

**ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ  
ΦΥΣΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ**

**Δρ. ΘΕΚΛΑ Κ. ΤΣΙΤΣΩΝΗ**

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
Σχολής Δασολογίας  
& Φυσικού Περιβάλλοντος

**ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΣΤΑΜΠΟΛΙΔΟΥ**

Δασολόγος υποψήφια MSc

**CONSEQUENCES OF WIND FARMS ON NATURAL LANDSCAPES**

**Dr. THEKLA K. TSITSONI**

Associate Professor  
Faculty of Forest  
& Natural Environment

**DESPINA STAMBOLIDOU**

Forester, MSc Student

## Επιπτώσεις των Αιολικών Πάρκων στην Διαμόρφωση του

### Φυσικού Τοπίου

**Θ. Τσιτσώνη, Δ. Σταμπολίδου**

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,  
Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος,  
Εργαστήριο Δασοκομίας, Τ.Θ. 262, 54124, Θεσσαλονίκη.  
tsitsoni@for.auth.gr

#### Περίληψη

Οι κλιματικές αλλαγές είναι πλέον γεγονός και απαιτείται παγκόσμια προσπάθεια για να αποφευχθούν οι καταστροφικές συνέπειες για τον πλανήτη. Για τον λόγο αυτό, εκτός των άλλων θα πρέπει να ενισχυθεί η χρησιμοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), που μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες της κοινωνίας μας, σε συνδυασμό βέβαια με την εξοικονόμηση ενέργειας που πρέπει να θεσπιστεί ως βασική παράμετρος σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα και κατασκευή. Μια από τις κύριες ΑΠΕ είναι η αιολική ενέργεια. Το πιο σημαντικό πρόβλημα που σχετίζεται με την αιολική ισχύ είναι η επιλογή της θέσης εγκατάστασης του αιολικού πάρκου. Και αυτό έχει να κάνει όχι μόνο με την ανάγκη για ικανοποιητικές εντάσεις ανέμων κατά τη διάρκεια του έτους, αλλά και με περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οποιοδήποτε κατασκευαστικό έργο επιφέρει κάποια επιβάρυνση στο φυσικό περιβάλλον. Σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου είναι τα κυρίαρχα στοιχεία του τοπίου (γραμμή, μορφή, χρώμα, υφή), οι μεταβλητοί παράγοντες (ατμοσφαιρικές συνθήκες, απόσταση, θέση παρατηρητή κ.ά), όπως και η οπτική τρωτότητα και η απορροφητική ικανότητα του τοπίου. Τα αιολικά πάρκα θα πρέπει να διαμορφώνονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην δημιουργούν έντονες γραμμές στο τοπίο. Αυτό θα επιτευχθεί αν τηρηθούν αρκετά μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των ανεμογεννητριών. Κύριος παράγοντας που επηρεάζει κατά πολύ την κοινή γνώμη είναι η απόστασή τους από τις περιοχές που είναι κατοικήσιμες. Θα πρέπει να βρίσκονται σε αρκετά απομακρυσμένες περιοχές ώστε να αποφευχθούν σχεδόν όλες οι αρνητικές επιδράσεις (οπτική όχληση, θόρυβος κτλ.). Με την απόσταση μειώνονται οι αντιθέσεις και γι' αυτό δεν γίνονται εύκολα αντιληπτές οι ανεμογεννήτριες. Το χρώμα των ανεμογεννητριών παίζει επίσης σημαντικό ρόλο. Ευνόητο είναι το γεγονός ότι όσο «αόρατες» και αν είναι από κάποιες περιοχές, σίγουρα κάποιες ημέρες γίνονται ορατές ανάλογα με τον καιρό και τις συνθήκες ορατότητας.

**Λέξεις κλειδιά:** ανεμογεννήτριες, στοιχεία του τοπίου, οπτική τρωτότητα, οπτική απορροφητική ικανότητα

#### **Consequences of wind farms on natural landscapes**

Tsitsoni K. T, Kontogianni A..Ketenidi Ch.

Aristotle University of Thessaloniki

Laboratory of Silviculture, Faculty of Forestry & Natural Environment

e-mail: tsitsoni@for.auth.gr

P.O. BOX 262, 54124 Thessaloniki

#### **Abstract**

Climate change is nowadays a reality and a worldwide effort is required in order to avoid the disastrous consequences on this planet. Therefore, among others, the use of Renewable Energy Sources (RES) should be enhanced. RES, combined with the obligation of energy saving in any human activity and construction, can cover society's energy needs. One of the main RES is the wind energy. The most important problem related to the force of wind is the site selection of the wind farm, which depends not only on the need of satisfying wind intensity during the year, but also on environmental factors. Any construction project causes some kind of environmental damage. Important factors that need to be considered for the installation of a wind farm, are the dominant characteristics of the landscape (line ,

shape, color, texture), the variable factors ( atmospheric conditions, distance, position of the observer etc. ), as well as the visual vulnerability and the visual absorption capability of the landscape. Wind farms have to be placed in a way that will not create intense lines on the landscape. This can be achieved by maintaining reasonably large distances between the wind generators. The main reason that affects the public opinion is the distance between the wind farms and the residential districts. They must be placed in a very long distance in order to avoid almost all negative effects (visual impact, noise etc. ). The distance reduces the contrast and therefore the wind turbines can not be easily distinguished. Another important factor is the wind turbine's color. Even though wind turbines are "invisible" from some areas, it's easily understandable that on some days they can be seen, depending on the weather and the visual conditions

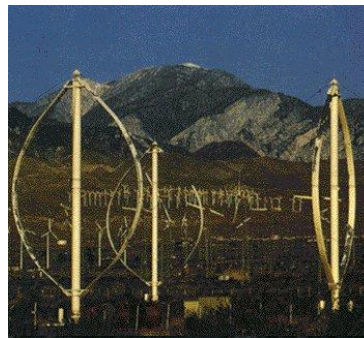
**Key words:** wind turbines, landscape characteristics, visual vulnerability, visual absorption capability

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ- ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Στο παρελθόν, το κλίμα της γης έχει πολλές φορές μεταβληθεί ως αποτέλεσμα φυσικών αιτιών. Οι αλλαγές όμως που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια και αυτές που προβλέπονται στο μέλλον, οφείλονται κυρίως στην ανθρώπινη συμπεριφορά. Μέσα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες απελευθερώνονται κάθε χρόνο στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες CO<sub>2</sub> έχοντας ως αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη. Οι κλιματικές αλλαγές είναι πλέον γεγονός και απαιτείται παγκόσμια προσπάθεια για να αποφευχθούν οι καταστροφικές συνέπειες τους για τη γη. Για το λόγο αυτό, εκτός των άλλων θα πρέπει να ενισχυθεί η χρησιμοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), που μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες της κοινωνίας μας, σε συνδυασμό βέβαια με την εξοικονόμηση ενέργειας που πρέπει να θεσπιστεί ως βασική παράμετρος σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα και κατασκευή. Οι κύριες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η αιολική, η ηλιακή, η υδροηλεκτρική, η γεωθερμική, η ενέργεια βιομάζας και η πυρηνική.

Οι ανεμογεννήτριες είναι αυτές που χρησιμοποιούν την αιολική ενέργεια για να παράγουν αρχικά κινητική ενέργεια που στην συνέχεια την μετατρέπουν σε ηλεκτρική. Επομένως, αφού δε πραγματοποιούνται χημικές αντιδράσεις κατά τη διαδικασία αυτή, δεν υπάρχουν άμεσες αποβολές στην ατμόσφαιρα CO<sub>2</sub> και άλλων βλαβερών αερίων (σε αντίθεση με τους μέχρι τώρα ευρέως χρησιμοποιούμενους τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας). Το παραπάνω γεγονός καθώς και οι συνεχώς χαμηλότερες τιμές του κόστους εκμετάλλευσης αυτής της μορφής ενέργειας, έχουν ανάγει πλέον την αιολική ενέργεια σε μία από τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τα τελευταία 20 χρόνια (πηγή <http://www.willcountycare.org>).

Οι ανεμογεννήτριες προηγμένης τεχνολογίας που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι κυρίως δύο τύπων: οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα και οι ανεμογεννήτριες Νταριέ με κατακόρυφο και σταθερό άξονα (Εικ.1) ([http://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_turbine](http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_turbine)) που παίρνουν το όνομά τους από τον Γάλλο G.J.M. Darrieus που την εφεύρε το 1925 και την κατοχύρωσε το 1931 ([http://en.wikipedia.org/wiki/Darrieus\\_wind\\_turbine](http://en.wikipedia.org/wiki/Darrieus_wind_turbine)). Στις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, ο δρομέας είναι τύπου έλικας και ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο. Έχουν συνήθως δύο ή τρία πτερύγια και η ισχύς τους κυμαίνεται από λίγα kW έως μερικά MW. Οι ανεμογεννήτριες Νταριέ είναι απλούστερες και μικρότερης ισχύος. Στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα σε ποσοστό 90 %.



Εικόνα 1. Αιολικό πάρκο αποτελούμενο από ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα (αριστερά) και αιολικό πάρκο με ανεμογεννήτριες Darrieus καθέτου άξονα (δεξιά)

## **2. ΠΟΙΕΣ ΟΙ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΕΡΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ - ΕΚΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ**

Το πιο σημαντικό πρόβλημα που σχετίζεται με την αιολική ισχύ είναι η επιλογή της θέσης εγκατάστασης του αιολικού πάρκου. Και αυτό έχει να κάνει όχι μόνο με την ανάγκη για ικανοποιητικές εντάσεις ανέμων κατά τη διάρκεια του έτους, αλλά και με περιβαλλοντικούς παράγοντες. Πολλές διαμαρτυρίες έχουν γίνει τόσο για την αισθητική, όσο και για την αρνητική επιρροή των ανεμογεννητριών στην άγρια φύση (π.χ. η αλλοίωση του τοπίου, οι έντονοι ήχοι που προέρχονται από τις ανεμογεννήτριες, η επιρροή τους στα αποδημητικά πουλιά) αν και υπάρχουν περιβαλλοντικές ωφέλειες από τη μηδενική εκπομπή ρύπων. Αυτά τα προβλήματα δημιούργησαν την ανάγκη σύνταξης των ειδικών μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων οι οποίες πρέπει να τα αντιμετωπίσουν με ορθό σχεδιασμό καλύτερες κατασκευές και σωστότερη τοποθέτηση των αιολικών πάρκων.

Όπως είναι αδύνατον να προσδιοριστεί η καθαρή παραγωγή ενέργειας, έτσι είναι αδύνατον να προσδιοριστεί και το κατά προσέγγιση κόστος αυτής, αν δεν είναι γνωστή η ακριβής θέση της ανεμογεννήτριας. Η συμπεριφορά του ανέμου σε μια θέση είναι αυτή που καθορίζει την λειτουργική συμπεριφορά της ανεμογεννήτριας. Έτσι, η οικονομική βιωσιμότητα μιας συγκεκριμένης ανεμογεννήτριας, σε έναν τόπο δεν μπορεί να προβλεφθεί χωρίς την ακριβή γνώση της συμπεριφοράς του ανέμου στην θέση αυτή. Επομένως η ένταση του ανέμου και οι διακυμάνσεις στο μέτρο και στη διεύθυνση είναι οι βασικές παράμετροι για την επιλογή της θέσης της ανεμογεννήτρια όχι όμως και οι μοναδικές ( Καρλής, Ε., 2006).

### **2.1 Πώς μετράμε το Αιολικό Δυναμικό μιας Περιοχής**

Παρατηρώντας την ίδια την φύση ίσως να είναι πιο εύκολο να βρεθεί το κατάλληλο μέρος για την τοποθέτηση της ανεμογεννήτριας. Εάν υπάρχουν δέντρα και θάμνοι στην περιοχή, μπορούμε να πάρουμε κάποιες ενδείξεις για την διεύθυνση των ανέμων που επικρατούν στο συγκεκριμένο μέρος. Επίσης εάν περπατήσει κανείς στην παραλία, ίσως παρατηρήσει ότι η διάβρωση των βράχων που είναι αποτέλεσμα αιώνων, έχει γίνει προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση. Μετεωρολογικά δεδομένα και στοιχεία που συλλέχτηκαν τα προηγούμενα 30 χρόνια, θα ήταν προφανώς ο καταλληλότερος οδηγός μας, αλλά δυστυχώς τέτοια στοιχεία δεν είναι πάντοτε διαθέσιμα. Επίσης πολλές φορές είναι επικίνδυνο να στηριζόμαστε σε τέτοια στοιχεία. Στοιχεία μετεωρολόγων συλλέγονται για την πρόβλεψη του καιρού και για την αεροπορία. Στα στοιχεία αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής, όπως π.χ. το ανάγλυφο της γύρω περιοχής (λόφοι ή πεδιάδα) ή τα διάφορα εμπόδια ( δέντρα, φάροι ή άλλα κτίρια ) που μπορούν να επηρεάσουν την ικανότητα της περιοχής για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας ( <http://www.talentfactory.dk>).

Αιολικά πάρκα δεν εγκαθίστανται κοντά σε πόλεις για τους παραπάνω λόγους, αλλά και για λόγους οικονομικούς, επειδή η αξία της γης είναι υψηλή. Παρόλα αυτά υπάρχουν κάποιες εξαιρέσεις για εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων που ενώ τοποθετήθηκαν κοντά σε πόλεις ( Τορόντο και Μπάφαλο της Νέας Υόρκης) είχαν καλή απόδοση επειδή βρίσκονταν στις όχθες λίμνης ([http://en.wikipedia.org/wiki/Environmental\\_effects\\_of\\_wind\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_effects_of_wind_power)).

Θα πρέπει όμως να έχουμε υπόψη μας ότι υπάρχει πάντα το στοιχείο της επικινδυνότητας κατά την εκλογή θέσεων των ανεμογεννητριών. Τα μετεωρολογικά φαινόμενα βρίσκονται σε μία κατάσταση διαρκούς μεταβολής. Όσο προσεκτικές μετρήσεις και να έχουμε κάνει, είναι πιθανόν η απόφαση που θα παρθεί για την θέση της εγκατάστασης να μην είναι ορθή. Γι' αυτό γίνονται οι ειδικές περιβαλλοντικές μελέτες ώστε η πιθανότητα αυτή να είναι όσο το δυνατό μικρότερη.

## **3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Για να μελετήσουμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων πρέπει να λάβουμε υπόψη τόσο τα οφέλη όσο και τα προβλήματα που προκύπτουν, τα οποία με τον σωστό σχεδιασμό και την σωστή εγκατάσταση μπορούν να περιοριστούν.

Η αιολική ενέργεια είναι σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας, αποτελούν μια λύση για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου που ευθύνονται για τις κλιματικές αλλαγές. Επίσης, οδηγούν στην ενεργειακή ανεξαρτησία από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, καθώς οι ΑΠΕ είναι ανεξάντλητες και εγχώριες. Τέλος, συμβάλλει στην τοπική ανάπτυξη καθώς οι εμπλεκόμενοι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) έχουν και άμεσα οικονομικά οφέλη από τη λειτουργία

τους. Συμπερασματικά, η αιολική ενέργεια και οι υπόλοιπες ΑΠΕ έχουν περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη.

Τα κυριότερα περιβαλλοντικά οφέλη είναι η μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων. 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. Μία ανεμογεννήτρια ισχύος 1,5 MW παράγει 3 – 4 εκατ. kWh το χρόνο, χωρίς καμία απολύτως επίδραση στην ποιότητα του αέρα. Αυτή η παραγωγή εύκολα καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες 1.000 τετραμελών νοικοκυριών. Αυτή η ισχύς, εάν είχε παραχθεί από κάποια άλλη πηγή ενέργειας, θα αύξανε την αποβολή 3.000 τόνων CO<sub>2</sub> μαζί με μόρια SO<sub>2</sub> και NO. Με την αιολική ενέργεια, όλοι αυτοί οι συντελεστές που επιδεινώνουν το φαινόμενο της όξινης βροχής και φαινόμενο του θερμοκηπίου εξαλείφονται. Οι αιολικές εγκαταστάσεις που υπήρχαν κατά το 2007 στην Ευρώπη μειώνουν την εκπομπή του CO<sub>2</sub> κατά 91 εκατομμύρια τόνους ετησίως (<http://www.greenpeace.org>). Η ετήσια παραγωγή το 2007 ήταν 119 TWh, κατά μέσο όρο, που ισοδυναμεί με το 3,7% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας της Ε.Ε (Περάνης, Λ.Α., 2008). Υπολογίζεται ότι η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> είναι της τάξεως των 0.33 με 0.59 τόνους CO<sub>2</sub> ανά MWh ([http://en.wikipedia.org/wiki/Environmental\\_effects\\_of\\_wind\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_effects_of_wind_power)).

Η ποσότητα CO<sub>2</sub> που εκλύεται κατά την κατασκευή και εγκατάσταση μιας ανεμογεννήτριας με διάρκεια ζωής 20 - 25 έτη «αποσβένεται» μέσα στους πρώτους 3 με 6 το πολύ 9 μήνες λειτουργίας της (<http://www.oikipa.gr>).

Οποιοδήποτε κατασκευαστικό έργο επιφέρει κάποια επιβάρυνση στο φυσικό περιβάλλον. Ωστόσο, με μια σωστή ειδική περιβαλλοντική μελέτη θα μπορούσαν να μειωθούν κάποια από τα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται κατά την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη ότι η συμβατική παραγωγή ενέργειας με λιγνιτικούς, πετρελαϊκούς ή σταθμούς φυσικού αερίου και οι συμπληρωματικές εγκαταστάσεις τους (ορυχεία, δίκτυα, αγωγοί) έχουν καταστρέψει τεράστιες εκτάσεις της ελληνικής επικράτειας τα τελευταία πενήντα χρόνια, ενώ πλέον η κατασκευή νέων σταθμών απειλεί με καταστροφές ακόμα μεγαλύτερες (<http://www.greenpeace.org>).

Τα σημαντικότερα προβλήματα από τη δημιουργία των αιολικών πάρκων είναι προβλήματα αισθητικής, επιπτώσεις στα πουλιά και την άγρια πανίδα, ο θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών και οι σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, τηλεόραση και τηλεπικοινωνίες, που επιλύονται όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας.

Όσον αφορά τα προβλήματα του θορύβου υπάρχουν δύο τύποι προερχόμενοι από τις τουρμπίνες. Αυτοί είναι ο μηχανικός και ο αεροδυναμικός. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες έχουν πρακτικά εκμηδενίσει το μηχανικό τους θόρυβο ενώ ο αεροδυναμικός θόρυβος σχετίζεται με παράγοντες όπως η ταχύτητα του αέρα, η υγρασία ή η ύπαρξη φυσικών εμποδίων. Σε απόσταση 200 μέτρων από μία ανεμογεννήτρια η στάθμη θορύβου μειώνεται στα 49 dB(A) (<http://www.greenpeace.org>).

Τα Αισθητικά προβλήματα και γενικά η οπτική όχληση αντιμετωπίζονται με τον σωστό σχεδιασμό εγκατάστασης σύμφωνα με την οπτική απορροφητική ικανότητα και τις αρχές της διαμόρφωσης του τοπίου. Περιοχές κατάλληλες για την εγκατάστασή των αιολικών πάρκων βρίσκονται στα υψηλότερα σημεία της χώρας και κυρίως σε κορυφογραμμές, εκεί που δεν υπάρχουν εμπόδια που να μπλοκάρουν τον αέρα, γεγονός που τις κάνει να φαίνονται περισσότερο από τις γύρω περιοχές. Επειδή βρίσκονται στα ψηλότερα σημεία της περιοχής και πιθανώς επειδή θα είναι το μεγαλύτερο κατασκεύασμα της περιοχής και επίσης λόγω των κινούμενων περυσίων τραβούν εύκολα την προσοχή. Αυτή η επίδραση όμως εξαρτάται από το ανάγλυφο της γύρω έκτασης που συχνά μπορεί να εμποδίζει τη θέα των τουρμπινών. Η σωστή διαχείριση και ο σωστός σχεδιασμός κατά την τοποθέτησή τους μπορούν να απαλύνουν αυτήν την επίδραση.

Το πως αντιλαμβάνεται κανείς την οπτική όχληση των αιολικών πάρκων είναι καθαρά υποκειμενικό θέμα. Εξαρτάται όπως δείχνουν σχετικές μελέτες, όχι τόσο από την ίδια την εικόνα της εγκατάστασης, όσο από τη γενικότερη εικόνα που έχει διαμορφώσει το κοινό για τη χρήση της. Θα επηρεαστεί π.χ. από τα οικολογικά οφέλη της αιολικής ενέργειας αν θα έχει περιβαλλοντική συνείδηση και επίσης δεν θα μείνει ασυγκίνητος από τα οικονομικά οφέλη που θα προκύψουν με την εγκατάστασή των αιολικών πάρκων.

Τα αιολικά πάρκα χωρίς αμφιβολία είναι ένα καινούργιο στοιχείο στο τοπίο. Από την μια πλευρά είναι μεγάλες ορατές μηχανές και από την άλλη η θετική συνεισφορά τους στο περιβάλλον είναι σημαντική. Εδώ θα πρέπει να θυμηθούμε πως η αξιολόγηση ενός τοπίου δεν μπορεί ποτέ να είναι πλήρως αντικειμενική. Η άποψή μας για ένα τοπίο είναι πάντα επηρεασμένη από τις πολιτιστικές μας αξίες και τα βιώματά μας. Η άποψή μας για ένα τοπίο δεν είναι απόλυτη. Μπορεί με την διάρκεια του χρόνου να αλλάξει, γιατί συγχρόνως αλλάζουν οι πεποιθήσεις μας και οι ιδέες μας. (Owens P.M., 2003) Ο βαθμός της οπτικής όχλησης εξαρτάται από τρεις παράγοντες:

- Τον τοπογραφικό χαρακτήρα της περιοχής.

- Τον καιρό.
- Άλλα εμπόδια. (Steele A., 1991)

Η επιλογή του μοντέλου της ανεμογεννήτριας επηρεάζει άμεσα τον βαθμό της οπτικής όχλησης. Πέντε σημαντικά χαρακτηριστικά που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με την CEGB είναι:

- Εμφάνιση σταθερότητας.
- Το μοντέλο κατασκευής.
- Χρώμα.
- Ταχύτητα περιστροφής των ελίκων..
- Αριθμός ελίκων. (Steele A., 1991)

#### 4. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

##### 4.1. Σύστημα κατάταξης των τοπίων

Το National Swedish Board for Energy Development Study (1980), καθορίζει ένα σύστημα κατάταξης των τοπίων σε τέσσερις ζώνες οι οποίες αντιπροσωπεύουν διαφορετικά μεγέθη οπτικής παρείσφρησης: (**Sweep zone**: Είναι η ζώνη εντός της ακτίνας της τουρμπίνας.)

**Ζώνη Α - Ζώνη έντονης κυριαρχίας και παρείσφρησης:** Αυτή η ζώνη εκτείνεται σε μια απόσταση τρεις φορές το ύψος της τουρμπίνας προς όλες τις κατευθύνσεις. Ένας παρατηρητής μέσα σ' αυτήν την ζώνη θα έπρεπε να σηκώσει τα μάτια για να ελέγξει το ύψος της κοντινότερης τουρμπίνας. Σε αυτήν την ζώνη μια ανεμογεννήτρια θεωρείται εξαιρετικά κυρίαρχη ή οπτικώς παρείσφρητική.

**Ζώνη Β - Ζώνη κυριαρχίας:** Αυτή η ζώνη εκτείνεται σε μια απόσταση δέκα φορές μεγαλύτερη από το ύψος των ανεμογεννητριών προς όλες τις κατευθύνσεις χωρίς να περικλείεται η περιοχή έντονης κυριαρχίας. Σε αυτή την ζώνη η ανεμογεννήτρια κυριαρχεί στην οπτική περιοχή.

**Ζώνη C - Ζώνη ορατότητας:** Η ζώνη αυτή εκτείνεται έξω από την περίμετρο της «ζώνης κυριαρχίας» και είναι η ζώνη αυτή στην οποία η τουρμπίνα φαίνεται να ανήκει στο τοπίο. (Steele A., 1991)

Σε ανοιχτή περιοχή χωρίς εμπόδια, η θεωρητική απόσταση απ' όπου μπορεί να είναι ορατή μια ανεμογεννήτρια με ύψος 100m είναι 40 km (Clarke A., 1988). Για μία ανεμογεννήτρια ύψους 30m, η απόσταση αυτή είναι :  $30/100 \times 40 = 12\text{km}$  (όπου 30m το ύψος της τουρμπίνας).

Η αρκετά μεγάλη απόστασή τους από κατοικημένες περιοχές (ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση από οικισμό : 500 m), σε συνδυασμό με τις σημαντικές υψομετρικές διαφορές μεταξύ του έργου και των γύρω οικισμών (εάν υπάρχουν), καθώς και η αραιή χωροθέτηση των ανεμογεννητριών σε απλές σειρές, περιορίζουν στο ελάχιστο την οπτική όχληση των κατοίκων. Τα αιολικά πάρκα αποτελούνται πλέον κυρίως από μεγάλες ανεμογεννήτριες αραιά τοποθετημένες, γεγονός που τα κάνει να φαίνονται λιγότερο «ακατάστατες» από παλαιότερες εγκαταστάσεις. Τέλος, σημειώνεται ότι τόσο το λευκό / γκρι χρώμα των πτερυγίων, όσο και η κατασκευή ολόσωμων (σωληνωτών) πύργων στήριξης των ανεμογεννητριών, συντελούν στην καλύτερη εναρμόνισή τους με τον περιβάλλοντα χώρο.

Δεν υπάρχει κάποιος τρόπος με τον οποίο μπορεί να καλυφθεί πλήρως ένα έργο μεγάλων διαστάσεων. Αυτό σημαίνει ότι κατά ένα μεγάλο ποσοστό είναι αρκετά πιθανό να είναι ορατό από κάποιο σημείο της γύρω περιοχής. Ένα αιολικό πάρκο θα πρέπει κατά πρωταρχικό ρόλο να εγγυάται το δημόσιο καλό. Το έργο δεν πρέπει να επιφέρει δυσμενή επίδραση στην αισθητική του τοπίου, στα ιστορικά μνημεία, στην καθαρότητα της ατμόσφαιρας και των υδάτων, στο φυσικό περιβάλλον και την δημόσια υγεία και ασφάλεια. Οι ανεμογεννήτριες προσφέρουν πολλά περιβαλλοντολογικά οφέλη, αλλά δυστυχώς δεν είναι αόρατες. Θα πρέπει συνεπώς να γίνεται σωστός σχεδιασμός σύμφωνα με τους νόμους της αρχιτεκτονικής τοπίου (Owens 2003).

##### 4.2. Κυρίαρχα στοιχεία ενός τοπίου

Αρχιτεκτονική του τοπίου είναι η τέχνη και η επιστήμη, η οποία, αξιολογώντας και αναλύοντας φυσικούς, οικολογικούς και κοινωνικούς παράγοντες, ασχολείται με την προγραμματισμένη και ορθολογική σχεδίαση εξωτερικών χώρων κάθε μεγέθους και συνδυάζει ταυτόχρονα την λειτουργικότητα και την αισθητική, για την καλύτερη χρησιμοποίησή τους από τον άνθρωπο (Χατζηστάθης και Ισικουδής 1995).

Τα κυρίαρχα στοιχεία ενός τοπίου είναι τέσσερα και συνήθως είναι παρόντα σε όλα τα τοπία. Διαφέρουν όμως στον βαθμό της οπτικής επίδρασής τους, της δύναμης και της κυριαρχίας τους στο τοπίο. Τα στοιχεία αυτά είναι :

α . Η *Μορφή*, δηλ η *μάζα* ενός αντικειμένου ή ο συνδυασμός αντικειμένων που εμφανίζονται συνενωμένα και με σαφή διάκριση της σιλουέτας τους στο χώρο.

Στην περίπτωση των ανεμογεννητριών μιλάμε για *μάζες* μεγάλου ύψους και μικρού πλάτους, μιλάμε δηλ για *κάθετη μορφή*. Εάν ένας αριθμός ανεμογεννητριών τοποθετηθεί σε μία σειρά που το μήκος της θα ξεπερνά το ύψος των ανεμογεννητριών και αυτές βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους τότε δημιουργείται *οριζόντια μορφή* ή και *οριζόντιο σχήμα*. Έτσι δημιουργείται η *αίσθηση της γραμμής*, που είναι και το δεύτερο κυρίαρχο στοιχείο του τοπίου.

β . *Γραμμή*, είναι ένα σημείο που έχει επεκταθεί προς μια κατεύθυνση ή ότι είναι διαταγμένο σε μια σειρά. Η παρουσία της γραμμής στο τοπίο είναι τόσο έντονη, ώστε προσελκύει την προσοχή του παρατηρητή. Κάτι δηλ. που δεν είναι επιθυμητό στην δική μας περίπτωση, όπου η προσπάθειά μας κατευθύνεται κυρίως στην μείωση της θέας τους από απόσταση, το οποίο επιτυγχάνεται με την *τήρηση μεγαλύτερων αποστάσεων* για να μην δημιουργείται η *εντύπωση* του συνόλου.

γ. Τρίτο στοιχείο είναι το *χρώμα* που είναι η βασική εκδήλωση του φωτός και εκφράζεται με τον τόνο (φωτεινό – σκοτεινό), την ένταση ή λαμπρότητα (καθαρότητα του χρώματος) και τη χροιά ή απόχρωση (κίτρινο, πράσινο κτλ.). Το χρώμα δίνει τη δυνατότητα στον άνθρωπο να διαφοροποιήσει και να ξεχωρίσει τα αντικείμενα που βλέπει και όταν ακόμη είναι όμοια στη μορφή, τη γραμμή και την υφή.

γ. Τέλος έχουμε την *υφή* του τοπίου που αναφέρεται στον τρόπο που συναρθρώνονται τα διάφορα συστατικά του. Η υφή διακρίνεται και περιγράφεται ως α) *λεπτή* ή *λεία* , β) *μέση* και γ) *τραχεία* ή *ανώμαλη*. Οι αντιθέσεις προκύπτουν από την *αντιπαράθεση* *λεπτής* και *τραχείας* υφής. Η αντίληψη της υφής, ποικίλλει ανάλογα με την απόσταση. Όσο πιο μακρινό είναι το σημείο από το οποίο παρατηρούμε ένα αντικείμενο – ένα τοπίο – τόσο πιο *λεπτή* γίνεται η υφή του. Επίσης *λείες*, *στιλπνές* *επιφάνειες* όπως *αντανakλούν* περισσότερο το φως από τις *τραχείες*, οι οποίες *απορροφούν* το φως περισσότερο *ανομοιόμορφα*.

#### 4.3. Μεταβλητοί παράγοντες που επηρεάζουν την αισθητική του τοπίου

Εκτός από τους βασικούς παράγοντες που συνθέτουν ένα τοπίο όπως είναι η αντίθεση, η διαδοχή, ο άξονας (αξονική διάταξη), η σύγκλιση, η συγκυριαρχία, η πλαισίωση και η ισορροπία υπάρχουν και μεταβλητοί παράγοντες που επηρεάζουν την αισθητική του τοπίου και τους οποίους θα αναλύσουμε παρακάτω.

Οι παράγοντες αυτοί είναι :

α . Η *κίνηση* που είναι δυνατό να αποτελεί την πιο δυναμική πηγή οπτικής κυριαρχίας. Οι *καταρράκτες*, τα *σύννεφα*, η *βροχή*, το *χιόνι*, τα *ζώα* ή τα *πουλιά* προσθέτουν *κίνηση*. Το ανθρώπινο μάτι μπορεί να αντιληφθεί την *κίνηση* σε *μεγάλες αποστάσεις* ή *πλευρικά* όπου συνήθως *λίγα στοιχεία* γίνονται *αντιληπτά*. Εδώ θα *συμπεριλάβουμε* και την *κίνηση των ελίκων των ανεμογεννητριών* που και αυτές με την *σειρά τους* γίνονται *εύκολα αντιληπτές* σε *μεγάλες αποστάσεις*.

β . Ένα *άλλο στοιχείο* που κάνει τα *στοιχεία του τοπίου αντιληπτά* από τον παρατηρητή είναι το *φως* που *αντανakλάται* *άμεσα* ή *έμμεσα* απ' όλα τα αντικείμενα. Είναι ένα *στοιχείο* που ο *άνθρωπος αδυνατεί να επηρεάσει*. Η *κατεύθυνση* με την οποία *πέφτει το φως* πάνω στα *διάφορα αντικείμενα του τοπίου*, *προσδιορίζει το μέγεθος της οπτικής εντύπωσης* και της *κυριαρχίας*.

γ . Οι *ατμοσφαιρικές* και οι *καιρικές συνθήκες* επηρεάζουν σε *μεγάλο βαθμό* το *πως φαίνονται τα κυρίαρχα στοιχεία*. Η *επίδραση της μορφής, της γραμμής και της υφής μειώνεται* από τα *σύννεφα*, την *ομίχλη*, τα *κατακρημνίσματα* και από την *κίνηση του ανέμου*. Αν και αυτοί οι παράγοντες *κατά κανόνα μειώνουν την αισθητική αξία του τοπίου*, στην *περίπτωσή μας συμβάλλουν στην μείωση της θέας των ανεμογεννητριών*, κάτι *βέβαιο* που είναι μια *προσωρινή κατάσταση τουλάχιστον* όσον αφορά τις *καιρικές συνθήκες της χώρας μας*.

δ . Οι εποχές του έτους επίσης δημιουργούν διάφορες εντυπώσεις , όπως είναι τα ανοιξιάτικα και φθινοπωρινά χρώματα τα οποία ομορφαίνουν το τοπίο. Από αυτές τις αλλαγές επηρεάζεται και ο βαθμός της οπτικής όχλησης των αιολικών πάρκων.

ε . Ένας άλλος παράγοντας είναι η απόσταση. Η αντίθεση που οδηγεί στην αναγνώριση αντικειμένων δημιουργείται από τους χρωματικούς τόνους. Καθώς η απόσταση παρατήρησης αυξάνει, οι χρωματικές αντιθέσεις μειώνονται και τείνουν να εξομοιωθούν. Η απόσταση στην οποία ένα αντικείμενο δεν μπορεί πια να αναγνωριστεί εξαρτάται από δυο παράγοντες. Το μέγεθός του και τον βαθμό αντίθεσης με το περιβάλλον. Στα αιολικά πάρκα μιλάμε για μεγάλα μεγέθη τα οποία φαίνονται ακόμη και από απόσταση 18 km και άνω. Η αντίθεση των τουρμπίνων με το περιβάλλον όπως προαναφέραμε εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες. Από την τραχύτητα ή μη των υλικών που χρησιμοποιούνται , το χρώμα τους, τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν μια δεδομένη στιγμή.

στ . Η θέση του παρατηρητή αναφέρεται στο υψόμετρο που βρίσκεται ο παρατηρητής σε σχέση με το αντικείμενο που παρατηρεί. Αυτός ο παράγοντας είναι ένας βασικότερος που διαφορώνει την τελική μας άποψη για ένα τοπίο. Όταν κάποιο τοπίο ή αντικείμενο παρατηρείται από διαφορετικά σημεία - οπτικές γωνίες πάντα φαίνεται διαφορετικό και πολλές φορές χάνει από την πραγματική του αισθητική αξία ή και κερδίζει όταν π.χ. υπάρχουν στοιχεία που δεν χρειάζεται να υπερτονίζονται ή χρειάζεται να καλυφθούν. Υπάρχει α) ο κατώτερος παρατηρητής, που βρίσκεται χαμηλότερα από το επίπεδο του αντικειμένου, β) ο κανονικός παρατηρητής όταν βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο, γ) ανώτερος όταν βρίσκεται υψηλότερα από το επίπεδο του αντικειμένου και δ) ο κινούμενος παρατηρητής όταν αλλάζει συνέχεια θέση σε σχέση με το τοπίο. Το μέγεθος του αντικειμένου που παρατηρείται σχετίζεται άμεσα με την γωνία μεταξύ της γραμμής παρατήρησης και της πλαγιάς που παρατηρείται. Όταν η γωνία αυτή βρίσκεται κοντά στις  $90^{\circ}$  (όπως π.χ. από αεροπλάνο) το αντικείμενο βρίσκεται στο μέγιστο της αντίθεσης. Στην περίπτωση των ανεμογεννητριών αυτές βρίσκονται πάντα στο ανώτερο επίπεδο άρα δεσπόζουν στο τοπίο και είναι ορατές στα χαμηλότερα επίπεδα. Ανάλυση και πρόβλεψη της οπτικής όχλησης ενός έργου μπορεί να γίνει με την βοήθεια υπολογιστών, όπου μας δίνεται μια ρεαλιστική εικόνα ενός μελλοντικού αιολικού πάρκου από τις διάφορες οπτικές γωνίες της περιοχής. Έτσι μας δίνεται η δυνατότητα να τροποποιήσουμε την διάταξη του αιολικού πάρκου για να μειώσουμε τα πιθανά αισθητικά προβλήματα που θα προέκυπταν από την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου στην περιοχή.

ζ . Σημαντικός επίσης παράγοντας είναι η κλίμακα που αναφέρεται στο μέγεθος ενός μέρους σε σχέση προς το σύνολο του τοπίου ή του ανθρώπινου σώματος. Η κυριαρχία και το μέγεθος της εντύπωσης που δημιουργεί κάθε αντικείμενο εξαρτάται πολύ από την κλίμακά του. Η απόσταση του παρατηρητή από διάφορα αντικείμενα του τοπίου μεταβάλλει τις σχέσεις της κλίμακάς τους. Οι ανεμογεννήτριες λόγω του μεγέθους τους πρέπει να τοποθετούνται σε τέτοια απόσταση από κατοικημένες περιοχές ώστε να μειώνονται οι αντιθέσεις και να αμβλύνεται ο όγκος τους σε σχέση με την κλίμακα στο τοπίο.

η . Ο χρόνος ή χρονικό διάστημα είναι ένας ακόμη παράγοντας που αναφέρεται στην χρονική διάρκεια που ένας παρατηρητής παρατηρεί ένα ενδιαφέρον σημείο στο τοπίο. Εάν ο παρατηρητής σταθεί κάποια λεπτά να παρατηρήσει το τοπίο μετά από λίγο θα αρχίσει να παρατηρεί λεπτομέρειες και δευτερεύουσες αντιθέσεις στο τοπίο που με μια γρήγορη ματιά ήταν δύσκολο να διακριθούν. Στη περίπτωση των ανεμογεννητριών ο χρόνος απλώς επηρεάζει τη διάρκεια της οπτικής όχλησης.

Επομένως σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, τα αιολικά πάρκα θα πρέπει να διαμορφώνονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην δημιουργούν έντονες γραμμές στο τοπίο. Αυτό θα επιτευχθεί αν τηρηθούν αρκετά μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των ανεμογεννητριών. Κύριος παράγοντας που επηρεάζει κατά πολύ την κοινή γνώμη είναι η απόστασή τους από τις περιοχές που είναι κατοικήσιμες . Θα πρέπει να βρίσκονται σε αρκετά απομακρυσμένες περιοχές ώστε να αποφευχθούν σχεδόν όλες οι αρνητικές επιδράσεις (οπτική όχληση , θόρυβος κτλ.). Με την απόσταση μειώνονται οι αντιθέσεις και γι' αυτό δεν γίνονται εύκολα αντιληπτές οι ανεμογεννήτριες. Το χρώμα των ανεμογεννητριών παίζει επίσης σημαντικό ρόλο . Ευνόητο είναι το γεγονός ότι όσο «άδρατες» και αν είναι από κάποιες περιοχές, σίγουρα κάποιες ημέρες γίνονται ορατές ανάλογα με τον καιρό και τις συνθήκες ορατότητας.

Ίσως το πιο σημαντικό στοιχείο το οποίο θα έπρεπε να αναφερθεί είναι ότι συνήθεις περιοχές όπου τοποθετούνται ανεμογεννήτριες είναι οι κορυφογραμμές λόγω των ευνοϊκών τους ανέμων, οι οποίες είναι περιοχές που γίνονται εύκολα αντιληπτές από το μάτι. Είναι οι περιοχές όπου η γη συναντά τον ουρανό και επίσης είναι περιοχές που δεν έχει παρέμβει ο άνθρωπος εκτός βέβαια μερικών περιπτώσεων όπως οι πίστες του σκι. Η οποιαδήποτε πρόταση, οποιουδήποτε σκοπού θα πρέπει πάντα να μελετάται προσεκτικά. Δεν χωράνε λάθη.



#### 4.4. Οπτική τρωτότητα, απορροφητική ικανότητα και καθορισμός ποιοτικών και ποσοτικών κριτηρίων του τοπίου

Για την οπτική ανάλυση και τον σχεδιασμό των τοπίων είναι απαραίτητη η απογραφή και αξιολόγηση των οπτικών χαρακτηριστικών τους, όπως είναι η οπτική τρωτότητα (ευαισθησία στις αλλοιώσεις) του τοπίου, η απορροφητική ικανότητα του τοπίου και ο καθορισμός ποιοτικών και ποσοτικών κριτηρίων για την ορθολογική διαχείρισή τους (Χατζηστάθης και Ισπικούδης 1995).

► Η *οπτική τρωτότητα* αναφέρεται στο κατά πόσο οι διάφορες ενέργειες του ανθρώπου είναι εμφανείς μέσα στο τοπίο. Τα πιο ευαίσθητα τμήματα μέσα σ' ένα τοπίο είναι οι *γραμμές* και τα *υψηλότερα σημεία* αυτού.

##### • *Γραμμή του τοπίου:*

Όσο περισσότερο εμφανής είναι η γραμμή στα σημεία επαφής δύο στοιχείων, τόσο περισσότερο τρωτή είναι στις διαταραχές. Οι πιο κοινές γραμμές που παρουσιάζονται στο τοπίο κατά σειρά βαθμού τρωτότητας είναι η γραμμή του ορίζοντα, οι γραμμές επαφής γης και νερού και οι κορυφογραμμές σημεία που ενδείκνυνται, λόγω των ανέμων, για την τοποθέτηση των ανεμογεννητριών.

##### • *Θέση στο τοπίο*

Οι διαταραχές σε υψηλότερα μέρη ενός τοπίου είναι περισσότερο εμφανείς από ότι εκείνες που συμβαίνουν στις χαμηλότερες θέσεις. Τα αποψιλωτικά υλοτόμια π.χ. όσο υψηλότερα βρίσκονται σε μια πλαγιά τόσο μεγαλύτερη είναι η έκταση αλλά και η απόσταση που μπορεί να είναι ορατά. Επιπλέον υπάρχει πολύ μικρότερη δυνατότητα να καλυφθεί από την βλάστηση. Αντίθετα σε χαμηλές θέσεις μιας δασωμένης πλαγιάς οποιαδήποτε διαταραχή είναι πολύ λιγότερο εμφανής αν και οι λεπτομέρειες της επέμβασης είναι ποιο ευδιάκριτες γιατί η απόσταση παρατήρησης τείνει να γίνει μικρότερη. Υπάρχει όμως η δυνατότητα κάλυψης των διαταραχών από βλάστηση και γεωμορφικούς σχηματισμούς (Χατζηστάθης και Ισπικούδης 1995). Σύμφωνα με τα παραπάνω διακρίνουμε πως η θέση των αιολικών πάρκων (κορυφογραμμές κτλ.) δημιουργεί δυσκολίες όσον αφορά την πλήρη κάλυψή τους.

► Η *οπτική απορροφητική ικανότητα (O.A.I.)* του τοπίου είναι η σχετική, φυσική ικανότητα (χωρητικότητα) ενός τοπίου να δέχεται οργανωμένες δραστηριότητες ανάπτυξης ή διαχείρισης και ακόμη να διατηρεί τον οπτικό χαρακτήρα του και την ακεραιότητα της ποιότητας της θέας του. Οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτήν την ικανότητα της γης ή του τοπίου να απορροφά τις τροποποιήσεις είναι η κλίση, η βλάστηση, η απόσταση παρατήρησης, το έδαφος, η ποικιλότητα του τοπίου και οι ανθρώπινες δραστηριότητες (Χατζηστάθης και Ισπικούδης 1995).

Οι κατασκευές κοινής ωφέλειας όπως είναι τα αιολικά πάρκα και οι γραμμές εναέριας μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος, που σαν ιδιαίτερο χαρακτηριστικό έχουν την γραμμική διάταξη, είναι οι πιο συχνές μέσα στο δασικό τοπίο και προκαλούν τα περισσότερα αισθητικά προβλήματα. Προσελκύουν την προσοχή του επισκέπτη του δάσους, γιατί προβάλλονται έντονα με τα στοιχεία της γραμμής, της μορφής ( στύλους, μεταλλικούς πύργους) αλλά και του χρώματος ( χρωματική αντίθεση προς το γύρω φυσικό τοπίο). Χρειάζεται για τον σκοπό αυτό ιδιαίτερη φροντίδα, γιατί οι επιφάνειες των τεχνικών έργων σε αντίθεση με τις φυσικές επιφάνειες είναι σχετικά ομαλές και ανακλούν το φως, με αποτέλεσμα να προβάλλονται και αν ακόμα επικαλυφθούν με σκοτεινό χρώμα.

Για να μειωθεί η έντονη προβολή του στοιχείου της γραμμής των έργων αυτών, πρέπει να τοποθετούνται κατά μήκος ή παράλληλα προς τις φυσικές γραμμές του τοπίου και ειδικότερα της βλάστησης (κράσπεδα δάσους σε λιβαδικές εκτάσεις, κατά μήκος της ακτογραμμής) (εικ.2).



Εικόνα 2 Γραμμική διάταξη των ανεμογεννητριών κατά μήκος της ακτογραμμής

Με τη σωστή χωροθέτηση η πιθανότητα οπτικής επαφής από μία κατοικημένη περιοχή και άρα οπτικής όχλησης μειώνεται ουσιαστικά. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι πιο αποδοτικές και έτσι εγκαθίστανται σε μεγαλύτερη απόσταση η μία από την άλλη αποφεύγοντας κατ' αυτόν τον τρόπο την κατασκευή 'πυκνοκατοικημένων' αιολικών πάρκων. Τέλος υπάρχει μία σειρά μέτρων που εφαρμόζονται για την περαιτέρω αντιμετώπιση του προβλήματος (υπόγεια καλώδια δικτύου, ομοιογένεια και συμμετρία κατά την εγκατάσταση, αφαίρεση μη λειτουργικών ανεμογεννητριών, κτλ) (<http://www.greenpeace.org>). Στον αντίποδα των ανεμογεννητριών και των υπόλοιπων ΑΠΕ βρίσκονται οι θερμοηλεκτρικοί (λιγνιτικοί, ανθρακικοί, πετρελαϊκοί, φυσικού αερίου) και οι πυρηνικοί σταθμοί (εικ.3)



Εικόνα 3. Λιγνιτωρυχείο στο Eschweiler της Γερμανίας

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Clarke A., 1988. *Wind Farm Location and Environmental Impact*, NATFA, Open University, Charter for Renewable Energy, Milton Keynes

Καρλής Ε., 2006. Μελέτη αιολικού πάρκου στη θέση «Αγία Ελέσσα» της νήσου των Κυθήρων. Πτυχιακή εργασία. Τ.Ε.Ι Κρήτης Π.Σ.Ε Ενεργειακής και Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας

Περώνης Λ.Α., 2008. Πρόβλεψη Παραγωγής Αιολικής ισχύος με υπό συνθήκη παραμετρικά μοντέλα Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών

Steele A., 1991. An environmental impact assessment of the proposal to build a wind farm at Langdon Common in the North Pennines, UK .The Environmentalist 11(3): 195-212

Χατζηστάθη Α., Ισπικούδη Ι., 1995. Προστασία της Φύσης και Αρχιτεκτονική του τοπίου, Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη pp.412

#### Διαδίκτυο:

<http://www.easthavenwindfarm.com/filing/ehwf-po-2.pdf>, Owens,P.M.,(2003).East Heaven Windfarm, Four Turbines on East Mountain: An Examination of Wind Farm Aesthetics in the Vermont Landscape . Ημερομ.πρόσβασης Ιανουάριος 2010

[http://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_turbine](http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_turbine), Ημερομ. πρόσβασης Μάιος 2010

[http://en.wikipedia.org/wiki/Darrieus\\_wind\\_turbine](http://en.wikipedia.org/wiki/Darrieus_wind_turbine), Ημερομ.πρόσβασης Μάιος 2010

[http://en.wikipedia.org/wiki/Environmental\\_effects\\_of\\_wind\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_effects_of_wind_power), Ημερομην.πρόσβασης Απρίλιος 2010

<http://www.greenpeace.org/raw/content/greece/press/118523/32632.pdf>, Αιολική Ενέργεια ή Κλιματικές Αλλαγές, Ημερομ.πρόσβασης Μάρτιος 2010

<http://www.greenpeace.org/greece/news/windmills-true-lies>, Μύθοι & πραγματικότητα, Ημερομ.πρόσβασης Μάρτιος 2010

[http://www.oikipa.gr/index/index.php?option=com\\_content&task=view&id=63&Itemid=62](http://www.oikipa.gr/index/index.php?option=com_content&task=view&id=63&Itemid=62), Αιολικά Πάρκα, Ημερομ.Πρόσβασης Μάιος 2010

[www.talentfactory.dk/media\(485.../Public\\_attitudes\\_towards\\_wind\\_power.pdf](http://www.talentfactory.dk/media(485.../Public_attitudes_towards_wind_power.pdf), Association.Public Attitudes Towards Wind Power, Ημερομ.πρόσβασης: Ιανουάριος 2010

<http://www.talentfactory.dk/en/tour/wres/siting.htm>, Selecting a Wind Turbine Site, Ημερομ.πρόσβασης Ιανουάριος 2010

<http://www.talentfactory.dk/en/tour/env/index.htm>, Landscape Hints About Landscape Architecture and Wind Turbines, Ημερομ.πρόσβασης Ιανουάριος 2010

[http://www.willcountycare.org/index.php?p=1\\_24\\_Wind-Energy#LinkTarget\\_272](http://www.willcountycare.org/index.php?p=1_24_Wind-Energy#LinkTarget_272), Citizens Against Ruining the Environment, Ημερομ.πρόσβασης: Ιανουάριος 2010