτή του φορέα του έργου αναφέρεται, γενικά, ρητώς στους Περιβαλλοντικούς Όρους κάθε αιολικού πάρκου, καθώς επίσης και στο ΕΠΧΣ&ΑΑ για τις ΑΠΕ (άρθρο 26).

Έτσι, μετά το πέρας λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου, οι μόνες επεμβάσεις που παραμένουν στο περιβάλλον είναι τα θεμέλια των ανεμογεννητριών και οι υπόγειες καλωδιώσεις ηλεκτρικής διασύνδεσης που παραμένουν θαμμένα εντός του εδάφους, καθώς επίσης και οι δρόμοι διασύνδεσης. Σε πολλές περιπτώσεις, οι δρόμοι διασύνδεσης χρησιμοποιούνται από τις δασικές υπηρεσίες ως αντιτυρικές ζώνες και ως δρόμοι διέλευσης των πυροσβεστικών οχημάτων. Αν κριθεί ότι κάποιος δρόμος δεν είναι πλέον απαραίτητος μπορεί με κατάλληλες μεθόδους να καλυφθεί από βλάστηση.Επομένως, η όποια επίδραση στην αισθητική του τοπίου είναι πλήρως αναστρέψιμη μετά το τέλος της λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου. Για λόγους πληρότητας της μελέτης, θα πρέπει να αναφερθεί και η επίδραση των έργων ηλεκτρικής διασύνδεσης στα μορφολογικά και τοπιολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Στην περίπτωση ενός μικρού αιολικού πάρκου (εγκατεστημένης ισχύος έως 20 MW), η μεταφορά της παραγόμενης ενέργειας γίνεται συνήθως, αν το επιτρέπουν τα ηλεκτρικά δίκτυα της περιοχής εγκατάστασης,

με γραμμές μέσης τάσης, οι οποίες αποτελούνται από τους κοινούς ξύλινους στύλους που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ. Οι ξύλινοι στύλοι των γραμμών μέσης τάσης πρακτικά αφομοιώνονται, στις περισσότερες περιπτώσεις, με το τοπίο της ελληνικής υπαίθρου

και δε δημιουργούν απαγορευτική θέα στους κατοίκους της περιοχής από όπου διέρχεται η γραμμή. Όσον αφορά στα πιο μεγάλα αιολικά πάρκα (εγκατεστημένης ισχύος μεγαλύτερης των 20 MW), τα έργα ηλεκτρικής διασύνδεσης περιλαμβάνουν την κατασκευή Υποσταθμού Ανύψωσης (Υ/Σ) τάσης και την κατασκευή γραμμής μεταφοράς Υψηλής Τάσης (ΥΤ). Πρόκειται για απλά έργα, όσον αφορά στις εργασίες πολιτικού μηχανικού, τα οποία δεν απαιτούν σημαντικές χωματουργικές επεμβάσεις και, επομένως, δε δημιουργούν αξιόλογες επιπτώσεις στα μορφολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Πιο συγκεκριμένα, οι μεταβολές στο ανάγλυφο και στη μορφολογία του εδάφους προκύπτουν από τις εκσκαφές του εδάφους για την κατασκευή του κτιρίου του Υ/Σ και για τη θεμελίωση των δικτυωτών πύργων των γραμμών μεταφοράς ΥΤ. Τα δομικά αυτά έργα είναι απλά και δεν προκαλούν σημαντικές αλλαγές στην τοπογραφία και στα ανάγλυφα χαρακτηριστικά της εδαφικής μάζας. Τα έργα αυτά δεν παρουσιάζουν καμία ανησυχία για αύξηση της διάβρωσης του εδάφους από τον άνεμο ή το νερό, και δεν προκαλούν αλλαγές στη δημιουργία λάσπης. Αναφορικά με τις πιθανές επιπτώσεις στα τοπιολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, σημειώνονται τα ακόλουθα:

- Η θέση εγκατάστασης του Υ/Σ πρέπει να είναι απομονωμένη, αθέατη και μακριά από τις τουριστικές, πολιτιστικές και ανθρωπογενείς δραστηριότητες της ευρύτερης περιοχής.

- Η όδευση μιας γραμμής μεταφοράς Υψηλής Τάσης, εφόσον τηρηθούν κάποιες βασικές αρχές σχεδιασμού, γίνεται «διακριτικά», χωρίς να αλλοιώνει τα τοπιολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής

3.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί πλέον άμεση απειλή για την βιοποικιλότητα του πλανήτη, η οποία αποτελεί τον αριθμό και την ποικιλία των ζωντανών οργανισμών, ήτοι το σύνολο των γονιδίων, των ειδών και των οικοσυστημάτων σε μια περιοχή και τις σχέσεις μεταξύ τους. Η εξαφάνιση ειδών χλωρίδας και πανίδας που συντελείται

τις τελευταίες δεκαετίες, είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα προκαλέσει αλυσιδωτές αντιδράσεις στην παγκόσμια οικολογία. Η αιολική ενέργεια, ως Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία για την αντιμετώπιση της βασικής έκφρασης της κλιματικής αλλαγής, ήτοι της Παγκόσμιας Θέρμανσης (Global Warming), μέσω της αντικατάστασης των ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλα αυτά, εκφράζονται ανησυχίες σχετικά με την επίδραση που έχουν τα αιολικά πάρκα στην βιοποικιλότητα, με κυριότερη από αυτές την αρνητική επίπτωση που έχουν οι ανεμογεννήτριες στην ορνιθοπανίδα μιας περιοχής. Από πολλούς εκφράζεται η άποψη ότι το μέλλον της αιολικής ενέργειας βρίσκεται σε μια επικίνδυνη διεκυστίνδα: από την μια πλευρά θεραπεύει την κλιματική αλλαγή η οποία εμμέσως απειλεί την βιοποικιλότητα του πλανήτη, από την άλλη πλευρά όμως απειλεί την βιοποικιλότητα λόγω των κινδύνων που ενέχει η λειτουργία των ανεμογεννητριών στα πτηνά και της καταστροφής οικοτόπων λόγω κυρίως των συνοδών έργων των αιολικών πάρκων (δρόμοι και ηλεκτρικές γραμμές). Η Ελλάδα διαθέτει ένα από τα υψηλότερα αιολικά δυναμικά στην Ευρώπη. Από την άλλη πλευρά, η Ελλάδα διαθέτει μεγάλη βιοποικιλότητα σε όλα τα επίπεδα της. Η Ελλάδα λοιπόν διαθέτει ένα υψηλό αιολικό δυναμικό το οποίο οφείλει να εκμεταλλευτεί, αλλά και πλούσια και μεγάλης σημασίας βιοποικιλότητα την οποία οφείλει να διαφυλάξει. Κατά τη φάση λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου δεν υπάρχουν εκπομπές αερίων, υγρών και στερεών αποβλήτων, ώστε να επιδράσουν στη χλωρίδα και στην πανίδα της περιοχής εγκατάστασης. Οι όποιες επιπτώσεις στη χλωρίδα της περιοχής εγκατάστασης αναμένονται να προκληθούν, κυρίως, κατά τη φάση κατασκευής. Οι επεμβάσεις στο περιβάλλον αφορούν στην κατασκευή των πλατειών των Α/Γ, καθώς επίσης και στην κατασκευή δρόμων Προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις στη βλάστηση, είναι αναγκαίο να εκτιμηθεί η ποιότητα της περιοχής του γηπέδου εγκατάστασης ως προς τη βλάστηση και, πιο συγκεκριμένα, να καταγραφούν εκείνα τα χαρακτηριστικά που πρέπει είτε να προσεχθούν είτε αργότερα, στη φάση της αποκατάστασης, να βελτιωθούν. Στην περίπτωση αυτή ενδείκνυται η εκπόνηση -πριν την κατασκευή- Ειδικών Φυτοτεχνικών Μελετών, που θα αποτυπώσουν τη χλωρίδα της περιοχής επέμβασης, ώστε να διατηρηθούν σπάνια είδη που πιθανόν να υφίστανται στην περιοχή. Για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών και για τη διάνοιξη του εσωτερικού δικτύου διασύνδεσης γίνεται εκχέρσωση του εδάφους. Το σχετικά μικρό μέγεθος της προς

αποψίλωση έκτασης (1,5 στρέμμα ανά ανεμογεννήτρια και η έκταση που καταλαμβάνει το κατάστρωμα του δρόμου) περιορίζει σημαντικά τις επιπτώσεις στη βλάστηση και στην πανίδα της περιοχής. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη μέριμνα, ώστε να μη θίγονται σημαντικά είδη βλάστησης. Κατά τη φάση κατασκευής ενός αιολικού πάρκου, λόγω των εργασιών προετοιμασίας του χώρου εγκατάστασης, των εργασιών διάνοιξης δρόμων, καθώς και των εργασιών κατασκευής των Α/Γ, αυξάνονται

τα επίπεδα θορύβου στην περιοχή, αν και όχι σημαντικά. Η μικρή έστω αύξηση του θορύβου, ενδεχομένως να δημιουργήσει προβλήματα στην πανίδα της περιοχής, οδηγώντας την, κατά το διάστημα κατασκευής, σε μερική μετακίνηση. Εντούτοις, η όχληση είναι μικρής διάρκειας και έντασης και τελικά αναστρέψιμη μετά το πέρας των εργασιών. Αναφορικά με τους κινδύνους που ενδέχεται να αντιμετωπίσει η πανίδα της ευρύτερης περιοχής λόγω της διάνοιξης νέων δρόμων και της ενδεχόμενης αυξημένης ανθρώπινης παρουσίας στην περιοχή, και ειδικότερα της κυνηγετικής δραστηριότητας, αναφέρεται πως συνήθως οι περιοχές εγκατάστασης των αιολικών πάρκων διατρέχονται από πλήθος δασικών δρόμων, καλής και μέτριας βατότητας.

Έτσι, η διάνοιξη δρόμων για τη μεταφορά του εξοπλισμού δε μεταβάλλει την υφιστάμενη κατάσταση πρόσβασης. Αντιθέτως, μπορεί να συμβάλει στην καλύτερη φύλαξη της περιοχής από τις αρμόδιες Υπηρεσίες, καθώς θα μπορούσε να αξιοποιηθεί από αυτές για οργάνωση περιπολιών κ.τ.λ. Ένα αιολικό πάρκο δεν αποτελεί τεχνητό φραγμό απομόνωσης για τη μετακίνηση ζώων, αλλά και για την εξάπλωση φυτών, δεδομένου ότι είναι εγκατάσταση μικρής έκτασης και ήπιας μορφής, χωρίς ύπαρξη περίφραξης, ενώ η κατά θέσεις εγκατάσταση των Α/Γ επιτρέπει το ανέπαφο των ενδιάμεσων εκτάσεων. Αναμένεται η απομάκρυνση των πλέον ευαίσθητων ειδών, όπως μικρών θηλαστικών και μικρών νυχτόβιων πουλιών, από τις θέσεις πηγών θορύβου και φωτός, καθώς ο θόρυβος και ο ισχυρός φωτισμός κατά τη φάση κατασκευής κυρίως, αλλά και λειτουργίας, αποτελούν παράγοντες όχλησης για αυτούς τους ζωικούς πληθυσμούς. Πρέπει να τονιστεί ότι ο ευρύτερος χώρος των αιολικών πάρκων δεν περιφράσσεται. Έτσι, δεν υπάρχει αξιόλογη απώλεια χώρου και ενδιατημάτων για την πανίδα της περιοχής. Οι επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον από τα έργα ηλεκτρικής σύνδεσης ενός αιολικού πάρκου (Υποσταθμός Ανύψωσης τάσης και γραμμές υψηλής και μέσης τάσης) είναι ιδιαίτερα περιορισμένες, λόγω των ελάχιστων έργων υποδομής που απαιτούνται για την

κατασκευή τους, σύμφωνα και με όσα έχουν προαναφερθεί. Ειδικότερα, ο χώρος εγκατάστασης ενός Υποσταθμού Ανύψωσης τάσης, σε όποια έργα απαιτείται, είναι, λόγω απαιτούμενων τεχνικών προδιαγραφών, επίπεδη έκταση, όπου οι χωματουργικές εργασίες που λαμβάνουν χώρα είναι μικρής κλίμακας. Αναφορικά με την κατασκευή των γραμμών μεταφοράς ΥΤ, οι επεμβάσεις στο περιβάλλον ανάγονται στην κατασκευή των βάσεων των πυλώνων (τετράγωνα διαστάσεων 8x8 έως 12x12, ανάλογα με τον τύπο της γραμμής) και στην κατασκευή των υποτυπωδών δρομίσκων –όπου αυτό απαιτείται– για την πρόσβαση των μηχανημάτων κατασκευής στις θέσεις των πύργων της γραμμής. Κατά τη φάση κατασκευής του Υποσταθμού και των γραμμών μεταφοράς ΜΤ & ΥΤ, αναμένεται να αυξηθούν τα επίπεδα θορύβου σε μια μικρή περιοχή γύρω από το χώρο εργασιών και για περιορισμένο χρονικό διάστημα. Η μικρή έστω αύξηση του θορύβου, ενδεχομένως να δημιουργήσει μικρά προβλήματα στην πανίδα και στην ορνιθοπανίδα της περιοχής, οδηγώντας την, κατά το διάστημα της κατασκευής, σε μερική μετακίνηση. Εντούτοις, η όχληση θα είναι μικρής διάρκειας και έντασης και τελικά αναστρέψιμη μετά το πέρας των εργασιών. Παράλληλα, οι δικτυωτοί πύργοι της γραμμής μεταφοράς ΥΤ δεν αποτελούν τεχνητό φραγμό απομόνωσης για τη μετακίνηση ζώων, αλλά και για την εξάπλωση φυτών, δεδομένου ότι η έδρασή τους γίνεται σε περιορισμένο χώρο, ενώ η μεταξύ τους απόσταση (κατά μέσο όρο 300 m) επιτρέπει το ανέπαφο των ενδιάμεσων εκτάσεων.

3.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑ

Τα αιολικά πάρκα έχουν κατηγορηθεί ότι αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για την ορνιθοπανίδα των περιοχών όπου εγκαθίστανται. Πολλές φορές διατυπώνονται απόψεις, δυστυχώς χωρίς επιστημονική τεκμηρίωση, σύμφωνα με τις οποίες θεωρείται ότι η κατασκευή ενός αιολικού πάρκου θα αφανίσει κυριολεκτικά την ορνιθοπανίδα της ευρύτερης περιοχής.[3]

Αναντίλεκτα, η εκτίμηση των επιπτώσεων που μπορεί να έχει ένα αιολικό πάρκο στη διαβίωση των πτηνών είναι ένα θέμα που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής και απαιτεί εκτενή έρευνα. Ειδικότερα στην περίπτωση των Ζωνών Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της ορνιθοπανίδας της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ, κρίνεται αναγκαία η εξακρίβωση, κατά το στάδιο περιβαλλοντικής αδειοδότησης του αιολικού πάρκου, των επιπτώσεων που πιθανόν θα δημιουργήσει η εγκατάσταση του έργου στην ορνιθοπανίδα της περιοχής.

Όσον αφορά τη συμβατότητα ενός αιολικού πάρκου με τις ΖΕΠ της ορνιθοπανίδας, αναφέρονται τα ακόλουθα:

1) Σύμφωνα με το Ν.2941/2001 (άρθρο 2, παρ.10) για την απλοποίηση διαδικασιών αδειοδότησης για τις ΑΠΕ, επιτρέπεται η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ εντός περιοχών που έχουν ενταχθεί στον εθνικό κατάλογο του δικτύου Natura 2000 (όπου ανήκουν οι περιοχές ΖΕΠ).

2) Σύμφωνα με το ΕΠΧΣ&ΑΑ για τις ΑΠΕ, «επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός των Ζωνών Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της ορνιθοπανίδας της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ, ύστερα από τη σύνταξη ειδικής ορνιθολογικής μελέτης και σύμφωνα με τις ειδικότερες προϋποθέσεις και περιορισμούς που θα καθορίζονται στην οικεία πράξη έγκρισης περιβαλλοντικών όρων».

3) Υπάρχει πλήθος μελετών σε ευρωπαϊκό επίπεδο, που αναδεικνύει ότι ανεμογεννήτριες και πουλιά μπορούν να συνυπάρξουν. Επειδή, όμως, κάθε περίπτωση είναι διαφορετική, για τις περιοχές ΖΕΠ είναι σημαντικό να εκπονείται, στο πλαίσιο της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) ενός αιολικού πάρκου, Ειδική Ορνιθολογική Μελέτη για την ευρύτερη περιοχή εγκατάστασης.

Στη συνέχεια και προκειμένου να δοθεί μια πληρέστερη εικόνα για την πιθανή όχληση των ανεμογεννητριών στη διαβίωση των ειδών ορνιθοπανίδας της περιοχής εγκατάστασης, θα αναλυθούν οι παρακάτω θεματικές ενότητες:

I. Επιπτώσεις των ανεμογεννητριών στην ορνιθοπανίδα

Εκτιμάται ότι κατά τη διάρκεια κατασκευής ενός αιολικού πάρκου υπάρχει μικρή ενόχληση των φωλιαζόντων κυρίως πτηνών λόγω της αυξημένης κίνησης και του θορύβου όπως επίσης και λόγω απώλειας τμήματος του ενδιαιτημάτος τους. Ως αποτέλεσμα, θα παρατηρηθεί μετατόπιση ατόμων από την περιοχή όπου πραγματοποιούνται οι χωματουργικές εργασίες σε γειτονικές περιοχές, για το μικρό χρονικό διάστημα κατά το οποίο θα εκτελούνται οι εργασίες. Συνεπώς, δε θα υπάρξει σημαντική επίπτωση στην ορνιθοπανίδα της περιοχής. Μελετήθηκαν οι ενδεχόμενες πηγές κινδύνου για την ορνιθοπανίδα, κατά τη φάση λειτουργίας τού υπό μελέτη αιολικού πάρκου. Οι επιπτώσεις αυτές δυνητικά είναι οι εξής:

- Άμεση απώλεια βιοτόπων λόγω εγκατάστασης ανεμογεννητριών και κατασκευής λοιπών υποδομών.
- Διατάραξη των πουλιών, η οποία τα οδηγεί σε αναγκαστική μετατόπιση ή τους προκαλεί εμπόδια στη μετακίνηση.

- Θνησιμότητα λόγω σύγκρουσης με τις ανεμογεννήτριες.

Σημειώνεται ότι δεν τίθεται θέμα όχλησης της ορνιθοπανίδας από το θόρυβο των γεννητριών, ακόμα και σε πολύ μικρή απόσταση από αυτές. Η εμπειρία έχει δείξει ότι τα πουλιά επιδεικνύουν γενικά υψηλή ανοχή στους ανθρωπογενείς ήχους (πολλές φορές, ακόμα και σε περιπτώσεις υψηλής στάθμης θορύβου). Το παραπάνω ισχύει ιδιαίτερα όταν:

α) ο ήχος χαρακτηρίζεται από σταθερότητα στην ένταση (δεν παρουσιάζει σημαντικές αυξομειώσεις), γεγονός που ισχύει για τις Α/Γ τελευταίας τεχνολογίας, όπως αυτές που χρησιμοποιούνται στο υπό μελέτη έργο.

β) ο ήχος δε συνεπάγεται ταυτόχρονη ή/και πυκνή ανθρώπινη παρουσία, γεγονός που χαρακτηρίζει περιοχές

αιολικών πάρκων, όπου η ανθρώπινη παρουσία, κατά τη φάση λειτουργίας τους, είναι ελάχιστη. Επιπλέον, καμία βιολογική λειτουργία των πτηνών δε θίγεται ούτε επηρεάζεται από τον ήχο ή από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών.

Κατά τη φάση λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου, είναι γεγονός ότι τα μεγάλα περιστρεφόμενα πτερύγια των ανεμογεννητριών είναι πιθανόν να εμποδίζουν την κίνηση των πουλιών και, σε ορισμένες περιπτώσεις, να προκαλούν ατυχήματα. Τέτοια ατυχήματα όμως, είναι απίθανα γιατί η ελάχιστη απόσταση μεταξύ διαδοχικών ανεμογεννητριών είναι της τάξης των 250 - 300 m (για τις ανεμογεννήτριες τάξης 2MW) ή 150-200 m (για τις ανεμογεννήτριες τάξης 1MW).

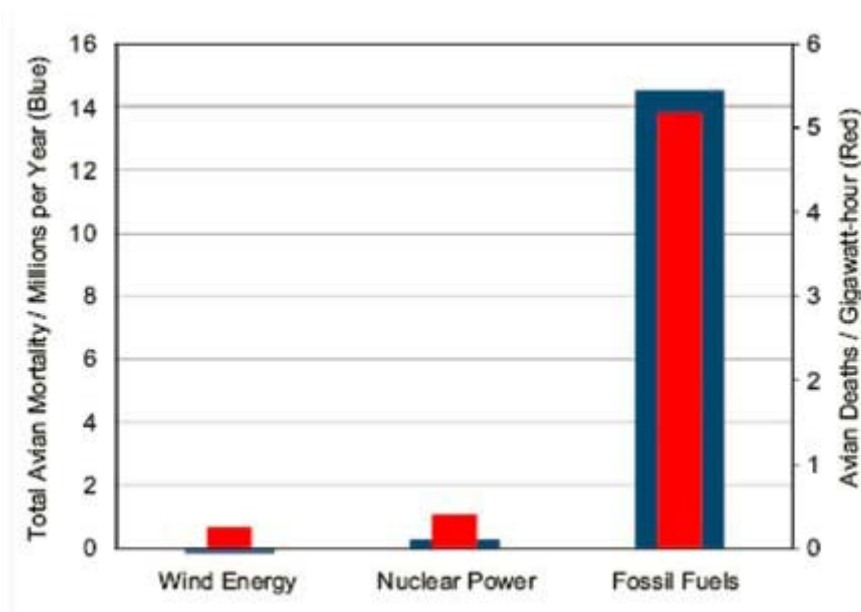
Επίσης, αξίζει να σημειωθεί πως οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες έχουν πολύ μικρή γωνιακή ταχύτητα περιστροφής πτερυγίων και σωληνωτούς πύργους, γεγονός που μειώνει ακόμη περισσότερο την πιθανότητα σύγκρουσης των πτηνών με αυτές. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η πλειονότητα των ατυχημάτων εμφανίζεται σε ανεμογεννήτριες παλαιού τύπου, οι οποίες διέθεταν δικτυωτό πύργο (άρα προσέλκυαν τα πουλιά) και, επιπροσθέτως, τα πτερύγια τους στρέφονταν με μεγάλες γωνιακές ταχύτητες. Αναφέρεται πως οι επιπτώσεις στους πληθυσμούς των πτηνών εμφανίζονται σε περιπτώσεις πολύ «στενών» χωροθετήσεων Α/Γ και σε συνδυασμό με την εγκατάσταση μεγάλου αριθμού Α/Γ (ενδεικτικά αναφέρεται ο αριθμός 100 ανεμογεννητριών και άνω). Στην περίπτωση των σύγχρονων αιολικών πάρκων, η συνολική ωφέλιμη έκταση που καταλαμβάνεται είναι ελάχιστη σε σχέση με την ευρύτερη έκταση εντός της οποίας θα εγκατασταθεί το πάρκο. Το χαμηλότερο αυτό «ποσοστό κάλυψης» οφείλεται στις ικανές αποστάσεις μεταξύ των ανεμογεννητριών.

Η WWF Ελλάδα, στο πλαίσιο προγράμματος Life, έχει εκπονήσει μια μελέτη σχετικά με την παρακολούθηση των επιπτώσεων λειτουργίας των αιολικών πάρκων στα πουλιά. Η μελέτη αφορούσε στην παρακολούθηση δύο γειτονικών αιολικών πάρκων (73 Α/Γ συνολικά) το 2004 και 5 γειτονικών αιολικών πάρκων το 2005 (117 Α/Γ συνολικά, συμπεριλαμβανομένων και των 2 αιολικών πάρκων που μελετήθηκαν το 2005). Τα αιολικά πάρκα χωροθετούνται στην ορεινή περιοχή μεταξύ των Νομαρχιών Έβρου και Ροδόπης, κοντά στο Εθνικό Πάρκο της Δαδιάς, όπου βρίσκεται η τελευταία αποικία του Μαυρόγυπα (*Aegypius monachus*) στα Βαλκάνια. Στα δύο χρόνια παρακολούθησης, πολύ λίγες περιπτώσεις πρόσκρουσης παρατηρήθηκαν και καμία πρόσκρουση δεν παρατηρήθηκε σε αρπακτικά πουλιά, γεγονός που υποδηλώνει ότι η θνησιμότητα πουλιών από αιολικά πάρκα είναι μικρή. Τα φαινόμενα θνησιμότητας, παρόλο που ήταν αραιά, ήταν συγκεντρωμένα σε μία μικρή περίοδο, στην αρχή της περιόδου αποδημησης. Σημειώνεται ότι η συγκεκριμένη περιοχή αποτελεί μεταναστευτικό διάδρομο για τα αποδημητικά πουλιά, αλλά χρειάζονται περισσότερα δεδομένα για την αποκρυπτογράφηση των επιπτώσεων των αιολικών πάρκων στα αποδημητικά πουλιά σε αυτήν την περίοδο. Πολύ λίγα από τα τοπικά αρπακτικά πουλιά πετούσαν στην επικίνδυνη περιοχή, και ένα μικρό ποσοστό αυτών των πτήσεων βρέθηκε κοντά στην περιοχή σάρωσης των ανεμογεννητριών. Σε αντίθεση, οι γύπες πετούσαν στην επικίνδυνη περιοχή σε ποσοστό πολύ μεγαλύτερο, και σχεδόν το 100% των πτήσεων αυτών βρέθηκε στην περιοχή σάρωσης των ανεμογεννητριών. Ορισμένοι γύπες άλλαξαν πτήση, ψάχνοντας για κατάλληλο σημείο προσπέλασης μεταξύ των ανεμογεννητριών. Τελικά δεν παρατηρήθηκε κανένας νεκρός γύπας από τις Α/Γ.

Σε μια ενδιαφέρουσα μελέτη B.K Sovacool (Energy Policy, 2009) γίνεται για πρώτη φορά σύγκριση της θνησιμότητας πτηνών από αιολικά πάρκα, ορυκτά καύσιμα και πυρηνική ενέργεια στις ΗΠΑ. Για την περίπτωση 339 ανεμογεννητριών (6 αιολικά πάρκα), η ετήσια θνησιμότητα πτηνών είναι 0,269 θάνατοι/ GWh, όταν τα αντίστοιχα νούμερα για 4 πυρηνικά εργοστάσια (μαζί με δύο ορυχεία ουρανίου) και 2 θερμικές μονάδες (μαζί με το ορυχείο εξόρυξης λιθάνθρακα, συνυπολογίζοντας και τα φαινόμενα όξινης βροχής, μόλυνση υδραργύρου και κλιματικής αλλαγής) είναι 0,416 και 5,18 αντίστοιχα. Αν υπολογίσει κανείς την συνολική ετήσια θνησιμότητα πτηνών (πολλαπλασιάζοντας τα παραπάνω νούμερα με την ετήσια ενεργειακή παραγωγή από τις τρεις μορφές ενέργειας για τις ΗΠΑ) προκύπτουν για τα αιολικά πάρκα 7193

θάνατοι, ενώ για τα πυρηνικά εργοστάσια και τους θερμικούς σταθμούς τα αντίστοιχα νούμερα

είναι 327.483 και 14,5 εκατ. θάνατοι.



Υπολογιζόμενη θνησιμότητα πτηνών για αιολικά πάρκα, θερμικούς σταθμούς και πυρηνική ενέργεια. Πηγή: Sonacool, 2009.

Σύμφωνα με το άρθρο της Μάχης Σιδερίδου - Greenpeace, «Αιολική Ενέργεια ή κλιματικές αλλαγές» που δημοσιεύθηκε στο βιβλίο «Αιολικά Πάρκα – Η αναπτυξιακή και περιβαλλοντική τους διάσταση», έκδοση του Ελληνικού Συνδέσμου Επενδυτών ΑΠΕ, 2002, ισχύουν τα εξής:

α. Υπολογίζεται ότι 100 φορές περισσότερα πουλιά πεθαίνουν από σύγκρουση με οχήματα παρά με ανεμογεννήτριες.

β. Οι εκτιμήσεις για τα αίτια θανάτου πουλιών από οχήματα, κυνήγι και ανεμογεννήτριες στην Ολλανδία έχουν ως εξής:

1. Οχήματα: 2.000 θάνατοι πουλιών
2. Κυνήγι: 1.500 θάνατοι
3. Α/Γ (1000 MW): 20 θάνατοι

Στη διεθνή βιβλιογραφία, σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορα αιολικά πάρκα, αναφέρεται πως στις περισσότερες των περιπτώσεων οι ανεμογεννήτριες δεν προκαλούν προβλήματα, εφόσον το ύψος τους δεν ξεπερνά τα 150 μέτρα (Έρευνα του Canadian Wildlife Service και έρευνα του Bird Studies Canada για αιολικό πάρκο στο νησί Prince Edward).

Έρευνες που έχουν γίνει στην Ολλανδία, στη Δανία, στη Σουηδία και στις ΗΠΑ, έχουν δείξει ότι η πιθανότητα σύγκρουσης κατά τη διάρκεια της ημέρας, που υπάρχει φυσιολογική ορατότητα, είναι αμελητέα. Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ότι ο αριθμός ατυχημάτων πουλιών ανά μονάδα μήκους ενός αιολικού πάρκου δεν είναι σε καμία περίπτωση μεγαλύτερος από τον αριθμό εκείνων ανά μονάδα μήκους μιας εθνικής οδού ή ενός υπέργειου ηλεκτρικού δικτύου υψηλής τάσης.

3.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η συντριπτική πλειοψηφία των αιολικών πάρκων στον ελλαδικό χώρο, εγκαθίσταται σε απομονωμένες ορεινές περιοχές που δε χρησιμοποιούνται για καλλιέργεια, ενώ αρκετά συχνά χρησιμοποιούνται για βοσκή. Η βόσκηση των ζώων μπορεί να συνεχιστεί δίχως πρόβλημα, ακόμα και εντός του χώρου του αιολικού πάρκου, αφού ο χώρος δεν περιφράσσεται. Κατά τη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου, έχει υπολογιστεί ότι μόλις 1% έως 3% της συνολικής του έκτασης καταλαμβάνεται μόνιμα από τις ανεμογεννήτριες (υπόγειες βάσεις πυλώνων). Αν εξαιρεθεί η έκταση που απαιτείται για την οδοποιία (προσπέλασης και εσωτερική), τότε η υπόλοιπη έκταση εξακολουθεί να είναι διαθέσιμη για άλλες χρήσεις. Συνεπώς, οι επιπτώσεις στις υφιστάμενες χρήσεις από την εγκατάσταση και τη λειτουργία, ως προς τη μόνιμη κατάληψη έκτασης, είναι ασήμαντες. Επιπλέον, τα αιολικά πάρκα αναπτύσσονται, συνήθως, μακριά από οικισμούς και ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Αναφορικά με την πιθανή κατασκευή γραμμών μεταφοράς Υψηλής Τάσης για την ηλεκτρική διασύνδεση ενός αιολικού πάρκου, σημειώνεται ότι η ύπαρξη μίας εναέριας ηλεκτρικής γραμμής μεταφοράς μέσα σ' ένα γεωργικό περιβάλλον εκδηλώνεται, βασικά, με την παρουσία των γνωστών δικτυωτών χαλύβδινων πύργων, εγκατεστημένων, ανάλογα με την κλίση του εδάφους, ανά 150 – 400 μέτρα, και με τη διέλευση των εναέριων καλωδίων πάνω από τις καλλιέργειες, σε ύψος κατ' ελάχιστον 8 μέτρων από το έδαφος. Η ενόχληση στη γεωργική εκμετάλλευση εν γένει, εντοπίζεται στην παρουσία των πύργων, οι οποίοι αδρανοποιούν καλλιεργήσιμη επιφάνεια της τάξεως των 100 τετρ. μέτρων κατά μέσο όρο ανά πύργο και σε μερικές περιπτώσεις δημιουργούν δυσχέρειες στους ελιγμούς των γεωργικών μηχανημάτων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, συγκριτικά με άλλα δημόσια έργα γραμμικής ανάπτυξης στο έδαφος, όπως δρόμους, αγωγούς κ.λπ., η επιφάνεια καλλιεργήσιμου εδάφους που αδρανοποιείται από την εγκατάσταση μιας εναέριας γραμμής είναι ελάχιστη.

Η διέλευση των εναέριων καλωδίων πάνω από τους αγρούς, στο ύψος που είναι εγκατεστημένα, δεν επηρεάζει εκτός εξαιρετικών περιπτώσεων τις γεωργικές δραστηριότητες, ακόμη και τις δενδροκαλλιέργειες. Η ύπαρξη των εναέριων καλωδίων είναι συμβατή με τη μηχανική καλλιέργεια και με τις γνωστές μεθόδους άρδευσης. Από τα ανωτέρω συνάγεται ότι τα αιολικά πάρκα δεν προκαλούν σημαντικές αλλαγές στις χρήσεις γης και το οικιστικό περιβάλλον της περιοχής όπου εγκαθίστανται.

3.7 ΔΟΜΗΜΕΝΟ, ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΗΜΙ-ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Από την ανάλυση μεγάλων χρονοσειρών ανεμολογικών δεδομένων διαπιστώθηκε ότι ο άνεμος αποκτά δυνατότητα εκμετάλλευσης, κατά κανόνα, στις βουνοκορφές. Είναι χαρακτηριστικό πως η ισχύς του ανέμου μεταβάλλεται σημαντικά, ανάλογα με την μικρο-μορφολογία του εδάφους, και ακόμη και σε μικρές αποστάσεις από την έκταση εγκατάστασης καθίσταται μη εκμεταλλεύσιμος. Έτσι, ο χώρος εγκατάστασης των αιολικών πάρκων δεν εμπλέκεται άμεσα με περιοχές δομημένου περιβάλλοντος. Επομένως, δεν τίθεται θέμα αλλοίωσης του αρχιτεκτονικού ιδιώματος της ευρύτερης περιοχής όπου κατασκευάζεται ένα αιολικό πάρκο. Όσον αφορά στην ηλεκτρική σύνδεση των αιολικών πάρκων, οι γραμμές μεταφοράς Υψηλής Τάσης, στις περισσότερες περιπτώσεις, διέρχονται μακριά από οικισμούς και, κατ' επέκταση, δεν αλλοιώνουν το δομημένο περιβάλλον της ευρύτερης περιοχής όπου κατασκευάζεται ένα αιολικό πάρκο. Όσον αφορά στην ηλεκτρική σύνδεση των αιολικών πάρκων, οι γραμμές μεταφοράς Υψηλής Τάσης, στις περισσότερες περιπτώσεις, διέρχονται μακριά από οικισμούς και, κατ' επέκταση, δεν αλλοιώνουν το δομημένο περιβάλλον της ευρύτερης περιοχής

3.8 ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Μια από τις ιδιαιτερότητες της Ελλάδας, έναντι άλλων Χωρών που προωθούν την συμμετοχή της αιολικής ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή, είναι ότι ο ελλαδικός χώρος βρίθει αρχαιολογικών μνημείων και θέσεων όλων των προϊστορικών και ιστορικών περιόδων, η προστασία και διατήρηση των οποίων αποτελεί σημαντική προτεραιότητα. Ο Ν.1650/1986 «για την Προστασία του Περιβάλλοντος» και ο Ν. 3028/2002 « για την προστασία των αρχαιοτήτων» θέτουν το πλαίσιο και τις βασικές ρυθμίσεις όσον αφορά την προστασία των μνημείων. Το ΕΠΧΣ&ΑΑ για τις ΑΠΕ θέτει σαφή όρια για τις ελάχιστες αποστάσεις μιας αιολικής εγκατάστασης από αρχαιολογικό χώρο, εξασφαλίζοντας έτσι ότι δεν θα προκληθεί άμεση βλάβη ή καταστροφή οποιουδήποτε μνημείου. Το τμήμα του ΟΗΕ για το Περιβάλλον (UNEP), σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Περιβάλλοντος της Στοκχόλμης (SEI) δημοσίευσε την έκθεση «Ο Άτλας των Κλιματικών Αλλαγών» (UNEP, 2006). Στην έκθεση αυτή, ειδικοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η κλιματική αλλαγή αναμένεται να απειλήσει άμεσα κατά τις επόμενες δεκαετίες ανεκτίμητους φυσικούς και αρχαιολογικούς θησαυρούς. Συγκεκριμένα, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η αύξηση της συχνότητας των πλημμύρων και των ακραίων καιρικών φαινομένων, η διάβρωση των ακτών θα απειλήσουν άμεσα μνημεία σε όλα τα μήκη και τα πλάτη της Γης. Αλλά και με έμμεσο τρόπο, οι μεταβολές στα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας σε έναν τόπο μπορούν να επιφέρουν αλλαγές στις χημικές διεργασίες της ατμόσφαιρας που με τη σειρά τους θα αλλοιώσουν τους δομικούς λίθους καθεδρικών ναών, τζαμιών και αρχαιοτήτων σε όλο τον κόσμο. Σε μικρότερη κλίμακα, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες που διαμορφώνονται από τις ανθρωπογενείς εκπομπές αέριων ρύπων, συντελούν στη σταδιακή καταστροφή των μνημείων. Οι κυριότερες διαδικασίες που προκαλούν την παραπάνω φθορά είναι η ατμοσφαιρική διάβρωση (corrosion) και η αισθητική αλλοίωση των επιφανειών των μνημείων (soiling), οι οποίες οφείλονται αφενός στα οξειδωτικά αέρια της ατμόσφαιρας, όπως είναι το διοξείδιο του θείου (SO₂), το νιτρικό οξύ (HNO₃) και το υδροχλώριο (HCl), και αφετέρου στις επικαθίσεις των αιωρούμενων σωματιδίων της ατμόσφαιρας.

Συγκεκριμένα, η προσβολή του μαρμάρου από θειικό (H_2SO_4) και νιτρικό οξύ θεωρείται η πλέον καταστροφική.

Η αντίδραση με το προσβεβλημένο υλικό είναι ταχύτατη, πραγματοποιείται με την παρουσία του νερού της βροχής και είναι γνωστή ως όξινη προσβολή. Αποτέλεσμα αυτής της προσβολής είναι η εξάλειψη των εξοχών, οι ρηγματώσεις, οι αποφλοιώσεις των μαρμάρων, οι αποκολλήσεις κ.λπ. Όταν οι επιφάνειες των μαρμάρων δεν έρχονται σε επαφή με το νερό της βροχής, τότε το SO_2 αντιδρώντας με το ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$) και την υγρασία, προκαλεί μια άλλη μορφή διάβρωσης, τη λεγόμενη θείωση ή γυψοποίηση του μαρμάρου, κατά την οποία η επιφάνεια του μαρμάρου μετατρέπεται σε γύψο. Μια άλλη εξίσου σημαντική επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στα μνημεία είναι, όπως προαναφέρθηκε, οι επικαθίσεις των αιωρούμενων σωματιδίων, οι οποίες προκαλούν χρωματικές αλλοιώσεις στις επιφάνειες των μνημείων (soiling)

3.9 ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

– ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ

Η κατασκευή ενός αιολικού πάρκου επηρεάζει θετικά την οικονομία της ευρύτερης περιοχής όπου εγκαθίσταται. Στην περίπτωση των ορεινών περιοχών της ηπειρωτικής χώρας, η παρουσία ενός αιολικού πάρκου, αφενός, δεν επηρεάζει τις υφιστάμενες χρήσεις γης (συνήθως κτηνοτροφία) και, αφετέρου, αποτελεί μια σημαντική και εγγυημένη πηγή πόρων (ακολουθεί ανάλυση παρακάτω) για τους ΟΤΑ, στα όρια των οποίων εγκαθίσταται. Επιπρόσθετα, η εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου δημιουργεί νέες μόνιμες θέσεις εργασίας τοπικά. Το προσωπικό αυτό είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση της καλής λειτουργίας του συστήματος (ανεμογεννήτριες, υποσταθμός, σύστημα συλλογής μετρήσεων και συστήματα εγκαταστημένα από τη ΔΕΗ), για την άμεση αποσύνδεση ή επανασύνδεση των Α/Π με το δίκτυο, σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, καθώς και για τη συντήρηση όλου του εξοπλισμού σύμφωνα με τα προβλεπόμενα. Βάσει της μελέτης της Ευρωπαϊκής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας (EWEA) «Αιολική Ενέργεια: Τα γεγονότα», Φεβρουάριος 2004, για την εγκατάσταση ενός MW αιολικής ενέργειας απαιτούνται 12 - 18 ανθρωπομήνες

απασχόλησης ενώ για τη λειτουργία και συντήρησή του απαιτούνται 0,26 - 0,32 άτομα. Τα στοιχεία αυτά αφορούν σε ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται διάσπαρτες σε μια ευρεία περιοχή, από διαφορετικούς φορείς, και που λειτουργούν ανεξάρτητα.

Πέραν αυτών των μόνιμων θέσεων εργασίας, δημιουργούνται πολύ περισσότερες προσωρινές θέσεις εργασίας, αφού εργατικό δυναμικό της περιοχής εγκατάστασης χρησιμοποιείται κατά το στάδιο της κατασκευής των αιολικών πάρκων, για την εκτέλεση όλων των αναγκαίων έργων υποδομής. Για την εκτέλεση των έργων υποδομής χρησιμοποιούνται συνήθως τοπικοί εργολάβοι και τεχνικές εταιρείες.

Αναμένεται, λοιπόν, ότι η εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου αποτελεί έναν πόλο οικονομικής ανάπτυξης της γύρω περιοχής. Παράλληλα, δημιουργείται μία -έστω και μικρή- αύξηση της χρήσης των τοπικών ξενοδοχειακών υποδομών, υποδομών εστίασης και λοιπών καταστημάτων, από το εποχιακό και μόνιμο προσωπικό που θα απασχοληθεί στη φάση κατασκευής και λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου.

Πρόσφατη έκθεση της EWEA (EWEA,2009) έδειξε ότι για κάθε μεγαβάτ αιολικών δημιουργούνται 15,1 εργατοέτη 4 για την κατασκευή του εξοπλισμού και την ανάπτυξη των πάρκων (1,2 εργατοέτη για την εγκατάσταση) και 0,4 εργατοέτη ανά έτος λειτουργίας για τη συντήρηση και εποπτεία των αιολικών πάρκων. Στοιχεία για την Ελλάδα από λειτουργούντα αιολικά πάρκα έδειξαν ότι κατά τη φάση κατασκευής δημιουργούνται 1-1,5 εργατοέτη/MW (το 30-40% αυτής της απασχόλησης αφορά ντόπιο εργατικό δυναμικό), ενώ κατά την εικοσαετή φάση λειτουργίας 6,5-8 εργατοέτη/MW (0,32-0,4 εργαζόμενοι/MW, με 50-100% ντόπιο εργατικό δυναμικό). Σε περίπτωση βέβαια που υπάρξει εγχώρια παραγωγή ανεμογεννητριών ή και εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων, οι εκτιμώμενες θέσεις εργασίας θα είναι περισσότερες (Greenpeace 2009).



Θέσεις πλήρους απασχόλησης στα αιολικά πάρκα για την Ελλάδα, για διάφορα σενάρια διείσδυσης της αιολικής ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή μέχρι το 2020.

Πηγή: Greenpeace.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι θέσεις εργασίας στην αμερικάνικη αιολική βιομηχανία ανέρχονταν σε 39.600 το έτος 2007 (The American Solar Energy Society Boulder, 2008). Οι αντίστοιχες θέσεις εργασίας στην κινεζική βιομηχανία ΑΠΕ ανέρχονταν σε 22.200 το έτος 2007 (UNEP, 2008).

| Θέσεις εργασίας στην ευρωπαϊκή βιομηχανία αιολικών (2008) | |
|--|----------------|
| Αυστρία | 700 |
| Βέλγιο | 2.000 |
| Βουλγαρία | 100 |
| Βρετανία | 4.000 |
| Γαλλία | 7.000 |
| Γερμανία | 38.000 |
| Δανία | 23.500 |
| Ελλάδα | 1.800 |
| Ιρλανδία | 1.500 |
| Ισπανία | 20.500 |
| Ιταλία | 2.500 |
| Ολλανδία | 2.000 |
| Ουγγαρία | 100 |
| Πολωνία | 800 |
| Πορτογαλία | 800 |
| Σουηδία | 2.000 |
| Τσεχία | 100 |
| Φινλανδία | 800 |
| Υπόλοιπες χώρες ΕΕ | 400 |
| Σύνολο ΕΕ | 108.600 |

Θέσεις εργασίας στην ευρωπαϊκή βιομηχανία αιολικών για το 2008.

Πηγή: EWEA.

Τέλος, είναι εξαιρετικά σημαντικό να τονισθεί το άμεσο οικονομικό όφελος που προσπορίζονται οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης, σύμφωνα με τον Ν.3468/2006 για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Σύμφωνα με τις διατάξεις του παραπάνω νόμου, ο φορέας εκμετάλλευσης των αιολικών πάρκων θα αποδίδει ειδικό τέλος το οποίο αντιστοιχεί σε ποσοστό 3% επί της προ ΦΠΑ τιμής πώλησης της συνολικής παραγόμενης ενέργειας στο Διαχειριστή του Συστήματος.

Επίσης, δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι η χωροθέτηση αιολικών πάρκων επηρεάζει αρνητικά τον τουρισμό μιας περιοχής. Αντίθετα, σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο η ανάπτυξη αιολικών πάρκων αποτελεί τουριστικό πόλο έλξης επισκεπτών.

Μία δημοσκόπηση στη Σκωτία το 2002 έδειξε ότι το 80% των τουριστών που ταξίδεψαν σε μία περιοχή με αιολικά πάρκα θα ενδιαφερόταν να επισκεφθεί κάποιο από αυτά, σε περίπτωση που αυτό ήταν ανοικτό στο κοινό και διέθετε κέντρο ενημέρωσης. Χάρη, δε, στο διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον του κοινού για περιβαλλοντικά θέματα και καθαρές ενεργειακές τεχνολογίες, ένα αιολικό πάρκο αναμένεται να δώσει μεγαλύτερη ώθηση στον τουρισμό και να αποτελέσει έναν τοπικό πόλο ήπιας τουριστικής ανάπτυξης, αφού με την κατάλληλη διαφήμιση και προώθηση θα ελκύει επισκέπτες για εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σχολικές εκδρομές κ.λπ. Σε δημοσκόπηση που έγινε στην Ουαλία, στο πλαίσιο μελέτης για τις επιπτώσεις των αιολικών πάρκων στον τουρισμό (Wales Tourist Board, 2001), το 96% των ερωτηθέντων δήλωσε ότι δεν θα ανέβαλλε μια επίσκεψη στην Ουαλία, αν κατασκευάζονταν περισσότερα αιολικά πάρκα, ενώ το 70% δήλωσε ότι θα επισκεπτόταν ένα αιολικό πάρκο, αν διέθετε κέντρο πληροφόρησης. η επίδραση στον τουρισμό –και γενικότερα στην ανάπτυξη- από την εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε έναν τόπο, εξαρτάται και από τον τρόπο αξιοποίησης των πρόσθετων πόρων που εξασφαλίζει ο τοπικός δήμος. Για παράδειγμα, η διοχέτευση αυτών των πόρων σε τουριστική διαφήμιση, τουριστικές υποδομές, βελτίωση των μεταφορών και προσβάσεων κ.λπ. μπορεί να δώσει ώθηση στον τουρισμό.

Επίδραση των αιολικών πάρκων στην αξία της γης

Συγκεκριμένα, οι διαθέσιμες έρευνες που ασχολούνται με την επίδραση των αιολικών πάρκων στην αξία της γης έχουν γίνει από τους παρακάτω φορείς:

- Renewable Energy Policy Project (REPP), U.S.A.
- Royal Institute of Chartered Surveyors (RICS) - Oxford Brookes University, U.K.

Έμμεσα προκύπτουν συμπεράσματα και από το

- Edinburgh Solicitors Property Centre (ESPC), Scotland - U.K.

Τα συμπεράσματα των ερευνών δείχνουν ότι δεν υπάρχει αρνητικός αντίκτυπος στην αξία της γης, που να οφείλεται στα αιολικά πάρκα.

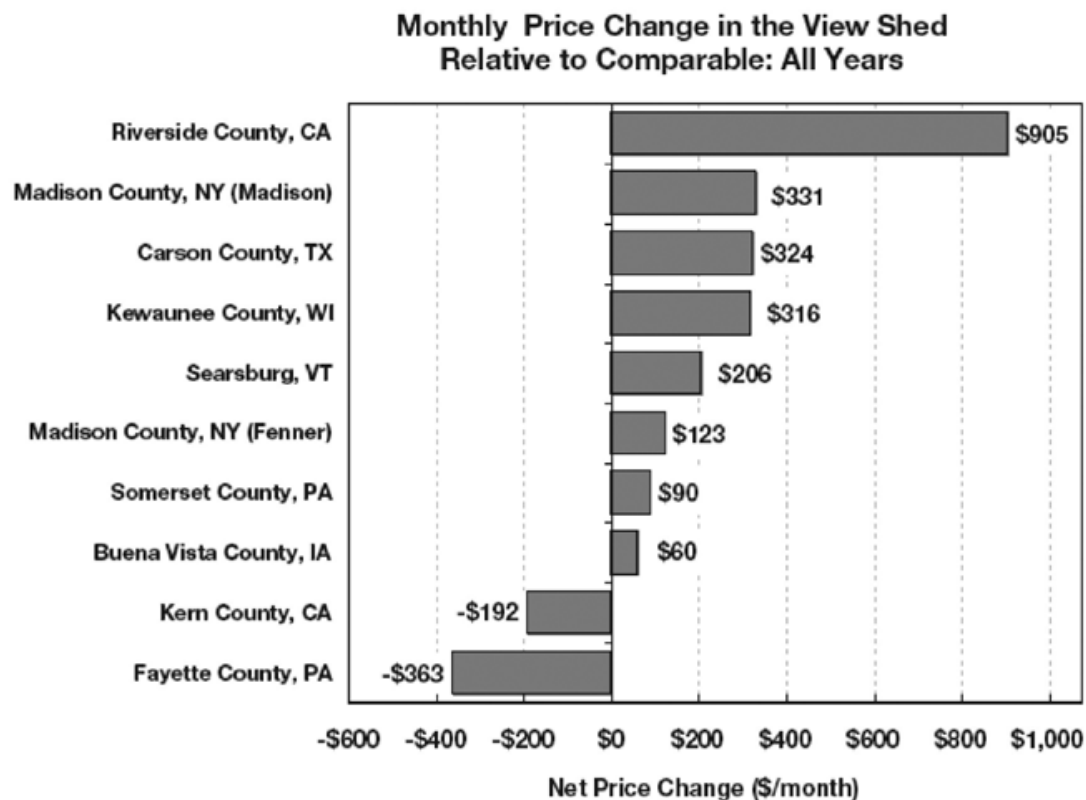
Η μελέτη του Renewable Energy Policy Project στις ΗΠΑ

Η μελέτη του REPP, με τίτλο «The effect of wind development on local property values», δημοσιεύτηκε το Μάιο του 2003 (<http://www.repp.org/wind/index.html>). Πρόκειται για τη μεγαλύτερη παγκοσμίως αναλυτική μελέτη της επίδρασης των αιολικών πάρκων στην αξία γη, που στηρίζεται σε πραγματικά ιστορικά δεδομένα (τιμές) αγοραπωλησιών. Η μελέτη επικεντρώθηκε σε περιοχές (εξεταζόμενες περιοχές) όπου εγκαταστάθηκαν αιολικά πάρκα άνω των 10 MW την χρονική περίοδο 1998 - 2001 και στις οποίες υπήρχαν οικισμοί εντός ακτίνας 5 μιλίων (δηλ. 8 χλμ. περίπου). Για την κάθε περιοχή και για μια περίοδο μελέτης έξι ετών (τρία πριν την έναρξη λειτουργίας του Α/Π και τρία μετά) συλλέχθηκαν αναλυτικά στοιχεία για τις τιμές αγοραπωλησίας γης (και γενικά έγγειας ιδιοκτησίας) από τις εξεταζόμενες περιοχές και από άλλες κοντινές περιοχές (περιοχές αναφοράς) ανάλογων χαρακτηριστικών (οικονομικών, κοινωνικών και δημογραφικών), που δεν είχαν οπτική επαφή με τα εν λόγω αιολικά πάρκα. Συνολικά, εξετάστηκαν 10 περιοχές με αιολικά πάρκα και πάνω από 25.000 συγκεκριμένες περιπτώσεις αγοραπωλησιών στις εξεταζόμενες περιοχές και στις περιοχές αναφοράς. Στις 8 από τις 10 περιπτώσεις, κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση των τιμών γης στην εξεταζόμενη περιοχή (με οπτική επαφή) από ό,τι στην περιοχή αναφοράς. Στις άλλες 2 περιπτώσεις, όπου οι τιμές στην εξεταζόμενη περιοχή αυξήθηκαν λιγότερο από ό,τι στην περιοχή αναφοράς, υπάρχουν ειδικές συνθήκες που καθιστούν τα αποτελέσματα αμφισβητήσιμα. Στις 9 από τις 10 περιπτώσεις, ο ρυθμός αύξησης των τιμών γης αυξήθηκε μετά τη λειτουργία των Α/Π, και έτσι οι τιμές συνέχισαν να αυξάνονται γρηγορότερα από ό,τι πριν την εγκατάσταση. Τέλος, σε 9 από τις 10 περιοχές, ο ρυθμός αύξησης των τιμών γης μετά την εγκατάσταση του Α/Π ήταν μεγαλύτερος εντός της εξεταζόμενης περιοχής (δηλ. αγοραπωλησίες ιδιοκτησιών με οπτική επαφή εντός ακτίνας 5 μιλίων) από ό,τι στην περιοχή αναφοράς.

Κεφάλαιο 3: Επιπτώσεις Αιολικών Πάρκων

| Project/On-Line Date | Monthly Average Price Change (\$/month) | |
|------------------------------|---|------------|
| | View Shed | Comparable |
| Riverside County, CA | \$1,719.65 | \$814.17 |
| Madison County, NY (Madison) | \$576.22 | \$245.51 |
| Carson County, TX | \$620.47 | \$296.54 |
| Kewaunee County, WI | \$434.48 | \$118.18 |
| Searsburg, VT | \$536.41 | \$330.81 |
| Madison County, NY (Fenner) | \$368.47 | \$245.51 |
| Somerset County, PA | \$190.07 | \$100.06 |
| Buena Vista County, IA | \$401.86 | \$341.87 |
| Kern County, CA | \$492.38 | \$684.16 |
| Fayette County, PA | \$115.96 | \$479.20 |

Μέση μηνιαία μεταβολή της τιμής αγοραπωλησίας ιδιοκτησιών γης στις ΗΠΑ σε περιοχές με οπτική επαφή με νέα Α/Π σε ακτίνα 5 μιλίων (View Shed) και ανάλογες περιοχές χωρίς οπτική επαφή (Comparable)



Μέση μηνιαία μεταβολή της τιμής αγοραπωλησίας ιδιοκτησιών γης στις ΗΠΑ σε περιοχές με οπτική επαφή με νέα Α/Π σε ακτίνα 5 μιλίων (View Shed) σε σχέση με ανάλογες περιοχές χωρίς οπτική επαφή (Comparable)

Τεχνικές Υποδομές

Αναφορικά με τις τεχνικές υποδομές, για τη διασύνδεση των ανεμογεννητριών ενός αιολικού πάρκου κατασκευάζεται εσωτερική οδοποιία πλάτους περίπου 5 μ. και με μέγιστη κλίση 10 - 12% λόγω των μεγάλων διαστάσεων και του μεγάλου βάρους των μηχανημάτων μεταφοράς και ανύψωσης του εξοπλισμού. Ο δρόμος είναι υποχρεωτικά χωμάτινος (προδιαγραφές δασικού δρόμου Γ' κατηγορίας) και επιστρώνεται με κατάλληλο θραυστό υλικό, με το πέρας όλων των εργασιών.

Όσον αφορά στην ηλεκτρική διασύνδεση των αιολικών πάρκων, ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ του έργου μπορεί να κατασκευαστούν γραμμή μέσης τάσης ή Υποσταθμός Ανύψωσης τάσης και γραμμή μεταφοράς Υψηλής Τάσης. Τα εν λόγω έργα ενισχύουν το τοπικό δίκτυο της ΔΕΗ ως προς τη δυνατότητα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Πτυχιακή Εργασία:Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

Τέλος, ως σημαντική κοινωνική θετική επίπτωση μπορεί να αναφερθεί η μείωση της ηλεκτροπαραγωγής από τους λιγνιτικούς σταθμούς που λειτουργούν σε διάφορα σημεία της επικράτειας (με την πλειονότητά τους να συγκεντρώνεται στο Νομό Κοζάνης), μέσω της υποκατάστασης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από λιγνίτη με ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες.

3.10 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Κατά τη διάρκεια κατασκευής ενός αιολικού υπάρχουν μικρές επιβαρύνσεις στην ατμόσφαιρα λόγω:

- α) της παραγωγής σκόνης από την κίνηση των οχημάτων και τη διαχείριση των υλικών και χωματουργικών προϊόντων (εργασίες εκσκαφής, εκχερσώσεις, φορτοεκφορτώσεις χωμάτων και αδρανών κ.λπ.),
- β) της παραγωγής καυσαερίων από τις μετακινήσεις των φορτηγών και των μηχανημάτων κατασκευής στο χώρο του έργου και
- γ) της παραγωγής καυσαερίων από τα μεταφορικά μέσα που θα μεταφέρουν τα υλικά κατασκευής από και προς το εργοτάξιο. Η ρύπανση αυτή, όμως, είναι προσωρινή, μικρής χρονικής διάρκειας και μικρής κλίμακας. Επιπλέον, σε μια μεγάλη ακτίνα γύρω από τον χώρο κατασκευής δεν υπάρχουν, συνήθως, κατοικημένες περιοχές. Σημειώνεται ότι βάσει του ΕΠΧΣ&ΑΑ για τις ΑΠΕ η ελάχιστη απόσταση ενός αιολικού οικισμού από οικισμό είναι 500 μ και για νομίμως υφιστάμενη κατοικία πρέπει να εξασφαλίζεται ελάχιστο επίπεδο θορύβου μικρότερο των 45 dB (που αντιστοιχεί πάλι σε απόσταση περί τα 500 μ). Παρόλα αυτά, η οποιαδήποτε επιβάρυνση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος μπορεί να μειωθεί περαιτέρω, με τη λήψη κατάλληλων μέτρων όπως με σκεπαστά φορτηγά μεταφοράς αδρανών υλικών, διαβροχή και κάλυψη υλικών, χρήση κατάλληλων φίλτρων κ.λπ.

Στην συνέχεια ακολουθεί διεξοδική μελέτη των παραπάνω μορφών αέριας ρύπανσης:

A) Σκόνη

Κατά την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου αυξάνονται οι εκπομπές και τελικά οι συγκεντρώσεις της σκόνης στην περιοχή του έργου, εξαιτίας των παρακάτω δραστηριοτήτων ή παραγόντων:

- (i) Κίνηση των οχημάτων:

Η έκλυση της σκόνης οφείλεται στην εφαρμογή μηχανικής δύναμης (βάρος οχημάτων) πάνω σε χαλαρό έδαφος, με αποτέλεσμα την κονιοποίηση και τις αποξέσεις στην επιφάνεια των υλικών. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (USEPA), οι εκπομπές της σκόνης από την κίνηση των οχημάτων εξαρτώνται από:

- Τη μέση ταχύτητα κίνησης των οχημάτων
- Τον κυκλοφοριακό φόρτο
- Το μέσο βάρος των οχημάτων
- Το μέσο αριθμό των τροχών των οχημάτων
- Το ποσοστό του εδάφους σε ιλύ
- Παράσυρση από τον άνεμο σωματιδίων σκόνης: Η δυσμενέστερη περίπτωση για τη δημιουργία σκόνης είναι η επικράτηση ισχυρών ανέμων υπό ξηρές συνθήκες. Σύμφωνα με την UPESA, οι εκπομπές της σκόνης από τη δράση του ανέμου εξαρτώνται, κυρίως, από τον αριθμό των ημερών κατά τις οποίες η ταχύτητα του ανέμου υπερβαίνει τα 5 m/sec, καθώς και από άλλους παράγοντες. Τις μέρες με υψηλή βροχόπτωση (μεγαλύτερη από τα 0,25 mm) δεν εκλύονται εκπομπές σκόνης.

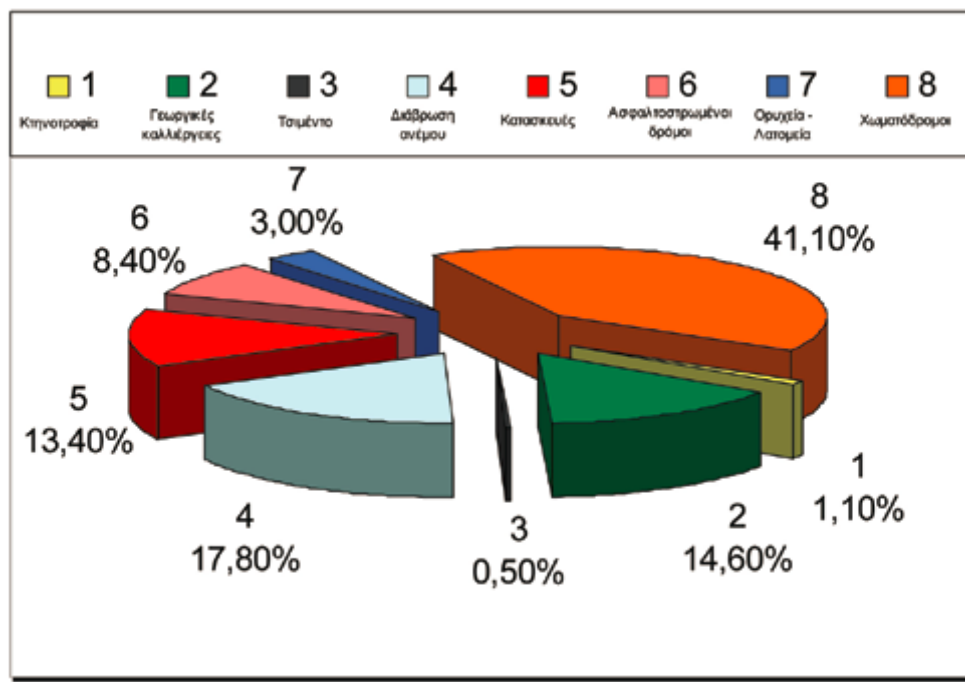
(ii) Χωματοουργικές εργασίες: Όπως και στην περίπτωση της σκόνης από την κίνηση οχημάτων, όταν πνέουν άνεμοι, τα υλικά οικοδομής δημιουργούν σκόνη σε μικρή απόσταση από το έργο. Τα σωματίδια σκόνης που έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από 30 μm καθιζάνουν στο έδαφος, σε απόσταση μόνο λίγων μέτρων. Τα μικρότερα συμπαρασύρονται από τον άνεμο και μεταφέρονται σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις. Οι συγκεκριμένες επιπτώσεις είναι μικρής χρονικής διάρκειας και αναστρέψιμες.

Μεταφορά, διανομή και αποθήκευση αδρανών υλικών: Η πρόσθεση αδρανών υλικών σε ένα σωρό ή η μεταφορά τους από αυτόν, όπως και η συνεχής απόθεσή τους, αποτελούν πηγές για τη δημιουργία σκόνης. Οι εκπομπές που δημιουργούνται στην περίπτωση αυτή εξαρτώνται κυρίως από:

- Το ποσοστό του εδάφους σε ιλύ
- Την μέση ταχύτητα του ανέμου
- Το ύψος πτώσης
- Την περιεχόμενη στο υλικό υγρασία

Εκτίμηση εκπομπών σκόνης:

Για την εκτίμηση των εκπομπών σκόνης κατά τη φάση κατασκευής του έργου, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη αντίστοιχες μελέτες για άλλα αιολικά πάρκα, όπως, για παράδειγμα, τις αντίστοιχες με την εφαρμογή του μοντέλου Mech της USEPA. Στις περιπτώσεις αυτές, το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των εκπομπών από τις σημαντικότερες ανοικτές πηγές σκόνης, δηλαδή από το χειρισμό υλικών κατά τις εργασίες στο εργοτάξιο και από τις εργασίες δόμησης του έργου. Τα αποτελέσματα εφαρμογής του μοντέλου για το παραπάνω σενάριο, δίνουν ρυθμό εκπομπών σκόνης από όλο το χώρο του εργοταξίου ενός αιολικού πάρκου (θεωρούμενο σαν επιφανειακή πηγή), για τη δυσμενέστερη μέρα, ίσο με 2,5 g/s (τονίζεται ότι η τιμή αυτή είναι μάλλον ενδεικτική, δίνοντας μία τάξη τιμών και όχι την ακριβή, αφού δεν είναι γνωστά τα στοιχεία του εργοταξίου). Εντούτοις, από τις εκπομπές αυτές μόνο ένα ποσοστό παρουσιάζει ενδιαφέρον για παραπέρα διερεύνηση, όσον αφορά στις επιπτώσεις στον άνθρωπο. Έτσι, σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, μόνο το 34,9% του ολικού αιωρούμενου υλικού (TSP) που εκπέμπεται από εργασίες κατασκευής, αποτελείται από σωματίδια μικρότερης διαμέτρου των 10 μm, δηλαδή τα λεγόμενα PM-10 (Wathon, 1999). Είναι, όμως, γνωστό ότι τα PM-10 αποτελούν ουσιαστικό κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου, αφού αυτά, λόγω του μεγέθους τους, είναι εισπνεύσιμα και μπορούν να διεισδύσουν και να παραμείνουν στους βρόγχους. Μάλιστα, τα πιο επικίνδυνα είναι τα μικρότερα των 2,5 μm (PM-2,5), τα οποία είναι εισπνεύσιμα και μπορούν να διεισδύσουν στο κυτταρικό τοίχωμα των πνευμόνων (Graedel, 1988).



Κατανομή PM-10 στις ΗΠΑ ανά πηγή προέλευσης

Συμπερασματικά, από τις υπολογισθείσες εκπομπές, εκείνες οι οποίες ενδιαφέρουν περισσότερο είναι οι εκπομπές PM-10, που παραμένουν για μεγάλο χρόνο αιωρούμενες. Με βάση τα προαναφερθέντα, ο ρυθμός εκπομπής PM-10 κατά τη δυσμενέστερη ημέρα εργασίας εκτιμάται σε 0,01 - 0,02 g/s ή, διαφορετικά, σε 36 - 72 g/h. Για την αποτίμηση των παραπάνω εκπομπών αξίζει να αναφερθεί ότι οι εκπομπές PM-10 από τις 11 καμινάδες της λιγνιτικής μονάδας της ΔΕΗ στη Μεγαλόπολη κυμαίνονται από 1800 g/h (οι πιο «καθαρές») μέχρι 29000 g/h (οι πιο «βρώμικες»), για όλες τις ημέρες και ώρες του χρόνου. Εν συνεχεία και προκειμένου να υπάρχει μια καλύτερη εικόνα για τις επιπτώσεις στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον κατά την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου έγινε εφαρμογή του Gaussian μοντέλου διασποράς ρύπων SCREEN3 της USEPA. Για τον υπολογισμό των συγκεντρώσεων της σκόνης στη γύρω περιοχή μετά τη διασπορά τους, θεωρήθηκε το εργοτάξιο του έργου ως επιφανειακή πηγή αέριας ρύπανσης.

| A/A | Παραδοχή |
|-----|--|
| 1 | Το εργοτάξιο λήφθηκε ως επιφανειακή πηγή με γεωμετρικά χαρακτηριστικά παραλληλογράμμου |
| 2 | Ρυθμός εκπομπής σκόνης από το εργοτάξιο: $4 \cdot 10^{-6} \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ |
| 3 | Ταχύτητα επικρατούντος ανέμου: 6 m/s |
| 4 | Στάθμη σταθερότητας (κατά Pasquill) της ατμόσφαιρας: 4 (D) |
| 5 | Υπολογισμού επίπεδης τοπογραφίας |

Δεδομένα – Παραδοχές για την εφαρμογή του SCREEN 3

| A/A | Συγκέντρωση σκόνης ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Απόσταση από το κέντρο βάρους του εργοταξίου | Παρατηρήσεις |
|-----|---|--|--|
| 1 | 14,9 | 150 | Όρια εργοταξίου |
| 2 | 13,0 | 321 | Όρια εργοταξίου |
| 3 | 16,5 | 200 | Θέση μεγίστου |
| 4 | 1,5 | 2000 | Απόσταση από τα όρια του πλησιέστερου οικισμού |

Συγκεντρώσεις σκόνης PM-10 στην περιοχή γύρω από το εργοτάξιο

B) Κausαίρια στο χώρο του εργοταξίου

Ο υπολογισμός των εκπομπών των αέριων ρύπων λόγω μεταφοράς υλικών με βαρέα οχήματα γίνεται με βάση τον εκτιμώμενο αριθμό διελεύσεων βαρέων οχημάτων των ωρών αιχμής, την αναμενόμενη μέση διανυόμενη απόσταση ανά κίνηση βαρέως οχήματος (άδειο, γεμάτο) και τους ενδεικτικούς συντελεστές εκπομπής αέριων ρύπων σε g/οχηματοχιλιόμετρο, καθώς και την εκτίμηση ρυπαντικού φορτίου την ώρα αιχμής (kg/h), που φαίνονται στον Πίνακα. Επίσης, η επιβάρυνση αυτή είναι μικρής χρονικής διάρκειας και αναστρέψιμη.

| Ρύπος | CO | NO _x | HC | SO ₂ | TSP |
|--|------|-----------------|------|-----------------|------|
| Συντελεστής εκπομπής (g/οχηματο-χλμ.) | 11,9 | 6,0 | 3,9 | 1,3 | 1,03 |
| Ρυπαντικό Φορτίο (Kg/h) | 0,89 | 0,45 | 0,29 | 0,10 | 0,08 |

Συντελεστής εκπομπής αέριων ρύπων και ρυπαντικό φορτίο κατά την ώρα αιχμής για διάφορους ρύπους

| ΜΗΧΑΝΗΜΑ/ΟΧΗΜΑ | ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ | ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (λίτρα/ημέρα) |
|----------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Γερανός 45 τόνων | Ακάθαρτο πετρέλαιο | 50 |
| Γερανός 200 τόνων | Ακάθαρτο πετρέλαιο | 100 |
| Αντλία νερού | Ακάθαρτο πετρέλαιο | 40 |
| Προωθητήρας | Ακάθαρτο πετρέλαιο | 110 |
| Μηχανικός εκσκαφέας | Ακάθαρτο πετρέλαιο | 80 |
| Αεροσυμπιεστής | Ακάθαρτο πετρέλαιο | 40 |
| Ανατρεπόμενο όχημα | Ακάθαρτο πετρέλαιο | 80 |
| Φορτωτής | Ακάθαρτο πετρέλαιο | 40 |
| Θραυστήρας | Ακάθαρτο πετρέλαιο Βενζίνη | 180 5 |
| Αναμικτήρας σκυρ/τος | Βενζίνη | 17 |
| Πρέσα σκυρ/τος | Βενζίνη | 17 |

Ημερήσιες καταναλώσεις σε καύσιμα των οχημάτων/μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη φάση κατασκευής του έργου

Η εκτίμηση των επιπτώσεων στην ποιότητα του αέρα μπορεί να γίνει, για τις εκπομπές των καυσαερίων των φορτηγών και μηχανημάτων, θεωρώντας την ανωτέρω σύνθεση εργοταξίου με την εφαρμογή μοντέλου

διασποράς τύπου Gauss για τους ρύπους SO₂, CO, NO_x και σωματίδια. Εντούτοις, εκτιμάται ότι, λόγω του τύπου και της μικρής έκτασης που καταλαμβάνει συνήθως ένα αιολικό πάρκο, οι συνολικές αναμενόμενες εκπομπές είναι ιδιαίτερος μικρές, όπως και οι αναμενόμενες συγκεντρώσεις ρύπων.

Γ) Κausαέρια από μεταφορικά μέσα

Η ρύπανση από τη δραστηριότητα αυτή αφορά στις μεταφορές δομικών υλικών στο χώρο του εργοταξίου και εκτιμάται, επίσης, ότι είναι ασήμαντη. Σημειώνεται ότι τα σημαντικότερα υλικά που μεταφέρονται είναι σιδηρούς οπλισμός, λίθοι, θραυστό, άμμος, τσιμέντο, μηχανήματα. Βέβαια, οι επιπτώσεις αυτών των μεταφορών αφορούν περισσότερο στον κυκλοφοριακό θόρυβο, στο οδικό δίκτυο, στη διέλευση από οικισμούς και γενικά σε οχλήσεις στο ανθρωπογενές περιβάλλον, οπότε εξετάζονται και στα αντίστοιχα κεφάλαια.

Κατά τη λειτουργία του, ένα αιολικό πάρκο δεν προκαλεί καμία εκπομπή στην ατμόσφαιρα ή υποβάθμιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, δεδομένου ότι πρώτη ύλη του σταθμού είναι ο ίδιος ο άνεμος. Συνεπώς, η κατασκευή και η λειτουργία ενός αιολικού πάρκου θα προκαλέσει μια ελάχιστη (αναστρέψιμη) αύξηση της αέριας ρύπανσης μόνο κατά τη φάση κατασκευής του έργου.

Θετικές επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα

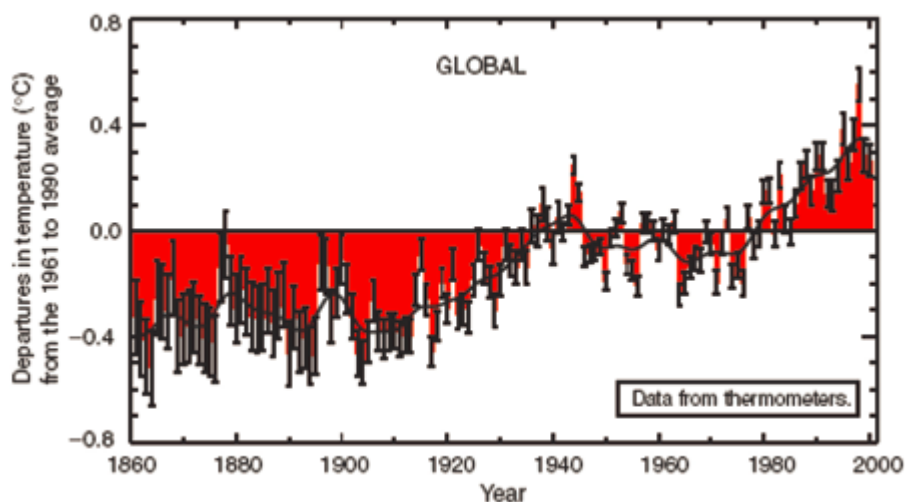
Αειφόρος ανάπτυξη και αιολική ενέργεια

Οι αρνητικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων στην ατμόσφαιρα είναι μικρής έκτασης και περιορίζονται μόνο στη φάση κατασκευής τους. Πλήθος μελετών που έχουν διεξαχθεί παγκοσμίως, έχουν αποτυπώσει τις αναμφισβήτητες θετικές επιπτώσεις από τη λειτουργία αιολικών πάρκων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Περαιτέρω, τα αιολικά πάρκα και οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας εν γένει, μπορούν να συνδράμουν αποφασιστικά στην επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης της Ελλάδας.

Η αειφόρος ανάπτυξη ορίζεται ως «ανάπτυξη η οποία καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να υποβιβάζει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες» (World Commission for Environment and Development, 1987). Η αειφόρος ανάπτυξη αποτελεί προτεραιότητα σε παγκόσμια κλίμακα και σχετίζεται άμεσα με τη μείωση κατανάλωσης φυσικών πόρων, μη ανανεώσιμων.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση και οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που προέρχονται από την κατανάλωση ορυκτών μη ανανεώσιμων πόρων για την παραγωγή ενέργειας αποτελούν μία σημαντική απειλή για την αειφόρο ανάπτυξη. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για τις κλιματικές αλλαγές (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) προέβλεψε ότι, χωρίς τη δραστική μείωση των εκπομπών των αέριων του θερμοκηπίου που προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, αναμένονται έντονες κλιματικές αλλαγές, οι οποίες έχουν τεκμηριωθεί πλέον με αδιάσειστα επιστημονικά στοιχεία. Η έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για τις κλιματικές αλλαγές (IPCC, 2007) καθιστά σχεδόν βέβαιη (το 90% των επιστημόνων που συνυπογράφουν την έκθεση το επιβεβαιώνουν) την υπαιτιότητα των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων για τη διατάραξη της ενεργειακής ισορροπίας του κλιματικού συστήματος του πλανήτη. Είναι χαρακτηριστικό ότι η συγκέντρωση του CO₂, του πλέον σημαντικού θερμοκηπικού αερίου, από 280 ppm (ppm: μέρη ανά εκατομμύριο) στην προ-βιομηχανική εποχή έχει αυξηθεί σε 379 ppm (2005). Η παραπάνω διακύμανση πρέπει να συγκριθεί με αυτήν των τελευταίων 650.000 ετών (180 με 300 ppm), για να αποτυπωθεί η σοβαρότητα της κατάστασης. Καθίσταται σαφές από τα παραπάνω ότι, επειδή οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια, δεν παράγουν αέρια του θερμοκηπίου ούτε άλλους ρύπους, όπως SO₂ ή NO_x, αναμένεται και πρέπει να αποτελέσουν τη βάση οποιουδήποτε μακροπρόθεσμου αειφόρου συστήματος παραγωγής ενέργειας. Οι πιο σημαντικές αέριες εκπομπές από την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι: CO₂, SO₂, NO_x και PM-10 (αιωρούμενα σωματίδια ≤ 10 micrometers). Η ποσότητα και η συγκέντρωση των ρύπων εξαρτώνται γενικά από τον τύπο του καυσίμου που καταναλώνεται.



Μεταβολές της θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης την περίοδο 1861 - 2000. Οι κόκκινες μπάρες συμβολίζουν τις μεταβολές της θερμοκρασίας από τη μέση τιμή της περιόδου 1961 - 1990. Η μαύρη γραμμή συμβολίζει την εξομαλυσμένη μεταβολή της χρονοσειράς και τα μαύρα διαστήματα τα σφάλματα. Πηγή: IPCC, 2001

Οι εκπομπές CO₂ σχετίζονται με την αναλογία του άνθρακα στα χρησιμοποιούμενα καύσιμα. Κάθε χρόνο εκλύονται στην ατμόσφαιρα περίπου 6 δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα (6 GtC) με τη μορφή CO₂, από τη χρήση ορυκτών καυσίμων – όπως είναι ο ορυκτός άνθρακας σε όλες τις μορφές (π.χ. λιθάνθρακας, λιγνίτης), το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο (Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης, 2003). Τις τελευταίες δεκαετίες, αυτές οι εκπομπές αυξάνονται με ρυθμό περίπου 2% ετησίως. Το 1990, η χρήση ορυκτών καυσίμων ευθυνόταν σχεδόν για το 60% των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Για το SO₂, η ποσότητα των εκπομπών ανά kWh παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από την αναλογία του θείου στο χρησιμοποιούμενο καύσιμο. Η αναλογία του θείου στο λιγνίτη είναι συγκριτικά μεγάλη, στον ορυκτό άνθρακα και στο πετρέλαιο είναι σχετικά μέτρια, ενώ το φυσικό αέριο δεν περιέχει σχεδόν καθόλου θείο. Σε αντίθεση με τα παραπάνω, οι εκπομπές NO_x δε σχετίζονται σε σημαντικό βαθμό με το χρησιμοποιούμενο καύσιμο. Οι εκπομπές NO_x παράγονται, κατά κύριο λόγο, κατά την καύση του αζώτου στον αέρα, και η παραγωγή τους εξαρτάται, κυρίως, από τη θερμοκρασία καύσης. Οι ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούν ενέργεια από την κίνηση

του αέρα και παράγουν μηχανική ενέργεια που στη συνέχεια τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια. Αφού δεν υπάρχει καύση για την παραγωγή αιολικής ενέργειας, δεν υπάρχουν και εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ή άλλων ρύπων. Μία συνηθισμένη ανεμογεννήτρια των 1.000 kW (1 MW) παράγει, κατά μέσο όρο, σε μια σχετικά καλή από απόψεως αιολικού δυναμικού θέση στην Ελλάδα, 3 εκατομμύρια κιλοβατώρες το χρόνο. Έτσι, αποτρέπεται η έκλυση περί των 3.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή απορροφούν ετησίως 4.000 στρέμματα δάσους ή αλλιώς 200.000 δέντρα.

Κύριος σκοπός ενός αιολικού πάρκου είναι η ηλεκτροπαραγωγή με την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, η οποία, όπως ήδη αναλύθηκε παραπάνω, είναι μια ανανεώσιμη και αειφόρος μορφή ενέργειας. Ο στόχος είναι, εκτός από την οικονομοτεχνική τους βιωσιμότητα, τα αιολικά πάρκα να οδηγήσουν σε ουσιαστική περιβαλλοντική ελάφρυνση. Συνοπτικά, ένα αιολικό πάρκο οδηγεί στα ακόλουθα:

- Αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
- Μείωση εκπομπών αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα
- Αποκεντρωμένη (περιφερειακή) ανάπτυξη
- Απεξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα
- Δημιουργία νέων τοπικών θέσεων εργασίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΝΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

4.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η κατάσταση του περιβάλλοντος, τοπικά άλλα και παγκόσμια, δεν αποτελεί όπως παλαιότερα σημείο ενδιαφέροντος μόνο των περιβαλλοντικών οργανώσεων, αλλά αντικείμενο προβληματισμού των κυβερνήσεων, της επιστημονικής κοινότητας και κάθε πολίτη χωριστά. Η ποιότητα του περιβάλλοντος διακυβεύεται τόσο σε μικρή και μέση κλίμακα (αστική ρύπανση, συρρίκνωση βιοποικιλότητας, μόλυνση υδάτων κ.ά), όσο και σε παγκόσμια κλίμακα (επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, απεμπλουτισμός της στιβάδας του όζοντος, κ.ά.). Στο πλαίσιο αυτό και προκειμένου να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα για την αντιμετώπιση του προβλήματος, είναι απαραίτητο να γίνει μια όσο το δυνατόν πληρέστερη αποτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης. Τα τελευταία χρόνια, η χρήση περιβαλλοντικών δεικτών έχει αποτελέσει κοινή πρακτική για την υλοποίηση της παραπάνω διαδικασίας. Ένα από τα πλέον αξιόπιστα σύνολα περιβαλλοντικών δεικτών είναι αυτό της μελέτης “2005 Environmental Sustainability Index”, εφεξής αποκαλούμενο ESI, που εκπόνησε το Yale Center for Environmental Law and Policy του Πανεπιστημίου Yale και το Center for the International Earth Science Information Network του Πανεπιστημίου Columbia, σε συνεργασία με το World Economic Forum και το Joint Research Centre της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η εν λόγω μελέτη συμπεριλαμβάνει τους δείκτες Core Set of Indicators (CSI) του Ευρωπαϊκού Γραφείου Περιβάλλοντος (European Environmental Agency) και περιέχει τους πληρέστερα ενημερωμένους δείκτες για την Ελλάδα. Σημειώνεται ότι η παραπάνω μελέτη αποτελεί βασικό εργαλείο της Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για το ΕΠΧΣ&ΑΑ για τις ΑΠΕ. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες του ESI, αποτιμούν ένα σύνολο

παραμέτρων που καθορίζουν την κατάσταση του περιβάλλοντος, όπως βιοποικιλότητα, έδαφος, ύδατα, αέρας, κλιματικοί παράγοντες κ.ά.

Από το σύνολο των 44 περιβαλλοντικών δεικτών αειφορίας του ESI, η Ελλάδα εμφανίζει ενθαρρυντική έως ουδέτερη εικόνα στους 27. Προβλήματα εμφανίζονται σε 17 επιμέρους περιβαλλοντικά ζητήματα, ανάμεσα στα οποία είναι και η μικρή διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η συνακόλουθη επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την λιγνιτική ηλεκτροπαραγωγή. Παρουσιάζονται οι τιμές εκείνων των δεικτών για την Ελλάδα που αφ’ ενός αποτυπώνουν μια προβληματική κατάσταση και αφ’ ετέρου αναδεικνύουν την αναγκαιότητα άμεσης προώθησης των ΑΠΕ. Στον Πίνακα αυτόν, δίνονται οι τιμές των περιβαλλοντικών δεικτών για την Ελλάδα, καθώς επίσης και οι αντίστοιχες τιμές των 25 κρατών-μελών της ΕΕ (ελάχιστη, μέγιστη και μέση).

Από την ανάλυση του Πίνακα είναι φανερό η υστέρηση της Ελλάδας, σε σχέση με τις άλλες χώρες της ΕΕ, στην ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή και στον περιορισμό της λιγνιτικής παραγωγής. Απόρροια της εκτεταμένης χρήσης ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι η υποβάθμιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας με άμεσο αντίκτυπο στην υγεία των πολιτών.

| Περιβαλλοντικός Δείκτης ESI | Τιμή (Ελλάδα) | Τιμές (25 κράτη-μέλη ΕΕ) | | | Σχόλια |
|---|---------------|--------------------------|-------|---------|---|
| | | Ελάχιστη | Μέση | Μέγιστη | |
| Εκπομπές άνθρακα ανά κάτοικο | 9,67 | 3,32 | 9,02 | 13,05 | χαμηλή διείσδυση ΑΠΕ στην ενεργειακή κατανάλωση |
| Εκπομπές SO ₂ ανθρωπογενούς προέλευσης ανά κατοικημένο km ² | 3,79 | 0,27 | 2,54 | 5,31 | η λιγνιτική ηλεκτροπαραγωγή και η χαμηλή συμμετοχή των ΑΠΕ κύρια αιτία της υψηλής τιμής του δείκτη |
| Οικο-αποτελεσματικότητα ενεργειακής παραγωγής | 2,68 | 0,00 | 6,67 | 32,40 | χαμηλή συμμετοχή ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα |
| Συχνότητα «Τοπικών Agents 21» | 3,67 | 0,89 | 17,35 | 155,41 | αναγκαιότητα για ευαισθητοποίηση του κοινού σε περιβαλλοντικά ζητήματα (κλιματική αλλαγή, μόλυνση ατμόσφαιρας, κ.ά) |
| Διασυνοριακά εξαγόμενο SO ₂ | 485,0 | 3,0 | 342,6 | 1.564,0 | βασικό αίτιο οι λιγνιτικές μονάδες στη Δυτική Μακεδονία |

Περιβαλλοντικοί δείκτες αιεφορίας ESI για την Ελλάδα και σύγκρισή τους με τις αντίστοιχες τιμές των κρατών-μελών της ΕΕ. Πηγή: Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για το ΕΠΧΣ&ΑΑ για τις ΑΠΕ

4.2 Ηλεκτροπαραγωγή και Πρωτόκολλο του Κιότο

Ο τομέας της ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα συνεισφέρει σημαντικά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, λόγω της μεγάλης συμμετοχής του λιγνίτη ο οποίος αποτελεί εγχώριο καύσιμο. Σύμφωνα με τις υποχρεώσεις που έχει αναλάβει η Ελλάδα απέναντι στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή και στο πλαίσιο του «Εθνικού Προγράμματος μείωσης εκπομπών αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου (2000 - 2010)» (ΦΕΚ 58 Α/5.03.2003, Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου 5 της 27.2.2003 και ΚΥΑ 54409/2632), την περίοδο 2008 – 2012 οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου επιτρέπεται να είναι αυξημένες κατά 25%, σε σχέση με τα επίπεδα των αντίστοιχων εκπομπών του έτους βάσης (έτος 1990 για CO₂, CH₄, N₂O και 1995 για HFCs, PFCs, SF₆). Σύμφωνα με το προαναφερθέν πρόγραμμα, οι ΑΠΕ (ηλεκτροπαραγωγή και θερμικές χρήσεις) καλούνται να συμβάλουν κατά 35,5% στη συνολική προσπάθεια που πρέπει να καταβληθεί από τη χώρα για την υλοποίηση των δεσμεύσεων του Πρωτοκόλλου του Κιότο (μείωση εκπομπών, λόγω ΑΠΕ, κατά 6.459.000 τόνους ισοδύναμου CO₂/έτος, σε σύνολο μείωσης εκπομπών 18.208.000 τόνων ισοδύναμου CO₂/έτος).

Σύμφωνα με την Οδηγία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας 2001/77/ΕΚ, της οποίας στόχος είναι η κάλυψη του 22,1% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ μέχρι το 2010 στην Ε.Ε., η Ελλάδα οφείλει να επιτύχει κάλυψη κατά 20,1% της κατανάλωσης ηλεκτρισμού από ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ. Με δεδομένο ότι η συμβολή των μεγάλων ΥΗΕ (που συνυπολογίζονται στο στόχο της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ) δε θα υπερβεί το 6,7% της κατανάλωσης του 2010 (~68 TWh), έπεται ότι το ποσοστό 13,4% θα πρέπει να προέρχεται από τις λοιπές ΑΠΕ. Αυτό σημαίνει ότι, με βάση τη σημερινή κατανομή, η εγκατεστημένη ισχύς των ΑΠΕ (εκτός των μεγάλων ΥΗΕ) πρέπει να φθάσει τα 3.900 MW περίπου, εκ των οποίων τα 3.372 MW θα πρέπει να είναι αιολικά πάρκα (Πηγή: 3η Εθνική Έκθεση για τις ΑΠΕ, Υπουργείο Ανάπτυξης, Οκτώβριος 2005). Η κυριότερη πηγή καυσίμου είναι ο εγχώριος λιγνίτης μικρής θερμογόνου δύναμης (70 εκατ. τόνοι) που, κατά το 2005, κάλυψε το 55,9% του συνόλου των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια. Το πετρέλαιο, κυρίως για την κίνηση ηλεκτροπαραγωγικών εγκαταστάσεων νησιωτικών συστημάτων μη συνδεδεμένων με την ηπειρωτική χώρα συμμετείχε με ποσοστό 13,5%. Το φυσικό αέριο, προερχόμενο από εισαγωγές από τη Ρωσία και σε μορφή LNG από την Αλγερία, κάλυψε το 12,9%. Κατά το ίδιο έτος, τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα παρήγαγαν το 9,1% (καλή υδρολογική χρονιά). Τέλος, η αιολική ενέργεια, τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα, η βιομάζα και τα φωτοβολταϊκά παρήγαγαν ποσοστό της τάξης του 3,1%, ενώ οι εισαγωγές - εξαγωγές κάλυψαν το υπόλοιπο 5,5% (Πηγή: 3η Εθνική Έκθεση για τις ΑΠΕ, Υπουργείο Ανάπτυξης, Οκτώβριος 2005). Δηλαδή, κατά το 2005, η Ελλάδα κάλυψε την ηλεκτρική της κατανάλωση από πράσινη ενέργεια σε ποσοστό 12,2%, έναντι στόχου 20,1% για το 2010. Η χώρα μας είναι υποχρεωμένη να ακολουθήσει τις διεθνείς δεσμεύσεις. Σημειώνονται ιδιαίτερα οι παρακάτω αναφορές:

1. Στο πλαίσιο της ενιαίας πολιτικής της Ε.Ε. και της κατανομής των ευθυνών μεταξύ των χωρών μελών σχετικά με το Πρωτόκολλο του Κιότο, που συμφωνήθηκε το 1998, η Ελλάδα έχει δεσμευτεί να μην αυξήσει τις εκπομπές των 6 αερίων του θερμοκηπίου πάνω από 25% (μέσος όρος πενταετίας 2008 - 2012), με βάση τις εκπομπές του 1990 (ΠΥΣ 5/27.2.2002, Ν. 3017/02).

2. Στην εγκεκριμένη από την Ελληνική Κυβέρνηση Ελληνική Στρατηγική προς τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (2002), επαναλαμβάνεται η παραπάνω δέσμευση, ενώ γίνεται σε διάφορες περιπτώσεις ρητή αναφορά στις ΑΠΕ. Μεταξύ άλλων, αναφέρονται τα εξής: «Στόχος της Στρατηγικής μας είναι η Δραστική αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ, με πρώτο στόχο την αύξηση της συμμετοχής τους στην ηλεκτροπαραγωγή το 2010 στο 20%, σύμφωνα και με σχετική κοινοτική οδηγία».

3. Στην Πράσινη Βίβλο για την ασφάλεια της ενεργειακής τροφοδοσίας COM (2000), αναφέρεται ότι οι εθνικές, περιφερειακές και τοπικές κανονιστικές διατάξεις θα πρέπει να προσαρμοστούν σε επίπεδο πολεοδομικού σχεδιασμού και χρήσεων γης, προκειμένου να δοθεί σαφής προτεραιότητα στην εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ για ηλεκτροπαραγωγή.

4. Στον πρόσφατο Νόμο 3468/2006 και στο άρθρο 27, παράγραφος 9, αναφέρεται ρητά ότι:

«Η συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, καθορίζεται σε ποσοστό 20,1% μέχρι το 2010 και σε ποσοστό 29% μέχρι το 2020, κατά τα προβλεπόμενα στο άρθρο 3 της Οδηγίας.»

Τέλος, υπογραμμίζεται ότι το νέο πακέτο ενεργειακής πολιτικής που έχει αποφασισθεί από το Συμβούλιο των Κρατών Μελών τον Μάρτιο του 2007 και η νομική εφαρμογή του με τη νέα Οδηγία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας που ανακοίνωσε στα μέσα Ιανουαρίου 2008 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, περιλαμβάνουν τη

Πτυχιακή Εργασία: Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

νομική και πολιτική δέσμευση της Ευρώπης να πετύχει μέχρι το 2020 του ακόλουθους στόχους:

20% συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό της ισοζύγιο

20% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με το 1990

20% εξοικονόμηση ενέργειας

10% συμμετοχή των βιοκαυσίμων στις μεταφορές

Η πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που ανακοινώθηκε στις 23 Ιανουαρίου 2008 προβλέπει για την Ελλάδα τους ακόλουθους δεσμευτικούς στόχους:

1. 18% συμμετοχή των ΑΠΕ στην τελική ενεργειακή κατανάλωση της χώρας το 2020 από 6,9% που

ήταν το 2005,

2. Συμμετοχή των κλάδων της οικονομίας που περιλαμβάνονται στην Οδηγία για την Εμπορία Δικαιωμάτων (EU-ETS sectors) στην επίτευξη του ευρωπαϊκού δεσμευτικού στόχου για μείωση 21% των εκπομπών το 2020 σε σχέση με το 2005.

3. Μείωση των εκπομπών από τους non EU-ETS τομείς κατά 4% το 2020 σε σχέση με το 2005. Ειδικά για την ηλεκτροπαραγωγή, ο στόχος για συνολική συμμετοχή 18% ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο, σημαίνει παραγωγή πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας ίσης περίπου με 35% της εγχώριας εθνικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού. Έτσι σήμερα, ο στόχος του 29% που για πρώτη φορά νομοθετήθηκε επίσημα από την Ελληνική Βουλή με το Ν.3468/2006 φαντάζει ήδη συντηρητικός.

Στην 4η Ημερίδα της ΕΛΕΤΑΕΝ που πραγματοποιήθηκε την 15η Φεβρουαρίου 2008, ανακοινώθηκε ένα ενδεικτικό σενάριο που (με πάρα πολύ αυστηρές για την αιολική ενέργεια υποθέσεις) για να πετύχει το στόχο ΑΠΕ, τον επιμέρους στόχο 10% για τα βιοκαύσιμα και τον στόχο για 20% εξοικονόμηση ενέργειας

απαιτεί το 2020 στην ηλεκτροπαραγωγή:

- Αιολικά Πάρκα: 9.400 MW
- Υδροηλεκτρικά: 4.100 MW
- Φωτοβολταϊκά: 1.000 MW
- Γεωθερμία: 100 MW
- Βιομάζα: 100 MW

Αυξημένες απαιτήσεις εγκατάστασης αιολικών πάρκων μπορεί να προκύψουν, από: την μη υλοποίηση αυτών των ανωτέρω υποθέσεων για τις λοιπές ΑΠΕ (βιοκαύσιμα, βιομάζα, νερά), την αποτυχία της επίτευξης του στόχου της εξοικονόμησης ενέργειας, την ανάγκη επίτευξης του ευρωπαϊκού στόχου 20% για μείωση των εκπομπών ΑΦΘ, αν το υπόλοιπο ενεργειακό μίγμα της χώρας παραμείνει εξαιρετικά ρυπογόνο, την πιθανή ανάγκη επίτευξης αυξημένης μείωσης εκπομπών ΑΦΘ 30% σε ευρωπαϊκό επίπεδο για το 2020. Όπως αναφέρθηκε, αν η δομή της ηλεκτροπαραγωγής της Ελλάδας παραμείνει η ίδια με σήμερα, θα πρέπει να καταβάλλονται από το 2013 και μετά περίπου 2,2 δις € το χρόνο για αγορά δικαιωμάτων εκπομπής της ηλεκτροπαραγωγής, δηλαδή περίπου επιπλέον κόστος 35 €/MWh, με αποτέλεσμα οι τιμές του ρεύματος να επιβαρυνθούν περίπου κατά 45% σε σημερινές τιμές.

Συμβολή ενός αιολικού πάρκου στην ατμόσφαιρα

Για να γίνει πιο κατανοητή η συμβολή που έχει ένα αιολικό πάρκο στην ποιότητα της ατμόσφαιρας, θα εκτιμηθούν οι ποσότητες των ρύπων που αποφεύγονται με την λειτουργία ενός υποθετικού αιολικού πάρκου ισχύος 40 MW.

Αν το παραπάνω υποθετικό αιολικό πάρκο χωροθετηθεί σε μια περιοχή με μέσο προς καλό αιολικό δυναμικό (2.750 ισοδύναμες ώρες λειτουργίας), εκτιμάται ότι η ετήσια ενεργειακή παραγωγή του θα είναι της τάξης των 110.000 MWh.

Το εν λόγω αιολικό πάρκο μπορεί να συμβάλλει αποφασιστικά στην εκπλήρωση των εθνικών στόχων, στο πλαίσιο της κύρωσης του Πρωτοκόλλου του Κιότο για τη μείωση των αερίων θερμοκηπίου σε εθνικό επίπεδο. Για την Ελλάδα, ο αντίστοιχος ενδεικτικός στόχος είναι η κάλυψη του 20,1% της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ

(περιλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων) ως το 2010. Όπως αναφέρθηκε το 2005, η ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ (συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων ΥΗΕ) ήταν 12,2% της συνολικής κατανάλωσης, ενώ το 2003 το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 11,5% (όπου και πάλι παρατηρήθηκε μια καλή υδρολογική χρονιά και η παραγωγή από τα μεγάλα ΥΗΕ ήταν 11,5% της κατανάλωσης).

Βασίζόμενοι στις βελτιώσεις της τεχνολογίας και στους ρυθμούς ανάπτυξης της αγοράς αιολικής ενέργειας, η συνεισφορά στη μείωση των εκπομπών, κυρίως του CO₂, μπορεί να υπολογιστεί. Η τιμή αυτής της μείωσης εξαρτάται από την αντίστοιχη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που θα είχε παραχθεί χωρίς τη χρήση της αιολικής ενέργειας. Η συγκρινόμενη μέση τιμή της ποσότητας CO₂ που θα είχε παραχθεί από τις κυρίαρχες σήμερα συμβατικές τεχνολογίες ορυκτών και υγρών καυσίμων είναι της τάξης των 0,8 kg/kWh, για τις ελληνικές συνθήκες, σύμφωνα με μελέτη που εκπονήθηκε για λογαριασμό της Διεύθυνσης Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας της ΔΕΗ (ΔΕΜΕ/ΔΕΗ). Μελέτη που προετοιμάστηκε από την εταιρεία BTM Consult ApS για την Ευρωπαϊκή Ένωση εκτιμά το ως άνω ποσό σε 0,6 kg/kWh. Άλλες, όμως, μελέτες υπολογίζουν την ποσότητα αυτή έως και 1,0625 kg/kWh (Οδηγός Ενεργειακών Επενδύσεων, Υπ. Ανάπτυξης). Λαμβάνοντας υπόψη ότι η συνολική διατιθέμενη ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, για το υποθετικό αιολικό πάρκο ισχύος 40 MW, εκτιμάται στις 110.000 MWh περίπου, συμπεραίνεται ότι αποφεύγεται η εκπομπή περίπου 93.000 τόνων CO₂ ετησίως στην ατμόσφαιρα.

| Αποφυγή αερίων ρύπων | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|------|-----------------|------|-----------|
| | CO ₂ | SO ₂ | CO | NO _x | HC | Σωματίδια |
| Ειδικές εκπομπές αερίου ρύπου (g/kWh) | 850 | 15,5 | 0,18 | 1,2 | 0,05 | 0,8 |
| Συνολική αποφυγή αερίων ρύπων (tn/έτος) | 92.945,8 | 1.694,9 | 19,7 | 131,2 | 5,5 | 87,5 |

Ποσότητες αερίων ρύπων (σε g/kWh και tn/έτος) που δεν εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, λόγω της λειτουργίας του αιολικού πάρκου. Τα δεδομένα των ειδικών εκπομπών έχουν ληφθεί από τον οδηγό ενεργειακών επενδύσεων που εκδόθηκε από το Υπ. Ανάπτυξης για τη δεύτερη προκήρυξη των μέτρων 2.2. και 3.2. του ΕΠΕ/Β'ΚΠΣ

το αιολικό πάρκο θα συμβάλει στην εξοικονόμηση συμβατικού καυσίμου και στη μείωση των αερίων ρύπων.

| Εξοικονόμηση συμβατικού καυσίμου | | |
|---|---------------|--------|
| Παραγωγή τελικής ηλεκτρικής ενέργειας από Α/Π | 109.348 | MWh/y |
| Βαθμός απόδοσης σταθμών ΔΕΗ | 35,0% | |
| Υποκατάσταση πρωτογενούς συμβατικής ενέργειας | 312.423 | MWh/y |
| Θερμογόνος δύναμη mazut | 11,45 | kWh/kg |
| Υποκατάσταση καυσίμου | 27.286 | tn/y |

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη λειτουργία του αιολικού πάρκου και επαγόμενη υποκατάσταση ορυκτών καυσίμων

Όσον αφορά σε μερικές αρχικές εκτιμήσεις για την Ανάλυση στη διάρκεια ζωής, αξίζει να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με στοιχεία του International Energy Agency (IEA), η επιβάρυνση από CO₂ που αναλογεί στη φάση κατασκευής του εξοπλισμού ενός αιολικού πάρκου είναι 7 - 9 g/kWh (άρθρο στην περιοδική έκδοση της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας – ΕΛΕΤΑΕΝ, της Ρέας Τασίου, τέως Προέδρου της ΕΛΕΤΑΕΝ).

| Ανάλυση στη διάρκεια ζωής: Ετήσια Εξοικονόμηση CO ₂ | | |
|--|------------------------------|--------------------------|
| | Συντελεστής LCA | tn CO ₂ /έτος |
| Αιολική Ενέργεια | 9 g CO ₂ /kWh | 984 |
| Σημερινό μείγμα καυσίμου ΔΕΗ | 3.350 g CO ₂ /kWh | 366.316 |
| Εξοικονόμηση ρύπων CO ₂ ετησίως | | 365.332 |

Ετήσια εξοικονόμηση CO₂ (σε tn CO₂/έτος) από τη λειτουργία του υπό μελέτη αιολικού πάρκου

Η αξιοποίηση ενός «καθαρού» προϊόντος, όπως είναι ο αέρας, η μη χρήση τοξικών ουσιών ή εκπομπών που να συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής, τα μέτρα προστασίας και ο σωστός σχεδιασμός, η μικρή κλίμακα του έργου, η μη παραγωγή κανενός είδους στερεών, υγρών ή αερίων αποβλήτων, και η μη ύπαρξη ιονίζουσας ακτινοβολίας συντελούν, ώστε να μην υπάρχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, άμεσο και ευρύτερο. Η λειτουργία του υποθετικού αιολικού πάρκου θα έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση σημαντικής ποσότητας πρωτογενούς ενέργειας την οποία θα παρήγαγαν συμβατικοί σταθμοί παραγωγής.

Τα σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα των περισσότερων ανεπτυγμένων χωρών, καθώς και της χώρας μας (π.χ. Αθήνα, Πτολεμαΐδα, Μεγαλόπολη κ.λπ.), καθιστούν την αιολική ενέργεια ιδιαίτερα ελκυστική σε σχέση με την προστασία του περιβάλλοντος. Διάφορα ενδεχόμενα προβλήματα από την αξιοποίηση της αιολικής

ενέργειας μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά, με την προσεκτική επιλογή της θέσης εγκατάστασης, αλλά και με την εξέλιξη της τεχνολογίας.

Επισημαίνεται ότι τέτοιου είδους επενδύσεις βοηθούν σημαντικά στην καταπολέμηση της επιδείνωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου, και για αυτό προωθούνται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και από την ελληνική Πολιτεία. Από τα ανωτέρω είναι σαφές και αδιαμφισβήτητη η ανάγκη και η βούληση της ελληνικής Πολιτείας να προτάξει το στόχο της μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και της μεγάλης διείσδυσης των Α.Π.Ε. στο ενεργειακό μας σύστημα, δεδομένης μάλιστα της ούτως ή άλλως μικρής αλλοίωσης που επιφέρουν οι εγκαταστάσεις αυτές στα δάση.

Επομένως από την λειτουργία του αιολικού πάρκου του παραδείγματος θα προκύψουν:

- μείωση των εκλυόμενων ρύπων (CO₂, NO_X, CO κ.ά.), σε σύγκριση με τη λειτουργία λιγνιτικού ή πετρελαϊκού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με αποτέλεσμα την ελάττωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, με θετικές συνέπειες στις κλιματικές αλλαγές και στην υγεία των πολιτών.
- οφέλη για την εθνική οικονομία, καθώς υποκαθίστανται με την αιολική ενέργεια σημαντικές ποσότητες ορυκτών καυσίμων.
- νέες θέσεις εργασίας κατά τη φάση κατασκευής και λειτουργίας του αιολικού πάρκου.

• Η περιοχή εγκατάστασης του αιολικού πάρκου θα μπορούσε να αποτελέσει πόλο ήπιας τουριστικής ανάπτυξης, αφού με την κατάλληλη διαφήμιση και προώθηση θα ελκύει επισκέπτες για εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, καθώς και για σχολικές εκδρομές. Από την άλλη πλευρά, το κοινωνικό κόστος έχει και τοπική και παγκόσμια διάσταση, η δεύτερη εκ των οποίων είναι ιδιαίτερα σημαντική, μιας και αναφέρεται στις επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αν και δεν είναι εύκολο να ποσοτικοποιηθεί αυτό το κόστος, με συνέπεια να εμπεριέχεται σημαντικός βαθμός αβεβαιότητας, εκτιμήσεις της Ε.Ε. αναφορικά με τα ελληνικά δεδομένα, δίνουν την προσεγγιστική τιμή των 40 €/tn CO₂. Ανάγοντας το στοιχείο αυτό στο υπό μελέτη αιολικό πάρκο, προκύπτει ότι το σχετιζόμενο περιβαλλοντικό όφελος, λόγω της μη ύπαρξης εκπομπών CO₂ (93.000 τόνοι) κατά τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, είναι της τάξης των 3.720.000,00 € ετησίως. Πιο συγκεκριμένα, το πραγματικό κόστος ενέργειας οφείλει να περιλαμβάνει και το εξωτερικό κόστος (περιβαλλοντικό, κοινωνικό, δημόσια υγείας κ.λπ.), αυτό που δεν ενσωματώνεται σήμερα στις ενεργειακές τιμές, στρεβλώνοντας σε καθοριστικό βαθμό τον ανταγωνισμό των διαφόρων μορφών ενέργειας στην εγχώρια, αλλά και στη διεθνή, αγορά. Το εξωτερικό αυτό κόστος προέρχεται από μία μακρά σειρά εξωτερικών – δυσμενών- επιπτώσεων (externalities), που σχετίζονται με την παραγωγή, μεταφορά, μετατροπή και κατανάλωση των πρωτογενών ενεργειακών πόρων, όπως είναι οι επιπτώσεις στη δημόσια υγεία, οι επαγγελματικοί κίνδυνοι, οι υλικές ζημιές, το φαινόμενο του θερμοκηπίου κ.ά. Η έγκυρη μελέτη EXTERNE (2001), η οποία εκπονήθηκε από ερευνητές από όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και από τις Ηνωμένες Πολιτείες, επί μία 10ετία, υπολόγισε ποσοτικά το εξωτερικό κόστος των διαφόρων χρησιμοποιούμενων μορφών ενέργειας για κάθε κράτος μέλος χωριστά.

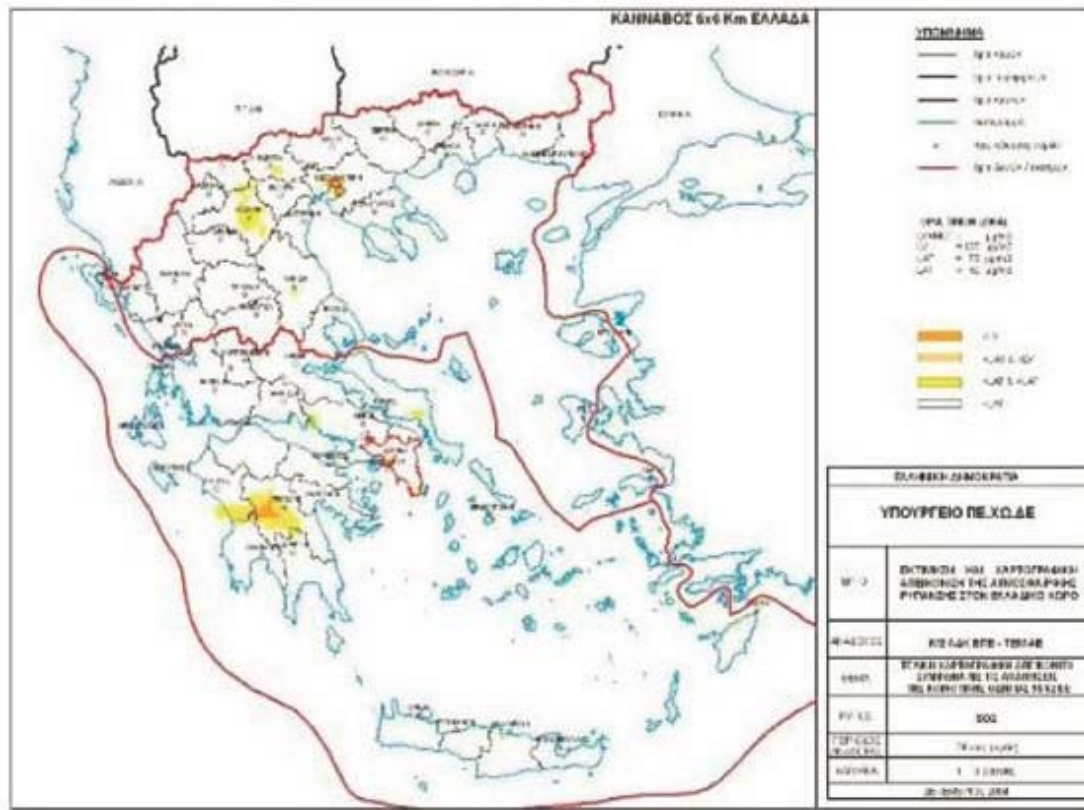
| Τεχνολογία | Εξωτερικό κόστος (€/MWh) |
|---------------|--------------------------|
| Λιγνίτης | 50 - 80 |
| Πετρέλαιο | 30 - 50 |
| Φυσικό Αέριο | 10 |
| ΑΠΕ (αιολικά) | 2,5 |

Εξω

τερικό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα. Πηγή: Μελέτη EXTERNE, Ευρωπαϊκή Ένωση & Η.Π.Α., Ιούλιος 2001

Είναι φανερό ότι, εάν οι παραπάνω τιμές (externalities) ενσωματωθούν, όπως είναι εύλογο, στο κόστος των διαφόρων ενεργειακών μορφών που χρησιμοποιούνται σήμερα στη χώρα μας, τότε η ανταγωνιστική τους θέση ανατρέπεται πλήρως υπέρ των ΑΠΕ.

Λιγότερο εμπειριστατωμένες εκτιμήσεις (Περιβαλλοντική Επιτροπή Nevada - USA) εκφράζουν ποσοτικά το περιβαλλοντικό κόστος για το NO_x σε 6.000 USD/tn και για το SO₂ σε 1.500 USD/tn. Ανάγοντας το στοιχείο αυτό στη δικιά μας περίπτωση των αιολικών πάρκων, συνάγεται ότι το σχετιζόμενο περιβαλλοντικό όφελος, λόγω της μη ύπαρξης εκπομπών NO_x (131 τόνοι) και SO₂ (1695 τόνοι), όπως προαναφέρθηκε, κατά τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, είναι της τάξης των 786.000 USD και 2.542.500 USD ετησίως, αντίστοιχα. Βάσει των ανωτέρω υπολογισμών, οι οποίοι έχουν ένα αυξημένο συντελεστή αβεβαιότητας ως προς τις εκτιμήσεις των NO₂ και SO₂, προκύπτει ενδεικτικά μια περιβαλλοντική επιβάρυνση της παραγόμενης kWh από ορυκτά καύσιμα, της τάξεως των 4 - 5 US-cents. Η τιμή αυτή θα πρέπει να επιβαρύνει το πραγματικό κόστος του προαναφερόμενου πίνακα, για να είναι και περιβαλλοντικά συγκρίσιμη με την παραγόμενη kWh από αιολικά συστήματα. Η σύγκριση αποβαίνει σαφώς προς όφελος της ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας, γιατί το αντισταθμιστικό κόστος από ορυκτά καύσιμα είναι το διπλάσιο περίπου. Καταληκτικά, λόγω των συνεχών βελτιώσεων των τύπων των ανεμογεννητριών και του μεγέθους αυτών, το κόστος της παραγόμενης kWh βαίνει συνεχώς μειούμενο και εκτιμάται ότι στο ορατό μέλλον η σημερινή τιμή των 5 US-cents θα προσεγγίσει τα 3 US-cents/kWh, οπότε η σύγκριση θα αποβαίνει ακόμη ευνοϊκότερη έναντι των ορυκτών καυσίμων. Τέλος, είναι σαφές ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια και η διοχέτευση αυτής στο δίκτυο της ΔΕΗ συμβάλλει ουσιαστικά στην αποφυγή μεγαλύτερης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τα εργοστάσια λιγνίτη που λειτουργούν στην Ελλάδα. Στο Σχήμα απεικονίζεται η επιβάρυνση σε SO₂ που υφίσταται η ατμόσφαιρα στις περιοχές της Ελλάδας που λειτουργούν λιγνιτικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής.



Χαρτογραφική Απεικόνιση 24ωρων μέσων συγκεντρώσεων SO₂ του ελλαδικού χώρου.
 Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, Διεύθυνση Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου, Εκτίμηση και Χαρτογραφική Απεικόνιση της Ρύπανσης στον Ελλαδικό Χώρο, 2004

4.3 ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ

Σε γενικές γραμμές ο περιβαλλοντικός θόρυβος δημιουργεί μία όχληση ποικίλης μορφής. Οι γενικότερες επιπτώσεις στην υγεία είναι πιθανά ελαφρές, πλην περιπτώσεων ατόμων που έχουν άσχημη υγεία ή ζουν σε άσχημες συνθήκες. Σχετικά άγνωστες είναι, όμως, οι επιπτώσεις σε ψυχοκοινωνικό επίπεδο, η ποιοτική και ποσοτική αποτίμηση των οποίων είναι ιδιαίτερα δύσκολη και πολύπλοκη. Συνήθως, οι φωνητικές επικοινωνίες, η ακρόαση μουσικής, καθώς και οι υπόλοιπες συνήθειες δραστηριότητες, διαταράσσονται όταν το επίπεδο του θορύβου ξεπερνά τα 60 dB(A), και σε αυτές τις περιπτώσεις οι συνομιλίες, για να γίνουν κατανοητές, απαιτούν ειδικές συνθήκες τοποθέτησης των συνομιλητών, όσον αφορά στη μεταξύ τους απόσταση. Σε περιπτώσεις θορύβου άνω των 75 dB(A), μία κανονική συνομιλία είναι αδύνατη. Διάφορες

έρευνες που έγιναν σε κατοίκους αστικών περιοχών, έδειξαν τη σημασία που δίνεται σε αυτήν τη μορφή όχλησης, ιδιαίτερα τις βραδινές ώρες και, γενικότερα, τις ώρες ξεκούρασης. Η διατάραξη του ύπνου είναι πολύ σημαντική για τα άτομα μεγάλης σχετικά ηλικίας, και κυρίως κατά την αρχή ή το τέλος του ύπνου.

Η πιο σημαντική παράμετρος, για να περιγράψει κανείς ένα θόρυβο (και γενικότερα έναν ήχο), είναι το μέγεθος της ακουστικής πίεσης. Η ακουστική πίεση που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο αυτί κυμαίνεται μεταξύ του κατωφλιού ακουστότητας (2×10^{-5} N/m²) και του ορίου μόνιμου βλάβης στο αυτί (50 έως 100 N/m²). Ο λόγος

των δύο παραπάνω πιέσεων είναι 1 προς 5.000.000 και, για να μειώσουμε αυτό το μεγάλο εύρος, χρησιμοποιούμε μια λογαριθμική κλίμακα. Εξάλλου, το ανθρώπινο αυτί αντιδρά σε αλλαγές της ακουστικής πίεσης μάλλον αναλογικά παρά απόλυτα.

Έτσι, για τη μέτρηση του ήχου (και επομένως του θορύβου) έχει καθιερωθεί η μονάδα decibel (dB). Το επίπεδο ακουστικής πίεσης, SPL (Sound Pressure Level) σε dB, ορίζεται, λοιπόν, ως το δεκαπλάσιο του δεκαδικού λογάριθμου του λόγου της έντασης του ήχου που εξετάζουμε προς την ένταση ενός ήχου αναφοράς.

Δείκτες περιβαλλοντικού θορύβου

Η γενική μορφή δείκτη περιβαλλοντικού θορύβου L_n είναι η στάθμη την οποία υπερβαίνει ο θόρυβος κατά το $n\%$ μίας ορισμένης χρονική περιόδου. Σε μία μεγάλη σειρά μετρήσεων περιβαλλοντικού θορύβου είναι δυνατός ο υπολογισμός μίας μέσης τιμής, η οποία ονομάζεται μέση στάθμη ή στάθμη L_{50} , και η οποία είναι η στάθμη που έχει ξεπεραστεί στο 50% του χρόνου παρατήρησης. Με βάση τη στατιστική ανάλυση, δημιουργούνται και άλλοι δείκτες αξιολόγησης, με κυριότερη τη μέση στάθμη κορυφής (Mean Peak Noise Level) L_{10} η οποία ξεπεράστηκε κατά το 10% του χρόνου παρατήρησης. Στους Βρετανικούς Κανονισμούς, ο δείκτης L_{10} (18ωρ) που είναι η αριθμητική μέση τιμή των 18 ξεχωριστών ωριαίων τιμών του L_{10} (καλύπτοντας τη χρονική περίοδο από 06:00 έως 24:00, κατά τις εργάσιμες ημέρες) έχει αποδειχτεί ότι εκφράζει καλή συσχέτιση του περιβαλλοντικού θορύβου με την όχληση στους ανθρώπους.[13] Επίσης, καλή συσχέτιση εκφράζει και η ισοδύναμη συνεχής στάθμη ήχου L_{eq} (08:00h - 20:00h). Ο δείκτης L_{eq} αντιπροσωπεύει ένα σταθερό επίπεδο θορύβου που, στη διάρκεια μίας χρονικής περιόδου, παράγει την ίδια ακουστική ενέργεια με το πραγματικό, κυμαινόμενο επίπεδο θορύβου που εξετάζεται. Χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ και σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες, για τη μέτρηση περιβαλλοντικού θορύβου. Με τον ίδιο τρόπο, όπως στο L_{10} , προσδιορίζεται η στάθμη κορυφής (Peak Noise Level) που ξεπεράστηκε κατά το 1% του χρόνου παρατήρησης (L_1), καθώς και η μέση στάθμη βάθους (background noise level) που ξεπεράστηκε κατά το 90% (κατ' άλλους ερευνητές κατά το 95%) του χρόνου παρατήρησης (L_{90} ή L_{95}), πάντα σε dB(A). Ο περιβαλλοντικός θόρυβος ειδικότερα, αποτελείται από ήχους διαφόρων εντάσεων και συχνοτήτων. Όμως, το ανθρώπινο αυτί έχει διαφορετική ευαισθησία στις διάφορες συχνότητες. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι προσομοίωσης του ανθρώπινου αυτιού, που δίνουν λιγότερη έμφαση σε κάποιες συχνότητες και περισσότερη σε άλλες. Για τον περιβαλλοντικό θόρυβο χρησιμοποιείται η κλίμακα A, που δίνει έμφαση στις συχνότητες γύρω στα 2.000 Hz, και τότε ο θόρυβος που καταγράφεται εκφράζεται σε dBA ή dB (A). Πρέπει να τονιστεί ότι η κλίμακα dB(A) είναι λογαριθμική και όχι γραμμική.

Γι' αυτό και το άθροισμα δύο θορύβων του ίδιου ακουστικού επιπέδου L_0 σε dB (A) θα έχει ως αποτέλεσμα, ασχέτως του επιπέδου, μία αύξηση 3dB (A), δηλαδή ένα συνολικό επίπεδο $L_0 + 3$ dB(A). Πρέπει να σημειωθεί ότι η διαφορά των 3 dB (A) στην άθροιση δύο θορύβων είναι πολύ δύσκολο να γίνει αντιληπτή από το αυτί. Μία αύξηση 10 dB(A) αυξάνει σημαντικά την ηχητική εντύπωση ή, γενικότερα, την ακουστική όχληση. Ανάλογα, μία μείωση κατά 10 dB (A) βελτιώνει αισθητά την εντύπωση. Το επίπεδο του θορύβου που προέρχεται από κάποια ηχητική πηγή μεμονωμένη και που βρίσκεται σε ανοιχτό χώρο, ελαττώνεται όσο απομακρυνόμαστε από αυτήν. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται στη διασπορά της ακουστικής ενέργειας

Πτυχιακή Εργασία: Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

από την πηγή προς όλες τις διευθύνσεις. Η ελάττωση του θορύβου, ανάλογα με την απομάκρυνση από την πηγή, είναι της τάξης των 6 dB (A), κάθε φορά που η απόσταση από την πηγή διπλασιάζεται και εφόσον η πηγή είναι σημειακή. Στην περίπτωση γραμμικής πηγής, όπως είναι μια οδός, η αντίστοιχη ελάττωση είναι της τάξης των 3 dB (A).

Επιτρεπόμενα όρια θορύβου

Στο πλαίσιο της Συνδιάσκεψης για την Πρόληψη του Θορύβου στις 7 - 9 Μαΐου 1980, στο Παρίσι, διαπιστώθηκε ότι το επίπεδο θορύβου στο εσωτερικό των σπιτιών δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 40 - 45 dB(A), και αυτό κατά τη διάρκεια της ημέρας (για τη νύχτα το επίπεδο αυτό καθορίστηκε στα 35 dB(A)).

Για να περιοριστεί ο θόρυβος σε αυτά τα επίπεδα στο εσωτερικό των σπιτιών, θεωρήθηκε ότι το ανώτατο επιτρεπτό όριο θορύβου πλησίον της ζώνης κατοικίας δεν πρέπει να ξεπερνά τα 60 - 65 dB(A) κατά τη διάρκεια της ημέρας και τα 50 - 55 dB(A) κατά τη διάρκεια της νύχτας. Σύμφωνα με τις βρετανικές ισχύουσες προδιαγραφές (United Kingdom Land Compensation Act του 1973),

καθορίστηκε ότι το επίπεδο θορύβου L10 για κυκλοφορία 18 ωρών δεν πρέπει να ξεπερνά τα 68 dB(A), που αντιστοιχεί σε $L_{eq}=65\text{dB(A)}$. Τα αντίστοιχα όρια, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία είναι L10 (18ώρου)=70dB(A) και $L_{eq}=67\text{dB(A)}$. Η υφιστάμενη ελληνική νομοθεσία με το ΠΔ 1180/81, παρά το γεγονός ότι δεν αφορά ειδικά στο θέμα της προστασίας του ακουστικού περιβάλλοντος από ανεμογεννήτριες, ορίζει τη μέγιστη επιβάρυνση από τις σταθερές μηχανολογικές εγκαταστάσεις πάσης φύσεως, για τις περιοχές κατοικίας, σε 50 dB(A), ανεξαρτήτως ώρας και ημέρας.

Γενικά για το θόρυβο από αιολικά πάρκα

Ο παραγόμενος θόρυβος κατά τη λειτουργία ενός αιολικού πάρκου είναι κυρίως:

1. αεροδυναμικός προερχόμενος από την περιστροφή των πτερυγίων,
2. μηχανικός προερχόμενος από τον πολλαπλασιαστή στροφών της ανεμογεννήτριας και από τη γεννήτρια. Η ηχητική διάδοση στις A/Γ αντιμετωπίζεται διαφορετικά, ανάλογα με την ιδιομορφία της πηγής. Γενικά, ισχύει ότι σε μια σημειακή ακίνητη πηγή η διάδοση ακολουθεί μια μείωση 6 dB, για κάθε διπλασιασμό της απόστασης πηγής - δέκτη. Για την εκτίμηση του θορύβου από την πηγή υπολογίζεται η ηχομείωση λόγω απόστασης και περίθλασης, καθώς και άλλες παράμετροι, όπως:
3. Ατμοσφαιρική απορρόφηση: Είναι σημαντική μόνο για περιπτώσεις αποστάσεων της τάξης άνω των 100 μέτρων και ηχητικών πηγών που χαρακτηρίζονται από σημαντική ενέργεια στις υψηλές συχνότητες.
4. Μετεωρολογικές συνθήκες: Η επίπτωση της διεύθυνσης του ανέμου, της θερμοκρασίας και της φύσης του εδάφους παίζουν σημαντικό ρόλο στη διάχυση του θορύβου.
5. Ανακλαστικό έδαφος και εμπόδια: Διάφορα εμπειρικά μοντέλα (π.χ. DELANY, BAZLEY) επιτρέπουν την αξιολόγηση της ηχομείωσης και των ανακλαστικών χαρακτηριστικών του εδάφους εισάγοντας την παράμετρο «αντίσταση στη ροή», που χαρακτηρίζει την ακουστική συμπεριφορά του εδάφους σε όλες τις συχνότητες. Έχει αποδειχθεί διεθνώς ότι ο θόρυβος που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες σε συνθήκες λειτουργίας (ταχύτητες ανέμου >4 m/sec) στο ανοικτό περιβάλλον, αναμιγνύεται με το θόρυβο του περιβάλλοντος χώρου (θόρυβος ανέμου, θρόισμα των φυλλωμάτων των δένδρων κλπ.) και, επομένως, μειώνεται η όποια δυσμενής αντίληψη προκαλείται από

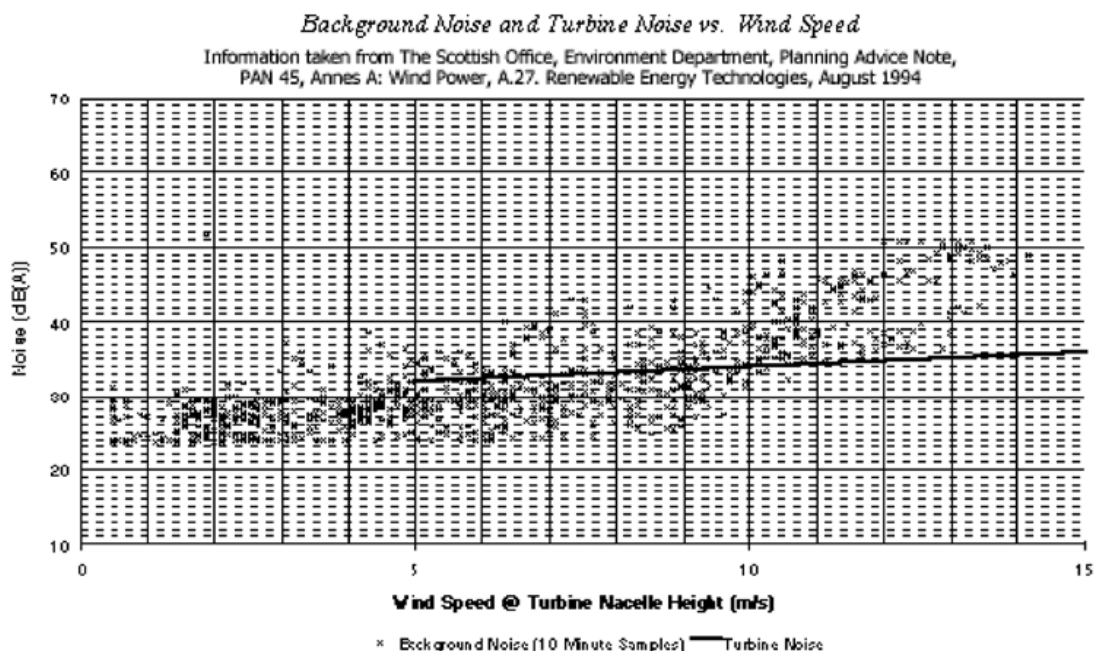
Πτυχιακή Εργασία: Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

την πηγή και μόνο, που προκαλεί το θόρυβο. Σε κατάσταση νηνεμίας και σε ταχύτητες ανέμου <4 m/sec δεν προκαλείται κανένας θόρυβος, αφού οι ανεμογεννήτριες παύουν τη λειτουργία τους. Αντίθετα, σε μεγάλες ταχύτητες ανέμου ο θόρυβος του περιβάλλοντος υπερκαλύπτει το θόρυβο των ανεμογεννητριών.

Στο Σχήμα απεικονίζεται το επίπεδο θορύβου μιας ανεμογεννήτριας (turbine noise) σε σχέση με τον περιβαλλοντικό θόρυβο (background noise), σε απόσταση 40 μέτρων από το ύψος της πλήμνης της Α/Γ και για διάφορες ταχύτητες ανέμου.

| Απόσταση πηγής θορύβου (m) | Δραστηριότητα/Πηγή | Τιμή θορύβου dB(A) |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|
| - | Επίπεδο ακοής | 0 |
| - | Νύχτα σε Αγροτική περιοχή | 20 - 40 |
| - | Ήσυχο δωμάτιο | 35 |
| 350 | Αιολικό πάρκο | 35 - 45 |
| 100 | I.X. αυτοκίνητο (40 km/h) | 55 |
| - | Γραφείο εργασίας | 60 |
| 100 | Φορτηγό (30 km/h) | 65 |
| 7 | Πνευματικό κομπρεσέρ | 95 |
| 250 | Απογείωση αεροσκάφους | 105 |
| - | Όριο πόνου αυτιού | 140 |

Επίπεδο θορύβου σε dB (A) διαφόρων πηγών θορύβου



Επίπεδο θορύβου μιας ανεμογεννήτριας σε σχέση με τον περιβαλλοντικό θόρυβο, σε απόσταση 40 μέτρων από το ύψος της πλήμνης της Α/Γ και για διάφορες ταχύτητες ανέμου.

Πηγή: Scottish Office, Environment Department

Οι ανεμογεννήτριες είναι γενικά μηχανές αθόρυβες, οι οποίες δεν προκαλούν ηχητική ρύπανση και ενόχληση στους κατοίκους της ευρύτερης περιοχής. Ο αεροδυναμικός θόρυβος ο οποίος δημιουργείται λόγω των στρεφόμενων περυγίων της μηχανής είναι ιδιαίτερα χαμηλός και, σε καμία περίπτωση, δεν μπορεί να συγκριθεί με τη στάθμη θορύβου αντίστοιχων συμβατικών σταθμών παραγωγής ενέργειας. Από τεχνολογικές μελέτες που έχουν διεξαχθεί από εκπαιδευτικά ιδρύματα και οργανισμούς (Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Υπουργείο Ενέργειας της Δανίας κ.λ.π.) προκύπτει ότι η στάθμη θορύβου μιας σύγχρονης ανεμογεννήτριας μέσου μεγέθους δεν ξεπερνάει τα 45,3 dB σε ακτίνα 150 μέτρων.

Μετρήσεις που έγιναν, στο πλαίσιο της διερεύνησης του προκαλούμενου θορύβου από τις εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων, στο αιολικό πάρκο που έχει εγκαταστήσει η Δ.Ε.Η. στην περιοχή Αγ. Τριάδα της Σάμου, κατέληξαν στο ότι σε απόσταση 50 μέτρων από το αιολικό πάρκο η στάθμη του θορύβου ήταν 48,9 dB(A), ενώ σε απόσταση 300 μέτρων ήταν 45 dB(A). Η ανακοίνωση των αποτελεσμάτων της έρευνας αυτής έγινε στο πλαίσιο του 5ου Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας που πραγματοποιήθηκε το 1997, στη Λέσβο, υπό την αιγίδα του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Μελέτη του θορύβου από αιολικό πάρκο

Για λόγους πληρότητας της μελέτης, στην παρούσα παράγραφο θα μελετηθούν τα επίπεδα θορύβου από μια τυπική ανεμογεννήτρια σύγχρονης τεχνολογίας. Στις σύγχρονες ανεμογεννήτριες έχουν ενσωματωθεί όλες οι πρόσφατες τεχνολογικές καινοτομίες, με αποτέλεσμα να είναι ακόμη πιο φιλικές προς τον περιβάλλοντα

χώρο. Διαθέτουν, δε, πτερύγια με ειδική διαμόρφωση, για τη μείωση του αεροδυναμικού θορύβου. Η ιδιαίτερα χαμηλή ταχύτητα περιστροφής της πτερωτής συμβάλλει επίσης στη μείωση των αεροδυναμικών θορύβων. Η εκτίμηση του θορύβου στην περιοχή γύρω από την ανεμογεννήτρια γίνεται με βάση τη μεθοδολογία του εξειδικευμένου λογισμικού DECIBEL του πακέτου WINDPro που έχει αναπτυχθεί από την EMD Enrglgr-og, Miljodata, Aalborg, Denmark, καθώς και από το λογισμικό του πακέτου Windfarm®. Για τους υπολογισμούς της ακουστικής επίπτωσης απαιτούνται τα ακόλουθα κύρια δεδομένα:

- η χωροθέτηση της ανεμογεννήτριας (συντεταγμένες x,y,z),
- το ύψος του πυλώνα (hub) των Α/Γ και η εκπομπή θορύβου στην πηγή (LWA_{ref}), σε μια συγκεκριμένη ταχύτητα ανέμου και πιθανόν σε διαφορετικές συχνότητες.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που δίνει ο κατασκευαστής για μία τυπική σύγχρονη ανεμογεννήτρια, η στάθμη θορύβου στην πηγή, για ταχύτητα ανέμου 8m/s, είναι 105 dB(A). Έτσι, για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε $LWA_{ref} = 105$ dB(A) δηλ. χρησιμοποιήθηκε η πιο δυσμενής περίπτωση θορύβου, για ασφαλή αποτελέσματα. Η επίδραση του θορύβου υπολογίζεται σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$LS=LW+DI+KO-DS-DL-DBM-DD-DG$$

όπου:

LS η στάθμη θορύβου σε απόσταση S από την Α/Γ

LW η στάθμη θορύβου στη πηγή

DI διεύθυνση ανύσματος σημείου - λαμβάνεται 0

KO γωνία ανύσματος σημείου - λαμβάνεται 3 dB

DS μέγεθος ανύσματος σημείου: $DS=10\log(4\pi S^2)$

DL συντελεστής απορρόφησης αέρος: $DL=\alpha LS$ με $\alpha L=0,00209$ dB/m

DBM συντελεστής απορρόφησης εδάφους:

$DBM=Max [0; 4,8-(h_q h_a)/S(17+300/S)]$ όπου h_q είναι το ύψος του hub και h_a είναι το ύψος του σημείου υπολογισμού

DD συντελεστής απορρόφησης χλωρίδας - λαμβάνεται 0

DG συντελεστής απορρόφησης κτιρίων - λαμβάνεται 0

Η επίδραση της τονικότητας (διαφορά στάθμης τόνου και θορύβου επικάλυψης) λαμβάνεται υπόψη ως ακολούθως:

- δεν υπάρχει επίδραση, για τονικότητα λιγότερη από 3 dB
- για τονικότητα 3 - 6 dB, η στάθμη θορύβου στην πηγή αυξάνεται κατά 3-6 dB
- για τονικότητα μεγαλύτερη από 6 dB, η στάθμη θορύβου στη πηγή αυξάνεται κατά 6 dB

Για τη μελέτη υποτέθηκε συνεχής 24ωρη λειτουργία όλων των Α/Γ κάθε ημέρα, επιλέχτηκε δηλαδή το δυσμενέστερο θεωρητικά σενάριο. Με βάση τις ισοθροβικές καμπύλες που προκύπτουν από την εκτέλεση του λογισμικού WindFarm, δεν αναμένεται να δημιουργηθεί ηχητική ενόχληση σε ζώνη πλάτους μεγαλύτερη των 250 - 300 μέτρων από τη θέση εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας. Όπως προαναφέρθηκε, σύμφωνα με το ΠΔ 1180/81, ορίζεται η μέγιστη επιβάρυνση από τις σταθερές μηχανολογικές εγκαταστάσεις πάσης φύσεως, για τις περιοχές κατοικίας, σε 50 dB(A), ανεξαρτήτως ώρας και ημέρας. Λόγω της απαίτησης της ισχύουσας νομοθεσίας για τις ελάχιστες αποστάσεις αιολικών πάρκων από οικισμούς (500 μ σύμφωνα με ΕΠΧΣ&ΑΑ για τις ΑΠΕ), δεν αναμένεται ουδεμία αύξηση των επιπέδων θορύβου στους οικισμούς που θα βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή της ανεμογεννήτριας.

Άλλες πηγες θορυβου

Οι κυριότερες δευτερογενείς αιτίες θορύβου εμφανίζονται, κυρίως, κατά την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου και είναι:

- Πρώτη και κυριότερη πηγή θορύβου είναι τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στο

εργοτάξιο, κινητά και ακίνητα, όπως μηχανήματα εκσκαφής ή χαλάρωσης εδαφών, φόρτωσης προϊόντων εκσκαφής, διάστρωσης και συμπίεσης υλικών, διατηρητικά μηχανήματα και μηχανήματα παραγωγής αδρανών και σκυροδέματος.

- Δεύτερη πηγή είναι η τυχόν χρήση εκρηκτικών για τη χαλάρωση εδαφών, εάν αυτά είναι βραχώδη ή πολύ συνεκτικά. Οι ανατινάξεις προκαλούν ισχυρό κρότο, αλλά και δόνηση του εδάφους.

- Τρίτη πηγή είναι ο θόρυβος από την κυκλοφορία βαρέων οχημάτων που μεταφέρουν τα υλικά εκσκαφών προς τους χώρους απόθεσης, αδρανή υλικά από λατομεία, έτοιμο σκυρόδεμα ή ασφαλτοσκυρόδεμα από τα εργοστάσια παραγωγής και κάθε άλλο υλικό που χρειάζεται για την κατασκευή του έργου

Ωστόσο, οι συνέπειες αυτές είναι προσωρινές, μικρής χρονικής διάρκειας, εκτείνονται κατά κύριο λόγο σε μικρή έκταση και είναι αναστρέψιμες.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του θορύβου κατά την κατασκευή τέτοιων έργων είναι η διακύμανσή του στο χρόνο. Τα εργοτάξια λειτουργούν συνήθως από τις 7 π.μ. έως τις 3 μ.μ. και, επομένως, δεν υπάρχει πρόβλημα τις απογευματινές, βραδινές και νυχτερινές ώρες.

Υπάρχουν δύο είδη θορύβων που μπορούν να προέλθουν από γραμμή μεταφοράς Υψηλής Τάσεως και να προκαλέσουν αύξηση της υπάρχουσας στάθμης θορύβου. Το ένα είδος αφορά σε θόρυβο προερχόμενο από το φαινόμενο CORONA και το άλλο είδος αφορά σε θόρυβο προερχόμενο από τον άνεμο.

Θόρυβος από το φαινόμενο CORONA

Το φαινόμενο CORONA, που είναι ηλεκτρικής φύσεως φαινόμενο, όταν εμφανίζεται σε γραμμή μεταφοράς Υψηλής Τάσης, προκαλεί θόρυβο με χαρακτηριστικό ήχο σαν «τριζοβόλημα». Οι παράγοντες που κυρίως επηρεάζουν το μέγεθος αυτού του θορύβου είναι η τάση λειτουργίας της γραμμής, η απόσταση από τη γραμμή και οι καιρικές συνθήκες. Το μέγεθος του θορύβου αυξάνεται με την ανύψωση της τάσεως της γραμμής μεταφοράς και μειώνεται πολύ όσο μεγαλώνει η απόσταση από την γραμμή (ένταση θορύβου αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της αποστάσεως από τους αγωγούς). Επίσης, ο θόρυβος από CORONA έχει αυξητική τάση σε υγρό καιρό και μειώνεται σε κανονικές καιρικές συνθήκες. Ο θόρυβος λόγω CORONA εμφανίζεται κυρίως σε γραμμές Υψηλής Τάσης άνω των 300 kV[13]. Σε γραμμές τάσεως 150 kV, υπό κανονικές καιρικές συνθήκες **δεν υπάρχει θόρυβος λόγω CORONA**, ενώ, αν ο καιρός είναι πολύ υγρός, μπορεί να εμφανισθεί, αλλά είναι πολύ μικρής εντάσεως και, σίγουρα, μη αντιληπτός στο ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής μελέτης.

Θόρυβος από τον άνεμο

Ο θόρυβος αυτός προέρχεται, κυρίως, από την πρόσπτωση του ανέμου στα μεταλλικά στοιχεία του πύργου, στις αλυσίδες των μονωτήρων και στους αγωγούς της γραμμής. Η εμφάνιση αυτού του θορύβου είναι ανεξάρτητη από τη λειτουργία ή μη της γραμμής μεταφοράς. Η ένταση του θορύβου αυτού εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου και την γωνία προσπτώσεως στα διάφορα στοιχεία της γραμμής. Μοιάζει με ήχο σφυρίγματος, και η ένταση του είναι μικρή και δεν προκαλεί ενόχληση στον

Πτυχιακή Εργασία: Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

άνθρωπο. Ειδικότερα, αναφέρεται πως ο συγκεκριμένος θόρυβος επικαλύπτεται από το γενικότερο θόρυβο που προκαλεί το φύσημα του ανέμου. Γενικά, και για τα δύο είδη θορύβων που αναφέρθηκαν πιο πάνω τα όρια του θορύβου είναι πολύ χαμηλότερα από αυτά που ορίζονται στο ΠΔ 1180/6.10.81, άρθρο 2, πίνακας 1, και δεν προκαλούν έκθεση ανθρώπων σε υψηλή στάθμη θορύβου.

Ακτινοβολίες

Δεν αναμένεται ουδεμία αύξηση των επιπέδων ακτινοβολίας από την εγκατάσταση και λειτουργία ενός αιολικού πάρκου, δεδομένου ότι οι ηλεκτρικές γεννήτριες των ανεμογεννητριών είναι μικρού μεγέθους και χαμηλής τάσης, εγκατεστημένες στην κορυφή του πυλώνα της και θωρακισμένες για πιθανές ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Αναφορικά με τις πιθανές επιπτώσεις των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων των έργων ηλεκτρικής διασύνδεσης ενός αιολικού πάρκου, θα πρέπει να αναφερθούν τα εξής:

- Ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία δε δημιουργούνται μόνο πέριξ των γραμμών μεταφοράς (υψηλή & υπερευψηλή τάση) και διανομής (μέση και χαμηλή τάση) ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά η ύπαρξή τους στον περιβάλλοντα χώρο είναι συνυφασμένη με την ίδια τη χρήση του ηλεκτρισμού. Έτσι, γύρω από οποιοδήποτε ηλεκτροφόρο στοιχείο (ηλεκτρικές οικιακές συσκευές, εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, ηλεκτρικές μηχανές) αναπτύσσεται ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο, τα μεγέθη των οποίων εξαρτώνται για δεδομένη θέση από την ένταση του ρεύματος.
- Δεδομένου ότι η ένταση των πεδίων αυτών εξασθενεί σημαντικά, όσο αυξάνεται η απόσταση από την πηγή που τα δημιουργεί (είναι αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της απόστασης πηγής-δέκτη), σε πολλές περιπτώσεις η χρήση οικιακών ηλεκτρικών συσκευών συνεπάγεται έκθεση σε τιμές μαγνητικού πεδίου (μαγνητικής επαγωγής) υψηλότερες από εκείνες που θα μπορούσαν να προέλθουν από παρακείμενες ηλεκτρικές γραμμές, αφού σε όλες τις δυνατές θέσεις παραμονής των ανθρώπων μεσολαβούν σημαντικές αποστάσεις ασφαλείας.
- Λόγω της εξαιρετικά χαμηλής συχνότητάς τους (50 Hz), τα πεδία αυτά μεταφέρουν πολύ μικρή ενέργεια ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, που δεν είναι ικανή να προκαλέσει βλαπτικά θερμικά ή γενετικά φαινόμενα στους ζώντες οργανισμούς. Επειδή η ένταση αυτών των πεδίων φθίνει γρήγορα, με την απόσταση από την πηγή που τα δημιουργεί, η τυχόν οπτική επαφή με ηλεκτρικές γραμμές δε συνεπάγεται αυτομάτως και επιβάρυνση από ηλεκτρικό ή μαγνητικό πεδίο.
- Από το σύνολο τόσο των επιδημιολογικών μελετών, όσο και των εργαστηριακών ερευνών που έχουν γίνει στην Ελλάδα και διεθνώς, δε συνάγεται καμία σχέση αιτίου - αποτελέσματος μεταξύ της έκθεσης των ανθρώπων στα πεδία αυτά και πιθανών βλαβών στην υγεία, ούτε έχει εξακριβωθεί κάποιος μηχανισμός βιολογικής επίδρασης στον ανθρώπινο οργανισμό.

Προκειμένου να υπάρξει αυστηρή τήρηση των κανόνων προστασίας του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας, η κατασκευή των γραμμών μεταφοράς, εκτός από τον Ελληνικό Κανονισμό (πρότυπο ΕΛΟΤ ENV 50166-1), πρέπει να ακολουθεί πιστά τις οδηγίες και τα όρια των αντίστοιχων διεθνών κανονισμών (Οδηγία ICNIRP - Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από μη Ιονίζουσες Ακτινοβολίες, του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, σύσταση της Επιστημονικής Επιτροπής του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης). Τον Ιούλιο του 1999 δημοσιεύθηκε η σύσταση του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης περί του περιορισμού της έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Στη σύσταση αυτή το Συμβούλιο υιοθετεί τα

Πτυχιακή Εργασία: Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

όρια της ICNIRP, μετά την επικύρωσή τους από την επιστημονική Συντονιστική Επιτροπή της Ευρωπαϊκής επιτροπής. Τα κοινά όρια της οδηγίας της ICNIRP και της σύστασης του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη συνεχή έκθεση του κοινού σε πεδία συχνότητας 50 Hz είναι:

- για τη μαγνητική επαγωγή: $B=100 \mu T$
- για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου: $E= 5000 V/m$

Τα παραπάνω όρια ισχύουν στην Ελλάδα βάσει της Κοινής Υπουργικής Απόφασης, Αριθμ. 3060 (ΦΟΡ) 238 (ΦΕΚ 512/Β/25.4.2002): «Μέτρα προφύλαξης του κοινού από τη λειτουργία διατάξεων εκπομπής ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλών συχνοτήτων». Η μη υπέρβαση των ορίων των Κανονισμών εξασφαλίζει την προστασία των ανθρώπων έναντι του ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου. Τονίζεται ότι τα παραπάνω όρια δεν είναι όρια επικινδυνότητας, αλλά εμπεριέχουν πολύ μεγάλους συντελεστές ασφάλειας

Στον Πίνακα που ακολουθεί δίνονται στοιχεία για τα τυποποιημένα είδη γραμμών Υψηλής Τάσης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς.

| Ονομαστική τάση (kV) | Κύκλωμα | Χαρακτηρισμός της γραμμής | Διατομή αγωγών (MCM) | Θερμικό όριο (MVA) |
|----------------------|---------|---------------------------|----------------------|--------------------|
| 66 | ΑΠΛΟ | E/66 | 336 | 36 |
| 66 | ΑΠΛΟ | B/66 | 636 | 89 |
| 66 | ΔΙΠΛΟ | 2B/66 | 636 | 2 x 89 |
| 150 | ΑΠΛΟ | E/150 | 336 | 117 |
| 150 | ΑΠΛΟ | B/150 | 636 | 202 |
| 150 | ΔΙΠΛΟ | 2B/150 | 636 | 2 x 202 |
| 400 | ΑΠΛΟ | B' B'/400 | 954 | 1400 |
| 400 | ΔΙΠΛΟ | 2B' B'/400 | 954 | 2X1400 |
| 400 | ΑΠΛΟ | B' B' B'/400 | 954 | 2000 |

Βασικά στοιχεία τυποποιημένων γραμμών Υψηλής Τάσης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς

Από μελέτες του Πανεπιστημίου Πατρών, έγιναν θεωρητικοί υπολογισμοί των πεδιακών εντάσεων στο περιβάλλον των γραμμών 66 kV και 150 kV του ελληνικού συστήματος. Οι υπολογισμοί έγιναν με παράμετρο την απόσταση των κάτω αγωγών της γραμμής από το έδαφος. Ως ελάχιστο της απόστασης αυτής θεωρήθηκαν τα 8 m, που είναι η ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση αγωγών 150 kV από το έδαφος λόγω τάσεως. Το ύψος των σημείων υπολογισμού από το έδαφος ελήφθη 2 m, ώστε να προκύψουν οι μέγιστες δυνατές τιμές πεδιακών εντάσεων για την έκθεση ανθρώπων.

Οι υπολογισμοί της μαγνητικής επαγωγής έγιναν για ένταση ηλεκτρικού ρεύματος 530 A για τις γραμμές ελαφρού τύπου και 780 A για τις γραμμές βαρέως τύπου. Οι τιμές αυτές προκύπτουν από τα θερμικά όρια των γραμμών και είναι οι μέγιστες επιτρεπτές εντάσεις λειτουργίας. Επειδή η μαγνητική επαγωγή είναι ανάλογη της εντάσεως του ρεύματος, είναι εύκολη η αναγωγή των τιμών των αποτελεσμάτων σε μικρότερες εντάσεις.

Στον Πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι μέγιστες τιμές του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου στο περιβάλλον των γραμμών Υψηλής Τάσης, όπως προέκυψαν από τους θεωρητικούς υπολογισμούς για απόσταση 8 m των κάτω αγωγών από το έδαφος.

| Τύπος γραμμής | E_{\max} [kV/m] | B_{\max} [μT] |
|---------------|----------------------|--------------------|
| E/66 | 0,98 | 17,8 |
| B/66 | 0,98 | 26,2 |
| 2B/66 | 1,11 | 15,3 |
| E/150 | 2,23 | 17,8 |
| B/150 | 2,23 | 26,2 |
| 2B/150 | 2,51 | 15,3 |

Θεωρητικές μέγιστες τιμές ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου στο περιβάλλον, για απόσταση 8 m των κάτω αγωγών από το έδαφος.

Αξίζει να αναφερθεί ότι οι παραπάνω υπολογισθείσες θεωρητικές τιμές αναφέρονται στις χειρότερες δυνατές συνθήκες (μέγιστη φόρτιση των γραμμών με ισχύ $2 \times 202 = 404$ MW ή ισοδύναμα 2×780 A, ελάχιστη απόσταση των αγωγών από το έδαφος κ.τ.λ.).

Λαμβάνοντας, δε, υπόψη ότι σε απόσταση μερικών δεκάδων μέτρων από τον άξονα της γραμμής μεταφοράς οι τιμές τόσο του ηλεκτρικού, όσο και του μαγνητικού πεδίου, ελαχιστοποιούνται και πρακτικά μηδενίζονται, τότε καθίσταται σαφές ότι ουδείς κίνδυνος υφίσταται για την ανθρώπινη υγεία σε θέσεις προσιτές για το κοινό κάτω από την γραμμή, πόσο μάλλον σε αποστάσεις δεκάδων μέτρων από τον άξονά της. Σε κάθε περίπτωση, οι παραπάνω τιμές είναι πολύ μικρότερες από τα όρια που τίθενται από την οδηγία της ICNIRP και της προαναφερόμενης Κοινής Υπουργικής Απόφασης.

Ως μέτρο σύγκρισης αναφέρεται ότι σε πολλές περιπτώσεις οι διάφορες ηλεκτρικές οικιακές συσκευές παρουσιάζουν μαγνητικά πεδία σημαντικά υψηλότερα από τα μαγνητικά πεδία των γραμμών Υψηλής Τάσης. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται κάποια ενδεικτικά στοιχεία εκπομπών ηλεκτρικών συσκευών.

| Πηγή | Μαγνητική επαγωγή σε μT | | |
|----------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Σε απόσταση 3 cm | Σε απόσταση 30 cm | Σε απόσταση 1 m |
| Ανεμιστήρας | 2 - 30 | 0,03 - 4 | 0,01 - 0,35 |
| Ηλεκτρικό πριόνι | 250 - 1.000 | 1 - 25 | 0,01 - 1 |
| Ηλεκτρικές σκούπες | 200 - 800 | 2 - 20 | 0,13 - 2 |
| Τηλεοράσεις | 2,5 - 50 | 0,04 - 2 | 0,001 - 0,15 |
| Φούρνοι μικροκυμάτων | 75 - 200 | 4 - 8 | 0,25 - 0,6 |
| Στεγνωτήρες μαλλιών | 6 - 2.000 | 0,001 - 7 | 0 - 0,3 |

Τιμές μαγνητικές επαγωγής για διάφορες ηλεκτρικές συσκευές και σε αποστάσεις 3 cm, 30 cm και 1 m από αυτές

Τέλος, έπειτα από την έκδοση της Οδηγίας 2004/40/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29ης Απριλίου 2004 περί των ελάχιστων προδιαγραφών υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (ηλεκτρομαγνητικά πεδία) (18η ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16 παράγραφος 1 της Οδηγίας 89/391/ΕΟΚ), κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη Οδηγία δεν έχει άμεση εφαρμογή στα αιολικά πάρκα, δεδομένου ότι:

1. Η Οδηγία 2004/40/ΕΚ αφορά στην έκθεση εργαζομένων σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Όμως, στα έργα ηλεκτρικής διασύνδεσης ενός αιολικού πάρκου δεν υπάρχουν εργαζόμενοι. Συγκεκριμένα, ούτε οι γραμμές μεταφοράς ούτε ο Υποσταθμός απαιτούν μόνιμο επί τόπου προσωπικό για τη λειτουργία τους. Όταν το προσωπικό επισκέπτεται τους εξοπλισμούς για χειρισμούς, συντηρήσεις κ.λπ., η γραμμή και ο Υποσταθμός είναι εκτός τάσης και, άρα, δεν υπάρχουν ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Ακόμα και όταν γίνονται χειρισμοί υπό τάση, ο χρόνος παραμονής των εργαζομένων είναι ελάχιστος.

2. Στο άρθρο 1 παρ. 2 της Οδηγίας 2004/40/ΕΚ αναφέρεται ότι «η παρούσα Οδηγία αφορά στους κινδύνους για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων που οφείλονται σε γνωστά βραχυπρόθεσμα δυσμενή αποτελέσματα στο ανθρώπινο σώμα, λόγω κυκλοφορίας επαγόμενων ρευμάτων και απορρόφησης ενέργειας, καθώς επίσης και λόγω ρευμάτων επαφής». Και ακολούθως, στις παρ. 3 και 4 του ίδιου άρθρου «3. Η παρούσα Οδηγία δεν εξετάζει τα εικαζόμενα μ ακροπρόθεσμα αποτελέσματα. 4. Η παρούσα Οδηγία δεν εξετάζει τους κινδύνους που προκύπτουν από την επαφή με ηλεκτροφόρους αγωγούς».

3. Στην παρατήρηση 2 του πίνακα 1 του Παραρτήματος αναφέρεται: «2. Οι οριακές τιμές έκθεσης για την πυκνότητα ρεύματος αποσκοπούν στην προστασία από τις οξείες επιπτώσεις της έκθεσης στους ιστούς του κεντρικού νευρικού συστήματος της κεφαλής και του κορμού του σώματος. Οι οριακές τιμές έκθεσης για συχνότητες από 1 Hz έως 10 MHz βασίζονται σε διαπιστωμένες δυσμενείς επιπτώσεις επί του

κεντρικού νευρικού συστήματος. Οι οξείες αυτές επιπτώσεις είναι σχεδόν ακαριαίες και δεν υπάρχουν επιστημονικές ενδείξεις που να συνηγορούν υπέρ της τροποποίησης των οριακών τιμών έκθεσης, για έκθεση βραχείας χρονικής διάρκειας. Ωστόσο, δεδομένου ότι οι οριακές αυτές τιμές έκθεσης αφορούν σε δυσμενείς συνέπειες επί του κεντρικού νευρικού συστήματος, οι συγκεκριμένες οριακές τιμές έκθεσης μπορεί να επιτρέπουν υψηλότερες τιμές πυκνότητας ρεύματος σε άλλους ιστούς του σώματος, εκτός εκείνων του κεντρικού νευρικού συστήματος, υπό τις ίδιες συνθήκες έκθεσης». Από τα ανωτέρω είναι προφανές ότι στόχος της Οδηγίας 2004/40/ΕΚ είναι να προστατέψει τους εργαζομένους από οξείες άμεσες επιπτώσεις, κάτι που καμία σχέση δεν έχει με τα αιολικά πάρκα, αφού,

όπως αναλυτικά έχει τεκμηριωθεί, όλα τα συναφή έργα δεν έχουν καμία ανιχνεύσιμη βλαβερή επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό από το μαγνητικό και ηλεκτρικό πεδίο που αναπτύσσουν γύρω τους τα ηλεκτροφόρα καλώδια.

4. Στην παρ. 3 του άρθρου 4 αναφέρεται: «Η εκτίμηση, η μ έτρηση ή/και οι υπολογισμοί που αναφέρονται στις παραγράφους 1 και 2 δεν απαιτείται να διενεργούνται σε χώρους εργασίας ανοικτούς στο ευρύτερο κοινό, υπό την προϋπόθεση ότι έχει πραγματοποιηθεί αξιολόγηση, σύμφωνα με τις διατάξεις της σύστασης 1999/519/ΕΚ του Συμβουλίου της 12ης Ιουλίου 1999 περί του περιορισμού της έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία (0 Hz έως 300 GHz) (9), και ότι οι περιορισμοί, όπως καθορίζονται στη σύσταση αυτή, τηρούνται για τους εργαζόμενους και ότι οι κίνδυνοι για την ασφάλεια αποκλείονται».

4.4 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ

Ένα αιολικό πάρκο, λόγω της ήπιας μορφής του έργου, σπανίως προκαλεί διαταράξεις στην υδρολογική κατάσταση της ευρύτερης περιοχής. Όσον αφορά στην πορεία ροής του νερού, τον ρυθμό απορρόφησης του, τις οδούς αποστράγγισης του και τον ρυθμό απόπλυσης του εδάφους, δεν δημιουργείται καμία επίπτωση δεδομένου του ελάχιστου πραγματικού χώρου τον οποίον καλύπτει κάθε ανεμογεννήτρια συνολικά, της μεγάλης απόστασης που τοποθετούνται μεταξύ τους (200-300 m περίπου για τις σύγχρονες ανεμογεννήτριες) και του ότι αυτές συνήθως τοποθετούνται σε κορυφογραμμή (υδροκρίτης που οριοθετεί διαφορετικές υδρολογικές λεκάνες και δεν συγκεντρώνει ύδατα). Παράλληλα, στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων οι ανεμώδεις περιοχές χαρακτηρίζονται από έλλειψη υψηλής βλάστησης και δασών. Έτσι η μορφολογία του εδάφους και η παρουσία φυτών και δέντρων δεν αλλοιώνεται από την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου, ώστε να δημιουργούνται ανησυχίες για την επίδραση του στη ροή των επιφανειακών υδάτων σε περίπτωση βροχών. Κανένας κίνδυνος δεν υπάρχει επίσης στην περίπτωση πλημμύρων δεδομένου ότι η ροή των νερών δεν αλλάζει ενώ η θεμελίωση των ανεμογεννητριών εν γένει είναι τέτοια που δεν τίθεται θέμα καταστροφής τους σε πλημμύρα. Στη φάση λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου οι επιπτώσεις στους υδατικούς πόρους μπορούν να θεωρηθούν πρακτικά ανύπαρκτες.

Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι ειδικά για τη λειτουργία των μετασχηματιστών των ανεμογεννητριών δεν απαιτείται τακτική αλλαγή λαδιών αφού αυτοί είναι συνήθως ξηρού τύπου. Ακόμα όμως και αν χρησιμοποιηθούν μετασχηματιστές ελαίου, αυτοί

Πτυχιακή Εργασία: Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

θα είναι μοντέρνας τεχνολογίας και δεν απαιτείται αλλαγή λαδιών ακόμα και μετά πάροδο πολλών ετών λειτουργίας

4.5 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Από την ανάλυση που προηγήθηκε διαπιστώνεται ότι πολλές από τις κατηγορίες που έχει δεχθεί η αιολική ενέργεια στην Ελλάδα εμπεριέχουν υπερβολές και αρκετές φορές δίνουν μια στρεβλή εικόνα για τις επιπτώσεις που έχει ένα αιολικό πάρκο στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον μιας περιοχής. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου παραβλέπονται, ενσυνειδήτως ή ανεπιγνώτως, τα αναμφισβήτητα οφέλη που προκύπτουν από τη διεύδυση της αιολικής ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή, τόσο σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, όσο και σε εθνικό και παγκόσμιο. Από την άλλη πλευρά, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι, όπως κάθε έργο, από το πιο απλό και μικρό έως το πιο σύνθετο και μεγάλο, τα αιολικά πάρκα έχουν μια σειρά επιπτώσεων στο περιβάλλον. Στις περισσότερες περιπτώσεις, όμως, η ένταση και η έκταση των επιπτώσεων αυτών είναι μικρού μεγέθους και δεν πρέπει να οδηγούν στην μη εγκατάσταση των αιολικών πάρκων. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί η ιδιαίτερη σημασία που έχει –ή τουλάχιστον οφείλει να έχει– για την προστασία του περιβάλλοντος η διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης ενός αιολικού πάρκου και, πιο συγκεκριμένα, τα στάδια της Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (ΠΠΕΑ) και της Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ).

Στην εν λόγω διαδικασία, η διερεύνηση όλων των πιθανών εναλλακτικών λύσεων αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο στη διαδικασία Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, όπως αυτή σαφώς περιγράφεται στον Ν.1650/1986, όπως ισχύει με τις τροποποιήσεις του Ν.3010/2002. Μόνο έτσι μπορεί να διασφαλιστεί ότι ο τελικός σχεδιασμός ενός αιολικού πάρκου (χωροθέτηση ανεμογεννητριών, έργα οδοποιίας, ηλεκτρική διασύνδεση) περιλαμβάνει την ύψιστη δυνατή προστασία του περιβάλλοντος. Εν κατακλείδι, δεν πρέπει να λησμονείται ότι τα έργα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, όπως τα αιολικά πάρκα, είναι έργα κατεξοχήν φιλικά προς το περιβάλλον, όπου, ειδικότερα για την περίπτωση της Ελλάδας, στοιχειοθετούν μια δέσμη από σημαίνουσες θετικές συνιστώσες για την οικονομία και για το περιβάλλον της χώρας:

(i) Έχουν καταλυτική συνεισφορά στην επίτευξη των στόχων του Πρωτοκόλλου του Κιότο για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Η κωλυσιεργία στην προώθηση των ΑΠΕ δε σημαίνει μόνο μη βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, αλλά και σημαντική ζημία της εθνικής οικονομίας, βάσει της εφαρμογής του Συστήματος Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών Ρύπων στην Ε.Ε. των 25.

(ii) Η υψηλή εξάρτηση της χώρας από το πετρέλαιο καθιστά επιτακτική την ανάγκη προώθησης των ΑΠΕ, ώστε να καταλάβουν μεγαλύτερο ποσοστό στο ενεργειακό μίγμα της χώρας. Στην περίπτωση αυτή, είναι πρόδηλο ότι οικονομική ανάπτυξη και βιώσιμη ανάπτυξη αποτελούν ομόρροπους στόχους.

Πτυχιακή Εργασία: Καρανάσου Νικόλαου και Χρυσοχέρη Χαρίκλειας

(iii) Η Ελλάδα διαθέτει από τα υψηλότερα αιολικά δυναμικά στην Ευρώπη. Αυτό σημαίνει ότι για δεδομένη παραγωγή ενέργειας απαιτείται μικρότερος αριθμός ανεμογεννητριών και συνοδών έργων.

(iv) Η ενεργειακή παραγωγή της χώρας στηρίζεται, κυρίως, σε λιγνιτικούς σταθμούς, με τις δραματικές συνέπειες που έχει το γεγονός αυτό για την υγεία των κατοίκων εκτεταμένων περιοχών της επικράτειας. Τα αιολικά πάρκα έχουν μηδενικές εκπομπές στερεών, υγρών και αέριων ρύπων. Έτσι, δε λειτουργούν επιβαρυντικά για το φυσικό περιβάλλον της περιοχής όπου εγκαθίστανται, αλλά και για το κλίμα τουπλανήτη, όσον αφορά στους αέριους ρύπους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Natura 2000: Το Natura 2000 (*Φύση 2000*) είναι ένα πανευρωπαϊκό δίκτυο προστασίας των ειδών και των ενδιαιτημάτων τους. Το δίκτυο Natura 2000 αποτελεί ένα από τα πιο φιλόδοξα ευρωπαϊκά προγράμματα για την προστασία της φύσης και ακρογωνιαίο λίθο της πολιτικής της Ε.Ε. για τη διατήρηση της φύσης. Ιδρύθηκε τον Μάιο του 1992 με την υιοθέτηση της οδηγίας των οικοτόπων η οποία συμπληρώνει την οδηγία για τα πουλιά (79/409/ΕΟΚ) και από κοινού αποτελούν την νομική βάση του δικτύου. Η Οδηγία για την προστασία των άγριων πτηνών απαιτούσε την δημιουργία Ειδικών Ζωνών Προστασίας (*Special Protection Areas - SPA*) της ορνιθοπανίδας. Η Οδηγία των Οικοτόπων παρομοίως απαιτούσε τη δημιουργία Ειδικών Ζωνών Προστασίας (*Special Areas of Conservation - SAC*) για τα υπόλοιπα είδη και το περιβάλλον. Από κοινού αυτές οι ζώνες δημιουργούν τις περιοχές του δικτύου Φύση 2000. Κάθε χώρα μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης οφείλει να καταρτίσει μία λίστα με τις καλύτερες περιοχές οι οποίες περιέχουν είδη που περιλαμβάνονται στις δύο οδηγίες. Έπειτα η λίστα πρέπει να υποβληθεί στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή και η οποία, μετά από τον έλεγχο και την διαδικασία επιλογής σε ευρωπαϊκό επίπεδο, θα ενταχθεί στο δίκτυο. Το δίκτυο Natura 2000 προστατεύει το 18% του εδάφους στις 15 χώρες που αποτελούσαν την Ευρωπαϊκή Ένωση πριν την είσοδο των νέων χωρών μελών του 2004, ενώ διαπραγματεύεται τον αριθμό και το μέγεθος των προστατευμένων ζωνών για κάθε μία από τις δέκα νέες χώρες.(πηγη :Wikipedia)

ΡΑΕ : Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), η οποία συγκροτήθηκε τον Ιούλιο του 2000, αποτελεί ανεξάρτητη διοικητική αρχή, στην οποία έχει ανατεθεί η παρακολούθηση της αγοράς ενέργειας, όπως αυτή αναπτύσσεται – τόσο μονοσήμαντα στην Ελληνική αγορά - όσο και όπως αυτή λειτουργεί και αναπτύσσεται σε σχέση με τις ξένες αγορές ενέργειας, και ιδίως με αυτές με τις οποίες διασυνδέεται. Η ΡΑΕ συστήθηκε με το ν. 2773/1999, στο πλαίσιο εναρμόνισης με τις οδηγίες 2003/54/ΕΚ και 2003/55/ΕΚ για τον ηλεκτρισμό και το φυσικό αέριο. Με τον ως άνω νόμο, τον εσωτερικό κανονισμό της (Π.Δ. 139/01), και κυρίως με τις τροποποιήσεις του ν. 2773/1999, που ακολούθησαν στη συνέχεια, της δόθηκαν αρμοδιότητες παρακολούθησης και ελέγχου της αγοράς ενέργειας σε όλους τους

τομείς, ήτοι στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα, από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και φυσικό αέριο.(ΠΗΓΗ: rae.gr)

ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ : Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.(ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3851) (ΠΗΓΗ: ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΗΣ)

EWEA: European Wind Energy Association, Η Ευρωπαϊκή Ένωση Αιολικής Ενέργειας (EWEA) είναι μια ένωση που βασίζεται στις Βρυξέλλες , ασχολείται με την προώθηση της χρήσης της αιολικής ενέργειας στην Ευρώπη . Έχει πάνω από 700 μέλη από περίπου 60 χώρες,(πηγη: Wikipedia)

ELETAEN : Η ΕΛΕΤΑΕΝ ιδρύθηκε το 1991 με την ονομασία Ελληνική Εταιρεία Αιολικής Ενέργειας και μετονομάστηκε το 2005 σε Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΠΗΓΗ: www.eletaen.gr)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

- [1.] Αιολικά Πάρκα – Η αναπτυξιακή και περιβαλλοντική τους διάσταση, έκδοση του Ελληνικού Συνδέσμου Επενδυτών ΑΠΕ, 2002
- [2.] Αιολική ενέργεια ή κλιματικές αλλαγές, έκδοση του Ελληνικού γραφείου της Greenpeace, 2003
- [3.] Australian Wind Energy Association, «Wind turbines and birds»
- [4.] ASES (2008). Defining, estimating, and forecasting the renewable energy and energy efficiency Industries in the US and in Colorado. The American Solar Energy Society Boulder, Colorado.
http://www.ases.org/images/stories/ASES/pdfs/CO_Jobs_Final_Report_December2008.pdf
- [5.] Βαβίζος Γ. και Μερτζάνης Α., «Περιβάλλον – Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων», 2002
- [6.] «Βιότοποι της Ελλάδας – Natura 2000», Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- [7.] Bird Studies Canada, «Potential Impacts of Wind Turbines on Birds at North Cape, Prince Edward Island », Kingsey and Whittam, 2001
- [8.] Canadian Wildlife Service «Wind Turbines and Birds – a Guidance Document for Environmental Assessment », 2003
- [9.] Μπινόπουλος Ε. και Χαβιαρόπουλος Π., «Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων», 2001
- [10.] ΔΕΗ Α.Ε, www.dei.gr
- [11.] «Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, Environplan, Φεβρουάριος 2007
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, «A plan for Europe: Wind Energy – The facts», [http://europa.eu.int/comm/energy/res/sectors/wind_energy_dissemination_en.htm]
- [12.] Πρόγραμμα Χαρτογράφησης Οικοτόπων περιοχών Natura 2000 – ΥΠΕΧΩΔΕ
- [13.] Σκουλικίδης Θ, «Φθορές και συντήρηση μνημείων» στο ‘Συντήρηση της επιφάνειας των μνημείων της Ακροπόλεως’, ΕΣΜΑ, Αθήνα, 1994, 14-41
- [14.] ΥΠΕΧΩΔΕ, Διεύθυνση Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου, Εκτίμηση και Χαρτογραφική Απεικόνιση της Ρύπανσης στον Ελλαδικό Χώρο, Μελέτη της Κ/Ξ ΛΔΚ ΕΠΕ - TEM Α.Ε, Δεκέμβριος 2004
- [15.] WWF ΕΛΛΑΣ

[16].Εφημεριδα της κυβερνησης

[17]. Wikipedia.gr