



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΚΟΙΝΩΝΙΑ, ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ και ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΠΕ
Η περίπτωση δυο υπεράκτιων αιολικών πάρκων στη
Δανία

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ορέστης Παντελής Εμμ. Αγγουριδάκης

Αριθμός Μητρώου: 09107030

Ακαδημαϊκό έτος: 2014-2015

Επιβλέπων: Κώστας Θεολόγου

Μέλη εξεταστικής επιτροπής: Παναγιώτης Μιχαηλίδης, Παναγιώτα Ράπτη

Αθήνα, Μάρτιος 2015

“Μια από τις μεγαλύτερες λαχτάρες της ζωής μου στάθηκε πάντα το ταξίδι, να δω, ν'αγγίξω άγνωρα χώματα, να μπω να κολυμπήσω σε άγνωρες θάλασσες, να γυρίσω τη γης, να βλέπω, να βλέπω και να μη χορταίνω καινούριες στεριές και θάλασσες κι ανθρώπους κι ιδέες και να τα βλέπω όλα για πρώτη φορά, να τα βλέπω όλα για τελευταία φορά, με μακρόσερτη ματιά, κι έπειτα να σφαινώ τα μάτια και να νιώθω τα πλούτη να κατασταλάζουν μέσα μου ήσυχα, τρικυμιστά, όπως θέλουν, ωσότου να τα περάσει από την ψιλή κρισάρα ο καιρός, να κατασταλάξει απ'όλες τις χαρές και τις πίκρες το ξαθέρι-τούτη η αλχημεία της καρδιάς είναι, θαρρώ, μια μεγάλη, αντάξια του ανθρώπου ηδονή...”

Νίκος Καζαντζάκης "Αναφορά στον Γκρέκο"

Ευχαριστίες

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Κώστα Θεολόγου, αφενός για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την καθοδήγηση που μου προσέφερε και αφετέρου για την δυνατότητα που μου παρείχε στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο.

Θέλω επίσης να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τον καθένα ξεχωριστά για την στήριξη που μου παρείχαν καθ'όλη την διάρκεια της σταδιοδρομίας μου στο Πολυτεχνείο. Τον πατέρα μου, για την υποστήριξη, την υπομονή και πίστη προς το πρόσωπο μου και τις συμβουλές του στα κρίσιμα σημεία της ακαδημαϊκής μου καριέρας. Την μητέρα μου, για την σοφία της, που μου «έβαλε τα γυαλιά» με 1 προπτυχιακό και 2 μεταπτυχιακά στην κοινή μας πορεία σαν φοιτητές και το καλοπροαίρετο άγχος της. Και την αδερφή μου, για την αδελφική της αγάπη, το χαμόγελό της και την ηρεμία που μου προσέφερε.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τον φίλο και συμφοιτητή Ηλία Λιαπικό για την κοινή προσπάθεια που κάναμε όλα αυτά τα χρόνια και την στήριξη του καθ'όλη την διάρκεια της ακαδημαϊκής μου πορείας.

Αθήνα, Μάρτιος 2015

Ορέστης Παντελής Εμμ. Αγγουριδάκης

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις της είναι χωρίς αμφισβήτηση η μεγαλύτερη πρόκληση για τις σύγχρονες ανθρώπινες κοινωνίες. Στην συζήτηση για την αλλαγή του κλίματος, έχει τονιστεί με έμφαση η ανάγκη για αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας και την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους κύριους λόγους που ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και προκαλούν ανεπανόρθωτες αλλαγές στο οικοσύστημα. Ωστόσο, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τα τελευταία 40 χρόνια και πιο εντατικά την τελευταία 10ετία προσπαθούν να αλλάξουν την κυριαρχία των αναλώσιμων και επιβλαβών ορυκτών καυσίμων και να καθιερώσουν την «πράσινη ενέργεια». Παρόλα αυτά η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βρίσκεται αντιμέτωπη με πολλές δυσκολίες. Πρώτον, τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πρέπει να είναι ανταγωνιστικά στην τιμή παροχής του ρεύματος στο δίκτυο σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα. Δεύτερον, πρέπει να ξεπεράσουν την δυσκολία της βιωσιμότητας της τεχνολογίας στις περιπτώσεις όπου οι συνθήκες δεν είναι ιδανικές ως προς την παραγωγή ενέργειας όπως η περίπτωση της άπνοιας στα αιολικά πάρκα και της μειωμένης ροής του νερού στα υδροηλεκτρικά φράγματα. Τέλος, τα έργα ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πρέπει να συμβαδίζουν με την κοινωνική αποδοχή και τις κοινωνικές αντιλήψεις και να προσαρμόζονται στις ανάγκες της κοινωνίας. Αρκετές φορές αυτό δεν είναι εφικτό και η υλοποίηση των έργων βρίσκει αντίσταση από την κοινωνία παρά το ότι σε γενικές γραμμές η κοινωνική αποδοχή είναι ευρέως θετική στις πιο παραγωγικές χώρες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω της επιρροής «όχι στην περιοχή μου» ή αλλιώς NIMBY effect και λόγω της απαίτησης των φορέων για την ενεργό συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας.

Η αιολική ενέργεια είναι η πιο ελπιδοφόρα αειφόρος ενέργεια και η τεχνολογία της έχει αναπτυχθεί ραγδαία τα τελευταία 20 χρόνια. Η χώρα-πρωτοπόρος στην αιολική ενέργεια είναι η Δανία. Ο φιλόδοξος της στόχος είναι να αυξήσει το μερίδιο της αιολικής ενέργειας στο 50% μέχρι το 2020 και το 2050 να απεξαρτηθεί τελείως από τα ορυκτά καύσιμα. Η Δανία εκτός από την τεχνολογική της υπεροχή και καινοτομία στα έργα αιολικής ενέργειας, διαφέρει από τις υπόλοιπες χώρες για την σχεδόν καθολική κοινωνική αποδοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στη συμμετοχή των πολιτών στην ιδιοκτησία των έργων. Μάλιστα σε κάποια από αυτά τα έργα ανάπτυξης, το ποσοστό ιδιοκτησίας των πολιτών ξεπερνάει το 50%. Η κοινωνική αποδοχή είναι πάντα ένα ζήτημα για την υλοποίηση των έργων και οι τοπικές κοινωνίες ζητάνε όλο και περισσότερο την συμμετοχή τους και την ενημέρωσή τους από τους υποψήφιους επενδυτές.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να εξετάσει και να μελετήσει κατά πόσο η κοινωνία, το περιβάλλον και η καινοτόμα τεχνολογία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνδυάζονται και λειτουργούν αρμονικά στην Δανία μέχρι σήμερα. Δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στο Horns Rev και στο Nysted, δύο από τα μεγαλύτερα υπεράκτια αιολικά πάρκα της Ευρώπης τα οποία λειτουργούν περίπου 13 χρόνια και μέσω των περιβαλλοντικών προγραμμάτων παρακολούθησης μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με τις

περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα και στις τοπικές κοινωνίες. Και στις δύο περιπτώσεις, η κοινωνική συμμετοχή παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στον σχηματισμό ατομικής και συλλογικής γνώμης. Ωστόσο τα διάφορα είδη της δημόσιας συμμετοχής έχουν επηρεάσει με αξιοπρόσεκτο τρόπο την κοινωνική αποδοχή, και για αυτόν τον λόγο οι συνθήκες που επικρατούν και τα αποτελέσματα από τις έρευνες είναι διαφορετικά και αποτελούν αντικείμενο συζήτησης.

Λέξεις-κλειδιά: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βιωσιμότητα, αιολική ενέργεια, περιβάλλον, Δανία, κοινωνία, κοινωνική αποδοχή, κοινωνική συμπεριφορά, υπεράκτια αιολικά πάρκα, κλιματική αλλαγή.

ABSTRACT

Climate change and its potential impacts to the future of our society is arguably one of the most challenging issues of our time. The climate change debate has strongly emphasized the need to replace fossil fuels with renewable energy sources. The use of fossil fuels for energy production has been identified as one of the main reasons that enhance earth's greenhouse effect and cause the changes in climate. However, renewable energy sources have the potential to switch the dominance of fossil fuels. Speaking of truth, this is not as easy as it may sound, because the development of renewables is faced with several difficulties. First of all, renewable energy projects must be competitive in price in comparison with fossil fuel. Secondly, a handicap is viable technologies as for example is the development of large scale storage of energy from fluctuating renewable energy sources such as wind power and hydroelectric power stations to ensure the stability of system when the wind is not blowing or when the water level is below limits. Last but not least, renewable energy projects have to meet with public acceptance and adapt with general conditions and demands of society. This is why a common feature of larger scale renewable energy infrastructures very often give rise to local opposition, although the public attitude towards renewables, in general, is highly positive in all major renewable energy producing countries. Despite the positive perception, sometimes NIMBY effect place a significant role for the decision of project construction.

Wind energy is the most promising renewable source at the moment and its technology has been rapidly evolved through the past 20 years. Country which has shown up in the world as the pioneer of wind energy is Denmark. Their ambitious target is to cover country's energy needs by 50% from wind energy in 2020 and to be independent from fossil fuel until 2050. Denmark has shown its technological advance over the other European countries, and what differ Denmark from them is the highly public participation in ownership of wind turbines and in general in a social and political context highly positive towards wind power. Public acceptance is always a matter for implement new projects and the local populations have been more and more considered as main stakeholders to get support from. This thesis will examine if the combination of society, environment and wind energy technology are worked properly in Denmark from beginning of wind energy projects till now. The focus will be on two of the largest offshore wind farms, named Horns Rev and Nysted, which start operating in 2002 and 2003 respectively and through 2 environmental monitoring programmes we can have significant results from environmental and social impacts. For both cases, public participation has played an important role in building people's opinion. However, the different types of public involvement have differently affected the local acceptance, and the presence of certain aspects such as cultural ones seems to be a necessary precondition for the appearance of support towards the projects.

Key-words: Renewable energy, sustainability, society, Denmark, offshore wind farms, environment, social acceptance, public perception, Horns Rev, Nysted.

Πίνακας περιεχομένων:

Περίληψη.....	4
Abstract.....	6
Πίνακας περιεχομένων.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή-Εννοιολογικά εργαλεία.....	9
1.1. Η ιστορική αναδρομή και η κλιματική αλλαγή.....	9
1.2. Το Παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα και τα περιβαλλοντικά κινήματα.....	11
1.3. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	12
1.3.1. Η αιολική ενέργεια.....	13
1.3.2. Η ηλιακή ενέργεια.....	16
1.3.3. Η γεωθερμική ενέργεια.....	18
1.3.4. Η βιομάζα.....	20
1.3.5. Η υδροηλεκτρική ενέργεια.....	23
1.3.6. Η κυματική ενέργεια.....	24
1.3.6.1. Η παλιρροϊκή ενέργεια.....	24
1.3.6.2. Παραγωγή ενέργειας με θαλάσσιες συσκευές.....	25
1.3.6.3. Παραγωγή ενέργειας από παράκτιες εγκαταστάσεις.....	26
1.3.6.4. Η ενέργεια ώσμωσης.....	27
1.3.6.5. Η θερμική ενέργεια των ωκεανών.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Θαλάσσιο περιβάλλον.....	29
2.1 Ωκεανογραφία.....	31
2.2 Επιρροή του ανθρώπου στο θαλάσσιο περιβάλλον.....	32
2.3 Οι συνέπειες από την ανθρώπινη επιρροή στο θαλάσσιο περιβάλλον.....	34
2.4 Κρυστάλλινα κύματα στην Αμερική.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η περίπτωση της Δανίας.....	37
3.1 Η ιστορία της Δανίας στην αιολική ενέργεια.....	37
3.2 Η κοινωνική αποδοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	45
3.2.1 Η εφαρμογή των σχεδίων αιολικής ενέργειας: Οι διαμάχες.....	49
3.2.2 Η ξεχωριστή πόλη Sydthy.....	53
3.2.3 Οι μεταβλητές που επηρεάζουν την κοινωνική αποδοχή.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Horns Rev-Nysted.....	56
4.1 Horns Rev.....	56
4.1.1 Κριτήρια επιλογής τοποθεσίας του αιολικού πάρκου.....	57
4.1.2 Περιβαλλοντικός έλεγχος κατά την κατασκευή του Horns Rev.....	58

4.1.3 Το φαινόμενο της ομίχλης στο Horns Rev.....	59
4.1.4 Horns Rev 2&3.....	60
4.2 Nysted.....	62
4.2.1 Το περιβαλλοντικό πρόγραμμα παρακολούθησης του Nysted.....	65
4.2.2 Nysted 2.....	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Περιβαλλοντικές μελέτες και επιπτώσεις σε Horns Rev και Nysted.68

5.1 Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα.....	68
5.2 Βυθός και πανίδα.....	69
5.2.1 Horns Rev.....	72
5.2.2 Nysted.....	73
5.3 Ψάρια.....	75
5.3.1 Horns Rev.....	75
5.3.2 Nysted.....	77
5.4 Θαλάσσια θηλαστικά.....	78
5.4.1 Φώκιες (Harbour seals).....	79
5.4.2 Φώκαινες (Harbour porpoises).....	82
5.5 Πουλιά.....	85

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις στο Horns Rev και στο Nysted.....89

6.1 Κοινωνικές,οικονομικές έρευνες και δημοσκοπήσεις στις τοπικές κοινωνίες.....	89
6.2 Η επίδραση των αιολικών πάρκων στον τοπικό τουρισμό.....	96
6.3 Οι επιπτώσεις στις υπόλοιπες οικονομικές δραστηριότητες.....	97

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπεράσματα.....99

Βιβλιογραφία.....101

Ελληνική βιβλιογραφία.....	101
Ξένη βιβλιογραφία.....	102
Διαδικτυακή βιβλιογραφία.....	106

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

1.1 Η ιστορική αναδρομή και η κλιματική αλλαγή

Από την αρχή της ύπαρξής του, ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε με κάθε τρόπο τις δυνάμεις της φύσης με σκοπό την βελτιστοποίηση των συνθηκών διαβίωσης του. Με το πέρασμα των αιώνων η χρήση των ενεργειακών πηγών γινόταν όλο και πιο συχνή και είχε ολοένα και μεγαλύτερη επίδραση στην οικονομική και κοινωνική ζωή των ανθρώπων. Αρχικά, στην αρχαιότητα με την καύση ξύλων, μεταγενέστερα με την καύση του άνθρακα που έγινε ευρέως διαδεδομένη κατά την Βιομηχανική επανάσταση, ο «μαύρος χρυσός» από τα τέλη του 19ου αιώνα και η εκμετάλλευση της πυρηνικής ενέργειας μετά το τέλος του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου έδιναν την ψευδαίσθηση στην κοινή γνώμη ότι δεν θα υπήρχε κανένα πρόβλημα στην χρησιμοποίηση των πρωτογενών ενεργειακών πόρων. Η πραγματικότητα όμως ήταν τελείως διαφορετική και σε σύντομο χρονικό διάστημα αποδείχθηκε ότι η αλόγιστη χρήση του πετρελαίου, τα βιομηχανικά και πυρηνικά απόβλητα και τα πυρηνικά ατυχήματα ήταν οι κύριες αιτίες της μεταβολής του κλίματος, της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας στον πλανήτη και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Έτσι φτασαμε στο σημείο η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα από ανθρώπινες ενέργειες να θεωρείται υπεύθυνη για το 50% της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας. Κάθε χρόνο υπολογίζεται ότι επιβαρύνουμε την ατμόσφαιρα κατά 6 δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (WMO) που δημοσιεύτηκε στις 9 Σεπτεμβρίου, η μέση ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα έφθασε τα 396 μέρη ανά εκατομμύριο το 2013, 2,9 μέρη ανά εκατομμύριο πάνω από τα επίπεδα του 2012 (Fassbender I.,2014).

Παρόλα αυτά όμως οι συνέπειες της υπερθέρμανσης δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες σε όλο το πλανήτη. Άλλες περιοχές υποφέρουν από πολικές θερμοκρασίες, άλλες από παρατεταμένους καύσωνες και άλλες από καταστροφικούς τυφώνες και πλημμύρες. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να αλλοιώσει το 1/3 της χλωρίδας και πανίδας της Γης έως το τέλος του αιώνα(WWF,2000). Σύμφωνα με τον Κόκκινο Κατάλογο της Διεθνούς Ένωσης για την προστασία της φύσης, το 41% των αμφιβίων ειδών, το 33% των

κοραλλιογενών υφάλων, το 25% των θηλαστικών, το 20% των φυτών, το 30% των κωνοφόρων δέντρων και το 13% των πτηνών απειλούνται(planetsave.com, χ.χ).

Δημοσίευμα της guardian το 2013 αναφέρει ότι περισσότερα από 120 εκατομμύρια δολάρια έχουν δωριστεί από δισεκατομμυριούχους ή πετρελαϊκές εταιρείες μέσω μυστικών χρηματοδοτήσεων σε περισσότερες από 100 οργανώσεις δυσφήμισης της κλιματικής αλλαγής την τελευταία δεκαετία (Goldenberg S.,2013). Το σίγουρο είναι ότι παρά το ότι τα lobby ισχυρών συμφερόντων αμφισβητούν τον κίνδυνο που διατρέχει ο πλανήτης μας, η πραγματικότητα τους διαψεύδει κατηγορηματικά. Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC), οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έχουν ήδη ανεβάσει τη θερμοκρασία κατά 0.85 βαθμούς παγκοσμίως. Εάν δεν ληφθούν μέτρα και οι εκπομπές αερίων συνεχιστούν με αμείωτο ρυθμό, θα σημειωθεί αύξηση κατά 3.1 έως 4.8 βαθμούς έως τα τέλη του αιώνα. Όλες οι περιοχές του κόσμου (συμπεριλαμβανομένης της Ευρωπαϊκής Ένωσης) θα αντιμετωπίσουν σοβαρές συνέπειες, τόσο για τις οικονομίες τους όσο και για τα οικοσυστήματά τους(IPCC, 2013: σελ. 11-52). Πιο δυσσιώπες μελέτες αναφέρουν πως τυχόν διπλασιασμός ρύπων τις επόμενες δεκαετίες, μπορεί να στοιχίσει τη ζωή σε 900 εκατομμύρια ανθρώπους και να επιφέρει οικονομικές απώλειες ύψους 907 τρισεκατομμυρίων δολλαρίων(Hohmeyer και Gaertner,1992), ποσό πολλαπλάσιο του παγκόσμιου πλούτου ο οποίος υπολογίστηκε στα μέσα του 2014 στα 263 τρισεκατομμύρια δολάρια(credit Suisse,2014).

Σχήμα 1: Ετήσιες παγκόσμιες μέσες παρατηρηθείσες θερμοκρασίες

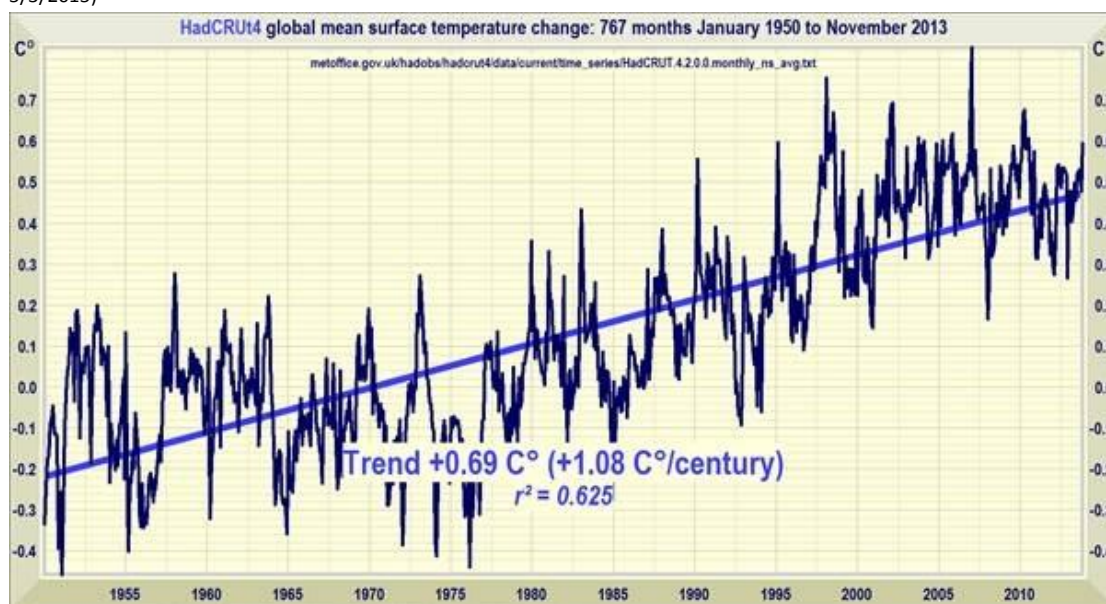
μαζί με απλές προσαρμογές στα δεδομένα. Το διάγραμμα παρουσιάζει

τις διακυμάνσεις από το 1955 ως το 2013 μέσο όρο και ο κάθετος παρουσιάζει

την κατ' εκτίμηση πραγματική θερμοκρασία (°C). Σημειώστε ότι για μικρότερες

πρόσφατες χρονικές περιόδους, η κλίση είναι μεγαλύτερη, ένδειξη επιταχυνόμενης

υπερθέρμανσης Πηγή: HadCRUT4, 2013, Monthly global mean surface temperature anomalies, from www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut4/data/current/time_series/HadCRUT.4.2.0.0.monthly_ns_avg.txt (πρόσβαση 5/3/2015)



1.2 Το Παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα και τα περιβαλλοντικά κινήματα

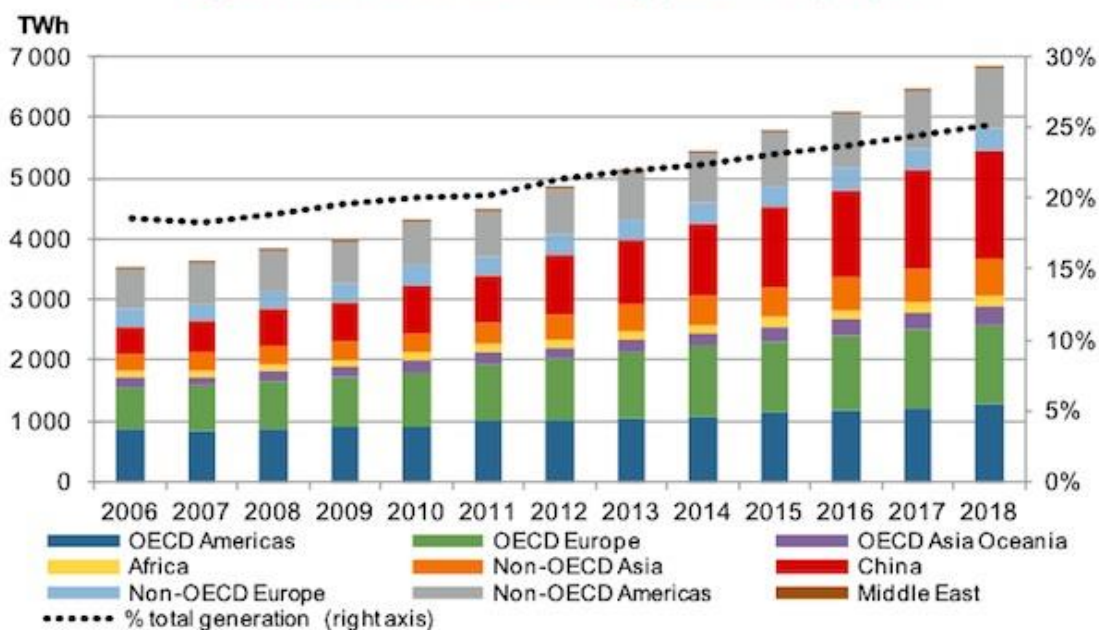
Από τις αρχές της δεκαετίας του '50 άρχισε η φιλολογική συζήτηση σχετικά με το ενεργειακό πρόβλημα. Παρά το γεγονός ότι εκείνη την εποχή δεν υπήρχε πρόβλημα με τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα κάποιοι ερευνητές είχαν αρχίσει να αναδεικνύουν το πρόβλημα. Στις δεκαετίες '60 με '70 ο άνθρωπος αρχίζει και συνειδητοποιεί δύο πράγματα, πρώτον ότι τα αποθέματα ενέργειας είναι πεπερασμένα(ενεργειακό πρόβλημα) και δεύτερον ότι η καύση των ορυκτών καυσίμων προκαλεί ανεπανόρθωτες βλάβες στο οικοσύστημα(οικολογικό πρόβλημα). Με αυτόν τον τρόπο, τα πρώτα περιβαλλοντικά κινήματα κάνουν την εμφάνισή τους απαιτώντας την προστασία του περιβάλλοντος και την έρευνα νέων πόρων, για την παραγωγή ενέργειας, φιλικότερους προς το περίβαλλον. Έτσι, έννοιες που ήταν πρωτύτερα άγνωστες στους ανθρώπους όπως «ανανεώσιμες πηγές ενέργειας» και «καθαρή ενέργεια» κάνουν δειλά-δειλά την εμφάνισή τους στην κοινή γνώμη.

Οι ενεργειακές ανάγκες του πλανήτη χρόνο με τον χρόνο διογκώνονται κάτι που καθιστά την εξεύρεση καινούριων τρόπων παραγωγής ενέργειας επιτακτική ανάγκη. Το 2000 οι κάτοικοι της γης ανέρχονταν σε 6 δις περίπου και η κατανάλωση ενέργειας ήταν της τάξης των 14,0 δις TCE, αυξημένη κατά 34,6% σε σχέση με την αντίστοιχη του 1980 (μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης 1,73%). Η παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 15200 TWh, αυξημένη κατά 83.1% σε σχέση με το 1980 (μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης 4.16%). Το έτος 2020 ο πληθυσμός του πλανήτη αναμένεται να αυξηθεί σε 8 δις, ενώ η κατανάλωση ενέργειας εκτιμάται ότι θα ανέλθει σε 19 δις TCE, αυξημένη κατά 82,61% και 36% σε σχέση με το 1980 και 2000, αντίστοιχα. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας 2,1% και 1,6%, αντίστοιχα. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας την ίδια περίοδο εκτιμάται ότι θα έχει φτάσει στις 25000 TWh, αυξημένη κατά 201,2% σε σχέση με το 1980 και 64,5% με το 2000(Καβουρίδης και Παυλουδάκης 2004 σελ. 1-3).

Αυτό που φαίνεται ξεκάθαρο είναι ότι το ενεργειακό πρόβλημα δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί ουσιαστικά όσο τα ορυκτά καύσιμα αποτελούν την κύρια πηγή παραγωγής ηλεκτρισμού. Για αυτόν τον λόγο το 1997 υπογράφηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο στο οποίο, κυρίως οι βιομηχανικές χώρες, υποχρεούνταν να ρίξουν τα επίπεδα των 6 βασικών ρύπων(διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, πρωτοξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, υπερφθοριωμένοι υδρογονάνθρακες και εξαφθοριούχο θείο) στο χρονικό διάστημα 2007-2012 σε 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Τον Δεκέμβριο του 2012 αποφασίστηκε η παράταση του πρωτοκόλλου του Κιότο μέχρι το 2020 χωρίς την συμμετοχή των πλέον ρυπογόνων χωρών δηλαδή της Αμερικής, του Καναδά, της Ινδίας και της Κίνας. Τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης από την πλευρά τους έδωσαν έγκριση για το πακέτο προτάσεων γνωστό και ως «20-20-20» στο οποίο θέτει στόχο μείωσης 20% των αερίων θερμοκηπίου, βελτίωση 20% της ενεργειακής αποδοτικότητας και αύξηση 20% της προσφοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέχρι το 2020(The EU “energy climate” package,2008).

Σχήμα 2: Παγκόσμια παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ανά περιοχή

Figure 1 Global renewable electricity production by region



Πηγή: <http://blogs.scientificamerican.com/plugged-in/2013/07/10/the-global-outlook-for-renewable-power-in-one-graph/> (πρόσβαση 15/10/2014)

1.3 Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Φτάνοντας στο σήμερα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν τον κύριο άξονα της ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής σε παγκόσμιο επίπεδο, μαζί με την εξοικονόμηση ενέργειας, όχι μόνο ως προς τα περιβαλλοντικά οφέλη, αλλά και ως προς την τόνωση της απασχόλησης και την καταπολέμηση της ανεργίας σε περιόδους παγκόσμιας οικονομικής κρίσης. Ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ορίζουμε τις μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από ενεργειακές πηγές οι οποίες είναι αέναες στον χρόνο και μας παρέχονται σε βαθμό ήπιας εκμετάλλευσης. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντικαθιστούν τα συμβατικά καύσιμα είτε άμεσα (θέρμανση) είτε μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας (ηλεκτρισμός, μηχανική ενέργεια). Η ιδιαίτερη σημασία των ΑΠΕ έγκειται στα κύρια γνώρισμά τους .

i. Στην κυκλική τους ανανέωση, η οποία στηρίζεται στην αέναη μεταφορά της ενέργειας εντός του περιβάλλοντος, μετασχηματιζόμενη από μια μορφή ενέργειας σε μια άλλη και

ii. Στις μηδενικές ή ελάχιστες εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα σε αντίθεση με τα συμβατικά καύσιμα τα οποία εκλύουν σημαντικές συγκεντρώσεις αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Η Οδηγία ΕΚ 77/2001 «Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας» ορίζει ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τις μη ορυκτές Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, δηλαδή:

- την αιολική ενέργεια,
- την ηλιακή ενέργεια,
- τη γεωθερμική ενέργεια,
- τη βιομάζα,
- την υδραυλική ενέργεια,
- την παλιρροϊκή ενέργεια και την ενέργεια των κυμάτων,
- τα αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής (Χ.Υ.Τ.Α.), από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τα βιοαέρια(Σμπόνιας,2011: σελ. 21-23).

Σύμφωνα με έρευνες, το 2012 το ενεργειακό μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην συνολική παγκόσμια κατανάλωση ανέρχεται στο 20,8% συνολικής ισχύς 4700TWh, με τα αντίστοιχα ποσοστά του 2011 και 2010 στο 19,9% και 18,3% (Observ'ER,2013).

1.3.1 Η αιολική ενέργεια

Η μορφή αυτή ονομάζεται ανανεώσιμη καθώς η πηγή της ενέργειάς της είναι ο άνεμος,ο οποίος αποτελεί ανεξάντλητη πηγή. Ο άνεμος είναι η κίνηση του αέρα από μια περιοχή υψηλής πίεσης σε μια περιοχή χαμηλής πίεσης. Στην πραγματικότητα, ο άνεμος υπάρχει επειδή ο ήλιος θερμαίνει άνισα την επιφάνεια της Γης. Καθώς αυξάνεται ο όγκος του θερμού αέρα, ο ψυχρός αέρας κινείται για να καλύψει το κενό. Όσο ο ήλιος λάμπει, ο άνεμος φυσάει. Και εφ' όσον ο άνεμος φυσάει, οι άνθρωποι θα τον αξιοποιούν για να τροφοδοτούν τη ζωή τους. Είναι καθαρή ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που δεν παράγει ρύπους κατά την διάρκεια λειτουργίας της που θα μπορούσαν να βλάψουν το περιβάλλον. Θεωρείται από τις ασφαλέστερες και πιο καθαρές μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το λειτουργικό κόστος είναι ελάχιστο μετά την ανέγερση των ανεμογεννητριών. Η μαζική παραγωγή και η πρόοδος της τεχνολογίας κάνουν τις τουρμπίνες φθηνότερες από ποτέ. Τα αιολικά πάρκα επίσης λαμβάνουν επιδοτήσεις μαζί με τα οφέλη από τις κυβερνήσεις σε πολλές χώρες του κόσμου όπως η Δανία και η Αμερική που προσπαθούν να διαδώσουν αυτή την καθαρή πηγή ενέργειας. Η κινητική ενέργεια των ανέμων είναι τέτοια η οποία θα μπορούσε να καλύψει δύο φορές τις ανάγκες του πλανήτη σε ηλεκτρική ενέργεια(Τσιλιγιάννης,2010: σελ.27-29).

Ο άνθρωπος έχει επινοήσει τις αιολικές μηχανές με σκοπό την εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας του ανέμου και την μετατροπή τους σε στρεφόμενη μηχανική ενέργεια. Στην περίπτωση που η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται για άντληση ή άλεση τότε η μηχανή ονομάζεται ανεμόμυλος. Εάν η μηχανική ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τότε η μηχανή λέγεται ανεμογεννήτρια. Οι ανεμογεννήτριες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Α)Στις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα στις οποίες ο άξονας περιστροφής είναι τοποθετημένος οριζόντια και σχεδόν παράλληλα με την κατεύθυνση ροής του ανέμου (Σχήμα 3) και Β)στις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα στις οποίες ο άξονας του ρότορα είναι κατακόρυφος(Σχήμα 4). Η κύρια διαφορά τους είναι ότι στις μεν ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα, ο άξονας δεν χρειάζεται

προσανατολισμό ως προς την φορά κατεύθυνσης του ανέμου κάτι στο οποίο όμως έχει σαν μειονέκτημα την χαμηλή απόδοση, ενώ οι δε ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα χρειάζονται πτερύγιο κατεύθυνσης και γεννήτρια στη κορυφή του πυλώνα στήριξης κάτι το οποίο ανεβάζει το κόστος κατασκευής και συντήρησης, αλλά έχει υψηλότερη απόδοση γι' αυτό τον λόγο και προτιμούνται οι κατασκευές αυτού του τύπου στην ηλεκτροπαραγωγή.



Εικόνες 3 και 4 Πηγή: <http://winden.wikidot.com/turb> (πρόσβαση 17/10/2014)

Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάζονται αιολικά πάρκα αποτελούμενα από συστοιχίες ανεμογεννητριών. Ιδανικά σημεία για την επιλογή του σημείου κατασκευής του αιολικού πάρκου είναι βουνοκορφές και θαλάσσιες εκτάσεις, περιοχές δηλαδή με μεγάλη αιολικό δυναμικό καθ' όλη την χρονιά. Τα αιολικά πάρκα έχουν δεκάδες ή και εκατοντάδες ανεμογεννήτριες παρεταγμένες σε σειρά κυρίως στις κορυφογραμμές ή σε διαφορετικά σχήματα στις παράκτιες εγκαταστάσεις αναλόγως με το βάθος και την κατάσταση του πυθμένα. Το μέγεθος των ανεμογεννητριών μεγαλώνει όσο περνάνε τα χρόνια και η τεχνογνωσία βελτιώνεται συνεχώς με σκοπό την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του αέρα. Το 2013 η μέση διάμετρος των πτερυγίων ανέρχεται στα 97 μέτρα, 103% περισσότερο σε σχέση με το 1998 και αποδοτικότητα 15 φορές καλύτερη από τις ανεμογεννήτριες του 1990. Η ισχύς μία και μόνο ανεμογεννήτριας τέτοιου μεγέθους είναι ικανή να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες 600σπιτιών στην Αμερική (Hartman L., 2014).



Πηγή: <http://www.windenergyfoundation.org/photo-gallery> (πρόσβαση 28/2/2015)

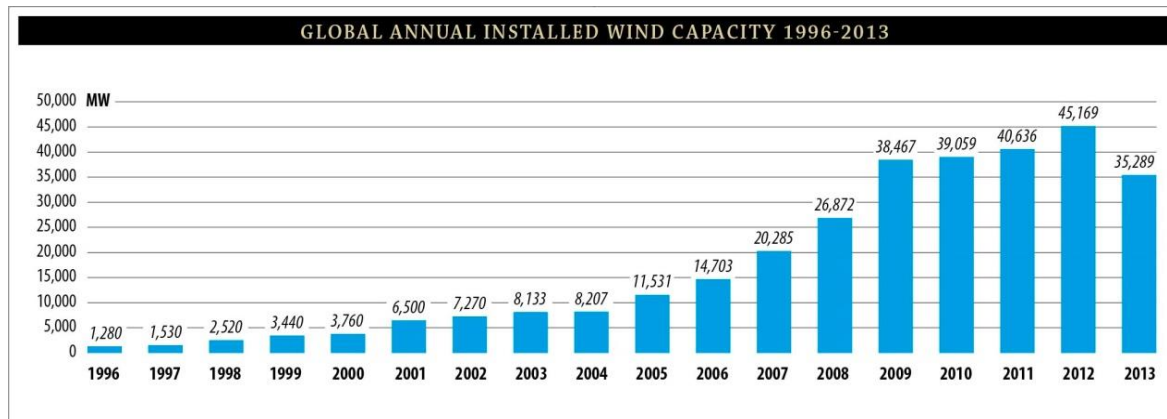
Οι πρώτες αναφορές για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας ξεκινάνε το 2000πΧ στην Κίνα και στην Περσία. Οι αρχαίοι Έλληνες όσο και οι Πέρσες, οι Κινέζοι, οι Βαβυλώνιοι, οι Αιγύπτιοι άρχισαν να αξιοποιούν τον άνεμο για την κίνηση των ιστιοφόρων πλοίων και την άρδευση των αγρών (Kukreja R.,2015). Στην βυζαντινή εποχή γίνεται η χρήση του ανεμόμυλου για την άρδευση και για το άλεσμα των σιτηρών. Στον Μεσαίωνα στην Ευρώπη εμφανίζονται ανεμόμυλοι σε Ισπανία, Ολλανδία, Πορτογαλία, Ιταλία, Γαλλία. Οι ανεμόμυλοι εκείνης της περιόδου εκτός των παραπάνω χρήσεων, χρησιμοποιούνται για το άλεσμα των σιτηρών, το κόψιμο ξύλων και την άντληση νερού. Στην ανατολική Κρήτη, η χρήση του ανεμόμυλου γινόταν κυρίως για την άντληση του νερού από τα πηγάδια ενώ στα νησιά του Αιγαίου η χρήση του ανεμόμυλου είναι διαδομένη στη βυρσοδεψία (Σχοινιάς Ν. 2007).

Ο άνθρωπος άρχισε να αξιοποιεί την αιολική ενέργεια δυναμικά από τα μέσα της δεκαετίας του 70. Κατά την τελευταία δεκαετία, η παραγωγή αιολικής ενέργειας στον κόσμο έχει αυξηθεί ραγδαία, με μέση ετήσια αύξηση της περίπου 30%(Leung και Yang, 2013: σελ. 2-3). Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας για το 2013 η συνεχής εγκατεστημένη ισχύς από ανεμογεννήτριες σε όλο τον κόσμο είναι 318,1GW. Η συνολική παραγόμενη ενέργεια ανήλθε στα 541,7 TWh και κάλυψε το 3,86% της διεθνούς ζήτησης ενέργειας. Θεωρείται η πιο αναπτυσσόμενη πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο με τις επενδύσεις μόνο μέσα στο 2012 να φτάνουν τα 25 δισεκατομμύρια δολάρια(Annual Report 2013-IEA Wind,2014). Σύμφωνα με το EERE(Energy Efficiency&Renewable Energy,2009) της Αμερικής 1MW παραγωγής ενέργειας από ανεμογεννήτριες αποτρέπει την έκλυση 2600 τόνων διοξειδίου του άνθρακα το χρόνο. Εμπειρογνώμονες ισχυρίζονται ότι με τους ρυθμούς ανάπτυξης ανέγερσης καινούριων αιολικών πάρκων και την βελτιστοποίηση της τεχνολογίας μέχρι το 2050 η αιολική ενέργεια θα καλύπτει το 1/3 των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών(www.windenergyfoundation.org, 2013).

Για την Ελλάδα τα νούμερα είναι σταθερά τα τελευταία χρόνια με το ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες σε σχέση με την εθνική ζήτηση είναι στο 5,8%,την συνολική εγκατεστημένη ισχύς να ανέρχεται στα 1867MW αυξημένη κατά 7% σε σχέση με το 2012(Annual Report 2013-IEA Wind,2014).

Οι προοπτικές στην Ελλάδα είναι απεριόριστες καθώς με την υπάρχον τεχνολογία, με την συνεχή μείωση του κόστους κατασκευής και σε συνδυασμό με το αιολικό δυναμικό της Ελλάδας και σε θάλασσα και σε στεριά η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των αιολικών πάρκων μπορεί να καλύψει έως και το 20-25% των ενεργειακών αναγκών της χώρας(Κεραμιτζόγλου,2010).

Σχήμα 5: Εγκατεστημένη αιολική ισχύς ανά χρονιά από το 1996 μέχρι το 2013



Πηγή: http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2014/04/4_21-1_global-annual-installed-wind-capacity-1996-2013.jpg (πρόσβαση 20/10/2014)

Το μεγαλύτερο υπεράκτιο αιολικό πάρκο βρίσκεται αυτή την στιγμή στην Αγγλία στις εκβολές του Τάμεση, με 175 τουρμπίνες συνολικής χωρητικότητας 630MW ικανή να καλύψει τις ανάγκες 470000 σπιτιών(Siemens,2012). Πρόσφατα όμως, και συγκεκριμένα στις 17 Φεβρουαρίου ανακοινώθηκε η κατασκευή του μεγαλύτερου αιολικού πάρκου του κόσμου στο Yorkshire συνολικής χωρητικότητας 2.4GW αποτελούμενο από 400 τουρμπίνες, ικανό να καλύψει το 2,5% των ενεργειακών αναγκών της Μεγάλης Βρετανίας. Η συνολική του επένδυση εκτιμάται ότι θα κυμανθεί μεταξύ 6-8 δισεκατομμυρίων λιρών και αναμένεται να είναι έτοιμο μέχρι το 2020(Gander K., 2015).

1.3.2 Η ηλιακή ενέργεια

Κάθε ώρα ο ήλιος στέλνει πάνω στη Γη ηλιακή ενέργεια αρκετή για να ικανοποιήσει τις παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες για έναν ολόκληρο χρόνο. Σήμερα, οι εγκαταστάσεις της ηλιακής ενέργειας παράγουν λιγότερο από το 1/10 της παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια είναι πρακτικά ανεξάντλητη και αέναη, η δε συνολική ποσότητα που φθάνει στη γη είναι ελάχιστη(λιγότερη από δύο εκατομμυριοστά εκείνης που εκπέμπεται) (www.solarenergy-facts.org,2012). Η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στη γη είναι το άθροισμα της άμεσης ακτινοβολίας, της διάχυτης που προέρχεται από τις πολλαπλές διαθλάσεις με τα στοιχεία της ατμόσφαιρας και της ανακλώμενης που δημιουργείται από την ανάκλαση στις μη οριζόντιες επιφάνειες. Ανάλογα της θέσης του ήλιου και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, αλλάζει η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται κάθε στιγμή κάθε επίπεδο της γης . Η πιο ακριβή μέθοδος για το προσδιορισμό της ηλιακής έντασης σε μια συγκεκριμένη περιοχή είναι οι επιτόπιες και συστηματικές μετρήσεις, από πολλούς μετεωρολογικούς σταθμούς, με τη χρήση εξειδικευμένων οργάνων(πυρανόμετρα , μετρητές ηλιοφάνειας, πυρηλιόμετρα)(Στασινόπουλος,1999: σελ. 11-17).

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

α) στη παθητική αξιοποίηση, όπου εδώ συμπεριλαμβάνονται τα παθητικά συστήματα θέρμανσης κατόπι σωστού βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων, σε σχέση με τον προσανατολισμού του κτιρίου, των δομικών υλικών και της θερμικής μόνωσης. Η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε αυτή την περίπτωση μπορεί να υπερβεί και το 80% αυτών. Παθητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να θεωρηθούν και οι ηλιακοί θερμοσίφωνες. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ειδικά στην Ελλάδα έχουν τεράστια απήχηση στον κόσμο και θεωρείται ο πιο διαδεδομένος τρόπος αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας.

β) στην ενεργητική αξιοποίηση μέσω μηχανικών ηλιακών συστημάτων, όπου συλλέγουν ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν, ανάλογα με τις ανάγκες, σε ηλεκτρική, θερμική ή ψυκτική. Η πιο γνωστή μορφή ηλιακών συστημάτων είναι τα φωτοβολταϊκά. Στην ίδια κατηγορία συγκαταλέγονται οι ηλιακοί συλλέκτες κενού και τα ηλιακά συστήματα υψηλής ενθαλπίας όπου με χρήση ατμοστροβίλων οργανικών κύκλων παράγουν άμεσα ηλεκτρική ενέργεια και

γ) στην υβριδική αξιοποίηση, που είναι συνδυασμός των παθητικών και ενεργητικών συστημάτων.

Η κύρια διαφορά μεταξύ των παθητικών και ενεργητικών συστημάτων είναι ότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται την θερμότητα του ήλιου, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στην μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι ότι το ενεργειακό τους αποτύπωμα είναι ουσιαστικά μηδενικό καθώς δεν εκπέμπουν κανένα ρύπο, έχουν ικανοποιητική απόδοση μετατροπής και η λειτουργία τους δεν επηρεάζει το περιβάλλον. Επίσης, μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε σημείο και δε προκαλούν θόρυβο. Τα κυριότερα μειονεκτήματα είναι το υψηλό κόστος κατασκευής, η χρήση μεγάλων επιφανειών για την κατασκευή των ηλιακών συστημάτων και η δαπανηρή αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (Εκθεση Τ.Ε.Ε., 2006: σελ. 12-16).

Παρόλα αυτά όμως τα φορολογικά κίνητρα στην Ελλάδα δεν είναι τα ιδανικά, καθώς για την χώρα με την υψηλότερη ηλιοφάνεια σε όλη την Ευρώπη θα μπορούσε το κάθε σπίτι να είχε αυτόνομο σύστημα θέρμανσης μέσω της ηλιακής ενέργειας.

Το μεγαλύτερο ηλιακό πάρκο που βρίσκεται αυτή την στιγμή σε λειτουργία είναι το Ivanpah, στην έρημο Mojavi 60 χιλιόμετρα νοτιοδυτικά του Λας Βέγκας στην Αμερική. Κατασκευαζόταν για 3 σχεδόν χρόνια και τέθηκε σε λειτουργία τον Δεκέμβριο του 2013. Αποτελείται από 173.500 φωτοβολταϊκά πάνελ και η μέγιστη χωρητικότητά του εκτιμάται στα 377MW ικανή να καλύψει τις ετήσιες ανάγκες 140.000 νοικοκυριών (Ivanpah project facts, 2014).



Εικόνα 1.2.1: Ivanpah, το μεγαλύτερο ηλιακό πάρκο που κατασκευάστηκε στην έρημο Mojave στην Νεβάδα της Αμερικής Πηγή:

<http://www.dailytech.com/Largest+Solar+Thermal+Plant+Ivanpah+Goes+Live+Commercially/article34333.htm> (πρόσβαση 1/3/2015)

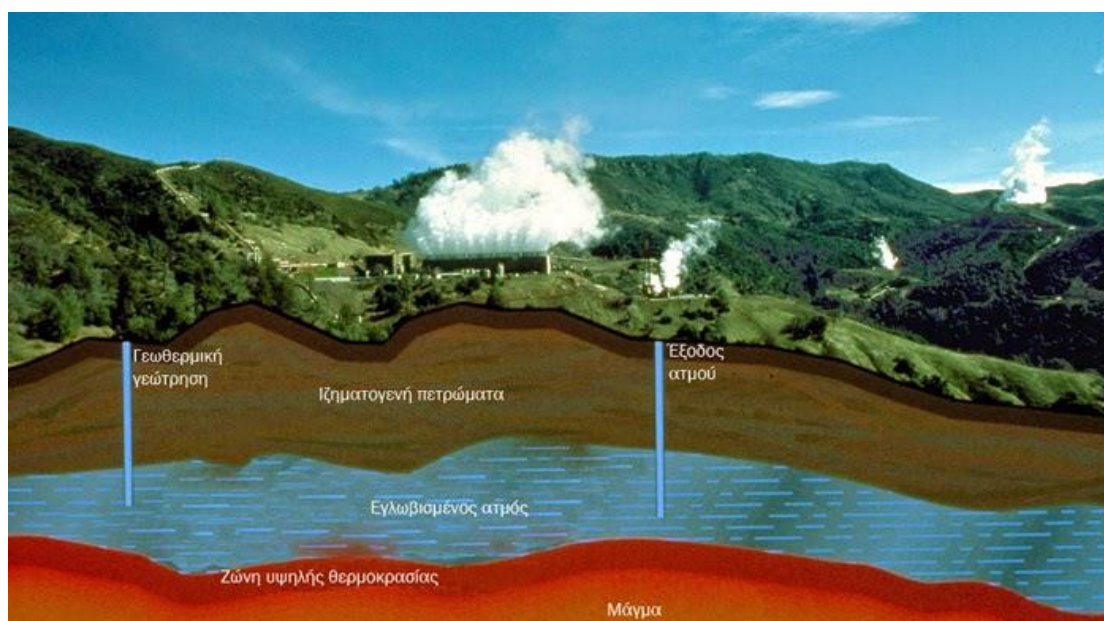
1.3.3 Η γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμική ενέργεια πηγάζει από το εσωτερικό της Γης. Όσο προχωράμε προς τον εσωτερικό φλοιό της γης η θερμοκρασία αυξάνεται για αυτό τον λόγο είναι εφικτή η μεταφορά θερμότητας από το εσωτερικό στο εξωτερικό της Γης. Η μεταφορά της στην επιφάνεια γίνεται με θερμική επαγωγή και με την εισχώρηση λιωμένου μάγματος στον φλοιό της γης από τα βαθύτερα στρώματά της. Η ενέργεια σχετίζεται με τις γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες κάθε περιοχής και είναι διαθέσιμη 365 μέρες το χρόνο, 24ώρες το 24ωρο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων και εφαρμογών ανάλογα με τη θερμοκρασία και την ποιότητα των ρευστών, οι οποίες διακρίνονται σε ηλεκτρικές και άμεσες χρήσεις.

Η γεωθερμική ενέργεια χωρίζεται σε τρία πεδία:

- Υψηλής Ενθαλπίας(>150 °C) όπου χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Μέσης Ενθαλπίας(80 έως 150 °C) όπου χρησιμοποιείται για θέρμανση ή ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων όπως και για παραγωγή ηλεκτρισμού
- Χαμηλής Ενθαλπίας(25 έως 80°C) όπου χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για ιχθυοκαλλιέργειες και για παραγωγή γλυκού νερού.

Οι άμεσες χρήσεις της θερμότητας των γεωθερμικών ρευστών για θέρμανση είναι οι παλαιότερες, οι πιο πολύπλευρες και οι πλέον συνηθισμένες μορφές αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας. Η λουτροθεραπεία, η θέρμανση χώρων και η τηλεθέρμανση, οι αγροτικές εφαρμογές, οι υδατοκαλλιέργειες και κάποιες βιομηχανικές χρήσεις είναι οι πιο γνωστές μορφές χρήσεις, όμως οι αντλίες θερμότητας αποτελούν την πιο διαδεδομένη μορφή αξιοποίησης (12,5 % της συνολικής χρήσης της γεωθερμικής ενέργειας κατά το έτος 2000). Υπάρχουν φυσικά και κάποιοι άλλοι μικρότερης κλίμακας τρόποι εκμετάλλευσης της γεωθερμίας, οι οποίοι όμως δεν είναι τόσο συνηθισμένοι(Ανδρονίκου 2012, voudouri.gr).

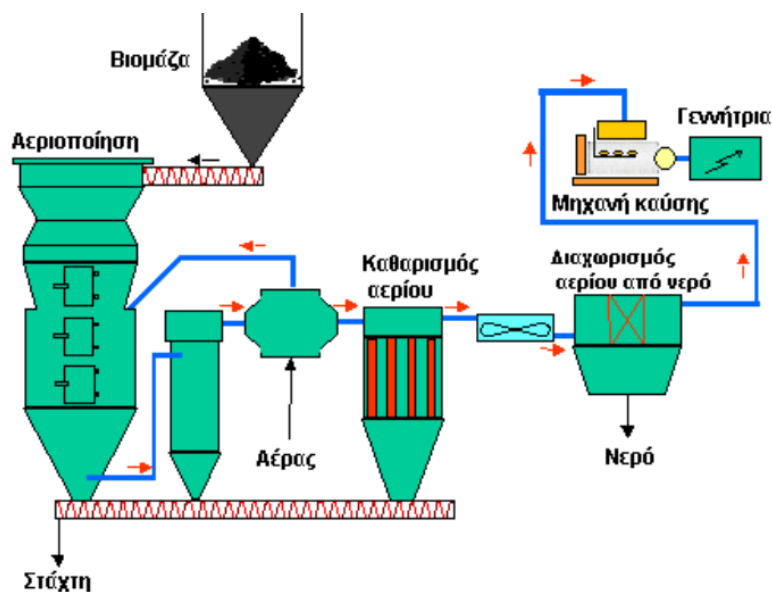


Σχήμα 6 Πηγή: http://ecododonea.blogspot.gr/2014/07/blog-post_12.html/ (πρόσβαση 20/10/14)

1.3.4 Η βιομάζα

Θεωρείται το πιο συνηθισμένο μέσο θέρμανσης του ανθρώπου από την εποχή των σπηλαίων και την ανακάλυψη της φωτιάς. Σύμφωνα με την οδηγία 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας ο ορισμός της βιομάζας είναι: « το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων που προέρχονται από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τις συναφείς βιομηχανίες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων».

Τις αρχές της δεκαετίας του 1970 μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση, εμφανίστηκε το ενδιαφέρον για την ενεργειακή βιομάζα. Ο φόβος για την έλλειψη ορυκτών καυσίμων και η συνεχή αύξηση των τιμών στη διεθνή αγορά κινητοποίησαν τους αρμόδιους εμπειρογνώμονες και τους πολιτικούς που είναι αρμόδιοι για την ενεργειακή πολιτική. Η φθίνουσα πορεία των ενεργειακών αποθεμάτων και η σκέψη για την ανοδική πορεία στις τιμές, στρέφει το ενδιαφέρον στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και την βιομάζα. (Ροζάκης Σ. 2000: σελ. 9-11).



Σχήμα 7 Πηγή: (Εκθεση Τ.Ε.Ε./Τ.Κ.Μ. ΜΟΝΙΜΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, 2006 σελ. 22)

Η βιομάζα για παραγωγή ενέργειας διαφέρει από την παραδοσιακή βιομάζα δηλαδή τη καύση ξύλων για θέρμανση, παραγωγή φαγητού και ζεστού νερού.

Για την επίτευξη της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας απαιτείται τεχνολογία :

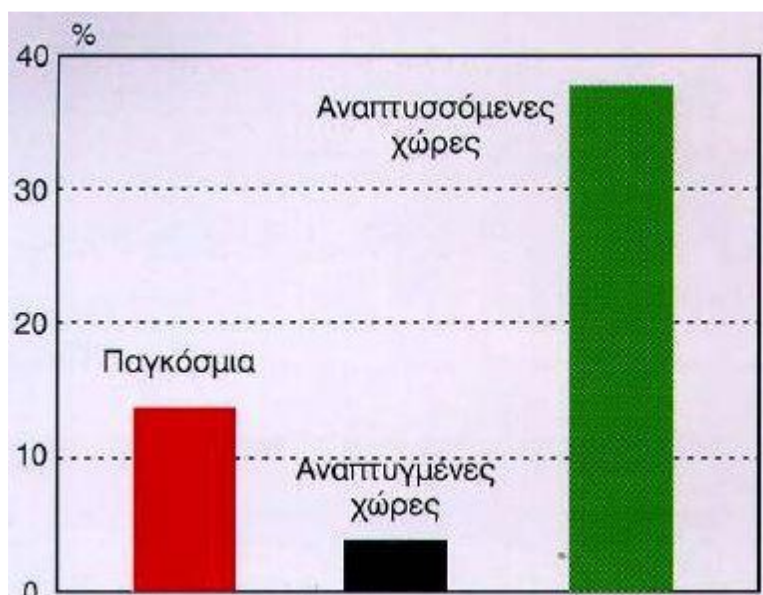
- Θερμικής επεξεργασίας της βιομάζας , όπου παρέχεται η δυνατότητα πρώτον, της απευθείας εκμετάλλευσης του θερμικού περιεχομένου (ή σε συνδυασμό με ορυκτά καύσιμα) σε μονάδες καύσης και δεύτερον, της εκμετάλλευσης σε εγκαταστάσεις πυρόλυσης ή εξαέρωσης όπου το παραγόμενο αέριο χρησιμοποιείται για καύσιμη ύλη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Βιοαποικοδόμησης της βιομάζας, όπου παράγεται καύσιμο βιοαέριο
- Φυσικής και χημικής επεξεργασίας, όπου έχουμε παραγωγή βιοκαύσιμου σε υγρή μορφή όπως το βιοντήζελ που χρησιμοποιείται σε κινητήρες εσωτερικής καύσης(τ.ε.ε./τ.κ.μ. μονιμη επιτροπη ενεργειας,2006: σελ. 21-23).



Σχήμα 8 Πηγή: (Εκθεση Τ.Ε.Ε./Τ.Κ.Μ. ΜΟΝΙΜΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ,2006 σελ.22)

Επειδή η αξιοποίηση της βιομάζας αντιμετωπίζει συνήθως το μειονέκτημα της μεγάλης διασποράς, του μεγάλου όγκου και των δυσχερειών συλλογής-μεταποίησης-μεταφοράς-αποθήκευσης, επιβάλλεται η αξιοποίηση της να γίνεται όσον το δυνατόν πλησιέστερα στον τόπο παραγωγής της (ΚΑΠΕ χ.χ σελ. 5).

Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο παγκοσμίως υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δισεκατομμύρια τόνους ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλίσκεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα. Το τεράστιο αυτό ενεργειακό δυναμικό παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος του ανεκμετάλλευτο, καθώς, σύμφωνα με εκτιμήσεις, μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τη βιομάζα και αφορά κυρίως τις παραδοσιακές χρήσεις της (καυσόξυλα κλπ.) (ΚΑΠΕ χ.χ σελ.3).



Σχήμα 9:

Συμμετοχή της βιομάζας (%) στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας (Πηγή: ΚΑΠΕ χ.χ σελ.2)

Σημαντικό που αξίζει να υπογραμμίσουμε είναι ότι από την καύση της βιομάζας και των παρεχομένων προϊόντων της με θερμική ή βιολογική επεξεργασία δεν έχουμε επιβάρυνση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, διότι οι παραγόμενες ποσότητες CO₂ στη διάρκεια της καύσης δεσμεύονται στη διάρκεια της δημιουργίας της (Εκθεση Τ.Ε.Ε./Τ.Κ.Μ. ΜΟΝΙΜΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, 2006: σελ. 21-23).

Η αξιοποίηση των υπολειμμάτων της βιομηχανίας ξύλου και της γεωργικής παραγωγής (άχυρο) κυρίως για τη παραγωγή θερμικής ενέργειας ειδικά μετά τη δεύτερη πετρελαϊκή κρίση τέλη της δεκαετίας του 1970 οδήγησε, ειδικά τις βόρειες χώρες, στη χρησιμοποίηση δασικής βιομάζας και της Δανίας στην αξιοποίηση του άχυρου. Συγχρόνως, ξεκίνησε η παραγωγή βιοκαυσίμων αλλά σε περιορισμένη κλίμακα αν εξαιρέσει κανείς, εκείνη της παραγωγής αιθανόλης που έγινε στη Βραζιλία από τα ζαχαροκάλαμο. Στη συνέχεια, η πτώση της τιμής του πετρελαίου τη δεκαετία του 80 μείωσε το ενδιαφέρον για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας (Ροζάκης Σ. 2000: σελ. 9-11).

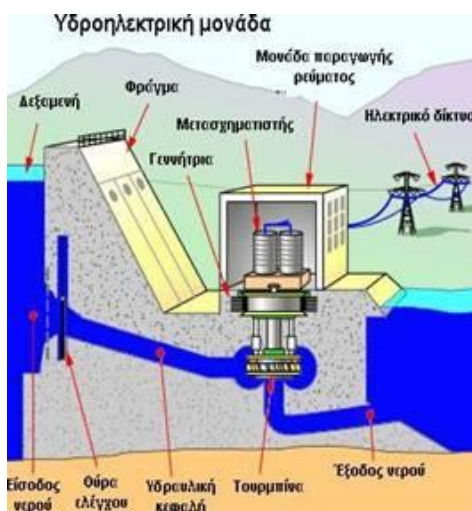
Στην Ελλάδα η αξιοποίηση της βιομάζας δεν έγινε ποτέ συστηματικά. Κατά κύριο λόγο η παραγόμενη από βιομάζα ενέργεια καταναλώθηκε για θέρμανση χώρων, μαγείρεμα και ζεστό νερό όπου το 2002 η χρήση αυτή έφθασε το 74%. Το υπόλοιπο 26% ισοδυναμεί στην εκμετάλλευση του βιοαερίου που παράγεται στους χώρους επεξεργασίας αστικών λυμάτων και χώρους ταφής απορριμμάτων καθώς και στη καύση από παραπροϊόντα που προκύπτουν από τη δασική εκμετάλλευση (Τ.Ε.Ε./Τ.Κ.Μ. Μόνιμη Επιτροπή Ενέργειας, 2006: σελ. 21-23).

1.3.5 Η υδροηλεκτρική ενέργεια

Πρόκειται για την κινητική ενέργεια που παράγεται από την οποιαδήποτε υδατόπτωση ή από τη γρήγορη ροή του νερού. Το νερό έχει δυναμική ενέργεια, η οποία μετατρέπεται σε κινητική όταν ρέει από περιοχές με μεγάλο υψόμετρο προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (ταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο(υδροηλεκτρική ενέργεια). Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν ταμιευτήρες νερού. Συνήθως, η ενέργεια που τελικά παράγεται χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας σε ώρες αιχμής(Μαμάσης και Στεφανάκος 2010).

Τα υδροηλεκτρικά έργα χωρίζονται σε έργα μικρής κλίμακας και μεγάλης κλίμακας. Όμως οι μονάδες μεγάλης κλίμακας έχουν πάρα πολλά μειονεκτήματα με πρώτο και κυριότερο την οικολογική καταστροφή που συντελείται στις παραπλήσιες περιοχές κοντά στο φράγμα. Έτσι πολλά από τα γιγαντιαία έργα που έχουν ανοικοδομηθεί κυρίως σε Κίνα και Βραζιλία, οι προοπτικές τους δεν είναι οι καλύτερες δυνατές όχι μόνο διότι επιβαρύνουν καταλυτικά το περιβάλλον, συνδεόμενα ακόμη και με επιδείνωση της σεισμικής δραστηριότητας λόγω της πίεσης που ασκούν στο (υπ)έδαφος οι τεράστιες ποσότητες των συγκεντρωμένων υδάτων, αλλά και διότι η οικονομική απόδοσή τους είναι μικρή και συχνά το ήδη υψηλότατο κόστος κατασκευής τους μπορεί ακόμη και να διπλασιαστεί. Για αυτόν τον λόγο είναι προτιμότερη η κατασκευή μικρών ή μεσαίων φραγμάτων τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά καθώς η κατασκευή τους είναι πιο γρήγορη, η περιβαλλοντική αλλοίωση των γύρω περιοχών είναι μικρότερη και η απόδοσή τους μπορεί να είναι πιο βέλτιστη(Δολαπτη,2010: σελ. 24-27).

Σχήμα 10: Τρόπος λειτουργίας υδροηλεκτρικής μονάδας



Πηγή: http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/ydrauliki.html (πρόσβαση 25/10/2014)

1.3.6 Η κυματική Ενέργεια

Ο θαλάσσιος κυματισμός έχει την μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα ανάμεσα σε όλες τις ΑΠΕ. Η κύρια αιτία είναι ότι η κινητική ενέργεια ακόμα και μεσαίων κυμάτων είναι αρκετά μεγάλη και σε περιπτώσεις ακραίων καιρικών φαινομένων φτάνει και στο 100πλάσιο σε σχέση με την μέση κινητική ενέργεια ενός κύματος. Για τον λόγο αυτό, παρότι έχουν επινοηθεί αρκετές εφευρέσεις, λίγες έχουν δοκιμαστεί και αξιολογηθεί σε εργαστηριακές δεξαμενές και ακόμα λιγότερες σε πραγματικές συνθήκες. Αυτό γίνεται γιατί ο ωκεανός είναι ένα σκληρό περιβάλλον για την εγκατάσταση μηχανολογικού εξοπλισμού και τα κόστη πολύ υψηλότερα σε σύγκριση με τη στεριά. Η διαβρωτική δράση του αλατιού, η ισχύς των κυμάτων, το κόστος μεταφοράς συνεργείων συντήρησης και εξοπλισμού καθιστούν την εδραίωση της τεχνολογίας δύσκολη υπόθεση. Αντίστοιχα αυξημένα κόστη συνεπάγονται από την λειτουργία των υπεράκτιων αιολικών σε σύγκριση με τα επίγεια (Vining, 2005: σελ. 1-9).

Μέχρι πρότινος υπήρχαν 3 τρόποι εκμετάλλευσης της κυματικής ενέργειας, αλλά τα τελευταία χρόνια αναδύονται και άλλοι 2. Οι τεχνολογίες κυματικής ενέργειας είναι:

- Παλιρροϊκή ενέργεια
- Παραγωγή ενέργειας με θαλάσσιες συσκευές
- Παραγωγή ενέργειας από παράκτιες εγκαταστάσεις
- Ενέργεια ώσμωσης
- Θερμική ενέργεια των ωκεανών

1.3.6.1 Η παλιρροϊκή ενέργεια

Η εκμετάλλευση της παλιρροϊκής ενέργειας βασίζεται σε δύο τρόπους. Ο ένας είναι η εγκατάσταση τουρμπινών στον βυθό σε περιοχές όπου υπάρχουν μεγάλα παλιρροϊκά κύματα όπως στα ανοικτά της Γαλλίας και της Σκωτίας, και ο δεύτερος είναι η τοποθέτηση φραγμάτων στις εκβολές ποταμών. Λόγω της προβλέψιμης κίνησης της άμπωτης και της παλίρροιας η παλιρροϊκή ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί ως πολύ αξιόπιστη πηγή, αλλά όπως και στην περίπτωση της υδροηλεκτρικής ενέργειας, έχει το μειονέκτημα της αλλοίωσης του φυσικού περιβάλλοντος όταν μιλάμε για μεγάλα έργα. Για αυτόν τον λόγο οι επιστήμονες προτείνουν την κατασκευή μικρότερων έργων για την αρχική εκμετάλλευση της παλιρροϊκής ενέργειας, καθώς πέρα από το ζήτημα της κλίμακας, υπάρχει και εκείνο της χρηματοδότησης.

Τα τελευταία νέα όσων αφορά την παλιρροϊκή ενέργεια έρχονται από την Σκωτία, καθώς ένα μεγάλο βήμα προς την υλοποίηση του μεγαλύτερου έργου παλιρροϊκής ενέργειας

παγκοσμίως πραγματοποίησε η Atlantis Resources που ανακοίνωσε ότι εξασφάλισε χρηματοδότηση ύψους 83 εκατ. δολαρίων. Όταν ολοκληρωθεί, η παλιρροϊκή συστοιχία υποθαλάσσιων γεννητριών MeyGen, συνολικής ισχύος 398 Μεγαβάτ, θα παράγει καθαρή, αιεφόρο ενέργεια ικανή να ηλεκτροδοτήσει 175.000 νοικοκυριά στη Σκωτία και να μειώσει αντίστοιχα τις εκπομπές ρύπων. Πιλοτικά θα εγκατασταθούν τέσσερις γεννήτριες ισχύος 1,5 Μεγαβάτ έκαστη και οι χερσαίες υποδομές που απαιτούνται για την υποστήριξη του έργου. Συνολικά, θα εγκατασταθούν 269 γεννήτριες, αλλά σε πρώτη φάση μόνο 61 που θα ηλεκτροδοτήσουν 42.000 νοικοκυριά. Η κατασκευή αναμένεται να ξεκινήσει στα τέλη του έτους και η πρώτη σύνδεση με το δίκτυο να πραγματοποιηθεί το 2016 (econews.gr,2014).

1.3.6.2 Παραγωγή ενέργειας με θαλάσσιες συσκευές

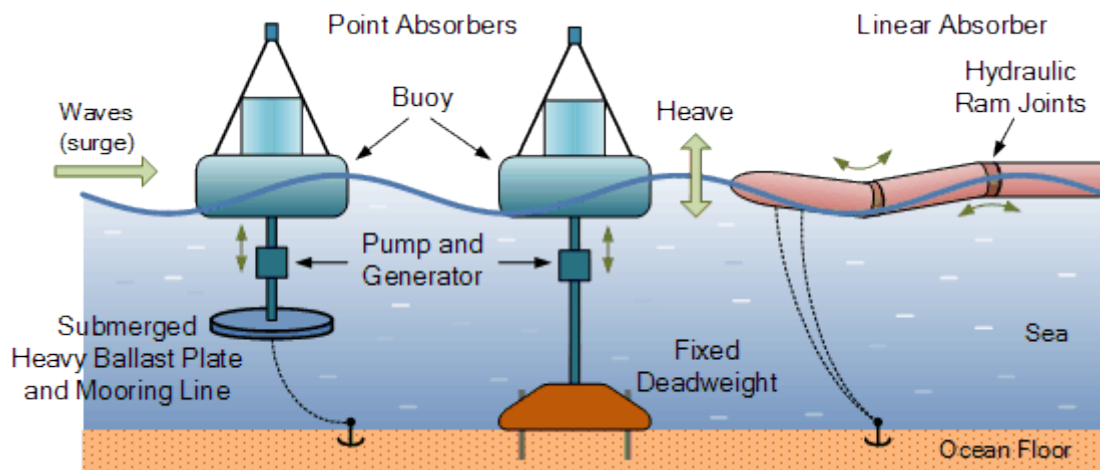
Για την παραγωγή ενέργειας μέσω πλωτών συστημάτων έχουν επινοηθεί πολλές εφευρέσεις οι οποίες κάποιες από αυτές έχουν εφαρμοστεί σε πιλοτικό στάδιο από την δεκαετία του '70 και του '80 με τα πιο γνωστά να είναι το Mighty Whale, το Salter Duck στις αρχές της χιλιετίας το Wave Dragon και τελευταία εξ αυτών την τεχνολογία Pelamis και point absorber. Οι τεχνολογίες αυτές στηρίζονται στην παραγωγή ενέργειας από την αρμονική κίνηση του πλωτού συστήματος καθώς οι οδηγοί αυτών ανεβοκατεβαίνουν και παραγάγουν ηλεκτρική ενέργεια. Τελευταία καινοτομία από το Πανεπιστήμιο του Μπέρκλεϋ η οποία ονομάζεται "Wave Carpet" ή αλλιώς θαλάσσιο χαλί . Το "χαλί" αποτελείται από μία λεπτή στρώση από καουτσούκ, το οποίο βρίσκεται πάνω σε ένα σύστημα υδραυλικών ενεργοποιητών που στη συνέχεια γεμίζουν με αέρα, χρησιμοποιώντας την κίνηση του χαλιού ανάμεσα στα κύματα. Η προκύπτουσα υδραυλική πίεση διοχετεύεται στην ακτή για να μετατραπεί σε εκμεταλλεύσιμη ενέργεια, επιτρέποντας έτσι την μετατροπή ενέργειας από τον ωκεανό με ελάχιστη οπτική και υλική επίδραση τόσο στη θαλάσσια ζωή, όσο και στα πλεύοντα στην επιφάνεια. Σύμφωνα με τα τελευταία πειράματα φαίνεται ότι μπορεί να απορροφήσει πάνω από το 90% της εισερχομένης κυματικής ενέργειας και προβλέπεται να εφαρμοστεί πιλοτικά σε ακτές με βάθος μέχρι και 60 μέτρων το 2016 (econews.gr,2014).

Εικόνα 1.3.6.2.1



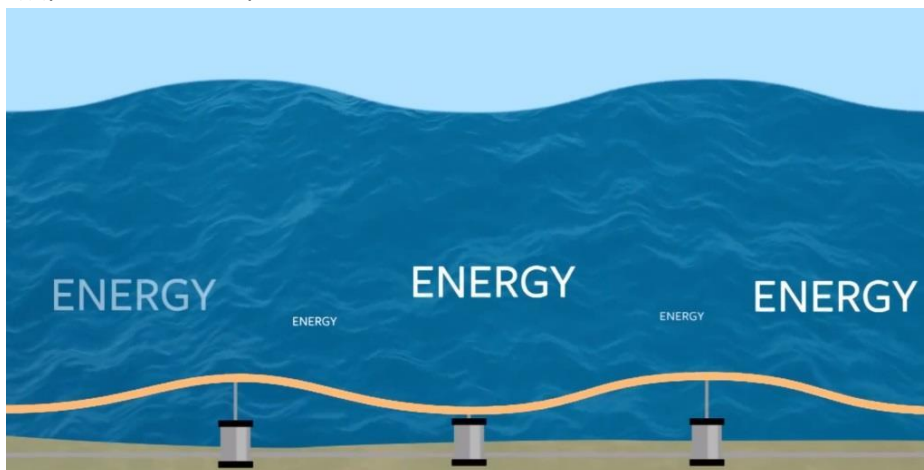
Πηγή: <http://www.pelamiswave.com/> (πρόσβαση 22/10/14)

Σχήμα 11: Wave Profile Devices



Πηγή: <http://www.alternative-energy-tutorials.com/wave-energy/wave-energy-devices.html/> (πρόσβαση 22/10/14)

Σχήμα 12: Wave Carpet



Πηγή: <http://marinesciencetoday.com/2014/03/07/harnessing-energy-from-the-ocean/> (πρόσβαση 22/10/14)

1.3.6.3 Παραγωγή ενέργειας από παράκτιες εγκαταστάσεις

Τα σταθερά συστήματα τα οποία τοποθετούνται στις ακτές ή στα ρηχά νερά, έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των πλωτών συστημάτων και συγκεκριμένα στον τομέα της συντήρησης, αλλά όμως οι περιοχές που είναι κατάλληλες για την εφαρμογή αυτών των συστημάτων πρέπει να έχουν σταθερή ροή κυματισμού, βαθιά νερά και έκταση για την εγκατάσταση της δεξαμενής επομένως είναι περιορισμένες οι επιλογές. Η διαδικασία των συστημάτων αυτών είναι απλή και έχει 2 στάδια. Αρχικά, τα κύματα εισέρχονται μέσα στην δεξαμενή με αποτέλεσμα την συμπίεση του αέρα στο πάνω μέρος του συστήματος, ο οποίος με την σειρά του θέτει σε λειτουργία την τουρμπίνα και μετατρέπεται η κινητική

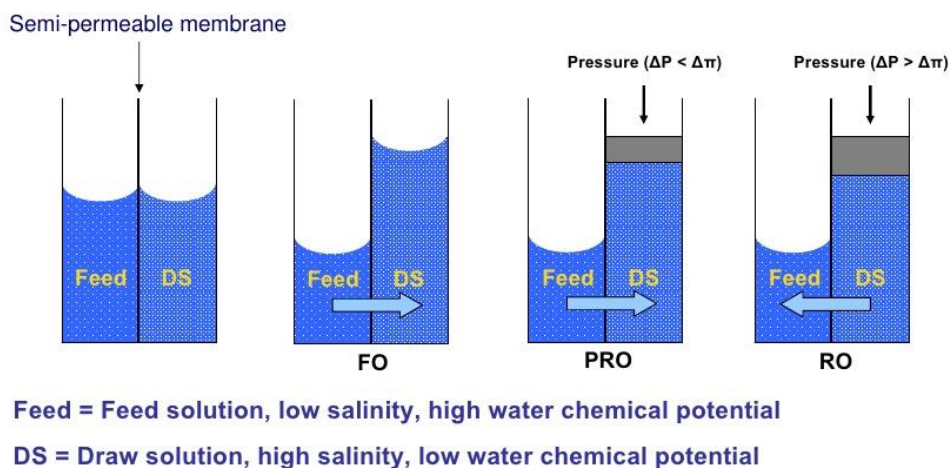
ενέργεια σε ηλεκτρική. Σημαντικότερες εφευρέσεις πάνω στην συγκεκριμένη τεχνολογία αποτελούν το OWC(Oscillating Water Column) και το Tarchan(Χέλμης,2013: σελ. 11).

1.3.6.4 Η ενέργεια ώσμωσης

Η ωσμωτική ενέργεια (ή κλίση αλατότητας, δηλαδή η τεχνολογία που εκμεταλλεύεται τις διαφορές ωσμωτικής πίεσης μεταξύ του αλμυρού και γλυκού νερού) είναι μια καινούρια μορφή παραγωγής ενέργειας η οποία βασίζεται είτε στην εκμετάλλευση της διαδικασίας ωσμωτικής πίεσης είτε στην έγχυση γλυκού νερού μέσω μιας γεννήτριας βυθισμένης σε θαλασσινό νερό. Πρωτοακούστηκε στην Νορβηγία το 2009 με μικρές δυνατότητες, αλλά Γάλλοι επιστήμονες απο το Claude Bernard της Λυόν ισχυρίζονται ότι ανέπτυξαν μια συσκευή η οποία μπορεί να γίνει 1000 φορές πιο ισχυρή από την μέθοδο των Νορβηγών καθώς χρησιμοποιούν μια άλλη μέθοδο η οποία αποτελείται από μια αδιάβροχη και μονωτική μεμβράνη, η οποία φέρει μια μοναδική τρύπα στη μέση στην οποία οι ερευνητές τοποθέτησαν έναν νανοσωλήνα νιτριδίου του βορίου με εξωτερική διάμετρο μερικών δεκάδων νανομέτρων(econews.gr,2014).

UNR *Environmental Engineering*
Membrane Research Group

Forward osmosis and Pressure-Retarded Osmosis



Σχήμα 14: Η εφαρμογή της ώσμωσης παρατεταμένης πίεσης Πηγή:

<http://www.slideshare.net/Sunmanyang/icom2008-osmbr> (πρόσβαση 11/3/2015)

1.3.6.5 Η θερμική ενέργεια των ωκεανών

Η μετατροπή ωκεάνιας θερμικής ενέργειας βασίζεται στο γεγονός ότι το νερό κοντά στην επιφάνεια θερμαίνεται από τον ήλιο, ενώ το νερό στο βάθος μπορεί να είναι πολύ πιο κρύο. Οι εγκαταστάσεις της OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion) χρησιμοποιούν το ζεστό νερό της επιφάνειας για να θερμάνουν την αμμωνία ή κάποιο άλλο υγρό που βράζει σε χαμηλή θερμοκρασία. Το παραγόμενο αέριο χρησιμοποιείται για να οδηγήσει τουρμπίνες στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Το αέριο στη συνέχεια ψύχεται από το κρύο νερό που προέρχεται από τα βάθη του ωκεανού και έπειτα ανακυκλώνεται για την παραγωγή δύναμης. Καθώς η OTEC βασίζεται στις διαφορές των θερμοκρασιών, δρα καλύτερα στους τροπικούς όπου η επιφάνεια είναι θερμότερη. Όσο η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ανώτερου και του κατώτερου στρώματος νερού είναι περίπου 20 βαθμοί Κελσίου ένα σύστημα OTEC μπορεί να παράγει σημαντικά ποσά ενέργειας. Η ιδέα για τη μετατροπή ωκεάνιας θερμικής ενέργειας προτάθηκε το 1881 από το Γάλλο φυσικό Jacques-Arsene d'Arsonval. Οι πρώτες εγκαταστάσεις OTEC κατασκευάστηκαν στην Κούβα το 1930 και παρήγαγαν 22 κιλοβάτ ισχύ, αρκετή για να εφοδιάζει δύο μοντέρνα τυπικά νοικοκυριά. Παρόλο που κάποιες εγκαταστάσεις OTEC κατασκευάστηκαν κατά την πετρελαϊκή κρίση τη δεκαετία του 70, η χρηματοδότηση για αυτά μειώθηκε όταν έπεσε η τιμή του πετρελαίου και κανένα δε λειτουργεί τώρα. Σήμερα, οι αυξημένες τιμές των καυσίμων έστρεψαν το ενδιαφέρον σε αυτές τις συσκευές, έτσι τον Σεπτέμβριο του 2008 η υπηρεσία ενέργειας των Η.Π.Α. έδωσε την πρώτη επιχορήγησή της για OTEC (Choi C.Q.,2008).

Σχήμα 14:



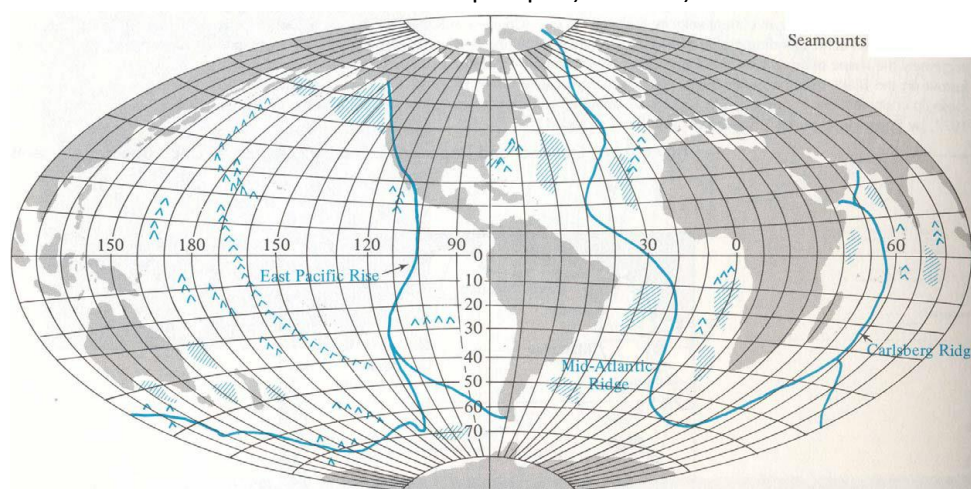
Πηγή: <http://www.livescience.com> (πρόσβαση 22/10/2014)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Με τον όρο θάλασσα και θαλάσσιο περιβάλλον εννοούμε όλα τα αλμυρά τμήματα της Γης, τα οποία καλύπτουν το 71% της επιφάνειάς της, δηλαδή καταλαμβάνουν συνολική επιφάνεια 375,55 εκατομ. τετρ. χιλιόμετρα. Οι θάλασσες και οι ωκεανοί δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένοι στο ημισφαίριο της Γης. Υπολογίζεται ότι το Βόρειο Ημισφαίριο καλύπτεται κατά 61% από θάλασσα ενώ το Νότιο κατά 81%(Encyclopedia of Life Support Systems χ.χ.). Τα κυριότερα τμήματα της είναι ο Ειρηνικός, ο Ατλαντικός και ο Ινδικός Ωκεανός, η Μεσόγειος και η Βόρεια Θάλασσα. Στην πλειονότητά τους οι ωκεανοί είναι βαθείς και περίπου το 84% έχουν βάθος μεγαλύτερο των 2000 μέτρων. Το μέσο βάθος των ωκεανών είναι 3865 μέτρα και το βαθύτερο σημείο βρίσκεται στη Τάφρος των Μαριανών στον Ειρηνικό Ωκεανό σε βάθος 11033 μέτρων κάτω από την επιφάνεια της Γης. Εκτός από το βαθύτερο σημείο της Γης, από τους ωκεανούς ξεκινάει και το ψηλότερο βουνό της Γης. Το ανενεργό ηφαίστειο Μάουνα Κέα που βρίσκεται στην Χαβάη έχει υψόμετρο 4.205 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας όμως όταν μετρείται από τον πυθμένα του ωκεανού ανέρχεται σε περισσότερα από 10.200 μέτρα(savethesea.org χ.χ). Σύμφωνα με την Vivien Gornitz (2000), 11 από τις 15 μεγαλύτερες πόλεις βρίσκονται δίπλα σε ακτές. Μόνο στις Η.Π.Α., περίπου το 53% του πληθυσμού μένει σε παραθαλάσσιες περιοχές.

Εικόνα 2.1: Παγκόσμιος Ωκεανός



Σύμφωνα με την Σακελλαριάδου Φανή (2007), οι κύριες υποδιαίρεσεις του Παγκόσμιου Ωκεανού είναι οι εξής:

1. Πελαγίτικη περιοχή: είναι η συνολική περιοχή της ανοικτής θάλασσας.
2. Βενθική περιοχή: είναι οι οργανισμοί και οι ζώνες του θαλάσσιου πυθμένα.
3. Νηρίτικη ζώνη: είναι οι μάζες νερού που βρίσκονται πάνω από την ηπειρωτική κρηπίδα.
4. Ωκεάνια ζώνη: όλη η υπόλοιπη ανοικτή θάλασσα.

Και ο πυθμένας χωρίζεται σε διάφορες ζώνες:

- Βαθύαλη Ζώνη: περιοχή που περιλαμβάνει την ηπειρωτική κατωφέρεια και έχει βάθος μέχρι 4000μ.
- Αβυσσαία ζώνη: περιλαμβάνει τις εκτεταμένες αβυσσαίες πεδιάδες των ωκεάνιων λεκανών και έχει βάθος μέχρι 6000μ.
- Αδαία ζώνη: είναι η βενθική ζώνη των ωκεάνιων τάφρων και έχει βάθος μέχρι 10000μ.
- Υποαιγιαλίτιδα ζώνη: βρίσκεται κάτω από την νηριτική πελαγική ζώνη
- Αιγιαλίτιδα ζώνη: παράκτια περιοχή μεταξύ των ορίων της αμφοτικής και της πλημμυρίδας. Επίσης είναι η μεταβατική περιοχή από τις συνθήκες της χέρσου στις συνθήκες της θάλασσας.

Υπολογίζεται ότι έχει εξερευνηθεί ποσοστό μικρότερο του 10% των ωκεανών, γεγονός που υποδηλώνει ότι υπάρχουν πολλά ανευξερευνητά μυστικά. Για παράδειγμα, οι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι συνολικά 20 εκατομμύρια τόνοι χρυσού κρύβονται στα βάθη των ωκεανών. Επιπρόσθετα, σε πρόσφατη έρευνα επιστημόνων από το Εθνικό Πανεπιστήμιο της Αυστραλίας (Dooley P., 2015), ανακαλύφθηκε σκόνη στον πυθμένα των ωκεανών προερχόμενη από εκρήξεις σουπερνόβα και η ανάλυση αυτών μπορεί να οδηγήσει σε ανατροπή του μέχρι πρότινος τρόπου σκέψης των επιστημόνων στο θέμα αυτό. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο επικεφαλής της έρευνας Άντον Γουόλνερ, καθηγητής στην Ερευνητική Σχολή Φυσικής και μηχανικής, «από τα θραύσματα που εκτινάσσονται κατά την έκρηξη, μια μικρή ποσότητά τους καταλήγει στη Γη καθώς διασχίζει τον γαλαξία. Έτσι, μπορέσαμε να βρούμε γαλαξιακή σκόνη η οποία έχει κατακαθίσει στον πυθμένα εδώ και 25 εκατομμύρια χρόνια, και να μελετήσουμε τη σύνθεσή της, διαπιστώνοντας πως η αναλογία βαρέων στοιχείων όπως πλουτωνίου και ουρανίου είναι μικρότερη από ό,τι περιμέναμε».

Το θαλάσσιο περιβάλλον αποτελείται από διαφορετικά οικοσυστήματα, που εκτείνονται από παράκτιες περιοχές σε υφαλοκρηπίδες μέχρι τον βαθύ ωκεανό, και είναι το σπίτι για εκατομμύρια θαλάσσια είδη, παρέχει φαγητό, εισόδημα και άλλες σημαντικές δραστηριότητες σε δισεκατομμύρια κόσμο παγκοσμίως.

Τα υδρόβια είδη που φιλοξενεί το θαλάσσιο οικοσύστημα αποτελούνται από ένα μεγάλο και σημαντικό φάσμα οργανισμών, από μικροσκοπικούς οργανισμούς που είναι η βάση της θαλάσσιας διατροφικής αλυσίδας (βακτήρια, φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν) μέχρι θαλάσσια θηλαστικά, ψάρια, χελώνες και πτηνά. Οι μεταβολές των χαρακτηριστικών του θαλάσσιου περιβάλλοντος, δημιουργούν διαφορετικούς οικοτόπους και επηρεάζουν τους

τύπους των οργανισμών που θα κατοικήσουν εκεί. Η διαθεσιμότητα του φωτός είναι ένας σημαντικός παράγοντας στον διαχωρισμό των ειδών και χρησιμοποιείται για να περιγράψει διαφορετικές ζώνες φωτός, την εύφωτη ζώνη, που είναι τμήμα της πελαγίτικης περιοχής που το φως διεισδύει μέχρι και τα 200μ και την άφωτη ζώνη που βρίσκεται κάτω από την εύφωτη, όπου το φως δεν διεισδύει ποτέ και βρίσκεται συνεχώς στο σκοτάδι. Το 90% των θαλάσσιων ειδών βρίσκεται στην άβυσσο για αυτό και οι επιστήμονες ισχυρίζονται ότι υπάρχουν πάρα πολλά είδη τα οποία δεν έχουν ανακαλυφθεί ακόμα(savethesea.org, χ.χ).

2.1 Ωκεανογραφία

Η επιστήμη που ασχολείται με το θαλάσσιο περιβάλλον ονομάζεται ωκεανογραφία και χωρίζεται σε 5 τομείς, την Φυσική ωκεανογραφία, χημική ωκεανογραφία, βιολογική και γεωλογική ωκεανογραφία και στην εφαρμοσμένη ωκεανογραφία(Σακελλαρίδου,2007). Γενικότερα η ωκεανογραφία μελετά τις παράκτιες ρηχές περιοχές, την ανοιχτή βαθιά θάλασσα, τους ωκεανούς, τους βυθούς, τα παράλια.

Η φυσική ωκεανογραφία μελετά τα κύματα, τις παλίρροιες, τα ρεύματα της θάλασσας, την μετάδοση του ήχου και του φωτός και την αλληλεπίδραση μεταξύ ατμόσφαιρας και ωκεανού.

Η Χημική Ωκεανογραφία μελετά τη χημική σύσταση και τις χημικές ιδιότητες του θαλάσσιου νερού, τη συμπεριφορά και τις επιπτώσεις των ρύπων στο ωκεάνιο σύστημα.

Η Βιολογική Ωκεανογραφία μελετά κάθε μορφή θαλάσσιας ζωής, τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους, τις προσαρμογές τους στο θαλάσσιο περιβάλλον και την ανάπτυξη μεθόδων βιώσιμων μορφών αλιείας.

Η Γεωλογική Ωκεανογραφία και η Θαλάσσια Γεωφυσική μελετούν τη δομή του θαλάσσιου πυθμένα, την προέλευση, τη σύσταση, τις ιδιότητες των βημάτων και τη δημιουργία του ωκεάνιου πυθμένα.

Η Εφαρμοσμένη Ωκεανογραφία είναι ο σπουδαιότερος ίσως κλάδος της Ωκεανογραφίας, γιατί εδώ υλοποιούνται οι θεωρητικές και πρακτικές γνώσεις που παρέχονται από τους τέσσερις παραπάνω κλάδους. Τα αντικείμενα της έρευνας της είναι: η αλιεία, η διευθέτηση των ακτών (προστασία ακτών, κατασκευή λιμένων), η μόλυνση του θαλάσσιου νερού, η φθορά και η προφύλαξη των διάφορων υλικών, η εκμετάλλευση της θαλάσσιας ενέργειας (παλίρροιες, θερμική ενέργεια) και τέλος η εκμετάλλευση του πλούτου του θαλάσσιου νερού και του βυθού, όπως είναι τα διάφορα άλατα, τα υποθαλάσσια πετρέλαια, ο ορυκτός γενικά πλούτος και άλλα.

2.2 Η επιρροή του ανθρώπου στο θαλάσσιο περιβάλλον

Στην θάλασσα υπάρχει αφθονία και ποικιλία ζωής που επί αιώνες αποτελεί σημαντική πηγή τροφής για τον άνθρωπο. Ο βιολογικός της πλούτος παρέχει πρώτες ύλες για την κατασκευή διαφόρων προϊόντων, όπως φαρμάκων και καλλυντικών και υπάρχουν μεγάλες συγκεντρώσεις πετρελαίου και αερίου. Μέσα από την θαλάσσια δραστηριότητα έχει αναπτυχθεί το εμπόριο και οι τηλεπικοινωνίες και επίσης στην θάλασσα αποθηκεύεται η μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ενέργειας που δέχεται η Γη.

Συνεπώς, η κλιματική αλλαγή πέρα από τις επιπτώσεις που έχει στο περιβάλλον, επηρεάζει άμεσα και το βιοτικό επίπεδο όλων μας και τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Σύμφωνα με διαδικτυακές πηγές, οι θάνατοι και οι αρρώστιες που προκαλούνται κάθε χρόνο από ασθένειες λόγω των μολυσμένων υδάτων έχουν οικονομικό αντίκτυπο στην παγκόσμια οικονομία 12,8 δισεκατομμύρια δολάρια(savethesea.org χ.χ).

Και μιλώντας για μολυσμένα νερά, ο άνθρωπος από την αρχαιότητα που χρησιμοποιούσε πλοιάρια για τις μεταφορές του, μόλυνε το περιβάλλον πιστεύοντας ότι αυτό δεν θα έχει αντίκτυπο στο αχανές σύστημα της θάλασσας. Την σημερινή εποχή, το 90% των μεταφορών αγαθών και κυρίως του «μαύρου χρυσού» γίνεται μέσω θαλάσσης και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τεράστιες ποσότητες μη ή δύσκολα αποδομήσιμων χημικών ουσιών να εκχέονται στο θαλάσσιο οικοσύστημα. Το κυριότερο πρόβλημα είναι ότι το 71% των θαλασσών αποτελούν διεθνή ύδατα γεγονός που υποδηλώνει ότι κανένα κράτος δεν μπορεί να θεωρηθεί άμεσα υπεύθυνο για την αποκατάσταση των προβλημάτων και δράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι κυρίως τοπικού χαρακτήρα(Clark J. 2008).

Στα απόβλητα περιλαμβάνονται βιομηχανική απόβλητα, γεωργικά απόβλητα, ραδιενεργές ουσίες, απόβλητα από τις θαλάσσιες μεταφορές και ατυχήματα(Τσελέντης,2011: σελ. 1-2). Πολλές από τις επιπτώσεις και τις καταστροφές που προκαλούνται από αυτούς τους παράγοντες στο θαλάσσιο οικοσύστημα είναι ανυπολόγιστες καθώς κάποιες επιπτώσεις είναι πολύ δύσκολο να διευκρινιστούν και να κατηγοριοποιηθούν. Για παράδειγμα 4 σχεδόν χρόνια μετά το πυρηνικό ατύχημα στην Φουκουσίμα και την διαρροή του ραδιενεργού ισότοπου cesium-137 στην θάλασσα οι καταστροφές που έχει υποστεί το οικοσύστημα είναι ανυπολόγιστες. Σε πρόσφατη έρευνα του πανεπιστημίου του Στάνφορντ αλιεύθηκαν κοπάδια τόνων ανοικτά της Καλιφόρνια με μεγάλες ποσότητες του cesium-137. Η δήλωση του καθηγητή Daniel Medigan ήταν χαρακτηριστική: *«Ο τόνος "πακετάρει" την ακτινοβολία και την φέρνει σε όλους τους μεγάλους ωκεανούς του κόσμου. Ήταν σίγουρα έκπληξη να το διαπιστώσουμε και ακόμα μεγαλύτερη έκπληξη το να την βρίσκουμε σε κάθε ένα ψάρι που μετρήσαμε.»*(Carey B.,2013). Η διευθύντρια του Ινστιτούτο Έρευνας της Πυρηνικής Ενέργειας MD Helen Caldicott δήλωσε για την καταστροφή στην Φουκουσίμα: *«Καθώς η ακτινοβολία από τη μόλυνση των ωκεανών βιοσυσσωρεύεται στην τροφική αλυσίδα ραδιενεργά ψάρια θα πιαστούν χιλιάδες μίλια από τις ιαπωνικές ακτές. Δεδομένου ότι θα καταναλωθούν, θα συνεχίσουν τον κύκλο της μόλυνσης, που αποδεικνύει ότι δεν έχει σημασία που βρίσκεστε... Η καταστροφή της Fukushima δεν έχει τελειώσει και δεν θα τελειώσει ποτέ. Το ραδιενεργό νέφος που παραμένει τοξικό για εκατοντάδες χιλιάδες*

χρόνια καλύπτει μεγάλα τμήματα της Ιαπωνίας, δεν πρόκειται ποτέ να καθαριστεί και θα μολύνει τα τρόφιμα, τους ανθρώπους και τα ζώα – πρακτικά σχεδόν για πάντα.»(Onsman R.,2014).

Ένα άλλο παράδειγμα ανυπολόγιστης καταστροφής στο θαλάσσιο οικοσύστημα είναι τα ατυχήματα δεξαμενόπλοιων, με αποτέλεσμα την διαρροή πετρελαίου στην θάλασσα. Παρ'ότι έχουν περάσει 26 χρόνια από το ατύχημα του Εκχον Valdez και 4 χρόνια από την διαρροή 4,9 εκατομμυρίων βαρελιών αργού πετρελαίου επί 87 μέρες στον Κόλπο του Μεξικού οι επιπτώσεις είναι ακόμα αισθητές στις τοπικές κοινωνίες των πληγέντων ακτών. Παρά τα 2 δισεκατομμύρια δολάρια που δαπάνησε η Εκχον και τα 14 δισεκατομμύρια που δαπάνησε η BP για τον καθαρισμό των ακτών, η πλειονότητα του πετρελαίου διασπάστηκε και καταναλώθηκε από μικροοργανισμούς επομένως η ρύπανση πέρασε στο οικοσύστημα των ωκεανών με ανεπανόρθωτες ζημιές(Ramseur 2014, Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council 2009).



Εικόνα 2.2.1:

Ανυπολόγιστες καταστροφές στην Αλάσκα στο ατύχημα του Exxon Valdez το 1989 (Πηγή: <http://oilguru.org/wp-content/uploads/2013/03/Exxon-valdez-destruction-to-environment-and-wildlife.jpg> (πρόσβαση 2/3/2015)

2.3 Οι συνέπειες από την ανθρώπινη επιρροή στο θαλάσσιο περιβάλλον

Με βάση τις τρέχουσες επιστημονικές ενδείξεις, οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από τις ανθρώπινες δραστηριότητες προκαλούν σημαντική παγκόσμια κλιματική αλλαγή κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα. Αυτή η αλλαγή του κλίματος δημιουργεί προκλήσεις στα παράκτια και θαλάσσια οικοσυστήματα τα οποία ήδη έχουν επιφορτιστεί από την ανθρώπινη ανάπτυξη, την περιβαλλοντική ρύπανση και την υπεραλίευση. Μερικές από τις σημαντικότερες συνέπειες στο περιβάλλον είναι:

- Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης έχει ως άμεση συνέπεια το λιώσιμο των πάγων. Υπολογίζεται ότι τα τελευταία 20 χρόνια οι πάγοι που έχουν λιώσει έχουν βάρους 4 τρισεκατομμυρίων τόνων (econews.gr, 2012). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της στάθμης της θάλασσας και πολλές παράκτιες περιοχές να βρίσκονται σε κίνδυνο εξαφάνισης. Ήδη μερικά μικρά νησιά και βραχονησίδες στην Αλάσκα και στον Ειρηνικό Ωκεανό έχουν εξαφανιστεί λόγω της αύξησης της στάθμης της θάλασσας και το μέλλον προβλέπεται δυσόιωνα για πολλές παράκτιες περιοχές του πλανήτη.
- Οι αλλαγές στις βροχοπτώσεις και τα ακραία καιρικά φαινόμενα έχουν έντονες επιπτώσεις στις παραθαλάσσιες περιοχές. Φαινόμενα όπως οι τυφώνες και οι υπερχειλίσσεις ποταμών αυξάνονται ραγδαία χρόνο με τον χρόνο. Αυξήσεις ή μειώσεις στις βροχοπτώσεις μπορεί αντίστοιχα να αυξήσει τον κίνδυνο παράκτιων πλημμυρών ή ξηρασίας καθώς τα έντονα φαινόμενα είναι διαφορετικά από περιοχή σε περιοχή. Εν τω μεταξύ, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα κατακλύσει σταδιακά τις παράκτιες περιοχές. Έτσι παραλιακοί υγρότοποι μπορεί να μετατοπιστούν σε σημείο της ενδόχώρας, αλλά το πιθανότερο σενάριο είναι να παρεμποδίζονται από την ανθρώπινη ανάπτυξη με αποτέλεσμα την εξαφάνισή τους.
- Οι αλλαγές θερμοκρασίας στα παράκτια και θαλάσσια οικοσυστήματα επηρεάζουν τον μεταβολισμό των οργανισμών με αποτέλεσμα την μεταβολή των παραγωγικών διαδικασιών όπως για παράδειγμα η αναπαραγωγή τους και η μετεξέλιξη του είδους. Τα είδη είναι προσαρμοσμένα σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές θερμοκρασίες, έτσι καθώς αλλάζει η θερμοκρασία, αλλάζουν και οι φυσιολογικές συνθήκες, δημιουργώντας νέους συνδυασμούς των ειδών που αλληλεπιδρούν με απρόβλεπτους τρόπους ή μεταναστεύουν. Είδη τα οποία δεν είναι σε θέση να μεταναστεύσουν ή να ανταγωνιστούν τα άλλα είδη για την επιβίωσή τους και είναι ευαίσθητα στην αλλαγή θερμοκρασιών απειλούνται με μερική ή πλήρη εξαφάνιση.
- Με την εκτόξευση των συγκεντρώσεων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, αυξάνεται η θερμοκρασία των ωκεανών όπως προαναφέρθηκε και συνάμα μειώνεται η ικανότητα του να απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα και την οξύτητα του νερού των ωκεανών να είναι αυξημένη κατά 25% μόνο την τελευταία δεκαετία. Η οξίνιση των ωκεανών συνιστά σημαντική απειλή για αρκετούς θαλάσσιους οργανισμούς, καθώς διαμορφώνει ευνοϊκότερες συνθήκες για την απορρόφηση περισσότερων παράκτιων ρύπων, όπως ο χαλκός. Ως αποτέλεσμα αυτού, υπάρχει

μικρότερος αριθμός ανταλλαγής υδάτων στα βαθύτερα στρώματα των ωκεανών καθώς τα θερμότερα επιφανειακά ύδατα είναι ελαφρύτερα.

- Κρίσιμα παράκτια οικοσυστήματα, όπως οι υγράτοποι, εκβολές ποταμών, και οι κοραλλιογενείς ύφαλοι είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στην αλλαγή του κλίματος. Τέτοια οικοσυστήματα είναι από τα πιο βιολογικά παραγωγικά περιβάλλοντα στον κόσμο. Η πρόσθετη επιβάρυνση της κλιματικής αλλαγής μπορεί να υποβαθμίσει περαιτέρω τα πολύτιμα οικοσυστήματα, απειλώντας την οικολογική βιωσιμότητά τους και τη ροή των αγαθών και υπηρεσιών που παρέχουν στους ανθρώπινους πληθυσμούς (Barange, M.; Perry, R.I. 2009, Harley C.D.G. κ. Συν. 2006).

Εκτός από τις αρνητικές επιπτώσεις υπάρχουν και θετικές επιπτώσεις οι οποίες είναι κυρίως τοπικού χαρακτήρα. Θετικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μπορεί να περιλαμβάνουν τα πιο πράσινα τροπικά δάση και την ενίσχυση της ανάπτυξης των φυτών του Αμαζονίου, αυξημένη βλάστηση στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη και πιθανή αύξηση του πλαγκτόν βιομάζας σε ορισμένα μέρη του ωκεανού (Wayne G., 2015). Επίσης, σε κάποιες πολύ ψυχρές περιοχές του πλανήτη όπως η Ανταρκτική και η Σιβηρία, η αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να επιφέρει ανάπτυξη της οικονομίας λόγω αύξησης των μεταφορών και καλύτερης πρόσβασης σε κοιτάσματα πετρελαίου και υδρογονανθράκων (www.greenfacts.org, 2015). Ήδη οι πρώτες διαμάχες για την πρωτοκαθεδρία στα κοιτάσματα αυτά -αμέσως μετά το οριστικό λιώσιμο των πάγων- έχουν ξεκινήσει εδώ και μια δεκατία και εντάθηκαν από το 2007 και μετά όταν Ρωσικό υποβρύχιο τοποθέτησε Ρωσική σημαία από ανοξείδωτο τιτάνιο στον κατακόρυφο άξονα του Βόρειου Πόλου σε βάθος 4261 μέτρων. Λόγω του ότι ο Βόρειος Πόλος γεωγραφικά δεν ανήκει σε κανένα κράτος, τα κράτη που βρίσκονται κοντά σε αυτόν όπως η Αμερική, η Ρωσία, η Δανία, η Ισλανδία και ο Καναδάς διεκδικούν την ιδιοκτησία της περιοχής καθώς εκτιμάται ότι εκεί βρίσκεται το 25% των παγκόσμιων αποθεμάτων σε υδρογονάνθρακα, αποθέματα περισσότερα από όσα βρίσκονται σε όλον τον Περσικό Κόλπο (Von Roeder, 2010). Τέλος, μια έμμεση θετική επίπτωση της κλιματικής αλλαγής στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι η στρόφιξη των ανθρώπων στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συγκεκριμένα στην κατασκευή υπεράκτιων αιολικών παρκών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία τεχνητών υφάλων και την ύπαρξη βιοποικιλότητας σε προηγούμενως φτωχά υποθαλάσσια συστήματα. Εκτενής ανάλυση στο ζήτημα αυτό θα υπάρξει στο κεφάλαιο 5.

2.4 Κρυστάλλινα κύματα στην Αμερική

Μια από τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής είναι οι ασυνήθιστα ψυχροί ή ζεστοί χειμώνες, αναλόγως την περιοχή στον παγκόσμιο χάρτη. Έτσι ενώ τα τελευταία 2-3 χρόνια οι χώρες της Βόρειας Ευρώπης βιώνουν χειμώνας χωρίς ιδιαίτερο χιόνι και κρύο, η Αμερική πλήττεται από δριμύ κύματα κακοκαιρίας με ασυνήθιστα χαμηλές θερμοκρασίες από τον

Οκτώβριο μέχρι τον Απρίλη. Οι επιστήμονες συνδυάζουν τους βαρείς χειμώνες στο Βόρειο τμήμα της Αμερικανικής Ηπείρου με την μείωση των πάγων της Αρκτικής. Οι δύο βασικοί παράγοντες που συμβάλλουν στις ασυνήθιστα υψηλές χιονοπτώσεις είναι: αλλαγές στην ατμοσφαιρική κυκλοφορία και μεταβολές στη σύσταση των υδρατμών, οι οποίες συνδέονται με την απομείωση του πάγου της Αρκτικής, ιδιαίτερα κατά τους εαρινούς και θερινούς μήνες. Οι μεταβολές αυτές ευνοούν τη μετακίνηση ψυχρών αερίων μαζών σε νοτιότερα γεωγραφικά πλάτη (econews.gr, 2012). Ο φετινός Φεβρουάριος θεωρείται ο ψυχρότερος των τελευταίων 150 χρόνων στην Αμερική. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα στις 26 Φεβρουαρίου του 2015 στο νησί Nantucket στην Μασσαχουσέτη των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής να καταγραφούν θερμοκρασίες 30 βαθμούς υπό του μηδενός που είχαν ως αποτέλεσμα τα κύματα που δημιουργούνταν από τον αέρα να μην προλαβαίνουν να ακουμπήσουν την επιφάνεια της θάλασσας και να παγώνουν. Το σπάνιο αυτό φαινόμενο για τα χρονικά της Αμερικής καταγράφηκε από τον σέρφερ Jonathan Nimerfroh ο οποίος βρέθηκε στο σημείο (nbcnews.com, 2015).



Εικόνες 2.3.1

και 2.3.2 Φωτογράφος: Jonathan Nimerfroh Πηγή: scoornest.com (πρόσβαση 2/3/2015)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΔΑΝΙΑΣ

3.1 Η ιστορία της Δανίας στην αιολική ενέργεια

Το κύριο χαρακτηριστικό της Δανίας είναι ότι το υψηλότερό της σημείο φθάνει με τα βίαια τα 170 μέτρα και εξαιτίας της μεγάλης ακτογραμμής της (περίπου 7500 χιλιόμετρα) το κλίμα της χαρακτηρίζεται ως ωκεάνιο με ισχυρούς ανέμους καθ'όλη την διάρκεια της χρονιάς (Wikipedia). Λόγω της μη ύπαρξης φυσικών πηγών ενέργειας όπως το κάρβουνο ή τα μεγάλα ποτάμια και επιπροσθέτως εξαιτίας των δυνατών ανέμων η Δανία αποτέλεσε μια από τις πρώτες χώρες ιστορικά που στράφηκε στην προσπάθεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του ανέμου.

Η αρχή έγινε στα τέλη του 19^{ου} αιώνα από τον φυσικό Λα Κουρ (1846-1908) στην περιοχή Askov της Δανίας ο οποίος με την χρηματοδότηση της Δανέζικης Κυβέρνησης και μαζί με τους συνεργάτες του κατασκεύασε μια ανεμογεννήτρια στα πρότυπα των ανεμόμυλων, αλλά με δυνατότητα αποθήκευσης της παραχθείσας ενέργειας. Αποτέλεσμα των ενεργειών αυτών ήταν η ηλεκτροδότηση του σχολείου της πόλης. Μετά την επιτυχία του αυτή μέχρι το 1908 είχε καταφέρει να κατασκευάσει 72 παρόμοιες ανεμογεννήτριες σε διάφορες περιοχές της Δανίας οι οποίες ηλεκτροδοτούσαν κυρίως αγροτικές περιοχές. Ήδη η καινοτομία των εφευρέσεων του Λα Κουρ και των συνεργάτων του είχαν φέρει σε πολύ πλεονεκτική θέση την Δανία έναντι των υπολοίπων χωρών. Για τον λόγο αυτό, ο Λα Κουρ ίδρυσε την Ένωση Μηχανικών Αιολικής Ενέργειας της Δανίας το 1903 και έκανε διαλέξεις στο Λύκειο της πόλης πάνω στην αιολική ενέργεια και στους τρόπους εκμετάλλευσης της μέχρι τον θάνατό του το 1908 (Krohn, 2002: σελ. 1-2).

Παρότι οι ανεμογεννήτριες παραμερίστηκαν από τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με άνθρακα, ξαναδόθηκε η ευκαιρία να έρθουν στο προσκήνιο στον Πρώτο και Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Αυτό έγινε κυρίως λόγω της αυξημένης ζήτησης άνθρακα και πετρελαίου το οποίο είχε ως αποτέλεσμα την αναζήτηση καινούριων πηγών ενέργειας. Έτσι στον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο μόνο στην Δανία υπήρχαν περίπου 250 ανεμογεννήτριες. Μετά την λήξη του πολέμου ενώ η έρευνα για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας συνεχίστηκε, η επικέντρωση της προσοχής της κοινωνίας μετριάστηκε σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια λόγω της αυξημένης ζήτησης των ντιζελομηχανών. Αργότερα όμως, ένας πόλεμος ήταν πάλι η αιτία να αναθερμανθεί το ενδιαφέρον για τις ανεμογεννήτριες. Αυτή την φορά κύριοι εκφραστές της προσπάθειας αυτής ήταν ο μεν μαθητής του Λα Κουρ, ο Lykkegaard ο οποίος ίδρυσε την εταιρεία Lykkegaard Ltd. και ο δε F.L. Smidth ο οποίος

ίδρυσε την F.L. Smidth & Co. Η Lykkegaard Ltd. κατασκεύασε 90 ανεμογεννήτριες 30kW και η F.L. Smidth & Co. σε συνεργασία με την εταιρεία αεροσκαφών Kramme&Zeuthen κατασκεύασε δύο καινούρια μοντέλα ανεμογεννητριών με παραγωγή 60 και 70kW (Hau E. και Horst von Renouard 2013, Andersen P. D. 2007: σελ. 4).



Εικόνα 3.1.1: Η πρώτη πειραματική ανεμογεννήτρια στην περιοχή Askov της Δανίας το 1897
Πηγή: <http://www.roullacour.dk/> (πρόσβαση 21/2/2015)

Μετά το τέλος του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου και με πρωτοβουλία της Δανέζικης κυβέρνησης ξεκίνησε ένα καινούριο πρόγραμμα εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας. Πρωτεργάτης ήταν ο Johannes Juul(1887-1969), μαθητή της σχολής του La Cour, ο οποίος κατασκεύασε ανεμογεννήτρια χωρητικότητας 200kW στα πρότυπα του δασκάλου του με σχεδιασμό τριων φτερών η οποία και έγινε η βάση για τις ανεμογεννήτριες που θα σχεδιάζονταν την δεκαετία του 1970 (Ragheb M.,2013:σελ. 15-17).



Εικόνα 3.1.2: Gedser turbine Πηγή: <http://www.powermag.com/changing-winds-the-evolving-wind-turbine> (πρόσβαση 22/2/2015)

Η ανεμογεννήτρια αυτή, τοποθετημένη στην πόλη Gedser, λειτούργησε συνολικά για σχεδόν 11 χρόνια με ετήσια παραγωγή 360000kWh. Σε συνδυασμό όμως με την χαμηλή-τότε-τιμή του πετρελαίου αποφασίστηκε να κοπεί η χρηματοδότηση καθώς η παραγωγή δεν μπορούσε να ανταγωνιστεί την απόδοση των πετρελαιομηχανών. Έτσι, μέχρι και την πρώτη πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70 οι Δανοί μείωσαν το ενδιαφέρον τους για την αιολική ενέργεια και στράφηκαν στις συμβατικές μεθόδους για την ικανοποίηση των ενεργειακών αναγκών τους.

Η απαισιοδοξία ανάμεσα στους δύο πολέμους δεν μπορεί να συγκριθεί με την σκληρή πραγματικότητα που επήλθε από την πρώτη ενεργειακή κρίση του 1973. Η κατανάλωση ενέργειας αυξανόταν γεωμετρικά χρόνο με το χρόνο την δεκαετία του '60 το οποίο είχε ως αποτέλεσμα η εξάρτηση της Δανίας από το πετρέλαιο να ήταν μεγαλύτερη από το 90% (Palz W.,2013). Μέχρι που η πρώτη ενεργειακή κρίση έφερε ξανά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργεια στο προσκήνιο και δη την αιολική. Σε αυτή την μεταστροφή βοήθησε πάρα πολύ και το «πράσινο κίνημα».

Στα επόμενα χρόνια που ακολούθησαν πολυάριθμοι εφευρέτες, καθηγητές και ινστιτούτα πειραματίστηκαν με την ενέργεια του ανέμου, αλλά λίγοι από αυτούς κατάφεραν να ξεφύγουν από τις οικιακές εγκαταστάσεις στην βιομηχανία. Το 1976 παρουσιάστηκε το πρώτο ενεργειακό πλάνο της Δανίας το οποίο επικεντρωνόταν στην σταδιακή απεξάρτηση από το πετρέλαιο και το 1979 δημιουργήθηκε το Υπουργείο Ενέργειας.

Σε συνεργασία με την NASA ξανατέθηκε η τουρμπίνα του Gedser σε λειτουργία, έγιναν πολυάριθμα σεμινάρια σε Δανία και Αμερική για την ανταλλαγή τεχνογνωσίας και κατασκευάστηκαν καινούριες δοκιμαστικές τουρμπίνες χωρητικότητας 900kW. Τον Μάρτιο του 1978 ξεκίνησε να λειτουργεί μια καινούρια ανεμογεννήτρια διαμέτρου 54μέτρων σε πύργο ύψους 50μέτρων (η μεγαλύτερη της εποχής) στην περιοχή Tvind. Η τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε αποτέλεσε την «βάση δεδομένων» για τις επόμενες γενιές των ανεμογεννητριών της Δανίας και συνεχίζει ακόμα και τώρα να βρίσκεται σε λειτουργία(Krohn 2002).



Εικόνα 3.1.3: Η ανεμογεννήτρια στο Tvind Πηγή: Wikipedia Tvind (πρόσβαση 23/2/2015)

Όπως προαναφέρθηκε, την αρχή για την στροφή προς την «πράσινη ενέργεια» την έκανε ο λαός. Η πετρελαϊκή κρίση, οι διαρκώς αυξανόμενες τιμές των προϊόντων, η εξάρτηση από το πετρέλαιο και οι πρώτες ενδείξεις για την καταστροφή του περιβάλλοντος οδήγησαν τον κόσμο προς τις καθαρές πηγές ενέργειας. Ολοένα και περισσότεροι άρχισαν να κυκλοφορούν με ποδήλατα, να προσέχουν το περιβάλλον και αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ίδρυση των πρώτων οργανισμών για την κατοχύρωση νόμων που θα προστάτευε το περιβάλλον και θα θέσπιζαν κανόνες για την παραγωγή καθαρής ενέργειας (Palz W., 2013).

Ενώ στην αρχή ο πολιτικός κόσμος της Δανίας αντιμετώπισε το κίνημα της «πράσινης ενέργειας» με σκεπτικισμό, στην συνέχεια οι πολιτικοί έκαναν τις απαραίτητες ενέργειες προς αυτήν την κατεύθυνση. Αρχικά, το 1979 αποφασίστηκε το 30% των κρατικών επιχορηγήσεων να δίδονται για την κατασκευή οικιακών ανεμογεννητριών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα έως το 1986 να υπήρχαν 1700 οικιακές συσκευές χωρητικότητας 80MW. Το 1981 στο δεύτερο πλάνο ενέργειας, παρουσιάστηκαν οι κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές εκτιμήσεις και επισημάνθηκε για άλλη μια φορά η ανάγκη για απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα (irena.org, 2013).

Χωρίς την επιχορήγηση ακόμα και με τις υψηλές τιμές του πετρελαίου δεν θα ήταν εφικτή η ανταγωνιστικότητα των ανεμογεννητριών σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους. Λόγω του διαρκώς αυξανόμενου αριθμού ανεμογεννητριών, το 1978 ιδρύθηκε η DV (Danish Wind Power Stations) από τους κατόχους τους. Η DV συνεχίζει ακόμα και τώρα να παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των έργων αιολική ενέργειας και αυτή την στιγμή απαριθμεί σχεδόν 150000 μέλη (Palz W., 2013).

Επιπρόσθετα, το 1985 η Δανία αποφάσισε την οριστική διακοπή παραγωγής πυρηνικής ενέργειας, μια απόφαση εκ διαμέτρου αντίθετη από αυτή του 1976 όπου είχε προσχεδιαστεί ότι μέχρι το 1995 η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα καλυπτόταν κατά 25% από τα πυρηνικά εργοστάσια. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το σταδιακό κλείσιμο των πυρηνικών εργοστασίων της Δανίας, με το τελευταίο να κλείνει το 2002. (world-nuclear.org χ.χ.)

Αλλαγή κατεύθυνσης δεν είχαμε μόνο από τον λαό και τους πολιτικούς, αλλά και από τις επιχειρήσεις. Επιχειρήσεις με βάση την Δανία αντιλήφθηκαν την γενική αλλαγή και μετατράπηκαν σε κατασκευάστριες εταιρείες ανεμογεννητριών. Για παράδειγμα, η τότε Nordtank, τώρα NEG Micon που ειδικευόταν στην παραγωγή δεξαμενών μεταφοράς πετρελαίου (βυτιοφόρα) και η Vestas -σιδηρουργείο της εποχής- αποφάσισαν να εκμεταλλευτούν την τεχνογνωσία τους για την κατασκευή ανεμογεννητριών. Η τεχνογνωσία τους βοήθησε κυρίως στην εξασφάλιση της μέγιστης απόδοσης καθώς οι καινούριες συσκευές έδωσαν βάση αρχικά στην ποιότητα και μετά στο μέγεθος της ανεμογεννήτριας (Karnøe και Garud, 2001).

Η Δανία μετά την αρχική συνεργασία με την NASA την δεκαετία του '70, δεν σταμάτησε την συνεργασία της με την Αμερική. Έτσι, την δεκαετία του '80 ξεκίνησε στην Καλιφόρνια η κατασκευή περίπου 15000 ανεμογεννητριών μεγέθους περίπου 100kW από τις οποίες το 43% εγκαταστάθηκαν από Δανέζους κατασκευαστές (Goddard κ. συν. 2004: σελ. 5-11, Jones G. και Bouamane L. 2011: σελ. 36).

Όλη αυτή η ευφορία με τις εξαγωγές προς την Αμερική και την εγκατάσταση ανεμογεννητριών δεν κράτησε για πολύ. Το 1987 η τιμή του «μαύρου χρυσού» επηρέασε για άλλη μια φορά την αγορά. Εκτός από την πτώση της τιμής του πετρελαίου, αρκετές περιβαλλοντικές οργανώσεις άρχισαν να διαμαρτύρονται για μόλυνση του περιβάλλοντος από τις εγκαταλελειμμένες ανεμογεννήτριες, με την διαπίστωση ότι κάποιες ανεμογεννήτριες ήταν πολύ κοντά σε κατοικημένες περιοχές και δημιουργούσαν πρόβλημα με τον θόρυβο από την χρησιμοποίησή τους και για την εύρεση νεκρών πουλιών κοντά σε αυτές. Επιπρόσθετα, πολλοί πολίτες είχαν ξοδέψει όλες τους τις περιουσίες σε ανεμογεννήτριες οι οποίες δεν απέδωσαν τα αναμενόμενα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το '89 να κοπούν οι επιχορηγήσεις προς τους πολίτες λόγω της μη αφερεγγυότητας και η προσπάθεια που είχε ξεκινήσει πριν 15 χρόνια στην Δανία βρισκόταν σε σοβαρό κίνδυνο.

Ο Thomas P. Hughes (1923-2014), Αμερικάνος ιστορικός της τεχνολογίας το σύνολο από σημαντικά προβλήματα τα οποία χαρακτηρίζονται από έλλειψη επαρκούς απόδειξης τα είχε ορίσει ως «αντίστροφη προεξοχή» (reverse salient) και έφερνε στο προσκήνιο το παράδειγμα του Thomas Edison και την εφεύρεση του ηλεκτρικού λαμπτήρα (Hughes, T. P. 1983: σελ. 79-105). Ο Edison στην προσπάθειά του να αντικαταστήσει τις λάμπες φυσικού αερίου, έπρεπε να βρει μια λύση η οποία για να είναι ανταγωνιστική και να έχει απήχηση προς τους καταναλωτές, έπρεπε να ήταν όσο το δυνατόν πιο οικονομική σε σχέση με τις λάμπες αερίου. Με αυτή την απλοϊκή σκέψη και με τεχνολογικά και οικονομικά κριτήρια κατέληξε στο συμπέρασμα ότι έπρεπε να βρει ένα σύρμα με μεγάλη ηλεκτρική αντίσταση προκειμένου να κρατηθεί και η ένταση χαμηλή και η παροχή υψηλή. Έτσι λοιπόν και στην περίπτωση των ανεμογεννητριών, οι συνθήκες στα τέλη της δεκαετίας του 80 είχαν φτάσει σε πολύ κρίσιμο σημείο. Το πρόβλημα ήταν να βρεθεί η «μαγική φόρμουλα» η οποία θα κάλυπτε τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια (μείωση θορύβου, μείωση επιρροής στο περιβάλλον, μειωμένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας) με τα τεχνολογικά κριτήρια (μέγιστη παραγωγικότητα).

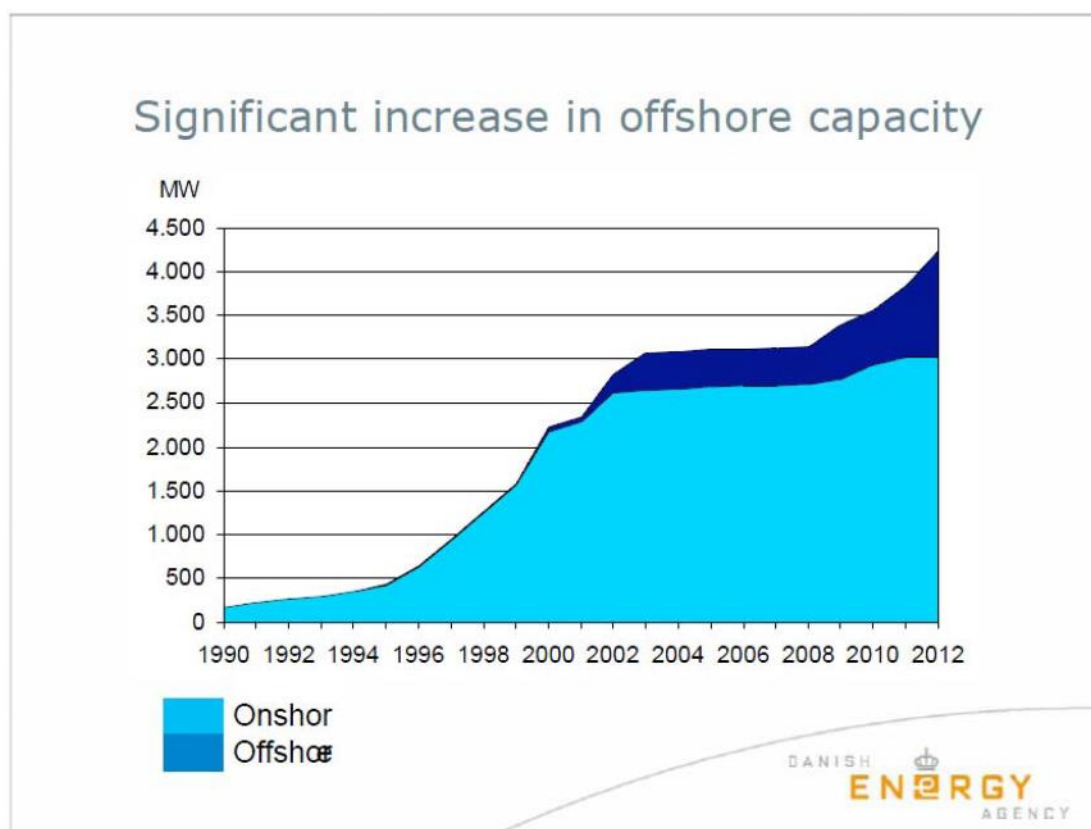
Τότε αναλάβαν δράσεις οι μεγάλες επιχειρήσεις που επιβίωσαν όπως η Vestas, η Nordtank και η Micon οι οποίες με την εισροή νέου κεφαλαίου στην αγορά και με καινούρια διαχείριση και καινοτομία κατάφεραν να ανακάμψουν το ενδιαφέρον για την αιολική ενέργεια και να είναι μέχρι και σήμερα ο πυρήνας της βιομηχανίας των ανεμογεννητριών στην Δανία. Αυτό που κατάφεραν οι επιχειρήσεις ήταν να επιβεβαιώσουν τα λεγόμενα του reserve salient του Hughes όπου μετά την διόρθωση της κατάστασης, το σύστημα (δηλ. αιολική ενέργεια) μπαίνει σε τροχιά ταχείας ανάπτυξης με τον συνδυασμό όλων των συστατικών κοινωνία-περιβάλλον-τεχνολογία σε πλήρη αρμονική λειτουργία (Hughes T. P. 1983: σελ. 79-105).

Το 1990 παρουσιάστηκε το τρίτο πλάνο ενέργειας για την Δανία το οποίο ονομάστηκε Energy 2000. Ο φιλόδοξος στόχος του ήταν μέχρι το 2005 να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας κατά 15%, η μείωση της κατανάλωση άνθρακα και πετρελαίου κατά 45% και 40% αντίστοιχα και την αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατά 100% (irena.org, 2013).

Το 1991 αρχίζουν να κατασκευάζονται οι πρώτες ανεμογεννήτριες στην θάλασσα, 4 χιλιόμετρα βόρεια του νησιού Lolland. Μετά το 1996 και την παρουσίαση του τετάρτου

πλάνου ενέργειας γνωστό και ως Energy 21 ξεκινάει η μεγαλύτερη ανάπτυξη στην Δανία και χρόνο με το χρόνο η αιολική ενέργεια κατακτά όλο και μεγαλύτερο μερίδιο στην αγορά της ενέργειας στην Δανία(Wolfgang Palz,2013). Επίσης το 1997 τοποθετούνται οι πρώτες τουρμπίνες στο νησί Samsø. Μερικά χρόνια αργότερα έγινε το πρώτο νησί στον κόσμο το οποίο καλυπτεί στο 100% τις ενεργειακές ανάγκες του με ενέργεια παραγόμενη από ανανεώσιμες πηγές χρησιμοποιώντας μόνο το ένα τέταρτο(26million kW ετησίως) από αυτό και το υπόλοιπο το διοχέτευει στην αγορά(Biello D.,2010).

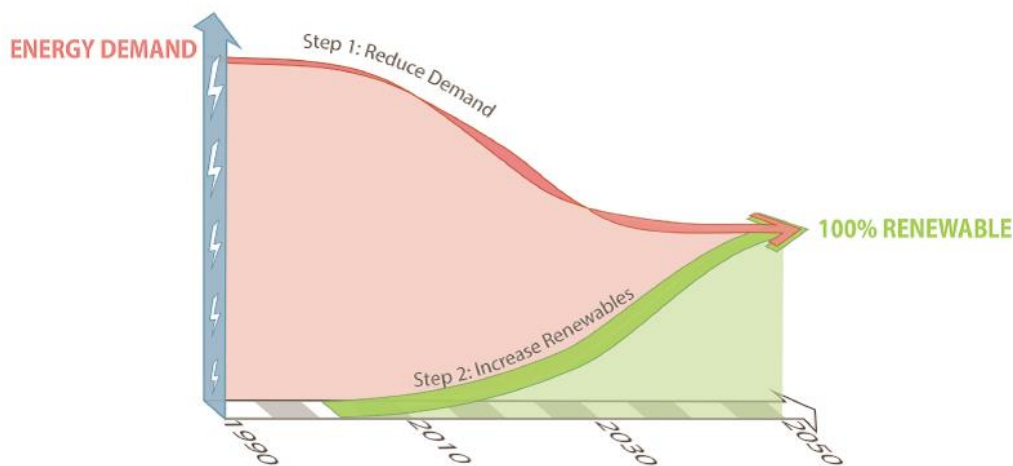
Με εξαίρεση ένα διάλειμμα 4 χρόνων (2003-2007)όπου υπήρξε στασιμότητα στην κατασκευή καινούριων αιολικών πάρκων λόγω της συντηρητικής κυβέρνησης που υπήρχε εκείνο το διάστημα, εγκαθίστανται ανεμογεννήτριες σε όλες τις περιοχές της χώρας, στην στεριά και στην θάλασσα με αμείωτο ρυθμό. Ειδικότερα, στα υπεράκτια αιολικά πάρκα, οι εξαγγελίες καινούριων έργων αυξάνονται συνεχώς με την Δανία να αποτελεί την πρώτη χώρα με συγκεκριμένο πλάνο σταδιακής ανάπτυξης και θετικό δείκτη αύξησης εγκατεστημένων μονάδων ανά χρόνο(Wilfried κ. Συν. 2010).



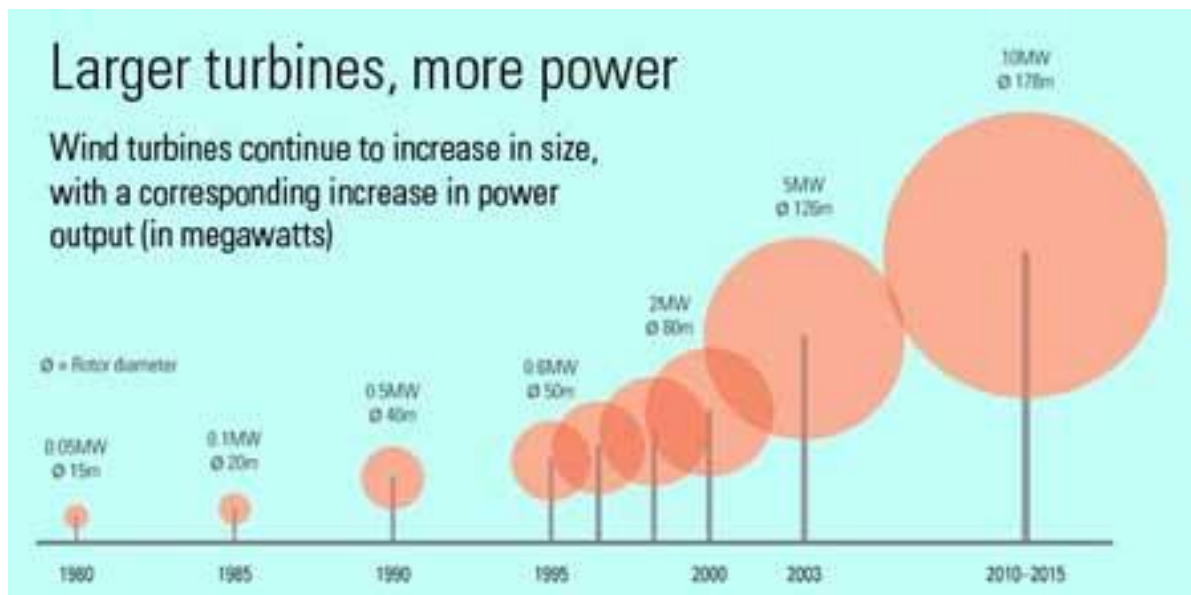
Σχήμα 3.1.4: Η αύξηση των υπεράκτιων αιολικών πάρκων ανά χρονιά: Πηγή: Fox κ. Συν. 2006 (20/2/2015)

Μέχρι που καταλήγουμε στον Μάρτη του 2012 με το πιο φιλόδοξο ενεργειακό πλάνο στην ιστορία της χώρας το οποίο ψηφίστηκε στην Βουλή σε ποσοστό 95%. Σε αυτή την συμφωνία ανακοινώθηκε ο στόχος να γίνει η Δανία η πρώτη χώρα στον κόσμο η οποία μέχρι το 2020 θα καλύπτει το 50% των ενεργειακών αναγκών της από τα αιολικά πάρκα και μέχρι το 2050 θα καταναλώνει αποκλειστικά και μόνο ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αυτός ο στόχος με τα τωρινά δεδομένα και τις εξαγγελίες για τα καινούρια έργα

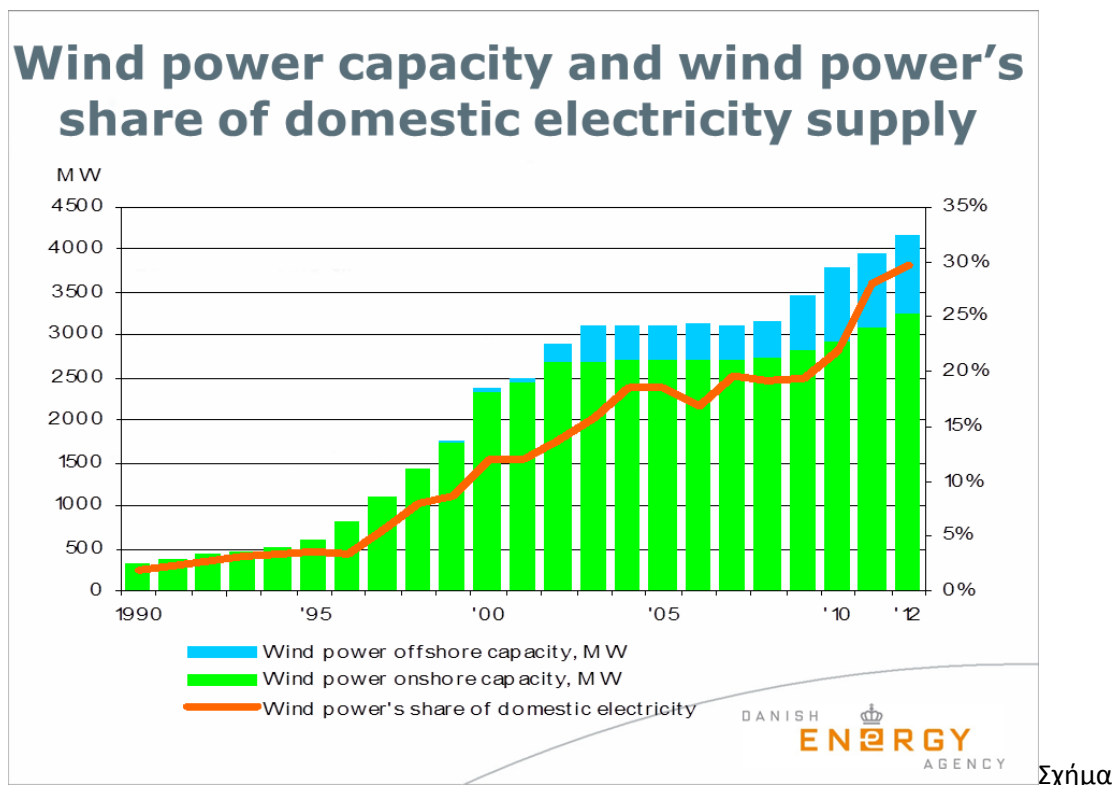
δείχνει απόλυτα εφικτός καθώς τον Ιανουάριο του 2015 το ποσοστό της συμμετοχής της αιολικής ενέργειας στην συνολική κατανάλωση της χώρας ανέρχεται στο 39,1% γεγονός που την κατατάσσει στην πρώτη θέση παγκοσμίως στην αναλογία καθαρής ενέργειας/ενεργειακή ζήτηση της χώρας (Hyllenberg J.,2015).



Σχήμα 3.1.5: Ο στόχος της Δανίας για το 2050. Πηγή: <http://www.energyvision.info> (πρόσβαση 9/2/15)



Σχήμα 3.1.6: Η αύξηση του μεγέθους των ανεμογεννητριών στην πάροδο του χρόνου Πηγή: <http://www.acousticecology.org> (πρόσβαση 25/2/15)



3.1.7: Η συνολική παραγωγή αιολικής ενέργειας και το ποσοστό της στην κατανάλωση της χώρας Πηγή: Danish Energy Agency (πρόσβαση 8/2/15)

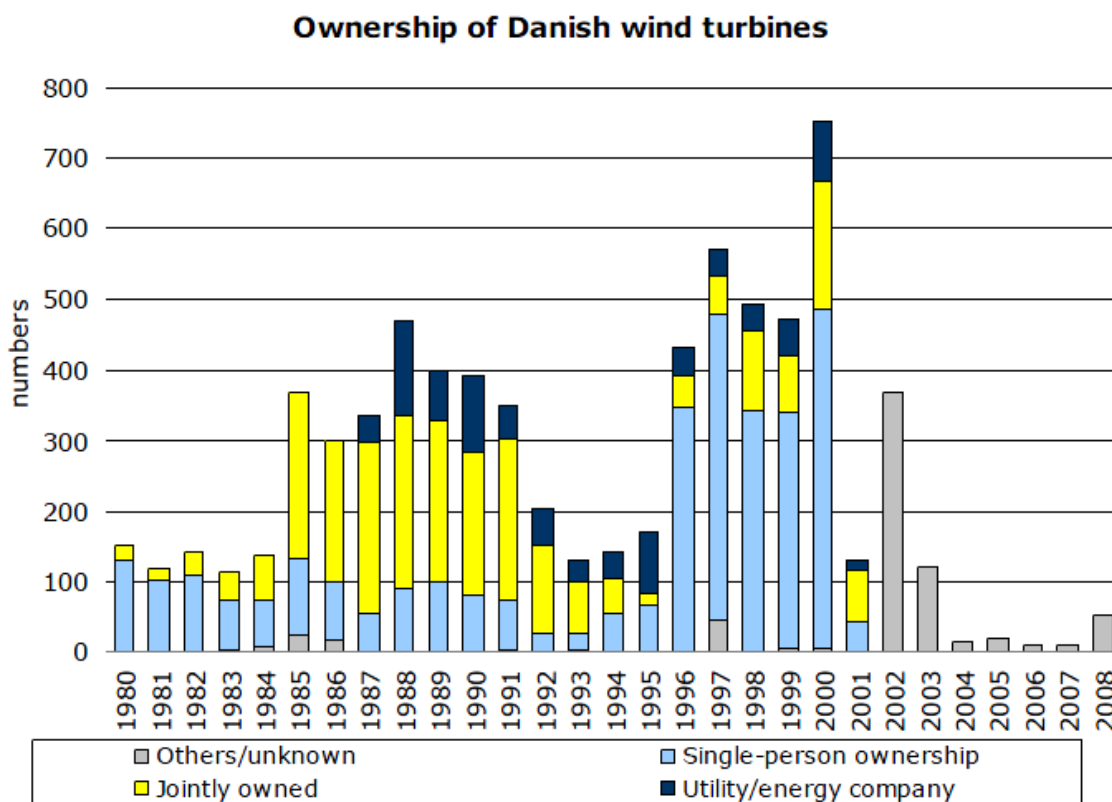
3.2 Η κοινωνική αποδοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Η κοινωνική συμμετοχή και η κοινωνική αποδοχή στην Δανία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι αλληλένδετες έννοιες. Όπως έχει πει και ο Morison(1966) «Τα χαρακτηριστικά μια κοινωνίας παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην απόφαση για το ποιες τεχνολογίες θα υιοθετηθούν». Έτσι και στην περίπτωση της Δανίας, η κοινωνία αποφάσισε την ανεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, την ευαισθητοποίηση των ανθρώπων σε θέματα περιβάλλοντος και την στροφή στην «πράσινη ενέργεια» μέσω της εισαγωγής σε νέες τεχνολογίες.

Όπως προαναφέρθηκε και στην αρχή του κεφαλαίου, μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1973, πρώτα άρχισαν να πιέζουν οι κάτοικοι και μετά ελήφθησαν οι αποφάσεις για στροφή προς την πράσινη ενέργεια και κατάργηση της πυρηνικής ενέργειας. Όταν ρωτήθηκε η Jane Kruse διευθύντρια του Κέντρου Πληροφόρησης και Εκπαίδευσης για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο Hurup Thy της Βόρειας Δανίας για το πως έγινε η χώρα της η πρωτοπόρος σε θέματα τεχνολογίας για την αιολική ενέργεια η αυθόρμητη απάντηση της ήταν «όλη η νεολαία της Δανίας όχι μόνο δεν ήθελε την πυρηνική ενέργεια, αλλά αγωνίστηκε για την πράσινη ενέργεια»(Christianson R.,2005: σελ. 1-2).

Μετά την ίδρυση της DV (Danish Wind Power Station) το 1978 άρχισε και η χρηματοδότηση κατά 30% από το κράτος για την δημιουργία νέων ανεμογεννητριών από ιδιώτες(Palz

W.,2013) . Αυτό έχει παίξει πολύ σημαντικό ρόλο στην αποδοχή σε τοπικό επίπεδο, καθώς εξαλείπτει την πιθανότητα εναντίωσης σε επικείμενα έργα.



Σχήμα 3.2.1: Η ιδιοκτησία στις ανεμογεννήτριες της Δανίας ανά χρονιά από το 1980 μέχρι το 2008. Πηγή: SOCIAL ACCEPTANCE OF WIND ENERGY PROJECTS(Nielsen L.K. 2009)

Το πρώτο μεγάλο έργο υπεράκτιων ανεμογεννητριών με την κατά 50% χρηματοδότηση από κατοίκους και τοπικούς φορείς είναι το Middelgrunden. Με 20 ανεμογεννήτριες χωρητικότητας 2MW και κατασκευασμένο μόλις 3,5χιλιόμετρα από τις ακτές της Κοπεγχάγης, έγινε η πρώτη τρανή απόδειξη της κοινωνικής αποδοχής που είχε η αιολική ενέργεια στους Δανούς. Όταν ολοκληρώθηκε το έργο σε δημοσκόπηση που διεξάχθηκε στην Δανία το 70% ήταν υπέρ της εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας και μόνο το 5% τάσσοταν κατά(Larsen & Sørensen 2003: σελ. 4-7). Συνολικά 8552 είναι οι ιδιοκτήτες του 50% της επένδυσης που έγινε με μέσο όρο χρηματοδότησης 2850 ευρώ ανά ιδιοκτήτη. Όπως δήλωσε ο Sørensen, αρχιμηχανικός στο έργο «Ο κάθε μέτοχος αγόρασε ένα μερίδιο για 4.250 δανικές κορώνες(570ευρώ) και στην αρχή έπαιρνε περίπου 600 κορώνες(75 ευρώ) πίσω σε έσοδα κάθε χρόνο, πράγμα που σημαίνει το 14 έως 15 τοις εκατό επιστροφή της αρχικής του επένδυσης»(news.xinhuanet.com,2011). Το υπόλοιπο 50% ανήκει στην εταιρεία Middelgrunden Wind Turbine Cooperative(Sørensen κ. συν. 2003:σελ. 2).

Η σημασία της μαζικής συμμετοχής των πολιτών φάνηκε από την πρώτη στιγμή της ανάθεσης του έργου. Στην αρχή η Δανέζικη Εταιρεία για την Προστασία του Περιβάλλοντος (Danish Society for the Conservation of Nature) δεν ενέκρινε την αρχική τοποθεσία, αλλά η τοπική επιτροπή με την βοήθεια των μέσων μαζικής επικοινωνίας εναντιώθηκαν στο πόρισμα με αποτέλεσμα το Εθνικό Συμβούλιο να αναθεωρήσει την προηγούμενη απόφαση. Ακολούθως, κατά την διάρκεια των έργων και παρότι γινόταν σε απόσταση μόλις 3 χιλιομέτρων από παραθεριστικές περιοχές κοντά στην Κοπέγγαγη το έργο συνάντησε πολύ μικρή αντίσταση κυρίως από ψαράδες, ανεξάρτητους πολίτες και μερικούς συντηρητικούς που συνέχιζαν να εναντιώνονται στο έργο (Larsen κ. συν. 2005, Sørensen κ. συν. 2003).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα της μαζικής επιρροής στα μεγάλα υπεράκτια έργα είναι ότι το αντίστοιχο πάρκο που δημιουργήθηκε στο Samsø πάλι με την χρηματοδότηση 50% από τους πολίτες και 50% από εταίρους το έργο ολοκληρώθηκε στην ώρα του στις αρχές του 2003, ενώ στην τοποθεσία Grenå που ήταν σχέδιο ιδιώτη, το έργο ματαιώθηκε καθώς συνάντησε την σθεναρή αντίσταση της τοπικής κοινωνίας (Larsen & Sørensen 2003: σελ. 5). Άλλο ένα παράδειγμα κοινωνικής επιρροής ως προς την πραγματοποίηση των έργων είναι η εγκαταλελειμμένη μονάδα στο Kyndby καθώς το τοπικό συμβούλιο σταμάτησε το 2009 την προσπάθεια της DONG να ξαναξεκινήσει το έργο από την αρχή (Zea κ. συν. 2012).

Ακόμα και σε περιπτώσεις που το ποσοστό της συμμετοχής των πολιτών κυμαίνεται στο 20% όπως στο Hvide Sande (τουριστική περιοχή με 6000 καλοκαιρινές κατοικίες) και στο Hanstholm (από τα σημαντικότερα λιμάνια αλιείας της Βόρειας Θάλασσας) τα έργα έτυχαν σχεδόν καθολικής αποδοχής από τους κατοίκους και τέθηκαν σε λειτουργία το 2011 (Albizu 2012: σελ. 13-17).

Εκτός από τις τοπικές κοινωνίες, θετική άποψη για το Middelgrunden έχουν σχηματίσει και οι τουρίστες. Σε δημοσκόπηση που έγινε το 2006 από την ACN το 94% των τουριστών είχαν θετική άποψη για την αιολική ενέργεια, με το 3% μόνο να έχει αρνητική άποψη. Επίσης στην ερώτηση για την άποψη τους σχετικά με το Middelgrunden, το 71% είχαν θετικές εντυπώσεις, το 22% ουδέτερες και μόλις το 7% αρνητικές (Larsen J.H.M. 2006: σελ. 54-58).



Εικόνα

3.2.2: Αεροφωτογραφία του Middelgrunden Πηγή: renewable.technology.com
(πρόσβαση 20/2/2015)

Σε άρθρο του ο Sørensen (2003) επισημαίνει τις 3 βασικές μορφές της κοινωνικής συμμετοχής κατά την διαδικασία σχεδιασμού των έργων.

- *“Μέσω της συνεχούς ενημέρωσης και ανάπτυξης(information);*
- *Μέσω της συμμετοχής στην διαδικασία λήψης αποφάσεων(planning participation);*
- *Μέσω της οικονομικής συμμετοχής στο έργο(financial participation)”;*

Ο Sørensen διαπιστώνει ότι σε αρκετές περιπτώσεις δεν δινόταν η ευκαιρία στις τοπικές κοινωνίες για απευθείας επιρροή στα έργα. Παρ’όλα αυτά θεωρεί ότι η πιο ενεργή συμμετοχή τους και ο διάλογος θα μετρίαζε την εναντιότητα τους στα έργα, θα δυνάμωνε την θετική γνώμη του κόσμου και θα υπήρχε καλύτερη συνεργασία μεταξύ των δύο πλευρών(Sørensen κ. συν. 2003: σελ. 1-4).

Ο Loring σε μεταγενέστερη έρευνα παρουσιάζει κριτήρια για την ευνοϊκή συμμετοχή του κοινού, με χρήση δεικτών οι οποίοι βοηθούν στην αξιολόγηση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Κριτήρια όπως, η επιρροή των μέλων της κοινότητας στις αποφάσεις, η

χρηματοδότηση του έργου από αυτούς και η ενεργός συμμετοχή τους πριν και μετά την εκτέλεση του έργου μπορούν να επηρεάσουν το επίπεδο αποδοχής του έργου από την τοπική κοινωνία(Loring,2007).

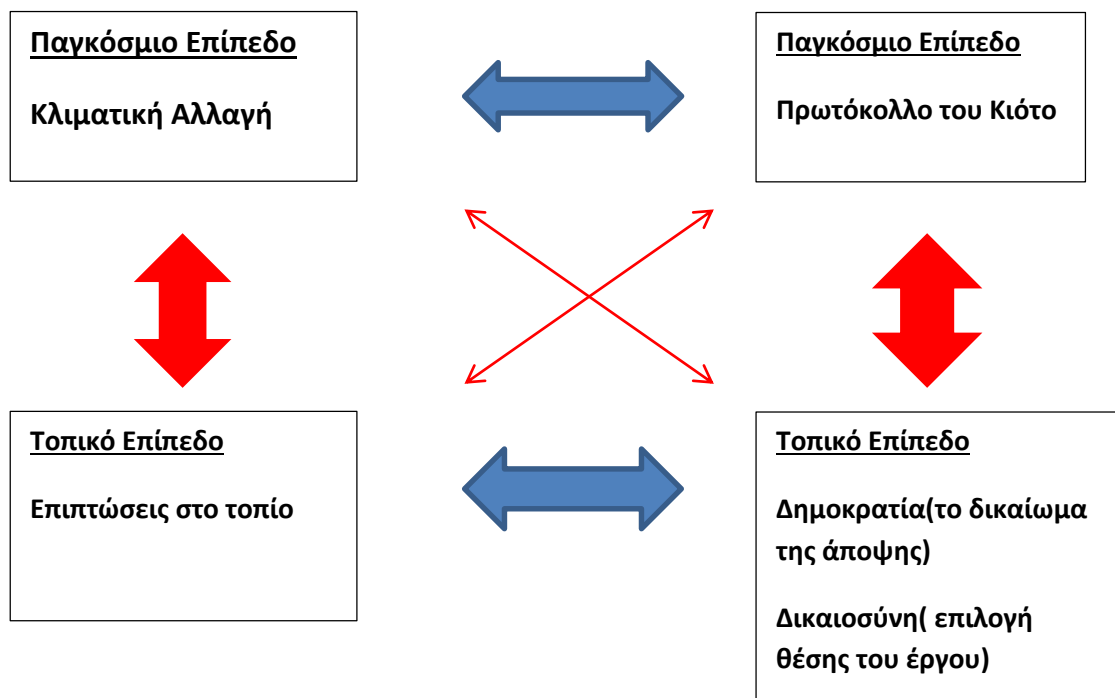
3.2.1 Η εφαρμογή των σχεδίων αιολικής ενέργειας: Οι διαμάχες

Η επιτυχία των εθνικών περιβαλλοντικών πολιτικών σχετικά με την ανανεώσιμη ενέργεια εξαρτάται τελικά από τον αριθμό των επιτυχημένων έργων στα οποία οι ανανεώσιμες πηγές εφαρμόζονται. Οι επιτυχημένες επενδύσεις και η χωροθέτηση των ανεμογεννητριών καθορίζει το ποσοστό επιτυχίας των εθνικών προσπαθειών για την συνεχιζόμενη αύξηση του ποσοστού συμμετοχής της αιολικής ενέργειας στο ενεργειακό δυναμικό της χώρας. Για αυτό τον λόγο και η «κοινωνική αποδοχή» και η «επιτυχία των επενδύσεων» επηρεάζονται και αλληλοσυμπληρώνονται.

Το κύριο πλεονέκτημα της αιολικής ενέργειας, το οποίο είναι η εφαρμογή της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, έρχεται σε σύγκρουση με τα δημοκρατικά δικαιώματα των πολιτών και κατά συνέπεια, με την κοινωνική βιωσιμότητα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η δημοκρατία είναι μια από τις βασικές αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, είναι προφανές ότι μια ενδεχόμενη αντίθεση της κοινής γνώμης για ένα αιολικό πάρκο απεικονίζει μια σύγκρουση στο σύνολο της έννοιας της αιεφορίας(Carter,2001: σελ. 16).

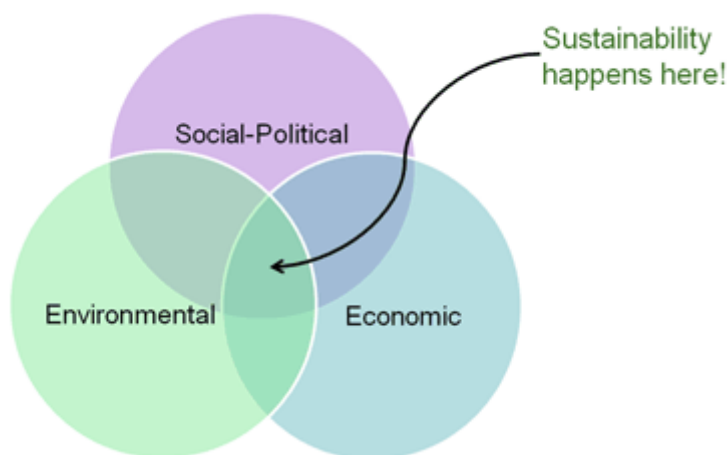
Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα

Κοινωνική Βιωσιμότητα



Σχήμα 3.2.2.1: Αλληλεπιδράσεις μεταξύ Περιβαλλοντικής και Κοινωνικής Βιωσιμότητας

Η κατάσταση η οποία περιγράφεται στο Σχήμα 3.2.1 με 4 αντικρουόμενες σχέσεις και 2 συνεργασίες καθρεφτίζει την σχέση μεταξύ των βασικών αξόνων της περιβαλλοντικής και κοινωνικής βιωσιμότητας. Επομένως είναι σημαντικό στην έρευνα για την δημόσια αντίληψη ως προς την αιολική ενέργεια, να εξετάζονται οι αιτιώδεις σχέσεις από τους ερευνητές. Θεωρούνται ως πτυχές, οι οποίες εάν αντιμετωπιστούν καταλλήλως, θα μεγιστοποιήσει το επίπεδο συνεργασίας μεταξύ τοπικών φορέων και αναδόχων και θα εξαλείψει τις διαφορές στην εφαρμογή του έργου.



Σχήμα 3.2.2.2: Σημείο Εφαρμογής Βιωσιμότητας στην Κοινωνία Πηγή: <http://www.riskmanagementmonitor.com/sustainability-managing-a-major-business-risk/> (πρόσβαση: 25/2/2015)

Παρά το γεγονός ότι η δημόσια στήριξη και η κοινωνική αποδοχή για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι γενικά ισχυρή, η στάση αυτή δεν μεταφράζεται πάντα σε υποστήριξη για συγκεκριμένα τοπικά σχέδια. Υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ της αποδοχής του έργου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ως μια στρατηγική για τη μείωση της κλιματικής αλλαγής και της αύξησης της ενεργειακής ασφάλειας, και της αποδοχής της χωροθέτησης των ανεμογεννητριών. Αυτή η επιρροή ονομάζεται από τους επιστήμονες ως NIMBY EFFECT (Not In My Back Yard Effect or Next It Might Be You effect) δηλαδή «όχι στην αυλή μου» ή «ο επόμενος μπορεί να είσαι εσύ» (Wolsink 2007: σελ. 1188-1207). Η ετυμολογία που μπορεί να δοθεί είναι ότι ενώ οι άνθρωποι στηρίζουν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε ένα αφηρημένο επίπεδο, αντιτίθενται σε συγκεκριμένα τοπικά έργα, λόγω των επιπτώσεων, όπως η οπτική παρεμβολή και ο θόρυβος. Το ίδιο σύνδρομο εμφανίζεται σε κάθε περίπτωση καινούριου έργου, όπως αεροδρόμια,

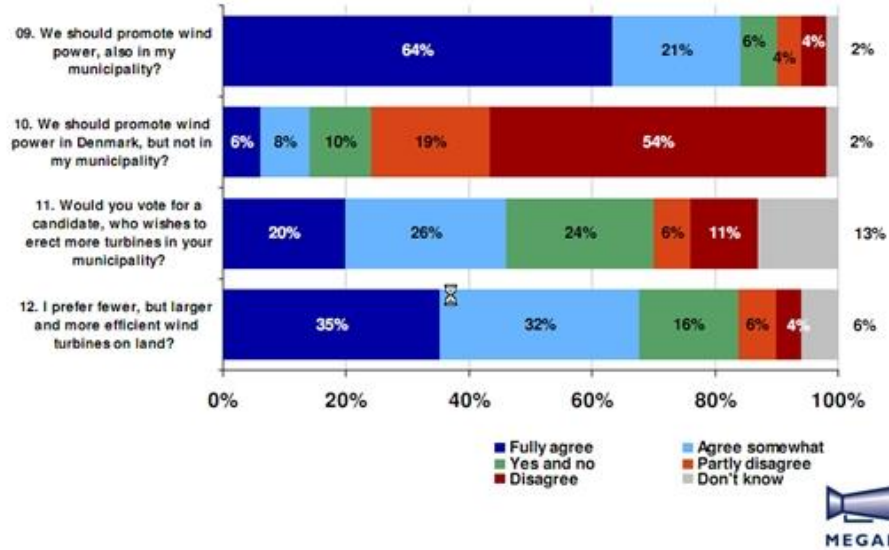
αυτοκινητόδρομοι, εργοστάσια κλπ και λειτουργεί σαν «αντανακλαστικό» από τους ανθρώπους, ιδίως σε ανθρώπους με χαρακτηριστικό γνώρισμα την μη αποδοχή αλλαγών στην ζωή τους(Gipe,1995).

Το NIMBY Effect παρουσιάζεται κυρίως σε περιοχές όπου οι κάτοικοι δεν γνωρίζουν τίποτα ή έχουν ελάχιστη γνώση ως προς την αιολική ενέργεια. Έτσι βγαίνει το συμπέρασμα ότι όσο μεγαλύτερη γνώση έχουν οι κάτοικοι ως προς την αιολική ενέργεια, τόσο μεγαλώνουν τα ποσοστά της κοινωνικής αποδοχής(Burningham K., 1996: σελ. 55-67).

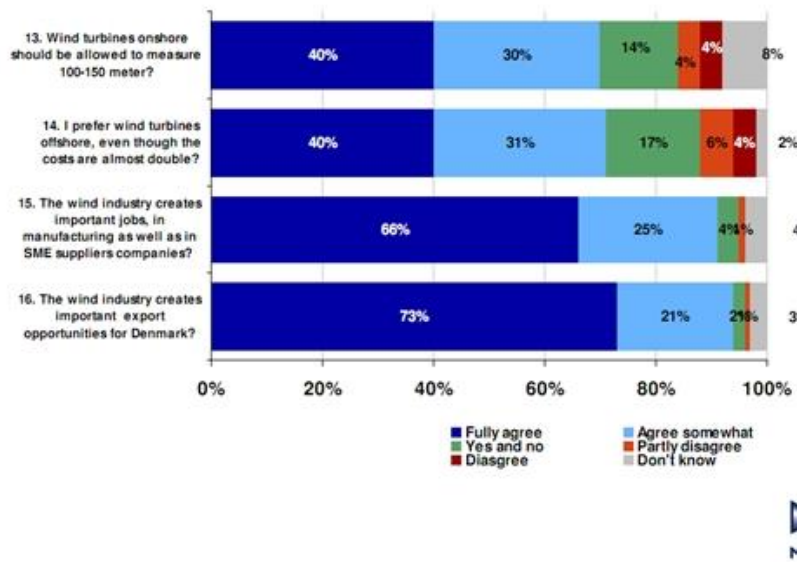
Τα επιχειρήματα των τοπικών κοινοτήτων κατά της ανάπτυξης των αιολικών πάρκων είναι πολλαπλά και διαφορετικά. Στην περίπτωση της χερσαίας αιολικής ενέργειας, το σύνηθες επιχείρημα είναι η αισθητική οπτική όχληση που προκλύεται από τις ανεμογεννήτριες στο τοπίο και ο θόρυβος. Άλλες περιπτώσεις επικριτικής στάσης μπορεί να προκληθούν από την καχυποψία ως προς τα κίνητρα του επενδυτή, κυρίως όταν δεν προέρχεται από την τοπική κοινωνία ή προέρχεται από μεγάλη κατασκευαστική εταιρεία (M. Wolsink 2000,Wolsink 2007).

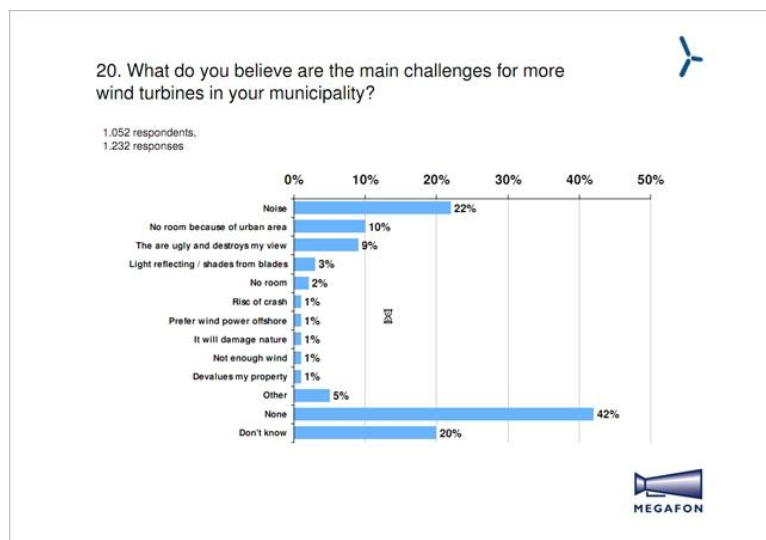
Μετά από διεξαγωγή έρευνας των ποσοστών σε δημοσκοπήσεις που έγιναν στην Δανία σε 3 δημοσκοπήσεις το 1993, το 2006 και το 2009 είναι φανερό ότι η κοινωνική αποδοχή χρονιά με την χρονιά είναι όλο και μεγαλύτερη. Το 1993 ενώ το 85% των Δανών ήταν υπέρ της περαιτέρω ανάπτυξης έργων εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας, στην ερώτηση για την τοποθέτηση ανεμογεννητριών στην περιοχή τους το ποσοστό έπεσε στο 61%(Wizelius T. 2007). Τα αντίστοιχα ποσοστά για το 2006 στην δημοσκόπηση του ACN ήταν εμφανώς βελτιωμένα με 91% και 71% (Larsen J.H.M.,2006: σελ. 45-52) ενώ για το 2009 στην δημοσκόπηση της Megafon ήταν 91% και 85%(Megafon 2009).

Q. 09. – 12.: Statements about wind power in Denmark



Q. 13. – 16.: Statements on wind power in Denmark





Σχήμα 3.2.2.3: Τα

σημαντικότερα αποσπάσματα από την δημοσκόπηση της Megafon Πηγή:

http://www.windpower.org/download/1069/Megafon_survey_aug2009_results.pdf
(πρόσβαση 20/1/2015)

3.2.2 Η ξεχωριστή πόλη Sydthy

Η πόλη Sydthy βρίσκεται στην χερσόνησο Jutland στην δυτική Δανία με πληθυσμό περίπου 12000 κατοίκων(Βικιπέδια,sydthy municipality). Το ξεχωριστό με αυτή την πόλη είναι ότι ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του '90 πάνω από το 98% της κατανάλωσης ενέργειας της περιοχής προερχόταν από την παραγωγή των 145 ανεμογεννητριών που βρίσκονται στον Δήμο. Με τελευταία διαθέσιμη μέτρηση παραγωγής το 2002, στην ευρύτερη περιοχή παράγονται 100GWh με τις ενεργειακές ανάγκες να υπολογίζονται στα75GWh, με τα υπόλοιπα 25GWh να διοχετεύονται στο δίκτυο της χώρας(Kruse J. και Maegaard P. 2002).

Σε δημοσκόπηση που έγινε στα μέσα της δεκαετίας του '90 στην ευρύτερη περιοχή, οι μελετητές συμπέραναν ότι οι άνθρωποι με υψηλό βαθμό γνώσης ως προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν την τάση να είναι πιο θετική για την χρησιμοποίηση της αιολικής ενέργειας σε σχέση με αυτούς που είχαν μικρότερο επίπεδο γνώσης. Ένα εύρημα της έρευνας που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι οι κάτοικοι που ζούσαν μέσα στην πόλη έδειξαν να είναι πιο αρνητικοί από αυτούς που ζούσαν στην ύπαιθρο. Η υπόθεση στην απάντηση που δόθηκε από τους ερευνητές εξηγείται στην πιο «ρομαντική» άποψη που έχουν οι κάτοικοι της πόλης για την ύπαιθρο σε αντίθεση με τους κατοίκους της που είναι πιο δεκτικοί στις αλλαγές λόγω της καθημερινότητάς τους σε αυτή(Damborg&Krohn 2000).

Παρότι στην περιοχή οι ανεμογεννήτριες είναι κυρίως παλαιού τύπου από την δεκαετία του '80 και του '90, συνεπώς προκαλούν περισσότερο θόρυβο από ότι οι ανεμογεννήτριες καινούριου τύπου, οι κάτοικοι που μένουν κοντά σε αυτές(σε απόσταση 500 μέτρων και μικρότερη) όχι μόνο δεν ενοχλούνται από την παρουσία τους, αλλά δείχνουν να είναι πιο θετικοί ως προς τις ανεμογεννήτριες από αυτούς που μένουν πιο μακριά. Ακόμα και αυτοί που βρίσκονται σε οπτική επαφή με περισσότερες από 20 ανεμογεννήτριες, επίσης έχουν πιο θετική άποψη από αυτούς που δεν έχουν το ίδιο οπτικό πεδίο. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι στο Sydthy οι κάτοικοι είχαν μερίδιο στις ανεμογεννήτριες κατά 58% ακόμα μεγαλύτερο δηλαδή από το Samsø και το Middelgrundten, καθιστώντας σαφές για άλλη μια φορά ότι οι κάτοικοι που έχουν μερίδιο στην παραγωγή αιολικής ενέργειας, είναι πιο δεκτικοί στα καινούρια έργα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και έχουν θετική άποψη για την αιολική ενέργεια(Damborg&Krohn 2000).

3.2.3: Οι μεταβλητές που επηρεάζουν την κοινωνική αποδοχή

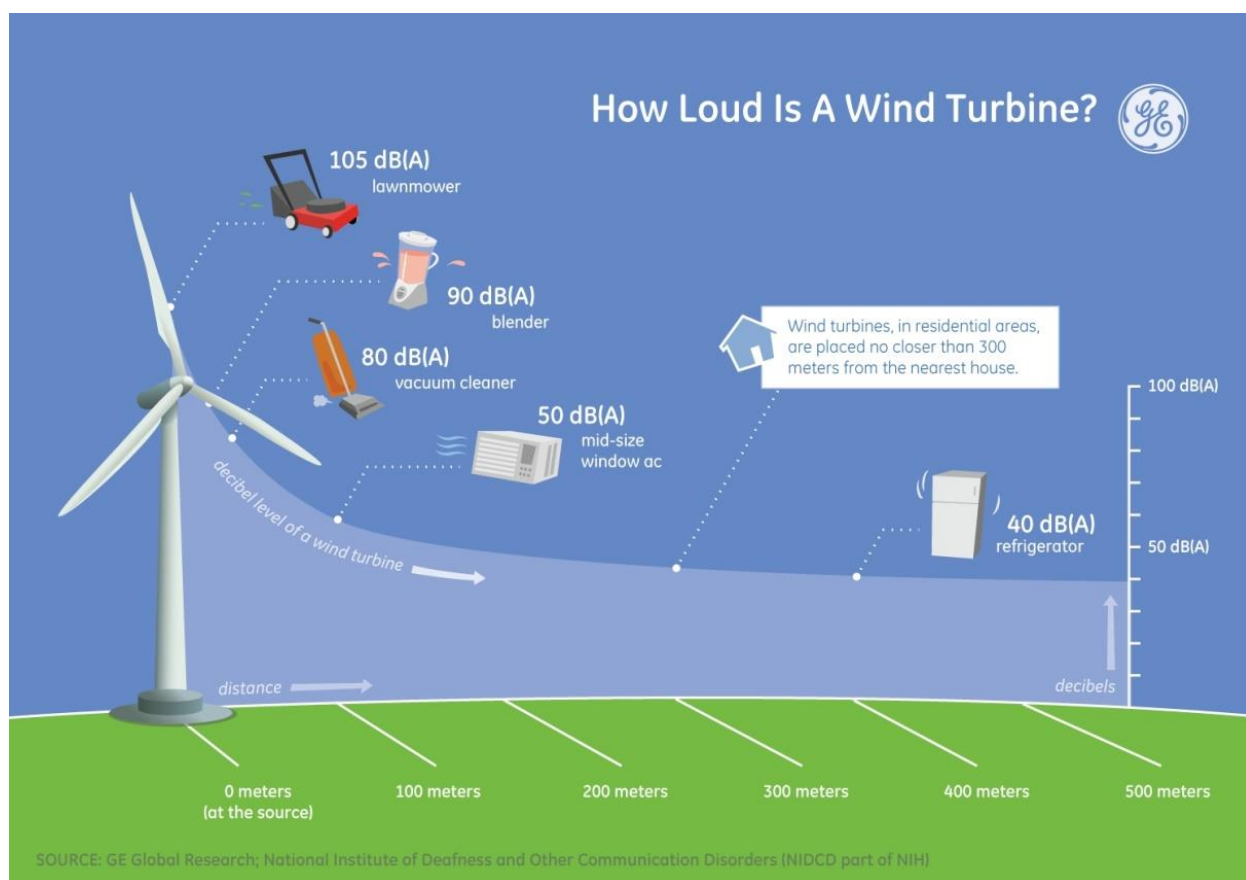
Οι παράγοντες οι οποίοι χρησιμοποιούνται συνήθως από τους πολέμιους των αιολικών πάρκων(υπεράκτια και στη ξηρά) συνοψίζονται στο παρακάτω σχήμα. Ο καλύτερος τρόπος για να εξεταστούν οι παράμετροι αυτοί είναι ο καθορισμός δεικτών και κλιμάκων με σκοπό τον προσδιορισμό εάν και εφόσω καθορίζουν την συμπεριφορά του κόσμου και με ποια σειρά προτεραιότητας το κάνουν.

- Οπτική όχληση
- Επίδραση στο χαρακτήρα και τη λειτουργία της περιοχής εγκατάστασης
- Μέγεθος και χρώμα τουρμπινών
- Απόσταση από τις τουρμπίνες
- Θόρυβος
- Δημιουργία Υπόηχων
- Συνέπειες σε χλωρίδα και πανίδα
- Ηλεκτρομαγνητικά πεδία

Σχήμα 3.2.4.1: Οι πιο συχνές εναντιώσεις ως προς την χωροθέτηση ανεμογεννητριών

Οι ενάντιοι των αιολικών πάρκων χρησιμοποιούν πολλές φορές τις συγκεκριμένες εικασίες ως ορθολογικές με σκοπό να γίνει σεβαστό το αίτημα τους. Όπως περιγράφει ο Blaunvelt (διευθυντής έρευνας του ABS Energy Research) «ένα από τα μεγάλα προβλήματα με την αιολική ενέργεια είναι ότι η προκατάληψη των ανθρώπων είναι πολύ επιθετική και συναισθηματική» (Landler, 2008). Πολλά όμως από τα κριτήρια αυτά, όπως η οπτική όχληση είναι υποκειμενικά και αφορούν κυρίως αντιλήψεις και προτιμήσεις. Τα περισσότερα παράπονα όμως έχουν εξηγηθεί με επιστημονικές αξιολογήσεις οι οποίες καταρρίπτουν τις αμφιβολίες των αντιτασσόμενων πολιτών (Hornung R., 2008).

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αντιγνωμίας είναι η περίπτωση του θορύβου. Οι καινούριες ανεμογεννήτριες έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται ο θόρυβος που δημιουργείται είτε από τα πτερύγια είτε από την γεννήτρια. Εκ παραλλήλου, στην Δανία χρειάζεται ειδική άδεια πιστοποίησης(νο.1518 14 Δεκεμβρίου 2006) από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και έλεγχος στα επίπεδα θορύβου μετρημένα σε dB προκειμένου να μπορεί να τεθεί σε λειτουργία το έργο (Nielsen L.K.,2009: σελ. 14). Εκτιμάται ότι με την υπάρχουσα τεχνολογία στην Δανία ο θόρυβος στα αιολικά πάρκα δεν υπερβαίνει τα 35-45dB σε απόσταση 350 μέτρων. Ενδεικτικά, η απλή συνομιλία παράγει ήχο 50dB, ένα αμάξι που κινείται σε απόσταση 100 μέτρων από εμάς με ταχύτητα 60 χιλιομέτρων την ώρα παράγει ήχο 55 dB και ο θόρυβος ενός πολυάσχολου γραφείου εκτιμάται στα 60dB(Hornung R. 2008).



Σχήμα 3.2.4.2: Ο θόρυβος λειτουργίας της ανεμογεννήτριας σε dB και απόσταση
 Πηγή: <http://www.treehugger.com/renewable-energy/how-loud-is-a-wind-turbine-infographic.html> (πρόσβαση 25/2/15)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

HORNS REV-NYSTED

Μία από τις πρώτες μελέτες για το “Energy 21” ήταν η διεξαγωγή έρευνας για τις δυνατότητες κατασκευής υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Το 1999 το Υπουργείο Ενέργειας της Δανίας έδωσε το πράσινο φως για την έναρξη προμελέτης σε 2 θαλάσσιες περιοχές της Δανίας, στην δυτική Βόρεια Θάλασσα και 10 χιλιόμετρα νότια του νησιού Lolland. Το 2000, οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για τις δύο τοποθεσίες υποβλήθηκαν στις αρχές και το 2001 δόθηκε η έγκριση για την εκκίνηση των εργασιών. Τα δύο αιολικά πάρκα ονομάστηκαν Horns Rev και Nysted αντίστοιχα και αποτέλεσαν μαζί με το Middelgrunden τα πρώτα υπεράκτια αιολικά πάρκα μεγάλης κλίμακας που κατασκευάστηκαν στην Δανία.

4.1 HORNS REV

Το αιολικό πάρκο Horns Rev (στα Αγγλικά Horns Reef) άρχισε να λειτουργεί το 2002. Κατασκευάστηκε από την εταιρεία ELSAM, η εταιρεία Vattenfall είναι υπεύθυνη για την διαχείριση του και συνιδιοκτήτρια εταιρεία με την Dong(60% Vattenfall,40% Dong). Βρίσκεται 14 χιλιόμετρα δυτικά της περιοχής Blåvandts Huk στο δυτικότερο σημείο της Δανίας. Το πάρκο αποτελείται από 80 ανεμογεννήτριες χωρητικότητας 2MW(Vestas V80) η καθεμία, μέγιστου ύψους 110 μέτρων, σε τετράγωνη διάταξη και με απόσταση 560μέτρων μεταξύ τους και μπορούν να καλύψουν τις ετήσιες ανάγκες περίπου 12000 κατοικιών(600GWh). Οι ανεμογεννήτριες συνδέονται με την στεριά με καλώδια 36kV, καλύπτουν μια έκταση 21 τετραγωνικών χιλιομέτρων και το βάθος της θαλάσσιας περιοχής του πάρκου κυμαίνεται μεταξύ 6-11 μέτρων (www.4coffshore.com, [χ.χ](#)). Τον θυελλώδη Ιανουάριο του 2005 η ισχύς των 1076GWh κάλυψε το 32% της εθνικής ζήτησης και το 41% της ευρύτερης περιοχής (Zucco κ. συν. 2006). Επίσης μια αύξηση του ανέμου από τα 9μέτρα/δευτερόλεπτο στα 11,5μέτρα/δευτερόλεπτο μπορεί να διπλασιάσει την παραγωγικότητα του πάρκου από 80 στα 160MW μέσα σε λίγα λεπτά(Elsam Engineering, 2005).

Στην αρχική προ-μελέτη υπήρχαν 5 εναλλακτικές περιοχές για την δημιουργία του αιολικού παρκού. Τα κριτήρια που εξετάστηκαν για την επιλογή της καλύτερης τοποθεσίας ήταν οι φυσικές και βιολογικές συνθήκες που επικρατούσαν στην περιοχή και οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Για να γίνει η τελική επιλογή γίνανε πολυάριθμες έρευνες και αναφορές μέχρις ότου αποφασιστεί η περιοχή δυτικά του Blåvandts Huk ως η καταλληλότερη επιλογή.



Εικόνα 4.1.1: Η διάταξη του Horns Rev Πηγή:www.astrosurf.com (πρόσβαση 15/1/2015)

4.1.1 Κριτήρια επιλογής τοποθεσίας του αιολικού πάρκου

Η επιλογή του Blåvandets Huk έγινε καθ' ότι οι συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή είναι οι πιο ευνοϊκές σε σχέση με τις υπόλοιπες υποψήφιες περιοχές. Από κατασκευαστικής πλευράς, τα νερά της θάλασσας είναι ρηχά και δεν ξεπερνάνε σε βάθος τα 11 μέτρα, όπως επίσης ο βυθός αποτελείται από άμμο και χαλίκια, γεγονός που διευκόλυνε στην τοποθέτηση και σταθεροποίηση των πυλώνων των ανεμογεννητριών. Εκτός αυτού, στην περιοχή τα ισχυρά θαλάσσια ρεύματα από την Βόρεια Θάλασσα και η εκβολή των μεγάλων ποταμών από την Γερμανία έχουν ως αποτέλεσμα η περιεκτικότητα του αλατιού να κυμαίνεται μεταξύ 30% και 34%. Τα θαλάσσια ρεύματα, σε συνδυασμό με τους ανέμους με μέσο όρο έντασης 10 μέτρα το δευτερόλεπτο βοηθούν στη σωστή οξυγονοποίηση των νερού, αλλά επίσης μειώνει και την ύπαρξη χλωρίδας. Όλα τα υπεράκτια αιολικά πάρκα βασίζονται στην έλλειψη χλωρίδας γιατί έτσι δεν προκύπτει σημαντική αλλοίωση του θαλάσσιου περιβάλλοντος της περιοχής. Ο συνδυασμός των ρηχών νερών, των μεγάλων και μικρών κοιλοτήτων στον βυθό της θάλασσας, οι ισχυροί ανέμοι, η παλίρροια και τα θαλάσσια ρεύματα δημιουργούν μία πολύ δυναμική περιοχή από άποψη μορφολογίας εδάφους και καταλληλότητας δημιουργίας υπεράκτιου αιολικού πάρκου (EIA Report 2000: σελ. 10-15).

Σε ό,τι έχει να κάνει με την πανίδα η κατάσταση είναι διαφορετική. Ο πληθυσμός και τα είδη των ψαριών και θηλαστικών που περνάνε από την περιοχή ποικίλλουν από χρονιά σε χρονιά και χρειάστηκαν χρόνια για να παρατηρήσουν οι ερευνητές αν υπάρχουν αλλαγές ή όχι στο οικοσύστημα, κάτι που θα αναλυθεί στα επόμενα κεφάλαια (Hoffman κ. συν. 2000: σελ. 8-11). Η ίδια ακριβώς ενέργεια χρειάστηκε να γίνει και για τα πουλιά. Το Blåvandets Huk είναι διάσημο παρατηρήτηριο πουλιών στην Δανία και ενώ στις αρχικές έρευνες πριν την έναρξη της κατασκευής του Horns Rev υπήρξε ανησυχία, παρατηρήθηκε ότι τα πουλιά ακολουθούν πορεία κοντά στην στεριά επομένως τα 14 χιλιόμετρα απόσταση του πάρκου

από την στεριά ήταν επιθυμητή απόσταση για την κατασκευή του (Christensen κ. συν. 2002: σελ. 10-20).

Τέλος, σε ό,τι έχει να κάνει με τις ανθρώπινες δραστηριότητες, η μόνη σημαντική αλλαγή που θα υφίστατο η περιοχή είναι στο θέμα αλιείας καθώς δεν θα επιτρεπόταν η διέλευση στους ψαράδες και ιδιαίτερα στις τράτες γύρω από την περιοχή του αιολικού πάρκου και κοντά στα καλώδια που θα έστελναν την παραγόμενη ενέργεια στην ακτή (EIA Report 2000: σελ. 14).

4.1.2 Περιβαλλοντικός έλεγχος κατά την κατασκευή του Horns Rev

Μετά την εκτενής έκθεση (EIA Report 2000) για τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνέπειες που μπορεί να είχε η κατασκευή του Horns Rev, ο περιβαλλοντικός έλεγχος δεν σταμάτησε εκεί. Χρησιμοποιήθηκαν συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης κατά την κατασκευή του αιολικού πάρκου προκειμένου να διασφαλιστεί και να μην αλλοιωθεί το οικοσύστημα της περιοχής και όλοι οι εργάτες του έργου είχαν λάβει σαφείς οδηγίες και μέτρα ασφαλείας για την αποφυγή ατυχημάτων. Τα σημαντικότερα σημεία στα οποία δόθηκαν ιδιαίτερη προσοχή κατά την κατασκευή του έργου ήταν η αποφυγή ατυχήματος με εισροή πετρελαίου στην θάλασσα, η συλλογή των αποβλήτων, η τήρηση μέτρων ασφαλείας στην τοποθέτηση των πυλώνων στον πυθμένα της θάλασσας και η προστασία του θαλάσσιων ψαριών και θηλαστικών (Larsen κ. συν. 2006: σελ. 16-18).

Εκεί που δόθηκε έμφαση ήταν στην προστασία των θηλαστικών της περιοχής. Για την αποφυγή οποιοδήποτε ατυχήματος, χρησιμοποιήθηκαν ράμπες ασφαλείας γύρω από την περιοχή τοποθέτησης των πυλώνων και συσκευές απώθησης των θηλαστικών προκειμένου να μην προσεγγίζουν τα σημεία εργασιών (Larsen κ. συν. 2006: σελ. 16-18).

Η κατασκευή των ανεμογεννητριών ξεκίνησε τον Μάρτιο του 2002 και οι τουρμπίνες τέθηκαν σε λειτουργία τον Δεκέμβριο του 2002. Η κατασκευή τους πέρασε από 4 στάδια. Αρχικά, κατασκευάστηκαν τα δύο πρώτα υποθαλάσσια μέρη της βάσης και στην συνέχεια το κομμάτι που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Με την ολοκλήρωση του αρχίζει η εγκατάσταση του πυλώνα, του κεντρικού θαλάμου και των 2 πτερυγίων και τελευταίο τοποθετείται το τρίτο πτερύγιο. Αναλόγως των καιρικών συνθηκών για την τοποθέτηση μιας καινούριας ανεμογεννήτριας απαιτούνται 1 έως 7 ημέρες (Kjær J.I. κ. Συν. 2006: σελ. 33-43).



Εικόνα 4.1.2: Ανεμογεννήτρια πριν την τοποθέτηση της στο Horns Rev Πηγή: Kjær J.I. κ. Συν. 2006

4.1.3 Το φαινόμενο της ομίχλης στο Horns Rev

Στις 12 Φεβρουαρίου του 2008 παρατηρήθηκε το φαινόμενο της τοπικής ομίχλης πάνω από τις ανεμογεννήτριες του Horns Rev. Τα σύννεφα που σχηματίστηκαν στην υπήνεμη πλευρά των τουρμπινών σχετίζονταν με την κίνηση που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες καθώς εξαπλώνονται στην ακριβώς ανάποδη πλευρά από αυτή που θα έπρεπε να ήταν. Οι ανάμικτες μορφές ομίχλης γίνονται όταν δύο μάζες κορεσμένου αέρα με διαφορετική θερμοκρασία αναμιγνύονται. Εκείνη την ημέρα ο κρύος αέρας που ήρθε από την ηπειρωτική χώρα πάνω από την θερμότερη Βόρεια Θάλασσα σχημάτισε στρώμα αέρα κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας. Όταν το στρώμα αέρα έφτασε κοντά στις ανεμογεννήτριες, με την κινητική ενέργεια τους ενέργεια σχηματίστηκαν οι ουρές σύννεφων που προσέδωσαν αυτό το καταπληκτικό φαινόμενο (Hasager C.B. κ. συν. 2013: σελ. 696-716).

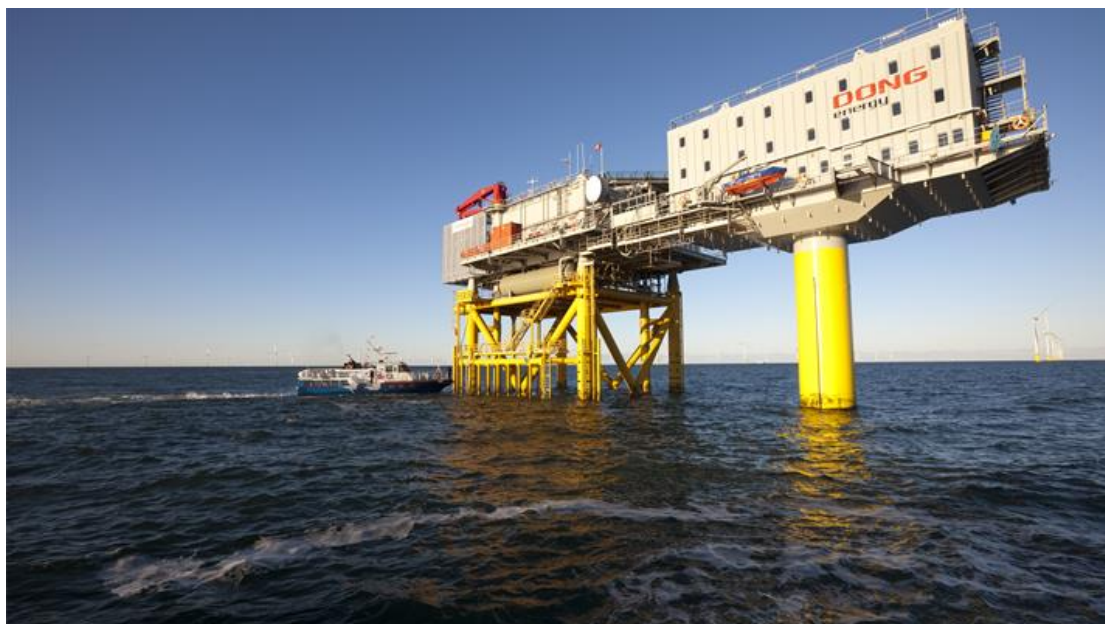


Εικόνα 4.1.3: Φωτογραφία από ελικόπτερο στις 12 Φεβρουαρίου 2008 (© Vattenfall, Horns Rev 1 owned by Vattenfall. Photographer Christian Steiness)

4.1.4 HORNS REV 2 & 3

7 χρόνια μετά την κατασκευή του Horns Rev 1, και συγκεκριμένα τον Σεπτέμβριο του 2009, ξεκίνησε την λειτουργία του και το Horns Rev 2. Λίγο μεγαλύτερο από το πρώτο, με 91 ανεμογεννήτριες (τύπου SWP 2.3-93) συνολικής χωρητικότητας 209MW, χτίστηκε 14 χιλιόμετρα βορειοδυτικά από το Horns Rev 1 και 30 χιλιόμετρα από την ακτή και είναι το πιο απομακρυσμένο αιολικό πάρκο στον κόσμο. Γι' αυτό τον λόγο χτίστηκε πλατφόρμα στην θάλασσα χωρητικότητας 24 ατόμων για την διευκόλυνση των εργατών και την μείωση του χρόνου μεταφοράς τους προς τις ανεμογεννήτριες (www.hornsrev2.com χ.χ.).

Το Horns Rev 2 χτίστηκε με τις ίδιες ακριβώς προδιαγραφές όπως το «αδερφάκι» του. Δηλαδή με συνεχείς περιβαλλοντικές μελέτες πριν την έναρξη των εργασιών για τον εντοπισμό του καλύτερου δυνατού σημείου κατασκευής του, μελέτες κατά την διάρκεια των έργων, τήρηση των κανόνων ασφαλείας και σεβασμό στο περιβάλλον και έρευνες μετά την ολοκλήρωση του έργου για την διατήρηση του οικοσυστήματος.



Εικόνα 4.1.4: Η πλατφόρμα που φιλοξενεί τους εργαζόμενους κοντά στο αιολικό πάρκο
Πηγή: www.hornsrev2.com (πρόσβαση 17/1/2015)



Εικόνα 4.1.5: Η πρώτη ανεμογεννήτρια τοποθετείται, 19 Μαρτίου 2009 Πηγή: www.hornsrev2.com (πρόσβαση 17/1/2015)

Επίσης, έχει ανακοινωθεί η ανέγερση και Horns Rev 3, μεγαλύτερο από το Horns Rev 1 και Horns Rev 2 μαζί (υπολογίζεται να είναι κάπου στα 400MW χωρητικότητα) ακόμα πιο βόρεια σε σχέση με τα άλλα δυο και σε απόσταση 20-30χιλιομέτρων από την στεριά. Δεν έχουν ανακοινωθεί ακόμα οι κατασκευαστές του, ούτε τι χωρητικότητας θα είναι οι τουρμπίνες που θα τοποθετηθούν. Σύμφωνα με το πρόγραμμα που έχει εξαγγελθεί αναμένεται να ανακοινωθεί η ανάδοχος εταιρεία στα μέσα του 2015, στα μέσα του 2016 να αρχίσουν οι εργασίες κατασκευής και υπολογίζεται να είναι σε πλήρη λειτουργία μέχρι τον Ιανουάριο του 2020(energinet.dk 2013, www.ens.dk).



Σχήμα 4.1.7: Η

θαλάσσια περιοχή που θα κατασκευαστεί το Horns Rev 3 Πηγή:

<http://www.offshorewind.biz/2014/01/31/vattenfall-calls-for-eoi-for-horns-rev-3-works-denmark/> (πρόσβαση 25/2/15)

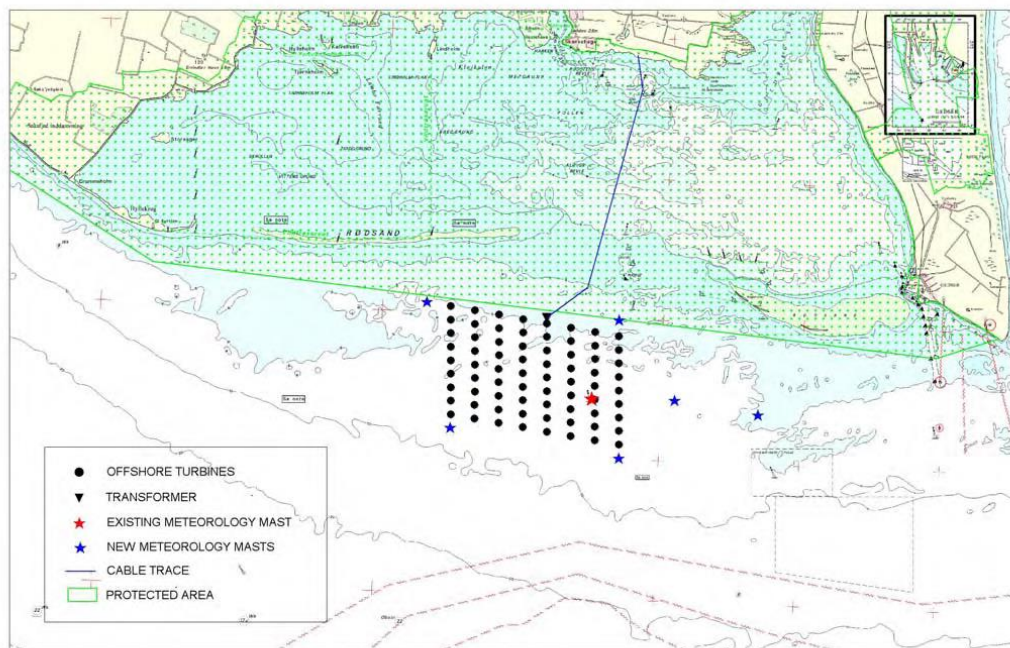
4.2 NYSTED

Το υπεράκτιο αιολικό πάρκο Nysted(ή στα Δανέζικα Rødsand) βρίσκεται 10 χιλιόμετρα νότια του Nysted και 15 χιλιόμετρα δυτικά της πόλης Gedser γνωστής για την ανεμογεννήτρια που κατασκευάστηκε εκεί την δεκαετία του '70 η οποία λειτουργεί μέχρι και σήμερα. Καλύπτει μια έκταση 24 τετραγωνικών χιλιομέτρων και το βάθος του νέρου όπου έχει χτιστεί είναι μεταξύ 6 και 9,5 μέτρων(www.nystedwindfarm.com χ.χ.).

Το Nysted αποτελείται από 72 ανεμογεννήτριες χωρητικότητας 2.3MW ανεβάζοντας την συνολική χωρητικότητα του πάρκου στα 165.5MW ικανή να καλύψει τις ετήσιες ανάγκες 145000 νοικοκυριών. Έχει ορθογώνια διάταξη αποτελούμενο από 8 σειρές με 9 ανεμογεννήτριες η καθεμία. Οι αποστάσεις μεταξύ των σειρών είναι 850 μέτρα και μεταξύ των τουρμπινών 480(www.nystedwindfarm.com χ.χ.).

Τα κύρια θαλάσσια ρεύματα στο Rødsand είναι κυρίως στο σημείο συνάντησης των νερών του Kattegat και της Βαλτικής Θάλασσας, ενώ δεν υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις παλίρροιας(Τougaard κ συν. 2006β: σελ. 11-12). Σε γενικές γραμμές, το νερό στην περιοχή είναι καλά αναμεμιγμένο και δεν επηρεάζεται από την μείωση του οξυγόνου και η περιεκτικότητα του οξυγόνου υπολογίζεται μεταξύ 9%-13% (Kjær J.I. κ. συν. 2006).

Η ιδιαιτερότητα του Nysted σε σχέση με το Horns Rev είναι η χρησιμοποίηση υποσταθμού μεταφοράς ενέργειας. Η λειτουργία του είναι να μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια από το επίπεδο των 33kV στα 132kV για την αποφυγή απώλειας του ηλεκτρικού δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι 48χιλιόμετρα καλωδίων συνδέονται από τις ανεμογεννήτριες στον υποσταθμό και από εκεί διαμέσου υποθαλάσσιου καλωδίου, μήκους 10 χιλιομέτρων,στην στεριά(www.nystedwindfarm.com χ.χ.).



Σχήμα 4.2.1: Ο σχηματισμός του Nysted Πηγή: Nysted Off-Shore Windfarm, Jan Havsager) (πρόσβαση 21/1/2015)



Εικόνα 4.2.2: Τοποθέτηση του υποσταθμού στην θάλασσα Πηγή: (Nysted Off-Shore Windfarm, Jan Havsager) (πρόσβαση 21/1/2015)

Ένα από τα πιο δύσκολα εγχειρήματα για την εποχή εκείνη στο συγκεκριμένο έργο ήταν η τοποθέτηση του καλωδίου που θα συνέδεε τον υποσταθμό με την στεριά. Το καλώδιο ήταν μονοκόμματο, μήκους 11 χιλιομέτρων και βάρους 800 τόννων. Για να συνδεθεί με τον υποσταθμό χρειάστηκαν 3 μέρες, απόλυτα ευνοϊκές καιρικές συνθήκες για την ευθυγράμμισή του και τοποθετήθηκε στον πυθμένα με ταχύτητα 7 μέτρων το λεπτό(www.nystedwindfarm.com, χ.χ).



Εικόνα 4.2.3: Αεροφωτογραφία του Nysted. Πηγή: Niels-Erik Clausen 2008, Environmental Impact of Offshore Wind Farms The Danish Experience (πρόσβαση 19/1/2015)

4.2.1 Το περιβαλλοντικό πρόγραμμα παρακολούθησης στο Nysted

Το Nysted ήταν μια τελείως διαφορετική περίπτωση σε σχέση με το Horns Rev σε σχέση με την περιβαλλοντική μελέτη πριν την κατασκευή του έργου και τους κανόνες ασφαλείας κατά την διάρκεια του έργου. Αρχικά, το Nysted αποφασίστηκε να κατασκευαστεί σε μια περιοχή στην οποία στα 2 χιλιόμετρα υπάρχει το εθνικό πάρκο του Rødsand και στα 4 χιλιόμετρα υπάρχει καταφύγιο για φώκιες. Για αυτό το λόγο η πλοήγηση στο σημείο των έργων γινόταν μέσω συγκεκριμένων θαλάσσιων μονοπατιών, με την έγκριση των αρχών και κάθε δρομολόγιο από και προς το αιολικό πάρκο καταγραφόταν. Επιπρόσθετα, σε κάποιες από τις φώκιες του καταφυγίου τοποθετήθηκαν δορυφορικοί πομποί προκειμένου να δουν τις κινήσεις τους κατά την διάρκεια του έργου και με την χρήση προστατευτικών δικτύων και συσκευών απώθησης μέσω υπερήχων αποφεύχθηκε η παρουσία τους την ώρα των εργασιών (Nielsen κ. συν. 2006: σελ. 17).

Δεν ήταν όμως μόνο αυτή η διαφορά μεταξύ των δύο έργων. Ενώ στο Horns Rev με τις αρχαιολογικές μελέτες δεν βρέθηκαν αρχαιολογικά ευρήματα, στο Nysted δεν συνέβη το ίδιο. Στο «μονοπάτι» από όπου θα περνούσε το καλώδιο που θα συνέδεε την στεριά με τον υποσταθμό βρέθηκε ένα μαχαίρι σε άριστη κατάσταση, για τις συνθήκες που επικρατούσαν

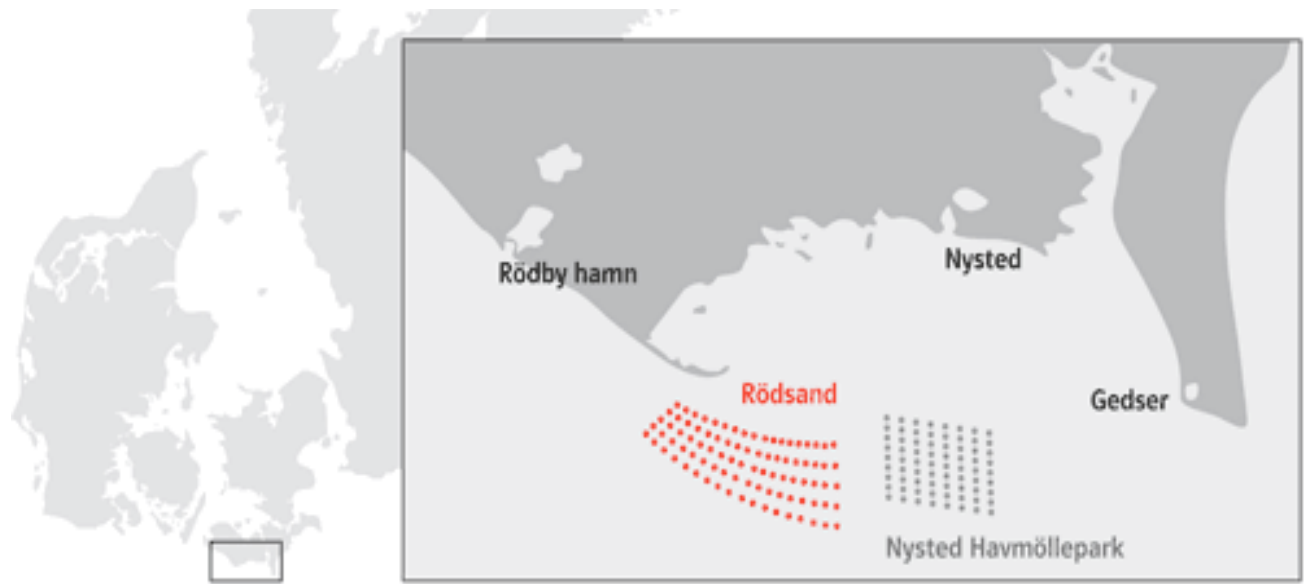
στον πυθμένα της θάλασσας, το οποίο χρονολογείται από το 2000πΧ, μια κεφαλή βέλους χρονολογίας 6000πΧ και το πηδάλιο του Αγγλικού πλοίου Άγιος Γεώργιος το οποίο βυθίστηκε τον Νοέμβριο του 1811(www.nystedwindfarm.com).

4.2.2 NYSTED 2

Το Nysted 2 ή αλλιώς Rødsand 2 εγκρίθηκε το 2008 και ήταν έτοιμο τον Οκτώβριο του 2010, 6 μήνες νωρίτερα από το χρονοδιάγραμμα. Βρίσκεται στο νότια του νησιού Lolland, αποτελείται από 90 τουρμπίνες ίδιας χωρητικότητας με του πρώτου πάρκου(SWT-2.3-93) και συνολικής χωρητικότητας 207MW ικανοποιώντας τις ανάγκες περίπου 200000 κατοικιών ή αλλιώς το 2% των ενεργειακών αναγκών της Δανίας. Οι ανεμογεννήτριες είναι σε διάταξη 5 καμπύλων σειρών, αποτελούμενες από 18 γεννήτριες η καθεμία. Καλύπτει έκταση 35 τετραγωνικών χιλιομέτρων και συνδέεται όπως και στο Nysted 1 με υποσταθμό ο οποίος με την σειρά του μεταφέρει την τροποποιημένη ενέργεια στην στεριά(www.power-technology.com χ.χ.).



Εικόνα 4.2.3: Οι ανεμογεννήτριες στο Nysted 2 Πηγή: www.power-technology.com (πρόσβαση 21/1/2015)



Σχήμα 4.2.4: Η τοποθεσία του Nysted 1 και Nysted 2 Πηγή: OFFSHORE WIND FARMS AND TOURISM POTENTIALS IN GULDBORGSUND MUNICIPALITY

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ

HORNS REV ΚΑΙ NYSTED

5.1 Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα από τα υπεράκτια αιολικά πάρκα

Οι επιπτώσεις που μπορεί να προκύψουν με την παρουσία των υπεράκτιων αιολικών παρκών είναι διαφορετικής σημασίας και έχουν διαφορετικό αντίκτυπο στη βιοποικιλότητα της ευρύτερης περιοχής. Για τον λόγο αυτό, στο Horns Rev και στο Nysted διεξήχθησαν δύο μεγάλα προγράμματα λεπτομερής παρακολουθήσης των περιβαλλοντικών συνθηκών πριν την έναρξη των εργασιών, καθ' όλη την διάρκεια κατασκευής του έργου και στην μέχρι τώρα λειτουργία του, συνολικής διάρκειας 10 χρόνων.

Η πρώτη συστηματική παρακολουθήση ξεκίνησε το 1999 και ολοκληρώθηκε το 2006 και ονομάστηκε BACI (Before After Control Impact), δηλαδή ως «ο έλεγχος των επιπτώσεων πριν και μετά». Η έρευνα χωρίστηκε σε δύο φάσεις, η πρώτη μεταξύ του 1999 και του 2001 και η δεύτερη από το 2001 μέχρι το 2006. Όπως προαναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, για να εγκριθεί η καταλληλότητα της περιοχής και να αρχίσουν οι εργασίες κατασκευής, ήταν απαραίτητη η διεξαγωγή περιβαλλοντικής μελέτης. Με αφετηρία το 1999 ξεκίνησε η πρώτη φάση της παρακολουθήσης, με την συστηματική μελέτη και συλλογή δεδομένων και πληροφοριών με σκοπό να γίνει εφικτή η σύγκριση των περιβαλλοντικών συνθηκών πριν και μετά την έναρξη των εργασιών. Μετά την ολοκλήρωση του έργου άρχισε η δεύτερη φάση της περιβαλλοντικής μελέτης συνολικού κόστους 11 εκατομμυρίων ευρώ, χρηματοδοτούμενης από την κυβέρνηση ως ηθική υποχρέωση προς τους πολίτες, η οποία ολοκληρώθηκε το 2006. Οι έρευνες έγιναν υπό την αιγίδα όλων των εμπλεκόμενων φορέων (Γραφείο Προστασίας της Φύσης της Δανίας, Υπουργείο Ενέργειας, DONG, Vattenfall) και τα αποτελέσματα αυτής αξιολογήθηκαν από το IAPEME (Διεθνής Συμβουλευτική Ομάδα Εμπειρογνομώνων για την Θαλάσσια Οικολογία) (Nielsen κ. συν., 2006: σελ. 18).

Το δεύτερο περιβαλλοντικό πρόγραμμα ξεκίνησε το 2009, ολοκληρώθηκε το 2012 και τα αποτελέσματα του ανακοινώθηκαν το Φεβρουάριο του 2013. Η έρευνα εστιάστηκε κυρίως στα ψάρια, στα θηλαστικά και στην κυκλοφορία των πουλιών. Ο σκοπός του “follow-up” ήταν η περαιτέρω διεύρυνση και ανάλυση των ήδη υπάρχοντων δεδομένων και την επιβεβαίωση ότι με τον κατάλληλο χωροταξικό σχεδιασμό, είναι εφικτή η κατασκευή υπεράκτιων αιολικών πάρκων σε εναρμονισμό με το περιβάλλον (Larsen κ. συν., 2013: σελ. 19-29).

Η διεξαγωγή της έρευνας και στα δυο αιολικά πάρκα έγινε με 3 διαφορετικούς τρόπους.

- Αξιολόγηση των βασικών περιβαλλοντικών και βιολογικών συνθηκών στην περιοχή
- Μελέτες παρακολούθησης (monitoring) κυρίως μέσω συστημάτων πλοήγησης και παρακολούθησης της συμπεριφοράς των ζώων και θηλαστικών
- Ερευνητικά πρόγραμμα για την εκτίμηση των ενδεχόμενων επιπτώσεων που επηρεάζουν την ευρύτερη περιοχή (Nielsen κ. συν., 2006).

5.2 Βυθός και πανίδα

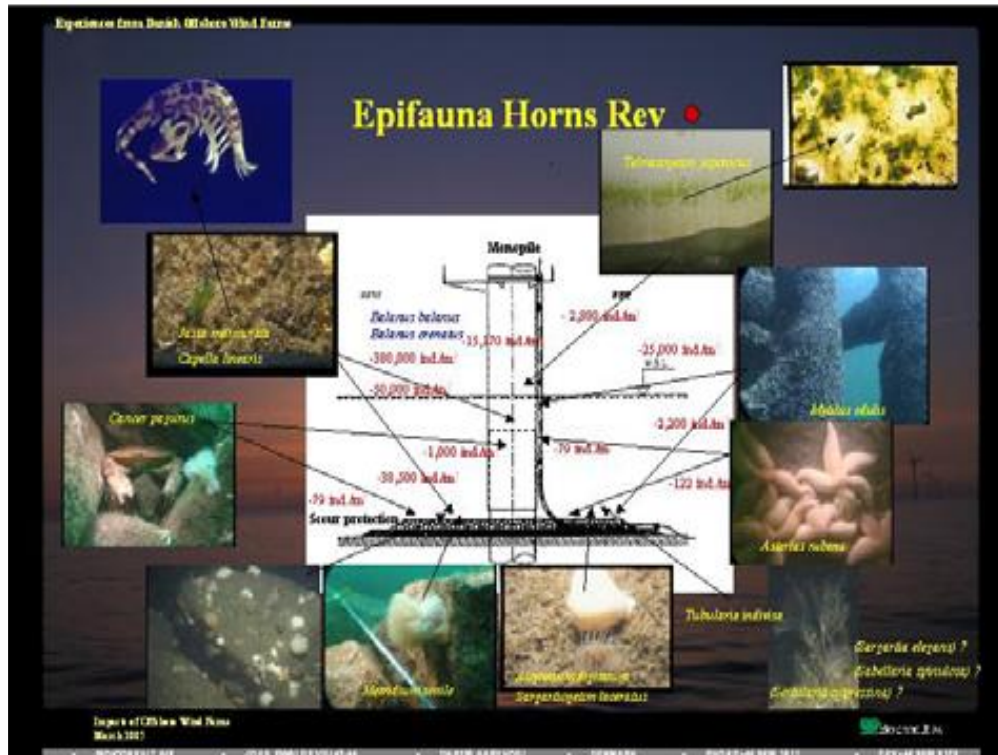
Συνολικά γίνανε 6 έρευνες συλλογής στοιχείων και δειγμάτων από τον βυθό των δύο περιοχών πριν και μετά την εκτέλεση του έργου με την βοήθεια δυτών. Οι περιοχές δειγματοληψίας επιλέχθηκαν ανάλογα με το βάθος, τον σχηματισμό του βυθού και την περιοχή της ανεμογεννήτριας. Οι δύτες περισυνέλεξαν δείγματα από μικροοργανισμούς, ιζήματα, όστρακα, μύδια και φωτογράφισαν και βιντεοσκόπησαν την περιοχή για την καταγραφή των αλλαγών στις δύο περιοχές. Και στις δύο περιοχές εργασιών κατά την διάρκεια θεμελίωσης των ανεμογεννητριών παρουσιάστηκε επαναιώρηση των ιζημάτων που υπήρχαν στον πυθμένα της θάλασσας, το οποίο είχε ως αποτέλεσμα την θολότητα και την αλλαγή πυκνότητας και ποιότητας του νερού. Αυτό όμως ήταν προσωρινό, και αμέσως μετά την τοποθέτηση των θεμελίων η πυκνότητα του νερού επανήλθε στα προηγούμενα επίπεδα. Η κύρια επίδραση των δύο αιολικών πάρκων ήταν η δημιουργία τεχνητών υφάλων και η προστασία διάβρωσης του εδάφους από τα θεμέλια των ανεμογεννητριών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, εκεί που προγενέστερα υπήρχε μόνο άμμος, να δημιουργηθούν τεχνητοί ύφαλοι με αυξημένη ποικιλότητα από διαφορετικά είδη μικροοργανισμών, την παρουσία ετερογενούς πανίδας και στην αφθονία βιομάζας (Nielsen κ. συν. 2006, Kjær κ. συν., 2006).

CAMPAIGN	YEAR	HORNS REV				NYSTED			
		WIND FARM AREA		REFERENCE AREAS		WIND FARM AREA		REFERENCE AREAS	
		SPRING	AUTUMN	SPRING	AUTUMN	SPRING	AUTUMN	SPRING	AUTUMN
EIA screening	1999								
Baseline	2001								
Monitoring	2003								
Monitoring	2004								
Monitoring	2005								

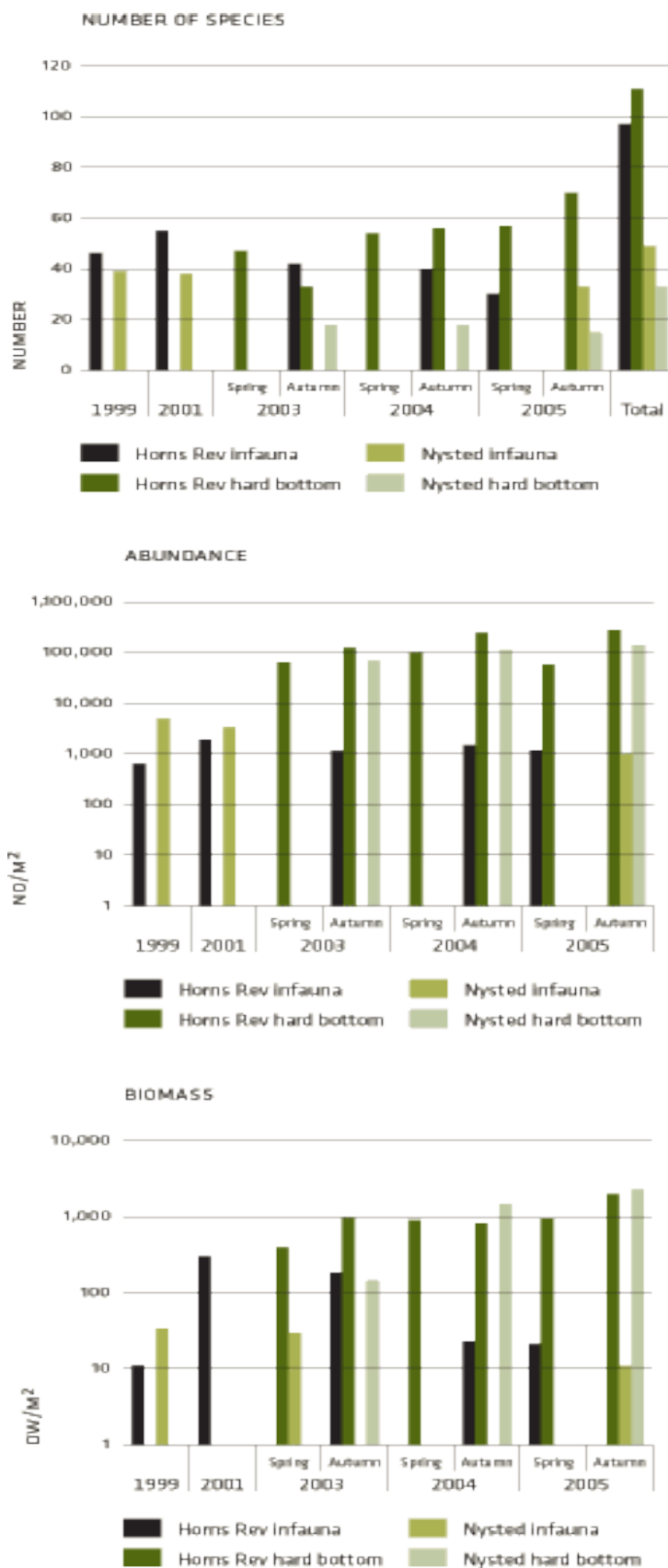
■ Core samples
 ■ Photo sampling
 ■ Van Veen/mussels

Σχήμα 5.2.1: Οι έρευνες ανά χρονιά και στα δύο πάρκα Πηγή: <http://188.64.159.37/graphics/Publikationer/Havvindmoeller/kap04.htm> (20/2/2015)

Κάθε χρονιά τα νούμερα των μελετών ήταν διαφορετικά. Γενικότερα, η εξέλιξη των ειδών και της πυκνότητας των μικροοργανισμών ποικίλλει από χρονιά σε χρονιά και χρειάζονται περίπου 5 χρόνια για να σταθεροποιηθούν τα νούμερα και οι αλλαγές στους καινούριους τεχνητούς υφάλους (J.K Larsen και J. I. Kjær ,2005: σελ. 21-26). Στην περίπτωση του Horns Rev και του Nysted χρειάζεται περισσότερος χρόνος προσαρμογής και αυτό οφείλεται κυρίως στην απρόβλεπτη ύπαρξη ακραίων καιρικών φαινομένων στην περιοχή (Hvidt κ. Συν., 2005 σελ. 1-6).



Σχήμα 5.2.2: Ενδεικτικές εικόνες από τα είδη που αναπτύχθηκαν στον βυθό του Horns Rev
 Πηγή: BfN-Skripten 171, 2006: Ecological Research on Offshore Wind Farms: International Exchange of Experiences PART A: Assessment of Ecological Impacts



Σχήμα 5.2.3:Γράφημα με τα καινούρια είδη μικροοργανισμών και βιομάζας στα δύο αιολικά πάρκα Πηγή: <http://188.64.159.37/graphics/Publikationer/Havvindmoeller/kap04.htm> (πρόσβαση 20/2/15)

5.2.1 HORNS REV

Πριν την έναρξη των εργασιών στο Horns Rev οι εμπειρογνώμονες πίστευαν ότι δεν θα υπήρχε ιδιαίτερη δραστηριότητα γύρω από το αιολικό πάρκο και αυτό το στηρίζανε πρωτίστως στην δημιουργία υποβρύχιας αμμοβολής λόγω της λειτουργίας των ανεμογεννητριών, αλλά και λόγω της ύπαρξης του στρειδιού “*balanus improvisus*” το οποίο αναπαράγεται πολύ γρήγορα και δεν αφήνει την δημιουργία νέων μικροοργανισμών (J.K Larsen και J. I. Kjær ,2005: σελ. 44-46).

Όμως μετά την κατασκευή των ανεμογεννητριών η πρόβλεψη αποδείχθηκε εσφαλμένη. Οι σκληρές επιφάνειες του έργου όπως τα θεμέλια των τουρμπινών και οι πέτρες που τοποθετήθηκαν για την προστασία διάβρωσης του εδάφους όχι μόνο αποτέλεσαν το καινούριο σπίτι για πολυάριθμους μικροοργανισμούς, αλλά βοήθησαν και στην αναπαγωγή ειδών που απειλούνταν με εξαφάνιση στις Βόρειες Θάλασσες όπως το σκουλήκι *S. Spinulosa* και *Sabellaria* και το λευκό φυτό *Sertularia cupressina* (Hvidt κ. συν.,2005). Επίσης, ανακαλύφθηκαν καινούρια είδη που δεν είχαν παρουσιαστεί ποτέ στα θαλάσσια ύδατα της Δανίας όπως τα καρκινοειδή αρθρόποδα *Jassa marmorata* (με την πυκνότητα τους σε κάποια σημεία να φθάνει τα 640000/m²) και *Caprella mutica* και το κουνούπι *Telmatogeton japonicus* (Kjær κ. συν.,2006).



Εικόνα 5.2.1.1: Το καινούριο είδος *Jassa marmorata* στον βυθό του Horns Rev (φωτογραφία 2003) Photo: Jens Christensen Πηγή: (Larsen κ. συν.,2006)

Τα μύδια, οι αστερίες και πολλά διαφορετικά είδη φυκιών είχαν την κυριαρχία στους τεχνητούς υφάλους του Horns Rev, αλλά υπέστησαν μια μείωση το 2004 σε σχέση με το 2003 λόγω της εμφάνισης νέων ειδών χρόνο με τον χρόνο στους υφάλους. Επίσης υπήρξαν και κάποια συγκεκριμένα είδη τριχοειδών σκουληκιών (*Pisone remota* και *Goniadella bobretzkii*) και όστρακα με παχύ

κέλυφος (*Spisula solida*)τα οποία υπήρχαν πριν την κατασκευή του, αλλά δεν επιβίωσαν στο καινούριο περιβάλλον(Elsam,2005: σελ. 9-16).



Εικόνα 5.2.1.2: Σημαντική συγκέντρωση μυδιών στα θεμέλια των ανεμογεννητριών
Photo: Jens Christensen Πηγή: Kjær,2006)

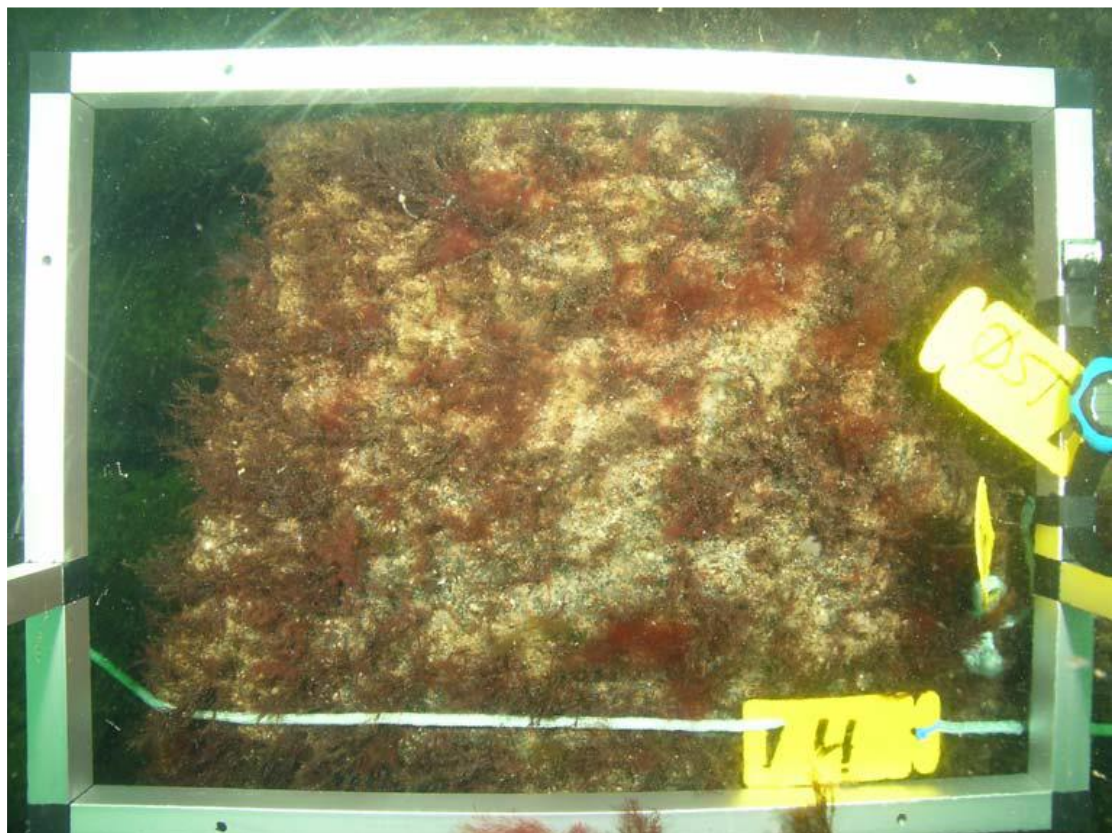
5.2.2 NYSTED

Στους τεχνητούς υφάλους του Nysted υπήρξε μικρότερη ποικιλία νέων ειδών κάτι που οφείλεται στην μικρότερη περιεκτικότητα αλατιού σε σχέση με το Horns Rev. Ως εκ τούτου τα είδη που κυριάρχησαν ήταν τα μύδια, πεταλίδες, μακροφύκια (κυρίως κόκκινα φύκια) και καρκινοειδή αρθρόποδα και ψάρια. Η ανάπτυξη τους, που έγινε κυρίως μέσα στα πρώτα 3 χρόνια ήταν εντυπωσιακή αν σκεφτεί κανείς ότι πριν την έναρξη του έργου υπήρχε μόνο άμμος και κάποιοι μικροοργανισμοί στον πυθμένα της θάλασσας. Το περίεργο εδώ είναι ότι τα καινούρια είδη κυριάρχησαν με συνέπεια την μείωση του αριθμού των ειδών που προϋπήρχαν όπως το τριχοειδές σκουλήκι *Pygospio elegans* και το σαλιγκάρι *Hydrobia sp.* Ειδικότερα, η πυκνότητα των μυδιών σε κάποια θεμέλια άγγιξε τα 200000/m² (Birklund και Petersen,2004: σελ. 13-29).



Εικόνα 5.2.2.1: Μύδια στις βάσεις των τουρμπινών στο Nysted Πηγή: (Kjær,2006)

Ξεχωριστή έρευνα έγινε στις περιοχές γύρω από την τάφρο που είχε τοποθετηθεί το καλώδιο με το οποίο μεταφέρεται το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται στην στεριά. Μέχρι τον Μάρτιο του 2003 η τάφρος είχε γεμίσει με μακροφύκια(κυρίως κόκκινα φύκια) κάτι που καθιστούσε αδύνατη την συλλογή δειγμάτων από τους δύτες.



Εικόνα 5.2.2.2: Κόκκινα φύκια πάνω σε πέτρα που τοποθετήθηκε για την αποφυγή διάβρωσης του εδάφους Πηγή: (Nielsen κ. Συν.,2006)

5.3 Ψάρια

Οι μεταβολές στον πληθυσμό και στα είδη των ψαριών στα δύο αιολικά πάρκα ερευνήθηκαν με την αλιεία και με σόναρ παρακολούθησης των πληθυσμών. Με την τωρινή τεχνολογία, ο συνδυασμός όλων των διαθέσιμων πληροφοριών είναι απαραίτητος για την διεξαγωγή του καλύτερου δυνατού συμπεράσματος. Γι' αυτό τον λόγο και μετά το τέλος του έργου συνεχίστηκαν οι έρευνες μέχρι το 2006 και ξαναεπαναλήφθηκαν από το 2009 μέχρι το 2011 για την αξιολόγηση και την βελτίωση της αρχικής πρόβλεψης. Οι μετρήσεις έγιναν κατά μήκος και πλάτος των αιολικών παρκών και σε απόσταση 500 μέτρων από τις ανεμογεννήτριες και κατά την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας (Nielsen κ. συν., 2006). Με βάση τα αποτελέσματα, βγαίνει το συμπέρασμα ότι οι μεταβολές του θαλάσσιου οικοσυστημάτος κατά την κατασκευή των δύο έργων είχαν βραχυπρόθεσμες συνέπειες στα ψάρια (Leonhard & Pedersen 2006).

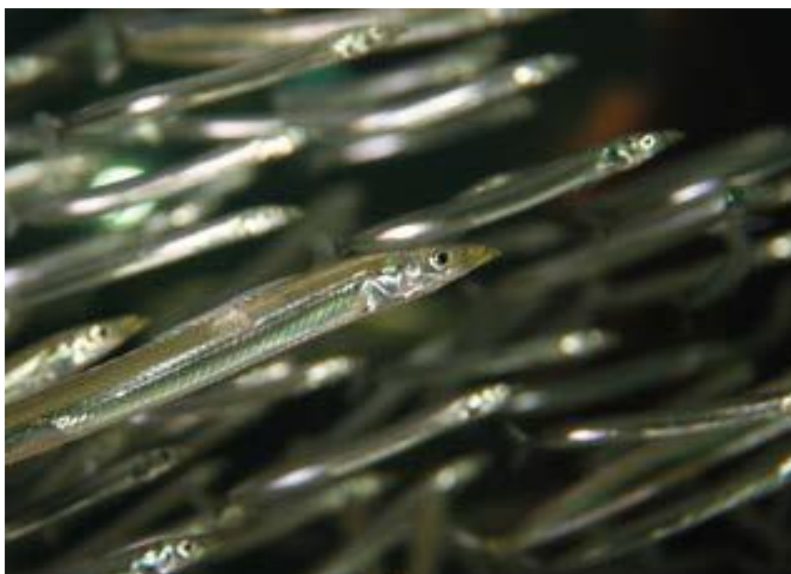
Όπως και στην περίπτωση των μικροοργανισμών, έτσι και στα ψάρια λόγω της διαφορετικής περιεκτικότητας σε αλάτι στις δύο περιοχές, τα είδη που ευδοκίμησαν και αναπαράχθηκαν ήταν διαφορετικά, αλλά υπήρχαν όμως και κοινά σημεία ανάπτυξης (Klaustrup M., 2006). Κατά την διάρκεια των μεταγενέστερων ερευνών δόθηκε μεγαλύτερη έμφαση στην προσαρμογή των ψαριών στο καινούριο περιβάλλον και στην έρευνα για το αν τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που δημιουργήθηκαν γύρω από τις ανεμογεννήτριες και στις περιοχές του πυθμένα που περνούσαν τα καλώδια μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας στην στεριά επηρέασαν την συμπεριφορά και την μετανάστευση των ψαριών κυρίως αυτών που χρησιμοποιούν το μαγνητικό πεδίο της Γης για τον προσανατολισμό τους.

5.3.1 HORNS REV

Στην προ-κατασκευαστική έρευνα που έγινε μέχρι το 2001 οι αριθμοί και οι κατανομές των ψαριών ήταν χαμηλοί, με τον πληθυσμό τους να ποικίλλει από χρονιά σε χρονιά και από εποχή σε εποχή (Hoffmann κ. συν. 2000: σελ. 8-11). Το κύριο είδος ψαριών που βρέθηκε στα χωρικά ύδατα της περιοχής ήταν το «αμμοχέλι» (sandeel), όπου στις περιοχές νότια και βόρεια του αιολικού πάρκου (έξω από αυτό) συγκεντρώνονται οι μεγαλύτερες ποσότητες (Larsen κ. συν., 2006: σελ. 31-36).

Εκτός από το αιολικό πάρκο, ένας ακόμα παράγοντας που θα επηρέαζε τα είδη και τον πληθυσμό των ψαριών είναι η αλιεία. Μετά την έναρξη του έργου απαγορεύτηκε κάθε μορφής αλιείας στα σύνορα του πάρκου και ιδιαίτερα για τις τράτες σχηματίστηκαν ζώνες προστασίας 200 μέτρων από τα καλώδια για την αποφυγή ατυχήματος. Έτσι, το Horns Rev χρησιμοποιήθηκε σαν «καταφύγιο» για τους πληθυσμούς των ψαριών (Leonhard κ. συν., 2011: σελ. 26-30).

Με την βοήθεια του BACI (Before After Control Impact) ήταν η πρώτη φορά που οι μελετητές μπορούσαν να ερευνήσουν την συμπεριφορά του ζωϊκού βασιλείου πριν και μετά την κατασκευή του έργου. Τα αποτελέσματα των ερευνών των τριών πρώτων χρόνων μετά την κατασκευή του αιολικού πάρκου, ανέδειξαν την αύξηση και του πληθυσμού και των ειδών των ψαριών στην ευρύτερη περιοχή και την μείωση στις περιοχές μακριά από το πάρκο. Ιδιαίτερα τα «αμμοχέλια» παρουσίασαν μια αύξηση της τάξης του 300% μέσα στο πάρκο και 20% μείωση έξω από αυτό, η οποία όμως οφείλεται κυρίως στην μεγάλη αύξηση των «νεαρών αμμόχελων» μήκους μικρότερου των 8 εκατοστών (Jensen κ. συν., 2004: σελ. 4-7).



Εικόνα 5.3.1.1: Sandeels στην περιοχή του Horns Rev Photo: Thomas Warnan Πηγή: Kjær κ. συν., 2006

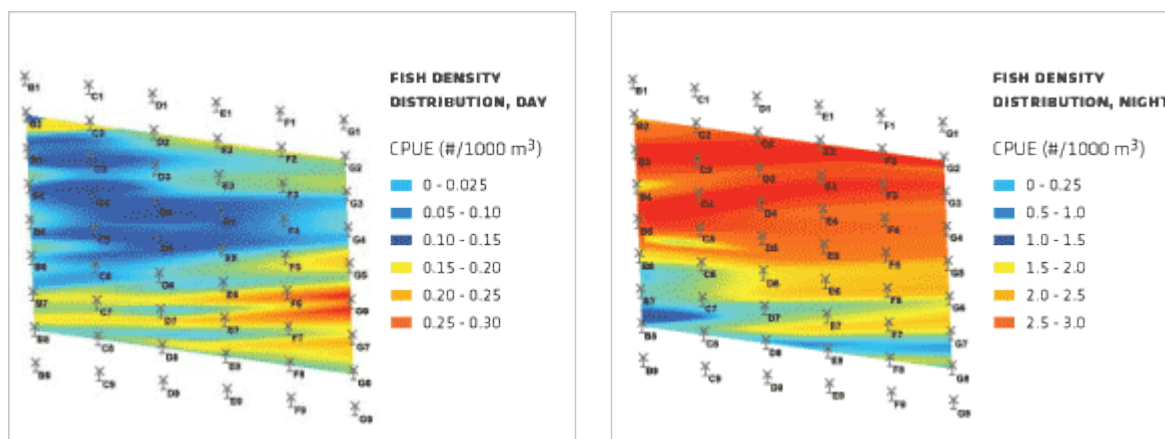
Συνολικά μέσα στον χώρο του αιολικού πάρκου καταμετρήθηκαν 18 διαφορετικά είδη ψαριών και σε γενικές γραμμές παρά τις αρχικές υποθέσεις ότι το αιολικό πάρκο θα προσέλκυε μεγαλύτερα ψάρια από την ανοιχτή θάλασσα, τα αποτελέσματα δεν δικαιώσαν τις προβλέψεις των ερευνητών. Μια εξήγηση για αυτό είναι ότι χρειάζεται περισσότερος χρόνος προσαρμογής στις καινούριες συνθήκες (τεχνητοί ύφαλοι) και περισσότερη μεταγενέστερη έρευνα (Larsen κ. συν. 2006).

Η έρευνα του 2009-2010 έδειξε ότι ο αριθμός των ψαριών αυξομειωνόταν αναλόγως την εποχή και οι αριθμοί ακολουθούσαν την ίδια συμπεριφορά όπως και πριν την κατασκευή του αιολικού πάρκου. Ιδιαίτερα τον χειμώνα του 2010 όπου η θερμοκρασία του πυθμένα έφτασε τους 2,39°C και της επιφάνειας του 2,13°C η μείωση του πληθυσμού τους ήταν δραματική. Επιπλέον, τα ψάρια γύρω από τις ανεμογεννήτριες απέκτησαν τις συνήθειες των πληθυσμών των ψαριών που βρίσκονται κοντά στους φυσικούς υφάλους. Μερικά χρησιμοποιούσαν το πάρκο για καταφύγιο την μέρα και το βράδυ κολυπούσαν στην ευρύτερη περιοχή για την εύρεση τροφής, ενώ άλλα έμαθαν να ζουν στις πέτρες που είχαν ριχθεί στην θάλασσα και στις βάσεις των ανεμογεννητριών (Larsen κ. συν. ,2013: σελ. 40-46).

5.3.2 NYSTED

Στο Nysted ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην περιοχή περιμετρικά του υποθαλάσσιου καλωδίου που μεταφέρει την παραγόμενη ενέργεια από τον υποσταθμό στην στεριά. Οι έρευνες που διεξήχθησαν πριν την έναρξη των εργασιών έδειξαν ότι τα επίπεδα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που θα δημιουργηθούν μετά την τοποθέτηση του καλωδίου δεν θα προκαλέσουν ουσιώδη προβλήματα στις κοινότητες των ψαριών. Όμως, όπως και στο Horns Rev, προβλέφθηκε η μείωση των πληθυσμών και των ειδών γύρω από την περιοχή λόγω των εργασιών κατασκευής που θα έχουν ως αποτέλεσμα την μετακίνηση ιζημάτων, της θολούρας και γενικότερα την έλλειψη τροφής (Rasmussen κ. συν., 2000).

Στην περιοχή γύρω από το καλώδιο καταγράφηκαν 43 είδη ψαριών ενώ στην περιοχή που θα κατασκευαζόταν το αιολικό πάρκο 24. Οι πληθυσμοί που καταγράφηκαν ανά χρονιά μας δείχνει ότι η συμπεριφορά των ψαριών δεν επηρεάστηκε αρκετά από την παρουσία του αιολικού πάρκου. Επιπρόσθετα, οι μετρήσεις που γίνανε το 2004 και το 2005 με το σόναρ παρακολούθησης έδειξαν ότι κατά την διάρκεια της νύχτας τα κοπάδια κολυπούσαν 10 φορές πιο συμπυκνωμένα σε σχέση με την ημέρα, ιδιαίτερα στο βόρειο τμήμα του πάρκου, αλλά οι ερευνητές δεν μπορούν να αποφανθούν με σιγουριά ότι αυτό οφείλεται στην ύπαρξη του πάρκου (Klaustrup M., 2006).



Σχήμα 5.3.2.1: Ενδεικτική διαφορά πυκνότητας των ψαριών μεταξύ ημέρας και νύχτας

Πηγή: <http://188.64.159.37/graphics/Publikationer/Havvindmoeller/kap05.html> (πρόσβαση 11/2/2015)

5.4 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΘΗΛΑΣΤΙΚΑ

Λόγω της ευαισθησίας των θαλάσσιων θηλαστικών στους ήχους υψηλών συχνοτήτων η περιβαλλοντική παρακολούθησή τους στο Horns Rev και στο Nysted ήταν μια δύσκολη υπόθεση. Γι' αυτόν τον λόγο η έρευνα έπρεπε να αρχίσει πολύ πριν την έναρξη των εργασιών κατασκευής. Κύριο μέλημα ήταν η καταγραφή των κινήσεών τους στην ευρύτερη περιοχή σε ακτίνα 50 χιλιομέτρων και η εύρεση τρόπου αποπροσανατολισμού τους την ώρα των εργασιών στο πυθμένα της θάλασσας (Nielsen κ. συν., 2006: σελ. 27-30).



Σχήμα 5.4.1: Harbor Seal (φώκια στην περιοχή του Horns Rev) Πηγή:

<http://188.64.159.37/graphics/Publikationer/Havvindmoeller/hele.htm> (πρόσβαση 13/2/15)



Σχήμα 5.4.2: Harbor porpoises Πηγή: <http://coastalenergyandenvironment.web.unc.edu/> (πρόσβαση 13/2/15)

5.4.1 ΦΩΚΙΕΣ(HARBOUR SEALS)

Οι φώκιες επικοινωνούν με τον ήχο τον οποίο χρησιμοποιούν και εντός και εκτός νερού για το κυνήγι. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο οι επιστήμονες εξέφραζαν τις φοβίες τους ότι ο θόρυβος από τις τουρμπίνες θα είχε ως αποτέλεσμα να μπερδεύει τις φώκιες και να τους κάνει να μεταναστεύσουν σε άλλες περιοχές.

Η θαλάσσια περιοχή κοντά στο αιολικό πάρκο(Wadden Sea) αποτελεί την μόνη περιοχή αναπαραγωγής της φώκιας σε ολόκληρη την ακτή της Δανίας και συγκεκριμένα στην ακτή στο Blåvandts Huk, δίπλα ακρίβως από το Horns Rev, έχουν καταγραφεί μέχρι και 50 φώκιες την ίδια στιγμή. Ο πληθυσμός τους το 2002 στην θαλάσσια περιοχή του Wadden Sea εκτιμήθηκε στις 3450 και λόγω του μεγάλου αριθμού τους έπρεπε να γίνει η συστηματική παρακολούθησή τους προκειμένου να προσδιοριστεί η συμπεριφορά τους την ώρα των εργασιών και η αποφυγή οποιουδήποτε ατυχήματος(Reijnders κ. συν.,2002: σελ. 305-308).

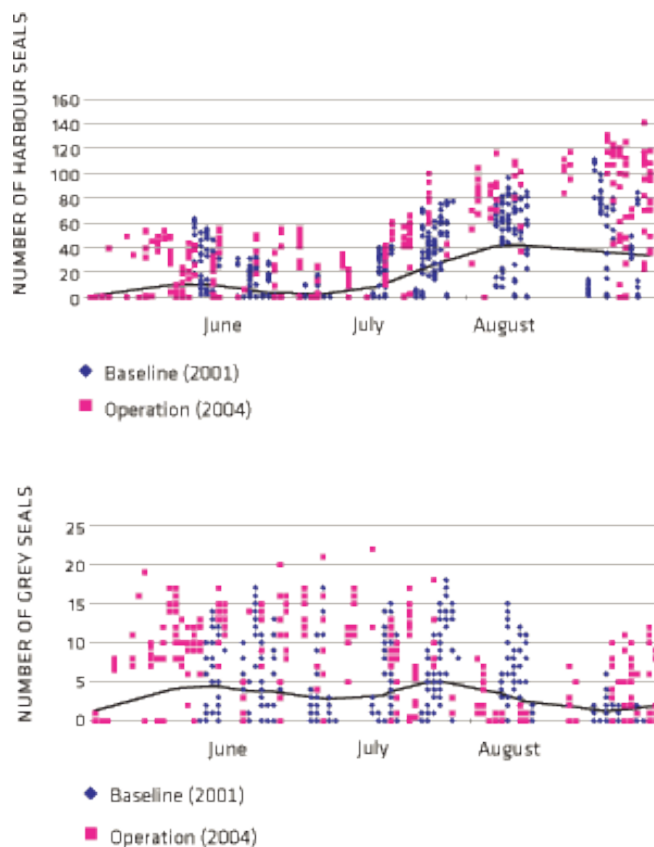
Η παρακολούθησή τους έγινε με δύο τρόπους. Με το σύστημα Argos και με καταγραφείς δεδομένων (dataloggers). Το σύστημα Argos τοποθετούνταν στο κεφάλι και ο καταγραφέας δεδομένων στην πλάτη. Συνολικά τοποθετήθηκαν σε 36 φώκιες σε 4 διαφορετικές περιόδους στο διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2002 και Νοεμβρίου 2005(Tougaard κ. συν. 2006α). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κατά την διάρκεια της τοποθέτησης των βάσεων των ανεμογεννητριών λόγω των υψηλών συχνοτήτων από τα τρυπάνια σε συνδυασμό με την λειτουργία των seal scarers(συσκευές παραγωγής ήχου για την απώθηση των θηλαστικών), οι φώκιες κολυμπούσαν ακόμα και σε απόσταση 20 χιλιομέτρων μακριά από τον εργοτάξιο(Tougaard κ. συν. 2006α). Καθ'όλη την διάρκεια λειτουργίας του αιολικού πάρκου οι φώκιες όχι μόνο έδειξαν να μην επηρεάζονται καθόλου από την λειτουργία των ανεμογεννητριών, αλλά λόγω της απουσίας των ψαράδων από την περιοχή οι συνθήκες ήταν ευνοϊκότερες για αυτές για την εύρεση τροφής με αποτέλεσμα την συχνότερη παρουσία τους μέσα σε αυτό(Kjærg κ. συν. 2006).



Εικόνα 5.4.1.1: Τοποθέτηση του συστήματος Argos στο κεφάλι φώκιας στην περιοχή Horns Rev
Rev Φωτογραφία: Svend Tougaard, Πηγή:
<http://188.64.159.37/graphics/Publikationer/Havvindmoeller/hele.htm> (πρόσβαση 25/2/15)

Στην περιοχή του Rødsand εκτός από τις φώκιες (harbor seals) ευδοκούν και αρκετές εκατοντάδες γκρι φώκιες. Πρέπει να επισημάνουμε ότι υπάρχουν δύο κρίσιμοι περίοδοι για αυτά τα θηλαστικά μέσα στον χρόνο. Για τις φώκιες οι μήνες αναπαραγωγής είναι ο Ιούνιος και ο Ιούλιος, ενώ για τις γκρι φώκιες ο Φεβρουάριος και ο Μάρτιος. Η δεύτερη κρίσιμη περίοδος είναι ο Αύγουστος για τις φώκιες και ο Ιούνιος και ο Ιούλιος για τις γκρι φώκιες όπου ανανεώνεται το τρίχωμά τους και πρέπει να βρίσκονται στην στεριά. Για αυτόν τον λόγο η παρακαλούθησή τους εκείνες τις περιόδους έγινε μόνο από αέρος ή με βίντεο για να μην επηρεαστούν από τις συσκευές που θα είχαν πάνω στο σώμα τους. Οι 2 κάμερες παρακολούθησης τοποθετήθηκαν στα 600 μέτρα από την προστατευόμενη περιοχή το 2002 και στα 300 μέτρα από το 2003 και μετά και κατέγραφαν 24ώρες το 24ώρο τις κινήσεις των φωκίων (Edrén κ. συν., 2003: σελ. 8-15).

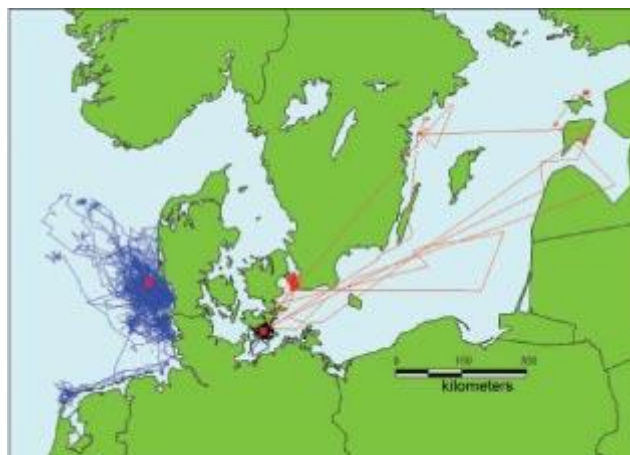
Οι εποχιακές διακυμάνσεις των πληθυσμών ήταν εμφανής καθώς η κίνηση ήταν αρκετά μειωμένη τους χειμερινούς μήνες, σταδιακά αυξανόταν μέσα στην άνοιξη μέχρι την κορύφωσή της στις αρχές Αυγούστου όπου οι φώκιες ήταν συνέχεια στην στεριά λόγω της ανανέωσης του τριχώματός τους (Larsen κ. συν., 2006).



Σχήμα 5.4.1.2: Η διακύμανση της φώκιας και της γκρι φώκιας στην ακτή τους μήνες Ιούνιο-Αύγουστο. Η γραμμή υποδηλώνει τον μέσο όρο Πηγή: (Kjær κ. συν.,2006)

Η εποχιακή διακύμανση που είχαν οι φώκιες και οι γκρι φώκιες στην στεριά επηρέασε και την συμπεριφορά τους κατά τις εργασίες. Για παράδειγμα, τον Αύγουστο που πρέπει να βρίσκονται τον περισσότερο χρόνο στην στεριά λόγω της ανανέωσης του τριχώματός του οι φώκιες παρέμειναν στην ακτή και δεν επηρεάστηκαν, ενώ τον Νοέμβριο τα αποτελέσματα έδειξαν ότι προτίμησαν να κολυμπήσουν σε άλλες περιοχές, χωρίς να δείχνουν σημάδια ολικής εγκατάλειψης της περιοχής(Kjær κ. συν. 2006: σελ. 86-89).

Συνολικά σε 5 φώκιες και 6 γκρι φώκιες τοποθετήθηκαν δορυφορικά συστήματα στο κεφάλι τους με σκοπό την καταγραφή των κινήσεών τους. Ενώ οι φώκιες μείνανε σε ακτίνα 50 χιλιομέτρων, οι γκρι φώκιες κολύμπησαν 850 χιλιόμετρα φτάνοντας μέχρι τα νερά της Γερμανίας και της Εσθονίας και μόνο το 20% της περιόδου που είχαν τις συσκευές εντοπίστηκαν σε περιοχές μικρότερες των 50 χιλιομέτρων από το Nysted(Dietz κ. συν., 2002: σελ. 21-33).



Σχήμα 5.4.1.3: Χάρτης της κίνησης των φωκίων. Με μπλε χρώμα οι φώκιες στο Horns Rev και με μαύρο οι φώκιες του Nysted και με κόκκινο οι γκρι φώκιες του Nysted
Πηγή: (Larsen κ.συν., 2006)

5.4.2 ΦΩΚΑΙΝΕΣ (HARBOUR PORPOISES)

Οι Φώκαινες (harbour porpoises) είναι θαλάσσια θηλαστικά τα οποία έχουν πολύ καλή ακοή μέσα στο νερό και χρησιμοποιούν τον ήχο για την κίνησή τους στις θάλασσες και στον εντοπισμό τροφής. Η συνέπεια της χρησιμοποίησης υπερηχητικών ήχων σχεδόν καθ'όλη της διάρκειας της ημέρας και της νύχτας είναι η υπερευαισθησία τους σε πρόσθετους υπερηχητικούς ήχους (Richardson κ. συν., 1995).

Φώκαινες (harbour porpoises) καταγράφηκαν δυτικά του Horns Rev όπου εκτιμάται ότι είναι περιοχή αναπαραγωγής για αυτές (Fiskeri- og Søfartsmuseet, 2000: σελ. 9-22). Η ανησυχία των ερευνητών ως προς την μείωση του πληθυσμού τους προήλθε κυρίως λόγω της μεγάλης ευαισθησίας στους ήχους με υψηλές συχνότητες. Για αυτό τον λόγο έπρεπε να πραγματοποιηθεί ο ίδιος έλεγχος καταγραφής κινήσεων όπως έγινε και στις φώκιες. Το σύστημα καταγραφής που χρησιμοποιήθηκε ονομαζόταν T-Pod ή Porpoise Detector και τοποθετήθηκε σε 8 φώκαινες. Τα T-PODs είναι μικρές αυτοτροφοδοτούμενες συσκευές οι οποίες τοποθετούνταν στο κεφάλι των θηλαστικών. Χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή της πορείας και της τοποθεσίας που βρίσκονται τα θηλαστικά μέσω ηχοεντοπισμού (echolocation) δηλαδή καταγραφή των ήχων που εκπέμπουν οι φώκαινες στο θαλάσσιο περιβάλλον (Tougaard κ. συν., 2006β).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φώκαινες απομακρυνόντουσαν κάθε φορά που γινόντουσαν εργασίες έως και 15 χιλιόμετρα, αλλά μετά από 3-4 ώρες ξαναπέστρεφαν πίσω. Αυτό όμως μπορεί να δικαιολογηθεί όχι μόνο λόγω των υψηλών συχνοτήτων, αλλά και λόγω της συνεχής κίνησης πλοίων που συμμετείχαν στις εργασίες. Επιπρόσθετα, όπως και στην περίπτωση των φωκίων, έτσι και στις φώκαινες οι κατασκευάστριες εταιρείες

φρόντιζαν να θέσουν σε λειτουργία τις συσκευές απώθησης των θηλαστικών λίγο πριν την έναρξη των εργασιών για να αποτρέψει την κίνηση τους κοντά στις περιοχές εργασιών (Larsen κ. συν., 2006).

Έτσι σε γενικές γραμμές ο πληθυσμός των φώκαινων στο Horns Rev δεν επηρεάστηκε από την λειτουργία του αιολικού πάρκου, παρά μόνο στις περιόδους κατασκευής των βάσεων των ανεμογεννητριών και ιδιαίτερα στις περιόδους συντήρησης των εγκαταστάσεων (Nielsen κ. συν., 2006: σελ. 30).

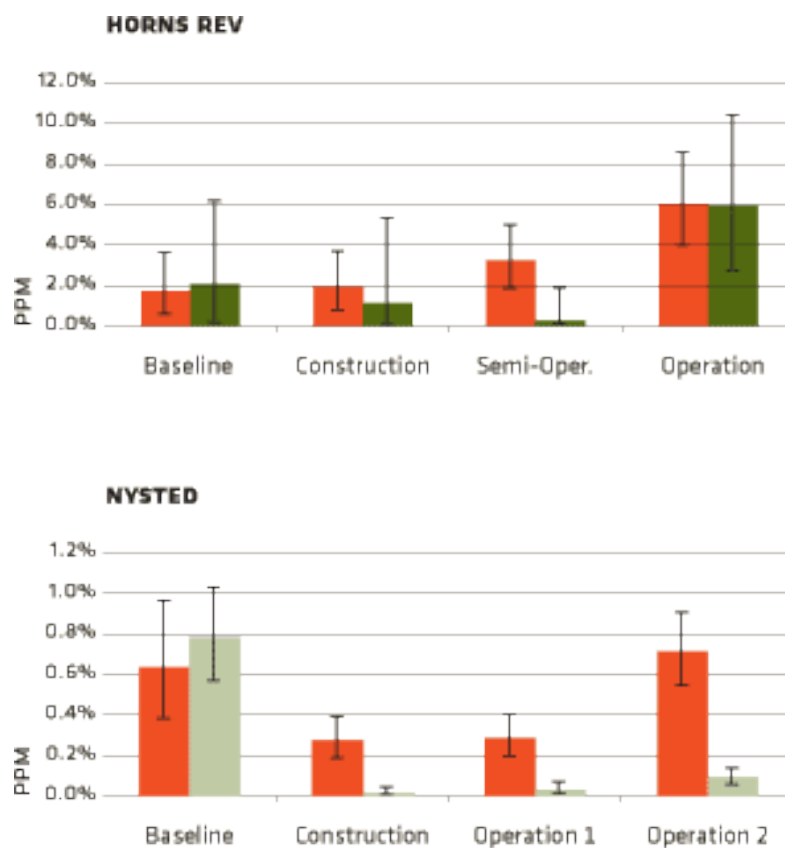
Στην περίπτωση του Nysted τα πράγματα ήταν λίγο διαφορετικά. Από τους πρώτους μήνες έναρξης των εργασιών (Ιούλιο-Αύγουστο 2002) φάνηκε ότι οι φώκαινες επηρεάζονται από τις υψηλές συχνότητες και απομακρύνονται από την περιοχή. Έτσι ενώ ο μέσος όρος ωρών επιστροφής των φώκαινων στο Horns Rev ήταν 3-5 ώρες στο Nysted ήταν 64. Αυτό συνέχιστηκε και μετά από 2 χρόνια από την έναρξη των εργασιών στο Nysted με τους επιστήμονες μέχρι το πέρας της έρευνας το 2006 να μην μπορούν να προσδιορίσουν τα ακριβή αίτια της φυγής τους (Nielsen κ. συν., 2006: σελ. 30). Σε σχέση με την χρονική περίοδο αναφοράς, τα θηλαστικά φάνηκαν να επηρεάστηκαν όχι μόνο στην περιοχή του πάρκου, αλλά και σε απόσταση 10 χιλιομέτρων από αυτό.

Πολλές διαφορετικές εξηγήσεις και ερμηνείες έχουν δοθεί μεταγενέστερα, αλλά καμία από αυτές δεν μπορεί να επιβεβαιώσει με σιγουριά τον λόγο της φυγής των φώκαινων. Άλλοι θεωρούν ότι υπήρχε διαφορετική αντίδραση από το Horns Rev λόγω του μειωμένου αριθμού των φώκαινων στο Nysted και του καλύτερου θαλάσσιου περιβάλλοντος για θηράματα στο Horns Rev, όμως λόγω της ασάφειας επαρκούς ανάλυσης των δεδομένων, δεν μπορεί να θεωρηθεί με ασφάλεια ότι είναι το κύριο αίτιο (Petersen & Malm, 2006: σελ. 75-81). Άλλη πιθανή εξήγηση είναι ότι το Nysted βρίσκεται σε πιο προστατευμένη περιοχή από ανέμους και κύματα κάτι που κάνει την διάδοση του ήχου διευγέστερη σε μεγαλύτερη χιλιομετρική ακτίνα (Teilmann J. & Carstensen J. 2012: σελ. 5-10). Ο Teilmann και ο Carstensen επίσης επισήμαναν την διαφορά μεταξύ του τρόπου κατασκευής των θεμελίων στο Horns Rev, στο Horns Rev 2 και στο Egmond aan Zee της Ολλανδίας με του Nysted. Ενώ σε αυτά τα 3 πάρκα για την κατασκευή των θεμελίων χρησιμοποιήθηκαν τρυπάνια κατά την περίοδο κατασκευής, οι φώκαινες έδειξαν να προσαρμόζονται στις συνθήκες και να απομακρύνονται για κάποιες ώρες (μέγιστο 24 ώρες) σε απόσταση 20 χιλιομέτρων και ύστερα να επιστρέφουν στην περιοχή. Στο Nysted τα θεμέλια που τοποθετήθηκαν ήταν με τετράγωνη βάση για να αποφύγουν να σκάψουν το υπέδαφος με τρυπάνι, όπως έγινε στις 3 προηγούμενες περιπτώσεις και παρ'ότι χρειάστηκε περισσότερος χρόνος για την ολοκλήρωση του έργου, αποφεύχθηκε η εκπομπή παλμικών ήχων από τα τρυπάνια. Παρ'όλα αυτά όμως, οι φώκαινες έδειξαν να επηρεάζονται από τις εργασίες που γίνονταν στην περιοχή, από ότι σε Horns Rev, Horns Rev 2 και Egmond aan Zee.

Όλες οι μελέτες που έχουν γίνει επισημαίνουν την σημασία των συσσωρευμένων επιπτώσεων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες στα θαλάσσια θηλαστικά. Έτσι, ενώ σε ξεχωριστό επίπεδο δεν υπάρχουν εμφανή σημάδια επιπτώσεων, όταν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση όλων των δραστηριοτήτων στον μαζικό πληθυσμό τότε διατρανώνεται η άρνηση στις καινούριες συνθήκες. Παρ'όλα αυτά όμως και λόγω της έλλειψης καθολικών

δεδομένων δεν μπορεί να ειπωθεί με σιγουριά ποια είναι τα ακριβή αίτια της συμπεριφοράς των φώκαινων(Larsen κ. συν., 2013: σελ. 61-68).

Μετά το 2010 άρχισε η κατασκευή του Nysted 2, τρία χιλιόμετρα μακριά από το Nysted, και παρουσιάστηκε άνοδος στην κίνηση των φωκαίνων στο Nysted 1, αλλά δεν χρησιμοποιήθηκαν συστήματα παρακολούθησης για να πούμε με σιγουριά ότι αυτό έγινε λόγω της εγκλιμάτισης στο περιβάλλον του Nysted 1 ή λόγω της ενόχλησής τους από τις εργασίες στο Nysted 2. Χρειάζεται περαιτέρω έρευνα και χρόνος προκειμένου να αποσαφηνιστεί εάν ο πληθυσμός των φωκαίνων θα επανέλθει σε φυσιολογικά επίπεδα και τα ακριβή αίτια αυτής της συμπεριφοράς τους(Teilmann J. & Carstensen J.,2012: σελ. 5-10).



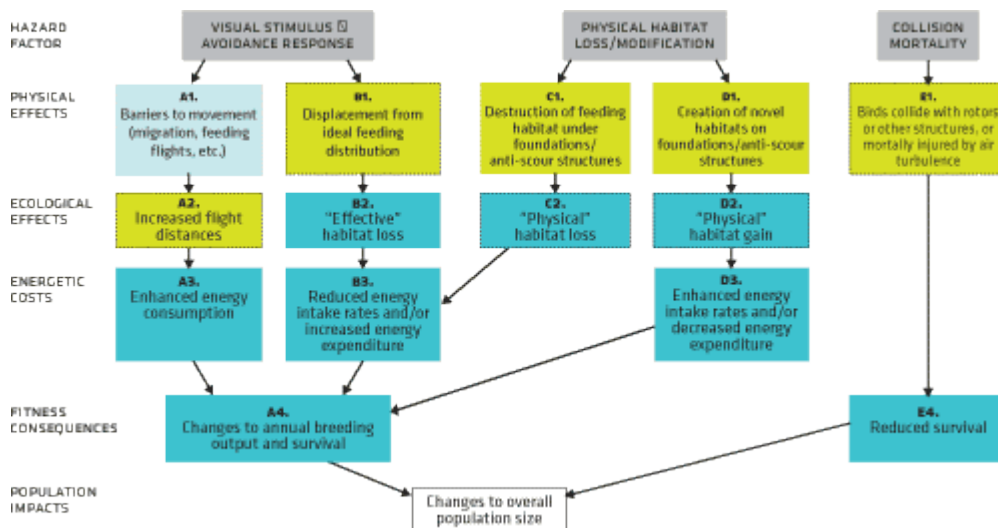
Σχήμα 5.4.3.1:Οι μέσες τιμές των PPM(τα λεπτά μέσα στην ημέρα όπου υπήρχε σήμα από τις φώκαινες) σε Horns Rev και Nysted. Operation 1 και 2 είναι τα πρώτα 2 χρόνια λειτουργίας του Nysted.Η πορτοκαλί μπάρα είναι στην ευρύτερη περιοχή του αιολικού πάρκου ενώ η γκρί και η πράσινη μέσα στο αιολικό πάρκο. Πηγή: <http://188.64.159.37/graphics/Publikationer/Havvindmoeller/kap06.htm> (πρόσβαση 25/2/15)

5.5 ΠΟΥΛΙΑ

Η Δανία λόγω της γεωγραφικής της θέσης, αποτελεί διάδρομο για την μετανάστευση των αποδημητικών πουλιών. Εκτός αυτού, οι θαλάσσιες ακτές της Δανίας θεωρούνται κατάλληλες για την ξεκούραση τους και την ανανέωση του τριχώματός τους και έχει υπολογιστεί ότι φιλοξενούνται στις Δανέζικες ακτές περισσότερα από 5-7 εκατομμύρια πουλιά τον χρόνο για μικρές ή μεγάλες περιόδους. Για αυτόν τον λόγο η Δανία έχει ειδικές υποχρεώσεις απέναντι στην σύμβαση του Ramsar και της Βόννης για να προστατεύσει τον πληθυσμό τους (Rose, P.M. & Scott D.A. 2002).

Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα αντιπροσωπεύουν την πιο εκτεταμένη ανάπτυξη της βιομηχανικής υποδομής στο θαλάσσιο περιβάλλον, μέχρι σήμερα, γι'αυτό τον λόγο η ανέγερση ανεμογεννητριών παρουσιάζει τρία είδη κινδύνου για τα πτηνά στη θάλασσα. Συνοπτικά αυτά περιλαμβάνουν:

1. Στοιχεία συμπεριφοράς, που προκαλούνται από την αποφυγή των πτερυγίων των ανεμογεννητριών και από την αλλαγή συμπεριφοράς λόγω οπτικών και ηχητικών ερεθισμάτων,
2. Στοιχεία περιβάλλοντος, όταν τα πουλιά αντιδρούν από την καταστροφή, την τροποποίηση και την δημιουργία καινούριου υδρόβιου περιβάλλοντος στις ανεμογεννήτριες,
3. Στοιχεία σύγκρουσης, που προκύπτουν από την θνησιμότητα των πουλιών λόγω της πρόσκρουσής τους στα πτερύγια τις ώρες λειτουργίας (Fox κ. συν., 2006α: σελ. 129-144)



Σχήμα 5.5.1: Οι κύριοι κίνδυνοι στα πουλιά Πηγή: (Kjær κ. συν., 2006: σελ. 95)

Για την καταγραφή των κινήσεων των πουλιών χρησιμοποιήθηκαν ραντάρ, έγινε ανθρώπινη παρακολούθηση από το παρατηρητήριο πουλιών που προϋπήρχε στην περιοχή, μέσω αέρος και μέσω θάλασσας και μέσω συστήματος υπέρυθρης παρακολούθησης. Για την καλύτερη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων το Horns Rev χωρίστηκε σε 30 παράλληλους απόστασης 2 χλμ μεταξύ τους και το Nysted σε 26 και σε 2 ορθογώνιες ζώνες 2 και 4 χλμ εξωτερικά της περιμέτρου. Η καλύτερη από όλες τις επιλογές ήταν τα ραντάρ καθώς παρείχαν 24ωρη κάλυψη, η εμβέλειά τους έφτανε μέχρι τα 12 χιλιόμετρα και λειτουργούσαν ανεξαρτήτως καιρού. Πλέον θεωρούνται υποχρεωτικά στην υπεράκτια περιβαλλοντική μελέτη(Dirksen κ. συν.,2004: σελ. 9-12).



Σχήμα 5.5.1: Αυτός ο πύργος είχε χρησιμοποιηθεί και σε παλιότερες μετρήσεις στο αιολικό πάρκο στο Tunø Knob και τοποθετήθηκε 5 χιλιόμετρα μακριά από το Horns Rev Photo: Jonas Teilmann Πηγή: (Christensen T. K. κ. συν. 2004)



Σχήμα 5.5.2: Θερμική κάμερα για την παρακολούθηση της κίνησης των πουλιών τοποθετημένη σε ανεμογεννήτρια στο Nysted Photo: Mark Desholm Πηγή: Larsen κ. συν. 2006

Στο Horns Rev διεξήχθησαν πολλές έρευνες στον ύφαλο πριν και μετά το πέρας της κατασκευής του με σκοπό την παρακολούθηση της αντιμετώπισης κάθε είδους πουλιών από το αιολικό πάρκο. Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν αφορούσαν στα είδη, τα νούμερα και την γεωγραφική κατανομή των πουλιών σε διαφορετικές εποχές μέσα στην χρονιά. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην πορεία των αποδημητικών πουλιών προκειμένου να αποφευχθεί το ενδεχόμενο της σύγκρουσής τους με κάποια από τις ανεμογεννήτριες κατά τις ώρες λειτουργίας και η συχνότητα της εισόδου των πουλιών της περιοχής στα όρια του αιολικού πάρκου για την ανεύρεση τροφής(Christensen T.K. & Hounisen J.P. 2005: σελ. 11-21).

Τα αποτελέσματα των ερευνών έδειξαν ότι πολλά είδη αποδημητικών πουλιών περνάνε από την «εναέρια περιοχή» του πάρκου όπως θαλάσσιες πάπιες, ο ερωδιός(wader) και άλλα, ιδιαίτερα το φθινόπωρο. Η γειτονική ανοικτή Βόρεια Θάλασσα και η θάλασσα του Wadden με τις παλίρροιες δημιουργούν ένα ιδανικό περιβάλλον στάσης των αποδημητικών πουλιών(Blew κ. συν. 2008: σελ. 9-32). Επίσης, κατάλληλες συνθήκες περιθάλαψης

προσφέρουν και οι ρηχές αμμουδιές της περιοχής για τις μαύρες πάπιες (Petersen, I. K. & Fox A.D. 2007). Τέλος, καταγράφηκαν και αρκετά είδη πουλιών που μένουν στην περιοχή όπως ο μαυροκόρακας, gannet (είδος γλάρου), μικροί γλάροι και διάφορα είδη πάπιας (Petersen κ. συν. 2006). Το Nysted επίσης αποτελεί πολύ καλή τοποθεσία στάσης αποδημητικών πουλιών και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρατηρούνται πολλά διαφορετικά είδη όπως κορμοράνοι, γλάροι, χήνες, πουπουλόπαπιες, μαυροκόρακες κλπ (Kahlert 2000: σελ. 23-30).

Η ικανότητα των πουλιών να αποφεύγουν την σύγκρουση με τις ανεμογεννήτριες είναι πολύ πολύπλοκο ζήτημα γιαυτόν τον λόγο οι έρευνες γίνανε ξεχωριστά ανά είδος γιατί το κάθε είδος έχει διαφορετική ταχύτητα αντίληψης, διαφορετική όραση και διαφορετική ευελιξία (Christensen T.K. & Hounisen J.P. 2005). Παρ'όλα αυτά οι συνολικές μετρήσεις έδειξαν ότι τα πουλιά προσαρμόστηκαν στις καινούριες συνθήκες και το 71%-86% των περιπτώσεων πέταξαν σε απόσταση 1,5-2 χιλιόμετρα έξω από την ακτίνα των αιολικών πάρκων (Christensen T.K. & Hounisen J.P. 2005). Στο Nysted, το ποσοστό αποφυγής της εναέριας περιοχής του πάρκου στα αποδημητικά πουλιά έφτασε το 91-92% ενώ ο γενικός μέσος όρος ήταν 78% (Fox κ. συν. 2006β).

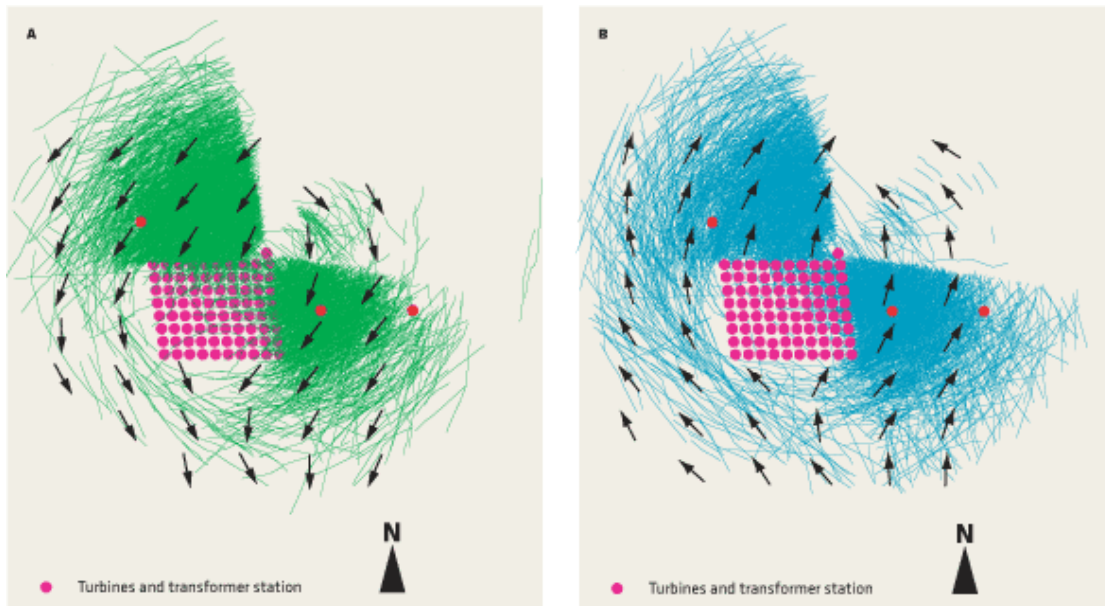
Οι γλάροι ήταν το είδος που καταγράφηκε πιο συχνά μεταξύ των ανεμογεννητριών, αλλά παρατηρήθηκαν κυρίως στην άκρη του αιολικού πάρκου και πολύ λιγότερο στα κεντρικά σημεία του. Χιλιάδες μαύρες πάπιες έχουν παρατηρηθεί στην περιοχή κοντά στο αιολικό πάρκο, και κάποια είδη από αυτές κατά καιρούς παρατηρήθηκαν να πετούν μέσα στο αιολικό πάρκο. Με τις συνεχείς καταγραφές από τα ραντάρ, μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός των χαμηλών αριθμών των πουλιών μέσα στην θαλάσσια περιοχή του αιολικού πάρκου και η γενικότερη τάση των πουλιών να μην εισέρχονται μέσα στο πάρκο σε αποστάσεις που ποικίλλουν από 300 μέχρι 6000 μέτρα μας δείχνουν καλά σημάδια αντίδρασης των πουλιών άρα μειώνεται και ο κίνδυνος πρόσκρουσής τους με τις ανεμογεννήτριες (Christensen T.K. κ. συν. 2004). Τα μόνα είδη που έδειξαν να εισέρχονται συνεχώς στον ενάεριο χώρο των πάρκων ήταν οι γλάροι και τα θαλάσσια χελιδόνια, αλλά αυτό γίνεται καθ'ότι επηρεάζονται από την συνεχή εισροή μικρών σκαφών (ερευνητικών και μη) και στην αναζήτηση τροφής (Larsen κ. συν. 2006). Επίσης στην περίπτωση που τα σμήνη εισέρχονταν τελικά μέσα από το πάρκο, πετούσαν σε ύψος χαμηλότερο από το συνηθισμένο, κάτω από το ύψος των πτερυγίων των ανεμογεννητριών και επέστρεφαν στο φυσιολογικό ύψος μετά την έξοδό τους από αυτό (Fox κ. συν. 2006β).

Έτσι, συνυπολογίζοντας όλα τα δεδομένα από τις θερμικές κάμερες, τα ραντάρ, τις παρατηρήσεις από αέρος και από την θάλασσα το συμπέρασμα των μελετητών είναι ότι ιδιαίτερα κατά την αποδημητική περίοδο του Σεπτεμβρίου από τα 235.000 πουλιά που περάσαν μέσα από το αιολικό πάρκο μόνο 41-45 φάνηκε να θανατώθηκαν λόγω της επαφής τους με τις ανεμογεννήτριες, δηλαδή το ποσοστό κινδύνου σύγκρουσης ήταν 0,018-0,020% (Fox κ. συν. 2006β).

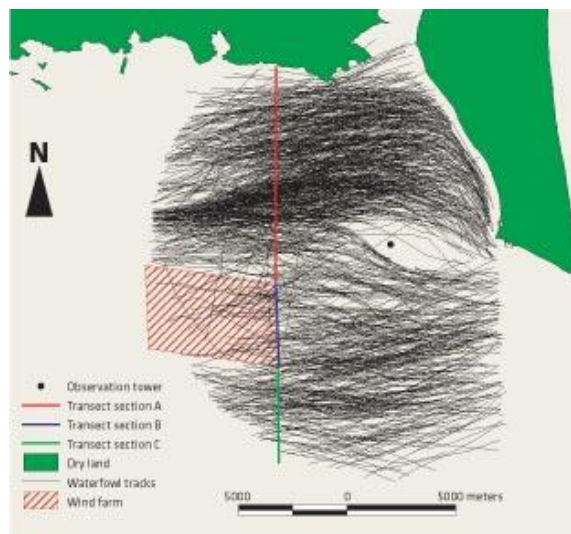
Στο δεύτερο περιβαλλοντικό πρόγραμμα που ακολούθησε το 2009 οι μελετητές λαμβάνοντας υπόψη ότι η πλειονότητα όλων των ειδών πουλιών είχαν προσαρμοστεί στις καινούριες συνθήκες, εστίασαν τις έρευνες τους στην μαυρόπαπια (common scoter) και στον κοκκινολαίμη βουτηχτή (red-throated diver). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μεν

μαυρόπαπιες έδειξαν να έχουν ίδια ποσοστά εντός και εκτός των ορίων του πάρκου ενώ ο κοκκινολαίμης βουτηχτής συνέχιζε να αποφεύγει την είσοδο στο αιολικό πάρκο ακόμα και για την ανεύρεση τροφής (Leonhard κ. συν., 2013).

Εκεί που προκύπτουν προβλήματα προσαρμογής είναι την περίοδο της νύχτας ή σε περιόδους χαμηλής ορατότητας καθώς ορισμένα είδη πουλιών τείνουν να προσελκύνονται από τους κόκκινους λαμπτήρες που έχουν τοποθετηθεί στην κορυφή κάθε πυλώνα. Τα συνολικά στατιστικά έδειξαν ότι 6 στα 10 σμήνη απέφυγαν να περάσουν μέσα από την ακτίνα επιρροής των ανεμογεννητριών την νύχτα, ενώ την ημέρα το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 9 στα 10. Εκτός αυτού, τα σμήνη που εν τέλει απέφευγαν την είσοδο στο αιολικό πάρκο αλλάζανε πορεία 0,5km πριν την είσοδό τους το βράδυ, ενώ την ημέρα η αλλαγή κατεύθυνσης γινόταν κατά μέσο όρο στο 1,5χλμ πριν. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα ο κίνδυνος σύγκρουσης (collision risk) να συγκέντρωνε μεγαλύτερα ποσοστά το βράδυ ή σε ημέρες χαμηλής ορατότητας από ότι την ημέρα (Jones & Francis 2003: σελ. 1-5).



Σχήμα 6.2.2: Στοιχεία από τα ραντάρ κίνησης Πηγή: Nielsen κ. Συν. 2006



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις στο Horns Rev και στο Nysted

Η κατασκευή υπεράκτιων αιολικών πάρκων εκτός από τις μεταβολές που επιφέρουν στο περιβάλλον της περιοχής, επηρεάζουν και τις τοπικές κοινωνίες. Οι μεταβολές στην τοπική κοινωνία είναι πολύπλευρες και πολλές φορές αλυσιδωτές. Οι επιπτώσεις στον τουρισμό μπορεί να είναι θετικές ή αρνητικές καθώς τα αιολικά πάρκα μπορεί είτε να αποτελέσουν πόλο έλξης τουριστών είτε να τους απωθήσει να πάνε στις παραλίες κοντά σε αυτά λόγω της οπτικής όχλησης (Kjær J.I. κ. συν. 2006: σελ. 114-117).

6.1 Κοινωνικές, οικονομικές έρευνες και δημοσκοπήσεις στις τοπικές κοινωνίες

Όλες οι υποθέσεις για τις τυχόν επιπτώσεις σε κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο έπρεπε να διερευνηθούν από τους μελετητές. Η κοινωνική και οικονομική έρευνα στις τοπικές κοινωνίες των αιολικών πάρκων του Horns Rev και του Nysted ήταν και αυτή μέρος του προγράμματος παρακολούθησης των επιπτώσεων από την κατασκευή των υπεράκτιων αιολικών πάρκων με την μόνη διαφορά ότι η έρευνα ξεκίνησε αργότερα από ότι οι προηγούμενες.

Ο πρώτιστος σκοπός της κοινωνικής έρευνας ήταν η καταγραφή της συμπεριφοράς των ανθρώπων και οι προτιμήσεις τους σχετικά με την κατάλληλη τοποθεσία των πάρκων. Ο τρόπος με τον οποίο διεξήχθη η ποιοτική έρευνα ήταν μέσω ανάλυσης του τρόπου αντίδρασης της τοπικής κοινωνίας στα δημοσιεύματα και τις αναφορές από τα μέσα μαζικής επικοινωνίας και μέσω συνεντεύξεων τοπικών φορέων που συμμετείχαν ενεργά στην διαδικασία διαλόγου μεταξύ των εταιρειών και της τοπικής κοινωνίας. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την καταγραφή των προτιμήσεων μας δείχνουν επίσης τον βαθμό της επιθυμίας των κατοίκων να πληρώσουν ακριβότερα το ρεύμα προκειμένου να κατασκευαστούν τα πάρκα σε μεγαλύτερη απόσταση από την πλευρά (Nielsen κ. συν. 2006: σελ. 36-38).

Οι έρευνες ήταν διαφορετικής δομής στις δύο περιοχές καθώς, το 2003 που ξεκίνησε η έρευνα, το Horns Rev ήταν σε λειτουργία εδώ και ένα χρόνο, ενώ στο Nysted δεν είχαν αρχίσει ακόμα οι εργασίες κατασκευής. Παρόλα αυτά για την εξαγωγή των

συμπερασμάτων βασίστηκαν σε 3 βασικές συμπεριφορές ανθρώπων για τον προσδιορισμό της μεταβολής της ή όχι. Τους υποστηρικτές των αιολικών πάρκων, τους ενάντιους και τουςπραγματιστές ή ουδέτερους(Kuehn,2005: σελ. 2).

Ο λόγος που η ταξινόμηση των ανθρώπων που συμμετείχαν στις έρευνες έγινε κατ'αυτόν τον τρόπο καθώς οι απόψεις υπέρ ή κατά της αιολικής ενέργειας είναι πολλές φορές υποκειμενικές και δεν βασίζονται σε στατιστικά στοιχεία. Εξαιτίας αυτού και με βάση προηγούμενες έρευνες σχηματίστηκε το προφίλ του θετικού και του αρνητικού υποστηρικτή (Damborg&Krohn,2000).

Ο υποστηρικτής της αιολικής ενέργειας θεωρεί τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως την καλύτερη λύση σε σχέση με τις υπόλοιπες πηγές ενέργειας καθώς συνδέει τις συμβατικές πηγές ενέργειας και τον άνθρωπο υπεύθυνους για την κλιματική αλλαγή. Για αυτόν τον λόγο έχει την άποψη ότι η κλιματική αλλαγή και οι συνέπειές της πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη και να παρθούν δραστικά μέτρα για την αντιμετώπισή της. Επιπρόσθετα, θεωρεί ότι η αιολική ενέργεια είναι αέναη σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, δεν μολύνει το περιβάλλον και είναι ασφαλής(Damborg&Krohn,2000).

Αντίθετα ο πολέμιος της αιολικής ενέργειας θεωρεί ότι οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας δεν μπορούν να λύσουν τα ενεργειακά ζητήματα και αποτελούν συμπληρωματικές λύσεις. Επίσης, θεωρεί ότι η παραγωγή αιολικής ενέργειας είναι ακριβό υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων και ότι η αποδοτικότητα των συσκευών παραγωγής αιολικής ενέργειας δεν είναι φερέγγυες λόγω της εξάρτησής τους από τον άνεμο. Τέλος, η άποψή του για τις ανεμογεννήτριες είναι ότι είναι θορυβώδης, δημιουργούν οπτική όχληση και προκαλούν επιπτώσεις στο οικοσύστημα με την λειτουργία τους(Damborg&Krohn,2000).

Τα σχέδια για την κατασκευή των αιολικών πάρκων στο Horns Rev και στο Nysted είχαν ξεκινήσει από τα μέσα της δεκαετίας του '80. Μέχρι να φτάσουμε στα τελικά σχέδια από τις κατασκευαστικές εταιρείες το 1997, το κύριο μέλημα των τοπικών κοινωνιών ήταν η απόσταση του πάρκου από την στεριά. Ο λόγος της ανησυχίας ήταν διαφορετικός σε κάθε περιοχή. Στο Horns Rev φοβόντουσαν τις επιπτώσεις που θα είχε η κατασκευή στο τοπικό τουρισμό, ενώ στο Nysted κατά πόσο θα επηρεαζόταν το οικοσύστημα και η φυσική ομορφιά της περιοχής. Και στις δύο περιπτώσεις, οι κάτοικοι ζήτησαν να έχουν μεγαλύτερη επιρροή στις αποφάσεις κατασκευής του έργου και θεωρούσαν ότι οι πρώτες τοπικές ενημερώσεις γίναν αφού είχαν δρομολογηθεί τα έργα(Kjær J.I. κ. συν. 2006: σελ. 114).

Τα τοπικά μέσα μαζικής επικοινωνίας έπαιξαν και αυτά τον ρόλο τους στην επιρροή της κοινής γνώμης από το 1997 και μετά. Οι εθνικές εφημερίδες δεν έδωσαν ιδιαίτερη σημασία στα δύο έργα και δεν γράφτηκαν πολλά άρθρα για την πορεία των έργων στο Horns Rev και στο Nysted. Αντιθέτως 2 τοπικές εφημερίδες (1 σε κάθε περιοχή) ασχολήθηκαν εκτενέστατα με την πορεία των έργων, με άρθρα και συνεντεύξεις τοπικών φορέων.

Και οι δύο εφημερίδες ακολούθησαν εναντιωματική πολιτική ως προς τα έργα, κυρίως λόγω της αμφιβολίας των δημοσιογράφων για τις επιπτώσεις που θα είχε το έργο στην τοπική οικονομία και στο περιβάλλον. Παρόλα αυτά οι αναγνώστες εξέφρασαν την αντίθεσή τους και υπερασπίστηκαν τα πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας θεωρώντας ότι σε κάποιες περιπτώσεις η ενημέρωση ήταν υποκειμενική και όχι αντικειμενική. Στον

μόνο τομέα που υπήρχε θετική αντιμετώπιση από τις εφημερίδες ήταν οι νέες θέσεις εργασίας που θα έδιναν δουλειά σε περιοχές με υψηλά ποσοστά ανεργίας.



Σχήμα 6.1.1: Απόσπασμα της τοπικής εφημερίδας Jydske Vestkysten για το Horns Rev 15 Μαΐου 2002 Πηγή: http://www.kjaerbro.dk/hornsrev/avis_.htm (πρόσβαση 26/2/2015)



Σχήμα 6.1.2: Νεώτερο απόσπασμα της τοπικής εφημερίδας Lolland-Falster Folketidende για το Nysted Πηγή: <http://www.nysted-bevaringsforening.dk/Arkiv.htm> (πρόσβαση 26/2/15)

Γενικότερα, πριν την αρχή της έρευνας υπήρχε περισσότερη θετική υποστήριξη στο Nysted απ'ότι στο Horns Rev. Για τις ανάγκες της έρευνας έγιναν 14 συνεντεύξεις τοπικών φορέων και ενεργών πολιτών στο Horns Rev και 12 στο Nysted. Από τους 14 στο Horns Rev οι 10 είχαν αρνητική άποψη για το έργο, οι 6 εκ των οποίων ένα χρόνο μετά αποδέχτηκαν την λειτουργία των πάρκων και είχαν θετικότερη άποψη. Αντίστοιχα στο Nysted οι 5 από τους 12 είχαν εξαρχής θετική άποψη, οι 5 ήταν ενάντιοι του έργου και 3 ουδέτεροι. Οι κύριοι προβληματισμοί των ατόμων που συμμετείχαν στις συνεντεύξεις στο Horns Rev ήταν κατά πόσο θα επηρεαστεί ο τουρισμός της περιοχής και κατά συνέπεια και οι τιμές των ακινήτων και όλα τα παρεμφερή επαγγέλματα, ενώ στο Nysted η κύρια ανησυχία τους ήταν η αλλοίωση του φυσικού στοιχείου της περιοχής.

Το πιο ενδιαφέρον αποτέλεσμα που προέκυψε από τις συνεντεύξεις, εκτός από τις ανησυχίες τους ως προς το έργο, είναι η διαφορά της γνώσης από την εμπειρία. Και στις δύο περιοχές οι κάτοικοι διαμαρτυρήθηκαν για την έλλειψη ενημέρωσης και επιρροής του έργου, έχοντας ως «όπλο» διαπραγμάτευσης την εμπειρία τους στην περιοχή και όχι την αντικειμενική γνώση. Αυτό ήταν το συνεχές αντικείμενο διαμάχης μεταξύ των τοπικών κοινωνιών και των πραγματογνωμόνων οι οποίοι αδυνατούσαν να πείσουν τους κατοίκους ότι έχουν γίνει όλες οι απαραίτητες ενέργειες για την προστασία της βιοποικιλότητας και της οικονομίας της περιοχής(Kuehn 2005: σελ. 13-16).

Ένα χρόνο μετά τις συνεντεύξεις τα υπεράκτια αιολικά πάρκα έπαψαν να είναι αντικείμενο δημόσιας συζήτησης στις τοπικές κοινωνίες. Στο Horns Rev παρ'ότι ήταν πιο αρνητικοί με το έργο στην αρχή, όπως προαναφέρθηκε, άλλαξαν γνώμη εύκολα μόλις συνειδητοποίησαν ότι ο τουρισμός της περιοχής δεν είχε επηρεαστεί από την παρουσία των ανεμογεννητριών. Αντίθετα, στο Nysted η οπτική όχληση συνέχιζε να είχε αρνητικό αντίκτυπο στους κατοίκους όπως και ένα χρόνο πριν επομένως το πρόβλημα παρέμενε για αυτούς(Nielsen κ. συν. 2006: σελ. 35-39). Η συνέχιση της αρνητικής αντιμετώπισης από το Nysted εικάζεται από το γεγονός ότι οι ανεμογεννήτριες είναι εμφανής από κεντρικά σημεία της πόλης, σε αντίθεση με το Horns Rev όπου λίγα σπίτια έχουν οπτική επαφή με το πάρκο(Nielsen L.K.,2009).

Η μεγάλη περιβαλλοντική οικονομική έρευνα που διενεργήθηκε τον Μάιο του 2004 δηλαδή όταν το Horns Rev βρισκόταν σε πλήρη λειτουργία εδώ και 2 χρόνια και το Nysted 1 χρόνο έδωσε πολύτιμες πληροφορίες για την στάση του κόσμου απέναντι στα υπεράκτια αιολικά πάρκα και το ποσοστό αποδοχής τους. Στάλθηκε μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και βασίστηκε πάνω στις ποσοτικές απαντήσεις 1400 επιλεγμένων πολιτών. Τα ερωτηματολόγια φτιάχτηκαν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να είναι κατανοητά στους ερωτηθέντες χωρίς να είναι απαραίτητη η εκ προοιμίου τεχνογνωσία και η διατύπωση των ερωτήσεων να είναι ξεκάθαρη και μη προσβλητική. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν φωτογραφίες στα είδη των σεναρίων προκειμένου να κάνουν πιο εύκολη την εικόνα στο μυαλό του ερωτηθέντου (Bateman κ. συν. 2002: σελ. 43-57). Τα δείγματα ήταν τυχαία και χωρίστηκαν σε 3 ομάδες με άξονα την περιοχή προέλευσης των ερωτηθέντων. Τα ερωτηματολόγια στάλθηκαν σε 700 άτομα από όλη την επικράτεια(National Sample=NA),350 άτομα στο Horns Rev(HR) και άλλα 350 στο Nysted(NY). Στο τέλος της έρευνας αξιολογήθηκαν τα 672 από αυτά, με τα αντίστοιχα νούμερα των ομάδων να είναι 362, 140 και 170 αριθμός ικανοποιητικός για την εκτίμηση αποτελέσματος. Οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να απαντήσουν σε υποθετικά σενάρια μεταβολής απόστασης των

αιολικών πάρκων και συνεπώς και του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και σε ερωτήσεις σχετικά με την άποψή τους για την αιολική ενέργεια (Nielsen K. συν., 2006: σελ. 35-39).



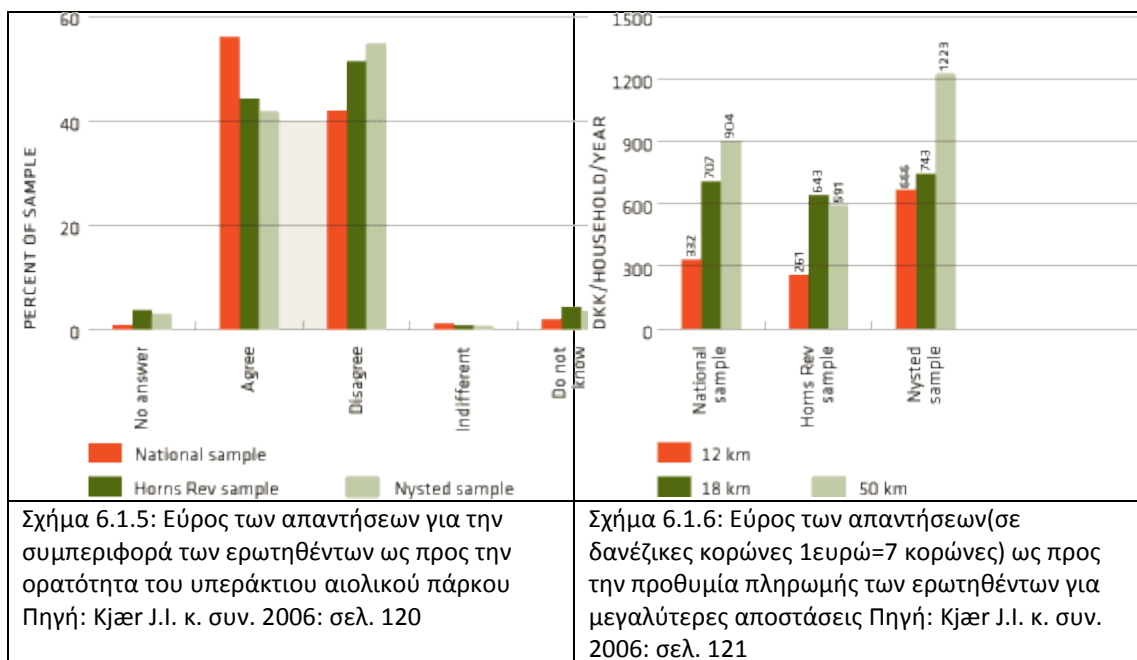
Σχήμα 6.1.3: Απόσταση 8 χλμ, 100 τουρμπίνες Πηγή: Ladenburg κ. Συν. 2005



Σχήμα 6.1.4: Απόσταση 18χλμ, 144 τουρμπίνες Πηγή: Ladenburg κ. Συν. 2005

Οι συγγραφείς του ερωτηματολογίου (Ladenburg & Dubgaard 2007) ζήτησαν από τους ερωτηθέντες να επιλέξουν μεταξύ 4 χιλιομετρικών αποστάσεων του αιολικού πάρκου από την στεριά τις 2 καλύτερες σε προτίμηση στον συνδυασμό κόστους και οπτικής επαφής. Τα επίπεδα των χιλιομετρικών αποστάσεων ήταν τέσσερα: 8 (ορατό), 12 (σχετικά ορατό), 18 (ελάχιστα ορατό) και 50 χιλιόμετρα (καθόλου ορατό).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο μέσος όρος των ερωτηθέντων ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν 47, 98 και 125 ευρώ πιο ακριβά το ηλεκτρικό ρεύμα το χρόνο για την μεταφορά του αιολικού πάρκου στα 12, 18 και 50 χιλιόμετρα από την ακτή. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι όσοι έχουν οπτική επαφή από το σπίτι τους με υπεράκτια αιολικά πάρκα και συμμετείχαν στην έρευνα απάντησαν πιο αρνητικά σε σχέση με τους υπολοίπους. Πιο συγκεκριμένα, ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν σχεδόν τα διπλάσια σε σχέση με τους κατοίκους που είχαν πιο αραιή οπτική επαφή με τα πάρκα.



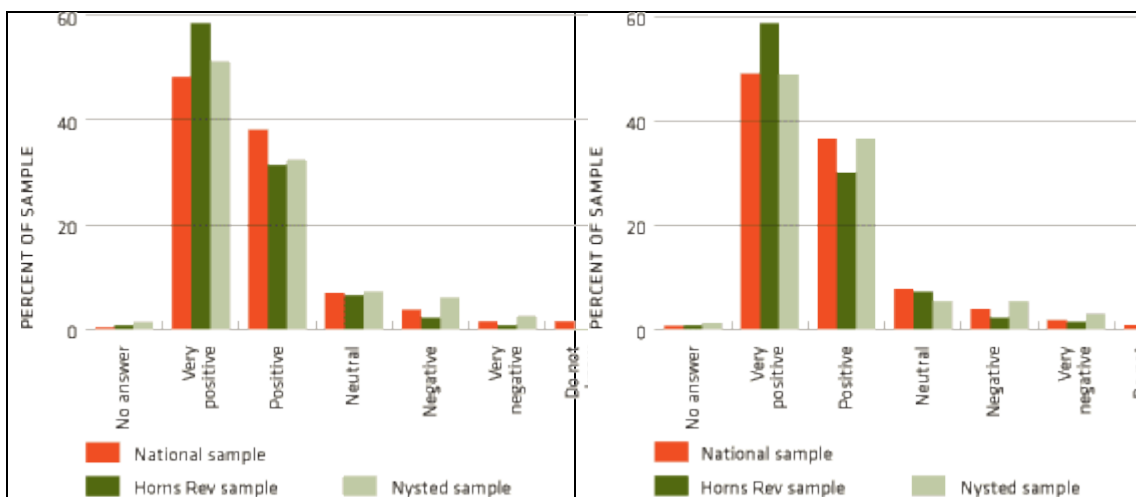
Σχήμα 6.1.5: Εύρος των απαντήσεων για την συμπεριφορά των ερωτηθέντων ως προς την ορατότητα του υπεράκτιου αιολικού πάρκου Πηγή: Kjær J.I. κ. συν. 2006: σελ. 120

Σχήμα 6.1.6: Εύρος των απαντήσεων(σε δανέζικες κορώνες 1ευρώ=7 κορώνες) ως προς την προθυμία πληρωμής των ερωτηθέντων για μεγαλύτερες αποστάσεις Πηγή: Kjær J.I. κ. συν. 2006: σελ. 121

Στο δεύτερο σκέλος του ερωτηματολογίου, υπήρχαν ερωτήσεις με κλιμακούμενες απαντήσεις του τύπου, «πολύ θετική εντύπωση», «θετική εντύπωση», «ουδέτερη», «αρνητική», «πολύ αρνητική», «δεν ξέρω/δεν απαντώ», «καμία απάντηση».

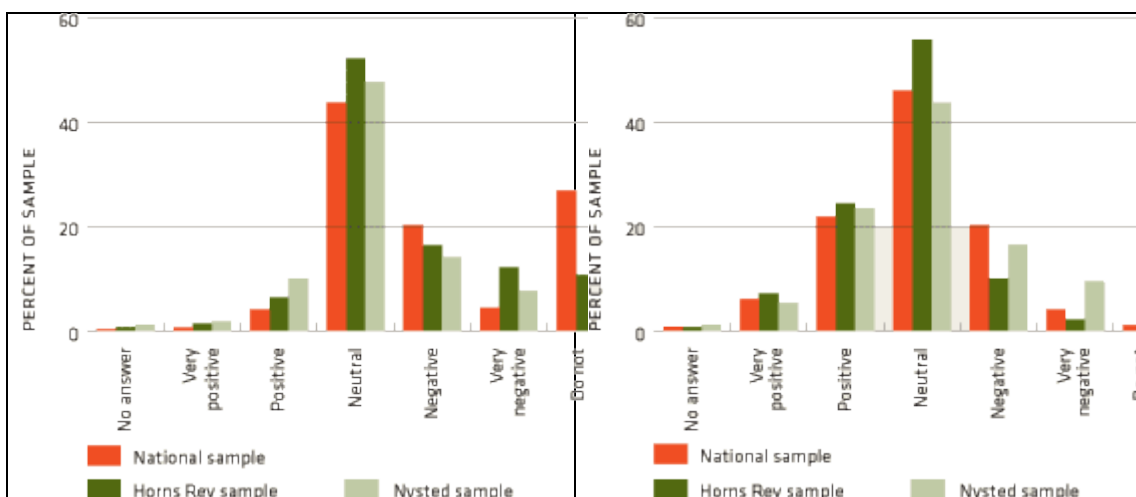
Δίνοντας έμφαση κυρίως στις απαντήσεις των κατοίκων του Horns Rev και του Nysted βγήκαν πολλαπλά συμπεράσματα από τις αρνητικές απαντήσεις τους. Οι αρνητικές απαντήσεις εστιάστηκαν κυρίως στην οπτική όχληση και στις αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Επίσης, μέρος των αρνητικών απαντήσεων δήλωναν την έκπληξη των ατόμων για την επιλογή της τοποθεσίας σε περιοχές με ευαίσθητα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Τέλος, αρκετές αρνητικές απαντήσεις επικέντρωθηκαν στην αντιαισθητικότητα των προειδοποιητικών κόκκινων λαμπτήρων για την εναέρια κυκλοφορία μην δίνοντας βάση ότι λειτουργούσε ως αποτρεπτικό σημάδι όχι μόνο για την τεχνητά εναέρια μέσα, αλλά και για τον ευαίσθητο πληθυσμό των αποδημητικών πουλιών(Kjær J.I. κ. συν. 2006).

Παρακάτω δίνονται μερικά από τα διαγράμματα με τις-σημαντικότερης σημασίας- απαντήσεις στα ερωτηματολόγια.



Σχήμα 6.1.7: Το εύρος απαντήσεων ως προς την αντιμετώπιση των ήδη υπαρχόντων υπερράκτιων αιολικών πάρκων Πηγή: Kjær J.I. κ. συν. 2006: σελ. 117

Σχήμα 6.1.8: Το εύρος απαντήσεων ως προς την αντιμετώπιση για περαιτέρω κατασκευή υπερράκτιων αιολικών πάρκων Πηγή: Kjær J.I. κ. συν. 2006: σελ. 117



Σχήμα 6.1.9: Το εύρος απαντήσεων ως προς την αντίληψη των ερωτηθέντων για τις επιπτώσεις στα πουλιά της περιοχής Πηγή: Kjær J.I. κ. συν. 2006: σελ. 118

Σχήμα 6.1.10: Το εύρος απαντήσεων ως προς την αντίληψη των ερωτηθέντων για τις επιπτώσεις στο φυσικό τοπίο της περιοχής Πηγή: Kjær J.I. κ. συν. 2006: σελ. 119

Ο Ladenburg σε μεταγενέστερες έρευνές του ανέδειξε ότι οι μεγαλύτερη ηλικίας ερωτώμενοι προτιμούν τα αιολικά πάρκα στην θάλασσα από ότι στην στεριά(Ladenburg 2008: σελ. 111-118), και ότι οι γυναίκες έχουν μεγαλύτερη προτίμηση στα υπερράκτια αιολικά πάρκα από ότι οι άντρες(Ladenburg,2010).

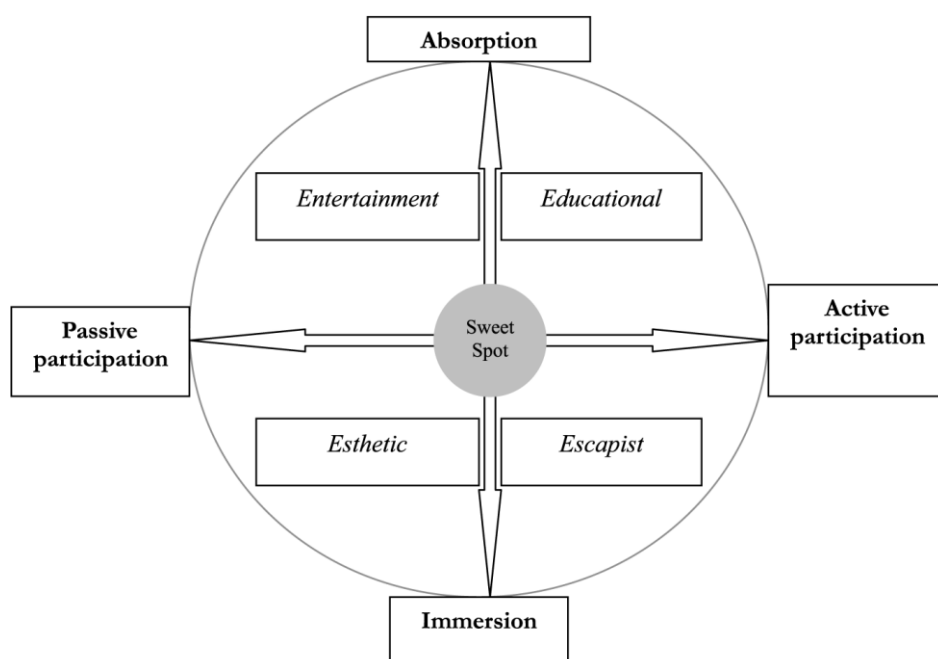
Με βάση τα οικονομικά κριτήρια οι συγγραφείς αποφάνθηκαν ότι η μεσαία και υψηλή τάξη έβαζε σε μεγαλύτερη προτεραιότητα την χρησιμότητα των έξτρα χρημάτων που θα δαπανούσαν, από τα χαμηλότερα εισοδήματα (Ladenburg & Dubgaard 2007: σελ. 4-13). Σε συνδυασμό με αυτό, όσο υψηλότερο ήταν το εισόδημα, τόσο πιο αρνητικές ήταν οι απαντήσεις για την οπτική επαφή με τα υπερράκτια αιολικά πάρκα(Ladenburg,2010: σελ. 1297-1304).

Τέλος, σε αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας επισημάνθηκε το γεγονός ότι τα άτομα που είχαν συχνότερη οπτική επαφή σε καθημερινή βάση έχουν πιο αρνητική εικόνα για τις ανεμογεννήτριες από ότι αυτούς με μικρότερη καθημερινή επαφή(Ladenburg κ. συν.,2013: σελ. 45-54).

6.2 Η επίδραση των αιολικών πάρκων στον τοπικό τουρισμό

Και στις δύο περιοχές που κατασκευάστηκαν τα δύο αιολικά πάρκα η αρχική αντίδραση των πληθυσμών ως προς την επίδραση που θα είχε η κατασκευή τους στον τουρισμό ήταν αρνητική, με πιο έντονα σημάδια στο Horns Rev. Αυτό οφείλεται κυρίως στην προκατάληψη που υπάρχει λόγω της οπτικής όχλησης που προκύπτει. Όμως με το πέρασμα του χρόνου, οι αρχικές φοβίες των τοπικών φορέων μηδενίστηκαν μετά την έναρξη ολοκλήρωση των αιολικών πάρκων.

Όπως ο Pine και Gilmore είχαν επεξηγήσει το 1998 με την σφαίρα των εμπειριών, οι διαφορετικοί τρόποι που αντιμετωπίζουμε μια εμπειρία φέρνει και διαφορετικές εμπειρίες. Με το ίδιο ακριβώς σκεπτικό για τα αιολικά πάρκα, ό,τι φαίνεται αντιαισθητικό, αν το δεις αισθητικά μπορεί να σου φέρει διασκέδαση,γαλήνη και εκπαίδευση και σε θέματα τουρισμού και κέρδος(Pine & Gilmore 1999).



Source: Adapted from Pine and Gilmore (1998)

Σχήμα 6.2.1: Η σφαίρα των εμπειριών από τον Pine& Gilmore

Έτσι, προσπαθώντας να εκμεταλλευτούν προς όφελος τους τις καινούριες συνθήκες που επικρατούν στην θαλάσσια περιοχή, οι τοπικοί φορείς έφεραν καινοτόμες ιδέες για την ανάπτυξη του τουρισμού. Ήδη από την περίοδο κατασκευής του αιολικού πάρκου οι

τουρίστες έδειξαν την περιέργειά τους ως προς τις εργασίες. Η πρώτη επιχειρηματική κίνηση ήταν το άνοιγμα της έκθεσης “The World of Wind” στο λιμάνι του Nysted από το καλοκαίρι του 2003 με ελεύθερη είσοδο. Η έκθεση σημειώνει επιτυχία σε όλες τις ηλικίες και ιδιαίτερα στα μικρά παιδιά και σύμφωνα με τους υπολογισμούς χωρίς να έχουν κρατηθεί επίσημα στοιχεία λόγω της ελεύθερης εισόδου εκτιμάται ότι προσελκύει 4000 επισκέπτες τον χρόνο (Albrecht κ. συν., 2013: σελ. 30). Επίσης διοργανώνονται τουριστικές βόλτες με καράβι γύρω από τις ανεμογεννήτριες σε καθημερινή βάση την καλοκαιρινή περίοδο και στο Horns Rev και στο Nysted. Ιδιαίτερα στο Horns Rev, η τουριστική βόλτα συνδυάζεται μαζί με την επίσκεψη στο νησί Fanø και στα αγάλματα “Men at Sea” τα οποία κατασκευάστηκαν με μέτωπο προς την θάλασσα για τον εορτασμό των 100 χρόνων ανεξαρτησίας του δήμου Esbjerg (<http://www.danishnet.com/info.php/travel/esbjerg-attractions-348.html>).

Εν κατακλείδι, καμία αρνητική επίπτωση δεν φαίνεται και στις 2 περιοχές στον τομέα του τουρισμού, αντιθέτως τα υπεράκτια αιολικά πάρκα προσελκύουν νέους τουρίστες κυρίως τουρίστες με σκάφη αναψυχής.



Σχήμα 6.2.2: “Men at the Sea” Πηγή: <http://www.travellowdown.com/denmark-southern-jutland-legoland/> (πρόσβαση 23/2/15)

6.3 Οι επιπτώσεις στις υπόλοιπες οικονομικές δραστηριότητες

Λόγω των αιολικών πάρκων οι επενδύσεις για κάθε περιοχή άγγιξαν τα 260 εκατομμύρια ευρώ. Το 42% και 47,6% των χρημάτων για τα υλικά και τις υπηρεσίες επενδύθηκαν στην τοπική κοινωνία στο Horns Rev και στο Nysted αντίστοιχα, δηλαδή κοντά στα 145 εκατομμύρια ευρώ (Earthscan, 2012). Για περιοχές με υψηλό δείκτη ανεργίας όπως το Horns Rev και στο Nysted, αυτό αποτέλεσε την καλύτερη οικονομική ανάσα. Άλλωστε, όπως

προαναφέρθηκε, ένας από τους λόγους για την μεταστροφή του αρνητικού κλίματος πριν την κατασκευή των έργων ήταν οι νέες θέσεις εργασίας.

Σε συνολικά νούμερα η κατασκευή του αιολικού πάρκου στο Horns Rev δημιούργησε 3759 θέσεις εργασίας ενώ τα αντίστοιχα νούμερα στο Nysted ήταν 2394. Ο λόγος που στο Nysted ο αριθμός είναι μικρότερος είναι γιατί δεν υπάρχουν επίσημα στοιχεία για το πόσα άτομα απασχολούνται στις εργασίες συντήρησης (Ladenburg κ. συν. 2005: σελ. 83-92). Σύμφωνα με έρευνα του Bonefeld (2004), υπολογίστηκε ότι τα 2/3 των εργατών που δούλεψαν κατά της εργασίες κατασκευής και το 90% στις εργασίες συντήρησης και λειτουργίας προέρχονται από τις τοπικές κοινωνίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στο περιβάλλον και στον άνθρωπο έχει καταστεί σαφής στην κοινωνία και οφείλουμε πλέον όλοι να συμβάλλουμε στην εξομάλυνση της κατάστασης. Έτσι, αυτό που πρέπει να γίνει πρωτίστως είναι η αλλαγή συμπεριφοράς και στάσης όλων των εμπλεκόμενων φορέων και η συνειδητοποίηση της κρισιμότητας της κατάστασης σε ό,τι έχει να κάνει με το ενεργειακό ζήτημα και το οικολογικό πρόβλημα.

Η Δανία αποτελεί την χώρα-πρωτοπόρο στην Ευρώπη και παγκοσμίως σε θέματα αιολικής ενέργειας και σε τεχνολογικό και σε κοινωνικό επίπεδο. Το αναλυτικό πλαίσιο της ιστορίας της Δανίας στην αιολική ενέργεια μας δείχνει όλους τους παράγοντες που συνέβαλλαν στην καινοτομία και στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Η διαρκώς αυξανόμενη θετική κοινή γνώμη, η στροφή προς την «πράσινη ενέργεια» και η τεχνολογική πρόοδος και εξέλιξη των συστημάτων εκμετάλλευσης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην ραγδαία ανάπτυξη της Δανίας στο κομμάτι της αιολικής ενέργειας.

Η κοινωνική ευαισθητοποίηση σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν σημαίνει όμως και κοινωνική αποδοχή των αιολικών έργων σε τοπικό επίπεδο. Η έλλειψη εμπιστοσύνης των πολιτών μιας τοπικής κοινωνίας και η επιρροή του «όχι στην περιοχή μου» ή αλλιώς «NIMBY effect» προέρχεται από πολλούς κοινωνικούς παραγόντες. Πηγάζει από την έλλειψη των γνώσεων του πολίτη ως προς το ζήτημα, το μορφωτικό επίπεδο, το μέρος διαμονής(εντός ή εκτός πόλης), τα ατομικά συμφέροντα και την προσωπική αντίληψη. Πρωτίστως, η επιτυχία της αιολικής ενέργειας καθορίζεται από το επίπεδο κατανόησης των επενδύτων στην σημασία της συμμετοχής των τοπικών κοινωνιών στις αποφάσεις. Η συμμετοχή τους βοηθάει τόσο στην καλύτερη κατανόηση τους ως προς τους στόχους του αιολικού πάρκου και στην διάδοση των πληροφοριών ως προς αυτό και για τις προτάσεις τις οποίες μπορούν να προτείνουν οι τοπικοί φορείς για την διευκόλυνση των έργων. Επιπρόσθετα, το συμπέρασμα που εξάγεται από όλες τις υφιστάμενες έρευνες είναι ότι η οικονομική συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας είναι ένας τρόπος για την εξομάλυνση των συγκρούσεων και την μείωση της παθητικότητας των πολιτών ως προς το υφιστάμενο έργο. Για αυτό τον λόγο, η τοπική συμμετοχή καθορίζεται ως πολύ σημαντική και κρίσιμη για την επιτυχία των έργων και επισημάνθηκε σε όλα τα σημεία της διπλωματικής.

Η συγκριτική μελέτη των υπεράκτιων παρκών σε Horns Rev και Nysted εξακρίβωσε την σημασία της τοπικής συμμετοχής για την συνολική στήριξη του έργου. Η ανάλυση και η

σύγκριση των δύο διαδικασιών μας δίνουν μια καλύτερη εικόνα για τις προκλήσεις που μπορούν να συναντήσουν οι σχεδιαστές των υπεράκτιων αιολικών πάρκων.

Συμπερασματικά, η εγκατάσταση και των δύο υπεράκτιων αιολικών πάρκων επέφερε σημαντικές μεταβολές στην βιοποικιλότητα της περιοχής. Κατά την διάρκεια της εγκατάστασης και ιδιαίτερα κατά την διάρκεια θεμελίωσης των ανεμογεννητριών παρατηρείται προσωρινή αιώρηση ιζημάτων που οδηγεί στην αύξηση της θολότητας του νερού, αλλά μετά το τέλος των εργασιών τα θεμέλια βοήθησαν στην δημιουργία τεχνητών υφάλων και στην ανάπτυξη καινούριων μικροοργανισμών και ειδών ψαριών στην περιοχή. Τα θαλάσσια θηλαστικά απωθήθηκαν από τα σημεία θεμελίωσης των δομών με κατάλληλες συσκευές παραγωγής ήχων ικανών να τους απομακρύνει, αλλά στην περίπτωση των φώκαινων(harbor porpoises) στην περιοχή του Nysted η κατασκευή του αιολικού πάρκου έδειξε να τους επηρεάζει και να τις απομακρύνει από την ευρύτερη θαλάσσια περιοχή περισσότερο από το αναμενόμενο. Οι φώκιες επηρεάστηκαν προσωρινά, αλλά μετά την έναρξη λειτουργίας του πάρκου, έχουν πιο συχνή παρουσία μέσα σε αυτό λόγω της αυξημένου πληθυσμού ψαριών στην περιοχή από την παρουσία των τεχνητών υφάλων. Τέλος, η παρουσία των αιολικών πάρκων οδήγησε στην αλλαγή συμπεριφοράς κατά πλειοψηφία από τα διάφορα είδη πουλιών που υπάρχουν στον εναέριο χώρο του Hørgs Rev και του Nysted. Λόγω του αυξημένου αριθμού μεταναστευτικών πουλιών που περνάνε από την περιοχή, οι έρευνες ήταν επίμονες και χρονοβόρες και τα αποτελέσματα αυτών έδειξαν ότι η πλειοψηφία των πουλιών απέφυγε να πετάξει μέσα στα στενά όρια του πάρκου, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο πρόσκρουσης στις ανεμογεννήτριες. Συνολικά, τα ποσοστά θνησιμότητας των μεταναστευτικών πουλιών λόγω των ανεμογεννητριών ήταν της τάξεως του 0,02%, ποσοστό πολύ μικρότερο αν συγκριθεί με άλλες αιτίες θανάτου πουλιών στο περιβάλλον. Συνεπώς, δεν υπάρχει αισθητή μείωση κάποιου είδους πουλιού από αυτόν τον λόγο.

Οι τοπικές κοινωνίες παρά την σχετική διστακτικότητά τους στην αρχή των έργων, από τα πρώτα χρόνια λειτουργίας των πάρκων και με την διαρκή ενημέρωσή τους ευαισθητοποιήθηκαν ακόμα πιο πολύ σε θέματα περιβάλλοντος, απέκτησαν θετική αντίληψη για τα έργα, αλλά είναι και διατεθειμένοι να πληρώσουν πιο ακριβά την παροχή ρεύματος λαμβάνοντας υπόψη την οπτική όχληση από τα υφιστάμενα έργα. Σημαντικό ρόλο στην προσαρμογή τους στις νέες συνθήκες διαδραμάτισε ο τουρισμός καθώς οι κάτοικοι ανησυχούσαν ότι η οπτική όχληση και ο θόρυβος από τις ανεμογεννήτριες θα μείωνε την τουριστική προσέλευση. Μετά το πέρασμα του χρόνου κατασκευής τα υπεράκτια αιολικά πάρκα, όχι μόνο δεν απώθησαν τους τουρίστες, αλλά αποτέλεσαν πόλο έλξης για αυτούς βοηθώντας και την τοπική οικονομία και στην θετική τοποθέτηση των κατοίκων.

Κλείνοντας, η μελέτη και η έρευνα του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας κατέστησε σαφές την σημασία της αρμονικής σύνδεσης και συνύπαρξης της κοινωνίας σαν σύνολο ως προς την θέληση για «πράσινη και καθαρή ενέργεια» με τις τεχνολογικές καινοτομίες, την διατήρηση του οικοσυστήματος και τα οικονομικά οφέλη. Χωρίς αυτό τον συνδυασμό, κανένα έργο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν θα είχε επιτυχία.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία:

1. Ανδρονίκου Ευγενούλα, 2012 Διπλωματική εργασία: Ανάπτυξη των ΑΠΕ και επιπτώσεις στην απασχόληση. Η περίπτωση της Κύπρου.
2. Γκιώκας Σίνος, 2000. Σημειώσεις Βιογεωγραφίας. Πανεπιστήμιο Κρήτης. Ηράκλειο, Σελίδες 1 – 89.
3. Δολαπτη Αναστασια, Διπλωματική Εργασία 2010: Χρηματοοικονομική διάσταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα σελ. 24-27
4. Έκθεση του Τ.Ε.Ε./Τ.Κ.Μ. ΜΟΝΙΜΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Μάιος 2006: ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ: Οι προοπτικές των ΑΠΕ στην Ελλάδα με βάση το νέο θεσμικό πλαίσιο
5. Κ.Β. Καβουρίδης, Φ. Παυλουδακης 2004. Ο ρόλος των στερεών καυσίμων στην Ευρωπαϊκή και Παγκόσμια αγορά ενέργειας τον 21ο αιώνα σελ. 1-3
6. Κασινά Ζαχαρούλα (2010) Πτυχιακή Εργασία: Μικροβιολογική Ανάλυση Νερών Κολύμβησης σε Παραλίες του Νομού Χανίων
7. Μαμάσης Ν. και Στεφανάκος Ι. 2010: Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία Υδροηλεκτρική ενέργεια
8. Παναγιωτίδης Π. & Δημητρακόπουλος Α. 1999: Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον Τόμος Α. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Σελίδες 147-207.
9. Ροζάκης Στυλιανός 2000, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών: «Η παραγωγή βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς ως εναλλακτική χρήση της Ελληνικής γης: οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις» σελ. 9-11
10. Σακελλαρίδου Φανή, 2007: Ωκεανογραφία, εκδ. Σταμούλη
11. Σμπόνιας Κ. 2011: Ανάπτυξη Συστήματος Λήψης Απόφασης για τη Βελτιστοποίηση Χρήσης Πηγών Ενέργειας στις Ορεινές Περιοχές. Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών», Ε.Μ.Π., Μέτσοβο σελ. 21-23
12. Στασινόπουλος Θάνος 1999, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ): «Γεωμετρικές μορφές & ηλιασμός: αναλυτική διερεύνηση της επιρροής του σχήματος στην ηλιακή πρόσπτωση» σελ. 11-17
13. Σχοινιάς Νικόλαος 2007 διδακτορική διατριβή: Διερεύνηση αιολικών συστημάτων με χρήση σύγχρονης γεννήτριας για την τροφοδοσία με ηλεκτρική ενέργεια ασθενών δικτύων αυτόνομα και σε συνεργασία με υδροηλεκτρικό σταθμό
14. Τσελέντης Β. Σ. 2011: Θαλάσσια ρύπανση – Επιπτώσεις στα οικοσυστήματα σελ. 1-2
15. Τσιλιγιάννης Μάριος 2012, Διπλωματική εργασία: Μεθοδολογία λήψης αποφάσεων σε προβλήματα επένδυσης σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

16. Τσιμενίδης, Ν., 2000: Θαλάσσια Βιολογία (Σημειώσεις). Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας. Ηράκλειο, Σελίδες 1 - 105.
17. Χέλμης Νικόλαος 2013: «Επισκόπηση και αξιολόγηση των κυριότερων τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ενέργεια των κυμάτων και εκτίμηση της σκοπιμότητας εισαγωγής των τεχνολογιών αυτών και στην Ελλάδα» σελ.11

Ξένη βιβλιογραφία:

1. Albizu L.G. 2012: Local Acceptance of Wind Turbines The Way to Approach It
2. Albrecht C., Wagner A., Wesselmann K. 2013: The Impact of Offshore Wind Energy on Tourism, Good Practices and Perspectives for the South Baltic Region σελ. 30
3. Andersen P. D. 2007: Review of Historical and Modern Utilization of Wind Power σελ. 4
4. Bateman, I.J., R.T. Carson, B. Day, M. Hanemann, N. Hanley, T. Hett, M. Jone-Lee, G. Loomes, S. Mourato, E. Özdemiroglu, D.W. Pears, R. Sugden, J. Swanson (2002): Economic Valuation with Stated Preference Techniques – a manual. Elgar Publishing, USA.
5. Birklund J., Petersen A.H. 2004: Development of the Fouling Community on Turbine Foundations and Scour Protections in Nysted Offshore Wind Farm, 2004. Annual Status Report 2003 σελ. 13-29
6. Blew, J., K. Günther, K. Laursen, M. van Roomen, P. Südbek, K. Eskildsen, P. Potel 2007: Trends of waterbird populations in the International Wadden Sea 1987 - 2004 – an update
7. Bonefeld, J.W. (2004): Personal comment. Project Manager. Elsam Engineering A/S.
8. Burningham Kate 2000: "Using the language of NIMBY: a topic for research, not an activity for researchers." Local environment σελ. 55-67
9. Carter N. 2001: "The Politics of the Environment" Cambridge University Press
10. Christensen T.K., Clausager I., Petersen I.K. 2002: Status report of seabird surveys at Horns Rev, 2000-2001 NERI Report 2002 σελ. 10-20
11. Christensen T.K. και Hounisen J.P. 2005: Investigations of migratory birds during operation of Horns Rev Offshore wind farm, Annual status report 2004 σελ. 11-21
12. Christensen T.K., Hounisen J.P., Clausager I., Petersen I.K. 2004: Visual and radar observations of birds in relation to collision risk at the Horns Rev offshore wind farm, Annual status report 2003
13. Christianson R. 2005: Danish Wind Co-ops Can Show Us the Way σελ. 1-2
14. Dietz R., Teilmann J., Henriksen O.D. 2002: Movements of seals from Rødsand seal sanctuary monitored by satellite telemetry. Technical report from National Environmental Research Institute, Department of Arctic Environment σελ. 21-33
15. Dirksen, S., Witte R.H., Leopold M. F. 2004: Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters *Melanitta nigra*
16. Earthscan 2012: "Wind Energy - The Facts: A Guide to the Technology, Economics and Future of Wind Power"

17. Edrén S.M.C., Teilmann J., Dietz R., Henriksen O.D., Carstensen J. 2003: Remote video registration of seals at the Rødsand seal sanctuary. Technical improvements and feasibility for detecting effect from the Nysted Offshore Wind Farm σελ. 8-15
18. EIA Report 2000: Horns Rev Offshore Wind Farm Environmental Impact Assessment Summary of EIA Report σελ. 10-15
19. Elsam Engineering 2005: Annual Report 2004
20. Elsam 2005: Elsam Offshore Wind Turbines – Horns Rev Annual status report for the environmental monitoring programme 1 January 2004 - 31 December 2004
21. Fiskeri- og Søfartsmuseet; Ornis Consult A/S; Zoologisk Museum, 2000: Environmental Impact Assessment. Investigation of marine mammals in relation to the establishment of a marine wind farm on Horns Reef
22. Fox A.D., Desholm M., Kahlert J., Christensen T.K. & Petersen I.K 2006α: Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds σελ. 129-144
23. Fox A.D., Desholm M., Kahlert J., Christensen T.K. & Petersen I.K 2006β: Assessing effects of the Horns Rev and Nysted offshore wind farms on birds – conclusions from 6 years' monitoring
24. Gipe 1995: Wind Energy Comes of Age
25. Goddard R.D., Brandstrup L., Vestergaard J. 2004: Industry Formation and State Intervention: The Case of the Wind Turbine Industry in Denmark and the United States σελ. 5-11
26. Hasager C. B., Rasmusen L., Peña A., Jensen L.E., Réthoré P.E. 2013: Energies Chapter 6 “Wind Farm Wake: The Horns Rev Photo Case” σελ. 696-716
27. Hau E. & Renouard H. 2013: Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics
28. Hoffmann E., Astrup J., Larsen F., Munch-Petersen S., Støttrup J. 2000: Effects of marine wind farms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev area. Danish Institute for Fisheries Research σελ. 8-11
29. Hughes, T. P. 1983: Networks of power: Electrification in western society, 1880-1930. USA: The Johns Hopkins University Press σελ. 79-105
30. Hvidt C., Brünner L., Knudsen F.R. 2005: Hydroacoustic Monitoring of Fish Communities in Offshore Wind Farms Annual Report 2004 Horns Rev Offshore Wind Farm
31. IPCC, 2013, Climate Change 2013: “The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change” [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P.M. Midgley (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA. Σελ.11-52
32. Irena.org 2013: 30 years of policies for wind energy. Lessons from 12 Wind Energy Markets
33. Jensen H., Kristensen P.R., Hoffmann E. 2004: Sandeels in the wind farm area at Horns Reef, Report to Elsam. August 2004
34. Jones G. & Bouamane L. 2011: Historical Trajectories and Corporate Competeness in Wind Energy: Harvard University σελ. 36

35. Jones, J. & Francis, C. M. 2003: The effects of light characteristics on avian mortality at lighthouses σελ. 1-5
36. Kahlert, J., M. Desholm, I. Clausager, I. K. Petersen 2000: Environmental impact assessment of an offshore wind park at Rødsand
37. Karnøe, P. and Garud, R. 2001: 'Path creation and dependence in the Danish wind turbine field', in J. Porac and M. Ventresca (Eds), Social construction of markets and industries
38. Kjær J.I., Larsen J.K., Boesen C., Corlin H.H., Andersen S., Nielsen S., Ragborg A.G., Christensen K.M. 2006: Danish Off shore Wind– Key Environmental Issues
39. Krohn, S. 2002: "Danish Wind Turbines: An industrial success story" DWIA (Danish Wind Industry Association) σελ. 1-2
40. Kuehn 2005: Annual status report 2003 to Elsam Engineering, Sociological Investigation of The Reception of Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farms In the Local Communities
41. Ladenburg J., Dubgaard A., Martensen L., Tranberg J. 2005: Economic valuation of the visual externalities of off-shore wind farms
42. Ladenburg J. 2008: Attitudes towards on-land and offshore wind power development in Denmark; choice of development strategy
43. Ladenburg J. 2010: Attitudes towards offshore wind farms- the role of beach visits on attitude demographic and attitude relations. Energy Policy 38 σελ. 1297-1304
44. Ladenburg, J. & Dubgaard, A. 2007: Willingness to pay for reduced visual disamenities from offshore wind farms in Denmark
45. Ladenburg, J., Termansen, M., Hasler B. 2013: Assessing acceptability of two onshore wind power development schemes: A test of viewshed effects and the cumulative effects of wind turbines. Energy 2013, vol. 54 σελ. 45-54
46. Larsen J. H. M. 2006: Danish energy policy and Middelgrunden Off Off-shore Wind Farm
47. Larsen J. K., Boesen C., Buch M.C., Lunn B.A. 2006: Review report 2005 The Danish Offshore Wind Farm Demonstration Project: Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farms Environmental impact assessment and monitoring
48. Larsen J. K., Boesen C., Buch M.C., Lunn B.A. 2013: Key Environmental Issues–A follow up
49. Larsen J.K. & Kjær J.I. 2006: Horns Rev Offshore Wind Farm Annual Status Report for the Environmental Monitoring Programme 2005
50. Larsen J.H.M. & Sørensen H.C. 2003: The Middelgrunden Offshore Wind Farm
51. Larsen J.H.M., Sørensen H.C., Christiansen E., Naef S., Vølund P. 2005: Experiences from Middelgrunden 40 MW Offshore Wind Farm
52. Leonhard S.B. & Pedersen J. 2006: Benthic communities at horns rev before, during and after construction of horns rev offshore wind farm
53. Leonhard S.B., Stenberg C., Støttrup J. 2011: Fish Communities Follow-up Seven Years after Construction Department of Marine Fisheries
54. Leonhard S.B. Pedersen J., Grøn P.N., Skov H., Jansen J., Topping C., Petersen I.K. 2013: Wind Farms affect common-scoter and red-throated divers behavior
55. Loring 2007: "Wind energy planning in England, Wales and Denmark: Factors influencing project success", Energy Policy 21, Vol. 35

56. Morison 1966: Men, Machine and Modern Times.
57. Nielsen L.K. 2009: Social acceptance of wind energy projects "Winning Hearts and Minds"
58. Nielsen S., the Danish Energy Authority and the communication agency Operate A/S 2006: Offshore Wind Farms and the Environment Danish Experiences from Horns Rev and Nysted
59. Palz W.(2013): Wind Power for the World: The Rise of Modern Wind Energy
60. Petersen I. K., Fox A.D. 2007: Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular emphasis on Common Scoter. NERI Report
61. Petersen I. K., Christensen T.K. , Kahlert J. , Desholm M. , Fox A.D. 2006: Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev
62. Petersen & Malm 2006: "Offshore windmill farms: threats to or possibilities for the marine environment"
63. Pine & Gilmore 1999: The Experience Economy – Work Is Theatre & Every Business a Stage
64. Ragheb M. 2013: Historical wind generators machines σελ. 15-17
65. Rasmussen G., Engel-Sørensen K., Rasmussen M.B., Klastrup M. 2000: EIA study of the proposed offshore wind farm at Rødsand. Technical background report concerning fish. Report commissioned by SEAS
66. Reijnders P.J.H. ,Kai F. Abt, Brasseur S., Kees C.J. Camphuysen, Reineking B., Scheidat M., Siebert U., Stede M., Tougaard J., Tougaard S. 2002: Chapter 13.Marine Mammals in Wadden Sea
67. Richardson W.J., Greene C.R., Malme C.I., Thompson D.H. 1995: Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego, California
68. Rose P.M. & Scott, D.A. 2002: Waterbird Population Estimates,3rd edn. Wetlands International Global Series no. 12
69. Sørensen H. C., Hansen L. K., Hammarlund K., Larsen J.H. 2003: National Planning Procedures for Offshore Wind Energy in the EU Institute for Infrastructure, Environment and Innovation, Brussels– Belgium June, 5 2003 σελ. 1-7
70. Teilmann J. & Carstensen J. 2012: Negative long term effects on harbour porpoises from a large scale offshore wind farm in the Baltic—evidence of slow recovery σελ. 5-10
71. Tougaard J., Tougaard S., Jensen R.C, Jensen T., Teilmann J., Adelung D., Liebsch N.,Muller G. 2006α:Harbour seals at Horns Reef before,during and after construction of Horns Rev Offshore Wind Farm
72. Tougaard J., Carstensen J., Bech N.I. ,Teilmann J. 2006β: Final report on the effect of Nysted Offshore Wind Farm on harbour porpoises,Annual report 2005
73. Vining J. 2005: Ocean Wave Energy Conversion σελ. 1-9
74. Wilfried P. M., Trulsson O., Eklöf E. B., Niemenen K. 2010: Offshore wind market review Nordvind, wind power working group for the Nordic Council
75. Wizelius T.2007: "Developing Wind Power Projects: Theory and Practice"
76. Wolsink M. 2007: Renewable and Sustainable Energy Reviews Chapter 11 "Wind power implementation: The nature of public attitudes: Equity and fairness instead of 'backyard motives' " σελ. 1188–1207

77. Wolsink M. 2000: 'Wind power and the NIMBY-myth: institutional capacity and the limited significance of public support', in Renewable Energy
78. Zea A.S., Benavides A.C.V., Ogungbemi B.T., Namuyondo E., Enwena N.M., Petrikova O. 2012: Public Participation in Renewable Energy Infrastructure Projects
79. Zucco ,Wende ,Merck , Köchling ,Köppel 2006: Ecological Research on Offshore Wind Farms:International Exchange of Experiences PART A: Assessment of Ecological Impacts

Διαδικτυακή Βιβλιογραφία:

1. Biello D. January 2010: 100 Percent Renewable? One Danish Island Experiments with Clean Power
<http://www.scientificamerican.com/article/samsø-attempts-100-percent-renewable-power/> (πρώτη πρόσβαση 14/2/15)
2. Carey B. 2013: Stanford scientist uses Fukushima radiation to reveal swimming secrets of Pacific bluefin tuna
<http://news.stanford.edu/news/2013/march/bluefin-tuna-secrets-030413.html> (πρόσβαση 3/3/2015)
3. Choi C.Q.2008: The Energy Debates: Ocean Thermal Energy Conversion
<http://www.livescience.com/3155-energy-debates-ocean-thermal-energy-conversion.html> (πρόσβαση 22/10/2014)
4. Clark, Josh. "Who owns the oceans?" 05 August 2008: HowStuffWorks.com. <<http://geography.howstuffworks.com/oceans-and-seas/international-water.htm>> (πρόσβαση 3/3/2015)
5. Damborg & Krohn 2000: Public Attitudes Towards Wind Power<http://ele.aut.ac.ir/~wind/en/articles/surveys.htm> (πρόσβαση 15/2/2015)
6. Dooley P. 2015: Ocean floor dust gives new insight into supernovae,
<http://www.anu.edu.au/news/all-news/ocean-floor-dust-gives-new-insight-into-supernovae> (πρόσβαση 2/3/2015)
7. el.wikipedia.org/wiki/Δανία (πρόσβαση 22/2/2015)
8. Frozen 'Slurpee' Waves Lick the Shores of Nantucket,2015:
<http://www.nbcnews.com/news/weather/frozen-slurpee-waves-lick-shores-nantucket-n314116> (πρόσβαση 1/3/2015)
9. Gander K. 2015: World's largest offshore wind farm approved for UK coast,<http://www.independent.co.uk/environment/worlds-largest-offshore-wind-farm-approved-for-uk-coast-10054452.html> (πρόσβαση 3/3/2015)
10. Goldenberg S. 2013: Secret funding helped build vast network of climate denial thinktanks

- <http://www.theguardian.com/environment/2013/feb/14/funding-climate-change-denial-thinktanks-network> (πρόσβαση 28/2/2015)
11. Hartman L. 2014: Top 10 Things You Didn't Know About Wind Power, <http://energy.gov/articles/top-10-things-you-didnt-know-about-wind-power> (πρόσβαση 1/3/2015)
 12. Hornung R. 2008: Most popular wind energy myths http://www.whywind.org/pb/wp_a1b4e1bf/wp_a1b4e1bf.html (πρόσβαση 22/2/15)
 13. Gornitz V. 2000: Coastal Populations, Topography, and Sea Level Rise, published at : http://www.giss.nasa.gov/research/briefs/gornitz_04/ (πρόσβαση 2/3/2015)
 14. <http://www.hornsrev2.com> (πρόσβαση 20/1/2015)
 15. <http://www.nystedwindfarm.com> (πρώτη πρόσβαση 21/1/15)
 16. http://savethesea.org/STS%20ocean_facts.htm (πρόσβαση 28/2/2015)
 17. <http://www.4coffshore.com/windfarms/horns-rev-1-denmark-dk03.html> (πρόσβαση 20/1/2015)
 18. <http://www.greenfacts.org/en/arctic-climate-change/l-2/8-regional-changes.htm#1> (πρόσβαση 2/3/2015)
 19. <http://www.naftemporiki.gr/story/853942/auksisi-rekor-ton-ekpompon-diokseidiou-tou-anthraka> (πρόσβαση 15/1/15)
 20. <http://www.power-technology.com/projects/rodsand/> (πρόσβαση 21/1/2015)
 21. <http://www.solarenergy-facts.org/> (πρόσβαση 1/3/2015)
 22. <http://www.windenergyfoundation.org/interesting-wind-energy-facts> (πρόσβαση 28/2/2015)
 23. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/Denmark/> (πρώτη πρόσβαση 22/2/2015)
 24. Hylleberg J. January 2015: Denmark sets world record in wind – again <http://www.windpower.org/en/news/news.html#737> (πρόσβαση 10/2/2015)
 25. IEA Wind-Annual Report 2013, August 2014: http://www.ieawind.org/annual_reports_PDF/2013/2013%20AR_small_090114.pdf (πρόσβαση 19/10/2014)
 26. Irena.org 2013: 30 years of policies for wind energy. Lessons from 12 Wind Energy Markets (πρόσβαση 23/2/2015)
 27. Ivanpah project facts, A brightsource energy concentrating solar power project 2014: http://www.brightsourceenergy.com/stuff/contentmgr/files/0/8a69e55a233e0b7edfe14b9f77f5eb8d/folder/ivanpah_fact_sheet_3_26_14.pdf (πρόσβαση 4/3/2015)
 28. Klausstrup M. 2006: <http://188.64.159.37/graphics/Publikationer/Havvindmoeller/kap05.htm> (πρόσβαση 12/2/15)

29. Krohn Soren (2002): “Danish Wind Turbines: An Industrial Success Story”, Danish Wind Industry Association
(www.windpower.org/en/articles/success.htm) (πρώτη πρόσβαση 1/2/15)
30. Kruse J. & Maegaard P. 2002: Danish Wind Turbine History
<http://www.folkecenter.net/gb/rd/wind-energy/48007/history/> (πρόσβαση 25/2/15)
31. Kukreja R. 2015: Various wind energy facts <http://www.conserve-energy-future.com/various-wind-energy-facts.php> (πρόσβαση 28/2/2015)
32. Landler M. 2008: “As wind power spreads, it meets more resistance”, The New York Times, 29-03-08, available
online:<http://www.nytimes.com/2007/11/23/business/23wind.html?pagewanted=1&r=1> (πρόσβαση 21/2/15)
33. Larsen S.L. November 2013: Horns Rev 3-Technical Project Description for the large-scale offshore wind farm (400 MW) at Horns Rev 3
www.Energinet.dk (πρόσβαση 20/2/2015)
34. Megafon survey 2009:
http://www.windpower.org/download/1069/Megafon_survey_aug2009_results.pdf (πρώτη πρόσβαση 4/2/15)
35. Ministry of Climate 6 December 2013: <http://www.ens.dk/en/info/news-danish-energy-agency/horns-rev-3-offshore-wind-farm-being-put-out-tender> (πρόσβαση 23/2/2015)
36. Observ’ER 2013: Worldwide electricity production from renewable energy sources ,<http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/html/inventaire/Eng/conclusion.asp> (πρόσβαση 1/3/2015)
37. Onsman R. 2014: Fukushima Disaster Will Never End, Dr. Caldicott Warns,<http://www.helencaldicott.com/fukushima-disaster-will-never-end-dr-caldicott-warns/> (πρόσβαση 3/3/2015)
38. Planetsave.com,june 2012: <http://planetsave.com/2012/06/20/the-red-list-of-threatened-species-annual-report-released-video/> (πρόσβαση 1/3/2015)
39. The EU “energy climate” package
(http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm) (πρόσβαση 25/10/2014)
40. Wayne G. 2015: Positives and negatives of global warming,<http://www.skepticalscience.com/global-warming-positives-negatives.htm> (πρόσβαση 2/3/2015)
41. Yamei Wang 2011: Denmark eyes on wind parks for future green energy gains http://news.xinhuanet.com/english2010/indepth/2011-11/07/c_131233898.htm (πρόσβαση 21.2.15)
42. Άμεσες Χρήσεις γεωθερμίας <http://www.boudouri.gr/xriseis.php>
43. Επιστήμονες “στρώνουν χαλί” κυματικής ενέργειας στον ωκεανό,2014:
<http://www.econews.gr/2014/02/19/epistimones-stronoun-xali-kymatikis-energeias-ston-okeano-112065/> (πρόσβαση 20/10/2014)
44. ΚΑΠΕ χ.χ : Βιομάζα http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf (πρόσβαση 15/10/2014)

45. Κεραμιτζόγλου 2010: Από τους ανεμόμυλους στις Ανεμογεννήτριες <http://www.skai.gr/news/folders/folder/?cid=83> (πρόσβαση 4/3/2015)
46. Παλιρροϊκή ενέργεια: το μεγαλύτερο έργο του κόσμου ένα βήμα πιο κοντά στην “Ατλαντίδα” 2014: <http://www.econews.gr/2014/09/01/palirroiki-energeia-skotia-117216/> (πρόσβαση 20/10/2014)
47. Το λιώσιμο των πάγων της Αρκτικής προκαλεί βαρείς χειμώνες στο Βόρειο Ημισφαίριο 2012: <http://www.econews.gr/2012/03/02/ragoi-arktiki-xeimonas-xioni/> (πρόσβαση 3/3/2015)
48. Ωσμωτική ενέργεια econews <http://www.econews.gr/2013/03/14/osmotiki-energeia-osmosis-97318/> (πρόσβαση 20/10/2014)