



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Ανασκόπηση της ενεργειακής πολιτικής και
διερεύνηση του ρόλου των ΑΠΕ στις Σκανδιναβικές
χώρες**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μαντουδάκη Ε. Γεωργία.

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς,
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2014



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Ανασκόπηση της ενεργειακής πολιτικής και
διερεύνηση του ρόλου των ΑΠΕ στις Σκανδιναβικές
χώρες**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μαντουδάκη Ε. Γεωργία.

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 29^η Οκτωβρίου 2014

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Δημήτριος Ασκούνης
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Βασίλειος Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2014

.....
Γεωργία Ε. Μαντουδάκη

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Γεωργία Ε. Μαντουδάκη 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η ανασκόπηση της ενεργειακής πολιτικής των Σκανδιναβικών χωρών από την πετρελαϊκή κρίση και μετά με ιδιαίτερη έμφαση στην πολιτική που ακολούθησαν στον τομέα της αιολικής ενέργειας. Στο πλαίσιο του στόχου μελετήθηκε και η μοντέρνα θεωρία χαρτοφυλακίου και εφαρμόστηκε σε δύο περιπτώσεις για διαφορετικές χρονιές με βασικό άξονα την εύρεση του αποτελεσματικού συνόρου για την περαιτέρω διεύρυνση της αιολικής ενέργειας και την προώθηση της υπό το πλαίσιο της συνεργασίας των χωρών.

Η διπλωματική εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2013- 2014 υπό την επίβλεψη του κ. Ιωάννη Ψαρρά, καθηγητή του Ε.Μ.Π. της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, στον οποίο και οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου και μου ανέθεσε ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω τον κ. Δημήτρη Αγγελόπουλο, διδάκτορα του Ε.Μ.Π, που χάρη στην πολύτιμη συμβολή του, τις παρατηρήσεις του και την υπομονή του πραγματοποιήθηκε η παρούσα διπλωματική.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και κυρίως τις αδερφές μου Ελένη και Ελισάβετ για τη στήριξη, ηθική και υλική, και τα πρότυπα που μου έχουν παράσχει καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής μου και των επιλογών μου.

Αθήνα, Οκτώβριος 2014

Μαντουδάκη Ε. Γεωργία

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ενεργειακή πολιτική των Σκανδιναβικών χωρών(Σουηδία, Νορβηγία, Δανία και Φινλανδία) κυρίως στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τα μέτρα και οι νόμοι που έχουν θεσπιστεί ξεκινούν από τη δεκαετία του 1970 μετά την πετρελαϊκή κρίση. Βασικός στόχος είναι να καταδειχθεί ο τρόπος με τον οποίο αυτά τα μέτρα ξεκίνησαν και εφαρμοστήκαν με επιτυχία για τις χώρες αυτές αλλά και τις ανέδειξαν ως χώρες πρότυπα σε παγκόσμιο επίπεδο. Επιπλέον η απελευθέρωση της ενέργειας στη Νορβηγία το 1991 σήμανε την αρχή για το χρηματιστήριο ενέργειας γνωστό και ως Nord Pool όπου συνένωσε ακόμα περισσότερο τις Σκανδιναβικές Χώρες σε ένα ενιαίο πλέον σύστημα με κοινούς στόχους σε επίπεδο ενεργειακής πολιτικής. Το Nord Pool θεωρείται ένα από τα κορυφαία χρηματιστήρια της Ευρώπης όπου προσφέρει ενέργεια στους καταναλωτές μέσω της αγοράς της επόμενης μέρας και της επόμενης ώρας. Τον προηγούμενο χρόνο οι συναλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας έφτασαν τις 493 TWh. Τέλος γίνεται μνεία στους στόχους που έχουν θέσει τα κράτη με βάση τους κανόνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2020 έως και το 2050.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η χρήση της μοντέρνας θεωρίας χαρτοφυλακίου εφαρμοσμένη στον ενεργειακό τομέα και συγκεκριμένα στον τομέα της αιολικής ενέργειας για να αποτυπωθούν τα αποδοτικά χαρτοφυλάκια και να αξιολογηθούν με βάση τους στόχους που έχουν θέσει τα κράτη για το 2020. Γίνεται αναφορά της ενεργειακής κατάστασης της Ελλάδας και των στόχων και σύγκριση ως προς το πόσο μπορεί να κάνει και η Ελλάδα τα αντίστοιχα βήματα για να αναπτυχθεί και να βελτιώσει τη θέση που κατέχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην οικονομία.

Λέξεις Κλειδιά:

Ενεργειακή Πολιτική, Χρηματιστήριο Ενέργειας, Nord Pool, ηλεκτρική ενέργεια, αιολική ενέργεια, μηχανισμοί προώθησης, ενεργειακοί στόχοι, εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα.

ABSTRACT

Energy policy in Nordic countries (Sweden, Norway, Denmark and Finland) especially in the field of wind power is the basic target in this paper. Policy measures for the promotion of wind energy have been implemented since 1970 after the oil crisis. Basic scope is to be emphasized the way these measures have been put into force because they ended up with success. Not to mention the cooperation of the countries in the energy market. The Nordic countries deregulated their power markets in the early 1990's and brought their individual markets together into a common market. Nord Pool is Europe's leading power market and is considered a huge success all over the world. In 2013 the group had a total turnover of 493 TWh, which includes the auction volume in the UK market N2EX. In addition, according to countries' action plans that are proposed after Europe's recommendations-acts most of their energy goals in the future (2020-2050 horizon) are mentioned.

The scope of this thesis is the use of modern portfolio theory, which Harry Markowitz first wrote it down, applied in the energy sector and in particular in the field of wind energy in order to reflect the efficient portfolios and evaluate them through the countries' energy policy. In the end, Greece is compared in the energy sector and some measures are proposed in order to follow their lead.

Keywords:

Energy policy, energy market-Nord Pool, electricity, wind power, promotion of wind power, energy goals, gas emissions

Πίνακας περιεχομένων

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	- 13 -
1.1 Αντικείμενο διπλωματικής εργασίας.....	- 13 -
1.2 Στάδια Υλοποίησης.....	- 15 -
1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	- 16 -
2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	- 19 -
2.1 Χρηματιστήριο Ενέργειας- Nord Pool.....	- 19 -
2.2 Ιστορία του Nord Pool.....	- 21 -
2.2.1 Η αγορά Elspot και Elbas.....	- 22 -
2.2.2 Παραγωγοί, διανομείς και προμηθευτές της ηλεκτρικής αγοράς.....	- 26 -
2.2.3 Διαχειριστής Δικτύου Διανομής (Transmission System Operator TSO).....	- 29 -
2.2.4 Η Λειτουργία του Χρηματιστηρίου Ενέργειας και της ηλεκτρικής αγοράς.....	- 29 -
2.2.5 Εξισορρόπηση Ενέργειας.....	- 31 -
2.3 Το διασυνδεδεμένο Σκανδιναβικό σύστημα.....	- 31 -
2.3.1 Το δίκτυο στη Σκανδιναβία, οι επενδύσεις και ο σχεδιασμός.....	- 34 -
2.4 Δανία.....	- 37 -
2.4.1 Ιστορία της αιολικής ενέργειας.....	- 37 -
2.4.2 Τρόποι Προώθησης της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ.....	- 44 -
2.5 Σουηδία.....	- 47 -
2.5.1 Ιστορία της Σουηδικής Πολιτικής στα ΑΠΕ και την αιολική ενέργεια.....	- 49 -
2.5.2 Η ηλεκτρική ενέργεια στη Σουηδία.....	- 51 -
2.5.3 Τρόποι Προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ.....	- 53 -
2.6 Φινλανδία.....	- 55 -
2.6.1 Μηχανισμοί προώθησης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ:.....	- 57 -
2.7 Νορβηγία.....	- 60 -
2.7.1 Ενεργειακή πολιτική.....	- 62 -
2.7.2 Προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ.....	- 64 -
2.8 Ενεργειακά πλάνα και στόχοι για το 2020.....	- 68 -
2.8.1 Δανία.....	- 69 -
2.8.2 Σουηδία.....	- 73 -
2.8.3 Φινλανδία.....	- 75 -
2.8.4 Νορβηγία.....	- 78 -

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	- 83 -
3.1 Επένδυση	- 83 -
3.2 Κίνδυνος	- 84 -
3.3 Χαρτοφυλάκιο	- 85 -
3.3.1 Το Χαρτοφυλάκιο της Αγοράς	- 85 -
3.4 Το μοντέλο Markowitz	- 85 -
3.4.1 Αναμενόμενη απόδοση χαρτοφυλακίου και τυπική απόκλιση	- 86 -
3.4.2 Συνδιακύμανση	- 87 -
3.4.3 Παράδειγμα χαρτοφυλακίου με 3 χρεόγραφα	- 88 -
3.4.4 Αποδοτικά χαρτοφυλάκια	- 90 -
3.4.5 Συστηματικός και μη συστηματικός κίνδυνος	- 93 -
3.4.6 Προβλήματα στη θεωρία Markowitz	- 94 -
3.5 Το υπόδειγμα του ενός δείκτη	- 94 -
3.6 Το Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (Capital Asset Pricing Model :CAPM) ...	- 96 -
3.6.1 Η Γραμμή Κεφαλαιαγοράς	- 97 -
3.7 Η θεωρία χαρτοφυλακίου εφαρμοσμένη σε έρευνες	- 98 -
4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	- 107 -
4.1 Λίγα λόγια για την αιολική ενέργεια	- 107 -
4.2 Δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από προηγούμενη εργασία στις Σκανδιναβικές Χώρες ..	- 108 -
4.3 Δεδομένα παραγωγής για Σουηδία, Νορβηγία Δανία 2011-2013	- 117 -
4.4 Σενάρια για κατανομή μελλοντικής παραγωγής	- 123 -
4.4.1.Βασικό διασυνδεδεμένο σύστημα Νορβηγίας-Σουηδίας.....	- 124 -
5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	- 129 -
5.1 Συμπεράσματα	- 129 -
5.2 Προοπτικές	- 132 -
Βιβλιογραφία	- 133 -

Πίνακας περιεχομένων εικόνων

Εικόνα 1: Οι χώρες του Nord Pool.....	- 20 -
Εικόνα 2: Μεγαλύτεροι Παραγωγοί στο Nord Pool(Πηγή : Nord Pool)	- 26 -
Εικόνα 3: Παραγώμενη Ισχύς	- 26 -
Εικόνα 4: Παραγωγή ενέργειας : Σκανδιναβία 2013.....	- 27 -
Εικόνα 5: Ρύθμιση Τιμής στο χρηματιστήριο ενέργειας	- 30 -
Εικόνα 6: Το δίκτυο διανομής	- 36 -
Εικόνα 7: Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στη Σουηδία	- 52 -
Εικόνα 8: Εξαγωγές πετρελαίου της Νορβηγίας	- 61 -
Εικόνα 9: Οι υπό μελέτη περιοχές για την αιολική ενέργεια (Πηγή: WILMAR D2.1)	- 109 -
Εικόνα 10: Διάγραμμα μετατροπής δεδομένων ταχύτητας ανέμου σε δεδομένα παραγωγής.- 110 -	
Εικόνα 11: Φινλανδία.....	- 112 -
Εικόνα 12: Τα υπό μελέτη αιολικά πάρκα της Νορβηγίας και το δίκτυο Πηγή: http://atlas.nve.no/	- 117 -
Εικόνα 13: Τα αιολικά πάρκα στη Σουηδία και οι : 'bidding areas' Πηγή: www.svk.se	- 118 -
Εικόνα 14: Τα αιολικά πάρκα στη Δανία Πηγή: energinet.dk	- 119 -
Εικόνα 15 :Βασικές διασυνδέσεις δικτύου Σουηδίας-Νορβηγίας Πηγή: statkraft.com	- 123 -
Εικόνα 16: 3 διαφορετικά σενάρια για εγκατάσταση ΑΠΕ Πηγή: statkraft.com	- 126 -
Εικόνα 17: Ανάπτυξη του δικτύου της Νορβηγίας Πηγή: statkraft.com	- 131 -

1^ο Κεφάλαιο

1.1 Αντικείμενο διπλωματικής εργασίας

Η ενέργεια είναι ένα βασικό αγαθό του οποίου η ζήτηση γίνεται όλο και μεγαλύτερη εξαιτίας της αύξησης του πληθυσμού, της αυξημένης κατανάλωσης υλικών αγαθών, της ανάπτυξης της τεχνολογίας. Με αποτέλεσμα οι χώρες να χρειάζονται να παράγουν όλο και περισσότερη ενέργεια με τον πιο αποδοτικό και φθινό τρόπο. Βέβαια τα δύο τελευταία δεν έρχονται πάντα σε συμφωνία και έτσι η χάραξη της ενεργειακής πολιτικής μιας χώρας να τίθεται ως μείζον ζήτημα. Οι συμβατικές μορφές ενέργειας αν και αποδοτικές, δημιουργούν προβλήματα στην ατμόσφαιρα και οξύνουν την τρύπα του όζοντος μέσω της εκπομπής ρύπων του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων. Από την άλλη πλευρά οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι προβλέψιμες πάντα και πολλές μορφές όπως η αιολική δεν μπορούν να αποθηκευτούν αν και δεν μολύνουν καθόλου το περιβάλλον.

Η εύρεση του ενεργειακού μίγματος έχει αρχίσει τα τελευταία χρόνια να προβληματίζει τις περισσότερες χώρες του παγκοσμίου χάρτη αφού βασικοί περιορισμοί έχουν θεσπιστεί για τις εκπομπές ρύπων (σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο) και η συμμόρφωσή με αυτούς επιβάλλεται για ένα ευοίωνα μέλλον. Η Ευρωπαϊκή Ένωση για την υποστήριξη των θεμάτων που έθεσε το Πρωτόκολλο έθεσε ένα φιλόδοξο στόχο, που καμία χώρα ή ένωση ανάλογο δεν έχει πάρει, για τριπλή δράση. Δηλαδή, μείωση των εκπομπών 20% ως το 2020 σε σχέση με τις εκπομπές του 1990, 20% εισαγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο της παραγωγής και 20% αύξηση της ενεργειακής απόδοσης στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Στα πλαίσια των χωρών και πιο συγκεκριμένα των Σκανδιναβικών χωρών η χάραξη της ενεργειακής πολιτικής και η διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών έχει ξεκινήσει από τη δεκαετία του '70. Στη Δανία η οποία θεωρείται χώρα πρότυπο για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας ξεκίνησε το 1973 με ένα σχέδιο το οποίο χωρίστηκε σε 4 φάσεις και πλέον έχει φτάσει να αντιπροσωπεύουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το 25% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της χώρας και ο κύριος στόχος είναι να ανεξαρτητοποιηθεί από τα ορυκτά καύσιμα μέχρι το 2050. Η Σουηδία

αντίστοιχα έχει κάνει τεράστια βήματα για να επιτύχει ένα κράτος περισσότερο ‘ενεργειακά’ αποδοτικό και φαίνεται και από τα κονδύλια που παρέχει στην έρευνα και ανάπτυξη και στις συνεργασίες με άλλες χώρες όπως με την Νορβηγία και τα Πράσινα Πιστοποιητικά. Οι στόχοι της για το 2020 και σύμφωνα με τους κανόνες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα ΑΠΕ είναι να φτάσουν στο 50% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η Νορβηγία αν και είναι η τρίτη παγκοσμίως εξαγωγική χώρα φυσικού αερίου στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιεί σε ποσοστό 95% και άνω την υδροηλεκτρική ενέργεια. Σε γενικές γραμμές η Νορβηγική Κυβέρνηση έχει θέσει σημαντικούς στόχους για να επεκτείνουν την προσφορά ενέργειας από ΑΠΕ. Την περίοδο 2006-2011 νέες εγκαταστάσεις με συνολική εγκατεστημένη ισχύ της τάξης των 5,3TWh τέθηκαν σε λειτουργία. Οι στόχοι της χώρας για το 2020 είναι να καταναλώνει ενέργεια από ΑΠΕ σε ποσοστό 67,5%. Τέλος για τη Φινλανδία το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση ενέργειας φτάνει το 32% και για το 2020 έχει οριστεί ο στόχος του 38%.

Το πιο σημαντικό επίτευγμα στη συνεργασία των παραπάνω χωρών πραγματοποιήθηκε το 1996 με τη δημιουργία του χρηματιστηρίου ενέργειας γνωστό και ως Nord Pool. Η κοινή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας έχει θέσει γερά θεμέλια στην ενεργειακή ασφάλεια των χωρών, την προσφορά και ζήτηση ενέργειας και την αποδοτικότερη χρήση των ενεργειακών πόρων. Η επιτυχία της κοινής απελευθέρωσης ενέργειας έχει γίνει παγκόσμιο πρότυπο και στο Nord Pool πλέον εκτός από τις Σκανδιναβικές χώρες συναλλάσσονται ενέργεια και οι χώρες της Βαλτικής, η Γερμανία και η Αγγλία.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι να παρουσιάσει το πρότυπο σύστημα των Σκανδιναβικών χωρών, το χρηματιστήριο ενέργειας με κύριο στόχο να καταδείξει τους λόγους επιτυχίας του. Επιπλέον με χρήση της μοντέρνας θεωρίας χαρτοφυλακίου του Harry Markowitz να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από την παραγωγή αιολικής ενέργειας στις προαναφερθείσες χώρες και με βάση τα αποτελέσματα να βρεθούν τα αποδοτικά χαρτοφυλάκια. Να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα και να συγκριθούν με τους στόχους με έχουν προταθεί από τις χώρες αλλά και από τις πολιτικές που ακολουθούν. Τέλος να συγκριθεί το αντίστοιχο ελληνικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας και να σχολιαστούν οι προοπτικές και οι εξελίξεις που μπορεί να δεχθεί.

1.2 Στάδια Υλοποίησης

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε την περίοδο Μάρτιος 2013 – Οκτώβριος 2014. Τα στάδια για την εκπόνηση της διπλωματικής αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω:

➤ **Στάδιο 1:** Βιβλιογραφική αναζήτηση πληροφοριών σχετικά με την ενεργειακή πολιτική των χωρών και το χρηματιστήριο ενέργειας, Nord Pool:

Σε αυτό το στάδιο αντλήθηκαν πληροφορίες σχετικά με την ενεργειακή πολιτική που ακολούθησαν οι χώρες από τη δεκαετία του 1970 και έπειτα σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Από επίσημες ιστοσελίδες της Ευρωπαϊκής Ένωσης βρέθηκαν τα ενεργειακά πλάνα και οι στόχοι που έχουν τεθεί για το 2020. Για το χρηματιστήριο ενέργειας υπάρχει επίσημη ιστοσελίδα που παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ιστορία και τη λειτουργία του. Επιπλέον εκεί αναρτώνται καθημερινά οι τιμές ενέργειας σε όλες τις χώρες που συναλλάσσονται από την κοινή αγορά.

➤ **Στάδιο 2:** Αναζήτηση και ανάλυση των χωρών:

Σε αυτό το στάδιο αναζητήθηκαν συγκεκριμένα περισσότερες πληροφορίες για τις χώρες με έμφαση στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Βρέθηκαν και αναλύθηκαν δεδομένα που αφορούν το ενεργειακό μίγμα των χωρών το 2013-2014. Βρέθηκαν οι τρόποι προώθησης της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ.

➤ **Στάδιο 3:** Βιβλιογραφική αναζήτηση της Μοντέρνας Θεωρίας Χαρτοφυλακίου και ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί με βάση αυτή:

Στο συγκεκριμένο στάδιο αφού βρέθηκε η αντίστοιχη θεωρία που θα χρησιμοποιηθεί, μελετήθηκε και καταγράφηκε. Βρέθηκαν μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί με βάση τη θεωρία του Markowitz στον ενεργειακό τομέα. Μία από τις πιο βασικές εργασίες πραγματοποιήθηκε από τον Fabien Roques το 2010 και είχε ως αντικείμενο τη γεωγραφική διαφοροποίηση των αιολικών πάρκων στην κεντρική Ευρώπη και τη συνεργασία τους στο πλαίσιο της εξάλειψης της μεταβλητότητας της παραγωγής αιολικής ενέργειας.

➤ **Στάδιο 4:** Συλλογή δεδομένων και εφαρμογή της θεωρίας στις Σκανδιναβικές Χώρες:

Συλλεχθήκαν ωριαία δεδομένα αιολικής παραγωγής μαζί με δεδομένα εγκατεστημένης ισχύς για να μπορέσει να εφαρμοστεί η θεωρία και να βρεθούν οι μέσοι όροι παραγωγής και οι τυπικές αποκλίσεις. Με βάση αυτά χαράχτηκαν το αποτελεσματικό σύνορο μέσω του προγράμματος του Excel και της χρήσης του γραμμικού προγραμματισμού (Solver).

➤ **Στάδιο 5:** Αποτελέσματα και αξιολόγηση με βάση τους στόχους του 2020:

Στο συγκεκριμένο στάδιο και με βάση το διάγραμμα συγκρίνονται διαφορετικά σενάρια και σχολιάζονται στο κατά πόσο είναι εφικτό να πραγματοποιηθούν.

➤ **Στάδιο 6:** Προοπτικές και σχόλια σχετικά με το ελληνικό σύστημα.

1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Η ανάλυση της διπλωματικής εργασίας εκτείνεται σε [5-6] κεφάλαια. Από αυτά στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια γενικότερη περίληψη του θέματος που πραγματεύεται η διπλωματική και παρουσιάζονται τα βήματα τα οποία ακολουθήθηκαν για να πραγματοποιηθεί. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται εκτενέστερα οι πολιτικές που έχουν εφαρμοστεί στις Σκανδιναβικές χώρες. Παρουσιάζονται διαγράμματα με βάση δεδομένα για τα ενεργειακά μίγματα των χωρών . Επιπλέον γίνεται αναφορά στους επίσημους στόχους για το 2020 με αντίστοιχα ραβδογράμματα για τις πιθανές ενεργειακές καταναλώσεις. Τέλος γίνεται μικρή αναφορά στους μακροπρόθεσμους στόχους των χωρών μέχρι το 2050 για ενημέρωση καθαρά του αναγνώστη. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση σχετικά με τη μοντέρνα θεωρία χαρτοφυλακίου, το αποδοτικό σύνορο, τους κινδύνους και τα μειονεκτήματα που ίσως να έχει η θεωρία. Επιπλέον γίνονται αναφορές σε άλλες εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν και στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποίησαν αντίστοιχα τη θεωρία στον ενεργειακό τομέα. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δεδομένα που

χρησιμοποιήθηκαν και με χρήση του προγράμματος Excel διαγράφεται το αποτελεσματικό σύνολο και γίνονται διάφοροι σχολιασμοί σχετικά με τα αποτελέσματα. Στο επόμενο κεφάλαιο αναφέρεται στο ελληνικό σύστημα και στο κατά πόσο μπορεί να εξελιχθεί όπως οι Σκανδιναβικές χώρες.

2^ο Κεφάλαιο

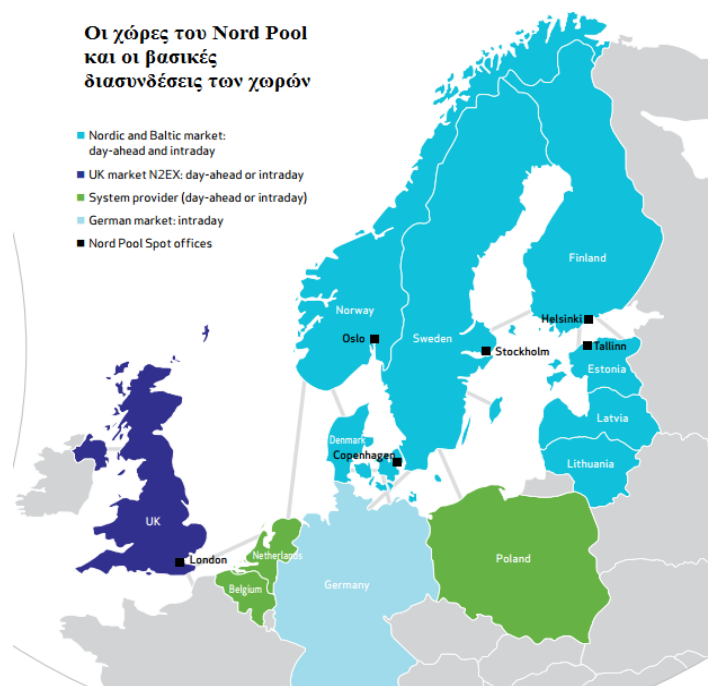
2.1 Χρηματιστήριο Ενέργειας- Nord Pool

Όπως και στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, οι εθνικές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας στις σκανδιναβικές χώρες (Δανία, Φινλανδία, Νορβηγία και Σουηδία) προστατεύονταν από τον εξωτερικό ανταγωνισμό λόγω των νομικών πλαισίων που δημιουργήθηκαν και των εταιριών που τις διαχειρίζονταν που κυρίως άνηκαν στα κράτη. Όμως τη δεκαετία του 1990 οι καινοτόμες μεταρρυθμίσεις σχετικά με την απελευθέρωση της ενέργειας μετέφερε το σκηνικό σε άλλα επίπεδα. Παρόλο που οι χώρες της Βαλτικής είναι σχετικά μικρές σε πληθυσμούς η κατανάλωση ενέργειας ανά κάτοικο θεωρείται αρκετά υψηλή. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας οι τέσσερις διαφορετικές αγορές ενέργειας είχαν μετατραπεί σε μια ενιαία ολοκληρωμένη πολυεθνική αγορά με κοινό στόχο την ανταλλαγή ενέργειας. Η συγκεκριμένη διαδικασία έχει εξαλείψει τους τελωνιακούς δασμούς μεταξύ των χωρών και μία σειρά από άλλα μέτρα και έχει κατορθώσει τη στενή συνεργασία τους. Επιπλέον δημιουργήθηκε το πρώτο χρηματιστήριο ενέργειας (Nord Pool Spot) το οποίο σκοπό είχε τις συναλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας στις χώρες και ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση τιμών σύμφωνα με το νόμο της προσφοράς και ζήτησης. Πλέον στο χρηματιστήριο Nord Pool Spot συμμετέχουν οι εξής χώρες: Νορβηγία, Σουηδία, Δανία, Φινλανδία, Εσθονία, Λεττονία και Λιθουανία. Πλέον η Σκανδιναβική αγορά θεωρείται από τις πιο επιτυχημένες αγορές όχι μόνο στην Ευρώπη αλλά σε όλο τον κόσμο με βάση τη διαφάνειά της και την αποτελεσματικότητά της. Επιπλέον έχει τον υψηλότερο κύκλο εργασιών στην εμπορία συναλλάγματος σε σχέση με την κατανάλωση στην περιοχή. Οι ανησυχίες που εγείρονται από τους ‘παίχτες’ στην αγορά είναι σχετικά με την ρευστότητα στα συμβόλαια για τις διαφορετικές περιοχές που χωρίζονται τα κράτη. Η Σουηδία χωρίζεται σε 4 περιοχές (bidding areas), η Νορβηγία σε 5 και η Δανία σε 2.

Η αποτελεσματικότητά της Σκανδιναβικής αγοράς ενέργειας οφείλεται κυρίως στους εξής λόγους:

- Οι τέσσερις Σκανδιναβικές χώρες λειτουργούν κυρίως σε μεγάλο βαθμό σαν μια ενιαία αγορά ηλεκτρικής αγοράς, με συνδυασμένη κατανάλωση η οποία είναι η τρίτη στην Ευρώπη μετά τη Γερμανία και τη Γαλλία
- Περίπου το 70% της κατανάλωσης στις χώρες διαπραγματεύεται στο Nord Pool με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια σταθερή βάση για την τιμή της ενέργειας. (τιμή αναφοράς)
- Η τιμή αναφοράς είναι η τιμή του συστήματος. Η συγκεκριμένη τιμή θεωρείται στην περίπτωση που δεν υπάρχει συμφόρηση στο δίκτυο
- Δεν απαιτείται παράδοση του προϊόντος. Η διευθέτηση της χρηματοπιστωτικής αγοράς γίνεται οικονομικά.

Ο σχεδιασμός και η εφαρμογή της μεταρρύθμισης στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας στις σκανδιναβικές χώρες μπορεί να θεωρείται ως ένα σημαντικό πείραμα που βασίζεται στην αγορά και διανομή ενός βασικού αγαθού. Η σκέψη είναι ότι ο ανταγωνισμός μπορεί να προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα από άποψη τιμών και αποδοτικότητας στη διανομή σε σχέση με την κλασικές παραδοσιακές ρυθμίσεις που αφορούν την κάθε χώρα ξεχωριστά.



Εικόνα 1: Οι χώρες του Nord Pool Πηγή: Nord Pool

2.2 Ιστορία του Nord Pool

Όλα ξεκίνησαν όταν η κρατική εταιρία Statkraftverkene της Νορβηγίας πήρε απόφαση το 1991 να διαχωριστεί σε δύο ανεξάρτητες κρατικές εταιρίες, την Statkraft SF και την Statnett SF. Η πρώτη ήταν υπεύθυνη για το εθνικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας ενώ η δεύτερη για τους διαγωνισμούς-δημοπρασίες που πραγματοποιούνταν σχετικά με την ενέργεια στην Νορβηγία. Το 1993 ο συντονισμός των σταθμών παραγωγής συμπεριλαμβάνονται στην υπηρεσία της Statnett. Την ίδια χρονιά δημιουργείται μια θυγατρική της εταιρίας Statnett, με την ονομασία Statnett Marked AS της οποίας οι δραστηριότητες κυμαίνονταν στην ανταλλαγή της ενέργειας της Νορβηγίας μέσω του χρηματιστηρίου. Το 1996 η Νορβηγία μαζί με τη Σουηδία αποφασίζουν να δημιουργήσουν μια κοινή αγορά ενέργειας. Η Statnett Marked AS επεκτείνεται και αλλάζει όνομα σε Nord Pool ASA. Η αντίστοιχη εταιρία ενέργειας στη Σουηδία, Svenska Kraftnat γίνεται συνιδιοκτήτρια αποκτώντας το 50%. Το 1998 η Φινλανδία συμμετέχει και εκείνη την σκανδιναβική αγορά ενέργειας και τον ίδιο χρόνο η εταιρία ανοίγει γραφεία στην Οντένσε(Odense) στη Δανία. Ένα χρόνο αργότερα συμμετέχει στην κοινή αγορά ενέργειας της Σκανδιναβίας η Δυτική Δανία.

Τον ίδιο χρόνο δημιουργείται μια ξεχωριστή αγορά ενέργειας που ξεκίνησε για να εξισορροπήσει την ενέργεια μεταξύ Σουηδίας και Φινλανδίας και η οποία ονομάστηκε Elbas. Η αγορά Elbas διαπραγματεύεται την ενέργεια που χρησιμοποιείται στο Nord Pool Spot την επόμενη ώρα από την ώρα που γίνεται η δημοπρασία. Από 1^η Ιουλίου 1999 εμφανίστηκε και η αγορά Elspot η οποία αφορά την ανταλλαγή ενέργειας (αγορά και πώληση) στις Σκανδιναβικές χώρες που χρειάζονται την επόμενη μέρα. Πλέον στην αγορά Elbas συμμετέχουν οι χώρες της Σκανδιναβίας (Σουηδία, Νορβηγία, Φινλανδία), η Δανία, οι χώρες της Βαλτικής (Λιθουανία, Λετονία και Εσθονία) και η Γερμανία. Η αγορά Elbas θεωρείται συμπληρωματική της αγοράς Elspot και βοηθά την εύρυθμη λειτουργία της προσφοράς και ζήτησης στις ευρωπαϊκές χώρες του Βορρά. Η πλειοψηφία του όγκου της ενέργειας που δημοπρατείται στο Nord Pool Spot γίνεται στην αγορά Elspot.

Το 2002 το Nord Pool πήρε την άδεια να λειτουργήσει σαν μια εύρυθμη και οργανωμένη αγορά της οποίας οι δραστηριότητες οργανώθηκαν σε άλλη χωριστή

εταιρία με την επωνυμία Nord Pool AS που ανήκει στους φορείς που εκμεταλλεύονται το σύστημα μεταφοράς και στην εταιρία Nord Pool ASA. Το Φεβρουάριο του 2005 το χρηματιστήριο Nord Pool έγινε το πρώτο που εμπορεύθηκε τις εκπομπές για το διοξείδιο του άνθρακα. Ο συσσωρευμένος όγκος συναλλαγών στο χρηματιστήριο ενέργειας αυξήθηκε κατά 33% εκείνη τη χρονιά. Μερικές από τις 15 εταιρίες που εντάχθηκαν στην χρηματιστηριακή αγορά το 2008 είναι οι : Mercuria Energy Group Ltd, Skandinaviska Enskilda Banken AB και Technor Energy Trading. Την 1^η Ιουνίου του 2007 το χρηματιστήριο ενέργειας Nord Pool ξεκίνησε να προσφέρει μια σύμβαση που αφορούσε τις πιστοποιημένες μειώσεις εκπομπών ρύπων (Certified Emission Reduction CER). Το συγκεκριμένο εγχείρημα έκανε την αγορά ενέργειας την πρώτη η οποία εμπορευόταν ένα παγκόσμιο προϊόν, τον άνθρακα. Η πρώτη αγορά έγινε μεταξύ των εταιριών Essent Energy Trading BV και της Statoil ASA. Ο κατάλογος των συμβάσεων αντιπροσώπευε μια σημαντική συμβολή στην ανάπτυξη της δευτερογενούς αγοράς του προϊόντος διότι οι πιστοποιήσεις γίνονταν σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την εμπορία ρύπων. Τα συμβόλαια επέτρεπαν στις χώρες που τα διακινούσαν να ολοκληρώσουν τις υποχρεώσεις τους απέναντι στη συνθήκη του Κιότο.

2.2.1 Η αγορά Elspot και Elbas

➤ Elspot market

Με όγκο συναλλαγών να αγγίζει περίπου το 70% της κατανάλωσης στις χώρες η αγορά ενέργειας για την επόμενη μέρα έχει επιτύχει την εμπιστοσύνη των συμμετεχόντων να εκπληρώνουν βραχυπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους στόχους, όπου μπορούν εκτός των άλλων να βελτιστοποιήσουν τους κινδύνους τους αγοράς. Τέτοιοι κίνδυνοι μπορούν να θεωρηθούν η τιμή της KWh της ενέργειας, κίνδυνοι σχετικά με την περιοχή που παράγεται η ενέργεια και κατά πόσο συμβάλλει αυτό στην τιμή της, συναλλαγματικοί κίνδυνοι ή ακόμα και αναντιστοιχίες μεταξύ ζήτησης του πελάτη και της υπάρχουσας προσφοράς.

Τα συμβόλαια γίνονται μεταξύ των πωλητών και των αγοραστών για την διανομή της ενέργειας την επόμενη μέρα, η τιμή συμφωνείται και η ανταλλαγή πραγματοποιείται. Ο αγοραστής απλά χρειάζεται να αξιολογήσει πόση ενέργεια θα χρειαστεί την επόμενη μέρα και έτσι δίνει μια προσφορά στην ποσότητα που χρειάζεται και στην τιμή που είναι διατεθειμένος να την πληρώσει ώρα με την ώρα. Ο πωλητής από την άλλη πλευρά πρέπει να αποφασίσει πόση ενέργεια μπορεί να παρέχει και σε ποια τιμή θα την πουλήσει. Αυτές οι ανάγκες αντανακλώνται στο σύστημα εμπορίας Elspot. Η διορία για να δοθούν οι προσφορές είναι 12:00 CET και γίνονται μέσω Internet, καταχωρούνται στο σύστημα που είναι φτιαγμένο για αυτό το λόγο και με βάση έναν εξελιγμένο αλγόριθμο βρίσκεται το σημείο ισορροπίας της αγοράς. Το απόγευμα ο αλγόριθμος έχει τα αποτελέσματα για τις τιμές αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε ώρα της επόμενης μέρας τα οποία δημοσιεύονται και ανακοινώνει αντίστοιχα και στους προμηθευτές και παραγωγούς την ενέργεια που θα πουλήσουν ή θα προμηθευτούν.

Ενώ η προσφορά και ζήτηση είναι σημαντικοί παράγοντες για να καθορίσουν τις ωριαίες τιμές της ενέργειας, η ισχύς των καλωδίων είναι εξίσου σημαντική. Όταν το σύστημα απαιτεί αρκετή ενέργεια και τα καλώδια δεν είναι ικανά να την υποστηρίξουν τότε αυξάνεται η τιμή για να μπορέσει να μειωθεί η ζήτηση στις αντίστοιχες περιοχές.

Η ετήσια μέση τιμή του συστήματος για τη Σκανδιναβική περιοχή αυξήθηκε κατά 22% από το 2012 και για το 2013 έφθασε τα 38,10 euro/MWh. Η αύξηση οφείλεται κυρίως στο ότι ήταν μια χρονιά με λιγότερες βροχοπτώσεις. Η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε τον Απρίλιο στα 45,62 euro/MWh διότι ο καιρός ήταν αρκετά κρύος και υπήρξε αύξηση στην κατανάλωση. Ενώ το καλοκαίρι που ανέβηκαν οι θερμοκρασίες οι τιμές έπεσαν και για τον υπόλοιπο καιρό κυμάνθηκαν περίπου στα 35,69 euro/MWh. Ακόμα και ο Δεκέμβριος του 2013 θεωρείται αρκετά ήπιος και η μέση τιμή ανέρχεται στα 32,66 euro/MWh.

Bidding areas

Το χρηματιστήριο ενέργειας είναι χωρισμένο σε διάφορες περιοχές (Bidding areas). Η διαθέσιμη ισχύς που μεταφέρεται διαφέρει από περιοχή σε περιοχή και σε άλλες μπορεί να υπάρχει περισσότερη ζήτηση από ότι είναι ικανό το δίκτυο να φέρει άρα διαφέρουν οι τιμές και αναλόγως καθορίζονται. (area prices) Όταν όλοι οι συμμετέχοντες έχουν δώσει την προσφορά στην ενέργεια που θα πουλήσουν, το ισοζύγιο μεταξύ της ζήτησης και της προσφοράς κατασκευάζεται ώστε οι τιμές να υπολογίζονται για κάθε περιοχή για κάθε ώρα την επόμενη μέρα. Για κάθε Σκανδιναβική χώρα το τοπικό δίκτυο (Transmission System Operator TSO) αποφασίζει σε ποιες ύπο-περιοχές θα χωριστεί η χώρα. Αυτές οι ύπο-περιοχές υποδεικνύουν τους περιορισμούς στο δίκτυο διανομής και διασφαλίζουν τις συνθήκες της αγοράς οι οποίες αντανακλώνται στη συνολική τιμή. Μεταξύ δυο ύπο-περιοχών η ενέργεια μεταφέρεται πάντα από την περιοχή με την χαμηλότερη τιμή ενέργειας σε εκείνη με την υψηλότερη. Η αγορά επίσης διασφαλίζει ότι δεν υπάρχουν 'παίχτες' στην αγορά με περισσότερα προνόμια σε οποιαδήποτε κατάσταση της αγοράς. Οι ύπο-περιοχές στη Σουηδία και τη Νορβηγία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Όσο αφορά τη Δανία, χωρίζεται σε δύο περιοχές την Δυτική και την Ανατολική. Η Φινλανδία, η Εσθονία, η Λετονία και η Λιθουανία υπολογίζονται σαν 'bidding areas' σαν μία όπως είναι στην πραγματικότητα τα κράτη.

Σουηδία	SE1	Lulea
	SE2	Sundsvall
	SE3	Stockholm
	SE4	Malmo
Νορβηγία	NO1	Oslo
	NO2	Kristiansand
	NO3	Molde, Trondheim
	NO4	Tromso
	NO5	Bergen

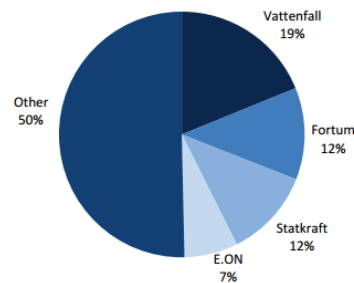
➤ **Elbas market**

Η συγκεκριμένη αγορά προσπαθεί κυρίως να φέρει την ισορροπία στο σύστημα, δηλαδή σε περίπτωση που σταματήσει να λειτουργεί ένα πυρηνικό εργοστάσιο στη Σουηδία μέσω αυτής της αγοράς να μπορέσει να διευθετηθεί ο όγκος της ενέργειας που χρειάζεται σε λογικές τιμές. Στις 14:00 CET δημοσιεύονται οι διαθέσιμες χωρητικότητες για αγοραπωλησία. Η αγορά Elbas είναι συνεχής και δημοπρασίες συμβαίνουν όλο το 24-ωρο. Οι τιμές που καθορίζονται με βάση το σύστημα: Ανώτατη τιμή αγοράς-χαμηλότερη τιμή πώλησης. Δηλαδή ο διαχειριστής του συστήματος αγοράζει ενέργεια από τους παραγωγούς με την μικρότερη τιμή αγοράς και ανεβαίνει μέχρι να καλυφθεί η ζήτηση. Οπότε κλειδώνει η τιμή αγοράς της KWh στον τελευταίο πιο ακριβό παραγωγό. Συνήθως οι παραγωγοί των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι εκείνοι με τις χαμηλότερες τιμές διότι τα λειτουργικά έξοδα όπως τα έξοδα καυσίμου και συντήρησης είτε υπολείπονται είτε δεν υπάρχουν και υπερισχύουν εκείνων με τα εργοστάσια των συμβατικών μορφών ενέργειας.

Η συγκεκριμένη αγορά αποκτά όλο και περισσότερο αξία όσο η αιολική ενέργεια διεισδύει περισσότερο στο σύστημα. Αυτό συμβαίνει διότι η αιολική ενέργεια δεν μπορεί να προβλεφθεί και ανισοροπίες στη προσφορά και ζήτηση πρέπει να διευθετηθούν την τελευταία στιγμή για να αποφευχθεί κάποιο πρόβλημα στο σύστημα. Από το 2006 έως το 2009 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στην Ευρώπη αυξήθηκε από 36 σε 76GW. Μελλοντικές προβλέψεις υποδεικνύουν εκθετική αύξηση φτάνοντας τις 1900GW εγκατεστημένης ισχύς σε όλο τον κόσμο μέχρι το 2020. Αυτού του είδους η αγορά σίγουρα μπορεί να παίξει ένα σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των ποσοστών των ανανεώσιμων πηγών και στο ενεργειακό μίγμα των κρατών.

2.2.2 Παραγωγοί, διανομείς και προμηθευτές της ηλεκτρικής αγοράς

Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας έχει ένα προηγμένο σχέδιο με πολλούς παράγοντες να εμπλέκονται σε αυτό: τους διαχειριστές του συστήματος, τους παραγωγούς, τους διανομείς, τους εμπόρους, τους μεσίτες, οικονομικούς αναλυτές και αρκετούς άλλους. Οι μεγαλύτεροι ‘παίχτες’ στη συγκεκριμένη αγορά είναι οι Σουηδικές εταιρείες Vattenfall και Sydkraft, η Νορβηγική εταιρεία Statkraft και η Φινλανδική Fortum. Βέβαια υπάρχουν παραπάνω από 370 εταιρείες υπεύθυνες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις Σκανδιναβικές και Βαλτικές χώρες.



Διάγραμμα 1. Μεγαλύτεροι Παραγωγοί με βάση την εγκατεστημένη ισχύ

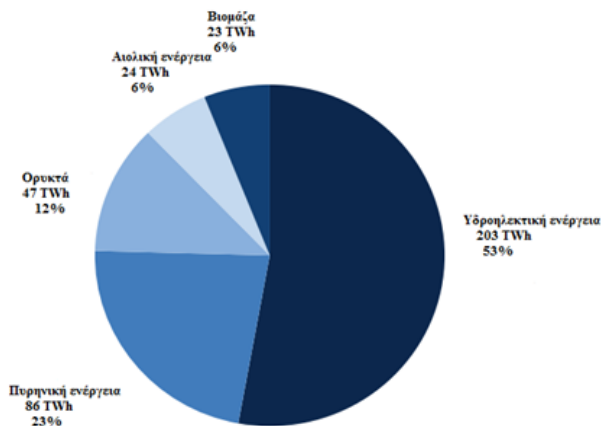
Εικόνα 2: Μεγαλύτεροι Παραγωγοί στο Nord Pool(Πηγή : Nord Pool)

		Capacity (MW)	Share (%)
Denmark	- Dong Energy	5,445	5.4%
	- Vattenfall	1,578	1.6%
Finland	- Fortum	4,528	4.5%
	- PVO	3,197	3.2%
	- Helsingin Energia	1,567	1.6%
Norway	- Statkraft	13,399	13.4%
	- E-CO Energi	2,800	2.8%
	- Hydro	2,000	2.0%
Sweden	- Vattenfall	13,879	13.8%
	- E.ON Sweden	6,736	6.7%
	- Fortum	5,825	5.8%
Other generators		38,306	38.2%
Total Nordic region		100,313	100.0%

Πίνακας 1: Παραγόμενη ισχύς των μεγαλύτερων παραγωγών για το 2013
Πηγή: Swedenergy, NVE, DERA, Ei

Εικόνα 3: Παραγόμενη Ισχύς

Η ετήσια μέση παραγωγή ανέρχεται περίπου στις 420 TWh συνολικά. Σε μία χρονιά με κανονικές συνθήκες βροχόπτωσης και χιονόπτωσης τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια είναι υπεύθυνα για την παραγωγή της μισής περίπου ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας. Στη Νορβηγία η ενέργεια παράγεται κυρίως από υδροηλεκτρικά εργοστάσια ενώ στη Σουηδία και τη Φινλανδία χρησιμοποιούν τα υδροηλεκτρικά, τα πυρηνικά και τα εργοστάσια θερμικής ενέργειας. Η Δανία στηρίζεται κυρίως στα θερμικά εργοστάσια και στα αιολικά πάρκα ενώ η Εσθονία και η Λιθουανία στα εργοστάσια θερμικής ενέργειας. Τις χρονιές που είναι ξηρό κυρίως το κλίμα οι Σκανδιναβικές χώρες κάνουν εισαγωγή την ενέργεια που χρειάζονται από τη Ρωσία, την Εσθονία, την Ολλανδία, την Πολωνία και τη Γερμανία. Η συνολική ετήσια παραγωγή ενέργειας για το 2013 έφθασε τις 380 TWh η αλλιώς 5% λιγότερη ενέργεια σε σχέση με το 2012. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα η ενέργεια που καταναλώνεται είναι κυρίως από τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Να αναφερθεί ότι η αιολική ενέργεια τα τελευταία χρόνια παρατηρεί μια αύξηση της τάξης του 20% ή 4TWh ετησίως .



Διάγραμμα 2: Παραγωγή ενέργειας στη Σκανδιναβία για το 2013
Πηγή: ENTSO-E

Εικόνα 4: Παραγωγή ενέργειας : Σκανδιναβία 2013

Υπάρχουν περίπου 500 εταιρίες που ασχολούνται με την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στην Σκανδιναβία και τις χώρες της Βαλτικής. Οι διανομείς εξασφαλίζουν ότι η ενέργεια θα φτάσει στους καταναλωτές. Η ενέργεια μεταφέρεται από τα εργοστάσια μέσω του κεντρικού δικτύου στους τελικούς χρήστες. Υπάρχουν αρκετοί νόμοι σχετικά με τη διανομή στη Νορβηγία και επειδή το Nord Pool ξεκίνησε να λειτουργεί υπό Νορβηγικές αρχές οι κανόνες λειτουργίας που διέπουν αυτό το σύστημα είναι σύμφωνοι με το Νορβηγικό Νόμο. Οι αρχές ορίζουν ότι υπάρχει ένα μέγιστο κέρδος το οποίο διασφαλίζει τις τιμές να κυμαίνονται σε λογικά πλαίσια για τον καταναλωτή. Αρκετά σημαντικός κανόνας διότι ο κάθε διανομέας έχει το μονοπώλιο σε συγκεκριμένη περιοχή οπότε δεν είναι στο χέρι του να καθορίσει τις τιμές της ενέργειας. Σε κάθε διανομέα του δίνεται η άδεια να έχει μοναδικό δικαίωμα να οργανώσει το σύστημα διανομής σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Επιπλέον ένας διανομέας μπορεί να γίνει και προμηθευτής ενέργειας άλλα είναι υποχρεωμένος να διακινεί την ηλεκτρική ενέργεια από τον οποιοδήποτε άλλο προμηθευτή με τους ίδιους όρους.

Όσο αφορά τους προμηθευτές ενέργειας υπάρχουν περίπου 370 εταιρίες αντίστοιχα. Ένας προμηθευτής αγοράζει την ηλεκτρική ενέργεια κατευθείαν από τους παραγωγούς ή μέσω του χρηματιστηρίου Nord Pool και την πουλά σε μικρότερες εταιρίες η νοικοκυριά. Υπάρχει μεγάλος ανταγωνισμός μεταξύ των προμηθευτών στις διάφορες χώρες. Ο καταναλωτής επιλέγει τον προμηθευτή που θέλει για να αγοράσει την ενέργεια που χρειάζεται και κάνει αντίστοιχα συμβόλαια. Τα συμβόλαια διαφέρουν στις τιμές διότι κάποια ορίζουν σίγουρες τιμές πώλησης ενώ άλλα ορίζουν να αγοράζει ο καταναλωτής την ενέργεια στην τιμή που έχει εκείνη τη στιγμή στην αγορά. Ο καταναλωτής είναι αναγκασμένος να επιλέγει προμηθευτές από τη χώρα του.

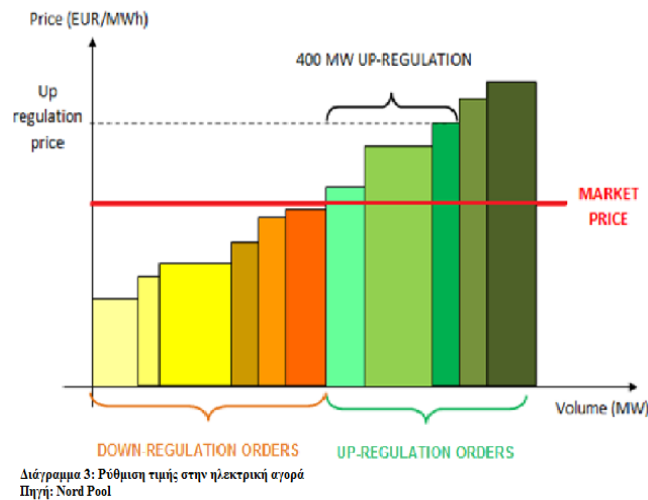
Τέλος υπάρχουν και οι έμποροι οι οποίοι αγοράζουν και πουλούν την ενέργεια σε πωλητές λιανικής αγοράς ή αγοράζουν και πωλούν μεταξύ των λιάνο-πωλητών. Η ενέργεια τους ανήκει μέχρι να την πουλήσουν. Υπάρχουν και οι μεσίτες (brokers) οι οποίοι δρουν σαν μεσάζοντες κυρίως διακινώντας πληροφορίες σχετικά με την ενέργεια.

2.2.3 Διαχειριστής Δικτύου Διανομής (Transmission System Operator TSO)

Ο διαχειριστής του συστήματος είναι ο υπεύθυνος ώστε να διατηρεί την περιοχή την οποία διαχειρίζεται ηλεκτρικά σταθερή. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει η συχνότητα του δικτύου να είναι σταθερή στα 50Hz. Επιπλέον πρέπει να μπορεί να διασφαλίζει την ποιότητα και την ασφάλεια της ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές. Για παράδειγμα ένας έμπορος λιανικής που βρίσκεται στη Βόρεια Σουηδία και έχει αγοράσει ενέργεια από έναν παραγωγό στη Νότια Σουηδία δεν μπορεί να εγγυηθεί στους καταναλωτές-πελάτες του ότι θα έχουν ηλεκτρικό ρεύμα. Ο διαχειριστής του δικτύου μπορεί να εγγυηθεί κάτι τέτοιο. Οι προμηθευτές και έμποροι τελικά διαχειρίζονται μόνο χαρτιά και χρήματα, με απλά λόγια πραγματοποιούν οικονομικές υπηρεσίες και μόνο. Ο διαχειριστής του δικτύου έχει υπό την ευθύνη του και το δίκτυο υψηλής τάση. Στη Νορβηγία ο TSO είναι η κρατική εταιρία Statnett όπως και στη Σουηδία η αντίστοιχη Svenska Kraftnat. Στη Φινλανδία η εταιρία που διαχειρίζεται το δίκτυο ανήκει και στο κράτος και σε διάφορες ασφαλιστικές εταιρίες και έχει την επωνυμία Fingrid. Στη Δανία υπάρχει η κρατική εταιρία Energinet.dk η οποία είναι υπεύθυνη και για το δίκτυο αλλά και για το φυσικό αέριο.

2.2.4 Η Λειτουργία του Χρηματιστηρίου Ενέργειας και της ηλεκτρικής αγοράς

Η ρύθμιση της ηλεκτρικής αγοράς όπως αναφέρθηκε παραπάνω γίνεται από το διαχειριστή του συστήματος-δικτύου με σκοπό να διατηρείται η συχνότητα στα 50Hz. Στις περιπτώσεις όμως που στο δίκτυο έχουμε μεγαλύτερη ζήτηση από την προσφορά τότε η συχνότητα του δικτύου πέφτει. Ο διαχειριστής σε αυτές τις περιπτώσεις αγοράζει την ενέργεια που λείπει από τους παραγωγούς για να διασφαλίσει την εύρυθμη λειτουργία του δικτύου. Ο διαχειριστής προμηθεύεται σε τιμές παραπάνω της κανονικής ρύθμισης (up regulation). Σε αντίθετες περιπτώσεις όπου η προσφορά υπερσχύει της ζήτησης τότε η συχνότητα ξεπερνά το όριο των 50Hz και οι διαχειριστές πρέπει να διασφαλίσουν ότι μερικοί παραγωγοί επιβάλλεται να μειώσουν την προσφορά τους σε ενέργεια. Σε αυτή την περίπτωση ο διαχειριστή προμηθεύεται ενέργεια σε τιμή κατώτερη της ρύθμισης (down regulation).



Εικόνα 5: Ρύθμιση Τιμής στο χρηματιστήριο ενέργειας

Οι τιμές και πως διαμορφώνονται για τους παραγωγούς φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα όπου για 400MW παραπάνω ισχύς χρειάζεται ο διαχειριστής να αγοράσει σε υψηλότερη τιμή την ενέργεια για να εξασφαλίσει την ασφαλή λειτουργία του δικτύου. Έτσι οι παραγωγοί επωφελούνται τη διαφορά της τιμής που πωλούν σε σχέση με την τιμή αγοράς. Η ίδια διαδικασία γίνεται και όταν η ζήτηση δεν είναι υψηλή αν και βέβαια σε αυτήν την περίπτωση οι παραγωγοί πωλούν την ενέργεια ακόμα και σε αρνητικές τιμές.

Εκτός από τη φυσική εμπορία ηλεκτρικής ενέργειας, είναι δυνατόν να διαπραγματεύονται και σε άλλες συμβάσεις που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό στο Nord Pool. Οι συμβάσεις αυτές χρησιμοποιούνται για παράδειγμα για τη διαχείριση των κινδύνων του εμπορίου ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία επιτρέπει στους λιανοπωλητές και τους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας μεγάλης κλίμακας για να αντισταθμιστούν οι διακυμάνσεις των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας.

2.2.5 Εξισορρόπηση Ενέργειας

Στο σύστημα όπως αναφέρθηκε μπορούν οι παραγωγοί να πωλούν την ενέργεια κατευθείαν στους καταναλωτές ή στους εμπόρους και αυτοί αντίστοιχα την μεταπωλούν. Στην περίπτωση που ο έμπορος δεν καταφέρει να πουλήσει όλη την ενέργεια την οποία προμηθεύτηκε, την υπόλοιπη την αγοράζει ο διαχειριστής του δικτύου για να επιφέρει την ισορροπία. Το συγκεκριμένο ποσό ενέργειας καλείται ‘ενέργεια εξισορρόπησης’ (regulating power). Το ποσό που θα πληρώσει ο διαχειριστής του δικτύου εξαρτάται από την προσφορά και ζήτηση. Αν η ζήτηση είναι αυξημένη η τιμή στην οποία αγοράζει ο διαχειριστής την ενέργεια εξισορρόπησης είναι ίδια με εκείνη που θα πωλούταν από τους παραγωγούς στην περίπτωση ‘up regulation’ (Συνήθως η τιμή είναι υψηλότερη από αυτή που έχει η αγορά τη δεδομένη στιγμή). Αντίστοιχα συμβαίνει και όταν η ζήτηση είναι μειωμένη. Σε περίπτωση που ο έμπορος πουλήσει περισσότερη ενέργεια από αυτή που έχει προμηθευτεί αγοράζει ενέργεια από το δίκτυο και ο διαχειριστής του δικτύου τον κοστολογεί με βάση τα τρέχοντα δεδομένα.

2.3 Το διασυνδεδεμένο Σκανδιναβικό σύστημα

Οι σκανδιναβικές χώρες έχουν το πιο εναρμονισμένο σύστημα διασυνοριακής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο. Με την πάροδο του χρόνου και μέσα από πολλά σημαντικά ορόσημα της πολιτικής, τέσσερις χωριστές εθνικές αγορές ενοποιούνται και συγχωνεύονται σε μια ενιαία και κοινή αγορά. Αν και εξακολουθούν να υπάρχουν ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν, θα πρέπει να αναγνωριστεί ότι η σκανδιναβική αγορά ηλεκτρισμού θα πρέπει να θεωρηθεί παράδειγμα για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η ομάδα της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας έχει ως στόχο να δημιουργήσει μια ελεύθερη και ανοιχτή αγορά με το αποδοτικό εμπόριο με τις γειτονικές αγορές. Οι περιοχές εστίασης είναι :

- Σκανδιναβικό δίκτυο: επενδύσεις και σχεδιασμός
- Διείσδυση των ΑΠΕ στην Σκανδιναβική ηλεκτρική αγορά

- Ανάπτυξη κοινής αγοράς στους καταναλωτές
- Ενδυνάμωση της ηλεκτρικής αγοράς μέσω παρελθοντικών γεγονότων υψηλών τιμών
- Τρόπος λειτουργίας

Οι Σκανδιναβικές χώρες έχουν μια μακρά ιστορία στο πεδίο της συνεργασίας για να διασφαλίζεται η ενεργειακή αποδοτικότητα τους και η ασφάλεια τους και να χρησιμοποιήσουν με το βέλτιστο τρόπο τις ενεργειακές πηγές τους. Το Δεκέμβριο του 2010 στη Κοπεγχάγη πραγματοποιήθηκε μια συνάντηση σχετικά με την Σκανδιναβική Συνεργασία σε θέματα Ενέργειας(Nordic Energy Cooperation) της οποίας σκοπός ήταν η αξιολόγηση σχετικά με την τότε κατάσταση των διασυνορικών ενεργειακών συστημάτων, η συζήτηση για περαιτέρω ανάπτυξη του Σκανδιναβικού δικτύου και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον και τέλος ακόμα μία αξιολόγηση στις προκλήσεις σχετικά με την διείσδυση των ΑΠΕ στο συνολικό σύστημα.

Σύμφωνα με το διευθυντή της Δανέζικης Ενεργειακής Διεύθυνσης (Danish Energy Agency) Flemming G. Nielsen, ο οποίος είναι επικεφαλής της Επιτροπής Σκανδιναβικής Ηλεκτρικής Αγοράς από το 2004,εξηγεί ότι η συνεργασία των χωρών συμβαίνει εδώ και πολλά χρόνια στον τομέα της ενέργειας από το 1995 σύμφωνα με τη συνθήκη-Louisiana. Συμπληρώνει ότι η ενεργειακή Σκανδιναβική αγορά απελευθερώθηκε από τη στιγμή που οι Υπουργοί των χωρών εξέφρασαν την προθυμία τους να συνεργαστούν για την ανάπτυξη της ανοικτής ηλεκτρικής αγοράς . Αργότερα οι Υπουργοί συμφώνησαν σε μια συνεργασία όπου εφάρμοσαν συγκεκριμένο θεσμικό πλαίσιο σύμφωνα με τα διασυνοριακά θέματα δικτύου και εναρμόνισαν το Νόμο για μια αποτελεσματική αγορά.

Εξαιτίας της πρώιμης συνεργασίας των χωρών ,η χωρίς σύνορα αγορά ηλεκτρικής ενέργειας έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι των Σκανδιναβικών χωρών και πρότυπο για τις Ευρωπαϊκές. Σε περίπτωση που υπάρξει έλλειμμα ενέργειας σε μια περιοχή, το σύστημα είτε διευκολύνει την ανταλλαγή ενέργειας από μία περιοχή με περίσσεια παραγωγή είτε αυξάνει την παραγωγή στη γειτονική χώρα για να καλυφθεί η ζήτηση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Νορβηγία με τη Δανία όπου για πολλά χρόνια κατά τη διάρκεια της ημέρας η Δανία αγόραζε ενέργεια από τη Νορβηγία και το βράδυ της πωλούσε ενέργεια. Αυτό εξισορροπεί τα πρότυπα παραγωγής στη Δανία

και η Νορβηγία είναι ικανή να συγκρατεί τα αποθέματα του νερού περιοδικά κατά τη διάρκεια της νύχτας, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι δεν αξιοποιεί τους ενεργειακούς της πόρους περισσότερο από όσο είναι απαραίτητο. Επιπλέον το σύστημα δείχνει την αξία του όταν συμβαίνουν λειτουργικές διαταραχές. Για παράδειγμα, μια ψυχρή περίοδο του χειμώνα στη Σουηδία, η παραγωγή ενέργειας βρισκόταν σε χαμηλά επίπεδα λόγω της συντήρησης των πυρηνικών εργοστασίων και των χαμηλών επιπέδων του νερού στα ποτάμια οπότε χρειάστηκε ενέργεια από το σύστημα. Δύο αντίστοιχα σενάρια αιολικής ενέργειας στην περιοχή της Δανία αξίζει να αναφερθούν. Το πρώτο συνέβη όταν άνεμοι πάνω από 25m/s έκαναν τις ανεμογεννήτριες να σταματήσουν ξαφνικά δημιουργώντας μια απότομη βουτιά στην παραγωγή ύψους 2000MW και ένα ακόμα όπου η έλλειψη ανέμου οδήγησε σε σημαντικό έλλειμμα ενέργειας στη Δανία και Γερμανία. Σε όλες τις περιπτώσεις το διασυνοριακό Σκανδιναβικό σύστημα αντέδρασε με επιτυχία και ασφαλή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις πληγείσες περιοχές.

Ένα σημαντικό μέρος της Σκανδιναβικής ενεργειακής συνεργασίας εργάζεται προς την κατεύθυνση ενός εναρμονισμένου νομικού πλαισίου για επενδύσεις στην κατασκευή καινούριου δικτύου κατά μήκος των συνόρων. Ο Jon Sagen από το NordREG (Nordic Regulation) παρουσίασε τα κεντρικά αποτελέσματα της έρευνας στη συνάντηση του 2010, 'Επενδύσεις Δικτύου σε μια Σκανδιναβική προοπτική' (Grid investments in a Nordic Perspective). Μία έκθεση που χαρτογραφεί και αναλύει τη νομοθεσία και τα θέματα αδειοδότησης για Σκανδιναβικές επενδύσεις στο δίκτυο και τους τρόπους χρηματοδότησης επενδυτικών σχεδίων. Ο ίδιος δήλωσε επιπλέον ότι υπήρξε σημαντική εξέλιξη στην ευρωπαϊκή ρύθμιση της ηλεκτρικής ενέργειας, του σχεδιασμού του δικτύου και των επενδύσεων. Επισήμανε τη σημασία του περαιτέρω Σκανδιναβικού σχεδιασμού επενδύσεων σύμφωνα με τα πρότυπα της Ευρώπης άλλα με κύριο γνώμονα το συμφέρον των χωρών.

Τέλος κύριος σκοπός της συνάντησης στην Κοπεγχάγη ήταν να επιτευχθούν οι διάφορες προκλήσεις σχετικά με την περαιτέρω εισαγωγή των ανανεώσιμων πηγών στο σύστημα και στο δίκτυο γενικότερα. Πράγμα το οποίο ήταν και ο λόγος πραγματοποίησης περισσότερων συναντήσεων, η προώθηση των ΑΠΕ στο πλαίσιο επίτευξης των στόχων του 2020. Οι χώρες προσπαθούν να έχουν μία καλή

συνεργασία με σκοπό την εξάλειψη των εμποδίων και την επίτευξη του στόχου. Προς την κατεύθυνση αυτή δημιούργησαν την ομάδα συνεργασίας για τα ΑΠΕ (Nordic Working Group for renewable energy) σύμφωνα με το Σκανδιναβικό Συμβούλιο Υπουργών (Nordic Council of Ministers). Η ομάδα συνεργασίας συναντήθηκαν στις 12 Σεπτεμβρίου του 2012 στο Ελσίνκι για τέταρτη φορά μέσα στο 2012. Η συγκεκριμένη βέβαια ομάδα είχε ξεκινήσει τη συνεργασία από το 2007. Οι δραστηριότητες που είχε θέσει για το 2012 ήταν οι εξής:

- Στερεά βιομάζα για ενεργειακή χρήση- προεργασία έρευνας σε ευκαιρίες στην ενισχυμένη συνεργασία των χωρών στον τομέα της βιομάζας
- Εγγυήσεις σχετικά με την προέλευση- έρευνα με συμβουλευτικό χαρακτήρα που απευθύνεται στο Σκανδιναβικό Συμβούλιο Υπουργών.
- Μηχανισμοί συνεργασίας- ένα πρόγραμμα(project) για το φθινόπωρο του 2012.

2.3.1 Το δίκτυο στη Σκανδιναβία, οι επενδύσεις και ο σχεδιασμός

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στη συνάντηση που πραγματοποιήθηκε στη Δανία το 2010, οι Υπουργοί των Σκανδιναβικών χωρών κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα όσο αφορά το Σκανδιναβικό δίκτυο:

- Οι Υπουργοί των αντίστοιχων Υπουργείων Ενέργειας θα χρειαστεί όσο το δυνατόν πιο σύντομα να κάνουν τα απαραίτητα βήματα-να ενημερώσουν τους διαχειριστές του δικτύου- για να εξασφαλιστεί η σκανδιναβική προοπτική για το σχεδιασμό και έγκριση μελλοντικών επενδύσεων
- Καθαρές επενδύσεις που έχουν κοινωνικο-οικονομικά οφέλη για το σύνολο της Σκανδιναβικής περιοχής πρέπει να προωθούνται κατευθείαν

Η αναφορά που παρουσιάστηκε στις 16 Μαΐου 2011 με την ονομασία 'Σκανδιναβικά Πλάνα Δικτύου' (Nordic Grid Plants) στην επιτροπή ηλεκτρικής ενέργειας –EMG (Electricity Market Group) παρουσιάζει τους σκοπούς των χωρών. Η κοινή πολιτική

που ακολουθούν σε θέματα δικτύου μπορεί να επιτευχθεί μέσω του Ευρωπαϊκού Δικτύου Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (European Network of Transmission System Operators for Electricity-ENTSOE). Οι προτάσεις για επέκταση του δικτύου της Σκανδιναβίας είναι ένα κομμάτι του συνολικού πλάνου των επενδύσεων δικτύου της Βαλτικής Θάλασσας τα οποία ετοιμάζονται από το δεκαετές πλάνο του ENTSOE. Τα πλάνα που παρουσιάστηκαν 1^η Μαρτίου του 2011 είναι τα εξής:

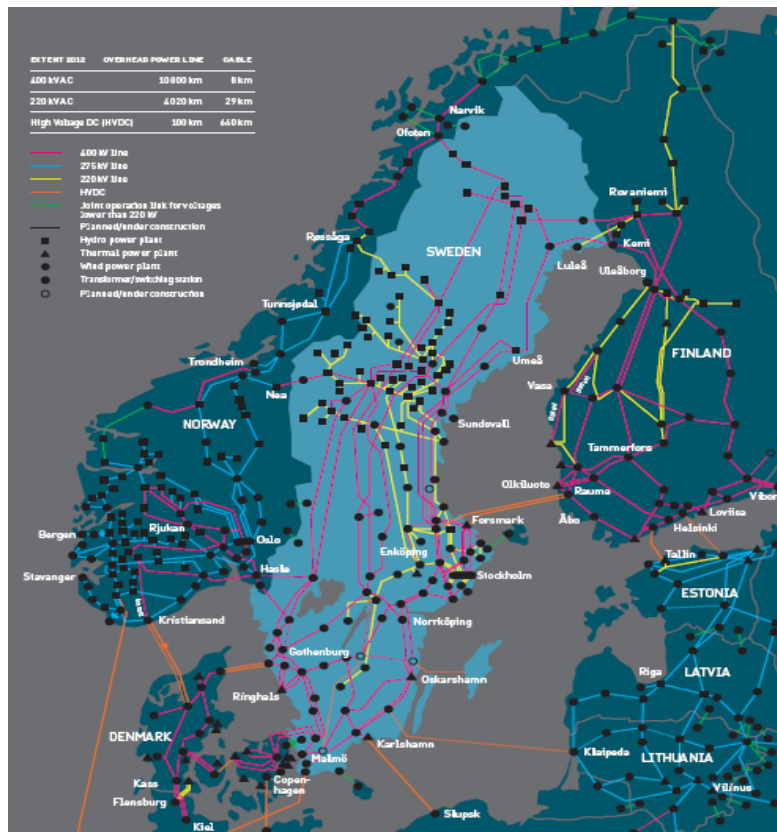
- **Fenno-Skan 2**
 - Υποθαλάσσιο καλώδιο του οποίου ξεκίνησε η κατασκευή το 2009
 - Ο σταθμός μετατροπής πιθανόν είναι έτοιμος το τελευταίο τρίμηνο του 2011
 - Η λειτουργία του ξεκίνησε στο τέλος του 2011

- **South-West Link**
 - Οι αποφάσεις σχετικά με την επένδυση εναπόκειται στην διεύθυνση ενέργειας της Σουηδίας και έγιναν το 2005
 - Η τελική απόφαση πάρθηκε το 2008
 - Οι άδειες από τις Σουηδικές αρχές αναμένονται το 2012(για το βόρειο και νότιο κομμάτι) και το 2014(για το ανατολικό κομμάτι)
 - Η λειτουργία αναμένεται το 2014

- **Skagerrak IV**
 - Όλες οι επίσημες άδειες έχουν δοθεί από το 2010
 - Η ημερομηνία κατασκευής ξεκίνησε στη Δανία αρχές του 2011 και στη Νορβηγία τέλη του ίδιου έτους
 - Θα ξεκινήσει η λειτουργία του τέλη του 2014

- **Ørskog-Fardal**
 - Η πρώτη συναίνεση για την κατασκευή του δόθηκε το 2007
 - Τελική απόφαση πάρθηκε το 2011
 - Η λειτουργία του αναμένεται αρχές του 2015

- **EastLink 2**
 - Αναμένεται η λειτουργία του το 2014
- **The Arctic Region**
 - Η αίτηση για άδεια στάλθηκε το 2009 και το 2010
 - Ξεκίνησε η κατασκευή του σε 2 κομμάτια το 2012 και 2013
 - Θα ξεκινήσει να λειτουργεί το 2014/2015 (Ofoten-Balsfjord) και το 2016 (Balsfjord-Hammerfest)
- **NordBalt**
 - Η λειτουργία του αναμένεται το 2015-2016



Εικόνα 6: Το δίκτυο διανομής Πηγή: google.com

2.4 Δανία

Η Δανία κατέχει ηγετική θέση μεταξύ των χωρών μελών OECD όσο αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την ενεργειακή απόδοση και τις πολιτικές σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Από το 1990 έχει αποσυνδεθεί από την οικονομική ανάπτυξη και την κατανάλωση ενέργειας ενώ την ίδια στιγμή μειώνει τους ρύπους που δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Θεωρείται ένα πρότυπο στα διεθνή φόρουμ λόγω της πολιτικής της σταθερότητας η οποία την οδήγησε σε ολοκληρωμένα σχέδια ενεργειακής πολιτικής. Η Δανία έχει έκταση 43098 km² με πληθυσμό να φτάνει περίπου τα 5.64 εκατομμύρια (Ιούλιος 2014). Η Δανία αποτελείται από τη χερσόνησο της Γιουτλάνδης (Jutland) και το αρχιπέλαγος στο οποίο διαθέτει 443 νησιά τα οποία τα 70 είναι κατοικημένα. Τα νησιά της χαρακτηρίζονται από επίπεδη καλλιεργήσιμη γη και αμμώδεις ακτές με χαμηλό υψόμετρο και εύκρατο κλίμα. Θεωρείται αρκετά πλούσια χώρα με κατά κεφαλήν ακαθάριστο εγχώριο προϊόν 57,998 \$ (6^η χώρα στον κόσμο για το 2013) με την ανεργία να φτάνει τα 7,3% (στοιχεία του 2013) και με μέση συναλλαγματική ισοτιμία της Δανικής κορόνας τα 7,455E (Euro) και τα 5,62\$ (US dollar).

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας υπήρξε μια τεράστια επέκταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη Δανία και κυρίως στον τομέα της αιολικής ενέργειας. Αυτή η τάση δημιουργήθηκε από την στοχευμένη πολιτική της κυβέρνησης για ανεξαρτητοποίηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας πράγμα που επετεύχθη με την εισαγωγή δημοσίων επιχορηγήσεων. Η Δανία πλέον έχει φτάσει να παράγει την ηλεκτρική της ενέργεια σε ποσοστό 33,2% από την αιολική ενέργεια και προσπαθεί να φτάσει το στόχο του 50% μέχρι το 2020.

2.4.1 Ιστορία της αιολικής ενέργειας

Η ιστορία της αιολικής ενέργειας στη Δανία ξεκινά πριν από πάρα πολλά χρόνια αν και η πραγματική εμπορευματοποίηση της ξεκίνησε περίπου τη δεκαετία του 1970 με την κρίση του πετρελαίου. Το 1973 η Δανία είχε μεγάλη εξάρτηση από το πετρέλαιο με το ενεργειακό της μίγμα να ξεπερνά το 90% για να καλυφθούν οι ενεργειακές τις

ανάγκες. Η κρίση προκάλεσε τρομερές δυσκολίες με αποτέλεσμα να στρέψει τη χώρα σε αλλαγές. Οι αρχικές μεταρρυθμίσεις ήταν να αλλάξει την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από πετρέλαιο σε άνθρακα και η πρόταση για πυρηνικά εργοστάσια θα της παρείχαν μια περισσότερη ασφάλεια στην προσφορά και ζήτηση. Αυτές οι αποφάσεις ήταν κομμάτι ενός σχεδίου που αποτελούνταν από τέσσερα μέρη και προήγαγαν μια δυναμική ενεργειακή πολιτική.

Φάση 1:

Πρώτο ενεργειακό πλάνο: 1976

Σκοπός του πλάνου ήταν η διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού σε αντίστοιχες περιπτώσεις και η μείωση του εισαγόμενου πετρελαίου. Αυτό θα πραγματοποιούνταν μέσω της αλλαγής των εργοστασίων πετρελαίου σε αντίστοιχα άνθρακα και η κατασκευή πυρηνικών εργοστασίων. Εκείνη την εποχή οι ανανεώσιμες πηγές δεν υπολογίζονταν στο ενεργειακό μίγμα των χωρών λόγω του ότι δεν ήταν αρκετά ανεπτυγμένες. Φόροι επιβλήθηκαν στις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας κάπου στα μισά της δεκαετίας του 1970 και χρησιμοποιήθηκαν για την έρευνα και ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών. Αυτό το μέτρο παρείχε οικονομική στήριξη για δημόσια έρευνα ενώ μοίραζε τα κόστη της έρευνας σε όλους τους πολίτες. Το 1979 η Δανία δημιούργησε το Υπουργείο Ενέργειας.

Το 1973 οι εταιρίες ηλεκτρικής ενέργειας ανακοίνωσαν το σκοπό τους να χτίσουν πυρηνικά εργοστάσια και μέχρι τον επόμενο χρόνο είχαν βρει και τις τοποθεσίες. Όμως μια κίνηση των πολιτών ενάντια στην πυρηνική ενέργεια σύντομα ξεκίνησε και κατέληξε ύστερα από 11 χρόνια να καταψηφίζεται το νομοσχέδιο για την πυρηνική ενέργεια από το Δανέζικο Κοινοβούλιο και να απορρίπτονται οποιαδήποτε τέτοια εργοστάσια από το μελλοντικό ενεργειακό σχεδιασμό της χώρας. Το γεγονός αυτό προώθησε τις ανανεώσιμες πηγές μαζί με το φυσικό αέριο αφού ήταν οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Η αιολική ενέργεια συμπεριλήφθηκε σε αυτά τα σχέδια σαν τη βασικότερη μορφή ανανεώσιμων πηγών. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 αρκετοί κατασκευαστές έφτιαξαν ανεμογεννήτριες με χωρητικότητα μεγαλύτερη των 55kW. Όμως οι συγκεκριμένες ήταν αρκετά δαπανηρές για τους περισσότερους μεμονωμένους ιδιοκτήτες οπότε έφτιαξαν συνεταιρισμούς. Άλλοι πάλι επένδυσαν σε

αυτό για να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες αλλά και να επωφεληθούν με την πώληση του πλεονάσματος της ενέργειας στο δίκτυο.

Φάση 2

Δεύτερο ενεργειακό πλάνο: 1981

Το σχέδιο αυτό έθεσε τα θεμέλια για μία ταχέως αναπτυσσόμενη εγχώρια παραγωγή ενέργειας . Περιελάμβανε την εξόρυξη πετρελαίου και φυσικού αερίου στη Βόρεια Θάλασσα, την ανάπτυξη ενός δικτύου σε εθνικό επίπεδο και την εισαγωγή χορηγιών για την κατασκευή αιολικών πάρκων και εργοστασίων βιομάζας. Οι φόροι που επιβλήθηκαν στα εργοστάσια πετρελαίου και άνθρακα μεγάλωσαν την ανταγωνιστικότητα των ανανεώσιμων πηγών. Εντωμεταξύ κατά τη διάρκεια της δεκαετίας στους πολίτες προσφέρθηκαν κίνητρα για την παραγωγή ενέργειας στην κοινότητά τους. Με αποτέλεσμα να ξεκινούν να επενδύουν σε ανεμογεννήτριες που ανήκουν σε τοπικό επίπεδο.

Παράλληλα μία συμφωνία διεξήχθη με την Καλιφόρνια (Αμερική) για εξαγωγές σε ανεμογεννήτριες από τους Δανούς κατασκευαστές η οποία βέβαια ήρθε σε κορεσμό το 1985. Την ίδια χρονιά όπως αναφέρθηκε παραπάνω το Κοινοβούλιο απέρριψε την κατασκευή πυρηνικών εργοστασίων. Το Υπουργείο Ενέργειας μαζί με τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας συμφώνησαν για ένα έργο παραγωγής 100MW από ανεμογεννήτριες και μόνο το οποίο κατασκευάστηκε από το 1986 έως το 1990. Το έργο στήριξε την τοπική οικονομία σε μια περίοδο όπου οι υπεράκτιες πωλήσεις είχαν μειωθεί δραματικά. Η κυβέρνηση τη δεκαετία του 1980 έθεσε φιλόδοξους στόχους για την εγκατάσταση της αιολικής ενέργειας. Σε συμφωνία με κοινωφελείς οργανισμούς κατασκεύασαν 2 αιολικά πάρκα των 100MW μέχρι το 1990 και ακόμα ένα των 200MW με χρονιά ολοκλήρωσης το 2000. Η κυβέρνηση της Δανίας για τη στήριξη του έργου επιδότησε δημόσια κεφάλαια που άγγιζαν το 30% του κόστους εγκατάστασης που με τον καιρό μειώθηκαν σε 20% και 10% αντίστοιχα. Παράλληλα η κυβέρνηση απαιτούσε από τις εταιρίες αυτές τη διασύνδεση και αγορά της ενέργειας από τα αιολικά έργα. Επιπλέον όφειλαν να πωλούν την ενέργεια σε λογικές τιμές. Η

συνολική εγκατεστημένη ισχύς έφθασε τα 300MW και κυρίως βασιζόταν σε ανεμογεννήτριες των 100kW.

Φάση 3:

Τρίτο ενεργειακό πλάνο: Feed-in tariff 1990

Το τρίτο πλάνο είναι το μοναδικό στον κόσμο που δεν περιείχε πυρηνική ενέργεια. Έθεσε ένα στόχο στην δανέζικη κυβέρνηση να μειώσει τις εκπομπές ρύπων διοξειδίων του άνθρακα (CO₂) κατά 20% από το 1988 έως το 2005. Συγκεκριμένοι στόχοι συμπεριελάμβαναν 10% παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτριες. Περί το 1992 η τιμή της ενέργειας αποφασιζόταν με βάση το 85% της τιμής της λιανικής πώλησης και όχι με βάση το κόστος παραγωγής από τις γεννήτριες. Την ίδια χρονιά ο Υπουργός Ενέργειας και Περιβάλλοντος διέταξε στους δήμους να βρουν κατάλληλα μέρη για αιολικά πάρκα σε όλη τη χώρα. Οι οδηγίες σχεδιασμού περιελάμβαναν προβλέψεις για δημόσιες ακροάσεις πριν από τη χωροθέτηση των ανεμογεννητριών ,πράγμα το οποίο βοήθησε στην αποδοχή του κοινού για την εγκατάστασή τους.

Μια σταθερή χρέωση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εισήχθη το 1993 και αποσύνδεσε την αγορά από τις υφιστάμενες τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον έργα αιολικής ενέργειας λάμβαναν επιστροφές φόρων από τη Δανική εφορία λόγω του ότι δεν επιβαρύνονταν με το φόρο του διοξειδίου του άνθρακα και μερική επιστροφή για τη φορολόγηση της ενέργειας. Οι επιστροφές διπλασίασαν τα έσοδα στα έργα αυτά για τα πρώτα πέντε χρόνια λειτουργίας τους.

Φάση 4:

Τέταρτο ενεργειακό πλάνο: 1996

Σε αυτό το σχέδιο είχε προβλεφθεί ότι οι ανανεώσιμες πηγές θα αποτελούσαν το 12-14% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της χώρας το 2005 και το 35% μέχρι το 2030. Περί το 1997 αναπτύχθηκαν περαιτέρω σχέδια που αφορούσαν τις υπεράκτιες ανεμογεννήτριες και δημιούργησαν μία κεντρική εθνική αρχή η οποία ήταν υπεύθυνη για τον ενεργειακό σχεδιασμό της χώρας. (Danish Energy Agency : <http://www.ens.dk/en>) Το 2001 οι συνεταιρισμοί που είχαν δημιουργηθεί με σκοπό

την κατασκευή ανεμογεννητριών είχαν ξεπεράσει τις 100000 οικογένειες και αποτελούσαν το 86% όλων των ανεμογεννητριών της Δανίας.

Το 1999 η δανέζικη κυβέρνηση πέρασε ένα ψήφισμα σύμφωνα με το οποίο πραγματοποιούνταν απελευθέρωση της ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2002. Η μεταρρύθμιση ανέφερε το στόχο να παράγεται 20% της ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2003 από εργοστάσια βιομάζας και αιολικά πάρκα. Την ίδια χρονιά η Δανία προσπάθησε ανεπιτυχώς να καταρρίψει τις σταθερές δασμολογικές τιμές-ταρίφες στην ενέργεια και να προωθήσει τις ανανεώσιμες πηγές μέσω ενός χαρτοφυλακίου (renewable portfolio standard RPS) που θα περιείχε εμπορεύσιμα πράσινα πιστοποιητικά.

Μέχρι το 2003 όλες οι ανεμογεννήτριες είχαν συνδεθεί στο δίκτυο. Από το 1993 μέχρι το 2004 η εγκατεστημένη ισχύς αυξήθηκε από 500MW σε περισσότερη από 3000MW αλλά το 2004 με την κατάργηση των δασμολογικών ταριφών η εξέλιξη της αιολικής ενέργειας έκανε παύση.

Το 2004 πραγματοποιήθηκε μία σημαντική αναδιάρθρωση του Τομέα της Ενέργειας στη Δανία. Οι εταιρίες ενέργειας έγιναν ιδιωτικές και η διανομή της ενέργειας, μεταφορά και παραγωγή έγιναν ανεξάρτητοι κλάδοι ο καθένας με διαφορετικό πλαίσιο(Maegaard,2009). Η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας ξεκίνησε να γίνεται από τις κοινότητες, από μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα συνεταιρισμούς ή από εταιρίες με σύμβαση παραχώρησης. Η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας (μέχρι 60kV) θα γινόταν από μία καινούρια εταιρία που θα άνηκε τελείως στο κράτος (Energinet). Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας θα διαιρούταν ως εξής:

- Κεντρικά εργοστάσια παραγωγής που άνηκαν στην εταιρία DONG (το 76% το είχε μέχρι τότε η Δανία)
- Εργοστάσια τα οποία ανήκουν στην εταιρία Vattenfall (Σουηδική εταιρία) και στην E.ON. (Γερμανική εταιρία)
- Εργοστάσια συμπαραγωγής θερμότητας τα οποία ανήκουν σε δημοτικούς και τοπικούς καταναλωτές

➤ Εργοστάσια αιολικής ενέργειας που ανήκουν σε ποσοστό από 85% και άνω σε ανεξάρτητους παραγωγούς και η υπόλοιπη ενέργεια θα παράγεται από άλλες εταιρίες ενέργειας.

Από το 2004 μέχρι το 2008 μόνο 129MW ισχύς προστέθηκαν στο δίκτυο και τα περισσότερα σχέδια θεωρήθηκαν αναποτελεσματικά. Το 2008 η κυβέρνηση ανέπτυξε μια ενεργειακή συμφωνία η οποία είχε ισχύ μέχρι το τέλος του 2012 και περιλάμβανε την εγκατάσταση 2 υπεράκτιων πάρκων των 200MW το καθένα (τα οποία εγκαταστάθηκαν το 2009 και 2010) και άνοιξε το δρόμο στους Δήμους για 2 σχέδια για αιολικά πάρκα στην ξηρά των 75MW τα οποία κατασκευάστηκαν το 2010 και 2011 αντίστοιχα. (Greenpeace Denmark 2012) Σε δήλωσή της σχετικά με την ενεργειακή πολιτική η κυβέρνηση δεσμεύτηκε για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής με το ελάχιστο οικονομικό κόστος και χωρίς τη διακινδύνευση του ενεργειακού εφοδιασμού. Αυτή η δήλωση εμπειρείχε διάφορες βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση του έθνους, αυξάνοντας παράλληλα το ποσοστό των ανανεώσιμων πηγών στο ενεργειακό μίγμα και την τεχνολογική ανάπτυξη. Συγκεκριμένα είχε δεσμευτεί:

➤ Μείωση της συνολικής κατανάλωσης της ενέργειας κατά 2% έως το 2011 και από 4% έως το 2020 με βάση στοιχεία του 2006

➤ Αύξηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 20% του ακαθάριστου ποσοστού κατανάλωσης ενέργειας μέχρι το 2011.

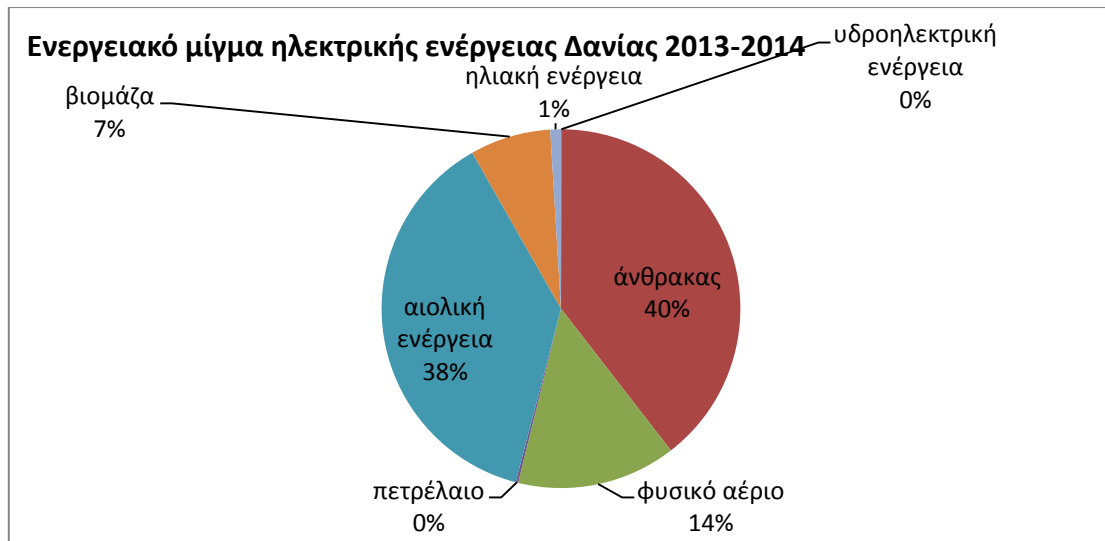
Για να καταφέρει όλους τους παραπάνω στόχους η κυβέρνηση δεσμεύτηκε επιπλέον να αυξήσει τις επιδοτήσεις για έρευνα και ανάπτυξη στα 135 εκατομμύρια ευρώ το χρόνο. Το 2009 η Δανία είδε μια μεγάλη αύξηση στις εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων με 116MW επιπλέον ισχύ στην ξηρά και 238MW στη θάλασσα φτάνοντας έτσι τις 3482MW συνολικά. Το ίδιο έτος τα υποστηρικτικά μέσα για την αιολική ενέργεια βασίζονταν κυρίως σε ένα μπόνους το οποίο προστίθονταν στην τιμή της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία καθορίζονταν από το Δανέζικο Οργανισμό Ενέργειας. Ο παραπάνω συνδυασμός απέφερε ένα σίγουρο κέρδος για τους

παραγωγούς. Όλα τα κόστη των επιδοτήσεων μετακύλησαν στους καταναλωτές σαν μία υποχρέωση παροχής δημόσιας υπηρεσίας στη συνολική κατανάλωση ενέργειας.

Το Φεβρουάριο του 2011 η κυβέρνηση ανακοίνωσε το Ενεργειακό πλάνο της μέχρι το 2050 (Energy Strategy 2050). Στόχος της μέχρι το 2050 να καταφέρει την ανεξαρτησία της Δανίας από τον άνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο με έναν ενδιάμεσο στόχο του 30% της ζήτησης της τελικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2020. Την ίδια χρονιά πραγματοποιήθηκαν εκλογές και το νέο κόμμα που εκλέχθηκε έθεσε αρκετούς στόχους μερικοί από τους οποίους είναι :

- Όλες οι ενεργειακές ανάγκες της χώρας να καλυφθούν από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2050
- Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας να τροφοδοτείται 100% από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2035
- Ο άνθρακας θα εξαλειφθεί από τα εργοστάσια παραγωγής μέχρι το 2030
- Η κυβέρνηση να υιοθετήσει έναν στόχο για τη μείωση των ρύπων του διοξειδίου του άνθρακα σε ποσοστό 40% σε σχέση με το 1990.

Το Μάιο του 2012 μία συμφωνία για τους στόχους της Δανίας μέχρι το 2020 πραγματοποιήθηκε και αφορούσε το ενεργειακό πλάνο της. Σύμφωνα με αυτή, η αολική ενέργεια θα πρέπει να καλύπτει το 50% της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Η εκπομπή ρύπων θα πρέπει να μειωθεί κατά 34% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 . Το υπόλοιπο 6% που απομένει για το στόχο που έθεσε η κυβέρνηση πρέπει να προέλθει από προσπάθειες στον τομέα των μεταφορών και τον αγροτικό. Επιπλέον, αποφασίστηκε να κατασκευαστούν και άλλα αολικά πάρκα συνολικής ισχύος 3300MW.



πηγή δεδομένων: ENTSOE

2.4.2 Τρόποι Προώθησης της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ

Στη Δανία πλέον η προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συντελείται μέσω τεσσάρων υποστηρικτικών σχημάτων:

➤ **Πριμοδότηση Ταριφών-Χρεώσεων:** Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές προωθείται μέσω ενός συστήματος που βασίζεται στην πριμοδότηση. Δηλαδή οι διαχειριστές των ΑΠΕ συνήθως λαμβάνουν κάποια έξτρα χρήματα (μπόνους) τα οποία καταβάλλονται παραπάνω από την τιμή αγοράς της ενέργειας. Το άθροισμα της τιμής αγοράς και του μπόνους δεν επιτρέπεται να ξεπερνά κάποιο θεσμοθετημένο όριο ανά kWh και εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται και την ημερομηνία που συνδέθηκε το εργοστάσιο στο δίκτυο.

➤ **Καθαρές μετρήσεις:** Οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιήσουν όλη η μέρος της ενέργειας που παράγουν για ιδιωτική χρήση και να αποδεσμευτούν ένα συγκεκριμένο φόρο (Public Service Obligation) για αυτή την ενέργεια. Η δημόσια εισφορά που τους επιβάλλεται είναι ένα τέλος που επιβάλλεται για να υποστηρίξουν τις ανανεώσιμες πηγές.

➤ **Εγγυήσεις Δανείων:** Οι ιδιοκτήτες εργοστασίων αιολικής ενέργειας και άλλες τοπικές πρωτοβουλίες μπορούν να κάνουν αιτήσεις για εγγυήσεις δανείων για να πραγματοποιήσουν μελέτες με σκοπό την κατασκευή αιολικών πάρκων.

➤ Χορηγίες: Μικρές ανανεώσιμες ηλεκτροπαραγωγές που θεωρούνται από το κράτος στρατηγικής σημασίας μπορούν να επιχορηγηθούν.

Όσον αφορά την πρώτη περίπτωση και την προμολόγηση χρεώσεων ο Νόμος ισχύει για όλες τις ανανεώσιμες πηγές για χερσαίες και υπεράκτιες ανεμογεννήτριες, για την ηλιακή ενέργεια, για τη βιομάζα, την υδροηλεκτρική ενέργεια (και τα συμβατικά εργοστάσια και τις μονάδες ενέργειας από τα κύματα) και το βιοαέριο εκτός από την γεωθερμική μορφή ενέργειας.

Τα έξτρα χρήματα τα οποία λαμβάνουν οι ιδιοκτήτες εργοστασίων χωρίζονται στα μέγιστα μόνους και τα εγγυημένα μόνους. Τα πρώτα είναι αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ενώ τα δεύτερα αποδίδονται σε συγκεκριμένες περιπτώσεις είναι σταθερά και δεν είναι θεσπισμένα από το Νόμο το ποσό που μπορούν να φτάσουν.

Αιολική Ενέργεια

➤ Χερσαίες Ανεμογεννήτριες:

➤ Λειτουργούν από 01/01/2014 και μετά : Σε αυτές τις περιπτώσεις τους παρέχουν ένα σταθερό μόνους περίπου €ct 3 και η μέγιστη χορηγία δεν μπορεί να ξεπερνά τα περίπου €ct 5 ανά kWh για 6600 ώρες λειτουργίας με πλήρες φορτίο και 5,6MW για ένα τετραγωνικό χώρο του ρότορα μαζί με περίπου €ct 0,3 για να εξισορροπήσουν τα έξοδα.

➤ Λειτουργία από 21/02/2008 έως 31/12/2013: Σταθερό μόνους ανά kWh που φθάνει τα περίπου €ct 3 για 22 ώρες λειτουργίας σε πλήρες φορτίο και περίπου €ct 0,3 για να καλυφθούν διάφορα κόστη. Τα εργοστάσια τα οποία έχουν χρηματοδοτηθεί από υπηρεσίες κοινής ωφέλειας έχουν μέγιστη χορηγία που φθάνει τα περίπου €ct 4 ανά kWh η οποία είναι εφαρμόσιμη για 10 χρόνια από την ημερομηνία σύνδεσης της ανεμογεννήτριας στο δίκτυο συν σταθερό μόνους που αγγίζει τα περίπου €ct 1 ανά kWh.

➤ Υπεράκτιες Ανεμογεννήτριες: Τα αιολικά πάρκα και οι επιδοτήσεις εξαρτώνται από την περιοχή του πάρκου

- περίπου €ct 7 ανά kWh για κάθε μονάδα ενέργειας που παράγεται στα αιολικά πάρκα Horns Rev 2 για ένα σύνολο παραγωγής 10 TWh για τα πρώτα 20 χρόνια λειτουργίας
- περίπου €ct 8 ανά kWh για παραγωγή ενέργειας που παράγεται στα αιολικά πάρκα Rodsand 2 για ένα σύνολο παραγωγής 10TWh για τα 20 πρώτα χρόνια λειτουργίας του πάρκου.
- περίπου €ct 14 ανά kWh για την παραγωγή ενέργειας στα υπεράκτια αιολικά πάρκα Anholt για ένα σύνολο παραγωγής των 20TWh περιορισμένο για τα πρώτα 20 χρόνια σύνδεσης του πάρκου. Τα μόνους δεν αποδίδονται όσο η τιμή αγοράς δεν είναι θετική. Αυτό συμβαίνει όταν η ζήτηση για ενέργεια είναι χαμηλότερη από την προσφορά. Η συγκεκριμένη εξαίρεση αφορά το πολύ 300 ώρες το χρόνο.
- Τα εργοστάσια τα οποία χρηματοδοτήθηκαν από εταιρίες κοινής ωφέλειας έχουν μέγιστη επιδότηση τα περίπου €ct 5 ανά kWh τα οποία είναι εφαρμόσιμα για 42000 ώρες λειτουργίας σε πλήρες φορτίο συν εγγυημένο μόνους των περίπου €ct 1 ανά kWh.
- Τα αιολικά πάρκα τα οποία είναι μέρος κάποιων πιλοτικών προγραμμάτων στα χωρικά ύδατα και την αποκλειστική οικονομική ζώνη διαμορφώνονται με τον εξής τρόπο: περίπου €ct 9,4 ανά kWh για συνολικά 15000 ώρες λειτουργίας σε πλήρες φορτίο και 12,7MW ανά τετραγωνικό μέτρο ρότορα. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο Υπουργός Ενέργειας και Κλιματική Αλλαγής μπορεί να χορηγήσει επιδοτήσεις σε αιολικά πάρκα που αποτελούνται από οκτώ μονάδες και χρειάζονται επιπρόσθετη υποστήριξη. Η βοήθεια βέβαια τελειώνει το 2019 και φτάνει μέχρι συνολική ισχύ 50MW. Το μόνους δεν πληρώνεται σε ώρες που η τιμή της ενέργειας είναι αρνητική.
- Άλλα υπεράκτια πάρκα τα οποία λειτουργούν από 21/02/2008 και έπειτα έχουν ένα εγγυημένο μόνους των περίπου €ct 3 ανά kWh για 22000 ώρες σε λειτουργία πλήρους φορτίου μαζί με περίπου €ct 0,3 για να καλύψουν λειτουργικά έξοδα.
- Υπάρχει ένα ακόμα μόνους ύψους περίπου €ct 0,13 ανά kWh για κάθε μονάδα ενέργειας που παράγεται σε παράκτια αιολικά πάρκα τα οποία κατασκευάστηκαν από δημόσιο διαγωνισμό αν σε αυτά τα πάρκα το 30%

ανήκει στους κατοίκους ή σε εταιρίες της περιοχής με ακτογραμμή και δεν απέχει παραπάνω από 16 χιλιόμετρα από το πάρκο.

Εργοστάσια τα οποία έχουν εγκατεστημένη ισχύ που φθάνει τα 25kW και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για καθαρά ιδιωτική χρήση υπόκεινται στις εξής επιδοτήσεις:

- Για τα εργοστάσια τα οποία λειτούργησαν πριν τις 20/11/2012 μέγιστη επιδότηση (μαζί με την τιμή αγοράς) είναι τα περίπου €ct 8 ανά kWh.
- Για τα εργοστάσια τα οποία λειτούργησαν μετά τις 20/11/2012 μέγιστη επιδότηση είναι τα περίπου €ct 33,5 ανά kWh τα οποία παρήχθησαν από εργοστάσιο με μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ τα 10MW και περίπου €ct 20 ανά kWh από τα 10MW και πάνω.

Οι διαχειριστές των αιολικών πάρκων με εγκατεστημένη ισχύ μέχρι 6 kW που συνδέθηκαν στο δίκτυο μέχρι τις 20/11/2012 ή αργότερα μπορούν να επιλέξουν το μέγιστο μπόνους των περίπου €ct 8 ανά kWh ή περίπου €ct 17 ανά kWh για τα πρώτα 10 χρόνια λειτουργίας του πάρκου. Για εργοστάσια τα οποία συνδέθηκαν από την 01/01/2014 και έπειτα το μπόνους μειώνεται ετήσια από περίπου €ct 2 ανά kWh μέχρι την 01/01/2018.

2.5 Σουηδία

Ένας Σουηδός καταναλώνει περίπου 3 φορές την ενέργεια που καταναλώνει ένας Κινέζος. Ακόμα και με τη σημερινή τεχνολογία θα ήταν ακατόρθωτο ολόκληρος ο κόσμος να λειτουργήσει αν κατανάλωνε όσο ενέργεια καταναλώνεται στη Σουηδία. Η Σουηδία αποτελεί το τέταρτο σε μεγαλύτερο κράτος της Ευρώπης με έκταση να φτάνει τα 450.295 km² και έχει πληθυσμό που ξεπέρασε τα 9,5 εκατομμύρια ανθρώπους με βάση την απογραφή του 2012. Με 21 κατοίκους ανά τετραγωνικό μέτρο θεωρείται αρκετά αραιοκατοικημένη αν συνυπολογίσει κάποιος ότι οι περισσότεροι κάτοικοι διαμένουν στις νότιες περιοχές κοντά στην Oresund Περιοχή, δυτικά στις ακτές Bohuslan, στην περιοχή της λίμνης Malaren και στην πρωτεύουσα της Στοκχόλμης. Περίπου το 65% είναι καλυμμένο με δάση και το 15% της έκτασης της βρίσκεται βόρεια του Αρκτικού Κύκλου. Η χώρα συνορεύει χερσαία με τη

Φινλανδία και τη Νορβηγία και έχει θαλάσσια σύνορα με τη Δανία, Γερμανία, Πολωνία, Ρωσία, Λεττονία, Λιθουανία και Εσθονία. Συνδέεται με τη Δανία μέσω γέφυρας-τούνελ μέσω του Oresund.

Η Σουηδική οικονομία έχει αντέξει αρκετές στρεβλώσεις στην παγκόσμια οικονομία και έχει καταφέρει να ανταπεξέλθει με επιτυχία. Το 2011 Η Σουηδία βρέθηκε στην πέμπτη θέση ανάμεσα στις Ευρωπαϊκές χώρες που ανήκουν στον οργανισμό OECD με βάση το κατά κεφαλήν εισόδημα το οποίο έφτασε τα 41.242\$ (σε δολάρια Αμερικής) μετά το Λουξεμβούργο, τη Νορβηγία, την Ελβετία και τη Δανία. Το 2008-2009 με την οικονομική κρίση βρέθηκε να έχει μια ύφεση του 7,5% του ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν) άλλα με σκληρά οικονομικά μέτρα μέχρι το τέλος του 2010 είχε επανέλθει στα προ-κρίσης επίπεδα. Σε αντίθεση με άλλες χώρες που ανήκουν στο OECD τον Οκτώβριο του 2012 η Σουηδία βίωσε θετικές προς εκείνη οικονομικές καταστάσεις αφού είχε αύξηση στο πραγματικό ΑΕΠ κατά 3,9% για το 2011 και ακόμα μία αύξηση του 1,2% για το 2012, μείωση στα δημόσια χρέη και 7,6% δείκτη ανεργίας. Η πολιτική να στραφεί κυρίως στην εξαγωγική βιομηχανία τη βοήθησε τόσο πολύ και συνέβαλε περίπου στο 50% του ΑΕΠ της.

Η Σουηδική ενεργειακή πολιτική βασίζεται στη δημιουργία μιας σωστής και χωρίς στρεβλώσεις αγοράς. Προσπαθώντας να εκτιμήσει τις τιμές, τις απαραίτητες συνθήκες για ανταγωνισμό, την ασφάλεια της προσφοράς και ζήτησης όπως επίσης και την προστασία του περιβάλλοντος. Υπό όλες τις παραπάνω προϋποθέσεις οι τιμές της ενέργειας καθορίζονται και μάλιστα είναι ικανές να προσελκύσουν τον κάθε επενδυτή για νέες επενδύσεις με το μικρότερο δυνατό αντίκτυπο στο περιβάλλον.

Βασική προϋπόθεση για να λειτουργήσει όλη η παραπάνω διαδικασία είναι η εξάλειψη των αποτυχιών από την αγορά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτυχίας είναι η λάθος εκτίμηση του κόστους κατά τη διαδικασία της μετατροπής στερεών καυσίμων σε ενέργεια. Το κόστος της εκπομπής ρύπων πολλές φορές αγνοείται με συνέπεια υψηλότερο κόστος στην ενέργεια στις επιχειρήσεις που επιβάλλεται μέσω του νόμων του εκάστοτε κράτους. Στη Σουηδία μέτρα για τις εκπομπές ρύπων υπάρχουν από το 1991. Βέβαια δεν επιβαρύνονται με το ίδιο κόστος όλοι οι καταναλωτές. Οι οικιακοί χρήστες επιβαρύνονται με φόρους 20 φορές παραπάνω σε σχέση με τις επιχειρήσεις. Άλλες αποτυχίες θεωρούνται ο αναποτελεσματικός ανταγωνισμός και η λανθασμένη ή

και καθόλου πληροφόρηση όλων των πλευρών που ασχολούνται με την ενέργεια (οικιακοί χρήστες, παραγωγοί, πωλητές)

2.5.1 Ιστορία της Σουηδικής Πολιτικής στα ΑΠΕ και την αιολική ενέργεια

Ακολουθώντας την πετρελαϊκή κρίση στη δεκαετία του 1970, η Σουηδική ενεργειακή πολιτική ξεκίνησε να προωθεί την αποτελεσματική χρήση και εξάπλωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κυρίως σαν ένα λόγο για να μειώσουν την εξάρτησή τους στο πετρέλαιο που εισήγαγαν. Το δημοψήφισμα σχετικά με την πυρηνική ενέργεια που έγινε τη δεκαετία του '80, κατέληξε στην απόφαση να αρχίσουν σταδιακά να εξαλείφουν τα πυρηνικά εργοστάσια και έδωσε περισσότερα κίνητρα για τις ανανεώσιμες πηγές. Για να πραγματοποιηθεί ο στόχος δημόσια έρευνα και ανάπτυξη σε συνδυασμό με ένα ερευνητικό πρόγραμμα που περιλάμβανε την αιολική ενέργεια, ξεκίνησε. Όμως το εγχείρημα αυτό είχε μικρό αντίκτυπο στη διάδοση της αιολικής ενέργειας εκείνη τη δεκαετία. Δεν ήταν παρά μόνο όταν συμπλήρωσαν με κάποια ακόμα προγράμματα τη δεκαετία του '90 που απογείωσαν τις επενδύσεις στην αιολική ενέργεια. Το 1991 κατατέθηκε ένα νομοσχέδιο σχετικά με την αλλαγή του Σουηδικού ενεργειακού συστήματος το οποίο αύξησε την εμπιστοσύνη στην ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές. Σε ένα άλλο νομοσχέδιο την ίδια χρονιά επήλθαν οι ευνοϊκές συνθήκες αφού ψηφίστηκε να επιτευχθούν 15 οικολογικοί στόχοι για παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Τα νομοσχέδια από το 1997 μέχρι το 2002 έδωσαν και αυτά την ώθηση για την ενεργειακή πολιτική που επακολούθησε η Σουηδία. Το πιο σημαντικό ίσως συνέβη το 2002 όπου ένα εθνικό σχέδιο υιοθετήθηκε για αιολική παραγωγή ενέργειας 10TWh μέχρι το 2015. Ακολουθώντας την πολιτική αρκετά ακόμα κίνητρα παρουσιάστηκαν τη δεκαετία του '90 για να ενθαρρύνουν την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας. Αυτά συμπεριλάμβαναν επιπρόσθετη έρευνα και ανάπτυξη (χαρακτηριστικό παράδειγμα το γνωστό Energy Technology Fund), επιδοτήσεις για κατασκευή αιολικών πάρκων (κυμαίνονταν μεταξύ 10-35% του κόστους της επένδυσης), και επιδοτήσεις παραγωγής (τα γνωστά 'περιβαντολογικά μπόνους' που το 2003 ανέρχονταν σε 0,18 SEK ανά kWh). Ως αποτέλεσμα όλων αυτών των μέτρων ήταν την περίοδο 1994-2002 η παραγωγή αιολικής ενέργειας να

αυξηθεί 700%. Παρόλο την αύξηση το 2002 η εγχώρια παραγωγή αιολικής ενέργειας για το σύνολο της Σουηδικής ηλεκτρικής ενέργειας ήταν μόνο 0,4%. Αυτό ανταποκρίνεται μόνο σε 0,6 TWh πολύ κάτω σε σχέση με το στόχο που είχε τεθεί για το 2015.

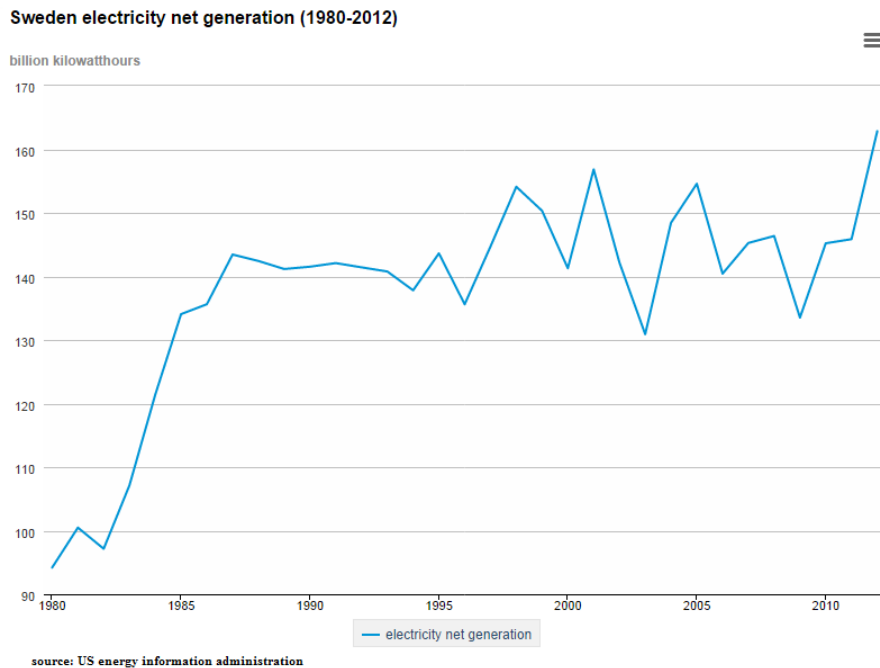
Σε γενικές γραμμές η Σουηδική ενεργειακή πολιτική για την αιολική ενέργεια δεν μπορεί να θεωρηθεί επιτυχία όπως της Δανίας και της Γερμανίας. Αν και οι συνθήκες ανέμου δεν είναι χειρότερες στη Σουηδία σε σχέση με τις δύο παραπάνω χώρες και οι ανεμογεννήτριες μπορούν να αγοραστούν από τη παγκόσμια αγορά (κυρίως από τη Δανία), αυτό που διαφοροποιείται είναι ο τρόπος που ψηφίστηκαν και εφαρμόστηκαν οι πολιτικές στις διάφορες χώρες. Οι οικονομικές και πολιτικές αβεβαιότητες τις οποίες αντιμετωπίζει ο επενδυτής ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό στις χώρες και εξαρτάται και τον τύπο και το μέγεθος του αιολικού πάρκου. Τα σουηδικά μέτρα σχετικά με την αιολική ενέργεια έχουν φανεί αρκετά αναποφάσιστα και αναποτελεσματικά.

Το Μάιο του 2003, ένα σύστημα πράσινων πιστοποιητικών παρουσιάστηκε με σκοπό να εξασφαλίσει μια προκαθορισμένη αγορά για ανανεώσιμες πηγές αλλά και ακόμα να προωθήσει τον ανταγωνισμό μεταξύ τους. Οι γεννήτριες των ανανεώσιμων πηγών επιβραβεύτηκαν με πράσινα πιστοποιητικά για την κάθε MWh που παρήγαγαν. Τα πιστοποιητικά μπορούσαν να πωληθούν και οι καταναλωτές ήταν υπόχρεοι απέναντι στο Νόμο να αγοράσουν τα πιστοποιητικά τα αντίστοιχα για την ενέργεια που καταναλώνουν. Αυτό το μέτρο σκοπό είχε να φτάσουν την κατανάλωση των 10TWh μέχρι το 2015. Οι παραγωγοί ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές πέραν της χονδρικής τιμής της ενέργειας κέρδιζαν παραπάνω χρήματα για κάθε πιστοποιητικό που πουλούσαν. Αφού μόνο χαμηλού κόστους γεννήτριες ήταν ικανές να πωλούν πράσινα πιστοποιητικά, το σύστημα τουλάχιστον (στη θεωρία) παρείχε ενέργεια με το χαμηλότερο κόστος. Το νέο σύστημα αντικατέστησε προηγούμενες επιδοτήσεις σχετικά με τα αρχικά κόστη επένδυσης και με τον καιρό αντικατέστησε και τα 'περιβαντολογικά μπόνους' τα οποία μέχρι το 2010 εξαφανίστηκαν τελείως. Περίπου το 2004 το Σουηδικό σύστημα πράσινων πιστοποιητικών αξιολογήθηκε και ένα βασικό συμπέρασμα είναι ότι η ικανότητα του νέου συστήματος για προώθηση των αιολικών πάρκων είχε περιοριστεί.

Στο παρελθόν κανένας Νόμος δεν όριζε φόρους για την εκπομπή ρύπων. Στην Ευρώπη θεσπίστηκαν Νόμοι για την εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών ρύπων διοξειδίου του άνθρακα. Ο Νόμος αυτό ορίζει ένα όριο μέχρι το οποίο μπορούν να παράγουν ρύπους στην ατμόσφαιρα και για τις επιχειρήσεις που το ξεπερνούν μπορούν να αγοράσουν 'ρύπους' από εκείνες που παράγουν λιγότερους. Περίπου 500 εργοστάσια στην Σουηδία στον τομέα της ενέργειας και της βιομηχανίας έχουν βραβευτεί με το δικαίωμα εμπορίας ρύπων και αυτό το νούμερο αντιστοιχεί περίπου σε 17-18 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Αυτή η πολιτική ήταν ένα ακόμα κίνητρο για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών.

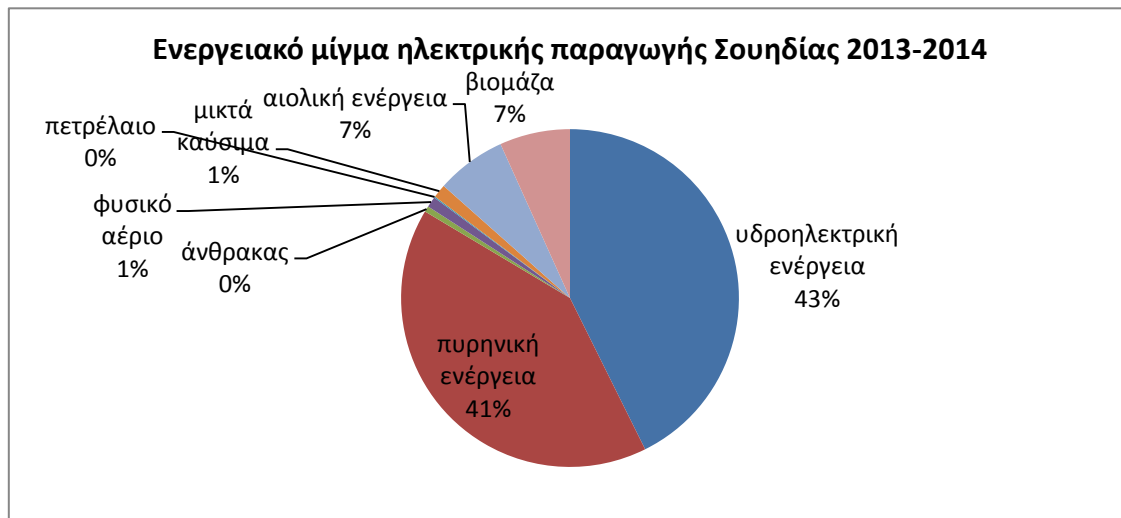
2.5.2 Η ηλεκτρική ενέργεια στη Σουηδία

Ενώ η καθαρή ηλεκτρική ενέργεια που παράχθηκε στη Σουηδία για το 2011 υπολογίζεται στις 146 TWh από τις οποίες 45% ήταν από τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια, 40% από τα πυρηνικά εργοστάσια, 4% από αιολικά πάρκα, 11% από βιοκαύσιμα και ορυκτά. Αύξηση στην ενέργεια παρατηρείται τον αμέσως επόμενο χρόνο με την παραγωγή να αυξάνεται στις 163 TWh και μείωση πάλι να επέρχεται για το 2013 με 145,86 TWh.



Εικόνα 7: Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στη Σουηδία

Τη δεκαετία του 1970 η ηλεκτρική ενέργεια προερχόταν κατά 69% από τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια τα οποία υπάρχουν στη Σουηδία από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα. Η πετρελαϊκή κρίση την ίδια δεκαετία επέφερε την εξάπλωση της πυρηνικής ενέργειας σε αυτόν τον τομέα. Για το 2011 58TWh παράχθηκαν στα εργοστάσια αυτά νούμερο αυξημένο σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά αλλά μειωμένο σε σχέση με τη μέση παραγωγή. Η μέση παραγωγή πυρηνικής ενέργειας στη Σουηδία κυμαίνεται στις 68TWh. Συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 16,6 TWh για το 2011 και το καύσιμο που χρησιμοποιήθηκε σε αυτόν τον τρόπο παραγωγής ήταν τα βιοκαύσιμα (απόβλητα και τύρφη). Η αιολική ενέργεια μεταξύ 2010 και 2011 παρατήρησε αύξηση 74%.



πηγή δεδομένων: ENTSOE

2.5.3 Τρόποι Προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ

➤ Σύστημα ποσόστωσης (Quota system) : Ένας από τους βασικούς λόγους χρήσης των ανανεώσιμων πηγών είναι το σύστημα ποσόστωσης και τα πράσινα πιστοποιητικά. Ο Νόμος ορίζει στους προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας να αποδείξουν ότι ένα μέρος από την ενέργεια που πωλούν είναι από ανανεώσιμες πηγές. Αυτό αποδεικνύεται με τα πράσινα πιστοποιητικά που τους χορηγούνται από τους παραγωγούς έναντι πληρωμής. Έτσι και οι παραγωγοί επιδοτούνται για το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας. Η τιμή τους διαφέρει από τότε που το σύστημα τέθηκε σε λειτουργία το 2003. Η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε το 2008 όπου ήταν κάπου στα 350SEK ή 38,21euro. Στο τέλος του 2011 η τιμή είχε πέσει στα επίπεδα των 150SEK ή 16,37euro.

Το συγκεκριμένο σύστημα απευθύνεται σε εταιρίες που προμηθεύουν με ηλεκτρική ενέργεια τους καταναλωτές, οικιακούς χρήστες που παράγουν μόνοι τους την ενέργεια που καταναλώνουν (η ενέργεια που καταναλώνουν πρέπει να υπερβαίνει τις 60MWh ετησίως και πρέπει να έχει παραχθεί από μονάδα που υπερβαίνει τα 50kW), οικιακούς χρήστες που εισάγουν την ηλεκτρική ενέργεια ή αγοράζουν ενέργεια από τη

Σκανδιναβική αγορά (Nordic electricity market) και εγγεγραμμένων εταιριών που θεωρούνται ότι καταναλώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας.

Σύμφωνα με την Υπουργείο Ενέργειας της Σουηδίας, οι προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας περνούν τα κόστη τα οποία δημιουργούνται από το σύστημα ποσόστωσης στους καταναλωτές μέσω μιας παραπάνω χρέωσης στις υπηρεσίες. Από την εισαγωγή της κοινής αγοράς Σουηδίας-Νορβηγίας, τα κόστη έχουν διαμοιραστεί στους καταναλωτές και των δύο χωρών.

Περίοδος	Σύστημα ποσόστωσης ανά MWh για ηλεκτρική ενέργεια που πωλείται ή καταναλώνεται
2012	0,179
2013	0,135
2014	0,142
2015	0,143
2016	0,144
2017	0,152
2018	0,168
2019	0,181
2020	0,195
2021	0,19
2022	0,18
2023	0,17
2024	0,161
2025	0,149

Πηγή δεδομένων πίνακα: www.res-legal.eu

➤ Φορολογική Νομοθεσία: Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από αιολικά πάρκα είναι έχει απαλλαγές σε διάφορους φορολογικούς Νόμους, όπως έχει μείωση στη φορολογία των ακινήτων και έχει μείωση στο Νόμο (σύμφωνα με το Energy Tax Act) που αφορά την παραγωγή ενέργειας.

➤ **Επιδότησεις:** Η Σουηδία χορηγεί επιδοτήσεις για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών μονάδων. Η κατασκευή των φωτοβολταϊκών θα έπρεπε να έχει ξεκινήσει την 1^η Ιουλίου του 2009 και να έχει ολοκληρωθεί μέχρι 31 Δεκεμβρίου του 2016. Αυτού του είδους οι επιδοτήσεις δεν μπορούν να ληφθούν σε συνδυασμό με κάποια άλλη επιδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

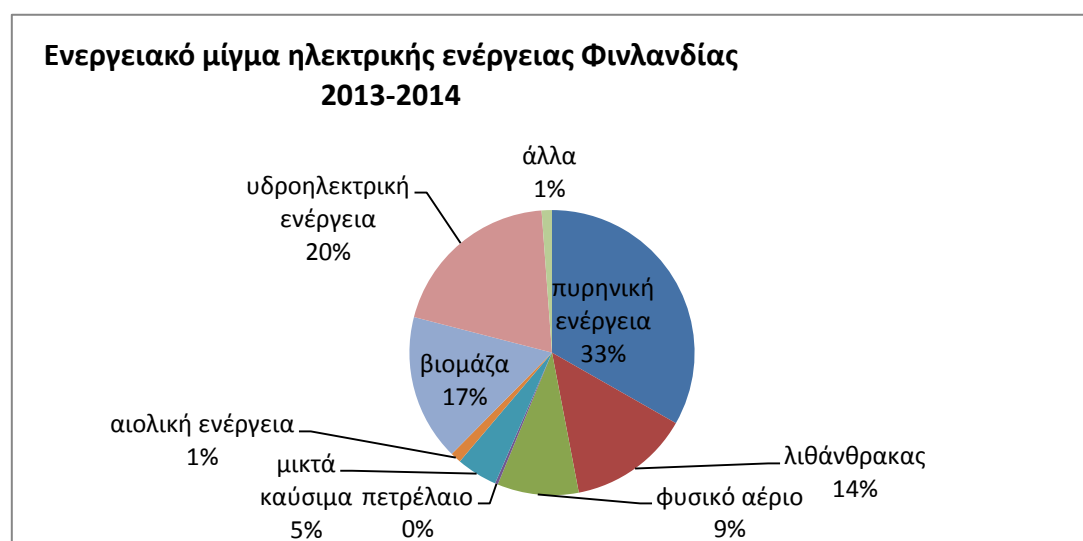
2.6 Φινλανδία

Το μικρό της μέγεθος και η απομόνωση (κυρίως λόγω περιοχής και κλίματος) δεν αποτελέσαν εμπόδιο για την Φινλανδία να αναπτυχθεί. Αν και μικρή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, η Φινλανδία είναι από τα κράτη που κάνει χρήση των πλεονεκτημάτων της ανταλλαγής ενέργειας με τις γειτονικές τις χώρες όχι μόνο με τις Σκανδιναβικές αλλά και με τη Ρωσία και τις Βαλτικές χώρες. Η Φινλανδία είναι μία από τις χώρες στον κόσμο που χρησιμοποιεί τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας -κυρίως τη βιοενέργεια. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρέχουν το ένα τέταρτο περίπου της συνολικής ενέργειας που καταναλώνει και από αυτές παράγει περίπου την ενέργεια που χρειάζεται σε ποσοστό παραπάνω από το 25%. Πιο σημαντικές πηγές ενέργειας είναι η βιοενέργεια, το ξύλο και καύσιμα με βάση το ξύλο, η υδροηλεκτρική, η αιολική, η ηλιακή και η θερμότητα που παράγει το έδαφος. Οι στόχοι του κράτους σχετικά με το εθνικό πλάνο για ενέργεια και την κλιματική αλλαγή αφορούν τις ανανεώσιμες πηγές και την αύξηση του ποσοστού τους στην κατανάλωση. Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση της εκπομπής ρύπων του διοξειδίου του άνθρακα οι πολιτική που ακολουθείται ορίζει τη μείωση της ανεργίας μέσω της αύξησης των θέσεων που δημιουργούνται από την όλη διαδικασία και ορίζει επίσης την ασφάλεια της προσφοράς στους καταναλωτές. Τέλος προωθούνται και οι εξαγωγές στην βιομηχανία πράγμα το οποίο γίνεται όλο και πιο σημαντικός κλάδος τα τελευταία χρόνια για την οικονομία.

Η Φινλανδία είναι χώρα της βόρειας Ευρώπης. Βρίσκεται ανάμεσα στην Σουηδία, την Νορβηγία, την Ρωσία και την Βαλτική θάλασσα. Έχει έκταση 338.145 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό κάπου στα 5,5 εκατομμύρια. Η χώρα είναι μέλος της

Ευρωπαϊκής Ένωσης από το 1995. Στα φινλανδικά η χώρα ονομάζεται Suomi. Στην Φινλανδία ανήκουν και τα νησιά Ωλαντ (Åland), στην νοτιοδυτική ακτή, τα οποία βρίσκονται υπό καθεστώς διευρυμένης αυτονομίας. Είναι χώρα γνωστή για τις πολυάριθμες λίμνες της οι οποίες φτάνουν σε αριθμό τις 188000 και δημιουργήθηκαν-οι περισσότερες-στην εποχή των παγετώνων.

Το ενεργειακό της μίγμα είναι τροφοδοτείται από πολλές μορφές ενέργειας. Έχει μεγάλη χωρητικότητα στον τομέα της τηλεθέρμανσης ο οποίος κυρίως τροφοδοτείται από εργοστάσια συνδυασμένου κύκλου ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Για αυτά τα εργοστάσια οι απαιτήσεις για θερμότητα τις περισσότερες φορές μειώνουν την δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως τα υδροηλεκτρικά και φυσικού αερίου εργοστάσια παρέχουν αρκετή ευελιξία για να εξελιχθεί και η αιολική ενέργεια. Τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια είναι κομμάτι της αγοράς της ενέργειας και χρησιμοποιούνται κυρίως όταν η τιμή αγοράς είναι υψηλή. Στη Φινλανδία δεν υπάρχουν συγκεκριμένα κίνητρα για τους ιδιοκτήτες των υδροηλεκτρικών να χρησιμοποιήσουν την υδροηλεκτρική ενέργεια για την ενσωμάτωση των αιολικών πάρκων. (Fingrid 2011 a). Επιπλέον λόγω της μη διαδεδομένης χρήσης της αποθήκευσης της υδροηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με τη Νορβηγία και τη Σουηδία, αυτή η μορφή ενέργειας χρησιμοποιείται κυρίως στις ημερήσιες ρυθμίσεις (Energiateglisuus 2011).



πηγή δεδομένων: ENTSOE

Στη Φινλανδία η ηλεκτρική ενέργεια η οποία παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προωθείται κυρίως από ένα σύστημα πριμοδότησης φόρων. Οι φόροι αναφέρονται στην ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα αιολικά πάρκα, τη βιομάζα και το βιοαέριο. Επιπλέον οι επενδύσεις στα ΑΠΕ υποστηρίζονται μέσω κρατικών επιδοτήσεων. Ο κεντρικός μηχανισμός προώθησης της θερμότητας από ανανεώσιμες πηγές είναι το 'μπόνους θερμότητας' το οποίο χορηγείται σε εργοστάσια που λειτουργούν με βιοαέριο και ξύλο ως καύσιμο. Στις συγκοινωνίες το κίνητρο για χρήση των ΑΠΕ είναι το 'σύστημα ποσοτώσεων'.

Η πρόσβαση στο δίκτυο δεν υπόκειται σε διακρίσεις από την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται σε εργοστάσια ΑΠΕ σε σχέση με εκείνη από τα συμβατικά εργοστάσια ενέργειας. Η σύνδεση των εργοστασίων που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ συμβαίνει στο επίπεδο παραγωγής και μεταφοράς. Οι διαδικασίες σύνδεσης δεν καθορίζονται από το Νόμο αλλά στηρίζονται κατά βάση σε συζητήσεις μεταξύ του δικτύου και των διαχειριστών των εργοστασίων.

2.6.1 Μηχανισμοί προώθησης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ:

➤ Επιδοτήσεις (Energy aid)

Το κράτος παρέχει επιδοτήσεις για επενδύσεις όχι μόνο σε προγράμματα για έρευνα αλλά και σε εργοστάσια που θα κατασκευαστούν και θα παράγουν ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές. Τα προγράμματα αφορούν την έρευνα στο κομμάτι της χρήσης και παραγωγής της ενέργειας από ΑΠΕ και της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων τα οποία προκαλούνται από την παραπάνω χρήση. Τουλάχιστον το 25% των προγραμμάτων επιδοτούνται και προέρχονται τα χρήματα από μη-κυβερνητικούς οργανισμούς. Η 'ενεργειακή βοήθεια' μπορεί να δοθεί σε δήμους, κοινότητες και εταιρίες.

Σύμφωνα με το Υπουργείο Οικονομίας και Εργασίας ,όλες οι τεχνολογίες των ΑΠΕ δικαιούνται την κρατική επιδότηση. Οι επιδοτήσεις αφορούν τα κόστη των εγκαταστάσεων παραγωγής και της διεξαγωγής μελέτης που αφορά καινούρια και ξεχωριστά ενεργειακά έργα, όπως οι ενεργειακοί έλεγχοι, η ανάλυση νέων μεθόδων και ανάπτυξη υπηρεσιών (§3 Νόμος Νο. 1063/2012) . Εκτός των άλλων τα κόστη για την προετοιμασία, το διοικητικό σχεδιασμό και τους υπαλλήλους μπορούν να επιδοτηθούν.

Το ποσό της επιδότησης εξαρτάται από το στόχο του προγράμματος. Η βοήθεια που παραχωρείται στις επενδύσεις σε εγκαταστάσεις ενεργειακών κτιρίων μπορούν να φτάσουν το 30% του συνολικού κόστους αλλά μπορεί να ανέβει το ποσοστό και στο 50% σε περίπτωση που το έργο αφορά χρήση νέας τεχνολογίας. Η βοήθεια που παρέχεται για έρευνα μπορεί να φτάσει το 40% του κόστους του συνολικού προγράμματος. (§7 Νόμος Νο. 1063/2012). Μια εταιρία η οποία λαμβάνει την κρατική επιχορήγηση πρέπει να χρηματοδοτήσει σε ποσοστό 25% του κόστους του έργου από ένα μη κρατικό οργανισμό (§ 5 Νόμος Νο. 1063/2012). Αν το ποσό αφορά εταιρίες ή κοινότητες που συνεργάζονται μεταξύ τους, τα χρήματα διανέμονται στην εταιρία-κοινότητα που θεωρείται συντονιστής. Για το Υπουργείο Οικονομικών αντίστοιχα ιδιωτικοί οργανισμοί όπως και νομικές οντότητες όπως στρατηγικές συμμαχίες, ομοσπονδίες και ιδρύματα μπορούν να δεχθούν τις επιδοτήσεις.

Η διαδικασία που ακολουθείται για την λάβει κάποιος την επιχορήγηση είναι εξής:

I. *Αίτηση για υπαγωγή στις επιδοτήσεις.* Οι αιτήσεις κατατίθενται στο περιφερειακό Κέντρο Οικονομικής Ανάπτυξης, Μεταφορών και Περιβάλλοντος όπου το μεγαλύτερο μέρος των δραστηριοτήτων εκεί συντελείται.

II. *Επιλογή.* Οι επιλαχόντες διαλέγονται με βάση κάποια κριτήρια από το ELY κέντρο. Το κέντρο έχει κάποιο βαθμό ελευθερίας στις επιλογές του. Όμως αν τα κόστη του προγράμματος ξεπεράσουν τα 5.000.000E(σε έργα που αφορούν σε τεχνολογία παραγωγής ενέργειας) ή τα 250.000E (σε έρευνα) ή αν το έργο αφορά τελείως καινούρια μορφή τεχνολογίας η επιλογή γίνεται από το Υπουργείο.

III. *Κατανομή των Επιδοτήσεων*

IV. *Υλοποίηση του Έργου.* Σύμφωνα με το Υπουργείο οι υποψήφιοι ενημερώνονται για διάφορες προϋποθέσεις που απαιτούνται για να τελική χορήγηση της επιδότησης

V. *Πληρωμή της επιδότησης.* Η βοήθεια ξεκινά να αποπληρώνεται με το που μπαίνει το έργο σε λειτουργία. Η επιδότηση πληρώνεται είτε σε δόσεις είτε ολόκληρο το ποσό αναλόγως τη συμφωνία που έχει γίνει.

➤ **Πριμοδότηση Χρεώσεων-Ταριφών**

Οι παραγωγοί της ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια, βιομάζα και βιοαέριο λαμβάνουν ένα επιπρόσθετο 'μπόνους' στην λιανική τιμή που πωλούν την ενέργεια που παράγουν για 12 χρόνια. Οι παραγωγοί δέχονται μια σίγουρη τιμή για την ηλεκτρική ενέργεια. Πιο συγκεκριμένα οι παραγωγοί ενέργειας από αιολικά πάρκα δικαιούνται μία τιμή πιο αυξημένη μέχρι το τέλος του 2015.

Οι παραγωγοί αιολικής ενέργειας πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια που αφορούν την τεχνολογία που χρησιμοποιούν. Αρχικά, το εργοστάσιο τους δεν πρέπει να λαμβάνει άλλες κρατικές επιχορηγήσεις. Το κτίριο θα πρέπει να είναι χτισμένο από την αρχή και όχι αγορασμένο-έτοιμο. Η ονομαστική ισχύς των γεννητριών του εργοστασίου πρέπει να είναι το λιγότερο 500kVA. (§ 9 Νόμος Νο. 1396/2010). Το μπόνους που λαμβάνουν οι παραγωγοί είναι ίσο με τη διαφορά μεταξύ της σταθερής τιμής της ενέργειας και της μέσης τιμής της ενέργειας στην αγορά τους τελευταίους τρεις μήνες. Όμως αν η τιμή της ενέργειας πέσει κάτω από τα 30€ το μπόνους βρίσκεται από τη διαφορά της σταθερής τιμής μείον 30€. Για την αιολική ενέργεια η σταθερή τιμή που αναφέρεται παραπάνω είναι στα 83,5 € ανά MWh (§ 23 Νόμος Νο. 1396/2010). Μέχρι τις 31/12/2015 (και για τρία χρόνια το πολύ) η τιμή αυξάνεται και φτάνει τα 105,3€ ανά MWh.

Όσο αφορά τη διαδικασία για να υπαχθεί στο σύστημα ο παραγωγός πρέπει να ενημερώσει γραπτώς το Υπουργείο ένα μήνα πριν την απόφασή του για την εγκατάσταση του κτιρίου με τις απαραίτητες τεχνικές πληροφορίες του κτιρίου και την εγκατεστημένη ισχύ. Η αίτηση για το μπόνους γίνεται στην αντίστοιχη αρχή Ενέργειας και πρέπει να γίνει πριν το εργοστάσιο ξεκινήσει την εμπορική χρήση της ενέργειας. Η πριμοδότηση γίνεται μόνο όταν το εργοστάσιο φτάσει μια συγκεκριμένη εγκατεστημένη ισχύ. Για τα αιολικά πάρκα ο αριθμός φτάνει τα 2500MVA. Η περίοδος που μπορεί κάποιος να λάβει το μπόνους παύει μετά από 12 χρόνια

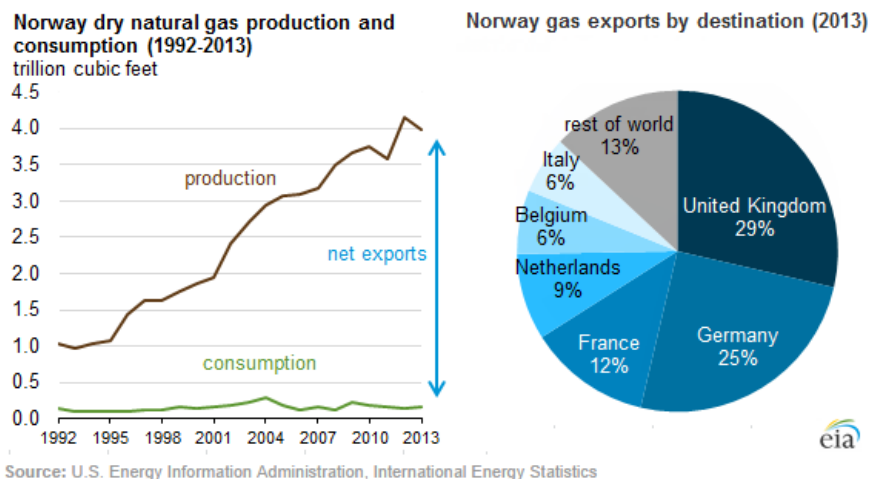
λειτουργίας του εργοστασίου ή όταν εξαντληθεί το όριο της επιδότησης που έχει κοινοποιηθεί από το Κράτος.

2.7 Νορβηγία

Η Νορβηγική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας άνοιξε επίσημα για τον ανταγωνισμό όταν εφαρμόστηκε ο Νόμος σχετικά με την απελευθέρωση της ενέργειας την 1^η Ιανουαρίου 1991. Τα καθήκοντα σχετικά με τις ρυθμίσεις και τους κανονισμούς ανήκουν στη δικαιοδοσία της Νορβηγικής Διεύθυνσης Υδάτινων Πόρων και Ενέργειας.(Norwegian Water Resources and Energy Directive -NVE). Το γραφείο της διεύθυνσης ενέργειας άνοιξε στην Νορβηγία από το 1990 και από τότε παίζει σημαντικό ρόλο στα θέματα που αφορούν τους κανονισμούς σχετικά με το δίκτυο, την πρόσβαση στην αγορά από όλους τους καταναλωτές, την ασφάλεια και ποιότητα προσφοράς και τέλος την αποδοτική λειτουργία του δικτύου. Η ανάπτυξη της Νορβηγικής αγοράς και η απελευθέρωση της ενέργειας σε αυτήν είχε αντίκτυπο και στις άλλες Σκανδιναβικές χώρες οι οποίες ακολούθησαν το παράδειγμά της και πλέον συζητείται η κοινή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (Nord Pool Spot).

Το Βασίλειο της Νορβηγίας είναι χώρα της Ευρώπης στο δυτικό μέρος της Σκανδιναβίας. Συνορεύει με τη Σουηδία, τη Φινλανδία και τη Ρωσία στην ξηρά, ενώ τα θαλάσσια σύνορά της είναι με την Δανία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Η χώρα έχει επίμηκες σχήμα και η ακτογραμμή της εκτείνεται κατά μήκος του Ατλαντικού Ωκεανού, συμπεριλαμβάνοντας και τα περίφημα Φιορδ. Η έκτασή της είναι περίπου 324000 km² και ο πληθυσμός της ανέρχεται κάπου στα 4,9 εκατομμύρια (με βάση μετρήσεις του 2010). Θεωρείται από τις αραιοκατοικημένες περιοχές μετά την Ισλανδία με 15 κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο. Περίπου το 80% του πληθυσμού κατοικούν στις αστικές περιοχές. Η Νορβηγία είναι από τις πιο πλούσιες χώρες σε παγκόσμιο επίπεδο και είναι η δεύτερη μετά το Λουξεμβούργο χώρα του OECD με 52.239\$ κατά κεφαλήν εισόδημα (με βάση το ονομαστικό ΑΕΠ και νούμερα του 2010). Η ανεργία κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα κοντά στα 3,2%. Η Νορβηγία αν και δεν είναι κράτος-μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) συμμετέχει στο Σύμφωνο Οικονομικής Σταθερότητας της ΕΕ και είναι επίσης μέλος της

Ευρωπαϊκής Ζώνης Ελεύθερων Συναλλαγών (European Free Trade Association-EFTA). Είναι η τρίτη χώρα στον παγκόσμιο χάρτη που εξάγει φυσικό αέριο μετά τη Ρωσία και τη Σαουδική Αραβία. Το 2013 παρείχε το 21% των συνολικών αναγκών της Ευρώπης σε φυσικό αέριο. Ο τρόπος με τον οποίο φτάνει στην ήπειρο είναι μέσω της εκτεταμένης υποδομής αγωγών εξαγωγής του ενώ ένα μικρό μέρος εξάγεται σε μορφή υγροποιημένου φυσικού αερίου με δεξαμενόπλοια. Οι μεγαλύτεροι αποδέκτες φυσικού αερίου της Νορβηγία είναι το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γερμανία, η Γαλλία, η Ολλανδία και το Βέλγιο. Η EIA υπολογίζει ότι η Νορβηγία παρήγαγε 3,97 τρισεκατομμύρια κυβικά πόδια (trillion cubic feet Tcf) ξηρό φυσικό αέριο για το έτος 2013 και οι καθαρές εξαγωγές της φτάνουν τα 3,8 Tcf το οποίο θεωρείται το 96% της εγχώριας παραγωγής της.



Εικόνα 8: Εξαγωγές πετρελαίου της Νορβηγίας

Στο ενεργειακό προφίλ της Νορβηγίας παραδοσιακά κυριαρχούσε η υδροηλεκτρική ενέργεια και πρόσφατα σχετικά εισχώρησαν το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Η υδροηλεκτρική ενέργεια παρέχει περισσότερο από το 90% της ηλεκτρικής κατανάλωσης ένα 'μέσο χρόνο'. Από το 2008 και έπειτα λίγο περισσότερο από 1% έχει ενταχθεί στο ενεργειακό μίγμα της και η αιολική ενέργεια και ακόμα λιγότερο η βιομάζα. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (share of renewable electricity – RES-E) χρησιμοποιείται κυρίως για την θέρμανση των σπιτιών και το ένα τρίτο περίπου χρησιμοποιείται στο βιομηχανικό τομέα. Αυξάνοντας την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας και τις ανταλλαγές ενέργειας

στο χρηματιστήριο (Nord Pool) έχουν οδηγήσει στις εισαγωγές ενέργειας από μη-ανανεώσιμες πηγές με αποτέλεσμα να δημιουργούν προκλήσεις στην εξέχουσα 'πράσινη' θέση που κατέχει η Νορβηγία όλα αυτά τα χρόνια. Η πολιτική της κυβέρνησης της Νορβηγίας βασίζεται στο επιχείρημα ότι ο κόσμος αντιμετωπίζει δύο προκλήσεις. Η μία είναι η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια αφού ο πληθυσμός συνεχώς μεγαλώνει και η δεύτερη είναι η κλιματική αλλαγή. Σύμφωνα με το Υπουργείο Πετρελαίου και Ενέργειας, σκοπός της Νορβηγίας να βοηθήσει στα παραπάνω με την όσο το δυνατόν περισσότερη παραγωγή για να καλυφθούν οι ανάγκες από πετρέλαιο μεν και φυσικό αέριο αλλά με διαδικασίες οικολογικά-φιλικές προς το περιβάλλον.

Μία από τις κυρίαρχες προκλήσεις στο δρόμο για ένα περισσότερο οικολογικό κράτος είναι ότι η αιολική και ηλιακή ενέργεια δεν παράγονται απαραίτητα τις ώρες που η ενέργεια απαιτείται και δεν αποθηκεύονται. Εν αντιθέσει με την υδροηλεκτρική ενέργεια η οποία είναι ρυθμιζόμενη και τα νερά μπορούν μέσω φραγμάτων να χρησιμοποιηθούν όταν είναι απαραίτητο. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος για τον οποίο η Μεγάλη Βρετανία και η Γερμανία προσπαθούν να διατηρήσουν στενές σχέσεις με τη Νορβηγία και κατασκευάζουν υποθαλάσσια καλώδια για τη διασύνδεσή τους. Η Νορβηγική υδροηλεκτρική ενέργεια εξισορροπεί ήδη τη Σκανδιναβική αγορά ενέργειας. Όταν ο αέρας φυσά και οι ανεμογεννήτριες στη Δανία λειτουργούν, η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται και στις δύο χώρες. Όταν όμως ο αέρας πάψει να φυσά τότε η υδροηλεκτρική ενέργεια συνεισφέρει στην ζήτηση ενέργειας των χωρών.

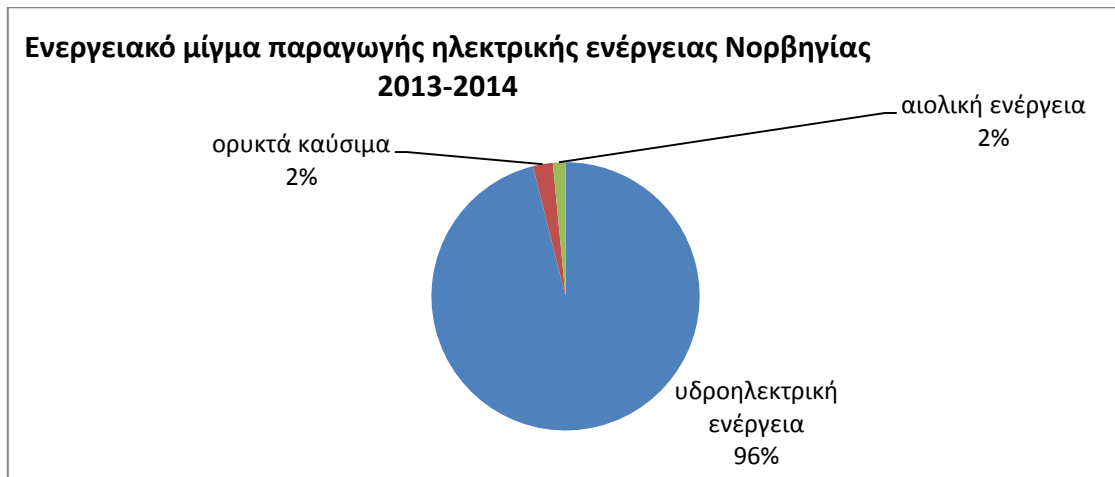
2.7.1 Ενεργειακή πολιτική

Οι πολιτικές φιλοδοξίες σχετικά με την αειφόρο ενέργεια στην Νορβηγία εμφανίστηκαν σε αρκετά έγγραφα που αφορούν την ενεργειακή της πολιτική και ξεκίνησαν κάπου στη δεκαετία του 1990. Πιο συγκεκριμένα το 1989 το έγγραφο: 'Περιβάλλον και Ανάπτυξη: Η Νορβηγία ακολουθεί την αναφορά σχετικά με το περιβάλλον της Παγκόσμιας Επιτροπής' (White Paper 46, 1988-89) θεωρείται το πρώτο 'πράσινο πλάνο' της Νορβηγίας για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Το επόμενο σημαντικό έγγραφο (White Paper 13, 1992-93) το οποίο γράφτηκε μετά τη Διάσκεψη

Κορυφής στο Ρίο σχετικά με την κλιματική αλλαγή με κύριο στόχο μια λεπτομερή αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της Συνδιάσκεψης. Η κυβέρνηση τότε υποστήριξε ότι προϋπόθεση για να έχει επιτυχία η Ατζέντα 21(Agenda 21) είναι η δημιουργία εθνικών πλάνων από όλες τις χώρες με την Ατζέντα σαν σημείο αναφοράς. Βέβαια για τη Νορβηγία αυτός ο στόχος έμεινε ανεκπλήρωτος για τα επόμενα 11 χρόνια. Τα επόμενα χρόνια η κυβέρνηση της Νορβηγίας εξέδωσε ακόμα ένα έγγραφο(White Paper 58 1996-97) που ανέφερε περισσότερους μηχανισμούς για να ενδυναμώσουν την ενεργειακή πολιτική της χώρας σε όλους τους τομείς και να φτιάξουν ένα πιο δυνατό προφίλ με βάση την Ατζέντα 21. Επιπλέον με αυτό το έγγραφο για να διασφαλιστεί η ένταξη της βιώσιμης πολιτικής δημιουργήθηκε το ‘ Εθνικό Σύστημα Περιβαντολλογικής Επίβλεψης’ (National Environmental Monitoring System-NEMS). Το NEMS μπορεί να χαρακτηριστεί ως το εργαλείο για να οργανωθούν οι εθνικοί στόχοι και πολιτικές και να ενταχθούν οικολογικές ανησυχίες σε περισσότερους από έναν τομεία. Για τα επόμενα τέσσερα χρόνια δεν υπήρξε κάποια διαφορετική πολιτική. Σημαντικό γεγονός αποτελεί το 2002 το ‘ Εθνικό Πλάνο για την Αειφόρο Ενέργεια ’ (National Strategy for Sustainable Development) και το αντίστοιχο σχέδιο δράσης το οποίο ανέφερε τη στρατηγική που θα ακολουθούταν και το οποίο έγινε γνωστό ένα χρόνο αργότερα.

Λόγω του παγκόσμιου ενδιαφέροντος σχετικά με την κλιματική αλλαγή και τη μείωση των εκπομπών ρύπων του διοξειδίου του άνθρακα, ενδιαφέρον παρουσιάζεται για την ανάπτυξη εναλλακτικών ανανεώσιμων πηγών. Οι ‘ περισσότερο οικολογικοί ’ βιομήχανοι, ερευνητές και πολιτικοί ξεκίνησαν να προτείνουν καινούρια σχήματα και τεχνολογίες για την εγκατάσταση μεγάλης κλίμακας υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Το 2007 οι Νορβηγικές Αρχές (ENOVA) που ασχολούνται με την προώθηση των ΑΠΕ και την ενεργειακή αποδοτικότητα χορήγησαν οικονομική ενίσχυση για ένα πιλοτικό πρόγραμμα το οποίο σκοπό είχε να αναπτύξει υπεράκτια πάρκα αιολικής ενέργειας και από το 2009 η ENOVA διαθέτει συγκεκριμένο πρόγραμμα για την τόνωση της έρευνας στον τομέα. Το 2008 ένα ερευνητικό πρόγραμμα και μια καινοτόμα στρατηγική για τον ενεργειακό τομέα υιοθετήθηκε από τον ερευνητικό φορέα Norges με την επωνυμία Energy 21. Για να φτιαχτεί το τελικό πλάνο βοήθησαν αρκετά ερευνητικά γραφεία τα οποία δημιουργήθηκαν από κρατικές επιχορηγήσεις και δύο αρκετά γνωστά που ασχολούνται με τα υπεράκτια αιολικά πάρκα είναι τα:

NOWITECH και NORCOME. Η στρατηγική (Energy 21) αναφέρει ότι οι Νορβηγικές ανανεώσιμες πηγές (υδροηλεκτρική και αιολική) να είναι οι βασικές μορφές παραγωγής ενέργειας η οποία εξάγεται στην Ευρωπαϊκή αγορά.



πηγή δεδομένων: ENTSOE

2.7.2 Προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ

Το βασίλειο της Νορβηγίας προωθεί τις ανανεώσιμες πηγές μέσω ενός συστήματος (quota system) που περιλαμβάνει ένα σύστημα συναλλαγών με πιστοποιητικά. Πιο συγκεκριμένα στο συγκεκριμένο σύστημα οι προμηθευτές και συγκεκριμένοι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας χρειάζεται να αποδείξουν ότι ένα συγκεκριμένο ποσοστό της ενέργειας που προμηθεύονται έχει παραχθεί από ΑΠΕ. Αυτές οι αποδείξεις παρέχονται με τα πιστοποιητικά τα οποία έχουν μοιραστεί στους παραγωγούς. Η Σουηδία και η Νορβηγία έχουν συνεργαστεί και έχουν κοινή αγορά πιστοποιητικών από την 1^η Ιανουαρίου 2012. Όλες οι τεχνολογίες των ΑΠΕ μπορούν να ενταχθούν στο σύστημα με τα πράσινα πιστοποιητικά. Η Νορβηγία και η Σουηδία μέσω του συστήματος αυτού έχουν σαν κοινό στόχο να εγκαταστήσουν 26,4TWh επιπρόσθετη ηλεκτρική παραγωγή από ΑΠΕ μέχρι το 2020. Από τα οποία υπολογίζεται με βάση εκτιμήσεις οι μισές περίπου TWh να πραγματοποιηθούν από αιολικά πάρκα και οι υπόλοιπες από υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Βέβαια θα πρέπει να πληρούνται συγκεκριμένες προδιαγραφές για τις μονάδες παραγωγής:

- Η κατασκευή ή η επέκταση της παραγωγής ενός εργοστασίου πρέπει να έχει ξεκινήσει μετά από τις 7 Σεπτεμβρίου 2009. Για τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια ο κανόνας δεν ισχύει.
- Τα εργοστάσια τα οποία κατασκευάζονται μετά από τις 31 Δεκεμβρίου 2020 δεν μπορούν να υπαχθούν στο σύστημα ποσοτώσεων (quota system).
- Τα εργοστάσια τα οποία για να κατασκευαστούν χρησιμοποίησαν κρατική επιχορήγηση θα μπορούν να υπαχθούν στο σύστημα μόνο αν έχουν εξοφλήσει την επιχορήγηση πριν ή μέχρι τις 30 Απριλίου 2012 (§ 8 par. 4 Κανονισμός Πιστοποιητικών Ηλεκτρικής Ενέργειας)
- Τα εργοστάσια πρέπει να κατασκευαστούν σύμφωνα με τους όρους αδειοδότησης ή να συμμορφωθούν με τις προϋποθέσεις απαλλαγής από την αδειοδότηση (§ 9 par. 2 Κανονισμός Πιστοποιητικών Ηλεκτρικής Ενέργειας).

Τα ποσοστά με τα οποία θα επωφελούνται από το σύστημα οι παραγωγοί μέχρι το 2025 είναι τα εξής:

Περίοδος	Σύστημα ποσόστωσης ανά MWh για ηλεκτρική ενέργεια που πωλείται ή καταναλώνεται
2013	0,049
2014	0,069
2015	0,088
2016	0,108
2017	0,127
2018	0,146
2019	0,165
2020	0,183
2021	0,182
2022	0,181
2023	0,18

2024	0,179
2025	0,176

Πηγή δεδομένων πίνακα: www.res-legal.eu

Ο Νορβηγικός Νόμος δεν καθορίζει πουθενά κάποια αλλαγή για το σύστημα ποσοτώσεων και τα νούμερα. Για να αλλαχθεί κάτι πρέπει να αλλάξει ο κανονισμός που διέπει το σύστημα. Ένα πιστοποιητικό εκδίδεται για κάθε MWh ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ ανεξαρτήτου τεχνολογίας. (§ 10 par. 1 Κανονισμός Πιστοποιητικών Ηλεκτρικής Ενέργειας). Το συγκεκριμένο σύστημα απευθύνεται σε παραγωγούς, σε καταναλωτές που παράγουν μόνοι τους την ενέργεια που καταναλώνουν και σε καταναλωτές που αγοράζουν ηλεκτρική ενέργεια από την Σκανδιναβική αγορά. Πρόσωπα ή εταιρίες που αποτυγχάνουν να εφαρμόσουν το σύστημα ή δεν είναι σωστοί στις υποχρεώσεις τους επιβαρύνονται με πρόστιμα. Για κάθε πιστοποιητικό το οποίο δεν παρουσιάζεται επιβάλλεται πρόστιμο 150% της μέσης σταθμισμένης αξίας του πιστοποιητικού που έχει στη Σουηδία και Νορβηγία από την 1^η Απριλίου του προηγούμενου χρόνου μέχρι τις 31 Μαρτίου του συγκεκριμένου έτους. Το ποσό του προστίμου θα δημοσιεύεται από τις Νορβηγικές Αρχές κάθε 1^η Ιουνίου (§ 37 par. 3 Electricity Certificates Regulation).

Η περίοδος για την οποία ισχύει το σύστημα με τα πιστοποιητικά για τον ηλεκτρισμό είναι η 31 Δεκεμβρίου 2035. Γενικά οι εταιρίες μπορούν να ενταχθούν στο σύστημα για 15 χρόνια. Για τα εργοστάσια τα οποία λειτουργούν πριν από τον κανονισμό η περίοδος στην οποία υπάγονται στον κανονισμό μειώνεται με βάση τα χρόνια που λειτουργούσαν πριν από αυτόν. (§ 10 par. 3 Κανονισμός Πιστοποιητικών Ηλεκτρικής Ενέργειας). Όταν κάποιο εργοστάσιο δεν μπορεί να λειτουργήσει εξαιτίας απρόβλεπτων διαταράξεων που διαρκούν παραπάνω από 30 ημέρες ,οι Νορβηγικές Αρχές (NVE) μπορούν μετά από αίτηση να επεκτείνουν την περίοδο του συστήματος όσο το εργοστάσιο παρέμεινε κλειστό και δεν λάμβανε πράσινα πιστοποιητικά.

Το σύστημα χρηματοδοτείται από τους τελικούς χρήστες δηλαδή τους καταναλωτές αφού τα κόστη προστίθενται στους λογαριασμούς. Με αυτόν τον τρόπο οι ηλεκτρικοί καταναλωτές στη Σουηδία και τη Νορβηγία συνεισφέρουν στα έξοδα της αυξημένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Βέβαια η τιμή της kWh είναι διαφορετική στις δύο χώρες με αποτέλεσμα να έχουν και διαφορετικά ποσοστά με βάση τα οποία

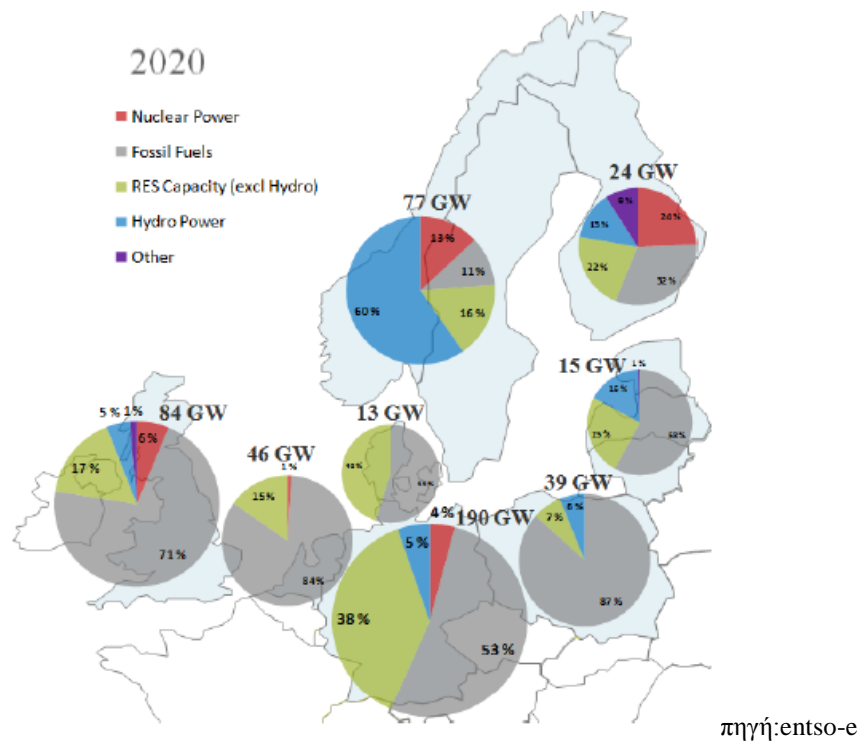
επωφελούνται οι παραγωγοί από το σύστημα. Για παράδειγμα μια οικογένεια στη Νορβηγία το 2013 έπρεπε να πληρώσει για τα πιστοποιητικά τα οποία ανταποκρίνονται στο 4,9% της ηλεκτρικής κατανάλωσης. Τα πραγματικά επιπρόσθετα κόστη υπολογίζονται από την τιμή του πιστοποιητικού. Αν η τιμή υπολογίζεται περίπου στα 25euro και μια οικογένεια καταναλώσει σε ένα χρόνο 20.000kWh τότε το επιπρόσθετο κόστος υπολογίζεται να είναι 30euro. Η τιμή των πιστοποιητικών καθορίζεται από τη ζήτηση και προσφορά στην κοινή αγορά των χωρών. Η ζήτηση των πιστοποιητικών καθορίζεται από την κατανάλωση της ενέργειας και θέτει την αναλογία η οποία αναλύει πόσα πιστοποιητικά πρέπει να αγοραστούν τον επόμενο χρόνο. Η προσφορά εξαρτάται από τις επενδύσεις.

Οι Νορβηγικές Αρχές (NVE) και η Σουηδική Διεύθυνση Ενέργειας (Swedish Energy Agency- Energimyndigheten) στη Σουηδία συνεργάζονται για μία αποτελεσματική κοινή αγορά ενεργειακών πιστοποιητικών και επιβλέπουν τη νομική βάση του συστήματος. Στη Νορβηγία η NVE μαζί με την Statnett διαχειρίζονται τα πιστοποιητικά και η δεύτερη διαχειρίζεται τη βάση με τα δεδομένα των πιστοποιητικών –ποιοι τα κατέχουν και πόσα.

Το σύστημα με τα πράσινα πιστοποιητικά θα γίνει αντικείμενο αναθεωρήσεων μέσω των σταθμών ελέγχου. Ο πρώτος σταθμός θα πραγματοποιηθεί το 2015 και έπειτα θα γίνεται ανά τέσσερα χρόνια. Επειδή το σύστημα πραγματοποιείται σε συνεργασία και των δύο χωρών οι έλεγχοι θα συντονίζονται μεταξύ των χωρών.

2.8 Ενεργειακά πλάνα και στόχοι για το 2020

Ο έλεγχος της ευρωπαϊκής ενεργειακής κατανάλωσης καθώς και η αυξημένη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, σε συνδυασμό με την εξοικονόμηση ενέργειας και την αυξημένη ενεργειακή απόδοση, αποτελούν σημαντικές συνιστώσες της δέσμης μέτρων που απαιτήθηκαν για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και για τη συμμόρφωση προς το πρωτόκολλο του Κιότο στη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών. Αυτοί οι παράγοντες θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού, στην προώθηση της τεχνολογικής ανάπτυξης και της καινοτομίας και στη δημιουργία ευκαιριών απασχόλησης και περιφερειακής ανάπτυξης, ιδίως στις αγροτικές και τις απομονωμένες περιοχές. Η Ευρωπαϊκή Ένωση ορίζει το στόχο του 20% για το συνολικό μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και 10% για ενέργεια από ΑΠΕ στις μεταφορές. Επειδή οι τρεις υπό μελέτη χώρες (Σουηδία, Δανία, Φινλανδία) είναι κράτη-μέλη της ΕΕ και η Νορβηγία υπακούει στις οδηγίες της ΕΕ σχετικά με την κλιματική αλλαγή είναι υποχρεωμένες εκτός από τους στόχους που έχουν θέσει οι εκάστοτε κυβερνήσεις να επιτύχουν και τον κοινό στόχο της ενωμένης Ευρώπης. Για κάθε κράτος μέλος διαφέρει το σημείο εκκίνησης, το δυναμικό του όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και το ενεργειακό του μείγμα με αποτέλεσμα να επιμεριστεί ο κοινοτικός στόχος του 20% σε επιμέρους. Εν αντιθέσει ο στόχος του 10% σε ανανεώσιμες πηγές στον τομέα των μεταφορών τίθεται στο ίδιο επίπεδο σε όλα τα κράτη για να διασφαλιστεί έτσι η συνέπεια των προδιαγραφών των καυσίμων κίνησης και της διαθεσιμότητας τους επειδή είναι εύκολη η εμπορία καυσίμων κίνησης λόγω της εξάλειψης των τελωνιακών δασμών.



2.8.1 Δανία

Η Δανία έχει ακολουθήσει από τη δεκαετία του 1970 μια ενεργή πολιτική που αφορά την ανανεώσιμη ενέργεια σαν κύρια προτεραιότητα της. Υπάρχει ακόμα η ανάγκη για περισσότερες προσπάθειες στον κλάδο αυτό αφού οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει μέρα με τη μέρα αυξάνονται. Είναι η πολιτική της Κυβέρνησής της που ορίζει ότι μέχρι το 2020 η Δανία θα είναι στις τρεις πρώτες ενεργειακά αποδοτικές χώρες του OECD. Πρέπει ακόμα να είναι και ανάμεσα στις τρεις χώρες που έχουν εκπληρώσει το μερίδιό τους σε ανανεώσιμες πηγές. Αν και στις οδηγίες της ΕΕ ο στόχος είναι για ΑΠΕ στο 20%, η Δανία έχει θέσει το στόχο σαν χώρα του 30% στα ΑΠΕ με την κυβέρνηση να ελπίζει να τον κατακτήσει κυρίως μέσω εθνικών πρωτοβουλιών. Το μακρόπνοο σχέδιο της χώρας είναι να φτάσει η Δανία να ανεξαρτητοποιηθεί από τα ορυκτά καύσιμα.

Οι στρατηγικές που έχει παρουσιάσει η κυβέρνηση αφορά διαφορετικούς τομείς και περιλαμβάνουν τη γεωργία, τις μεταφορές, τις κατασκευές. Το σχέδιο της ‘ Πράσινη Ανάπτυξη ’ διαθέτει ένα ικανό αριθμό πρωτοβουλιών για να επιτευχθούν οι στόχοι που αφορούν την πράσινη γενικότερα συμπεριφορά και τεχνολογία. Το σχέδιο όσο

αφορά τη γεωργία αναφέρει ανάπτυξη του τομέα με σκοπό να γίνει ο βασικός προμηθευτής βιοαερίου μέσω ενεργειακών καλλιεργειών. Το πρόγραμμα ‘ Green Development and Demonstration ’ έχει σκοπό να δημιουργήσει μια καλύτερη επαφή μεταξύ της έρευνας, της ανάπτυξης της γνώσης σε θέματα φαγητού, γεωργίας, αλιείας και υδατοκαλλιέργειας. Το 2010 εφαρμόστηκε και δεύτερο πλάνο με την ονομασία ‘Πράσινη Ανάπτυξη 2’ και περιέχει περισσότερες καινοτομίες για τη βιομάζα που αντλείται από τη γεωργία.

Το σχέδιο της κυβέρνησης ‘Πράσινες Μεταφορές’ (Green Transport) το οποίο προτάθηκε το Δεκέμβριο του 2008 καθόρισε ότι η αυξητική τάση για εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα πρέπει να σταματήσουν. Η τελική συμφωνία ‘Μια πράσινη Πολιτική στις Μεταφορές’ (A green transport policy) αποτελεί το απαύγασμα των προσπαθειών και είναι ένα κείμενο με διάφορες προτάσεις που σκοπό έχουν να τονώσουν τη χρήση και την ενεργειακή αποδοτικότητα των ήδη υπαρχόντων αυτοκινήτων. Η κυβέρνηση έχει αποφασίσει να επεκτείνει το χρόνο στον οποίο τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν απαλλαγή φόρων (μέχρι το 2015) και έχει αποφασίσει να περάσει Νόμο περισσότερο ‘οικολογικό’ σχετικά με τους φόρους που αφορούν τα αυτοκίνητα. Το Υπουργείο Μεταφορών έχει ήδη ξεκινήσει ερευνητικά προγράμματα για ενεργειακά αποδοτικές μεταφορές.

Όσον αφορά την έρευνα το πρόγραμμα ‘The business Climate Strategy’ το οποίο δημοσιεύτηκε το 2009 περιλαμβάνει 20 νέες καινοτομίες και πρωτοβουλίες που κύριο στόχο έχουν να κάνουν τη Δανία ένα πράσινο εργαστήριο για την ανάπτυξη και τις δοκιμές των νέων πράσινων τεχνολογιών. Οι επιδοτήσεις για την έρευνα και την ανάπτυξη έχουν αυξηθεί κατακόρυφα. Το 2010 η κυβέρνηση αποφάσισε να κόψει κονδύλι 1 δισεκατομμυρίου DKK ή περίπου 134 εκατομμύρια euro για να ενδυναμώσουν τη συνολική διαδικασία καινοτομίας. Τα χρήματα μοιράστηκαν ανάμεσα σε διάφορους οργανισμούς όπως: Strategiske Forskningsråd (The Danish Council for Strategic Research), Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrations Program (The Energy Technology Development and Demonstration Programme - ETDDP) the PSO (Public Service Obligation) funded programmes ForskEL (research into environmentally friendly technologies in electricity), Højteknologifonden (The Danish National Advanced Technology Foundation) and Green Labs DK.

Στο κατασκευαστικό τομέα το Κράτος έχει προτείνει στρατηγικές σχετικά με τις μειώσεις ενέργειας στα κτίρια είτε αυτά που κατασκευάζονται τώρα είτε στα ήδη υπάρχοντα.

➤ Η κατανάλωση ενέργειας στα νέα κτίρια πρέπει να είναι μειωμένη τουλάχιστον κατά 25% για το 2010, τουλάχιστον 50% το 2015 και 75% μέχρι το 2020 σε σχέση με τα τωρινά δεδομένα. (η απόφαση βγήκε το 2008). Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι η ενέργεια που καταναλώνεται σε ένα σπίτι θα πρέπει να είναι από κάποιου είδους μορφή ανανεώσιμης πηγής. Με την παραπάνω οδηγία τα σπίτια μέχρι το 2010 θα έχουν συμμορφωθεί και θα θεωρούνται ενεργειακής κλάσης 2.

➤ Ο συντελεστής 0,8 για την τηλεθέρμανση θα πρέπει να ενταχθεί στο σύστημα μέχρι το 2015. Αυτό έχει σαν στόχο να διασφαλίσει ότι η παροχή τηλεθέρμανσης με βάση τη συμπαραγωγή ενέργειας γίνεται ενεργειακά αποδοτική μορφή ενέργειας στην προσφορά και ένα σημαντικό ποσοστό παράγεται από ΑΠΕ. Ταυτόχρονα ο συντελεστής θα εμποδίσει τη χρήση των ήδη τοπικών εγκατεστημένων ΑΠΕ σε κτίρια που ήδη χρησιμοποιείται η τηλεθέρμανση.

➤ Τα κτίρια στα οποία δεν έχει εγκατασταθεί το σύστημα της τηλεθέρμανσης θα έχουν καλύτερες ευκαιρίες να ενταχθούν στο σύστημα των κοινών εγκαταστάσεων ΑΠΕ. Και αυτό ίσως θα μπορούσε να επεκταθεί και στην κοινή εγκατάσταση φωτοβολταϊκών. Ο λόγος για αυτήν την επέκταση σε φωτοβολταϊκά είναι γιατί το κόστος είναι υψηλό και σε μια τέτοια περίπτωση διαμοιράζεται και μεγαλύτερες μονάδες εγκαθίστανται.

➤ Αν και δεν είναι οικονομικά βιώσιμη λύση για τους κατοίκους, θα γίνει αναγκαιότητα η σύνδεση στις ταράτσες φωτοβολταϊκών σε συνδυασμό με την ανακαίνιση της οροφής που έχουν κατανάλωση ζεστού νερού από 200 λίτρα και πάνω. Αυτός ο κανόνας βέβαια δεν ισχύει στα σπίτια που έχουν ήδη συνδεθεί στο σύστημα της τηλεθέρμανσης.

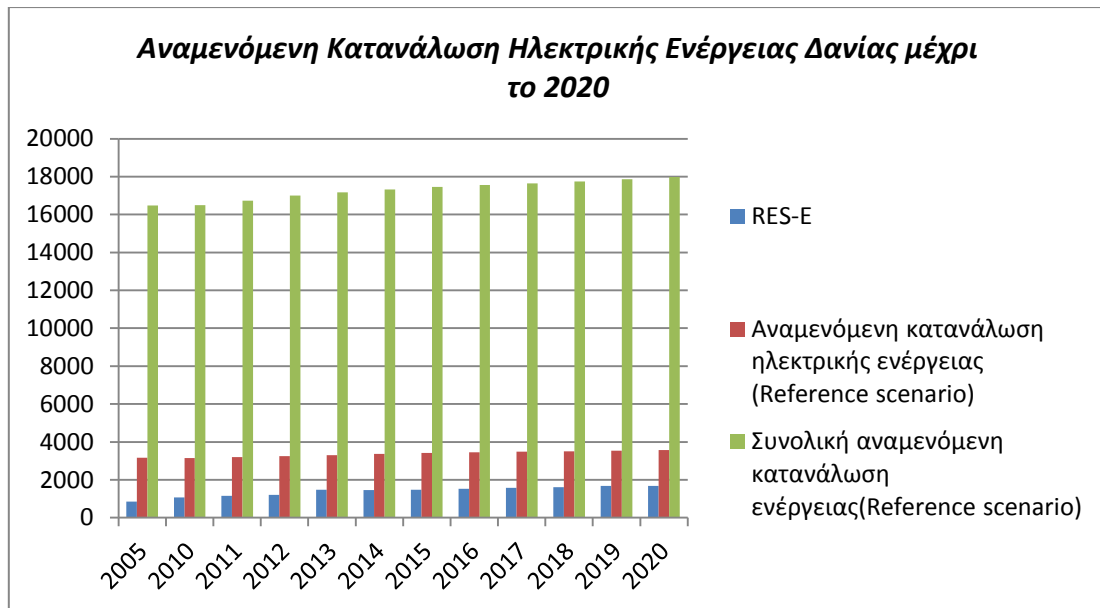
Επιπλέον άνοιξε το Κέντρο Εξοικονόμησης Ενέργειας το οποίο προτείνει και προωθεί έξυπνες προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε εταιρίες, νοικοκυριά και στον δημόσιο τομέα. Οι τοπικές και περιφερειακές αρχές έχουν έρθει σε συμφωνία σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας αφού οι τοπικές αρχές είναι υπεύθυνες για το σχεδιασμό της θέρμανσης. Επίσης έχουν δείξει ενδιαφέρον στον ενεργειακό σχεδιασμό για την

ανάπτυξη των ΑΠΕ. Ενεργειακό σχεδιασμός είναι η χαρτογράφηση των τοπικών ενεργειακών πηγών και η ικανότητά τους για εκμετάλλευση και επιπλέον είναι ο σχεδιασμός της προσφοράς ενέργειας όσο πιο αποδοτικά γίνεται.

Πιθανή ενεργειακή κατανάλωση τη δεκαετία 2010-2020

Η κατανάλωση έχει προβλεφθεί με το μοντέλο EMMA (Energy Measurement Monitoring and Analysis). Το μοντέλο καθορίζει την κατανάλωση σε διάφορους τομείς και περιοχές με βάση την οικονομική ανάπτυξη και τις τιμές της ενέργειας. Για να προβλέψει τις τιμές έχει χρησιμοποιήσει δεδομένα από τα τελευταία δέκα χρόνια για να κατασκευάσει την καμπύλη πάνω στην οποία θα γίνουν οι προβλέψεις. Επίσης συνοπολογίζει τα τεχνολογικά επιτεύγματα, διαρθρωτικές επιπτώσεις στην περιοχή που μελετάται και τις επιπτώσεις από την εξοικονόμηση της ενέργειας κατά τη διάρκεια που μελετάται.

Το αποτέλεσμα της συμφωνία της ενεργειακής πολιτικής στις 21 Φεβρουαρίου 2008, το οποίο δηλώνει καθαρά ότι πρέπει σε ετήσια βάση να εξοικονομείται ενέργεια σε ποσοστό 1,5% με βάση την κατανάλωση. Η πρωτοβουλία εξοικονόμησης ενέργειας έως το 2020 θα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την πρωτοβουλία κατά την περίοδο εκτίμησης. Το βασικό σενάριο, το οποίο έχει αναφερθεί παραπάνω, αναφέρεται κυρίως σε πολιτικές πρωτοβουλίες στα ΑΠΕ σε ποσοστό που φτάνει μόλις τα 28,3% και σε μείωση της κατανάλωσης σε ενέργεια κατά 1,9% σε σχέση με τα νούμερα του 2006 για το 2020. Θα πρέπει και άλλες κινήσεις να γίνουν μέχρι το 2020 για να επιτευχθεί ο στόχος του 4% μείωσης της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας.



πηγή δεδομένων: ENTSOE

2.8.2 Σουηδία

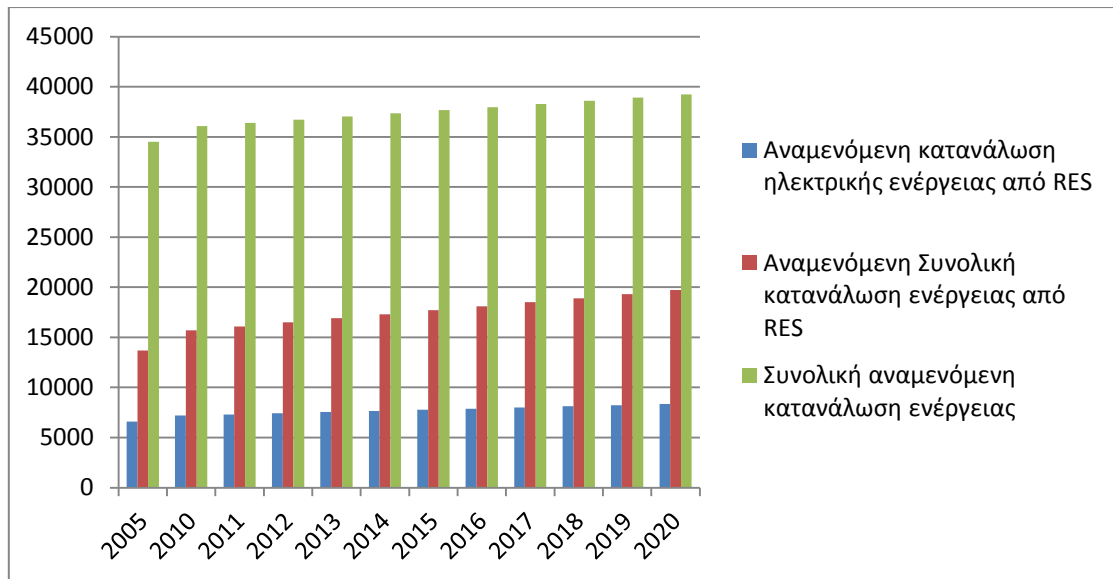
Ο βασικός στόχος της Σουηδίας με βάση τον οποίο παίρνει τις αποφάσεις για την ενεργειακή πολιτική που θα ακολουθήσει είναι ο εξής: Να μειωθεί η εξάρτησή της από το πετρέλαιο, να βελτιώσει την αυτάρκεια της, να μειώσει τις επιδράσεις που έχει ο τομέας της ενέργειας στο περιβάλλον, να αυξήσει την ανταγωνιστικότητά της και να αναπτυχθεί τεχνολογικά και να αναπτύξει κι άλλο τον τομέα της βιομηχανίας. Λόγω του ότι δεν θεωρούνται πλέον καινοτομία για τη Σουηδία οι αποφάσεις για την προώθηση των ΑΠΕ και πολιτικές σχετικά με αυτά έχει πάρει εδώ και χρόνια πλέον απλά προσπαθεί να θέσει πιο αυστηρούς στόχους.

Στόχοι

Η κυβέρνηση έχει θέσει σαν στόχο για το 2020 το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ να είναι στο 50% της συνολικής χρήσης της ενέργειας. Στον τομέα των μεταφορών να είναι τουλάχιστον στο 10% έτσι όπως ορίζει και η οδηγία της ΕΕ. Ο ξεχωριστός ίσως στόχος από τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες είναι η κατασκευή και χρήση αυτοκινήτων που δεν θα καταναλώνουν ορυκτά καύσιμα και δεν θα ρυπαίνουν καθόλου την ατμόσφαιρα. Η Σουηδική κυβέρνηση αποφάσισε ότι ο στόχος για αποδοτική χρήση της ενέργειας πρέπει να αυξηθεί και να φτάσει το 20% μέχρι το 2020.

Με στόχο να επιτευχθεί ο στόχος του 50% η κυβέρνηση έχει θέσει ένα σημαντικό αριθμό προτάσεων συμπεριλαμβανομένων και την περαιτέρω αύξηση του συστήματος των ενεργειακών πιστοποιητικών για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω ανανεώσιμων πηγών. Ο προηγούμενος στόχος για ηλεκτρισμό από ΑΠΕ (παραγωγή 17 TWh μεταξύ του 2002 και 2016) έχει αναθεωρηθεί και ένας νέος έχει πάρει τη θέση του που ορίζει 25 TWh μέχρι το 2020. Οι συνολικές ετήσιες συναλλαγές με τα πράσινα πιστοποιητικά ελπίζουν να φτάσουν τα 4,5 δισεκατομμύρια SEK ή 489,226,152.94 euro. Όσο αφορά την αιολική ενέργεια το πλάνο ορίζει κατασκευή αιολικών πάρκων συνολικής ενέργειας 30 TWh εκ των οποίων οι 20 θα είναι στη στεριά και οι 10 θα είναι υπεράκτιες. Στις αποφάσεις που αφορούν χρήματα για την αιολική ενέργεια, κονδύλια ύψους 70 εκατομμυρίων SEK ή 7,6 εκατομμύρια euro έχουν διανεμηθεί για να εισαχθεί η αιολική ενέργεια στην αγορά την περίοδο 2010-2012. Στο κομμάτι της έρευνας η Σουηδία από το 2009 και έπειτα και για κάθε χρόνο θα διαθέτει 1 δισεκατομμύριο SEK ή 108,716,922.88 euro. Σε συνδυασμό με το παραπάνω επιδοτήσεις για τα πανεπιστήμια και τις τεχνικές σχολές θα πραγματοποιηθούν που θα ανέρχονται στα 50 εκατομμύρια SEK ή 5,5 εκατομμύρια euro για το 2010, με ακόμα τόσα χρήματα για το 2011 και με επιπλέον 60 εκατομμύρια SEK ή 6,5 εκατομμύρια euro για το 2012. Η χρηματοδότηση θα έχει σκοπό να γίνουν μελέτες στα ακόλουθα θέματα: μεγάλης κλίμακας έργα που αφορούν παραγωγή ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας και μελέτες για την ένταξή τους στο δίκτυο, συστήματα ηλεκτρικής πρόωσης και υβριδικά οχήματα, χρήση των απόβλητων των εργοστασίων, τα βιοκαύσιμα και ανανεώσιμα υλικά και νέα πυρηνική τεχνολογία και τεχνολογία πάνω στη δέσμευση και αποθήκευση του διοξειδίου του άνθρακα.

Τα οικονομικά μέσα τα οποία χρησιμοποιούνται τύπου φόροι για το διοξείδιο του άνθρακα, τη διεθνή εμπορία εκπομπών ρύπων και τα πιστοποιητικά για την ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια είναι θεμελιώδους σημασίας για την μακροπρόθεσμη ενεργειακή πολιτική. Τα οικονομικά μέσα θα πρέπει να αναπτύσσονται σε στάδια και οι εξαιρέσεις να μειώνονται όσο το δυνατόν. Επίσης θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την τεχνολογία και την ενημέρωση που ίσως έχουν οι εταιρίες.



πηγή δεδομένων: ENTSOE

2.8.3 Φινλανδία

Οι κατευθυντήριες γραμμές για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών καθορίζονται στο μακροχρόνιο πλάνο της Φινλανδικής Κυβέρνησης και κατατέθηκαν τον Απρίλιο του 2010. Η βασική προσέγγιση είναι να γίνουν τα ΑΠΕ η βασική μορφή ενέργειας της χώρας μέχρι το 2020 και το πλάνο είναι χωρισμένο με βάση τους στόχους που θα χρειαστεί να πετύχουν στην κάθε μορφή ενέργειας ξεχωριστά.

Το 2020 είναι υπολογισμένο να παραχθούν 56 TWh σε καύσιμα από την βιομηχανία ξύλου (αλκαλικά κατάλοιπα από την κατεργασία του ξυλοπολτού και βιομηχανικά απόβλητα ξύλου). Η εκτίμηση είναι βασισμένη στην παραγωγή 13,7 χιλιάδων τόνων χαρτιού. Η τελική κατανάλωση υπολογίζεται να φτάσει τις 327 TWh.

Αιολική ενέργεια

Σύμφωνα με το σχέδιο για το κλίμα και την ενέργεια, η παραγωγή αιολικής ενέργειας θα αυξηθεί και θα φτάσει τις 6TWh μέχρι το 2020. Με σκοπό να πραγματοποιηθεί ο στόχος, η Φινλανδική κυβέρνηση σχεδιάζει ένα νέο τρόπο προώθησης της ενέργειας αυτής με ένα νέο σύστημα ταριφών-χρεώσεων βασισμένο στις ανάγκες της αγοράς και το οποίο θα χρηματοδοτηθεί από το κράτος. Οι ταρίφα που θα μπορούν να κερδίσουν οι παραγωγοί θα είναι ίση με τη διαφορά μιας τιμής-στόχο και την τιμή της ενέργειας

στην αγορά. Ένας βασικός στόχος είναι να θέσουν την τιμή-στόχο της μεγαβατ-ώρας (MWh) στα 83,5 euro. Όμως μέχρι το τέλος του 2015 αυτή η τιμή θα είναι στα 105,3euro ανά MWh και θα ισχύει για τρία χρόνια το πολύ. Η τελευταία τιμή θα τη δικαιούνται τα νέα αιολικά πάρκα και μόνο. Τα αιολικά πάρκα που θα χρηματοδοτούνται με το σύστημα των ταριφών δεν δικαιούνται άλλη επιδότηση. Το κόστος του συγκεκριμένου συστήματος για παραγωγή 6 TWh υπολογίζεται να είναι κάπου στα 210 εκατομμύρια euro για το 2020 εάν η τιμή αγοράς της ενέργειας είναι 50euro ανά MWh. Οι ανεμογεννήτριες που δεν καλύπτονται από το παραπάνω πρόγραμμα θα επωφελούνται από το σημερινές ταρίφες που αγγίζουν τα 6,9 euro ανά MWh που παράγουν. Τέλος το κράτος υπολογίζει να κόβει ετήσια κονδύλια που αγγίζουν το 1,5 εκατομμύρια euro για να προωθήσει την κατασκευή περισσότερων ανεμογεννητριών.

Ενέργεια που παράγεται από ροκανίδια και άλλα υπολείμματα ξύλου

Η χρήση των ροκανιδίων στη συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας θα αυξηθεί κατά 13,5 εκατομμύρια κυβικών μέτρων. Ο στόχος για τη χρήση των ροκανιδίων στο πλάνο της κυβέρνησης για το 2020 είναι 12 εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Το μεγαλύτερο μέρος της εκμετάλλευσης της ενέργειας από δασοκομία (Energy forestry- τρόπος μέσω του οποίου καλλιεργούν συγκεκριμένα είδη δέντρων για την παραγωγή βιομάζας και βιοκαυσίμων) να γίνεται από μικρού μεγέθους ξύλα και κούτσουρα. Τα κόστη για τη συγκομιδή μικρών ξύλων αυτή τη στιγμή είναι αρκετά υψηλά για να παράγουν φθηνή ενέργεια. Το μεγαλύτερο πρόβλημα ίσως αυτής της μορφής ενέργειας είναι ότι δύσκολα ανταγωνίζεται τα καύσιμα τα οποία προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σχεδόν σε όλες τα εργοστάσια όπου το ξύλο χρησιμοποιείται σε μορφή ενέργειας, η ικανότητα να πληρώσουν για αυτό υπολογίζεται με βάση την τιμή της τύρφης και τις επιπτώσεις του κόστους των αδειών εκπομπής για τύρφη. Υπάρχει η ανάγκη για νέους τρόπους προώθησης της ενέργειας από τα δάση.

➤ **Επιδότησεις για μικρά ξύλα:** Οι υπάρχουσες επιδοτήσεις που υπακούν στο Νόμο περί Βιώσιμη Δασική Χρηματοδότηση –Kemera (Sustainable Forestry Financing Law) θα παραμείνει ως έχει, αλλά οι επιδοτήσεις θα περιοριστούν σε περιπτώσεις όπου το εναπομείνων δέντρο έχει διάμετρο λιγότερη από 13 εκατοστά (ο

ισχύων Νόμος αναφέρει για 16 εκατοστά). Η οικονομική ενίσχυση για τα μικρού μεγέθους ξύλα θα μπορούσε να καταβληθεί για όλα τα ροκανίδια που προέρχονται από δέντρα σε πρώτη αραίωση (first thinning) και είναι διαθέσιμα για ενεργειακή χρήση. Η επιδότηση δεν μπορεί να καταβληθεί για χρήση του ξύλου απλά αλλά για τη χρήση της ενέργειας από ξύλο. Η οικονομική ενίσχυση θα βελτιώσει τη βιωσιμότητα της ολοκληρωμένης συγκομιδής ξύλου κατά την πρώτη αραίωση και επιπλέον θα έχει και θετική επίδραση στην προσφορά ξυλοπολτού στη δασική βιομηχανία. Με τον τρόπο αυτό, το σύστημα θα αυξήσει επίσης την πρώτη αραίωση. Σύμφωνα με μια πρώτη πρόχειρη εκτίμηση, το κόστος της ενέργειας για την υποστήριξη ξύλου μικρού μεγέθους θα ήταν περίπου 18 εκατομμύρια euro υπό τις παρούσες συνθήκες και περίπου 36 εκατομμύρια euro το 2020.

- Υποστήριξη της ηλεκτρικής ενέργειας από ροκανίδια (feed-in tariff)
- Σύστημα χρεώσεων-ταριφών (Feed in tariff) για μικρά εργοστάσια συνδυασμένου κύκλου.

Υδροηλεκτρική ενέργεια

Σύμφωνα με το πλάνο της Φινλανδικής κυβέρνησης σκοπός για την υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η αύξηση της κατά 0,5TWh ετησίως μέχρι τις 14TWh το 2020. Η αύξηση θα επέλθει με επέκταση των ήδη υπάρχοντων εργοστασίων και κατασκευή καινούργιων μικρών βέβαια υδροηλεκτρικών μονάδων με βάση το σύστημα προώθησης των επενδύσεων που έχει ψηφιστεί. Το Υπουργείο Εργασίας και Οικονομίας καταρτίζει μια τροποποίηση στο πλάνο που αφορά τη χορήγηση στήριξης στα εργοστάσια που θα έχουν εγκατεστημένη ισχύ η οποία φτάνει τις 10MW αντί για 1MW που όριζε. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από υδροηλεκτρικά εργοστάσια θα συνεχίζει να επωφελείται τη σταθερή επιδότηση των 4,20euro ανά MWh.



2.8.4 Νορβηγία

Η Νορβηγία έχει μια εξαιρετική θέση όσο αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σε αντίθεση με άλλες χώρες η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται βασίζεται στην υδροηλεκτρική ενέργεια. Τα ποσοστά που αναφέρονται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είναι τα υψηλότερα στην Ευρώπη.

Η κυβέρνηση έχει επιστήσει την προσοχή της στα ΑΠΕ. Κατά την περίοδο 2006-2011 νέες εγκαταστάσεις μεγέθους 5,3 TWh ξεκίνησαν να λειτουργούν. Ο αριθμός των αδειών επίσης πολλαπλασιάστηκε. Για την ίδια περίοδο οι άδειες έφτασαν να αντιπροσωπεύουν χωρητικότητα ίση με 8TWh. Επιπλέον η χρήση της τηλεθέρμανσης εξαπλώθηκε όπου για το έτος του 2010 έφτασε τις 2 TWh περισσότερες σε σχέση με νούμερα του 2005. Άδειες έχουν χορηγηθεί που αντανακλούν πιθανή παραγωγή ενέργειας ύψους 4,1 TWh για την περίοδο 2006-2011.

Η χρήση των ΑΠΕ στις μεταφορές έχουν αυξηθεί και αυτές με τη σειρά τους. Το ποσοστό έχει φτάσει αισίως από το 1.3% για το 2005 στο 4% για το 2010 και συνεχίζει και αυξάνεται. Η Νορβηγία είναι η χώρα με τον μεγαλύτερο στόλο από ηλεκτρικά αυτοκίνητα και διαθέτει το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικών αυτοκινήτων

ανά κάτοικο. Για το πρώτο τρίμηνο του 2012 τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είχαν φτάσει το 2,5% των συνολικών πωλήσεων αυτοκινήτων.

Επιπλέον η Νορβηγία μέσω της ENOVA και του Ταμείου των Επιδοτήσεων εντείνει τις προσπάθειες της για ενεργειακή διαφοροποίηση. Τα εισοδήματα της ENOVA άγγιξαν τα 2δισεκατομμύρια NOK (περίπου 243 εκατομμύρια euro). Οι περιοχές-στόχοι είναι αρχικά η αύξηση της χρήσης φορέων ενέργειας εκτός του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και της ηλεκτρικής ενέργειας για τη θέρμανση, μέτρα που αφορούν την ενεργειακή απόδοση στον τομέα της βιομηχανίας και πλήρης επίδειξη και ενημέρωση του τομέα για τις νέες τεχνολογίες. Οι περιοχές που χρειάζεται να ενδυναμωθούν και να αλλάξουν είναι όλες εκείνες που στηρίζουν την κατανάλωση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα σε κατανάλωση από ΑΠΕ.

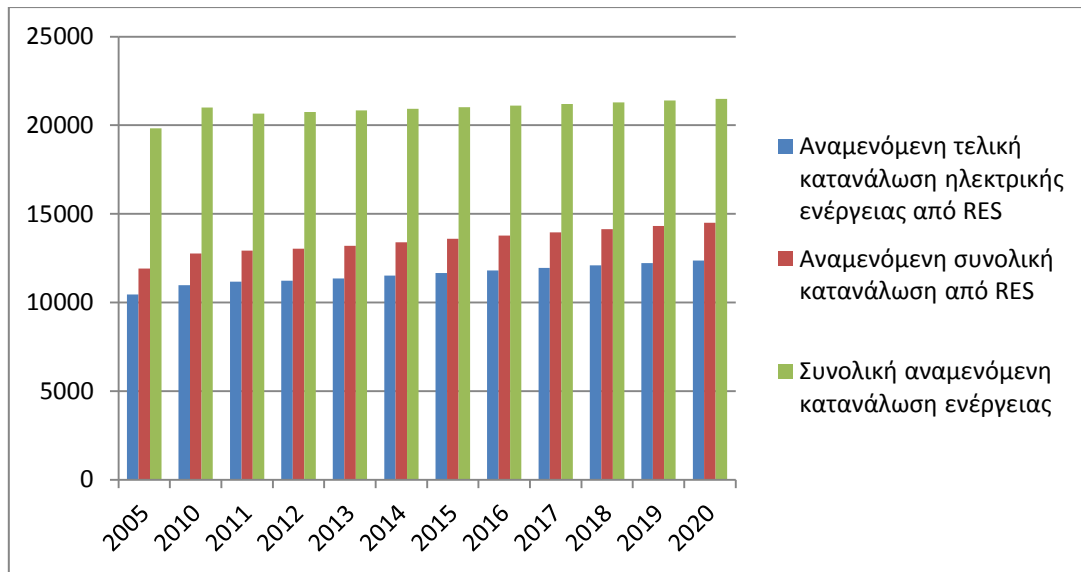
Στο White Paper No.21 (2011-2012) Νορβηγική πολιτική σχετικά με το κλίμα στο Κοινοβούλιο, η Κυβέρνηση πρότεινε μια νέα πρωτοβουλία για το κλίμα και την τεχνολογία. Η πρωτοβουλία πρόκειται να χρηματοδοτηθεί μέσω των αποδόσεων από τις αυξήσεις του κεφαλαίου σε ένα συγκεκριμένο ταμείο. Επιπλέον η συγκεκριμένη απόφαση προτείνει ένα ολοκληρωμένο σχέδιο δράσης για τη μείωση της κατανάλωσης στον τομέα των κατασκευών. Σχετικά μέτρα που συμβάλλουν σε αυτή την κατεύθυνση είναι η εισαγωγή ενός συστήματος που απαιτεί την επισήμανση των κτιρίων και αξιολογεί σε τακτά χρονικά διαστήματα τις τεχνικές προδιαγραφές των κτιρίων. Ο σκοπός του μέτρου είναι η ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου να είναι κριτήριο στην απόφαση ενοικίασης και αγοραπωλησίας του κτιρίου-διαμερίσματος. Στην ίδια απόφαση (White Paper No.21) η Κυβέρνηση προτείνει να ενδυναμωθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις που έχουν τεθεί σε τεχνικούς κανονισμούς για τα κτίρια και από το επίπεδο 'παθητικό σπίτι' το 2015 να φτάσει στο επίπεδο 'σχεδόν μηδενική κατανάλωση' το 2020. Τέλος προσπαθεί τη σταδιακή κατάργηση των λέβητων πετρελαίου μέχρι το 2020.

Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στην Νορβηγία από τη διεύθυνση ενέργειας (Norwegian Water Resources and Energy Directorate-NVE) σχετικά με την μελλοντική ζήτηση της ενέργειας για την περίοδο 2010-2020 χωρίστηκε σε διαφορετικές κατηγορίες καταναλωτών ανά περιοχές. Στην ηπειρωτική Νορβηγία οι κατηγορίες αυτές είναι οι τοπικοί καταναλωτές, η ενέργεια που χρειάζονται οι

υπηρεσίες και η βιομηχανία. Οι υπολογισμοί έγιναν με βάση δεδομένα όπως η αύξηση του πληθυσμού, αξιολογήσεις στην εξέλιξη ανοικοδόμησης δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων και μέτρων που αφορούν γενικότερα την ενέργεια όπως οι τεχνικές προδιαγραφές που θα χρειαστεί να ακολουθούν τα κτίρια όσο αφορά την ενεργειακή τους αποδοτικότητα. Η ενέργεια που καταναλώνεται στη βιομηχανία βασίζεται κατά κύριο λόγο σε εθνικές και παγκόσμιες οικονομικές συνθήκες και παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις με τον καιρό. Η μελλοντική χρήση της ενέργειας σε αυτόν τον τομέα είναι αβέβαιη. Πέρα από αυτό βέβαια, σχετικά αμετάβλητες τιμές έχουν χρησιμοποιηθεί στο μελλοντικό σχεδιασμό για την ενεργειακή κατανάλωση μέχρι το 2020. Οι εκτιμήσεις είναι βασισμένες στο δίκτυο και χρησιμοποίησαν το μοντέλο TIMES για να υπολογίσουν την τελική κατανάλωση. Στον τομέα των μεταφορών χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τη EUROSTAT για τα χρόνια 2005 και 2010 σαν βάσεις και επεξεργάστηκαν από το μοντέλο SHARES. Η ενεργειακή κατανάλωση σε αυτόν τον τομέα υπολογίζεται για το 2020 στα 4860ktoe. Πιο συγκεκριμένα, πιο αποτελεσματικά επιβατικά αυτοκίνητα συμβάλλουν στις εκτιμήσεις όπως επίσης και οι μειώσεις στην κατανάλωση ενέργειας στα αεροπλάνα εξαιτίας του υψηλότερου συντελεστή καμπίνας και τις επενδύσεις σε καλύτερη τεχνολογία. Επιπλέον η εισαγωγή νέων περισσότερο ενεργειακά αποδοτικών αυτοκινήτων και η χρήση περισσότερο εξελιγμένων κινητήρων θα συμβάλλουν και αυτά με τη σειρά τους.

Σε γενικές γραμμές οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι η συνολική ενεργειακή κατανάλωση θα αυξηθεί σε όλους τους τομείς σε 21483 ktoe το 2020. Αυτό ισοδυναμεί με αύξηση της τάξης του 8,4% για τα χρόνια 2005-2020 και 0,4% ετήσια αύξηση για τη δεκαετία 2010-2020.

(Α) Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές με βάση την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας για το 2005	60.1%
(Β) Στόχος για παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ με βάση την ακαθάριστη τελική κατανάλωση για το 2020	67.5%
(Γ) Αναμενόμενη συνολική προσαρμοσμένη ενεργειακή κατανάλωση για το 2020	21.483 ktoe
(Δ) Αναμενόμενο ποσό ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ σύμφωνα με τους στόχους της ΕΕ	14.501 ktoe



πηγή δεδομένων: ENTSOE

3^ο Κεφάλαιο

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 έχει διαπιστωθεί μια αλλαγή και μια διεθνή κινητικότητα του κεφαλαίου που ακολούθησε μια τάση για χρηματοδότηση και άντληση κεφαλαίων απευθείας από τις χρηματοπιστωτικές αγορές (μέσω έκδοσης ομολόγων μετοχικών τίτλων κτλ).

Η παραδοσιακή θεωρία του χαρτοφυλακίου είχε να κάνει κυρίως με τη δημιουργία ενός αποτελεσματικού χαρτοφυλακίου το οποίο θα απαρτιζόταν από πληθώρα χρεογράφων. Οι διαχειριστές του επένδυναν κυρίως σε μεγάλες επιτυχημένες εταιρίες με βάση της λογική της πιο σίγουρης επένδυσης αλλά και επειδή αυτές οι επιχειρήσεις διέθεταν χρεόγραφα σε μεγάλες ποσότητες σε σχέση με άλλες εταιρίες καινούριες και ίσως μικρότερες. Η μοντέρνα θεωρία του χαρτοφυλακίου διαθέτει περισσότερα εργαλεία στη διάθεση της και ένα από αυτά είναι και η στατιστική.

3.1 Επένδυση

Η επένδυση αποτελεί μία δέσμευση κεφαλαίων που γίνεται με προσδοκία μία θετική απόδοση στο μέλλον. Έχει γενικά μια ορισμένη η αόριστη χρονική διάρκεια που προσφέρει τις υπηρεσίες της και με το πέρας αυτής γίνεται πλήρης ρευστοποίηση. Κάθε επένδυση απαιτεί να αποφύγει ο επενδυτής να καταναλώσει τα κεφάλαιά του προκειμένου να επιδιώξει μια αβέβαιη μελλοντική ωφέλεια. Η διαδικασία της επένδυσης διαιρείται σε δύο κομμάτια:

- Ανάλυση Αξιόγραφων
- Διαχείριση Χαρτοφυλακίου

Η ανάλυση αξιόγραφων ορίζεται ως η προσπάθεια να δειχθεί εάν έχει αποτιμηθεί σωστά ένα αξιόγραφο στην αγορά. Το χαρτοφυλάκιο ορίζεται ως ο συνδυασμός διαφόρων περιουσιακών στοιχείων τα οποία κατέχει ένας επενδυτής. Η διαχείριση του χαρτοφυλακίου είναι η διαδικασία να επιλεγθεί ο καταλληλότερος συνδυασμός χρεογράφων με βάση το προφίλ και τις ανάγκες του επενδυτή. Η σύγχρονη προσέγγιση στη διαχείριση χαρτοφυλακίου βασίζεται στις εκτιμήσεις της απόδοσης

και του κινδύνου του χαρτοφυλακίου αλλά και στις προτιμήσεις του επενδυτή μεταξύ αυτών των δύο. Η παρούσα εργασία πραγματεύεται κυρίως το δεύτερο κομμάτι των επενδύσεων, δηλαδή τη διαχείριση του χαρτοφυλακίου και μέσω ενός μοντέλου παρουσιάζεται η βελτιστοποίηση του υπό τις παρούσες συνθήκες.

3.2 Κίνδυνος

Ο κίνδυνος ορίζεται ως η απόκλιση του πραγματοποιηθέντος αποτελέσματος από μια μέση αναμενόμενη αξία. Κίνδυνος μπορεί επίσης να θεωρηθεί η πιθανότητα να υπάρξει ζημία ή κέρδος από την επένδυση σε κάποιο περιουσιακό στοιχείο. Οι πιθανότητες να υπάρξει κέρδος ή ζημία είναι μεγάλες ή μικρές ανάλογα με το βαθμό κινδύνου που σχετίζετε μια συγκεκριμένη επένδυση. Άλλωστε κάθε επένδυση στηρίζεται στην προσδοκία της απόδοσης. Η απόδοση μιας επένδυσης μπορεί να είναι είτε η πρόσθετη εισροή εισοδήματος, είτε η κεφαλαιακή απόδοση. Έτσι, άλλες επενδύσεις προσφέρουν πρόσθετο κεφάλαιο και άλλες πιθανή ανατίμηση του επενδύμενου κεφαλαίου. Στην δεύτερη κυρίως περίπτωση η μελλοντική απόδοση δεν είναι εκ των πρότερων γνωστή. Πρέπει να διαχωρίσουμε την αναμενόμενη από την πραγματοποιούμενη απόδοση. Η αναμενόμενη απόδοση ισοδύναμη με τον αποδεχόμενο κίνδυνο. Ο κίνδυνος εκφράζει την αβεβαιότητα ότι η πραγματοποιούμενη απόδοση δεν θα είναι ίση με την αναμενόμενη απόδοση. Εάν δεν υπήρχε αβεβαιότητα δεν θα υπήρχε και κίνδυνος. Τα χαρακτηριστικά του κινδύνου είναι ο χρόνος και η μεταβλητότητα. Ο κίνδυνος είναι αυξανόμενη συνάρτηση του χρόνου. Όσο περισσότερο είναι το κεφάλαιο επενδύμενο τόσο είναι μεγαλύτερος ο κίνδυνος το κεφαλαίο να υποστεί ζημία. Οι επενδύσεις που δεν έχουν σταθερές αποδόσεις στο χρόνο πάντα είναι επικίνδυνες. Υπάρχει η άποψη από κάποιους ότι οι μακροχρόνιες θέσεις σε τίτλους ακόμα και σαν τις μετοχές είναι πάντα αποδοτικές σωρευτικά στο τέλος της περιόδου επένδυσης. Υπάρχει και η άποψη ότι οι μακροχρόνιες αποδόσεις μπορεί να έχουν θετική απόδοση για το επενδύμενο κεφάλαιο αλλά βραχυχρόνια μπορεί να υποστούν σοβαρές ζημιές.

3.3 Χαρτοφυλάκιο

Στα χρηματοοικονομικά, χαρτοφυλάκιο ονομάζεται η συλλογή περιουσιακών στοιχείων που βρίσκονται στην κυριότητα μιας οικονομικής μονάδας. Ένα χαρτοφυλάκιο συνήθως αποτελείται από τοποθετήσεις σε πολλά διαφορετικά στοιχεία με διαφορετικές αποδόσεις. Αυτό γίνεται στα πλαίσια της διαδικασίας που ονομάζεται διαφοροποίηση και έχει σκοπό τη μείωση συγκεκριμένων κατηγοριών κινδύνου.

3.3.1 Το Χαρτοφυλάκιο της Αγοράς

Το χαρτοφυλάκιο της αγοράς αποτελεί μια νοητική σύλληψη η οποία περιλαμβάνει όλα τα περιουσιακά στοιχεία και είναι ένα πλήρες διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο με τον ελάχιστο κίνδυνο. Οι περισσότεροι αν όχι όλοι επενδυτές λαμβάνουν το χαρτοφυλάκιο της αγοράς σαν βάση και μετρούν τυχόν αποκλίσεις από αυτό. Εάν ένα στοιχείο δε περιλαμβάνεται στο χαρτοφυλάκιο αυτό είναι εύλογο ότι η τιμή του θα σημειώσει σημαντική μείωση έως ότου προσελκύσει το ενδιαφέρον των επενδυτών. Το κάθε περιουσιακό στοιχείο έχει ποσοστό συμμετοχής ίσο με την αξία του σε σχέση με τη συνολική αξία του χαρτοφυλακίου της αγοράς. Θεωρητικά λόγω της διεθνοποίησης των αγορών το χαρτοφυλάκιο της αγοράς θα ήταν σωστό να περιλαμβάνει όλα τα επισφαλή στοιχεία σε παγκόσμιο επίπεδο. Βέβαια μέχρι στιγμής ένα τέτοιο χαρτοφυλάκιο δεν έχει κατασκευαστεί αλλά αν γίνει ποτέ αυτό θα έχει την απόλυτη διαφοροποίηση.

3.4 Το μοντέλο Markowitz

Η βασική θεωρία του χαρτοφυλακίου βασίζεται στην εργασία του Harry Markowitz(1952) και βασίζεται σε ορισμένα χαρακτηριστικά των περιουσιακών στοιχείων ή των αξιογράφων. Οι σημαντικότερες υποθέσεις που έκανε ο Harry Markowitz σχετικά με τη συμπεριφορά των επενδυτών είναι οι εξής:

- Οι επενδυτές θεωρούν ότι κάθε επένδυση αντιπροσωπεύεται από μια κανονική κατανομή πιθανοτήτων(normal probability distribution).

- Οι επενδυτές επιθυμούν πάντα περισσότερο πλούτο από λιγότερο αποστρέφοντας τον κίνδυνο (risk averse).
- Οι επενδυτές υπολογίζουν τον κίνδυνο ενός χαρτοφυλακίου με βάση την μεταβλητότητα των αποδόσεών του.
- Οι επενδυτές μεγιστοποιούν την αναμενόμενη χρησιμότητα τους η οποία είναι μιας περιόδου και της οποίας οι καμπύλες χρησιμότητας (utility curves) έχουν θετική κλίση και είναι μια συνάρτηση της αναμενόμενης απόδοσης και της διακύμανσης των αποδόσεων.
- Για μια συγκεκριμένη ποσότητα κινδύνου οι επενδυτές προτιμούν περισσότερη αναμενόμενη απόδοση από λιγότερη. Αντίστοιχα για μια αναμενόμενη απόδοση προτιμούν λιγότερο κίνδυνο.

3.4.1 Αναμενόμενη απόδοση χαρτοφυλακίου και τυπική απόκλιση

Έστω ότι υπάρχουν N χρεόγραφα και r_i είναι η προσδοκώμενη απόδοση σε χρονική περίοδο t η οποία είναι υπενδεδυμένη στο χρεόγραφο i και P_i η πιθανότητα να συμβεί αυτή η απόδοση. Η αναμενόμενη απόδοση του χρεογράφου δίνεται από τον τύπο:

$$E(r) = \sum_{i=1}^N w_i r_i \quad \text{υπό την προϋπόθεση} \quad \sum_{i=1}^N w_i = 1$$

Για να συσχετίσουμε και τον κίνδυνο σε όλα τα παραπάνω επιβάλλεται αρχικά να δώσουμε τον ορισμό του ο οποίος αναφέρει τον κίνδυνο σαν τη μεταβλητότητα των δυνητικών αποτελεσμάτων γύρω από την αναμενόμενη τιμή τους η τον αριθμητικό μέσο. Ένα στατιστικό μέτρο της διασποράς των δυνητικών αποτελεσμάτων γύρω από την αναμενόμενη τιμή τους είναι η τυπική απόκλιση (και η διακύμανση). Η σχέση της τυπικής απόκλισης δίνεται από τον τύπο:

$$\sigma = \left\{ \sum_{i=1}^n P_i [r_i - E(r)]^2 \right\}^{1/2}$$

Όπου σ = η τυπική απόκλιση, P_i = η πιθανότητα να συμβεί η i δυναμική απόδοση του αξιόγραφου, r_i = η δυναμική απόδοση του και $E(r)$ = η προσδοκώμενη απόδοση του.

Η αναμενόμενη απόδοση ενός χαρτοφυλακίου θεωρείται ο σταθμικός μέσος όρος των αναμενόμενων αποδόσεων των αξιόγραφων που περιλαμβάνει το χαρτοφυλάκιο όπου οι σταθμίσεις είναι τα ποσοστά που έχουν τοποθετηθεί σε κάθε αξιόγραφο. Αντίστοιχα και εδώ το συνολικό άθροισμα των ποσοστών ισούται με τη μονάδα. Η σχέση παίρνει τη μορφή:

$$E(R_p) = \bar{R}_p = \sum_{i=1}^N w_i E(R_i)$$

Όπου $E(R_p) = \bar{R}_p$ = η μέση απόδοση του χαρτοφυλακίου, W_i = το ποσοστό των επενδεδυμένων κεφαλαίων στο i αξιόγραφο και $E(R_i)$ = η αναμενόμενη απόδοση του.

3.4.2 Συνδιακύμανση

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφέρουμε τη συνδιακύμανση η οποία είναι ένα απόλυτο μέτρο του βαθμού με τον οποίο δυο μεταβλητές ‘κινούνται μαζί’. Στη θεωρία χαρτοφυλακίου μας χρειάζεται η συνδιακύμανση διότι ο κίνδυνος είναι μια συνάρτηση κινδύνου του κάθε μεμονωμένου αξιόγραφου αλλά και των συνδιακυμάνσεων μεταξύ των αποδόσεων των αξιόγραφων του. Ο κίνδυνος μας δίνεται από τη σχέση:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_{ij} \quad \text{για κάθε } j \neq i$$

με σ_{ij} = η συνδιακύμανση μεταξύ των i και j αξιόγραφων. Για να υπολογιστεί η συνδιακύμανση χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$Cov(r_i, r_j) = \sigma_{ij} = \frac{1}{N-1} * \sum_{k=1}^N [(r_{ki} - \bar{r}_i) * (r_{kj} - \bar{r}_j)]$$

Όπου r_{ki} είναι η απόδοση του χρεογράφου i την περίοδο k , \bar{r}_i είναι η μέση απόδοση του χρεογράφου i , r_{kj} είναι η απόδοση του χρεογράφου j την περίοδο k , \bar{r}_j είναι η μέση τιμή του χρεογράφου j και N ο αριθμός των περιόδων για τις οποίες έχουμε δεδομένα.

Για να τυποποιήσουμε τη συνδιακύμανση και να έχουμε ένα μέτρο για να αξιολογούμε κάθε φορά τις αποδόσεις των αξιόγραφων ορίσαμε το συντελεστή συσχέτισης μέσω του τύπου:

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$$

Ο συγκεκριμένος συντελεστής παίρνει τιμές από $[-1,1]$ και ανάλογα την περιοχή στην οποία βρίσκεται βγάζουμε και τα ανάλογα συμπεράσματα. Πιο συγκεκριμένα όταν ο συντελεστής παίρνει την τιμή -1 τότε οι αποδόσεις των αξιόγραφων τείνουν να κινούνται αντίστροφα. Ενώ όταν παίρνει την τιμή $+1$ μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει πλήρης συσχέτιση των αξιόγραφων. Στην τιμή 0 δε μπορούμε να βγάλουμε κάποιο συμπέρασμα.

Κύριο πλεονέκτημα της χρήσης των δεικτών διακύμανσης και τυπικής απόκλισης, είναι η απλότητα στη χρήση τους, ενώ κύριο μειονέκτημα τους είναι ότι για να πραγματοποιηθεί χρήση τους, πρέπει να γίνει η παραδοχή ότι οι αποδόσεις των χρεογράφων ακολουθούν την κανονική κατανομή, γεγονός που δεν ισχύει πάντα. Ακόμη, έχει υποστηριχθεί ότι η χρήση της διακύμανσης ως μέτρο του κινδύνου υπαινίσσεται ότι οι επενδυτές είναι αδιάφοροι μεταξύ των αποδόσεων που είναι είτε πάνω είτε κάτω από τη μέση απόδοση. Είναι σαφές, ωστόσο, ότι οι επενδυτές που δείχνουν μεγάλη αποστροφή προς τον κίνδυνο δίνουν μεγαλύτερη προσοχή στους κινδύνους των αποδόσεων που είναι κάτω από κάποιο δεδομένο επίπεδο απόδοσης, είτε πρόκειται για τη μέση απόδοση είτε κάποιο άλλο σημείο αναφοράς.

3.4.3 Παράδειγμα χαρτοφυλακίου με 3 χρεόγραφα

Για να δούμε καλύτερα εφαρμοσμένη τη θεωρία του Markowitz θεωρούμε πως έχουμε ένα χαρτοφυλάκιο με 3 αξιόγραφα X_1, X_2, X_3 και οπότε ισχύουν οι τύποι:

i.
$$E(R) = \sum_{i=1}^3 w_i E(R_i)$$

ii.
$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 w_i w_j \sigma_{ij}$$

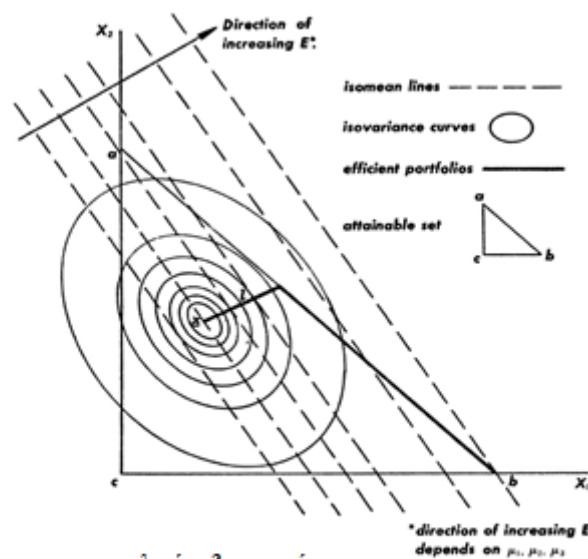
iii.
$$\sum_{i=1}^3 w_i = 1$$

iv. $w_i \geq 0$ για $i=1,2,3$

Από τη σχέση iii λαμβάνουμε ότι : $w_3 = 1 - w_1 - w_2$ και μέσω αυτής καταλήγουμε στην:

$$E = E(R_3) + w_1(E(R_1) - E(R_3)) + w_2(E(R_2) - E(R_3))$$

Και αντικαθιστώντας στις αρχικές σχέσεις καταλήγω σε μια εξίσωση με 2 τελικά αγνώστους τα X_1, X_2 . Θα μπορούσε να παρασταθεί όλο αυτό στο χώρο στη μορφή:



Διάγραμμα χαρτοφυλακίου 3 χρεογράφων
 Πηγή: Mean-Variance Optimization,
 Harry Markowitz 1952

Όπου οι πιθανοί συνδυασμοί για τα X_1, X_2 αντικαθίστανται στο χώρο από το τρίγωνο abc. Ορίζουμε τις παράλληλες γραμμές ως εκείνες που έχουν μια δεδομένη αναμενόμενη απόδοση. Και τις κλειστές καμπύλες εκείνες που έχουν μια δεδομένη

απόδοση διακύμανσης. Τα ικανοποιητικά χαρτοφυλάκια βρίσκονται εκεί που εφάπτονται οι καμπύλες στις παράλληλες γραμμές. Βέβαια στο συγκεκριμένο διάγραμμα τα αποτελέσματα βγαίνουν με βάση διάφορους συνδυασμούς-ποσοστά από τις μεταβλητές-χρεόγραφα X_1, X_2 .

3.4.4 Αποδοτικά χαρτοφυλάκια

Οι αναλυτές κυρίως ασχολούνται στον εντοπισμό των χαρτοφυλακίων που θεωρούνται ως αποδοτικά. (efficient portfolios). Ο ορισμός του αποδοτικού χαρτοφυλακίου είναι το χαρτοφυλάκιο εκείνο το οποίο υπερέχει σε απόδοση και επικρατεί από κάθε άλλο χαρτοφυλάκιο με τον ίδιο κίνδυνο από κάθε άλλο και ταυτόχρονα έχει μικρότερο κίνδυνο από κάθε άλλο με την ίδια απόδοση. Ο τελικός εντοπισμός του χαρτοφυλακίου εξαρτάται και από τον επενδυτή. Δηλαδή αν ο επενδυτής αποστρέφεται τον κίνδυνο θα διαλέξει κάποιο χαρτοφυλάκιο που βρίσκεται κοντά σε εκείνο με την ελάχιστη διακύμανση ενώ αν αγαπά τον κίνδυνο κάποιο χαρτοφυλάκιο στην κορυφή της καμπύλης. Διαφοροποίηση ενός χαρτοφυλακίου λέγεται η ανάληψη διάφορων επενδύσεων από κάποιο επενδυτή με σκοπό την ελαχιστοποίηση του κινδύνου χωρίς φυσικά αυτό να την απόδοση την οποία απολαμβάνει από τις επενδύσεις του.

Επομένως, αφού οι μεταβλητές μπορούν να οριστούν και να υπολογιστούν για χαρτοφυλάκια αποτελούμενα από μεγάλο αριθμό χρεογράφων, δημιουργούνται δύο πιθανά σενάρια στην επιλογή του χαρτοφυλακίου για τους επενδυτές με βάση την αναμενόμενη απόδοση και τον κίνδυνο.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1: Εάν ο επενδυτής μπορεί να προσδιορίσει το μέγιστο κίνδυνο που είναι διατεθειμένος να αναλάβει, το αποδοτικό χαρτοφυλάκιο υπολογίζεται με την μεγιστοποίηση της αναμενόμενης απόδοσης στο συγκεκριμένο επίπεδο κινδύνου.

$$MaxE(r_p) = \sum_{i=1}^N w_i \cdot E(r_i) \quad \text{υπό την προϋπόθεση:}$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i \cdot w_j \cdot \sigma_{ij}$$

$$\sum_{i=1}^N \bar{w}_i = 1$$

$$\bar{w}_i \geq 0$$

ΣΕΝΑΡΙΟ 2: Εάν ο επενδυτής αποφασίσει το επιθυμητό επίπεδο της αναμενόμενης απόδοσης, το αποδοτικό χαρτοφυλάκιο υπολογίζεται με την ελαχιστοποίηση του κινδύνου που εμφανίζεται σε αυτό το επίπεδο απόδοσης.

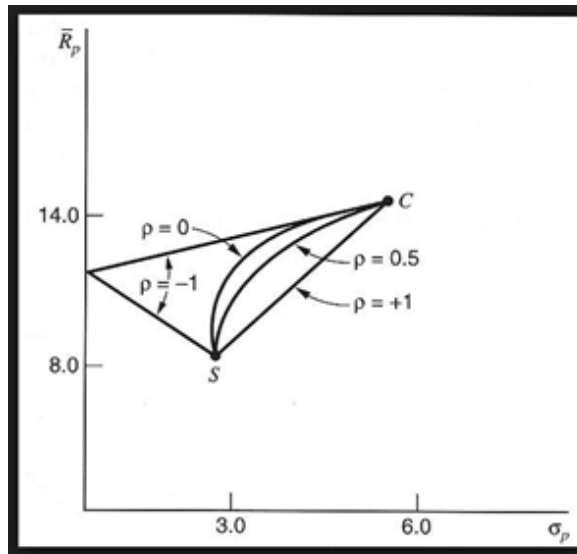
$$\text{Min} \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i \cdot w_j \cdot \sigma_{ij} \text{ υπό την προϋπόθεση :}$$

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^N w_i E(r_i) = E(\bar{r})$$

$$\sum_{i=1}^N \bar{w}_i = 1$$

$$\bar{w}_i \geq 0$$

Τα χαρτοφυλάκια που δημιουργούνται από αυτή τη διαδικασία μπορούν να αποτυπωθούν στην παρακάτω γραφική παράσταση η οποία είναι γνωστή και σαν αποδοτικό σύνορο.



Αποδοτικά σύνορα για διαφορεές τιμές των συντελεστών συσχέτισης

Στον οριζόντιο άξονα έχουμε την απόκλιση τετραγώνου ενώ στον κάθετο άξονα την αναμενόμενη απόδοση της επένδυσης. Στο παραπάνω διάγραμμα έχουμε 3 καμπύλες για διαφορετικούς συντελεστές συσχέτισης. Έχει παρατηρηθεί ότι η πλήρης θετική συσχέτιση μεταξύ των αποδόσεων των επενδύσεων αποτελεί τη μόνη περίπτωση όπου ο επενδυτής δεν αποκομίζει πρόσθετα οφέλη από τη σύσταση του χαρτοφυλακίου. Διότι αν όλες οι τιμές και οι αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων ακολουθούσαν την ίδια πορεία ο κίνδυνος τότε συμπίπτει. Με αποτέλεσμα να μην υπάρχει όφελος από τη διαφοροποίηση τους. Εν αντιθέσει όταν ο δείκτης συσχέτισης είναι -1 το όφελος της διαφοροποίησης είναι μεγάλο διότι ο κίνδυνος του χαρτοφυλακίου μειώνεται αισθητά.

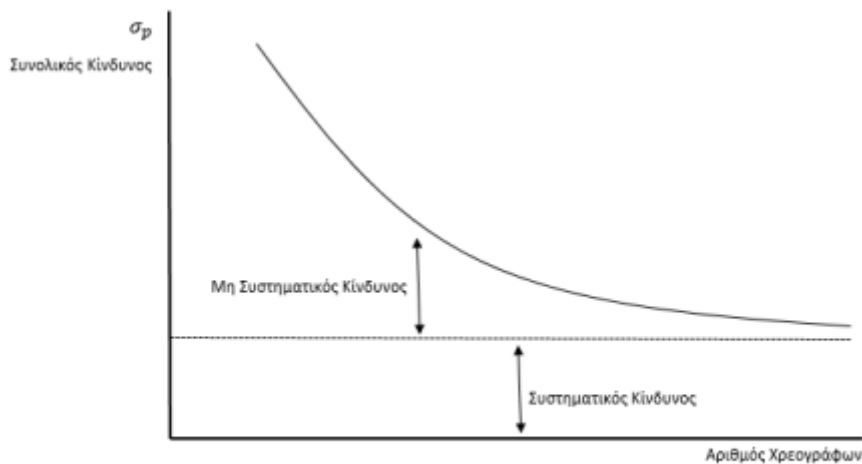
Σε γενικές γραμμές η πραγματική συνεισφορά του Markowitz στη θεωρία του χαρτοφυλακίου είναι ότι έδειξε τη σχέση μεταξύ των τυπικών αποκλίσεων, των αποδόσεων και των συνδιακυμάνσεων αυτών οι οποίες είναι ανεξάρτητες μεταβλητές και τις επιλέγει ο κάθε επενδυτής ξεχωριστά και τα ποσοστά κάθε φορά είναι η μεταβλητή που λύνει το πρόβλημα. Το υπόδειγμα δεν δείχνει ένα συγκεκριμένο άριστο χαρτοφυλάκιο αλλά ένα σύνολο από αυτά. Για την επιλογή του συνδυασμού της αναμενόμενης απόδοσης-κινδύνου που ικανοποιεί τον επενδυτή χρησιμοποιούνται οι Καμπύλες Αδιαφορίας (Indifference Curves). Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι

όσο αυξάνεται ο αριθμός των αξιόγραφων ενός χαρτοφυλακίου η σπουδαιότητα του κινδύνου μειώνεται ενώ αυξάνεται εκείνη της συνδιακύμανσης των αποδόσεων. Έχει παρατηρηθεί εμπειρικά ότι ο κίνδυνος ενός χαρτοφυλακίου μειώνεται ραγδαία αρχικά όταν προστίθενται στοιχεία (στα πρώτα πέντε η έξι) ενώ η μείωση μετά γίνεται με πολύ μικρότερο βαθμό. Επίσης έχει παρατηρηθεί ότι ένα χαρτοφυλάκιο με δεκαπέντε στοιχεία παρουσιάζει σχεδόν τον ίδιο κίνδυνο με το χαρτοφυλάκιο της κεφαλαιαγοράς.

3.4.5 Συστηματικός και μη συστηματικός κίνδυνος

Ο συνολικός κίνδυνος ενός χρεογράφου και κατά συνέπεια ενός χαρτοφυλακίου αποτελείται από δυο τμήματα, τον συστηματικό κίνδυνο και τον μη συστηματικό κίνδυνο. Ο μη συστηματικός κίνδυνος μπορεί να εξαλείφει ή τουλάχιστον το μεγαλύτερο μέρος αυτού να μειωθεί εάν έχουμε ένα χαρτοφυλάκιο με αρκετά χρεόγραφα. Ο συστηματικός κίνδυνος οφείλεται σε παράγοντες όπως η φορολογία, ο πληθωρισμός, οι διεθνείς οικονομικές και πολιτικές κρίσεις που επηρεάζουν όλες τις μετοχές. Ο κίνδυνος αυτός δεν μπορεί να εξαλειφθεί και αναφέρεται και σαν κίνδυνος της αγοράς. Όταν σχηματίζεται ένα χαρτοφυλάκιο καλά διαφοροποιημένο ο συστηματικός κίνδυνος μπορεί να μειωθεί.

Ο μη συστηματικός κίνδυνος οφείλεται σε παράγοντες που επηρεάζουν ειδικά μια εταιρεία και κατά επέκταση την μετοχή της, όπως το καλό μάρκετινγκ, η ανάληψη ενός μεγάλου έργου. Ο μη συστηματικός κίνδυνος μπορεί να εξαλειφθεί, για αυτό όταν μιλάμε για αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια, δεν ενδιαφερόμαστε για αυτόν. Αυτό συμβαίνει γιατί δυσάρεστα γεγονότα για μια εταιρία της οποίας οι μετοχές περιλαμβάνονται στο χαρτοφυλάκιο, αντισταθμίζονται από ευχάριστα γεγονότα για μια άλλη εταιρεία.



Διάγραμμα συστηματικού και μη συστηματικού κινδύνου

3.4.6 Προβλήματα στη θεωρία Markowitz

Το βασικό πρόβλημα που παρουσιάζεται στο υπόδειγμα του Markowitz είναι ότι χρειάζεται αρκετούς υπολογισμούς. Δηλαδή για ένα χαρτοφυλάκιο που περιέχει n αξιόγραφα θα πρέπει να υπολογιστούν n αναμενόμενες αποδόσεις, n διακυμάνσεις, και $[n(n-1)]/2$ συνδιακυμάνσεις. Με απλά λόγια για ένα χαρτοφυλάκιο με 100 χρεόγραφα θα χρειαζόμασταν 5,150 εκτιμήσεις. Για αυτό το λόγο και οι οικονομολόγοι στράφηκαν σε άλλες μεθόδους. Επιπλέον ένα άλλο αρνητικό στοιχείο είναι ότι η θεωρία του Markowitz αναφέρεται σε μία χρονική περίοδο. Η υπόθεση αυτή από τους περισσότερους αναλυτές θεωρείται μυωπική καθότι παραβλέπει τι θα συμβεί μετά το πέρας της περιόδου και επιπλέον μία τέτοια συμπεριφορά συνήθως καταλήγει σε κατώτερες από τη βέλτιστη λύση (sub-optimal solutions).

3.5 Το υπόδειγμα του ενός δείκτη

Μια ικανοποιητική μέθοδος που απλοποιεί τις εκτιμήσεις των συνδιακυμάνσεων είναι το υπόδειγμα του ενός δείκτη. Προϋπόθεση σε αυτή την περίπτωση είναι ότι όλα τα αξιόγραφα επηρεάζονται από τις γενικές οικονομικές συνθήκες και όχι από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του καθενός. Κατά συνέπεια η απόδοση κάθε αξιόγραφου μπορεί να θεωρηθεί μια γραμμική συνάρτηση ενός κοινού δείκτη και τελικά το υπόδειγμα να πάρει τη μορφή:

$$R_i = a_i + \beta_i R_m + \varepsilon_i$$

Όπου R_i = η απόδοση του αξιόγραφου, R_m = η απόδοση του χρηματιστηριακού δείκτη της αγοράς, a_i = ένα τμήμα της απόδοσης του αξιόγραφου που είναι ανεξάρτητο από την αγορά, β_i = συντελεστής που μετρά την ευαισθησία της απόδοσης και ε_i = τυχαίο σφάλμα.

Το συγκεκριμένο υπόδειγμα με μία απλή γραμμική παλινδρόμηση της απόδοσης του αξιόγραφου και της απόδοσης του κοινού δείκτη που μπορεί να είναι οποιαδήποτε μεταβλητή παριστάνεται από μία ευθεία γραμμή που ονομάζεται χαρακτηριστική γραμμή. Η κλίση της ονομάζεται συντελεστής βήτα και είναι ένα μέτρο του μη διαφοροποιήσιμου κινδύνου του κάθε αξιόγραφου. Για να χρησιμοποιηθεί το υπόδειγμα χρειάζονται εκτιμήσεις του β για κάθε μετοχή.

Η κρίσιμη υπόθεση στο υπόδειγμα είναι ότι χρειάζεται οι μεταβλητές να έχουν μια κοινή συσχέτιση με το δείκτη της αγοράς. Έτσι όλες οι συνδιακυμάνσεις εξαρτώνται μόνο από τον κίνδυνο της αγοράς. Στο υπόδειγμα Markowitz υπολογίζουμε όλες τις συνδιακυμάνσεις και χωρίζουμε τον κίνδυνο σε δυο συστατικά στον συνολικό κίνδυνο του χρεογράφου και του χαρτοφυλακίου. Με αυτό το υπόδειγμα, ο συνολικός κίνδυνος χωρίζεται αντίστοιχα στον κίνδυνο της αγοράς και τον κίνδυνο της συγκεκριμένης εταιρίας. Ο κίνδυνος της αγοράς αντιπροσωπεύει το τμήμα του χρεογράφου που δεν μπορεί να διαφοροποιηθεί και εμφανίζεται όταν αντιδρά το χρεόγραφο στις διακυμάνσεις του δείκτη αγοράς.

Παρόλα αυτά το υπόδειγμα κάνει μια κρίσιμη υπόθεση για την ανεξαρτησία των κατάλοιπων χρεογράφων η οποία επηρεάζει την ακρίβεια των υπολογισμών των διακυμάνσεων. Γενίκευση του υποδείγματος είναι το υπόδειγμα Πολλαπλών Δεικτών το οποίο αναμένεται να έχει καλύτερα αποτελέσματα γιατί χρησιμοποιεί περισσότερες πληροφορίες.

3.6 Το Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (Capital Asset Pricing Model :CAPM)

Το Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων βρίσκεται στο επίκεντρο της σύγχρονης ανάλυσης των επενδύσεων και χρηματοδότησης. Διότι αυτό διεισδύει βαθύτερα στο θέμα των επιλογών του επενδυτή και διευκολύνει τις εκτιμήσεις και την αξιολόγηση διαφορετικών επενδυτικών καταστάσεων. Η αξία του υποδείγματος έγκειται στο ότι είναι ένα, απλό στη χρήση του, εργαλείο που προσφέρει ισχυρές και διαισθητικές προβλέψεις για τον τρόπο μέτρησης του κινδύνου και τη σχέση του με την αναμενόμενη απόδοση. Παρουσιάστηκε 11 χρόνια μετά την εργασία του Η. Markowitz (1952) από τον William F. Sharpe το 1964, για το οποίο του απενεμήθη το βραβείο Nobel το 1990. Ακολούθως, στη διαμόρφωση του τελικού Υποδείγματος συνεισέφεραν και οι εργασίες των John Lintner, (1965) και Jan Mossin (1966). Αποτελεί μία προέκταση του υποδείγματος του Harry Markowitz. Στο υπόδειγμα Markowitz καθορίζεται ένα σύνολο αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων, στα οποία συνδέεται η αναμενόμενη απόδοση με τον κίνδυνο. Στο υπόδειγμα CAPM ενσωματώνεται επιπλέον η δυνατότητα του επενδυτή να προσαρμόσει τη στρατηγική του σύμφωνα με τις προβλέψεις του για την αγορά. Όπως στα περισσότερα μοντέλα έτσι και το υπόδειγμα αυτό είναι βασισμένο σε κάποιες υποθέσεις. Οι περισσότερες από αυτές ίσως φανούν εξωπραγματικές αλλά μπορούν να υποστούν ορισμένη χαλάρωση. Οι υποθέσεις είναι :

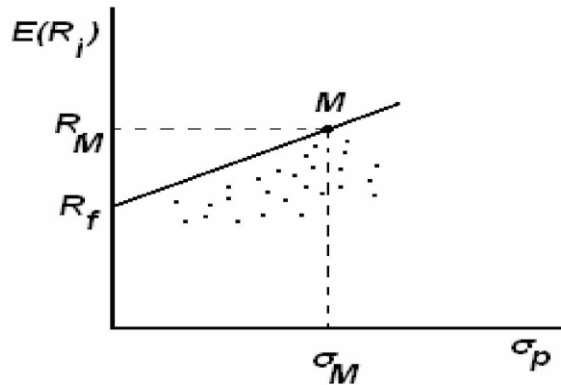
- Υπάρχουν πολλοί επενδυτές οι οποίοι διαθέτουν μικρό ποσοστό πλούτου σε σχέση με το συνολικό. Επιπλέον δεν είναι ικανοί οι επενδυτές με τον πλούτο που κατέχουν να επηρεάσουν την τιμή ενός τίτλου.
- Τα επενδυτικά σχέδια διαρκούν μόνο για μία περίοδο
- Οι επενδυτές διαθέτουν ένα σύνολο από χρηματοοικονομικούς τίτλους οι οποίοι μερικοί ενέχουν κίνδυνο αλλά έχουν σίγουρα ένα στοιχείο χωρίς κίνδυνο. Παράλληλα, υπάρχουν ρυθμίσεις που της αγοράς που επιτρέπουν στους επενδυτές την δανειοδότηση τους και το δανεισμό τους στο επίπεδο του επιτοκίου του περιουσιακού στοιχείου άνευ κινδύνου.

- Δεν υπόκεινται σε φορολογία οι επενδυτές και δεν υπάρχει συναλλακτικό κόστος στις ανταλλαγές μεταξύ εμπορεύσιμων περιουσιακών στοιχείων.
- Δεν υπάρχει πληθωρισμός
- Όλοι επενδύουν με βάση το μοντέλο Markowitz.
- Οι επενδυτές προβαίνουν σε ανάλυση των επενδύσεων με τον ίδιο τρόπο και έχουν την ίδια οικονομική αντίληψη για τον κόσμο. Επιπλέον οι πληροφορίες που δέχονται είναι ίδιες για όλους χωρίς κόστος φυσικά.

Η εισαγωγή του χρεογράφου μηδενικού κινδύνου είναι πολύ σημαντική γιατί αφήνει τη δυνατότητα στους επενδυτές να επενδύσουν ένα μέρος του πλούτου τους σε ένα στοιχείο χωρίς κίνδυνο και το υπόλοιπο σε ένα επικίνδυνο χαρτοφυλάκιο. Επιπλέον επιτρέπει στη θεωρία του Markowitz να επεκταθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αλλάζει το αποτελεσματικό σύνορο το οποίο οδηγεί σε μια θεωρία αποτίμησης με αβεβαιότητα.

3.6.1 Η Γραμμή Κεφαλαιαγοράς

Σύμφωνα με την προσέγγιση του υποδείγματος αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων μπορούμε να αναπαραστήσουμε όλους τους εφικτούς συνδυασμούς που επιτυγχάνουν μέγιστη δυνατή απόδοση για ορισμένο κίνδυνο που επιλέγει ο επενδυτής πάνω σε μία ευθεία. Η γραμμή αυτή που ονομάζεται γραμμή της κεφαλαιαγοράς εκφράζει συνθήκες ισορροπίας στην αγορά και έχει συγκεκριμένο σημείο που ξεκινάει στον κάθετο άξονα. Το σημείο αυτό εκφράζει την απόδοση του περιουσιακού στοιχείου χωρίς κίνδυνο (r_f). Οι επενδυτές που θα επενδύσουν και σε άλλα στοιχεία εκτός από αυτό, στοιχεία με κίνδυνο θα πρέπει να παρακινηθούν με μία αποζημίωση βάση του κινδύνου που αναλαμβάνουν. Η απόσταση από το σημείο F (εκεί που ξεκινάει η γραμμή) και τη γραμμή της αγοράς στο σημείο M αποτελεί την αμοιβή των επενδυτών για τον κίνδυνο που παίρνουν. Η γραμμή της κεφαλαιαγοράς έχει θετική κλίση και η κλίση αυτή εκφράζει την πρόσθετη αποζημίωση που παρέχει η αγορά στον επενδυτή για κάθε ποσοστιαία μονάδα κινδύνου. Όλα τα παραπάνω φαίνονται στο εξής διάγραμμα:



Η κλίση της με μαθηματικά δίνεται από τον τύπο:

$$\tan \omega = \frac{R_m - R_f}{\sigma_m - 0}$$

Έτσι κάθε αποτελεσματικό χαρτοφυλάκιο θα έχει αναμενόμενη απόδοση:

$$E(R_i) = r_f + \left(\frac{R_m - R_f}{\sigma_m}\right)\sigma_p$$

3.7 Η θεωρία χαρτοφυλακίου εφαρμοσμένη σε έρευνες

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μια αυξημένη χρήση της θεωρίας του χαρτοφυλακίου στον ενεργειακό σχεδιασμό. Στην πραγματικότητα, το μοντέλο της τυπικής απόκλισης (mean variance model) μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε από την πλευρά των επιχειρήσεων είτε των κρατών. Οπότε στον ενεργειακό σχεδιασμό χρησιμοποιείται για να υπολογίσει αποδοτικά χαρτοφυλάκια συνολικής παράγωγης όχι μόνο να επικεντρωθεί στα διαφορετικά σενάρια με το λιγότερο κόστος. Το μοντέλο επιτρέπει την ανάλυση της επίπτωσης της εισαγωγής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα είτε σε επίπεδο χώρας είτε σε μικρότερα επίπεδα (στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, στον τομέα της βιομηχανίας, μεταφορών και άλλα). Στην πραγματικότητα, απεικονίζει τη σχέση μεταξύ κόστος παραγωγής και ρίσκου: όσο λιγότερο το κόστος τόσο υψηλότερος ο κίνδυνος, που σημαίνει ότι δεν είναι εφικτό να επιτευχθεί μικρότερο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς να υποτεθεί υψηλότερος κίνδυνος. Να αναφερθεί ότι το αποτέλεσμα

του μοντέλου δεν αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο σενάριο, δηλαδή ένα συγκεκριμένο χαρτοφυλάκιο, αλλά ορίζει την περιοχή στην οποία τα χαρτοφυλάκια βρίσκονται υπό τις προϋποθέσεις που έχουν ληφθεί.

Υπάρχουν αρκετές εργασίες βασισμένες στην θεωρία χαρτοφυλακίου, μία από αυτές αναφέρεται στη Σκωτία και τη θαλάσσια τεχνολογία και πως μπορεί να αξιοποιηθεί. Με βάση το αποτελεσματικό σύνορο οι αναλυτές πρότειναν τέσσερα διαφορετικά σενάρια για το ενεργειακό μίγμα του 2020. Κάθε σενάριο συνεπάγεται ένα χαρτοφυλάκιο που αναφέρεται στο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που κυμαίνεται από 22% έως 38% υψηλότερο κόστος σε σχέση με νούμερα του 2007. Αυτά τα σενάρια αποδεικνύονται να είναι αναποτελεσματικά διότι χαρτοφυλάκια με μικρότερες διακυμάνσεις μπορούν να αποκτηθούν χωρίς να αυξάνεται το συνολικό κόστος απλά με τη εισαγωγή των ΑΠΕ. Με εκτεταμένη έρευνα και αναλύσεις ευαισθησίας, αποδεικνύεται ότι στη Σκωτία η κυματική και παλιρροϊκή τεχνολογία μπορούν να συνεισφέρουν σε ένα χαρτοφυλάκιο 'ενέργειας' με λιγότερο κίνδυνο και χωρίς αύξηση του κόστους.

Μια ακόμα εργασία βασική που στηρίζεται στη θεωρία αυτή αναφέρεται στη βελτιστοποίηση των επενδύσεων σε έργα αιολικής ενέργειας μεταξύ διάφορων Ευρωπαϊκών χωρών λαμβάνοντας υπόψη τη συσχέτιση της παραγωγής ενέργειας από αιολικά πάρκα σε διαφορετικές περιοχές (Fabien Roques 2010). Η ιδέα είναι ότι η γεωγραφική διαφοροποίηση των αιολικών πάρκων μπορεί να εξαλείψει τις διακυμάνσεις της παραγωγής αιολικής ενέργειας και να μειώσει τις σχετικές δαπάνες για την εξισορρόπηση και αξιοπιστία του συστήματος. Η μεθοδολογία αργότερα διανθίζεται έτσι ώστε να παράξει τα αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια λαμβάνοντας υπόψη το δυναμικό και τους εθνικούς πόρους της κάθε χώρας και τα συγκρίνει με τα προβλεπόμενα χαρτοφυλάκια του 2020. Αυτά τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν την ανάγκη για περισσότερες διασυνδέσεις μεταξύ των κρατών σε αυτόν τον τομέα, για καλύτερο συντονισμό της πολιτικής στήριξης των ανανεώσιμων πηγών και σχέδια που αφορούν την αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχουν περισσότερα 'γεωγραφικά' κίνητρα.

Σε μία ακόμα εργασία του ο Fabien Roques (Fuel mix diversification incentives in liberalized electricity markets: A Mean–Variance Portfolio theory approach)

πραγματεύεται τη μοντέρνα θεωρία χαρτοφυλακίου. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης Monte-Carlo σχετικά με τις παραγωγές των εργοστασίων από πυρηνική ενέργεια, από άνθρακα και από φυσικό αέριο γίνονται είσοδοι στο μοντέλο της μέσης-διακύμανσης για να βελτιστοποιήσουν το χαρτοφυλάκιο που αποτελείται από τις παραγωγές φορτίου βάσης για μεγάλες γεννήτριες (εργοστάσια) σε απελευθερωμένες αγορές ενέργειας. Μελετάται η επίδραση των καυσίμων, της ηλεκτρικής ενέργειας και οι τιμές του CO₂ και ο βαθμός συσχέτισης τους στα βέλτιστα χαρτοφυλάκια των βιομηχανιών. Μεγάλες αλληλεπιδράσεις παρατηρούνται μεταξύ φυσικού αερίου και τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας στις περισσότερες ευρωπαϊκές αγορές.

Με αντίστοιχη εφαρμογή της θεωρίας χαρτοφυλακίου γίνεται αξιολόγηση των ενεργειακών πλάνων που έχουν προταθεί από την κυβέρνηση για το ενεργειακό μίγμα της Βραζιλίας. Η εργασία υπολογίζει τα εκτιμώμενα κόστη, τους κινδύνους και τους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα. Το προτεινόμενο χαρτοφυλάκιο για το 2020 της Βραζιλίας είναι κοντά στο αποτελεσματικό σύνορο αν και υπάρχει χώρος για μείωση του κινδύνου με τη διαφοροποίηση του ενεργειακού χαρτοφυλακίου.

Μία ακόμα εργασία του 2008 ερεύνησε τη μελλοντική ανάπτυξη του χαρτοφυλακίου ηλεκτροπαραγωγής της Ελβετίας και στόχευσε στην αναγνώριση των βέλτιστων επενδυτικών επιλογών για το τμήμα προμήθειας του ενεργειακού τομέα. Εφαρμόζοντας τη θεωρία χαρτοφυλακίου, η μελέτη κάλυψε τις τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που είναι σε λειτουργία σήμερα, καθώς και επίσης νέες τεχνολογίες, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολικά πάρκα, φωτοβολταϊκά) και μονάδες αερίου συνδυασμένου κύκλου (CCGT). Οι συγγραφείς έλαβαν υπόψη τους, τους χρόνους κατασκευής και τις ασύμμετρες κατανομές των στοχαστικών μεταβλητών και έκαναν ρητή διάκριση μεταξύ τεχνολογιών βασικού φορτίου και φορτίου αιχμής. Ως μέτρο απόδοσης του χαρτοφυλακίου, έλαβαν υπόψη τους, τη μέση απόδοση προσαρμοσμένη στη διάρκεια ζωής και ως μέτρο κινδύνου, τη τυπική απόκλιση της απόδοσης. Με βάση τα αποτελέσματα τους, το τρέχων χαρτοφυλάκιο βασικού φορτίου (base-load) της Ελβετίας είναι πολύ κοντά στο αποδοτικό σύνορο και αφήνει πολύ μικρά περιθώρια για περαιτέρω βελτίωση, ενώ το

χαρτοφυλάκιο φορτίου αιχμής (peak load) εξακολουθεί να επιτρέπει περιθώρια βελτίωσης από την άποψη απόδοσης/κινδύνου.

Στην περίπτωση της Ισπανίας, η εργασία παρουσιάζει τη χρήση της θεωρίας από την πλευρά των επενδυτών και όχι του κράτους. Η εργασία πραγματεύεται τις επενδύσεις σε ΑΠΕ στο πλαίσιο της μεγιστοποίησης των κερδών με την παράλληλη μείωση του κινδύνου. Η θεωρία εδώ βασίζεται σε ένα οικονομικό μοντέλο που χρησιμοποιεί τις καθαρές ταμειακές ροές για να υπολογίσει τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης των διάφορων ενεργειών που μελετώνται : της αιολικής, των φωτοβολταϊκών, της υδροηλεκτρικής και της θερμικής. Με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος δημιουργούνται διάφορα χαρτοφυλάκια επενδύσεων που συμπεριλαμβάνουν όλες τις παραπάνω μορφές ενεργειών σε μορφή γραμμικού προγραμματισμού. Η λύση του συστήματος υπολογίζεται γραφικά.

Οι F.J. Santos-Alamillos et al έκαναν ακόμα μία ανάλυση στην περιοχή της Ισπανίας όσο αφορά βέβαια την αιολική ενέργεια και πως μπορεί να κατανεμηθεί σε μια περιοχή με σκοπό να μειώσει τις διακυμάνσεις του φορτίου. Από ότι κατάλαβα αναλύει πρώτα την περιοχή (The method uses principal component analysis (PCA) από άποψη αιολικού δυναμικού και μετά αξιολογεί τα σημεία στα οποία θα μπορούσαν να κατασκευαστούν ανεμογεννήτριες. Η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε σε μια περιοχή της Ισπανίας και για περιοχές θαλάσσιες χρησιμοποιώντας οριαία δεδομένα για την περίοδο 2008-2010. Αναλύει γενικά τη μέθοδο PCA για την οποία αναφέρει ότι μέσω αυτής μειώνονται σημαντικά τα δεδομένα και χρησιμοποιεί λιγότερες μεταβλητές πιο αντιπροσωπευτικές οι οποίες καταλήγουν να είναι γραμμικοί συνδυασμοί των αρχικών μεταβλητών. Επιπλέον κάνει ανάλυση με βάση την εποχή (χειμώνας, καλοκαίρι, άνοιξη και φθινόπωρο).

Ο τυπικός τρόπος τιμολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας συστηματικά κρύβει μεγάλα κόστη επενδύσεων με αποτέλεσμα αυτά να περνούν στην τιμή η οποία αυξάνεται κατακόρυφα και δημιουργεί προβλήματα στην κοινωνία και κυρίως στους καταναλωτές. Η έρευνα που διεξήχθη στην περίπτωση της Ιαπωνίας, εφάρμοσε τη θεωρία για να βελτιστοποιήσει τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με ταυτόχρονη μείωση του ενσωματωμένου επενδυτικού κινδύνου στις συμβατικές μορφές ενέργειας. Η έρευνα προσπαθεί να τονίσει ότι οι επενδύσεις στα ΑΠΕ

μπορούν να αποζημιώσουν τους επενδυτές από θέμα συνολικού κόστους αφού δεν έχουν κόστη καυσίμου και άλλων εξωτερικών παραγόντων. (όπως φόρο για την εκπομπή ρύπων). Η έρευνα προτείνει ότι η Ιαπωνία μπορεί να φτάσει σε ποσοστό ακόμα και 9% παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε σχέση με το 1,37% που παράγει (νούμερα του 2010).

Η δυνατότητα χρήσης της θεωρίας χαρτοφυλακίου για να βρεθούν τα αποτελεσματικά σύνορα στην περίπτωση της Πορτογαλίας αφορά τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις και εστιάζει στην μεγιστοποίηση της παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με ταυτόχρονη τη μείωση της απόκλισης μεταξύ της ζήτησης και της μελλοντικής παραγωγής και ελαχιστοποιώντας παράλληλα και το κόστος των ΑΠΕ. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν ετήσια ωριαία δεδομένα από την παραγωγή αιολικής ενέργειας, υδροηλεκτρικής και ηλιακής μαζί με την ζήτηση. Το αποτέλεσμα δείχνει ότι μπορεί η συγκεκριμένη θεωρία να φανεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για κρίσιμες αποφάσεις αλλά επίσης καταδεικνύει και την ανάγκη να τροποποιηθεί το μοντέλο για να μπορεί να λάβει υπόψη περισσότερους τεχνικούς περιορισμούς.

Η χρήση της θεωρίας στον ενεργειακό τομέα θεωρείται μια κοινή πρακτική πλέον για να βρεθούν τα αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια που αφορούν μακροχρόνια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η οποία χαρακτηρίζεται από μεγάλη αβεβαιότητα, υψηλό αντίκτυπο στην κοινωνία και συνδυασμό πολλών μορφών τεχνολογίας αλλά και πηγών ενέργειας. Από τις πολλές έρευνες, πραγματοποιήθηκε το 2003 από τους Shimon Awerbuch και Spencer Yang ακόμα μία και επικεντρώνεται στη βελτιστοποίηση από οικονομικής σκοπιάς του ενεργειακού μίγματος παραγωγής του χαρτοφυλακίου του 2020 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα αποδεκτά χαρτοφυλάκια είναι εκείνα που ικανοποιούν τους στόχους για μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, μείωση του κόστους και του ρίσκου της αγοράς. Σε γενικές γραμμές τα παραπάνω χαρτοφυλάκια διαθέτουν μεγάλα ποσοστά παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ και συγκεκριμένα από αιολικά πάρκα, πυρηνικά εργοστάσια και άλλα μη ορυκτών καυσίμων εργοστάσια τα οποία συνήθως κοστίζουν πιο ακριβά σε σχέση με εκείνα που χρησιμοποιούν συμβατικές μορφές ενέργειας. Επιπλέον ενισχύουν την ενεργειακή ασφάλεια. Τέλος τα οφέλη που απορρέουν από τα παραπάνω μίγματα εγγυώνται επενδύσεις της τάξης των 250 έως 500 δισεκατομμυρίων ευρώ.

Οι Muireann Á. Lynch et al κάνουν χρήση στην εργασία τους «Risk–return incentives in liberalised electricity markets» της προσομοίωσης Monte Carlo για να προσδιοριστεί η κατανομή των κερδών για τις διάφορες τεχνολογίες που αναλύονται. Τα κόστη και οι αποδόσεις για κάθε τεχνολογία υπολογίζονται μέσω συγκεκριμένης δέσμευσης από έναν οικονομικό αλγόριθμο σε ωριαία βάση. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τεχνολογία CCGT είναι η τεχνολογία που θέλει να επενδύσει κανείς αν λαμβάνει υπόψη το φορτίο ενώ η τεχνολογία OCGT αποδεικνύεται η βέλτιστη όταν όλες οι τεχνολογίες υπολογίζονται. Σε γενικές γραμμές γίνεται η ανάλυση για να βρεθεί το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο με βάση το μικρότερο κόστος παρά με βάση την ικανότητα κάποιου εργοστασίου και μετά αφού βρεθεί το μικρότερο κόστος το χρησιμοποιεί σε κάθε τεχνολογία για να υπολογίσει τα έσοδα που θα έχει.

Οι συγγραφείς Jenny Tejada και Susan Ferreira στην εργασία τους εστιάζουν στην ατομική ενέργεια. Η ατομική ενέργεια έχει γίνει μια αρκετά καλή εναλλακτική για να καλύψει τη αυξημένη ζήτηση ενέργειας. Αν και θεωρείται μια από τις πιο καθαρές μορφές ενέργειας δημιουργείται το πρόβλημα βιωσιμότητας (sustainability) Στο παρόν κείμενο ο όρος βιωσιμότητα θεωρείται ως η ανάπτυξη η οποία ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους. Σκοπός της εργασίας είναι να παράξει ένα ποιοτικό μοντέλο-προσομοιωτή το οποίο θα έχει όλες τις αναγκαίες παραμέτρους για να πάρει ο οποιοσδήποτε τις αποφάσεις ως προς την ανάπτυξη της. Παραδείγματα εισόδων στον προσομοιωτή θα μπορούσαν να είναι ο αριθμός των ανεμογεννητριών, το κόστος τους, ο όγκος των απόβλητων από την εγκατάσταση των πάρκων και άλλα.

Η εργασία του Bengt Johansson αναφέρεται στην ‘ενεργειακή ασφάλεια’ και στη σχέση της που έχει με τα ΑΠΕ. Τα ΑΠΕ σε γενικές γραμμές δεν μπορούν να εξαλείψουν όλους τους κινδύνους που δημιουργούνται στην παραγωγή ενέργειας σε σχέση με εκείνη από ορυκτά καύσιμα. Μπορεί να είναι ελεύθερα στη φύση και σε μεγάλες ποσότητες αλλά η συνεχής διείσδυση τους στην αγορά ίσως δημιουργήσει θέματα εξάρτησης από τη γη και σκληρό ανταγωνισμό για απόκτηση σπάνιων πόρων της γης. Ο συγγραφέας αναλύει το θέμα σε μακροχρόνια και βραχυχρόνια βάση και από την πλευρά της τεχνολογίας, της πολιτικής και του περιβάλλοντος. Αν και αποτελούν το 13% της παγκόσμιας πρωτογενούς προσφοράς ενέργειας, η βιομάζα και

η υδροηλεκτρική παραγωγή είναι οι δυο κύριες μορφές ΑΠΕ που συναντώνται. Τα τελευταία χρόνια βέβαια έχει αυξηθεί και η χρήση των αιολικών πάρκων σε σημαντικό βαθμό.

Σε γενικές γραμμές καταλήγει στο ότι όλες οι χώρες πάνω κάτω έχουν μια μορφή ΑΠΕ στη χώρα τους που θα μπορούσε να τους παρέχει μια μορφή ανεξαρτησίας από την παγκόσμια αγορά αλλά δε γίνεται και να βασιστούν μοναχά σε αυτή γιατί και αυτό το σενάριο ενέχει πολλά ρίσκα.

Εξαιτίας του εξαιρετικού αιολικού δυναμικού της, τα οικονομικά οφέλη από μία μελλοντική επένδυση στην αιολική ενέργεια της περιοχής Wyoming στην Αμερική έχουν μελετηθεί πολλές φορές. Η εργασία αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης έρευνας των περιοχών στην Αμερική από το ερευνητικό κέντρο αιολικής ενέργειας (Wind Energy Research Center). Η έκθεση θεωρεί συγκεκριμένα την ποικιλομορφία του Wyoming και της Καλιφόρνια από άποψη ανέμου και τα οφέλη που μπορούν να υπάρξουν σε ένα πιθανό σενάριο συνδυασμού του αιολικού δυναμικού των δύο αυτών περιοχών. Σαν είσοδο στο μοντέλο χρησιμοποιήθηκαν ετήσια δεδομένα ανέμου από ένα μοντέλου πρόβλεψης καιρού. Ένας χρόνος με δεδομένα για πολλαπλές τοποθεσίες στο Wyoming και στην Καλιφόρνια χρησιμοποιείται. Οι μηνιαίες μέσες ταχύτητες ανέμου διερευνήθηκαν για να χαρακτηριστούν οι σχετικές τάσεις, ενώ συσχετίσεις μεταξύ των χώρων χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της διαφοροποίησης. Τέλος, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη διανομή των ανεμογεννητριών πάνω από διαφορετικό συνδυασμό των τοποθεσιών προσδιορίζεται. Παρότι δεν είναι πλήρης αυτές οι αναλύσεις υποστηρίζουν σαφώς τη σημασία της διαφοροποίησης του ανέμου.

Μείωση της μεταβλητότητας και αύξηση σε σχέση με τη ζήτηση μπορεί να συμβεί όταν οι ποικίλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται και θα πρέπει να διευκολυνθεί η ενσωμάτωση αυτών των πόρων εντός των ορίων του υφιστάμενου δικτύου. Επιπλέον, η μείωση των περιόδων που σταματούν να λειτουργούν οι ανεμογεννήτριες όχι μόνο θα μειώσει τα έξοδα που συνδέονται με την αγορά ή ακόμα και κατασκευή εφεδρικής ισχύς, αλλά θα έχει και τη δυνατότητα να μειωθούν οι εκπομπές αερίων θεωρώντας ότι η εφεδρική ισχύς παρέχεται από ορυκτά καύσιμα.

Τέλος, η διαφοροποίηση έχει τη δυνατότητα να επιτρέψει στην Καλιφόρνια να αναπτύξουν περαιτέρω το δικό της εγχώριο αιολικό δυναμικό.

Σύμφωνα με την εργασία των Yannick Degeilh και Chanan Singh, η αναφορά τους παρουσιάζει ένα μοντέλο για να ελαχιστοποιηθεί η διακύμανση της παραγωγής των αιολικών πάρκων μέσω της αποδοτικής διαμοίρασης των αιολικών πάρκων σε μία προκαθορισμένη περιοχή. Ο στόχος είναι να διευκολυνθεί η υψηλή διείσδυση αιολικής ενέργειας μέσω της αναζήτησης για σταθερότερη συνολική ισχύ εξόδου. Ένα άλλο μοντέλο βελτιστοποίησης που λαμβάνει υπόψη τις συσχετίσεις μεταξύ των αποτελεσμάτων της αιολικής ενέργειας και το φορτίο παρουσιάζεται. Τρία χρόνια των δεδομένων ανέμου από την πρόσφατη μελέτη NREL / 3TIER στις δυτικές ΗΠΑ παρέχει τα στατιστικά στοιχεία για την αξιολόγηση κάθε περιοχής κατά την μέση απόδοση ισχύος, τη διακύμανση και τη συσχέτιση τους έτσι ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί ο βέλτιστος συνδυασμός (το αποδοτικό σύνορο). Η μελέτη της αξιοπιστίας που πραγματοποιήθηκε για αυτή την εργασία διερευνά τις επιπτώσεις της μείωσης της διακύμανσης της αιολικής ισχύος εξόδου σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας που αποτελείται από ένα εικονικό αιολικό πάρκο και ένα φορτίο που μοντελοποιείται από το IEEE RTS 1996.

Ο βασικός στόχος της αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας βρίσκεται στην οικονομική, βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον αντικατάσταση των συμβατικών πηγών ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα ή πυρηνικά. Ωστόσο, τέτοιες φιλοδοξίες προϋποθέτουν μεγάλης κλίμακας κατασκευές ανεμογεννητριών, προκειμένου να επηρεάσουν σημαντικά τις εθνικές οικονομίες.

Στο πρώτο μέρος της εργασίας του Graham Sinden παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης της παραγωγής αιολικής ενέργειας που διαμορφώθηκε σε 34 χρόνια με ωριαία δεδομένα ταχύτητας του ανέμου σε 66 χειρσαίες θέσεις καταγραφής γύρω από το Ηνωμένο Βασίλειο. Η εργασία έχει εντοπίσει μακροπρόθεσμες τάσεις στην μέση εποχιακή και ημερήσια διαθεσιμότητα της αιολικής ενέργειας στο Ηνωμένο Βασίλειο. Το Ηνωμένο Βασίλειο βιώνει μια εποχικότητα στη διαθεσιμότητα της αιολικής ισχύος-τους χειμερινούς μήνες και την ημέρα σε σχέση με τη νύχτα. Η εμφάνιση ακραίων γεγονότων-χαμηλής και υψηλής ταχύτητας επίσης εξετάστηκαν συμπεριλαμβανομένων των περιόδων κατά τις οποίες η παραγωγή αιολικής ενέργειας

θα πρέπει να σταματήσει. Η σχέση μεταξύ της παραγωγής αιολικής ενέργειας και της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας εξετάστηκε και το αποτέλεσμα παρουσίασε τάσεις όπου χρειάζεται η αύξηση παραγωγής ενέργειας από αιολική ενέργεια κατά τη διάρκεια υψηλής ζήτησης. Τέλος η ενσωμάτωση της αιολικής ενέργειας σε δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας συζητήθηκε σε σχέση με αυτά τα εμπειρικά αποτελέσματα, και τονίστηκε η ανάγκη να ενσωματωθούν με ακρίβεια τα χαρακτηριστικά της αιολικής ενέργειας που συνδέονται με διαφορετικά επίπεδα ζήτησης όπως επίσης και η μοντελοποίηση του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας.

Μια σημαντική εργασία που αντικείμενο είχε το βαθμό συσχέτισης της παραγωγής αιολικής ενέργειας στη βόρεια Ευρώπη πραγματοποιήθηκε από τον Giebel το 2001. Τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξε ήταν ότι πολλά πράγματα διαφέρουν ελαφρώς από χώρα σε χώρα: η συσχέτιση του αιολικού δυναμικού στη Σουηδία, για παράδειγμα πέφτει πιο γρήγορα με την απόσταση σε σχέση με τη Νορβηγία. Ένας λόγος μπορεί να είναι ότι στη Νορβηγία ρεύματα ανέμου την 'πλήττουν' (συνήθως δημιουργούνται στη Βόρεια Θάλασσα) περισσότερο ή λιγότερο όλα με τη μία, ενώ η Σουηδία με μεγαλύτερη απόσταση από την ανατολή προς τη δύση έχει μέτωπα που ταξιδεύουν σε ολόκληρη τη χώρα.

Για ένα αρκετά ευρύ φάσμα της παραγωγής στις σκανδιναβικές χώρες, η παραγωγή στο υπόλοιπο τμήμα της περιοχής που αναλύεται η παραγωγή μπορεί να είναι μηδέν ή με άλλα λόγια : όταν η συνδυασμένη παραγωγή της Ολλανδίας, του Βελγίου, της Γερμανίας και της Πολωνίας είναι μηδέν, η παραγωγή στις σκανδιναβικές χώρες μπορεί να φθάσει έως και περισσότερο από το ήμισυ της εγκατεστημένης ισχύος. Η κατανομή της παραγωγής αιολικής ενέργειας σε μια περιοχή τόσο μεγάλη όσο η Βόρεια Ευρώπη είναι ευεργετική για τη προσφορά ενέργειας. Η αιολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις περιοχές με απόσταση άνω των 1500 χιλιομέτρων είναι σχεδόν ασυσχέτιστη. Αυτό οδηγεί σε μια εξομάλυνση της παραγωγής αιολικής ενέργειας. Αλλαγές σε μια χρονική κλίμακα της μιας ώρας είναι σχετικά μικρές, ενώ οι αλλαγές σε μια χρονική κλίμακα των 12 ωρών μπορεί να φτάσει περίπου $\pm 30\%$ περίπου μία φορά το χρόνο.

4^ο Κεφάλαιο

4.1 Λίγα λόγια για την αιολική ενέργεια

Γενικά αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται "ήπια μορφή ενέργειας" και περιλαμβάνεται στις "καθαρές" πηγές, όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Το «καύσιμο» είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Δεν εκλύονται αέρια θερμοκηπίου και άλλοι ρύποι, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Οι συμβατικοί τρόποι προσέγγισης των επενδύσεων χάνουν από την άποψη ότι δεν μπορούν να προσδιορίσουν καλά την διακοπτόμενη φύση των ΑΠΕ. Η αιολική ενέργεια είναι στοχαστική από τη φύση της. Οι διακυμάνσεις της παίζουν από λεπτό σε λεπτό. Τα συγκεντρωτικά όμως δεδομένα από περισσότερες από μία ανεμογεννήτριες σε μία ευρύτερη περιοχή εξομαλύνουν τις διακυμάνσεις αυτές όμως οι διακυμάνσεις από ώρα σε ώρα μπορεί να είναι πολύ σημαντικές. Η πιο πρόσφατη έρευνα επικεντρώνεται στο να βελτιώσει συγκεκριμένα την αιολική ενέργεια λαμβάνοντας υπόψη την διακοπτόμενη παραγωγή που μπορεί να έχει αλλά και τον αντίκτυπο που μπορεί να έχει μία τέτοια παραγωγή στο δίκτυο. Τέτοια μοντέλα πρέπει να είναι καλά ορισμένα χωρίς να κάνουν απλοποιήσεις του δικτύου και της εγκατεστημένης ισχύς. Το σύστημα το οποίο μελετάται είναι οι τέσσερις Σκανδιναβικές χώρες.

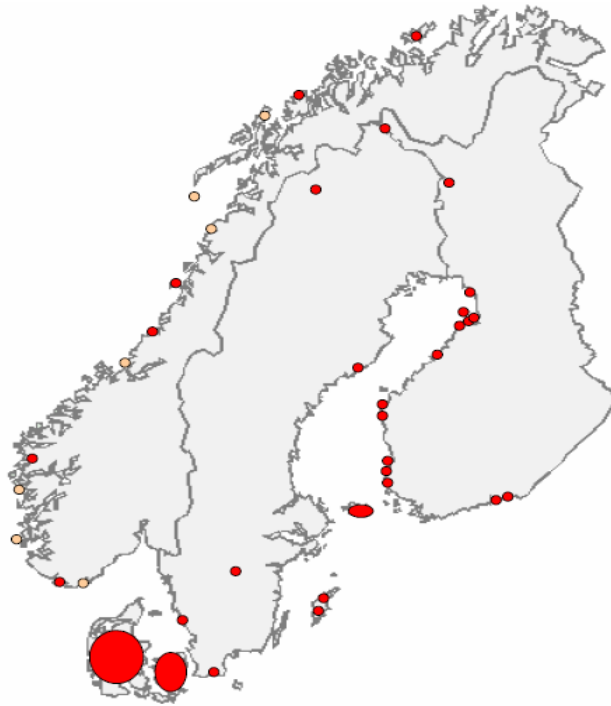
Χώρα	installed 2009	end 2009	installed 2010	end 2010	installed 2011	end 2011	installed 2012	end 2012	installed 2013	end 2013
Δανία	334	3465	315	3749	178	3871	220	4162	657	4772
Φινλανδία	4	146	52	197	0	197	89	288	162	448
Νορβηγία	2	431	18	436	84	520	166	703	110	768
Σουηδία	512	1560	604	2163	763	2907	846	3582	724	4470

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα τα τελευταία χρόνια η Δανία και η Σουηδία υπερτερούν κατά πολύ στην παραγωγή αιολικής ενέργειας.

4.2 Δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από προηγούμενη εργασία στις Σκανδιναβικές Χώρες

Η εργασία των Per Nørgård, Risø et al το 2004 αποτελεί την παραδοτέα αναφορά D2.1 που υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση για πρόγραμμα ολοκλήρωσης της αιολικής ενέργειας σε μια απελευθερωμένη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (WILMAR). Ο χειρισμός και η επεξεργασία των δεδομένων της απαραίτητης αιολικής και υδροηλεκτρικής ενέργειας για το πρόγραμμα πραγματοποιούνται μέσω προγραμμάτων προσομοίωσης με σκοπό ένα μελλοντικό σχεδιασμό του δικτύου. Όλα τα δεδομένα σχετικά με τις ωριαίες χρονοσειρές της αιολικής ενέργειας και της υδροηλεκτρικής είναι πραγματικά δεδομένα για τα έτη 2000-2002 για όλες τις γεωγραφικές περιοχές που συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση γιατί έχουν ως σκοπό να αντιπροσωπεύουν ρεαλιστικά τις διάφορες συσχετίσεις του χρόνου και του χώρου. Μοντέλα αναπτύχθηκαν για να κάνουν διάφορες προβλέψεις για μελλοντικές χρονοσειρές. Ένα συγκεκριμένο πρόβλημα που χρειάστηκε να αντιμετωπιστεί είναι η προσομοίωση μελλοντικών τοπικών προβλέψεων αιολικής ενέργειας για συγκεκριμένες ώρες στο μέλλον.

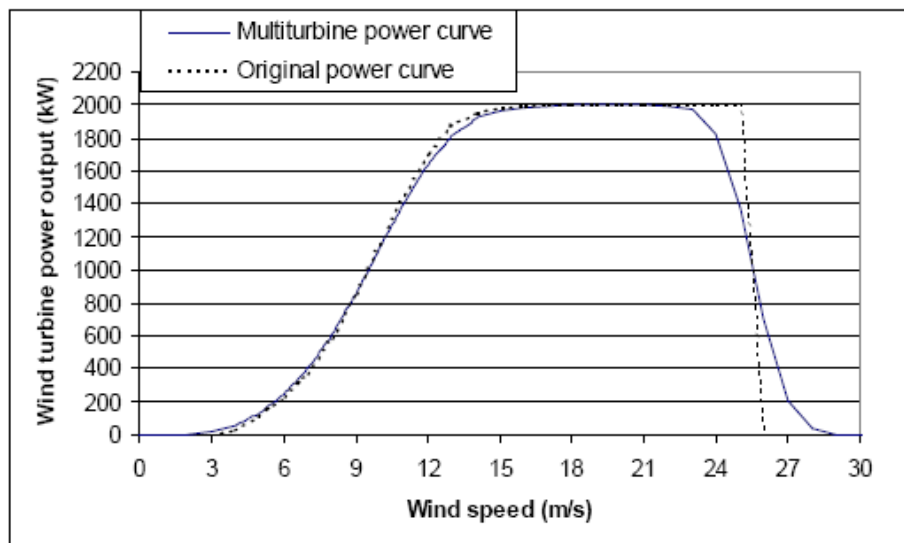
Τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία με βάση την παραπάνω είναι η μετρούμενη παραγωγή αιολικής ενέργειας και είναι σε ωριαία βάση για τρία ολόκληρα χρόνια. Ωριαία δεδομένα παραγωγής αιολικής ενέργειας για τη Φινλανδία δεν βρέθηκαν όπως επίσης και δεδομένα σχετικά με την εγκατεστημένη ισχύ των αιολικών πάρκων ανά περιοχή με αποτέλεσμα να βρεθούν έτοιμοι οι συντελεστές συσχέτισης από προηγούμενη εργασία.



Εικόνα 9: Οι υπό μελέτη περιοχές για την αιολική ενέργεια (Πηγή: WILMAR D2.1)

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν και που ήταν διαθέσιμα για τις χώρες της Φινλανδίας, Νορβηγίας και Σουηδίας ήταν λιγότερα από 100MW της εγκατεστημένης ισχύς των χωρών με αποτέλεσμα να χρειαστούν να γίνουν δέκα φορές μεγαλύτερα (upscaled data) για να μπορέσουν να συγκριθούν με της Δανίας αλλά και για να μπορέσουν να αναφερθούν για αιολικά πάρκα μεγάλης ισχύς. Το να μεγαλώσουν δέκα φορές σημαίνει ότι θα μεγαλώσουν επίσης και οι ωριαίες διακυμάνσεις αντίστοιχα. Οι χρονοσειρές που χρησιμοποιήθηκαν από λίγες ανεμογεννήτριες και με σχετικά μικρή ισχύ ελέγχθηκαν περισσότερο σε σχέση με άλλες στα διαστήματα που δεν λειτουργούσαν (όταν δηλαδή ο άνεμος ξεπερνούσε τα 25m/s ή έπεφτε κάτω από τα 3m/s). Αυτό πραγματοποιήθηκε για αρκετές χρονοσειρές στην Φινλανδία και για μία στην Νορβηγία. Επίσης λήφθηκε υπόψη και η διαφορά ώρας στη Φινλανδία.

Τέλος σε μέρη που δεν μπόρεσαν να βρεθούν δεδομένα παραγωγής(κυρίως στη Νορβηγία) χρησιμοποιήθηκαν χρονοσειρές που απεικόνιζαν την ταχύτητα του ανέμου. Πρώτα εξομαλύνθηκε η ταχύτητα του ανέμου παίρνοντας όχι τη μετρούμενη τιμή αλλά το μέσο όρο δύο συνεχόμενων ωρών σαν ωριαία τιμή. Έπειτα χρησιμοποιήθηκε συγκεκριμένη καμπύλη της παρακάτω μορφής για να μετατραπούν τα δεδομένα στα επιθυμητά.



Εικόνα 10: Διάγραμμα μετατροπής δεδομένων ταχύτητας ανέμου σε δεδομένα παραγωγής

Πηγή: WILMAR D2.1

Ο κύριος στόχος της εργασίας είναι οι διακυμάνσεις της παραγωγής αιολικής ενέργειας. Βασικά λάθη στα δεδομένα προέρχονται κυρίως λόγω έλλειψης συγκεντρωτικών δεδομένων παραγωγής από όλα τα σημεία των περιοχών. Η διαδικασία με δεδομένα ανέμου ίσως να εισάγει κάποια σφάλματα αλλά η διαδικασία με το μέσο όρο ίσως να τα μειώσει. Επιπλέον η χρήση της καμπύλης (multiturbine power curve) κυρίως επηρεάζει τις χρονοσειρές στα σημεία που η ανεμογεννήτρια σταματά να λειτουργεί (κάπου στα 22m/s και πάνω). Βέβαια λόγω του ότι η ετήσια παραγωγή ενέργειας παραμένει σταθερή στις χρονοσειρές το λάθος θεωρείται σχετικά μικρό και επηρεάζει κυρίως τη μεταβλητότητα της παραγωγής. Για τη Νορβηγία τα περισσότερα δεδομένα χειρίστηκαν με την παραπάνω διαδικασία.

Για να γίνει σύγκριση των δεδομένων παραγωγής των χωρών, παρουσιάστηκαν σε ποσοστά οι παραγωγές με βάση την εγκατεστημένη ισχύ. Δηλαδή χρησιμοποιήθηκαν υπό τη μορφή:

$$p_i = \frac{P_i}{P_{total}}$$

Όπου p_i είναι η παραγωγή της ώρας i σε σχέση με την εγκατεστημένη ισχύ εκείνη τη στιγμή που έχει η χώρα.

➤ **Δεδομένα για τη Νορβηγία**

Για τη Νορβηγία, δεδομένα παραγωγής αποκτήθηκαν από ένα συγκεκριμένο μέρος και μόνο, δύο χρονοσειρές με δεδομένα ανέμου στην Κεντρική και Νότια Νορβηγία και η Νορβηγική Μετεωρολογική Υπηρεσία παρείχε αντιπροσωπευτικά δεδομένα ανέμου από 5 μέρη κοντά στην ακτογραμμή για τη δεύτερη χρονιά και από 11 για την τρίτη χρονιά.

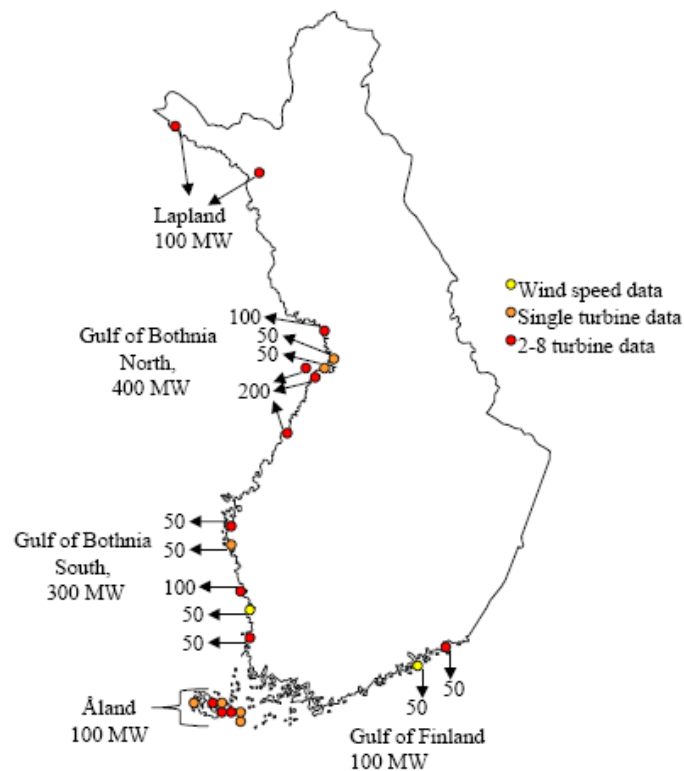
Η Νορβηγία είναι η μεγαλύτερη χώρα σε σχέση με τις υπό μελέτη χώρες και διαθέτει τις μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ πιθανών σημείων για αιολικά πάρκα: περίπου 1400km Νότια-Βόρεια και 700km Ανατολικά-Δυτικά. Η Νότια Νορβηγία έχει έκταση περίπου 500km και η Κεντρική γύρω στα 300km.

➤ **Δεδομένα για τη Σουηδία**

Για τη Σουηδία δεδομένα παραγωγής αποκτήθηκαν από 2 μέρη στη Νότια Σουηδία (Νότιο-ανατολική ακτή) 2 μέρη στην Κεντρική Σουηδία (στη μεγάλη εσωτερική λίμνη και στο νησί του Gotland στην ανατολική ακτή) και από ένα ακόμα μέρος στη Βόρεια Σουηδία. Η μέγιστη απόσταση μεταξύ των σημείων στη Νότια Σουηδία είναι περίπου στα 300km (Βόρεια-Νότια) και 300km Ανατολικά-Δυτικά, στην κεντρική Σουηδία είναι 300km Ανατολικά-Δυτικά και 200km Βόρεια-Νότια. Η μέγιστη απόσταση των σημείων που λήφθηκαν τα δεδομένα είναι 1300km. Η περισσότερη εγκατεστημένη ισχύς ήταν στις Νότιες περιοχές στα 400MW Ανατολικά-Δυτικά και 400MW εσωτερική λίμνη-περιοχή Gotland.

➤ **Δεδομένα για τη Φινλανδία**

Αν και η Φινλανδία ήταν η χώρα με τη λιγότερη εγκατεστημένη ισχύ, τα αιολικά πάρκα είναι διασκορπισμένα σε όλη την ακτογραμμή της Φινλανδίας. Δεδομένα παραγωγής χρησιμοποιήθηκαν από 55 ανεμογεννήτριες σε 21 μέρη και δεδομένα ταχύτητας ανέμου σε 2 μέρη. Η μέγιστη απόσταση μεταξύ των σημείων είναι 1000km Βόρεια-Νότια και 400km Ανατολικά-Δυτικά.



Εικόνα 11: Φινλανδία

➤ **Δεδομένα για τη Δανία**

Για τη Δανία είτε την Ανατολική είτε τη Δυτική οι διαχειριστές του συστήματος έχουν ωριαία δεδομένα διαθέσιμα στο ίντερνετ που ξεκινούν από το 2000. Η μέγιστη απόσταση που έχουν 2 περιοχές με αιολικά πάρκα είναι περίπου 300km Βόρεια-Ανατολικά και 200km Ανατολικά-Δυτικά στη Δυτική Δανία. Στην Ανατολική Δανία αυτά τα νούμερα είναι 200km και 100km αντίστοιχα. Τα δεδομένα σε αυτή την περίπτωση αντικατοπτρίζουν την πραγματική κατάσταση της Δανίας αφού είναι από πάρα πολλές ανεμογεννήτριες διασκορπισμένες σε όλη τη χώρα.

4.3 Βασικοί στατιστικοί δείκτες για την εφαρμογή της Θεωρίας Χαρτοφυλακίου

Για να μπορέσει να εφαρμοστεί η θεωρία χαρτοφυλακίου χρειάζεται ο μέσος όρος των τιμών, οι τυπικές αποκλίσεις και από αυτά υπολογίζονται αντίστοιχα οι συντελεστές συσχέτισης. Στην περίπτωση των ενεργειακών χαρτοφυλακίων ο μέσος όρος αναφέρεται στο μέσο όρο παραγωγής της αιολικής ενέργειας οι τυπικές αποκλίσεις αποτελούν το ρίσκο και οι συσχέτισεις δείχνουν πόσο κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση οι τιμές.

Οι περιοχές οι οποίες είναι χωρισμένες οι 4 χώρες είναι οι εξής:

Νότια Νορβηγία	Κεντρική Σουηδία
Κεντρική Νορβηγία	Φινλανδία-Ανατολική Ακτή (1)
Ανατολική Δανία	Φινλανδία-Δυτική Ακτή (Νότια) (2)
Δυτική Δανία	Φινλανδία-Δυτική Ακτή (Βόρεια) (3)
Νότια Σουηδία	

	Ν. Νορβ.	Κ.Νορβ	Αν. Δανία	Δ. Δανία	Ν. Σουηδία	Κ. Σουηδία	Φινλανδ. (1)	Φινλανδ. (2)	Φινλανδ. (3)
ΒΝ-ΑΔ	500-150	300-100	200-100	300-200	300-400	300-200	50-80	250-30	150-50
Μέσος Όρος	30,9%	38,2%	21,0%	22,5%	25,4%	21,2%	23,0%	22,5%	22,4%
Διάμεσος	26,1%	29,0%	12,8%	14,9%	16,8%	12,9%	16,5%	15,4%	13,7%
Τυπική Απόκλιση	24,5%	33,3%	21,8%	21,7%	24,5%	22,2%	20,8%	21,4%	23,8%

Από ότι φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα η Νορβηγία αποτελεί εξαιρετική πηγή αιολικής ενέργειας με μέση παραγωγή στα 32% της εγκατεστημένης της ισχύς σε σχέση με τις άλλες Σκανδιναβικές χώρες που βρίσκονται περίπου στο 22-24%. Αν και η Δανία φαίνεται να έχει το μικρότερο μέσο όρο, ίσως να φταίει το γεγονός ότι τα δεδομένα αφορούν όλο το εύρος της χώρας (ακόμα και την ενδοχώρα) αλλά και κάποια δεδομένα είναι από παλιές ανεμογεννήτριες που ο πύργος να έχει ύψος 20-40m.

Εάν τα δεδομένα παραγωγής δεν είναι συσχετισμένα τότε σε ένα μέρος μπορεί να έχει ισχυρούς ανέμους και στο άλλο να μην φυσάει ή να φυσάει ελάχιστα. Όταν διανέμεται η αιολική παραγωγή σε μια μεγάλη περιοχή (όπως σε μία χώρα) , η συνολική παραγωγή είναι ομαλότερη και διαθέτει λιγότερες διακυμάνσεις, εάν οι συσχετίσεις των περιοχών είναι μικρές(κοντά στο μηδέν).

Οι συσχετίσεις στην παρούσα εργασία υπολογίστηκαν για μια ολόκληρη χρονιά όταν τα δεδομένα περιελάμβαναν τις περισσότερες περιοχές, συνολικά 33 χρονοσειρές. Μερικές χρονοσειρές αποτελούσαν συγκεντρωτικά δεδομένα παραγωγής από μία

γενικότερη περιοχή, για την οποία όμως οι συντεταγμένες υπολογίστηκαν στο κέντρο της περιοχής.

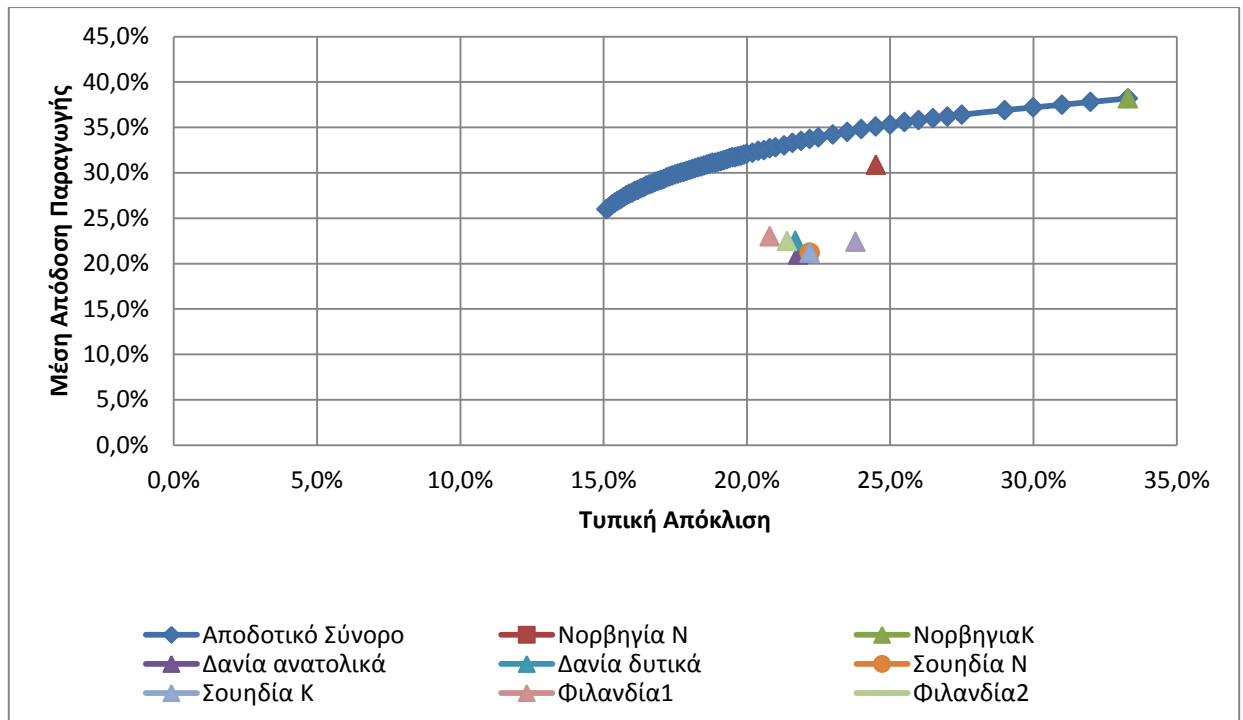
	Νορβ.Ν	Νορβ. Κ	Δαν. Α	Δαν. Δ	Σ. Ν	Σ. Κ	Φιλ.1	Φιλ. 2	Φιλ. 3
Νορβηγία Ν	1								
ΝορβηγίαΚ	0,32	1							
Δανία ανατολικά	0,34	0,12	1						
Δανία δυτικά	0,46	0,18	0,86	1					
Σουηδία Ν	0,35	0,18	0,82	0,77	1				
Σουηδία Κ	0,37	0,28	0,45	0,47	0,56	1			
Φινλανδία1	0,26	0,3	0,27	0,28	0,31	0,52	1		
Φινλανδία2	0,28	0,3	0,22	0,25	0,26	0,42	0,71	1	
Φινλανδία 3	0,18	0,21	0,1	0,11	0,11	0,18	0,36	0,56	1

Ο ρόλος που παίζουν οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης μεταξύ διαφορετικών αιολικών πάρκων είναι ο ακόλουθος:

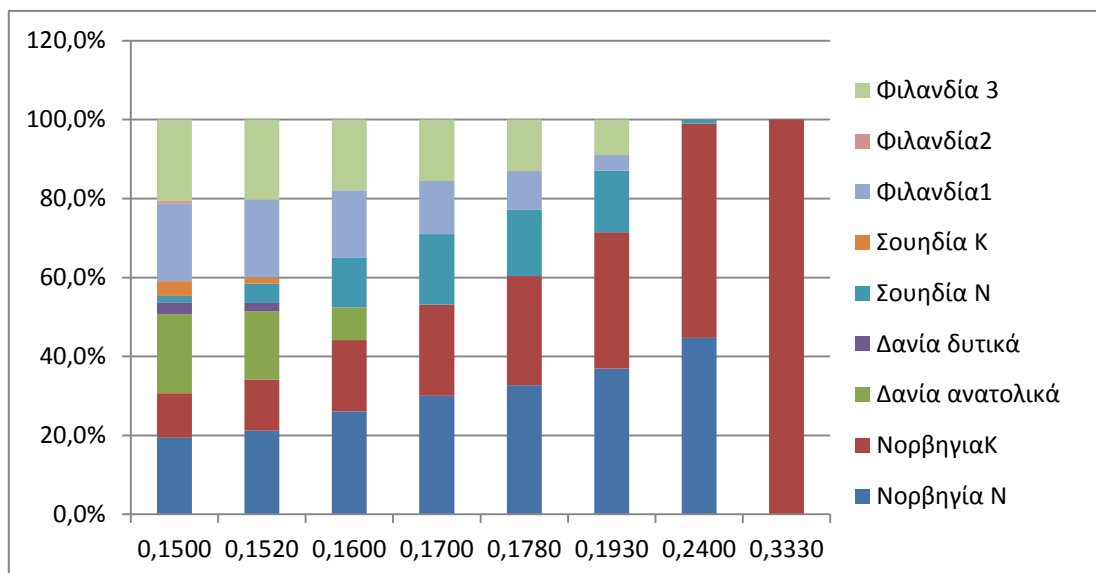
- Θετικοί συντελεστές συσχέτισης : Αιολικά πάρκα που παρουσιάζουν παρόμοια μοτίβα ανέμου, συμπεριφέρονται με παρόμοιο τρόπο. Δηλαδή, μια πτώση στην ταχύτητα του ανέμου θα οδηγήσει σε μείωση στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Αρνητικοί (και μηδενικοί) συντελεστές συσχέτισης : Αιολικά πάρκα που έχουν αντίθετα ή ανεξάρτητα μοτίβα ανέμων, θα αντισταθμίζουν το ένα το άλλο. Δηλαδή, η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα παραμένει συνεχώς σταθερή γύρω από μια μέση τιμή. Όσο πιο μικρός είναι ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ δύο στατιστικών χρονοσειρών, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η σταθερότητα και η αξιοπιστία.

Επομένως, η εκμετάλλευση περιοχών με μηδενικούς και αρνητικούς συντελεστές συσχέτισης είναι προτιμότερη, καθώς με αυτό τον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί σταθερότητα και αξιοπιστία στην συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικά πάρκα.

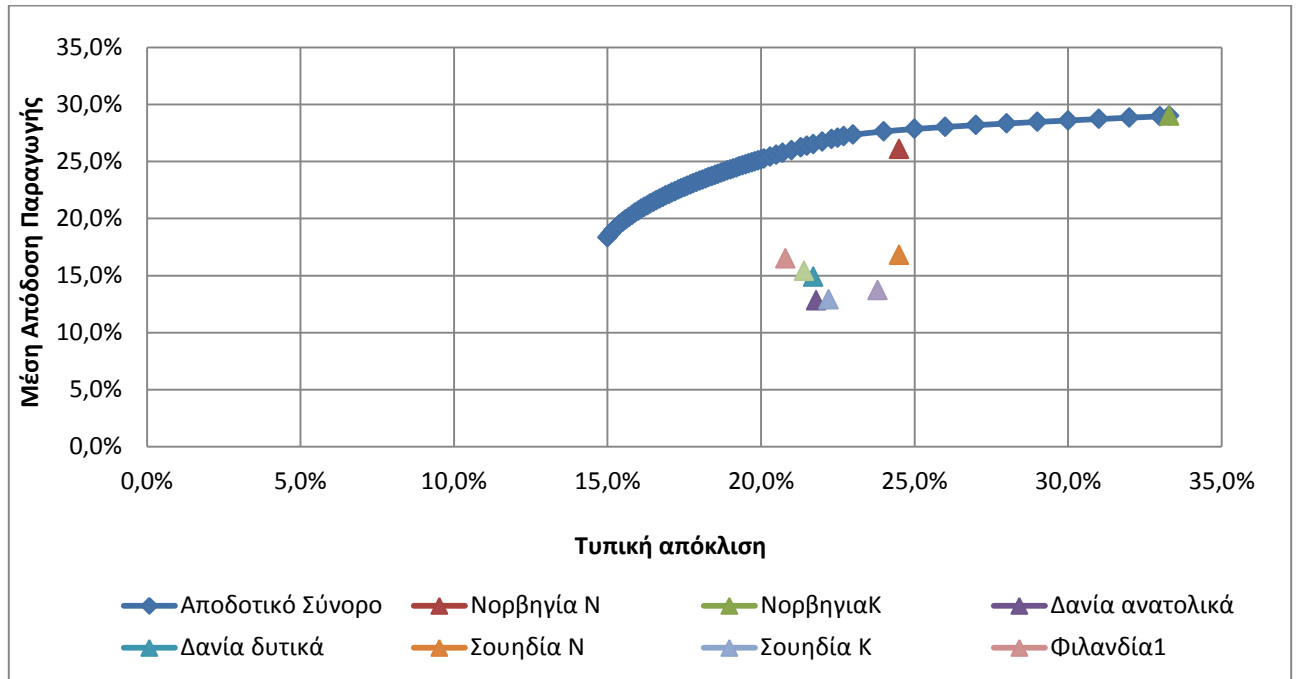
Σύμφωνα με τη Θεωρία Χαρτοφυλακίου το Αποδοτικό Σύνορο είναι το εξής:



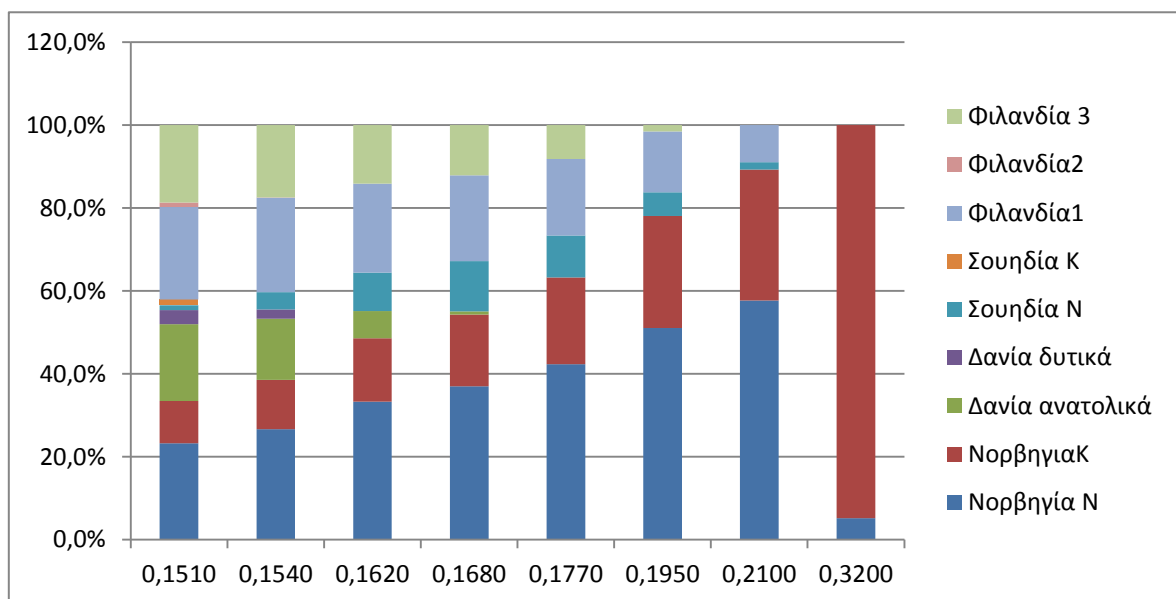
Ορισμένα χαρτοφυλάκια τα οποία απαρτίζουν το παραπάνω διάγραμμα είναι :



Επιπλέον βρέθηκε το αποτελεσματικό σύνορο χρησιμοποιώντας τη διάμεσο αντί για το μέσο όρο της παραγωγής και το αντίστοιχο αποδοτικό σύνορο είναι το εξής:



Ορισμένα χαρτοφυλάκια τα οποία απαρτίζουν το παραπάνω διάγραμμα είναι :

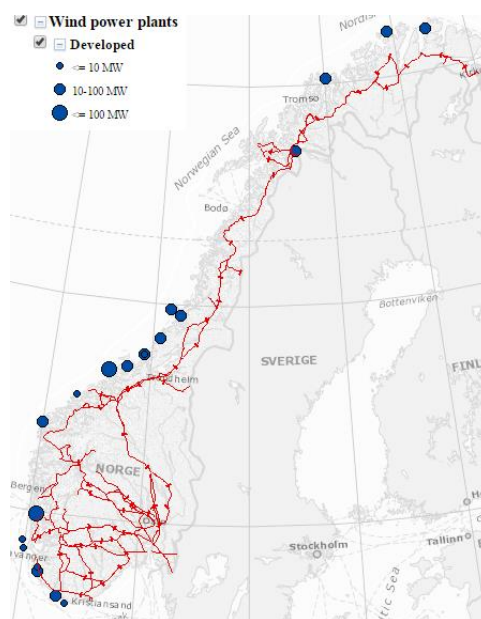


Τα παραπάνω δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν διότι βρέθηκαν συντελεστές και ωριαία δεδομένα παραγωγής και στις 4 Σκανδιναβικές χώρες και έτσι μπόρεσε να βγει το αποτελεσματικό σύνολο.

4.3 Δεδομένα παραγωγής για Σουηδία, Νορβηγία Δανία 2011-2013

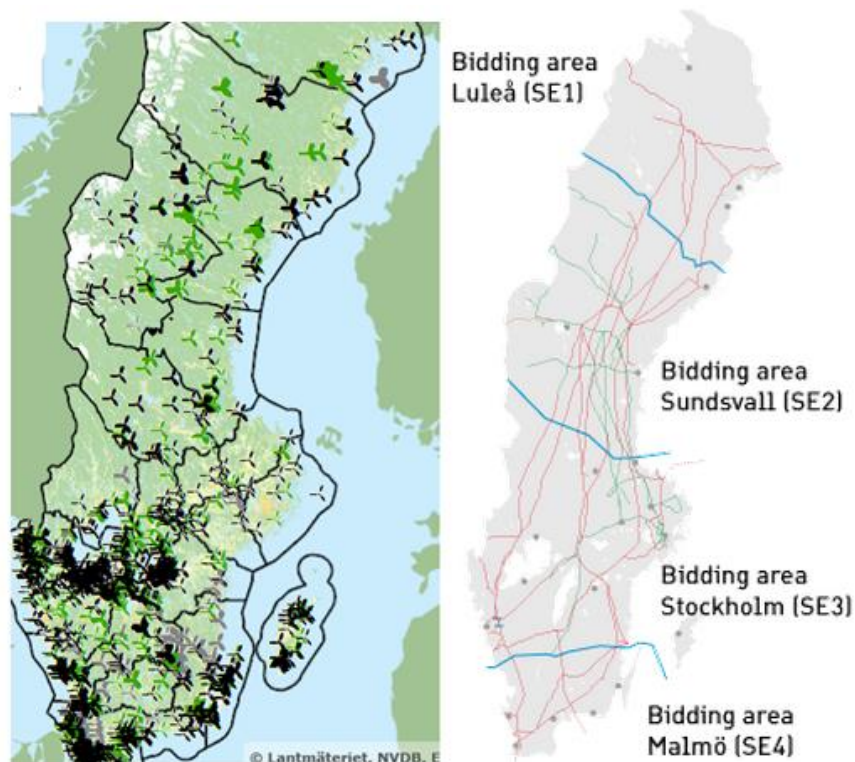
Για ρεαλιστικά δεδομένα και με την παραπάνω διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν ωριαίες χρονοσειρές για τρία συνεχή χρόνια για τις χώρες τις Σουηδίας, Νορβηγίας και Δανίας οι οποίες όμως χωρίστηκαν σε υποπεριοχές και έγινε η αντίστοιχη ανάλυση. Σκοπός είναι να υπολογιστεί έπειτα από μία δεκαετία το ποσοστό της αιολικής παραγωγής διαιρεμένο με την εγκατεστημένη ισχύ (capacity factor) και ο πίνακας συσχετίσεων και να φανούν οι διαφορές μια δεκαετία μετά όπου η εγκατεστημένη ισχύς έχει αυξηθεί. Βέβαια δεδομένα για τη Φινλανδία δεν βρέθηκαν οπότε η σύγκριση μπορεί να γίνει μόνο στο επίπεδο των άλλων 3 χωρών.

➤ **Δεδομένα για τη Νορβηγία** : Στην επίσημη ιστοσελίδα της Νορβηγίας (www.nve.no) υπάρχουν ωριαία δεδομένα παραγωγής για συγκεκριμένα αιολικά πάρκα σε όλο το μήκος της χώρας. Συγκεκριμένα αναλύθηκαν και επεξεργάστηκαν 17 χρονοσειρές για τα έτη 2011-2012-2013. Η χώρα χωρίστηκε σε 3 κομμάτια το βόρειο, το κεντρικό και το νότιο και με βάση αυτά και τις αντίστοιχες καμπύλες για τα αιολικά πάρκα η εγκατεστημένη ισχύς για το βόρειο ανήλθε στα 165MW, για το κεντρικό στα 360MW και για το νότιο στα 280MW. Τα δεδομένα άνηκαν κυρίως σε χερσαία αιολική ενέργεια



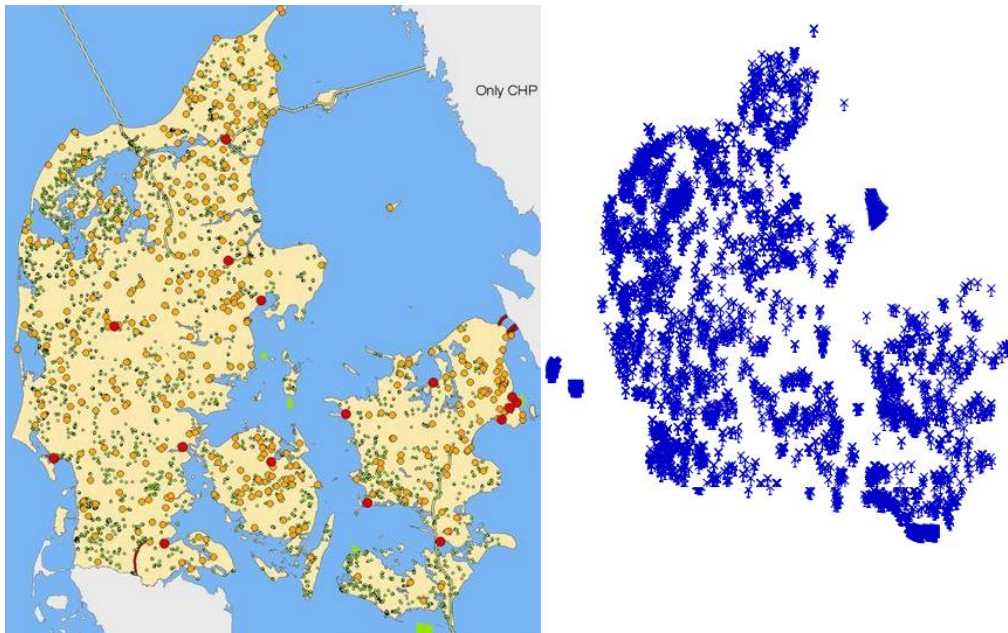
Εικόνα 12: Τα υπό μελέτη αιολικά πάρκα της Νορβηγίας και το δίκτυο Πηγή: <http://atlas.nve.no/>

➤ **Δεδομένα για τη Σουηδία** : Στην επίσημη ιστοσελίδα της χώρας που αφορά τα θέματα ενέργειας (www.svk.se) τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν χωρίστηκαν με βάση τις bidding areas (ήδη από τα δεδομένα) και με γραμμική παρεμβολή για τα έτη 2010-2011-2012 από δεδομένα στην ιστοσελίδα www.ewe.org για την εγκατεστημένη ισχύ βρέθηκε η συνολική ισχύς η οποία χωρίστηκε σε μήνες για το συνολικό κομμάτι της Σουηδίας και έπειτα με βάση την ισχύ των ανεμογεννητριών στις περιοχές βρέθηκε στο κάθε κομμάτι ξεχωριστά η συνολική ισχύς. Η παραπάνω διαδικασία ακολουθήθηκε για να βρεθεί το capacity factor.



Εικόνα 13: Τα αιολικά πάρκα στη Σουηδία και οι 'bidding areas' Πηγή: www.svk.se

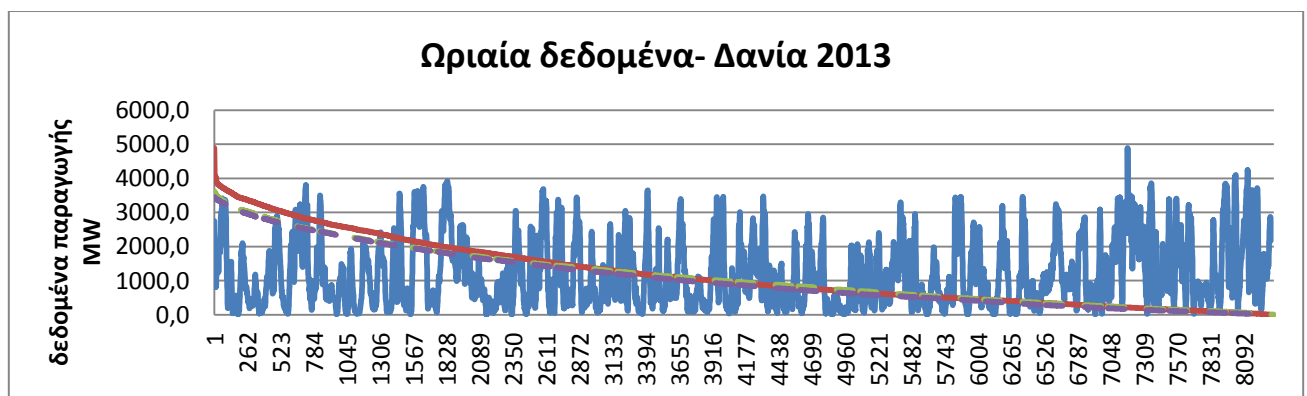
➤ **Δεδομένα για τη Δανία**: Αντίστοιχα από την επίσημη ιστοσελίδα της χώρας www.energinet.dk βρέθηκαν τα αντίστοιχα δεδομένα παραγωγής για τις δύο περιοχές (Δυτική και Ανατολική) και επεξεργάστηκαν και αυτά με γραμμική παρεμβολή για νούμερα που αφορούν την εγκατεστημένη ισχύ της χώρας και των περιοχών .

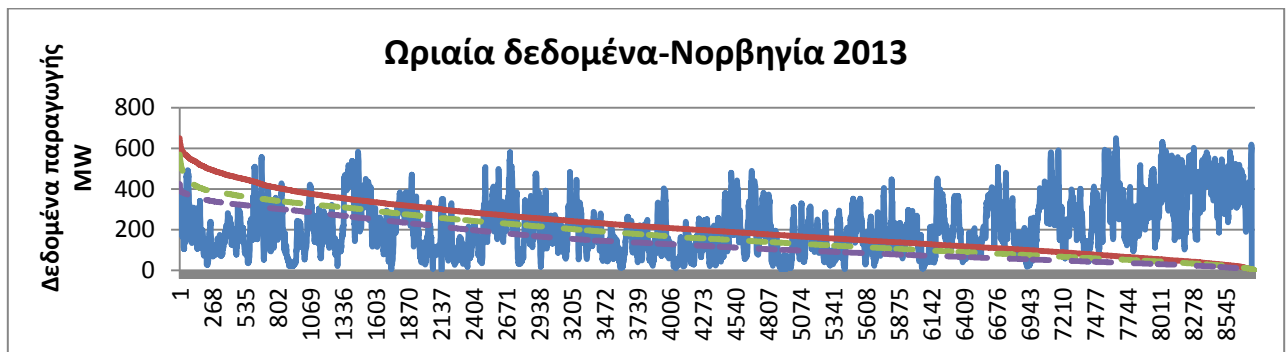
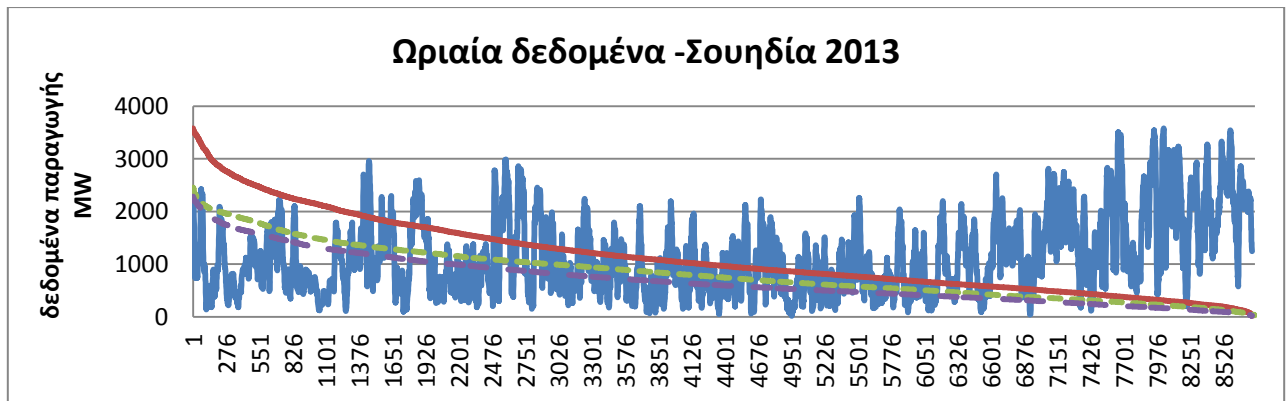


Εικόνα 14: Τα αιολικά πάρκα στη Δανία Πηγή: energinet.dk

Κατά τη μελέτη των επιπτώσεων της αιολικής ενέργειας στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, τα δεδομένα παραγωγής πρέπει να αντιπροσωπεύουν μεγάλης κλίμακας αιολική παραγωγή από εκατοντάδες η χιλιάδες ανεμογεννήτριες. Η γεωγραφική εξάπλωση της παραγωγής εξισορροπεί την μεταβλητότητα της παραγωγής από ένα μέρος. Η διάρκεια που η παραγωγή είναι μειωμένη είναι σημαντικά λιγότερη αφού ο αέρας φαίνεται να φυσάει σχεδόν παντού στο σύστημα. (Giebel 2001). Η μέγιστη παραγωγή δεν φτάνει ποτέ την ονομαστική εγκατεστημένη ισχύ αφού ο αέρας δεν φυσάει με τη μέγιστη απόδοση σε όλα τα μέρη ταυτόχρονα. Το μέγεθος του φαινομένου εξομάλυνσης της παραγωγής εξαρτάται κυρίως από τον αριθμό των θέσεων και την κατανομή τους στο συνολικό σύστημα που μελετάται όπως επίσης και από την χωρική συσχέτιση μεταξύ των περιοχών που παράγουν την ενέργεια. (Focken et al 2001).

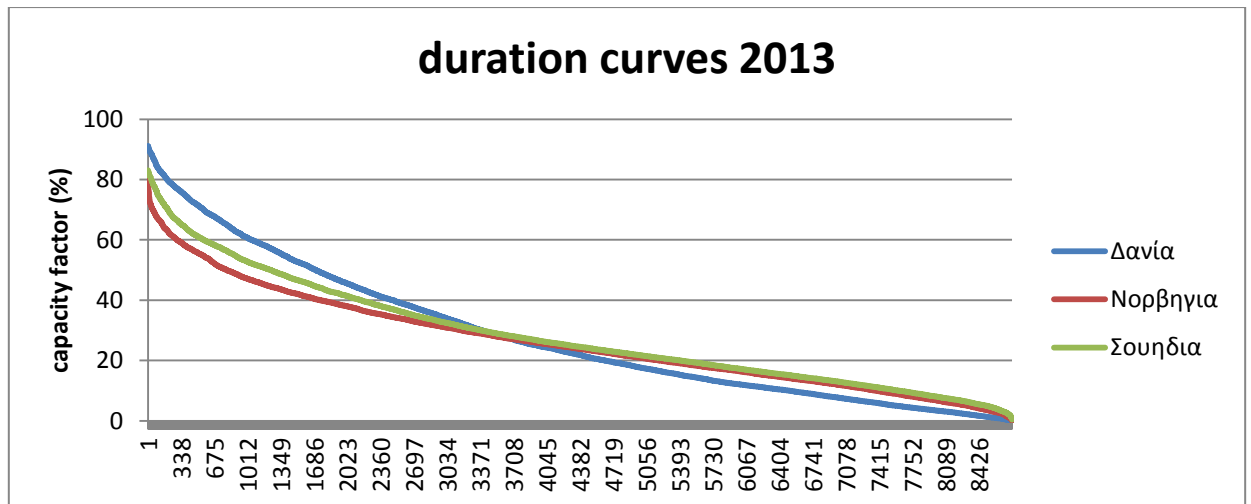
Οι χρονοσειρές για την χρονιά 2013 και για τις τρεις χώρες μαζί με τις καμπύλες διάρκειας φαίνονται παρακάτω:





Τα παραπάνω γραφήματα δείχνουν τη συνολική παραγωγή της κάθε χώρας όπως επίσης και τις καμπύλες διάρκειας οι οποίες βρέθηκαν με βάση την αναδιάταξη της παραγωγής από την υψηλότερη στη χαμηλότερη και σχεδιάστηκαν. Οι καμπύλες με τις διακεκομμένες γραμμές είναι καμπύλες διάρκειας για τα έτη 2011 και 2012.

Στη Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη υπάρχει μία διακριτή εποχιακή διακύμανση στην παραγωγή αιολικής ενέργειας: μεγαλύτερη παραγωγή το χειμώνα παρά το καλοκαίρι. Στις Σκανδιναβικές χώρες το 60-70% της ετήσιας παραγωγής προέρχεται κατά τους 6 μήνες του χειμώνα. Η παραγωγή κατά το χειμώνα μπορεί να αγγίξει και το 110-140% του ετήσιου μέσου όρου και η παραγωγή το καλοκαίρι μπορεί να αγγίξει το 60-80% του μέσου όρου. Στις παρακάτω καμπύλες διάρκειας τα δεδομένα είναι με βάση το capacity factor για το 2013. Οι μέγιστη τιμή παραγωγής παρουσιάζεται στη Δανία και αγγίζει το 91% ,για τη Νορβηγία είναι στο 81% και στο 83% για τη Σουηδία.



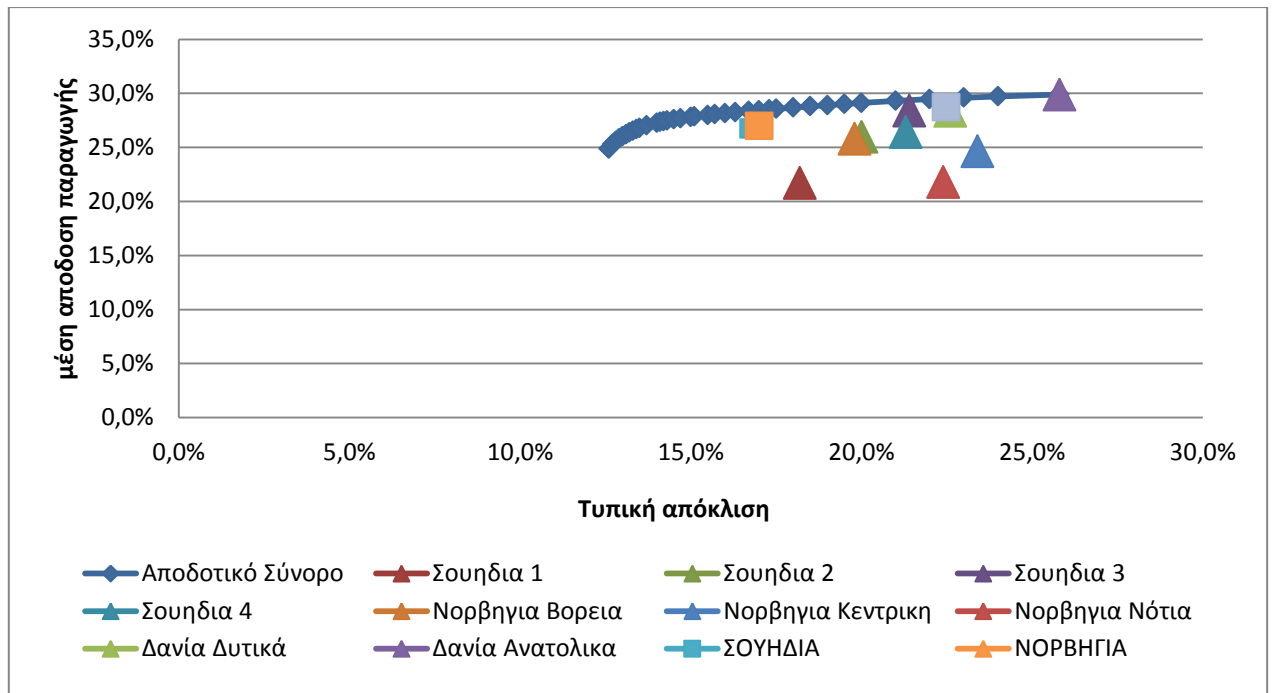
Όσον αφορά τα δεδομένα που αναλύθηκαν είναι 26304 δεδομένα παραγωγής για την κάθε περιοχή. Για να εφαρμοστεί πάλι το μοντέλο Markowitz τα δεδομένα που θα χρειαστούν φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Περιοχές	μ	σ
Σουηδία 1	21,7%	18,2%
Σουηδία 2	26,0%	20,0%
Σουηδία 3	28,4%	21,4%
Σουηδία 4	26,4%	21,3%
Νορβηγία Β	25,8%	19,8%
Νορβηγία Κ	24,7%	23,4%
Νορβηγία Ν	21,8%	22,4%
Δανία Δυτικά	28,4%	22,6%
Δανία Ανατολικά	29,9%	25,8%

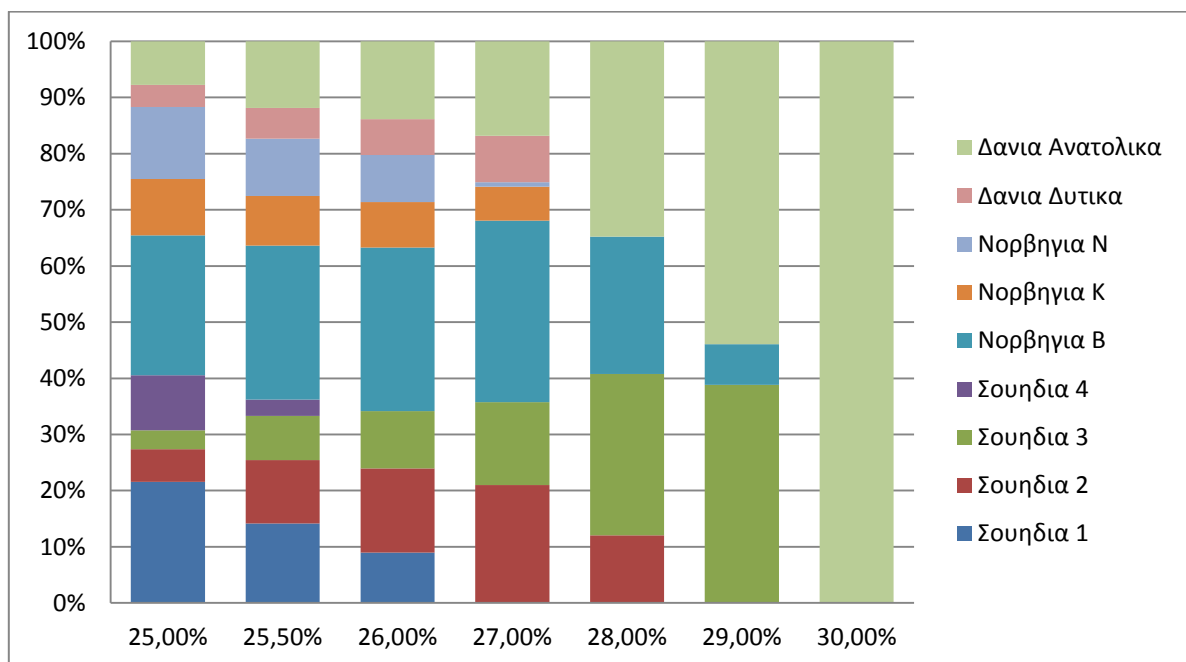
Με βάση τους μέσους όρους και τις τυπικές αποκλίσεις υπολογίστηκε ο πίνακας με τις συσχετίσεις οποίος είναι :

	sweden 1	sweden 2	sweden 3	sweden 4	norway north	norway mid	norway south	DK WEST	DK EAST
se1	1,00								
se2	0,75	1,00							
se3	0,28	0,45	1,00						
se4	0,16	0,27	0,71	1,00					
No n	0,37	0,23	0,13	0,13	1,00				
No m	0,27	0,45	0,42	0,22	0,16	1,00			
No s	0,17	0,20	0,32	0,26	0,20	0,30	1,00		
dkw	0,13	0,21	0,58	0,76	0,11	0,19	0,41	1,00	
dke	0,07	0,14	0,47	0,80	0,10	0,13	0,20	0,81	1,00

Το νέο αποδοτικό σύνορο είναι το εξής:



Ορισμένα χαρτοφυλάκια τα οποία απαρτίζουν το παραπάνω διάγραμμα είναι τα εξής:

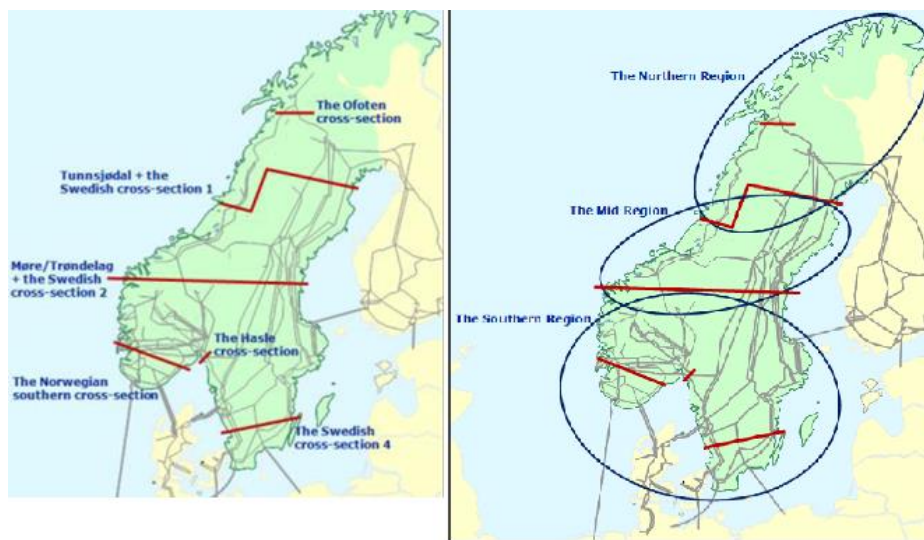


Στον οριζόντιο άξονα βρίσκονται οι συγκεκριμένες τιμές της μέσης απόδοσης της παραγωγής.

4.4 Σενάρια για κατανομή μελλοντικής παραγωγής

Με βάση ένα μελλοντικό σενάριο συνεργασίας των 3 χωρών στην κατανομή της αιολικής ενέργειας στις παραπάνω περιοχές εξετάζεται αν το μελλοντικό δίκτυο μπορεί να αντέξει την μεγάλης κλίμακας εισρεόμενη παραγωγή από αιολικά πάρκα. Το σενάριο στηρίζεται στα ποσοστά χαρτοφυλακίου που βρέθηκαν παραπάνω για δύο διαφορετικές μέσες αποδόσεις παραγωγής (capacity factors) για 25%, 25,5%. Η ισχύς που επιλέχθηκε να κατανεμηθεί είναι με βάση τα σενάρια των χωρών για μελλοντική παραγωγή το 2020. Για τη Δανία και τη Νορβηγία έχει παρθεί η μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς που μπορεί να κατασκευαστεί (αρκετά αισιόδοξο σενάριο) με βάση τα σχέδια δράσης που δημοσιοποίησαν το 2008 και μία μέση τιμή ισχύς έχει επιλεγεί για τη Σουηδία. Όσο αφορά τους περιορισμούς του δικτύου είναι από μελέτες των διαχειριστών του δικτύου για τη Νορβηγία και τη Σουηδία. (μελέτες του 2013 για σχέδια δικτύου με ορίζοντα το 2025).

Ξεκινώντας οι περιοχές που αφορούν τη Νορβηγία και Σουηδία είναι 3 και είναι το Βόρειο κομμάτι, το Κεντρικό και το Νότιο. Η παραπάνω διαδικασία συνέβη με βάση τις βασικές διασυνδέσεις του δικτύου μεταξύ των χωρών.



Εικόνα 15 :Βασικές διασυνδέσεις δικτύου Σουηδίας-Νορβηγίας Πηγή: statkraft.com

4.4.1. Βασικό διασυνδεδεμένο σύστημα Νορβηγίας-Σουηδίας

Ο τρόπος μεταφοράς της ενέργειας στο Σουηδικό και Νορβηγικό δίκτυο εξαρτάται πολύ από την εισροή της υδροηλεκτρικής ενέργειας, η θέση που παράγεται και καταναλώνεται και οι διαφορές μεταξύ των Σουηδικών-Νορβηγικών τιμών στις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας. Συνήθως η βόρεια Σουηδία είναι μια περιοχή με πλεόνασμα παραγωγής. Το μεγαλύτερο μέρος της υδροηλεκτρικής ενέργειας βρίσκεται στη Βόρεια και την Κεντρική. Η βόρεια Σουηδία είναι αρκετά αραιοκατοικημένη και η συνολική κατανάλωση είναι σχετικά χαμηλή. Η ικανότητα παραγωγής στο Σουηδικό νότιο κομμάτι -όπου γίνεται και η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας- αποτελείται κυρίως από θερμική παραγωγή, από πυρηνικά εργοστάσια και εργοστάσια που λειτουργούν με βάση τη βιομάζα, τα απορρίμματα και το φυσικό αέριο. Η ροή ενέργειας πηγαίνει από το βορρά προς το νότο. Η βόρεια Σουηδία εξάγει ενέργεια και στη Φινλανδία μέσω του αγωγού Fenno-Skan . Κατά τη διάρκεια ξηρών ετών η ροή είναι με κατεύθυνση από τη Φινλανδία στη Σουηδία και τα υγρά έτη προς την αντίθετη. Στη Νορβηγία η παραγωγή και η κατανάλωση είναι πιο ομοιόμορφα κατανομημένες. Σε γενικές γραμμές η ισχύς ρέει από την περιοχή που υπάρχει πλεόνασμα και αυτή είναι στο βόρειο κομμάτι στην περιοχή του ελλείμματος που είναι η κεντρική Νορβηγία και από τους μεγάλους παραγωγούς στο δυτικό και κεντρικό τμήμα ενέργεια ρέει προς το νότιο κομμάτι. Τα δίκτυα στις χώρες έχουν γενικά ένα περιορισμό στη ροή ενέργειας στις περιπτώσεις των πολύ υγρών ή ξηρών ετών. Σε χρονιές όπου τα αποθέματα νερού είναι υψηλά δημιουργούνται αρκετές συμφορήσεις στο δίκτυο (bottlenecks) περιορίζοντας τη ροή από τη βόρεια περιφέρεια στην κεντρική (καλώδιο Tunnsjødal and the Swedish cross-section 1) και τη ροή από την κεντρική περιφέρεια στη νότια (καλώδιο Møre/Trøndelag and the Swedish cross-section 2). Σε υγρές χρονιές επιπλέον που υπάρχουν εισαγωγές από τη Δανία και την Ευρώπη το κομμάτι της Σουηδικής δυτικής ακτής είναι περιορισμένο. Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί προβλήματα κατά τη διάρκεια της νύχτας όσον αφορά εισροές ηλεκτρικής ενέργειας προς τη βόρεια και δυτική ακτή της Σουηδίας. Σε αυτές τις περιπτώσεις η Νορβηγία εισάγει ενέργεια από τη Δανία και τη Γερμανία και κατευθύνονται στη Σουηδία.

Βόρειο κομμάτι : Σημερινή κατάσταση

Υπάρχουν τρεις γραμμές μεταφοράς μεταξύ της Σουηδίας και της Νορβηγίας: η γραμμή μεταφοράς Ofoten-Ritsem που είναι στα 420kV, η γραμμή μεταφοράς Nedre Røssåga-Ajaura η οποία είναι στα 220kV και η γραμμή μεταφοράς Tornehamn-Sildvik η οποία είναι στα 130kV. Η συνολική χωρητικότητα των παραπάνω αγωγών ξεπερνά τα 800MW και με βάση τους χάρτες σχετικά με την καθαρή ισχύ μεταφοράς σε αυτό το κομμάτι είναι προς τη μεριά της Σουηδίας 700MW και προς τη μεριά της Νορβηγίας 600MW. (σύμφωνα με το www.nordpoolspot.com).

Κεντρικό κομμάτι: Σημερινή κατάσταση

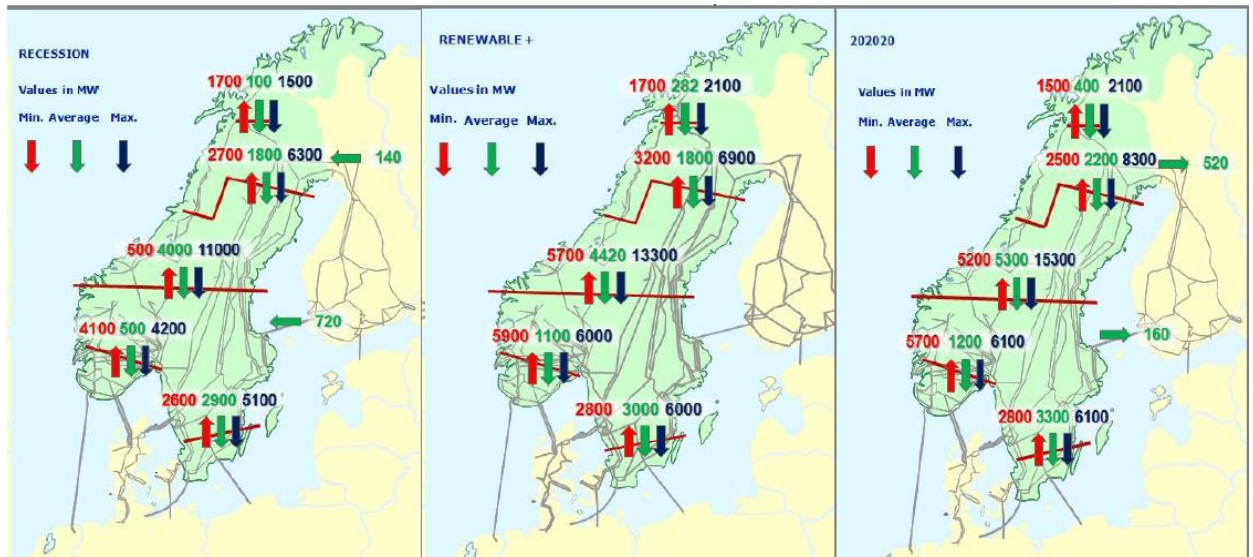
Τα χαρακτηριστικά σε αυτήν την περιφέρεια είναι αρκετά διαφορετικά. Για την πλευρά της Σουηδίας είναι μια περιοχή που χαρακτηρίζεται από πλεονάσματα ενέργειας, με μια μεγάλη παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας και χαμηλή κατανάλωση. Υπάρχουν αρκετές παράλληλες γραμμές μεταφοράς των 420kV και η περιοχή είναι μια ζώνη διέλευσης της ενέργειας από το βόρειο κομμάτι στο νότιο. Στην πλευρά της Νορβηγίας το κεντρικό κομμάτι είναι περιοχή με έλλειμμα ενέργειας. Η περιοχή εξαρτάται από τις εισαγωγές ενέργειας από το βόρειο κομμάτι και από τη Σουηδία. Το δίκτυο μεταφοράς είναι αντίστοιχα και αυτό αδύναμο και διαθέτει κυρίως γραμμές μεταφοράς στα 300 και 132 kV και μόνο μία στα 420kV από τα σύνορα της Σουηδίας στο Ørskog. Η ροή ενέργειας από την κεντρική Νορβηγία στο νότιο κομμάτι εξαρτάται εκτός των άλλων και από τον Σουηδικό αγωγό cross-section 2.

Νότιο κομμάτι : Σημερινή κατάσταση

Στη Σουηδία οι γραμμές μεταφοράς από την κεντρική περιφέρεια προς αυτό το κομμάτι χωρίζονται σε τρεις βασικούς άξονες και παρέχουν ενέργεια στους σημαντικούς τομείς κατανάλωσης. Στη Νορβηγία η κύρια οδός είναι από τους βασικούς παραγωγούς υδροηλεκτρικής ενέργειας προς τα δυτικά όπου βρίσκεται το Όσλο. Στη νότια περιοχή υπάρχουν αρκετές διασυνδέσεις με άλλες χώρες. Η Σουηδία είναι συνδεδεμένη με τη Φινλανδία (Fenno-Scan), με την Πολωνία (SwePol) , με τη Γερμανία (Baltic cable) και με τη Δανία (Kontiskan and AC-γραμμές μεταφοράς). Η Νορβηγία είναι συνδεδεμένη με τη Δανία (SK1-SK3) και με την Ολλανδία (NorNed).

Η νότια Νορβηγία με τη νότια Σουηδία είναι διασυνδεδεμένες μέσω του αγωγού Hasle cross-section. Ο συγκεκριμένος αγωγός είναι πολύ σημαντικός για την αποδοτική ροή ενέργειας στη νότια περιοχή. Επιπλέον η συγκεκριμένη περιφέρεια είναι αρκετά σημαντική γιατί σε ώρες αιχμής φορτίου εισάγει ενέργεια από τα βόρεια και εξάγει μέσω των διασυνδέσεων. Συνήθως οι εξαγωγές γίνονται κατά τη διάρκεια της ημέρας και οι εισαγωγές κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Οι δύο χώρες σε συνεργασία έβγαλαν ένα κοινό πλάνο σχετικά με την επέκταση του δικτύου σε τρία διαφορετικά σενάρια. Το πρώτο σενάριο(RECESSION) υπαγόρευε μια σχετικά μικρή ανάπτυξη της οικονομίας και εγκατάσταση ΑΠΕ που να παράγουν 13 TWh, το δεύτερο(RENEWABLE+) αναφέρει για παραγωγή 30 TWh και το τρίτο (202020) και το πιο αισιόδοξο για παραγωγή 40 TWh.



Εικόνα 16: 3 διαφορετικά σενάρια για εγκατάσταση ΑΠΕ Πηγή: statkraft.com

Διασυνδέσεις	μελλοντική εγκ. Ισχύς (MW)	μελλοντική εγκ. ισχύς μαζί με ενίσχυση δικτύου (MW)
Ofoten-Ritsem	500	1400
Swedish-Norwegian cross-section 1	4500	5400
Swedish-Norwegian cross-	8500	11800

section 2		
Hasle cross-section	1800	3200
Swedish cross-section 4	4000	5100
Norwegian southern cross-section	2400	3800

Σχετικά με τη Δανία και το δίκτυό της 2 είναι οι βασικοί αγωγοί οι οποίοι θα πραγματοποιηθούν μέχρι το 2020. Ο πρώτος αγωγός τη συνδέει με τη Νορβηγία και αποτελεί επέκταση ήδη υπάρχουσας διασύνδεσης (Skagerrak IV) και θα έχει μέγιστη χωρητικότητα τα 700MW. Ένα ακόμα σχέδιο-υπό μελέτη είναι ο αγωγός COBRA που συνδέει τη Δανία με την Ολλανδία. Ο αγωγός είναι HVDC και συνδέει τη Γιουτλάνδη με την Ολλανδία με υποθαλάσσιο αγωγό μήκους 350km. Θα έχει ισχύ 700MW και θα είναι στα 320kV. Με τους παραπάνω αγωγούς η Δανία έχει σκοπό να ενδυναμώσει την ασφάλεια της προσφοράς ενέργειας και παράλληλα να ενδυναμώσει το δίκτυο της.

Με βάση τα σενάρια που έγιναν και τα ποσοστά τα οποία απαρτίζουν τα αποδοτικά χαρτοφυλάκια για 2 διαφορετικούς capacity factors και σε ένα υποθετικό σενάριο που αναφέρει εγκατάσταση ισχύος από αιολικά πάρκα στα 9000MW (1500MW με βάση τους στόχους της Δανίας, 3500MW με βάση τους στόχους της Νορβηγίας και 4000MW με βάση τους στόχους της Σουηδίας) σε όλη την περιοχή που μελετάται η ισχύς εγκαθίσταται ως έχει:

Περιοχές		MW		MW
Σουηδία 1	21,5%	1.939,43	14,2%	1.274,21
Σουηδία 2	5,8%	526,10	11,3%	1.018,05
Σουηδία 3	3,3%	299,72	7,8%	703,00
Σουηδία 4	9,8%	882,66	2,9%	263,59
Νορβηγία Β	24,9%	2.243,06	27,4%	2.467,02
Νορβηγία Κ	10,0%	900,05	8,8%	793,77
Νορβηγία Ν	12,8%	1.153,56	10,2%	919,39
Δανία Δ	3,9%	355,40	5,5%	492,06
Δανία Αν.	7,8%	700,03	11,9%	1.068,91

Στα σενάρια παρατηρείται ότι η εγκατεστημένη ισχύς κυριαρχεί περισσότερο στο Βορρά σε σχέση με το Νότο. Με βάση το σενάριο RENEWABLE+ η λιγότερη εγκατεστημένη ισχύς που μπορεί να μεταφερθεί από το δίκτυο του βορρά είναι 4900MW και σύμφωνα με τα σενάρια δεν ξεπερνιέται αυτό το όριο. Που σημαίνει ότι θα μπορούσαμε να εγκαταστήσουμε στο δίκτυο αιολική ενέργεια στη συγκεκριμένη περιφέρεια. Με βάση το όριο της χωρητικότητας του καλωδίου δηλαδή τα 8500MW όλη η ισχύς σε όλα τα σενάρια μπορεί να εγκατασταθεί σε αυτές τις περιοχές. Ακόμα και στα 2 σενάρια που υπαγορεύουν το μικρότερο όριο να είναι στις 5200MW το άθροισμα των περιοχών δεν ξεπερνιέται. Στις άλλες περιοχές δεν φαίνεται να δημιουργείται πρόβλημα από άποψη εγκατεστημένης ισχύς.

Βέβαια τα ποσοστά αναφέρονται σε μία μελλοντική συνεργασία των χωρών και στην περίπτωση που υπάρξει συνεργασία και στον τομέα της αιολικής ενέργειας. Τέλος τα συμπεράσματα σχετικά με την επέκταση του δικτύου έχουν πραγματοποιηθεί με βάση αρκετές απλοποιήσεις και όχι σε μελέτη με πραγματικά δεδομένα του δικτύου και σε άλλους παράγοντες (οικονομικούς και όχι μόνο) κάτι που ξεπερνάει τις δυνατότητες μιας διπλωματικής εργασίας.

5^ο Κεφάλαιο

5.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η σύγχρονη θεωρία χαρτοφυλακίου, όπως αυτή διατυπώθηκε από τον Markowitz το 1952, για τον προσδιορισμό των βέλτιστων χαρτοφυλακίων αιολικής ενέργειας που μεγιστοποιούν την απόδοση για κάθε δεδομένο επίπεδο κινδύνου. Ως μέτρο απόδοσης των χαρτοφυλακίων χρησιμοποιήθηκε η μέση ωριαία παραγωγή για τρία συνεχόμενα έτη παραγωγής στις Σκανδιναβικές χώρες και σαν ρίσκο η τυπική τους απόκλιση. Κύριο χαρακτηριστικό της εργασίας είναι η γεωγραφική διαφοροποίηση των χαρτοφυλακίων για τη μείωση της μεταβλητότητας της παραγωγής. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τέσσερις χώρες οι οποίες χωρίστηκαν σε υποπεριοχές (συνολικά 9 περιοχές) 2 στη Νορβηγία, 2 στη Σουηδία, 2 στη Δανία και 3 στη Φινλανδία. Επιπλέον η μελέτη επικεντρώθηκε στην εφαρμογή του χαρτοφυλακίου και με βάση τη διάμεσο των ωριαίων δεδομένων παραγωγής. Η διάμεσος όμως συνήθως βρίσκεται κάτω από το μέσο όρο με αποτέλεσμα να παρουσιάζει ένα μικρότερο επίπεδο παραγωγής και μικρότερους δείκτες τυπικής απόκλισης. Όσο αφορά τα πιο πρόσφατα δεδομένα για τις 3 χώρες (Δανία, Σουηδία και Νορβηγία) παρατηρείται μια μεγαλύτερη διαφοροποίηση στα χαρτοφυλάκια πιο κοντά στο μικρότερο ρίσκο. Επιπλέον παρατηρείται ότι η μέγιστη μέση απόδοση (capacity factor) που μπορεί να φτάσει το συγκεκριμένο χαρτοφυλάκιο είναι κοντά στο 30% εν αντιθέσει με εκείνο του 2001 που αν και παλαιότερα δεδομένα η απόδοση φτάνει κοντά στο 40%. Στο πρώτο χαρτοφυλάκιο η περιοχή που μελετήθηκε είναι πολύ μεγαλύτερη διότι συμπεριλαμβάνει και τη Φινλανδία πράγμα που σημαίνει ότι η εξάπλωση των αιολικών πάρκων σε μεγαλύτερες περιοχές έχει καλύτερα οφέλη σε σχέση με την εγκατάσταση ισχύος σε μικρότερες περιοχές. Σε μεγαλύτερες περιοχές το θετικό είναι ότι θα υπάρχουν στιγμές που όταν δεν φυσάει σε συγκεκριμένα σημεία θα φυσάει σε κάποια άλλα άρα αυξάνονται οι ώρες που θα εκμεταλλευόμαστε το αιολικό δυναμικό.

➤ **Συντελεστές συσχέτισης:**

Όπως είναι λογικό οι συντελεστές συσχέτισης βγήκαν με βάση τα δεδομένα παραγωγής και τις τυπικές αποκλίσεις όπως περιγράφηκαν στο 3^ο κεφάλαιο. Οι συσχετίσεις για αποστάσεις σχετικά κοντινές είναι περίπου στο 0,7 (Νότια Σουηδία – Ανατολική Δανία) και όσο αυξάνονται τα χιλιόμετρα μειώνονται αντίστοιχα και αυτές στα 0,5 για 300km. (Νότια Νορβηγία- Δυτική Δανία και Φινλανδία περιοχή 1 με Φινλανδία περιοχή 2) Υπάρχει βέβαια σημαντική διακύμανση στους συντελεστές για παρόμοιες αποστάσεις όπως αναμένεται. Οι συσχετίσεις πέφτουν αρκετά για χιλιόμετρα από 200-500km . Όταν τοπικά φαινόμενα επηρεάζουν το αιολικό δυναμικό, οι άνεμοι δεν συσχετίζονται σε περιοχές ακόμα και με απόσταση 200km. Για το δυτικότερο κομμάτι της Νότιας Νορβηγίας οι συσχετίσεις είναι αδύναμες για όλες τις άλλες περιοχές. Σε γενικές γραμμές μπορεί να ειπωθεί ότι τα Σουηδικά και Δανέζικα δεδομένα μπορούν να συσχετιστούν. Ενώ τα δεδομένα παραγωγής στις άλλες χώρες όχι σε τέτοιο βαθμό με τις μικρότερες συσχετίσεις να είναι μεταξύ Δανίας και Φινλανδίας.

➤ **Αποδοτικά Χαρτοφυλάκια:**

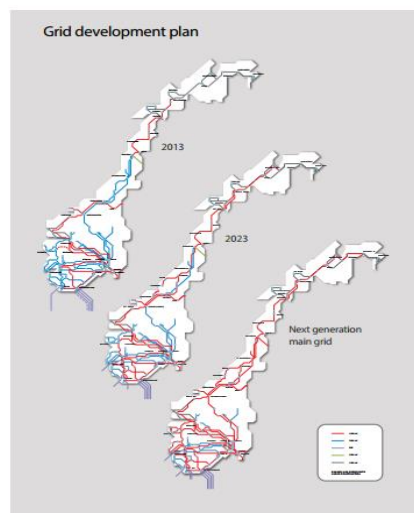
Το πρώτο χαρτοφυλάκιο που βρέθηκε είναι εκείνο του ελαχίστου κινδύνου το οποίο βρίσκεται στο 14,7% και απαρτίζεται από υψηλή διαφοροποίηση ,μεταξύ των χωρών για αυτό και η παραγωγή κατανέμεται σε διάφορες περιοχές των περιοχών που εξετάζονται. Το χαρτοφυλάκιο μέγιστου κινδύνου αποτελείται και στις δύο περιπτώσεις από την Κεντρική Νορβηγία (στην περίπτωση που χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος παραγωγής και στην περίπτωση της διαμέσου) πράγμα αναμενόμενο διότι η συγκεκριμένη περιοχή παρουσίαζε εξ αρχής τη μεγαλύτερη απόδοση και το μεγαλύτερο ρίσκο. Μεγάλη διαφοροποίηση παρουσιάζουν τα δεύτερα και τρίτα χαρτοφυλάκια όμως η απόδοση της παραγωγής είναι μικρή σε σχέση με τα τελευταία χαρτοφυλάκια που φτάνουν ακόμα και το 26% και 29%. Όσο για τα χαρτοφυλάκια που απαρτίζονται από τις 9 υποπεριοχές των τριών χωρών παρατηρείται αντίστοιχη διαφοροποίηση σε μικρούς συντελεστές του capacity factor (25%,26%) ενώ όσο ανεβαίνουν αντίστοιχα οι μέσες ωριαίες αποδόσεις παραγωγής τα ποσοστά τείνουν προς το χαρτοφυλάκιο της Ανατολικής Δανίας. Τα χαρτοφυλάκια της Βόρειας

Νορβηγίας και Σουηδίας 3 (Στοκχόλμη) φαίνεται να έχουν ποσοστά σχεδόν σε όλα τα χαρτοφυλάκια.

➤ **Σενάρια για κατανομή αιολικής παραγωγής:**

Όπως επισημάνθηκε παραπάνω με βάση την εγκατάσταση 9000MW δεν παρατηρούνται προβλήματα ως προς το δίκτυο εφόσον οι χώρες κατασκευάσουν και επεκτείνουν τα αντίστοιχα κομμάτια δικτύου με βάση τις αναφορές που έχουν δημοσιοποιήσει. Σε περίπτωση ύφεσης της οικονομίας είναι επόμενο να μην εγκατασταθούν μεγάλα ποσά αιολικής παραγωγής.

Όσο αφορά τη Δανία, η οποία έχει ένα καλύτερο δίκτυο μεταφοράς και διανομής της αιολικής ενέργειας οι στόχοι για το 2020 υπαγορεύουν εγκατάσταση αιολικής ισχύς σε υπεράκτια πάρκα και μόλις 500MW σε έργα χερσαίων ανεμογεννητριών. Βέβαια για να εγκατασταθούν υπεράκτιες ανεμογεννήτριες εκ των πραγμάτων θα χρειαστούν νέες επεκτάσεις των γραμμών μεταφοράς.



Εικόνα 17: Ανάπτυξη του δικτύου της Νορβηγίας Πηγή: statkraft.com

5.2 Προοπτικές

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε το σύστημα των Σκανδιναβικών χωρών. Δόθηκε έμφαση στους τομείς οι οποίοι συντέλεσαν για να επιτευχθεί το συγκεκριμένο σύστημα, οι πολιτικές, οι στόχοι και κυρίως το Χρηματιστήριο Ενέργειας. Επιπλέον με ωραία δεδομένα παραγωγής έγινε μια προσπάθεια προσέγγισης γεωγραφικής διαφοροποίησης αιολικών πάρκων στην ευρύτερη περιοχή. Δηλαδή έγινε μία έρευνα αν θα μπορούσαν να ενωθούν και στο κομμάτι των ΑΠΕ οι χώρες αυτές και να παράγουν από κοινού ενέργεια από αιολικά πάρκα.

Περαιτέρω έρευνα που θα μπορούσε να γίνει είναι σε ένα άλλο σύστημα χωρών που δεν συνεργάζονται αλλά η γεωγραφική θέση και η κοινή πολιτική θα μπορούσε να συμβάλλει σε ένα θετικό αποτέλεσμα όπως οι χώρες της Βαλκανικής χερσονήσου.

Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση της Ελλάδας θα μπορούσε να γίνει ανασκόπηση της ενεργειακής της πολιτικής. Να συγκριθεί με το παράδειγμα της Δανίας που θεωρείται πρότυπο στον τομέα της αιολικής ενέργειας να πάρει παραδείγματα και να προσπαθήσει να μειώσει την ενεργειακή της εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και το φυσικό αέριο. Επιπλέον να δει προοπτικές αυξημένης διασύνδεσης με γειτονικές χώρες για να επιτύχουν παράλληλα και με περισσότερη ευκολία το στόχο του 20-20-20 που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση, να μειώσουν παράλληλα τους εκπομπές ρύπων όπως το παράδειγμα της Σουηδίας-Νορβηγίας με τα Πράσινα Πιστοποιητικά.

Βιβλιογραφία

- [1] The Nordic Electricity Exchange and The Nordic Model for a Liberalized Electricity Market, About Nord Pool: www.nordpoolspot.com
- [2] Transmission Operator in Norway: www.statnett.no
- [3] U.S. Energy Information Administration (EIA) : www.eia.gov
- [4] Στατιστικά ηλεκτρικής ενέργειας από τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας - Σουηδική δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας : www.svk.se
- [5] The Swedish energy system : <http://www.government.se/sb/d/16022>
- [6] IRENA : www.irena.org
- [7] Nordic Energy Research : www.nordicenergyregulators.org
<http://www.nordicenergy.org/publications/>
- [8] Action plan for Nordic Energy Policy adopted — Nordic cooperation : www.norden.org
- [9] IEA: <http://www.iea.org/policiesandmeasures/>
- [10] Energy in Sweden : <http://www.energimyndigheten.se/>
- [11] Energy in Denmark: <http://energinet.dk/>
- [12] Feed-in tariff - Wikipedia, the free encyclopedia : http://en.wikipedia.org/wiki/Feed-in_tariff
- LEGAL SOURCES ON RENEWABLE ENERGY: <http://www.res-legal.eu/>
- [13] Statkraft: <http://www.statkraft.com/about-statkraft/history/>
- [14] Statistics about Denmark: www.dst.dk
- [15] Norwegian Water Resources and Energy Directorate: www.nve.no
- [16] Fingrid - State of the power system : <http://www.fingrid.fi/en/electricity-market/power-system/Pages/default.aspx>
- [17] European Network of Transmission Operators for electricity: <https://www.entsoe.eu>
- [18] Awerbuch, S., Berger, M., 2003. Energy Security and Diversity in the EU: A Mean – Variance Portfolio Approach. IEA Research Paper, Paris
- [19] Shimon Awerbuch, Ph.D. 2004 Portfolio-Based Electricity Generation Planning: Implications for Renewables and Energy
- [20] Giebel G. 2000. Equalizing Effects of the Wind Energy Production in Northern Europe Determined from Reanalysis Data. Riso National Laboratory, Roskilde.
- [21] Erik Delarue 2010 Applying portfolio theory to the electricity sector: Energy versus power
- [22] Luciano Losekann et al, 2012 Efficient power generating portfolio in Brazil: Conciliating cost, emissions and risk
- [23] Anindya Bhattacharya n, Satoshi Kojima 2009 Power sector investment risk and renewable energy: A Japanese case study using portfolio risk optimization method

[24] Grant Allan et al 2010 The regional electricity generation mix in Scotland:A portfolio selection approach incorporating marine technologies

[25] Integration of electricity from renewables to the electricity grid and to the electricity market – RESINTEGRATION National report: Denmark

[26] Harry Markowitz Markowitz Mean-Variance Portfolio Theory, 1952

[27] Nordic Market Report 2014 Development in the Nordic Electricity Market 2/2014

[28] Paula Ferreira, Jorge Cunha On the use of MPT to derive optimal RES electricity generation mixes

[29] Holttinen H. 2004. Optimal electricity market for wind power. Energy Policy (33), pp. 2052-2063.

[30] Graham Sinden Characteristics of the UK wind resource: Long-term patterns and relationship to electricity demand

[31] Yannick Degeilh, Chanan Singh, A quantitative approach to wind farm diversification and reliability

[32] Wind Energy Research Center (WERC), January 2013 Wind Diversity Enhancement of Wyoming/California Wind Energy Projects

[33] Energy: Links - European Commission:

National Action Plan Sweden

National Action Plan Norway

National Action Plan Denmark

National Action Plan Finland

[34] PerNørgård, Risø et al 2004 Fluctuations and predictability of windand hydropower Deliverable D2.1

[35] Fabien Roques et al 2009 Optimal wind power deployment in Europe—A portfolio approach

[36] IEA – Renewable Energy Technology Deployment 2008 Innovative Electricity Markets to Incorporate Variable Production

[37] Ben Drake, Klaus Hubacek 2007 What to expect from a greater geographic dispersion of wind farms?—A risk portfolio approach

[38] Mikael Engvall, Gunnar G. Løvås November 2010 SWEDISH-NORWEGIAN GRID DEVELOPMENT THREE SCENARIOS

[39] Hannele Holttinen et al, 2013 Wind and load variability in the Nordic countries

Links:

http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/l24452_en.htm

<https://www.sintef.no>

<http://www.erec.org/policy/national-policies.html>

http://www.cicero.uio.no/fulltext/index_e.aspx?id=9900

<http://www.vindportalen.no/offshore-vindkraft.aspx>

http://doc.utwente.nl/68640/1/thesis_J_Knudsen.pdf

<http://www.ieee.hr/download/repository/Nord%20Pool%20Spot%20Market.pdf>

http://www.marketswiki.com/mwiki/Nord_Pool

http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/ANNUAL_REPORTS

http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Projcet_Documents/RES2020/FINLAND_RES_Policy_Review_09_Final.pdf

[http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/All/CCDA20C55C9000A7C2256A6400218CF2/\\$file/National%20Climate%20Strategy%20Finland_2001.pdf](http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/All/CCDA20C55C9000A7C2256A6400218CF2/$file/National%20Climate%20Strategy%20Finland_2001.pdf)

http://www.statnett.no/Global/Dokumenter/Projekter/Nettutviklingsplan%202013/Statnett-Nettutviklingsplan2013-engelsk_03korr.pdf

<http://www.nordicenergy.org/articles/interconnected-nordic-power-systems/>