



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

Συγκριτική Αξιολόγηση των Μηχανισμών Προώθησης της Ενεργειακής Μετάβασης προς μία Οικονομία Χαμηλού Άνθρακα

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ξένη Α. Θεοδόση

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

Συγκριτική Αξιολόγηση των Μηχανισμών Προώθησης της Ενεργειακής Μετάβασης προς μία Οικονομία Χαμηλού Άνθρακα

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ξένη Α. Θεοδόση

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την

.....
.....
.....
Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2014

.....

Ξένη Α. Θεοδόση

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

Copyright © Ξένη Α. Θεοδόση

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.

Πρόλογος

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη της ενεργειακής μετάβασης από μια οικονομία που βασίζεται στον άνθρακα για την παραγωγή ενέργειας σε μια οικονομία με οδηγό τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στο πλαίσιο του παραπάνω στόχου γίνεται μελέτη προηγούμενων ενεργειακών μεταβάσεων στην ιστορία, ανάλυση της τρέχουσας προσπάθειας για την επίτευξη της μετάβασης και αξιολόγηση των μηχανισμών που εφαρμόζονται αυτή τη χρονική περίοδο στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η διπλωματική εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2013 - 2014 στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης. Το εργαστήριο υπάγεται στον τομέα Ηλεκτρονικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τον επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας διπλωματικής κ. Ιωάννη Ψαρρά για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου με την ανάθεση ενός ιδιαίτερα ενδιαφέροντος θέματος που αγγίζει ένα ιδιαίτερα σημαντικό θέμα, που βρίσκεται επανηλειμένα στο προσκήνιο τα τελευταία χρόνια.

Επιπλέον, θα ήθελα ιδιαίτερα να ευχαριστήσω τον κ. Δημήτριο Αγγελόπουλο, υποψήφιο διδάκτορα του Ε.Μ.Π, ο οποίος υπήρξε άριστος σύμβουλος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας, καθώς με τις πολύτιμες παρατηρήσεις και συμβουλές του, με καθοδήγησε στην εκπόνηση αυτή της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και ιδιαίτερος την αδερφή μου, Κωνσταντίνα, για τη στήριξή τους, ηθική και υλική, και τα πρότυπα που μου έχουν παράσχει καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής μου και των επιλογών μου. Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου, για το ρόλο που έπαιξαν είτε στην παρούσα σημαντική φάση της ζωής μου είτε σε άλλες εύκολες και δύσκολες στιγμές.

Αθήνα, Οκτώβριος 2014

Ξένη Α. Θεοδόση

Περίληψη

Οι επικίνδυνα υψηλά ρύποι στην ατμόσφαιρα, η κλιματική αλλαγή που βρίσκεται αυτή τη στιγμή σε πλήρη εξέλιξη σε όλα τα επίπεδα (υψηλές θερμοκρασίες, έντονα καιρικά φαινόμενα, κλπ.), καθώς και η πεποίθηση ότι κάποια στιγμή ο ορυκτός πλούτος του πλανήτη θα εξαντληθεί, είναι όλα ενδείξεις για το πόσο απαραίτητη χρίζεται η προσπάθεια για αλλαγή της ενεργειακής πολιτικής.

Πρότυπο πλαίσιο της εργασίας αυτής είναι το Πρωτόκολλο του Κιότου και οι στόχοι που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το κλίμα τις χρονιές-κλειδιά 2020, 2030 και 2050. Επίσης ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στους μηχανισμούς στήριξης που έχουν δημιουργηθεί με στόχο την αποτελεσματική ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό πλάνο της Ευρώπης.

Σημαντικό σημείο της επίτευξης των στόχων που έχουν τεθεί είναι η πρόταση ρεαλιστικών και συντονισμένων δράσεων, που θα μπορούν να υιοθετηθούν σε επίπεδο κυβέρνησης (εθνικής και τοπικής), αγοράς και ατομικότητας.

Η παρούσα εργασία αναλαμβάνει να εκτιμήσει την εικόνα, τη δραστηριότητα και τις προοπτικές που έχει η ενεργειακή μετάβαση στο παρόν και στο άμεσο μέλλον, μέσω της ιστορικής αναδρομής προηγούμενων ενεργειακών μεταβάσεων (ιστορικά ανάλογα) και της σε βάθος ανάλυσης της δράσης κάθε παράγοντα σε μια ανάλυση PEST και των μηχανισμών στήριξης που έχουν υιοθετηθεί από την ΕΕ των 28.

Λέξεις Κλειδιά:

Ενεργειακή Μετάβαση, Οικονομία «Χαμηλού Άνθρακα», Μηχανισμοί Στήριξης, Πρωτόκολλο του Κιότο, Στόχοι 20-20-20, «Κλείδωμα» στον Άνθρακα, «Σημεία Διακλάδωσης», Ανάλυση PEST, Σταθμισμένο Κόστος Ηλεκτρισμού.

Abstract

The highly dangerous pollutants in the atmosphere, the climate change, which is now in full swing at all levels (high temperatures, severe weather, etc.), and the belief that at some point the mineral wealth of the planet will run out, are all indications of how necessary is the effort to change our energy policy.

Standard context of this work is the Kyoto Protocol and the climate objectives set by the European Union through the European Commission for the key years 2020, 2030 and 2050. Special emphasis has been given to the support schemes, currently in use and aimed at the effective integration of renewable energy sources in Europe.

An important element in achieving the objectives set is the proposal of realistic and coordinated actions taken at government (national and local), market and individual level.

The present study undertakes to assess the image, the activity and the prospects of the energy transition in the present and in the near future, through the historical review of previous energy transitions (historical analogues), the in depth PEST analysis of the actions of different actors and the criticism of the support mechanisms that have been adopted by the EU-28.

Key Words:

Energy Transition, Low Carbon Economy, Support Schemes, Kyoto Protocol, 20-20-20 Targets, Carbon “Lock-in”, “Branching” Points, PEST Analysis, Levelized Cost of Electricity (LCOE)

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή	15
1.1 Αντικείμενο διπλωματικής εργασίας	17
1.1.1 Διεθνής Προσπάθεια	20
1.2 Στάδια Υλοποίησης της διπλωματικής εργασίας	21
1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας	23
Κεφάλαιο 2^ο: Η Ενεργειακή Μετάβαση και το Ιστορικό της	25
2.1 Η έννοια της ενεργειακής μετάβασης	27
2.2 Ιστορική Αναδρομή	28
2.2.1 Από τη βιομάζα στον άνθρακα	30
2.2.2 Η Βιομηχανική Επανάσταση	33
2.2.3 Η ανάπτυξη της βιομηχανίας Σιδήρου	35
2.2.4 Η εποχή του ηλεκτρισμού	36
2.2.5 Το βιομηχανικό αέριο (φωταέριο) και το φυσικό αέριο	37
2.2.6 Η ιδιωτικοποίηση/απελευθέρωση της αγοράς	39
2.3 Συμπεράσματα από τις προηγούμενες ενεργειακές μεταβάσεις	42
2.4 «Σημεία Διακλάδωσης» στις Ενεργειακές Μεταβάσεις	48
2.5 Τα «σημεία διακλάδωσης» στη διαδικασία λήψης αποφάσεων	57
2.6 Μαθήματα για την τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση	58
Κεφάλαιο 3^ο: Η Τρέχουσα Ενεργειακή Μετάβαση	63
3.1 Πιθανή Βιομηχανική Επανάσταση «Χαμηλού Άνθρακα»	65
3.2 Η Ευρωπαϊκή Ένωση και το νομοθετικό της πλαίσιο	66
3.2.1 Το «Πακέτο» μέτρων 2020 για το κλίμα και την ενέργεια	66
3.2.2 Το κλιματικό και ενεργειακό πλαίσιο για το 2030	68
3.2.3 Το επίδοξο σχέδιο για το 2050	70
3.3 Η ενεργειακή μετάβαση στην Ελλάδα	72
3.4 PEST - Ανάλυση Δράσης και Προβλημάτων που αντιμετωπίζονται	76
3.4.1 Επίπεδο Τεχνολογίας	76
3.4.2 Επίπεδο Αγοράς	80

3.4.3 Επίπεδο Κοινωνίας	83
3.4.4 Επίπεδο Πολιτικής	86
3.5 Προβλήματα που επηρεάζουν το γενικό σύνολο	93
3.5.1 «Carbon Lock-in» και αλληλεξάρτηση παραγόντων	93
3.5.2 Φαινόμενο «Sailing Ship»	96
3.5.3 Το φαινόμενο του «Rebound»	97
3.5.4 Παράγοντες Αβεβαιότητας	98
3.6 Περίληψη Κεφαλαίου	102
Κεφάλαιο 4^ο: Τα οικονομικά της Τρέχουσας Ενεργειακής Μετάβασης	105
4.1 Οι επιπτώσεις της χρηματο-οικονομικής κρίσης στην ενεργειακή μετάβαση	107
4.2 Η εφικτότητα του «decoupling» (αποσύνδεση)	111
4.3 Μακροπρόθεσμη εκτίμηση της αξίας της αγοράς των μεταβλητών ΑΠΕ	114
4.4 Πολιτικές Στήριξης των ΑΠΕ στην Ευρώπη	119
4.4.1 Κριτήρια Διαμόρφωσης Μηχανισμών Στήριξης για τις ΑΠΕ	119
4.4.2 Κατηγοριοποίηση των Μηχανισμών Στήριξης	122
4.4.2.1 Κύριοι Μηχανισμοί Στήριξης	123
4.4.2.2 Δευτερεύοντες Μηχανισμοί Στήριξης	139
4.5 Μηχανισμοί Στήριξης στην Ευρώπη των 28	142
4.5.1 Μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται στην τρέχουσα φάση	142
4.5.2 Προβλήματα που αντιμετωπίζονται στους τρέχοντες μηχανισμούς	144
4.5.3 Νέες Τάσεις και Μηχανισμοί Στήριξης	149
4.5.3.1 Προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι πλειστηριασμοί	152
4.5.3.2 Πρόταση για την προώθηση ενός νέου συστήματος δημοπρασιών	154

Κεφάλαιο 5^ο: Σταθμισμένο Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας	159
5.1 Η έννοια του κατανεμημένου κόστους ηλεκτρισμού (LCOE)	161
5.2 Ανάλυση των συνιστωσών του μοντέλου LCOE	162
5.3 Υπολογισμός του LCOE για τις χώρες της ΕΕ	165
5.3.1 Παράκτια Αιολική Ενέργεια	167
5.3.2 Υπεράκτια Αιολική Ενέργεια	169
5.3.3 Ηλιακή Φωτοβολταϊκή Ενέργεια	172
5.4 Συμπεράσματα για το μοντέλο LCOE	173
Κεφάλαιο 6^ο: Συμπεράσματα – Προοπτικές	177
6.1 Συμπεράσματα	179
6.2 Προοπτικές	180
Βιβλιογραφία	183
Βιβλιογραφία Εικόνων – Γραφημάτων	187

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αντλεί το αντικείμενο της από τη σύγχρονη παγκόσμια δράση για κινήσεις φιλικές προς το περιβάλλον. Η κλιματική αλλαγή είναι ένα σημαντικό και μόνιμο φαινόμενο που αφορά την αλλαγή των στατιστικών κατανομών των καιρικών φαινομένων κατά τη διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων (από δεκαετίες μέχρι και εκατομμύρια χρόνια). Η επιστήμη είναι πλέον κατηγορηματική ότι οι άνθρωποι είναι η κύρια αιτία αυτή της κλιματικής αλλαγής και πιο συγκεκριμένα της υπερθέρμανσης του πλανήτη μας, η οποία είναι σε μεγάλο βαθμό μη αναστρέψιμη, αφού κάθε χρόνο σημειώνονται όλο και πιο υψηλές θερμοκρασίες. Η ένταση των ακραίων φαινομένων που σχετίζονται με το καιρό, όπως φυσικές καταστροφές, η ανύψωση του επιπέδου της θάλασσας, έντονες ξηρασίες, έχει επίσης αυξηθεί. Τελευταίες μελέτες δείχνουν ότι οδεύουμε σε μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 4,2 °C μέχρι το τέλος αυτής της εκατονταετίας. Κάθε περιοχή του πλανήτη μας αναμένεται να επηρεαστεί, αλλά αυτές που θα είναι πιο δύσκολο να προσαρμοστούν, και κατά κύριο λόγο οι πιο φτωχές χώρες, θα υποστούν πολύ έντονα τις συνέπειες.

Μεγαλύτερη ανησυχία από αυτούς τους ανθρωπογενείς παράγοντες που ευθύνονται για την κλιματική αλλαγή προκαλεί η αύξηση των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που οφείλονται στις εκπομπές από την καύση ορυκτών καυσίμων, ακολουθούμενων από τα αερολύματα (τα γνωστά σε όλους αεροζόλ), αλλά και το διοξείδιο του άνθρακα που εκλύεται από την κατασκευή τσιμέντου. Η αποψίλωση μεγάλων δασών και η μετατροπή τους σε εκτάσεις βιομηχανικές, καλλιεργήσιμες ή εκμεταλλεύσιμες από τον άνθρωπο είναι ένας ακόμα καταλυτικός παράγοντας. Από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης και μετά, αυτές οι ανθρώπινες επιδράσεις στο κλίμα του συστήματος έχουν αυξηθεί σημαντικά. Η συσσώρευση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα έχει οδηγήσει στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ουσιαστικά αυτή η ανθρωπογενής ενίσχυση του φαινομένου είναι που προκαλεί ανησυχία, καθώς εξαιτίας αυτών των συνεχιζόμενων εκπομπών των αερίων μπορεί να σημειωθούν στον πλανήτη μας θερμοκρασίες που δεν έχει βιώσει ποτέ ξανά ο ανθρώπινος πολιτισμός.

Αυτή η αλλαγή του κλίματος θα μπορούσε να έχει εκτεταμένες ή και απρόβλεπτες συνέπειες σε περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μπορούν ήδη να παρατηρηθούν στον φυσικό κόσμο. Οι παγετώνες έχουν συρρικνωθεί, υπάρχει ήδη απώλεια θαλάσσιου πάγου, ταχεία άνοδος της στάθμης της θάλασσας και ισχυροί καύσωνες και μεγάλες ξηρασίες. Η έκταση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής θα μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου και τα διάφορα κοινωνικά ή περιβαλλοντικά συστήματα θα έχουν τη δυνατότητα να προσαρμοστούν ή ακόμα χειρότερα να περιοριστούν σε αυτή την αλλαγή. Ήδη υπολογίζεται ότι με τους ρυθμούς της κλιματικής αλλαγής που παρατηρούνται αυτή τη στιγμή, το ένα τέταρτο των διαφορετικών ειδών πανίδας και χλωρίδας θα έχει εξαφανιστεί μέχρι το 2050.

Έπειτα, η κλιματική αυτή αλλαγή έχει σημαντικές επιπτώσεις στις επιχειρήσεις και στην οικονομία στο σύνολο σε ολόκληρο το κόσμο. Αν δεν γίνει μια σοβαρή και οργανωμένη προσπάθεια για τη λήψη μέτρων για τον περιορισμό των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η αλλαγή του κλίματος θα μπορούσε να κοστίζει από 5 έως και 20 τις εκατό (%) του ετήσιου παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος. Οι έντονοι τυφώνες και καταιγίδες θα μπορούσαν να προκαλέσουν δισεκατομμύρια δολάρια ζημιές σε περιουσίες και υποδομές, ενώ οι έντονες ξηρασίες και οι υψηλές θερμοκρασίες, αυτόματα θα μειώσουν τις αποδόσεις των καλλιεργειών και θα μπορούσαν να θέσουν εκατοντάδες χιλιάδες ανθρώπους στην ανεργία και στην πείνα. Άμεση συνέπεια θα είναι η αύξηση του αριθμού των «κλιματικών προσφύγων», δηλαδή των ανθρώπων που θα αναγκαστούν να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους εξαιτίας αυτών των φαινομένων, προκαλώντας έτσι κοινωνικές και πολιτικές αναταραχές. Ταυτόχρονα, οι υψηλές θερμοκρασίες στη θάλασσα απειλούν την επιβίωση των κοραλλιογενών υφάλων. Όσο ασήμαντο και αν μας φαίνεται αυτό, πίσω από τους υφάλους αυτούς κρύβεται μια τεράστια βιομηχανία, η οποία έχει ετήσιο τζίρο \$ 375 δισεκατομμυρίων σε αγαθά και υπηρεσίες.

Οι αλλαγές στη θερμοκρασία και στη συχνότητα των βροχοπτώσεων εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής θεωρούνται ότι έχουν πολύ σημαντικές επιπτώσεις σε ήδη υπάρχοντες αλλά και σε μελλοντικές ενεργειακές εγκαταστάσεις, καθώς μπορούν να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό σημαντικά τμήματα του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου της παραγωγής, της μετάδοσης και της ζήτησης.ⁱ

Παραδείγματος χάριν, η αύξηση της έντασης της συχνότητας των πλημμυρών θα μπορούσε να επηρεάσει τη λειτουργία των εγκαταστάσεων υδροηλεκτρικής ενέργειας σε ορισμένες περιοχές. Από τη μια, θα μπορούσαν να δράσουν ευεργετικά και να αυξηθεί η ροή των ποταμών και συνεπώς η παραγωγή της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Από την άλλη, σε ακραίες περιπτώσεις, οι πλημμύρες θα μπορούσαν να αποδειχθούν καταστροφικές για τα φράγματα. Οι έντονες διακυμάνσεις που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια στην ένταση του νερού (βροχοπτώσεων, ροή ποταμών) καθιστούν ακόμα πιο δύσκολη τη σωστή διαχείριση εγκαταστάσεων υδροηλεκτρική ενέργειας. Η παραγωγή ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σχετίζεται άμεσα με την κλιματική αλλαγή που παρατηρείται στον πλανήτη.ⁱⁱ Η άνοδος της θερμοκρασίας θα μπορούσε να μειώσει τη δυνητική ικανότητα παραγωγής της ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας. Η εποχιακή ή η ετήσια ακόμα παραγωγή φωτοβολταϊκών θα μπορούσε να μπορεί να επηρεαστεί από την αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, τις αλλαγές στη νεφοκάλυψη, στην υγρασία ή στη σκόνη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, τα προβλήματα που έχουν ήδη αρχίσει να εμφανίζονται με τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, οι οποίες πρόσφατα γνώρισαν μεγάλη άνθηση στην Ελλάδα, η απόδοση των οποίων έχει εμφανώς σημαντικές αποκλίσεις, καθώς, λόγω έντονων, ξαφνικών και ανεξαρτήτου εποχής πλέον καιρικών φαινομένων, είναι δύσκολο να υπολογιστεί η χειρίστη και η βέλτιστη ημέρα για την συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας. Παρόμοια, αλλαγές στον άνεμο (ταχύτητα, κατεύθυνση) θα μπορούσαν να επηρεάσουν το μέλλον της αιολικής ενέργειας ως πηγή ενέργειας. Απότομες μεταβολές στους ανέμους μπορεί να αποβούν πολύ επιζήμιες για την παραγωγή ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες. Αντίστοιχα, ακραίες θερμοκρασίες (πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές) μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τη ζήτηση, υπερφορτώνοντας το δίκτυο διανομής, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται σημαντικά προβλήματα, όπως καθυστερήσεις ή ακόμα και διακοπές τροφοδότησης. Ας θυμηθούμε τη σχετικά πρόσφατη περίπτωση της Βραζιλίας το 2009, όπου είχαμε απώλειες της τάξεως του 40% του συνολικού φορτίου, λόγω των πολύ υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούσαν στη χώρα. Επίσης, συχνό φαινόμενο είναι η καταστροφή των γραμμών μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω ακραίων καιρικών συνθηκών. Ήδη από το 2000 και μετά, υπάρχει μια σταθερή αύξηση στον αριθμό των διακοπών στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας που σχετίζονται με τις καταιγίδες και τους τυφώνες.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην παραγωγή ενέργειας θεωρούνται πιο σημαντικές στις αναπτυσσόμενες χώρες από ότι στις ήδη ανεπτυγμένες εξαιτίας της ελλιπής γνώσης και πληροφόρησης και εξαιτίας της μη έγκαιρης λήψης προστατευτικών μέτρων.

Πώς όμως θα μπορέσουμε να αντιμετωπίσουμε αυτό το φαινόμενο που απειλεί τον πλανήτη μας και έμμεσα ακόμα και την ύπαρξη του ανθρώπινου γένους; Πώς θα καταφέρουμε να ελαχιστοποιήσουμε τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής και να αντιστρέψουμε την κατάσταση όσο είναι ακόμα εφικτό;

Το πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση της κατάστασης, το οποίο ευτυχώς έχει ήδη επιτευχθεί, είναι να συνειδητοποιήσουμε ότι έχουμε μπροστά μας ένα σημαντικό και πολύ υπαρκτό πρόβλημα.ⁱⁱⁱ Ύστερα από δεκαετίες άρνησης, επιτέλους συνειδητοποιούμε ότι είμαστε εξαρτημένοι από τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία είναι υπεύθυνα για την απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, και η εξάρτηση αυτή εκτείνεται σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανικών και γεωργικών δραστηριοτήτων. Ποικίλες είναι οι προτάσεις που έχουν γίνει για την αντιμετώπιση αυτής της σοβαρής απειλής, όπως είναι η ατομική λιτότητα, τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, η γενικευμένη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και η δέσμευση του άνθρακα. Όλα μαζί, συνδυαστικά, μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση του προβλήματος. Καθώς, όμως, το διοξείδιο του άνθρακα κυρίως εκπέμπεται λόγω της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας μέσω ορυκτών καυσίμων (για φωτισμό, μεταφορά, μεταποίηση, κλπ.), αλλάζοντας τον τρόπο που παράγουμε και χρησιμοποιούμε την ενέργεια είναι η αφετηρία μας στην προσπάθεια μείωσης των εκπομπών.

1.1.1 Διεθνής Προσπάθεια

Οι αυξανόμενες ανησυχίες για την κατάσταση του περιβάλλοντος ξεκίνησαν ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '90. Κάποια έθνη, τα οποία είχαν περάσει στην πλήρη εκβιομηχανοποίησή τους, προκαλούσαν ανεξέλεγκτη ρύπανση και υποβάθμιση του περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα η εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου να αυξηθεί. Έχοντας αυτό κατά νου, τα Ηνωμένα Έθνη άρχισαν να εργάζονται πάνω σε μεθόδους που θα μετρίαζαν τις επιπτώσεις της ρύπανσης και θα

έθεταν όρια σε όλες τις χώρες όσον αφορά τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.^{iv} Έτσι, δημιουργήθηκε η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών το Μάιο του 1992, η οποία ουσιαστικά διετέλεσε το πρώτο μέτρο για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Σύμφωνα με αυτό, όλα τα συμβαλλόμενα μέλη ήταν υποχρεωμένα να θεσπίσουν προγράμματα για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και να υποβάλλουν τακτικές εκθέσεις, ενώ οι ήδη βιομηχανικές συνυπογράφουσες χώρες έπρεπε να επιτύχουν σταθεροποίηση των εκπομπών τους στα επίπεδα του 1990 μέχρι το έτος 2000. Ο στόχος αυτός, ωστόσο, δεν ήταν δεσμευτικός.

Το επόμενο βήμα για την αντιμετώπιση του προβλήματος που ακολούθησε ήταν το Πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο υιοθετήθηκε το 1997, αλλά καθιερώθηκε ως δεσμευτική συνθήκη οκτώ χρόνια μετά, το 2005. Την εποχή του υπογράφει, εκατόν ενενήντα χώρες ήταν μέρος της Συνθήκης, συμπεριλαμβανομένης της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι χώρες που συμμετείχαν ήταν υποχρεωμένες να προχωρήσουν σε μείωση των εκπομπών τους σε δύο διαφορετικά χρονικά πλαίσια. Το πρώτο ορίστηκε ως την χρονική περίοδο 2008-2012, ενώ το δεύτερο ως 2013-2020. Το 2011, ο Καναδάς έγινε η πρώτη υπογράφουσα χώρα που αποχώρησε από το Πρωτόκολλο, καθώς σύμφωνα με το Πρωτόκολλο ήταν υποχρεωμένος να μειώσει τις εκπομπές του κατά 6% κάτω από τα επίπεδα του 1990 μέχρι το 2012. Αντίθετα όμως, οι εκπομπές του το 2009 ήταν κατά 17% υψηλότερες από τα επίπεδα του 1990.

Μετά το τέλος της πρώτης δεσμευτικής περιόδου, έγιναν πολλές αλλαγές και αναπροσαρμογές στο Πρωτόκολλο, οι οποίες έχουν γίνει και νομικά δεσμευτικές από το 2013. Με πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των πλέον ευάλωτων αναπτυσσόμενων χωρών, η διάσκεψη του Ντουρμπάν το 2011 αποσαφήνισε το χρονοδιάγραμμα για την εφαρμογή ενός νέου παγκοσμίου νομικού πλαισίου που θα καλύπτει όλες τις χώρες, συμφωνώντας στην έγκριση του το 2015 και στην πλήρη εφαρμογή του από το 2020. Μέσω αυτής της διαδικασίας, η Ευρωπαϊκή Ένωση πιέζει για την εφαρμογή ενός νέου πλαισίου, υπό τη μορφή Πρωτοκόλλου, το οποίο θα είναι ακόμα πιο φιλόδοξο και δεσμευτικό.

1.2 Φάσεις υλοποίησης διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε την περίοδο Φεβρουάριος 2014 – Σεπτέμβριος 2014.

Τα στάδια για την εκπόνηση της διπλωματικής αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω.

1^ο Στάδιο: Ανάθεση διπλωματικής εργασίας

Κατά τη φάση αυτή συζητήθηκαν το αντικείμενο, τα πλαίσια δράσης της διπλωματικής και οι στόχοι της.

2^ο Στάδιο: Βιβλιογραφική αναζήτηση ιστορικών πληροφοριών για προγενέστερες ενεργειακές μεταβάσεις

Σε αυτή τη φάση η εργασία που έγινε ήταν η κατανόηση των όρων που σχετίζονται με την ενεργειακή μετάβαση και η αναζήτηση στη διεθνή βιβλιογραφία για ιστορικά δεδομένα από όπου θα μπορούσαν να αντληθούν πληροφορίες και συμπεράσματα για προηγούμενες ενεργειακές μεταβάσεις.

3^ο Στάδιο: Συλλογή πληροφοριών για την τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση και τους μηχανισμούς στήριξης για την ένταξη των ΑΠΕ

Κατά το στάδιο αυτό έγινε εκτενής αναζήτηση σε βιβλιογραφία και δημοσιεύσεις για την τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση και τους στόχους που έχουν τεθεί από πλευράς ΕΕ. Στο πλαίσιο αυτό, παρακολούθησα μια σειρά συνεδρίων της ΕΛΕΤΑΕΝ στα οποία παρευρέθηκα γνώστες του θέματος, όπως ο κ. Ζερβός (πρόεδρος και διευθύνων σύμβουλος της ΔΕΗ ΑΕ), ο τρέχων Υπουργός Ενέργειας Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής, κ. Μανιάτης, ο κ. Κάπρος (καθηγητής ΕΜΠ) και ο κ. Wilkes (αναπληρωτή CEO της EWEA).

4^ο Στάδιο: Ανάλυση και διεξαγωγή της φόρμουλας για τον υπολογισμό του LCOE

Το στάδιο αυτό εστιάστηκε στην αναζήτηση πληροφοριών για την ανάπτυξη του μοντέλου κατανεμημένη τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των ανανεώσιμων τεχνολογιών. Στο επίκεντρο της έρευνάς μας βρέθηκαν η αιολική και η ηλιακή

φωτοβολταϊκή ενέργεια, καθώς είναι μορφές ενέργειας που στη χώρα μας έχουν έδαφος για εφαρμογή.

5^ο Στάδιο: Καταγραφή αποτελεσμάτων και συγγραφή του τόμου/Συμπεράσματα

Αυτή η φάση ήταν η τελευταία για την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας. Εκτιμήθηκαν τα συμπεράσματα που απορρέουν από τη μελέτη που έγινε στα προηγούμενα στάδια και, εν τέλει, γίνεται η τελική αξιολόγηση της τρέχουσας ενεργειακής μετάβασης και των μηχανισμών στήριξης για την ομαλή ένταξη των ανώριμων ακόμα τεχνολογιών ΑΠΕ στην ώριμη κατά τα άλλα αγορά ενέργειας.

1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας

Η ανάλυση της διπλωματικής εργασίας εκτείνεται σε 6 κεφάλαια.

Το 1^ο κεφάλαιο εστιάζει στο να δοθεί μια γενική εικόνα του αντικείμενου της εργασίας, των πλαισίων που αυτή αγγίζει, τα στάδια που απαιτήθηκαν για την υλοποίησή της και τη δομή που έχει σε όλη την έκτασή της.

Στο 2^ο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η έννοια της ενεργειακής μετάβασης και γίνεται ιστορική αναδρομή σε προηγούμενες ενεργειακές μεταβάσεις. Στόχος αυτής της αναδρομής στο παρελθόν είναι να βρεθούν παρόμοιες καταστάσεις και να αντληθούν όσο το δυνατόν περισσότερα γεγονότα για την αποφυγή λαθών στην τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση και για την προσκόμιση πληροφοριών που μπορούν να οδηγήσουν στην επίτευξη μια γρηγορότερης τρέχουσας μετάβασης. Επίσης γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη μεθοδολογία των «σημείων διακλάδωσης», η οποία έχει σημαντική εφαρμογή στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Στο επόμενο κεφάλαιο (3^ο) παρουσιάζεται η τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση. Ξεκινώντας από του στόχους που τέθηκαν αρχικά μέσω του Πρωτοκόλλου του Κιότο, συνεχίζουμε στους στόχους που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση για τις χρονιές κλειδιά 2020, 2030 και 2050. Στη συνέχεια, διεξάγοντας μια ανάλυση PEST, βρίσκουμε προβλήματα που αντιμετωπίζει ξεχωριστά κάθε παράγοντας και τα οποία εμποδίζουν μια ομαλή και γρήγορη μετάβαση. Στη συνέχεια, επικεντρωνόμαστε σε προβλήματα που αφορούν και τους 4 κύριους παράγοντες και χρίζουν άμεσης αντιμετώπισης.

Στο 4^ο κεφάλαιο αναλύονται τα οικονομικά της τρέχουσας ενεργειακής μετάβασης. Αρχικά, αναφερόμαστε στην οικονομική κρίση του χρηματο-πιστωτικού συστήματος, που λειτούργησε κυρίως ως τροχοπέδη για την ενεργειακή μετάβαση, καθώς αποτραβήχτηκε το ενδιαφέρον από πάνω της, ενώ στη συνέχεια αναφερόμαστε στο πώς διαμορφώνεται η τιμή αγοράς των μεταβλητών ΑΠΕ. Έπειτα, γίνεται ιδιαίτερη μνεία στους μηχανισμούς στήριξης (κύριους και δευτερεύοντες) που εφαρμόζονται εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 28 και προβαίνουμε στην αξιολόγησή τους και στην πρόταση για αλλαγή στον τρόπο υποστήριξης των ΑΠΕ.

Στο 5^ο κεφάλαιο γίνεται η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για τον υπολογισμό του προβλεπόμενου κόστους ηλεκτρισμού που παράγεται μέσω των ΑΠΕ. Η ανάπτυξη αυτή του μοντέλου γίνεται ανά τεχνολογία και μπορούμε να πάρουμε μια ιδέα για το πώς διαμορφώνεται η τιμή των μηχανισμών στήριξης και ποια κριτήρια παίζουν ρόλο ανά τεχνολογία.

Στο τελευταίο και 6^ο κεφάλαιο, συνοψίζονται τα αποτελέσματα της διπλωματικής εργασίας και εξάγονται τα τελικά μας συμπεράσματα για την ενεργειακή μετάβαση που λαμβάνει χώρα στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Κεφάλαιο 2^ο: Η Ενεργειακή Μετάβαση και το Ιστορικό της

2.1 Ενεργειακή Μετάβαση σαν έννοια

Η ενεργειακή μετάβαση ορίζεται ως η μετάβαση από πολλές χώρες που γίνεται τα τελευταία χρόνια από πολλές χώρες σε βιώσιμες οικονομίες μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της ενεργειακής απόδοσης και της βιώσιμης ανάπτυξης. Απώτερος σκοπός αυτής της μετάβασης είναι ο περιορισμός – και στη βέλτιστη περίπτωση – η κατάργηση του άνθρακα και των υπόλοιπων μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Όταν αναφερόμαστε στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, πρωτίστως μιλάμε για την αιολική, την ηλιακή (θερμική και φωτοβολταϊκή), τη βιομάζα, την υδροηλεκτρική. Στόχος λοιπόν της ενεργειακής μετάβασης στην παρούσα χρονική περίοδο είναι να χρησιμοποιήσουμε αυτές τις μορφές ανανεώσιμης ενέργειας ως εναλλακτική λύση για τα ορυκτά καύσιμα, όπως είναι το πετρέλαιο και ο άνθρακας, και των πυρηνικών καυσίμων, δηλαδή του ουρανίου.

Η λήψη σταδιακών μέτρων συχνά δεν έχει παρά περιορισμένα αποτελέσματα. Εάν λοιπόν αποζητάμε την έγκαιρη και αποτελεσματική υλοποίηση της ενεργειακής μετάβασης είναι αναγκαία η προσέγγιση του θέματος από πολλαπλές πλευρές παράλληλα. Παραδείγματος χάριν, για να στεφθεί με επιτυχία η ενεργειακή μετάβαση είναι αναγκαίο να γίνουν σημαντικές στην ενεργειακή πολιτική ταυτόχρονα. Ο όρος αυτός απαιτεί έναν αναπροσανατολισμό της πολιτικής από τη ζήτηση στη προσφορά και μια μετατόπιση από την συγκεντρωτική στην καταναμημένη παραγωγή (π.χ. παραγωγή θερμότητας από πολλές μικρές συγκεντρωμένες μονάδες συμπαραγωγής και όχι από μια μεγάλη κεντρική μονάδα), με σκοπό να αποφευχθεί η υπερπαραγωγή και να αποφευχθεί η υπερβολική κατανάλωση ενέργειας.

Δεν υπάρχει μία μοναδική ενεργειακή μετάβαση, αλλά αντίθετα ποικίλες ενεργειακές μεταβάσεις, οι οποίες μπορεί να είναι συνεχόμενες, να συμπίπτουν χρονικά ή να εκδηλώνονται παράλληλα. Μια τέτοια μετάβαση είναι ότι από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας στις σύγχρονες πηγές ενέργειας, δηλαδή η εγκατάλειψη καυσίμων, όπως το καυσόξυλο και η χρήση ζώων. Μια άλλη μετάβαση είναι αυτή που συμβαίνει σε ορυκτά καύσιμα, από τον άνθρακα στο πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Μια άλλη μετάβαση, η οποία σχετίζεται με μορφές ενέργειας, είναι η ανάπτυξη της ηλεκτρικής ενέργειας, ανεξάρτητα από την πηγή της.

Μελέτες που ασχολούνται με το ενεργειακό ιστορικό οποιασδήποτε χώρας συγκλίνουν προς ένα τυπικό φαινόμενο σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις. Με την πάροδο του χρόνου, μπορούν να εντοπιστούν στάδια στην οποία ένας φορέας ενέργειας σαφώς υπερτερεί, και στη συνέχεια αρχίζει σταδιακά να υποχωρεί με την εξέλιξη μιας νέας πηγής ενέργειας, η οποία στο τελικό στάδιο αντικαθιστά την αρχική πλήρως. Αυτό το φαινόμενο έχει γίνει γνωστή ως ενεργειακή μετάβαση και ορίζεται ως η σταδιακή υποκατάσταση μιας πηγής ενέργειας ή ενός φορέα ενέργειας από έναν άλλο, μέσα από την ιστορία. Ιστορικά, η λογική του φαινομένου αυτού είναι η αντικατάσταση προς ενεργειακούς φορείς υψηλότερης ποιότητας.

Η χρησιμότητα ενός ενεργειακού συστήματος καθορίζεται από ένα πολύπλοκο συνδυασμό φυσικών, τεχνικών, οικονομικών, και κοινωνικών χαρακτηριστικών. Αυτές περιλαμβάνουν την σταθμική και ογκομετρική ενεργειακή πυκνότητα, την πυκνότητα ισχύος, τις εκπομπές, το κόστος και την αποτελεσματικότητα της ενεργειακής μετατροπής, το χρηματοοικονομικό κίνδυνο, τη δυνατότητα αποθήκευσης, τον κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία, και την ευκολία της μεταφοράς. Εκεί προκύπτει ότι η ενεργειακή μετάβαση θα μπορούσε να γίνει κατανοητή ως μια διαδικασία εκσυγχρονισμού της ενέργειας.

2.2 Ιστορική Αναδρομή

Ο όρος Ενεργειακή Μετάβαση δεν είναι κάτι καινούριο, αφού αλλαγές ανά τον κόσμο στον τρόπο παραγωγής ενέργειας συμβαίνουν χώρα από τα αρχαία κιόλας χρόνια. Η ανάγκη, όμως, για την «επόμενη» ενεργειακή μετάβαση είναι πολύ εμφανής, καθώς τα τρέχοντα συστήματα ενέργειας είναι από κάθε άποψη των κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων μη βιώσιμα. Σχεδόν δύο δις. Άνθρωποι εξακολουθούν να μένουν αποκλεισμένοι από τα οφέλη παλαιότερων ενεργειακών μεταβάσεων που βελτίωσαν την προσβασιμότητα σε πιο σύγχρονες και καθαρές υπηρεσίες ενέργειας. Τα κόστη ενέργειας συνεχώς αυξάνονται, ειδικά όταν συνυπολογίζονται τα συνεχώς αυξανόμενα εξωτερικά κόστη ενέργειας, με τα υπάρχοντα μοντέλα να υποδεικνύουν την ανάγκη για μια παγκόσμια αιχμή εκπομπών μέσα στην επόμενη δεκαετία με φόντο τη ρυθμού ανάπτυξης των εκπομπών και το «κλείδωμα του πλέγματος» εξαιτίας των πολιτικών που εφαρμόζονται. Όλα αυτά

συνεπάγονται μια ακόμα πιο επείγουσα ανάγκη τόσο για τη χάραξη πολιτικής όσο και για έρευνα, ο συνδυασμός των οποίων μαζί με άλλους παράγοντες θα μας δώσει πληθώρα επιλογών για την αντιμετώπιση της κατάστασης. Σε αυτό το πλαίσιο λοιπόν, η ιστορική αναδρομή και η έρευνα σε παλαιότερες ενεργειακές μεταβάσεις μπορούν να αποδειχθούν πολύτιμη βοήθεια. Αναζητώντας και αναδεικνύοντας τις αιτίες παλιών ενεργειακών μεταβάσεων και τον ρυθμό με τον οποίο αυτές έλαβαν μέρος, θα μπορούσε να μας φανεί ένα πολύτιμο εργαλείο, αφού μέσα από αυτό θα μπορούσαμε να πάρουμε πολύτιμα μαθήματα, προς μίμηση ή προς αποφυγή.

Η κατανόηση της ιστορίας εξαρτάται καθοριστικά από δεδομένα-κλειδιά τόσο σε συγκριτικό όσο και σε ερμηνευτικό επίπεδο. Όπως συμβαίνει συνήθως στις επιστήμες, οι θεωρίες και τα μοντέλα που αναπτύσσονται βασίζονται στην εμπειρική κατανόηση και στα δεδομένα. Είναι πολύ ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι η πρώτη συζήτηση για ενεργειακή μετάβαση πέρασε από απλές εφαρμογές στα μελλοντικά σενάρια εξαιτίας ιστορικών μαρτυριών. Οι βάσεις για ένα θεωρητικό πλαίσιο για την κατανόηση παλαιότερων ενεργειακών μεταβάσεων τοποθετήθηκαν από αρχαίους ιστορικούς. Μέχρι και αυτή τη στιγμή που μιλάμε, στο 2014, ο Προμηθέας Ανμπάουντ (1969) παραμένει μια κλασική αναφορά για την κατανόηση των κινήτρων της Βιομηχανικής Επανάστασης, συμπεριλαμβανομένης της μεγάλης εκδήλωσης ενέργειας με την άνοδο της ενέργειας του ατμού και του άνθρακα. Το 1990, ο Ρόζενμπεργκ και ο Μπίρτζελ επέκτειναν την ήδη υπάρχουσα θεώρηση έτσι ώστε να συμπεριλαμβάνει τις σημαντικές αλλαγές στο θεσμικό και κοινωνικό πλαίσιο που ώθησαν στην Βιομηχανική Επανάσταση. Έτσι σιγά σιγά άρχισαν να ενώνονται τα ξεχωριστά κομμάτια και πτυχές της ιστορίας σε ένα συγκεντρωτικό πλαίσιο, το οποίο αποδείχθηκε ιδιαίτερα καρποφόρο, καθώς βοήθησε στην περαιτέρω έρευνα σε θεωρητικό και ποιοτικό επίπεδο, που συνδύαζαν τις ιστορικές προοπτικές από μακροσκοπικής απόψεως με παράγοντες μικρο-οικονομίας και θεσμικές βάσεις.

Ένα κοινό χαρακτηριστικό αυτής της έρευνας είναι η ενσωμάτωση των ενεργειακών μεταβάσεων στο πολύ ευρύτερο πεδίο των κοινωνικών, θεσμικών και οικονομικών αλλαγών. Παρόλα αυτά, αυτή η ενσωμάτωση σε ένα μεγαλύτερο πλαίσιο κοινωνικών και οικονομικών αλλαγών έχει και τα δικά της μειονεκτήματα, καθώς οι λεπτομέρειες και οι ειδικεύσεις που σχετίζονται καθαρά και μόνο με τα ενεργειακά συστήματα είναι σχεδόν αδύνατον να προσδιοριστούν μέσω αυτών των

θεωριών. Με τη συμβολή όμως ανθρώπων, όπως ο Σμίλ το 1994, που με το δικό τους ατομικό έργο επέκτειναν τις υπάρχουσες θεωρίες στον ενεργειακό τομέα, μια αναδυόμενη κοινότητα ερευνητών της μετάβασης αυτής είναι έτοιμη να χτίσει πάνω σε αυτά τα θεμέλια, να συνθέσει και να προχωρήσει ένα βήμα παραπέρα την έρευνα αλλά και το διάλογο με άλλους κλάδους και με την χάραξη πολιτικής διαδρομής.

Έτσι, λοιπόν, με τη σειρά μας, θα κάνουμε μια σύντομη ανάλυση των μέχρι σήμερα ενεργειακών μεταβάσεων που έχουν σημειωθεί στην ιστορία, θέλοντας να αποκτήσουμε μια πιο βαθιά και σφαιρική αντίληψη των όσων έχουν γίνει κατά την πάροδο των χρόνων και την εξέλιξη των ενεργειακών συστημάτων.

2.2.1 Από τη βιομάζα στον άνθρακα

Πριν από 10.000 χρόνια η ζωή στις πρώτες αποικίες δεν ήταν ιδιαίτερα εύκολη. Οι επιτυχής οικισμοί απαιτούσαν βιώσιμες πηγές νερού, τρόφιμα και καύσιμα για το μαγείρεμα και ζεστασιά. Η διαχείριση της γης που ήταν διαθέσιμη για την παραγωγή τροφίμων και καυσίμων με συνδυασμό με τον συνεχώς αυξανόμενο πληθυσμό ήταν ήδη μια πρόκληση, η οποία επιδεινωνόταν σε πολλές περιπτώσεις, από τις επιπτώσεις της αποψίλωσης των δασών για την συλλογή και την αποχέτευση του νερού. Σταδιακά όμως, ο αυξανόμενος αριθμός των κατοίκων θα είχε επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ξύλο και καύσιμα προερχόμενα από τη βιομάζα θα ήταν όλο και πιο δύσκολα να βρεθούν κοντά στους οικισμούς. Ξυλεία για την κατασκευή καλυβών ήταν επίσης σπάνια και θα χρειαζόταν ολοένα και πιο συχνά να γίνει η μεταφορά τους από μεγαλύτερες αποστάσεις, με αποτέλεσμα να αρχίσουν μεγάλες μετακινήσεις πληθυσμών από τη Μεσοποταμία στις υπόλοιπες ηπείρους.

Σε γενικές γραμμές, το ενεργειακό σύστημα βασιζόταν στην αξιοποίηση των φυσικών ροών ενέργειας, των ζώων και την ανθρώπινη δύναμη για να παράξει την απαιτούμενη ενέργεια από υπηρεσίες υπό τη μορφή θερμότητας, φωτός και εργασίας. Η πυκνότητα ισχύος όμως και η διαθεσιμότητα περιοριζόταν από παράγοντες που είχαν να κάνουν με την αναγκαστική οριοθέτηση λόγω της τοποθεσίας. Δεν ήταν εύκολη η μεταφορά ενέργειας. Καίγοντας κεριά και καυσόξυλα ήταν ο μόνος τρόπος μετατροπής της χημικής ενέργεια σε θερμότητα και φως. Το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας που χρησιμοποιούσαν οι άνθρωποι εκείνη την εποχή ήταν σε με μορφή μη

εμπορικών (εμποροποιήσιμων) καυσίμων. Η ενεργειακή κατανάλωση δεν ξεπερνούσε τα 20 GJ ανά κεφαλή το χρόνο (20 EJ παγκοσμίως το χρόνο).

Σιγά σιγά φτάνουμε στον 13^ο αιώνα όπου και παρατηρούνται τα πρώτα δείγματα ενεργειακής μετάβασης. Παρά το γεγονός ότι η κλίμακα της κατανάλωσης ενέργειας και των συναφών τεχνολογιών είχε βελτιωθεί, τα αστικά ενεργειακά συστήματα συνίσταντο κυρίως από την βιομάζα, την οποία είτε έκαιγαν με τη βοήθεια μιας εστίας ή χορηγούταν σε ζώα. Ωστόσο, η ανάγκη να συμπληρώσουν τους πόρους της βιομάζας που χρησιμοποιούσαν τότε οδήγησε τις πόλεις και τις οικονομίες να στραφούν σε άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η αιολική και το νερό. Ξεκίνησε η χρήση καταρτιών και πανιών για να μπορέσουν να εκμεταλλευτούν τον άνεμο, ενώ η ενέργεια του νερού χρησιμοποιήθηκε για το άλεσμα δημητριακών και την εξάλειψη πολλών χιλιάδων επώδυνων επαναλαμβανόμενων ωρών του μόχθου. Η δύναμη του νερού κινούνται, επίσης, μια ποικιλία των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται, για παράδειγμα, στη σιδηρουργία, βυρσοδεψία, νεροτριβές, και ξύλο στροφή. Οι πρώτες ανεμογεννήτριες μάλλον επινοήθηκε γύρω 900 μ.Χ. στη Μέση Ανατολή, αλλά δεν ήταν μέχρι τον 14ο αιώνα που ανεμόμυλων άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρώπη. Μολονότι τροχούς νερό και τελικά ανεμόμυλοι ήταν ικανά να παρέχουν περίπου 25 φορές περισσότερη ενέργεια από ένα άλογο ή 50 φορές περισσότερο από έναν άνδρα, παρείχαν λιγότερο από 10% της συνολικής ισχύος που διατίθεται από τον άνθρωπο και τους μυς των ζώων μέχρι περίπου 1800, όταν άρχισε ο ατμός να κυριαρχεί στις άψυχες πηγές ενέργειας.

Η επόμενη σημαντική μετάβαση ήταν από τους τοπικούς πόρους που συλλέγονται άμεσα ή μέσα σε λίγα χρόνια στη χρήση των τεράστιων αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων, που εκπροσωπούν εκατοντάδες έτη ισοδύναμης ενέργειας σε μια συμπαγή μορφή. Ο άνθρακας ήταν η πρώτη μορφή ορυκτών καυσίμων που εισήχθη στο αστικό ενεργειακό σύστημα σε σημαντική ποσότητα. Από το 1450 το Λονδίνο ήταν μια ταχύτατα αναπτυσσόμενη κοσμοπολίτικη πόλη αντλώντας πλούτο από το εμπόριο μαλλιού της Αγγλίας. Μικρές ποσότητες άνθρακα ήταν σε χρήση στο Λονδίνο από το 1100 και ίσως και νωρίτερα. Από το 1520 μέχρι 1550, ο ρυθμός της οικονομικής ανάπτυξης έθεσε τέτοια πίεση στην ήδη υπάρχουσα βιώσιμη προμήθεια ξυλείας ως καύσιμο με αποτέλεσμα να ξεκινήσει μια κρίση και η τιμή του ξύλου να

αυξηθεί απότομα. Για παράδειγμα, εκτιμάται ότι περίπου το 15% της Βρετανίας καλυπτόταν από δάση τον 11ο αιώνα, αλλά μέχρι το τέλος του 16ου αιώνα, αυτό είχε μειωθεί σε ένα ποσοστό της τάξεως του 6%. Αυτό οφειλόταν σε μεγάλο βαθμό στις δασικές εκκαθάρισης γύρω από τις μεγάλες πόλεις για την παραγωγή γεωργικών εκτάσεων για τον συνεχώς αυξανόμενο πληθυσμό.

Η τιμή του άνθρακα, ωστόσο, παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα για την ίδια θερμογόνο δύναμη. Η διαφορά αυτή οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στο κόστος της μεταφοράς. Το βάρος του ξύλου που θα μπορούσε να κοπεί από ένα ξυλοκόπος σε ένα χρόνο ήταν παρόμοια με την ποσότητα του άνθρακα που θα μπορούσε να σκαφτεί από ανθρακωρύχος. Ενώ η απόκλιση αυτή του κόστους έκανε τον άνθρακα μια ελκυστική επιλογή υπήρξε σημαντική αντίσταση στην χρήση του. Χρειάστηκε χρόνος για τους κατασκευαστές να αναπτύξουν τις καμινάδες και σχάρες που θα επέτρεπαν στον άνθρακα να καεί χωρίς να γεμίσει το δωμάτιο με καπνό. Μέχρι το 1700, πάνω από το ήμισυ της κατανάλωσης άνθρακα στη Βρετανία ήταν για οικιακή θέρμανση. Η εμπορική χρήση του άνθρακα αυξήθηκε κυρίως όταν οι αρτοποιοί και οι ζυθοποιών ανέπτυξαν τεχνολογία για την προστασία των προϊόντων τους από τον καπνό του άνθρακα.

Μεγάλη επανάσταση στο χρόνο της ενέργειας είχαμε με την εισαγωγή της ατμομηχανής στον ενεργειακό χάρτη, η οποία λειτουργούσε με την καύση του άνθρακα. Αρχικά, στο δέκατο όγδοο αιώνα, η χρήση των ατμομηχανών ήταν περιορισμένη (σε περιοχές με πολύ φθινό καύσιμο όπως τα ανθρακωρυχεία). Για δεκαετίες, η ατμομηχανή προσέφερε ένα φθινό τρόπο για την εξαγωγή του νερού από τα ορυχεία και τη μείωση του κόστους της παραγωγής άνθρακα. Λόγω της εκτεταμένης χρήσης της για το σκοπό αυτό, επωφελήθηκε από τις οικονομίες κλίμακας στην παραγωγή και τις σημαντικές βελτιώσεις στην αποδοτικότητα των καυσίμων της. Καθώς η απόδοση των καυσίμων βελτιωνόταν, η ατμομηχανή γινόταν όλο και λιγότερο περιορισμένη γεωγραφικά, και άρχισε να χρησιμοποιείται και σε άλλους τομείς, όπως είναι η κλωστοϋφαντουργία.

Από τα μέσα του δέκατου ενάτου αιώνα, η χρήση της δύναμη του ατμού εξαπλώθηκε σε άλλες βιομηχανίες, αντικαθιστώντας άλλες μορφές ενέργειας και βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητάς του. Η ατμομηχανή έγινε η κυρίαρχη πηγή ενέργειας και, κατά συνέπεια, ο άνθρακας αντικατέστησε πλήρως την ενέργεια που

προερχόταν από τα ζώα ως την κύρια πηγή ενέργειας για την τροφοδότηση υπηρεσιών.

Προφανώς, μια εξαντλητική μελέτη της ιστορίας της ενέργειας θα πρέπει να περιλαμβάνει την κατανάλωση όλων των τύπων καυσίμων, συμπεριλαμβανομένων των οργανικών καυσίμων (καυσόξυλα, κάρβουνο και τύρφη) και άλλες πηγές ενέργειας. Παρ' όλα αυτά, εάν μας ενδιαφέρει ο εντοπισμό μεταβολών στον τρόπο κατανάλωσης ενέργειας στη σύγχρονη εποχή, τότε η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων από το 1890 μέχρι τη δεκαετία του 1950 είναι ένας βασικός δείκτης.

2.2.2 Η Βιομηχανική Επανάσταση

Η μετάβαση σε άνθρακα ήταν συνδεδεμένη - τόσο ως αιτία και ως αποτέλεσμα - με τη Βιομηχανική Επανάσταση. Για να κατανοήσουμε τη στροφή προς τον άνθρακα, θα πρέπει να τοποθετήσει το ζήτημα σε ένα πλαίσιο που περιλαμβάνει πολλούς οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες. Οι μισθοί, οι κεφαλαιακές τιμές, η παιδεία και η επιστήμη έχουν τον ρόλο στη αυτή τη μετάβαση.

Η ζήτηση για την τεχνολογία καθορίστηκε από τις Βρετανικές τιμές. Ειδικότερα, οι μισθοί ήταν αξιοσημείωτα υψηλοί στη Βρετανία, ενώ ο άνθρακας και η τιμή της ενέργειας σε γενικές γραμμές ήταν φτηνά. Αυτή η διάρθρωση των τιμών δημιούργησε μια ζήτηση για την εξοικονόμηση εργατικού δυναμικού, για τεχνολογία που βασίζεται στην ενέργεια, και οι υψηλοί μισθοί αύξησαν την δυνατότητα απόκρισης σε αυτή την πρόκληση. Οι βρετανικοί μισθοί θεωρούνταν υψηλοί υπό τέσσερις διαφορετικές έννοιες. Πρώτον, σε σύγκριση με τους μισθούς σε άλλες χώρες.^v Από το δέκατο όγδοο αιώνα, οι βρετανικοί μισθοί ήταν υψηλότεροι από οπουδήποτε αλλού στον κόσμο. Δεύτερον, οι μισθοί ήταν υψηλοί σε σχέση με το κόστος ζωής. Τρίτον, οι μισθοί ήταν υψηλοί σε σχέση με το κόστος των κεφαλαιουχικών αγαθών, και αυτό ήταν κρίσιμο για την επιλογή της τεχνολογίας και τη διαδικασία της εφεύρεσης. Οι υψηλοί βρετανικοί μισθοί συνέβαλαν σε αυτό το αποτέλεσμα, αλλά ο φτηνός άνθρακας ήταν ο καθοριστικός παράγοντας της ενεργειακής μετάβασης.

Η ανάπτυξη των εφευρέσεων εξαρτάται από την παροχή της τεχνολογίας, καθώς και από τη ζήτηση. Η ζήτηση όμως δεν είναι αρκετή για να εξηγήσει την εφεύρεση δεδομένου ότι πολλές ήταν οι οικονομίες που ήταν αναπτυγμένες αλλά δεν προέβησαν στην ανάπτυξη μηχανημάτων εξοικονόμησης εργασίας. Στα τέλη του Μεσαίωνα είχαμε μια οικονομία που μπορούσε να χαρακτηριστεί από υψηλούς μισθούς. Δεν οδηγηθήκαμε όμως σε μια Βιομηχανική Επανάσταση. Κατ' αρχάς, το εμπόριο και η αστικοποίηση ήταν πιο διαδεδομένη στο δέκατο όγδοο αιώνα από ό, τι είχε στο Μεσαίωνα, και το εμπόριο και η ανάπτυξη των πόλεων οδήγησαν σε υψηλά επίπεδα του ανθρώπινου κεφαλαίου. Δεύτερον, η επιστημονική επανάσταση του δέκατου έβδομου αιώνα οδήγησε σε επιστημονικές ανακαλύψεις που οδήγησαν στη μετέπειτα υποστύλωση των εφευρέσεων.

Ένας ακόμα λόγος που οδήγησε στην Βιομηχανική Επανάσταση ήταν η οικοδομική έκρηξη στο Λονδίνο, η οποία στήριξε τη συλλογική εφεύρεση. Ο μεγάλος όγκος των κατασκευών έδωσε αμέτρητες ευκαιρίες για να γίνουν σχεδιαστικά πειράματα πάνω σε έργα που είχαν αναληφθεί για τους συνήθεις εμπορικούς σκοπούς. Η εγγύτητα των κτηρίων διευκόλυνε την ανταλλαγή πληροφοριών και έδωσε τη δυνατότητα στους κατασκευαστές να επεκτείνουν ο ένας τις καινοτομίες του άλλου και να τελειοποιήσουν την καύση άνθρακα στο εσωτερικό των οικοδομημάτων. Παρά το γεγονός ότι η τιμή του άνθρακα ήταν πολύ φτηνή, αυτό το είδος της πειραματικής εργασίας δεν θα είχε πραγματοποιηθεί σε μικρές πόλεις αφού δεν γινόταν ανέγερση μεγάλων οικοδομημάτων. Η οικοδομική έκρηξη στο Λονδίνο δημιούργησε κίνητρο για τη μεταστροφή στον άνθρακα και βοήθησε στην επιδότηση πειραμάτων απαραίτητων για την επίλυση των τεχνικών προβλημάτων που προκύπταν.

Δεδομένου ότι η τιμή του ξύλου στο Λονδίνο αυξήθηκε σε σχέση με τον άνθρακα, το κίνητρο να χρησιμοποιεί ο άνθρακας αυξήθηκε. Ωστόσο, η αντικατάσταση του ξύλου με τον άνθρακα ήταν συχνά ένα πολύπλοκο θέμα, καθώς η τεχνολογία των καταναλωτών ενέργειας έπρεπε να εφευρεθεί εκ νέου για να μπορέσει να γίνει η χρήση του άνθρακα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως η εξάτμιση θαλασσινού νερού για την εξαγωγή άλατος, που ήταν συνήθης εργασία για την εποχή, οι τεχνικές δυσκολίες ήταν μικρές, αλλά στις περισσότερες εφαρμογές ήταν σοβαρή. Εάν δεν είχε επέλθει η επίλυση των τεχνικών αυτών προβλημάτων, η αγορά του άνθρακα δεν θα είχε επεκταθεί σε τέτοιο μεγάλο βαθμό.

2.2.3 Η Ανάπτυξη της Βιομηχανίας Σιδήρου

Η βιομηχανία σιδήρου ήταν μια ισχυρή μηχανή στην μεταστροφή προς τον άνθρακα που σημειώθηκε κατά το δέκατο ένατο αιώνα.^{vi} Πολιτικοί οικονομολόγοι όπως ο Stanley Jevons και ο Joseph Schumpeter εγκωμίασαν την ανωτερότητα των υψικαμίνων όσον αφορά την τεχνολογική πρόοδο, την πρόοδο και τον εκσυγχρονισμό, στηρίζοντας τις θετικές επιπτώσεις της υποκατάστασης των απαρχαιωμένων πλέον εργοστασίων σιδήρου που χρησιμοποιούσαν τη βιομάζα. Ομοίως, η ενεργειακή μετάβαση απεικονιζόταν σαν μια διαδικασία που κατέστρεψε τους παραδοσιακούς μεταφορείς ξύλου είτε άμεσα είτε σταδιακά. Παρά το γεγονός ότι οι βασικές προϋποθέσεις της υπεροχής του άνθρακα παρέμεναν υγιείς, ορισμένοι συγγραφείς αμφισβήτησαν το ιστορικό μοντέλο της γραμμικής εξέλιξης. Ως εκ τούτου, θα περίμενε κανείς να βρει ένα σύνθετο σύμπλεγμα στην αγορά κατά το οποίο τόσο η δημιουργία της από τη μια πλευρά όσο και η καταστροφή της αλληλοεπιδρούν για να παραγωγή ενός νέου σημείου ισορροπίας. Το γεγονός αυτό καθιστά την μεταβατική περίοδο αυτή μια περίοδο υβριδοποίησης, κατά τη διάρκεια της οποίας παρατηρείται συμπληρωματική και τεχνολογική ωρίμανση και όχι άμεση υποκατάστασης.

Συνολικά, τρία διακριτά μοτίβα της ενεργειακής μετάβασης στην εποχή της βιομηχανίας σιδήρου μπορούν να διακριθούν. Πρώτο χαρακτηριστικό σε αυτή τη περίπτωση ήταν η ταχεία απελευθέρωση των δασικών εκτάσεων λόγω της υποκατάστασης του άνθρακα στη βιομηχανία σιδήρου, όπως συνέβη στο Βέλγιο. Το δεύτερο χαρακτηριστικό της μετάβασης μπορεί να διαπιστωθεί στη Γαλλία και τη Γερμανία και χαρακτηρίζεται από μια παρατεταμένη διαδικασία υποκατάστασης με αρχικό ερέθισμα την εξερεύνηση του δάσους ακολουθούμενο από την ανταγωνιστική καταστροφή. Το μοντέλο αντεπίθεσης που εξιστορείται από τον Τρίψα και άλλους συλλαμβάνει τα κύρια χαρακτηριστικά αυτής της εξέλιξης. Το τρίτο χαρακτηριστικό εμπειρείχε την υποκατάσταση της αγοράς, αλλά με ταυτόχρονη παροχή κινήτρων προς τις δασικές εξερευνήσεις και το κτίσιμο της παραδοσιακής βιομηχανίας άνθρακα, σύμφωνα με τις τεχνικές και οργανωτικές παραμέτρους που είχαν τεθεί από τους ανταγωνιστές τους στη βιομηχανία του άνθρακα-κοκ.

Όσον αφορά το μερίδιο αγοράς για τον σιδήρου που χρησιμοποιούσε τον άνθρακα για την παραγωγή του, περισσότερο από το ήμισυ της παγκόσμιας παραγωγής λαμβανόταν με τη χρήση άνθρακα, ήδη από το 1840. Στις επόμενες δεκαετίες, αυτό το μερίδιο αγοράς συνέχιζε να επεκτείνεται. Ως εκ τούτου, πρέπει κανείς να αναγνωρίσει την επικράτηση των καταστροφικών μηχανισμών σε σχέση με άλλους στο μακροοικονομικό τομέα και το γεγονός ότι η νέα τεχνολογία τροφοδοτούμενη από άνθρακα απολάμβανε αδιαμφισβήτητη ηγετική θέση σε επίπεδο τιμής, παραγωγής, επενδύσεων και επιστημονικής έρευνας. Ομοίως, οι χώρες που ολοκλήρωσαν μια σχετικά γρήγορη μετάβαση της ενέργειας, διώχνοντας το ξύλο και την κατανάλωσή του από τον ενεργειακό χάρτη, κέρδισαν ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε σχέση με άλλες που καθυστέρησαν να ενταχθούν στην ενεργειακή αυτή μετάβαση από το ξύλο στον άνθρακα και τη βιομηχανία που τον ακολουθούσε.

2.2.4 Η εποχή του ηλεκτρισμού

Κατά τον 19ο και στις αρχές του 20ου αιώνα, η ηλεκτρική ενέργεια δεν ήταν μέρος της καθημερινής ζωής πολλών ανθρώπων, ακόμα και στον ανεπτυγμένο δυτικό κόσμο. Ο λαϊκός πολιτισμός της εποχής την απεικονίζει συχνά ως μια μυστηριώδη, σχεδόν μαγική δύναμη που μπορεί να σκοτώσει το ζην, να αναβιώσει τους νεκρούς ή ακόμα και να αλλάξει τους νόμους της φύσης.

Οι εφευρέτες γρήγορα αντιλήφθηκαν και χρησιμοποίησαν τη σύνδεση μεταξύ του μαγνητισμού και του ηλεκτρισμού που αποδείχθηκε από Faraday το 1831. Οι πρώτοι ηλεκτροκινητήρες εμφανίστηκαν το 1837 και ο ηλεκτρικός τηλεγράφος βγήκε στο εμπόριο το 1844. Η πρώτη επίδειξη ενός πρακτικού συστήματος ηλεκτροφωτισμού έγινε από τον Jablochhoff στο Παρίσι και στο Λονδίνο 1878.

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι ένας πολύ βολικός τρόπος για τη μεταφορά ενέργειας, και έχει προσαρμοστεί σε έναν τεράστιο και συνεχώς αυξανόμενο αριθμό χρήσεων. Η εφεύρεση ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως το 1870 οδήγησε στο να γίνει ο φωτισμός σε μια από τις πρώτες δημόσιες διαθέσιμες εφαρμογές της ηλεκτρικής ενέργειας. Παρά το γεγονός ότι την ηλεκτροδότηση επακολούθησαν πολλοί κίνδυνοι, η αντικατάσταση του αέριου φωτισμού μείωσε σημαντικά τους κινδύνους πυρκαγιάς

μέσα στα σπίτια και τα εργοστάσια. Οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας συστάθηκαν σε πολλές πόλεις με στόχο την ραγδαία ανάπτυξη της αγοράς για ηλεκτρικό φωτισμό.

Ο επόμενος αιώνας είδε τόσο τη βιομηχανία φυσικού αερίου και τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας να διαφοροποιούνται από την πρωτογενή αγορά του φωτισμού. Αλλά πρώτα σημαντικός ορθολογισμός πραγματοποιήθηκε και στους δύο κλάδους. Αυτό είχε σημαντικό αντίκτυπο στον τρόπο το αστικό σύστημα ενεργειακού εφοδιασμού διαχειριζόταν και ρυθμιζόταν. Στις αρχές του 20ου αιώνα υπήρχαν πάνω από 800 επιχειρήσεις αερίου που προμηθεύαν την αγορά του Ηνωμένου Βασιλείου και ήδη από το 1935 η βιομηχανία εφοδιασμού φυσικού αερίου παρείχε απασχόληση σε περίπου 230.000 άτομα, προμήθευε γύρω στο ένα τέταρτο του πληθυσμού, και είχε περιουσιακά στοιχεία κεφαλαιακής αξίας γύρω στα 200 εκατομμύρια λίρες.

2.2.5 Το βιομηχανικό αέριο (φωταέριο) και το φυσικό αέριο

Κατά τη διάρκεια των δεκαετιών μετά το 1880, εταιρείες και άλλοι φορείς στο πλαίσιο του καθεστώτος του φυσικού αερίου που αντιμετώπισανε μια σειρά από πιέσεις, συμπεριλαμβανομένου του ανταγωνισμού από τις εξελίξεις στην ηλεκτρική λάμπα φωτισμού, τους χαμηλούς συντελεστές φορτίου λόγω της χαμηλής ζήτησης κατά διάρκεια της ημέρας και αρνητικές αντιλήψεις των πελατών του φυσικού αερίου. Κάτω από τέτοιες πιέσεις, καθώς και μια γενική προσπάθεια για έρευνα με απώτερο σκοπό την αύξηση των κερδών, έγιναν η βάση με την οποία πάρθηκαν πολλές αποφάσεις από κυρίαρχους πρωταγωνιστές, όπως ήτα οι εταιρείες, οι οποίες ενίσχυσαν το δρόμο προς τη χρήση του επεξεργασμένων αερίου από ευρύτερη τμήματα του πληθυσμού για ένα μεγαλύτερο φάσμα των ενεργειακών υπηρεσιών.

Ως αποτέλεσμα αυτών των επιλογών και δράσεων από τις δημόσιες και ιδιωτικές εταιρείες φυσικού αερίου, από το 1914, το βιομηχανικό καθεστώς αερίου είχε υποστεί μια μετάβαση σε ένα ευρύτερο φάσμα υπηρεσιών, όπως είναι φωτισμό και το μαγείρεμα. Οι πελάτες φυσικού αερίου είχε υπερτριπλασιαστεί σε αριθμούς, έφταναν τα 7 εκατομμύρια, και συμπεριλάμβαναν έναν συνεχώς αυξανόμενο αριθμό των νοικοκυριών της εργατικής τάξης. Η μετάβαση οδηγήθηκε από παράγοντες επηρεάζονταν κυρίως από την αγορά. Η κυβέρνηση είχε περιορισμένο ρόλο στη

συγκεκριμένη μετάβαση, προβαίνοντας στη ρύθμιση του νομοθετικού πλαισίου, αλλά ούτε βοήθησε στην προώθηση ούτε στην αποθάρρυνση της μετάβασης. Ομοίως, οι φορείς των πολιτών δεν φάνηκε να είχαν ενταχθεί ενεργά κατά των αποφάσεων των επιχειρήσεων, αλλά αντιθέτως τις υποστήριξαν με την ενοικίαση συσκευών, χρησιμοποιώντας μετρητές υποδοχή ή αμίαντα. Μερικές ομάδες ενθάρρυναν επίσης τη χρήση της κουζίνας αερίου στα νοικοκυριά της εργατικής τάξης ως έναν τρόπο για τη βελτίωση της υγείας.

Η μετάβαση από το βιομηχανικό αέριο με τη χρήση του φυσικού αερίου για τις ενεργειακές υπηρεσίες κατά το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα ήταν μια πιο κυβέρνηση υπό την ηγεσία της μετάβασης. Ένας μικρός αριθμός των παικτών και μια κυρίαρχη κυβέρνηση προχώρησαν σε μια σημαντική μετάβαση στην τεχνολογία, στους θεσμούς και στις υποδομές. Προτεραιότητα είχαν ο κρατικός σχεδιασμός, η πολιτική καυσίμων, η δυνατότητες των υποδομών, η ενεργειακή ασφάλεια, η ασφάλεια των καταναλωτών, καθώς και η ασφάλεια των επενδύσεων. Το καθεστώς αυτό ήταν σε θέση να επιτύχει, σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, μια μετάβαση που απαιτούσε υψηλό επίπεδο συντονισμού. Αυτό οδήγησε στην ανάδυση της οικονομίας τεσσάρων καυσίμων, με μεγάλες ρόλους και μερίδια για το πετρέλαιο, τον άνθρακα, το φυσικό αέριο, και την πρωτογενή τότε ηλεκτρική ενέργεια από την υδροηλεκτρική και η πυρηνική ενέργεια.

Στον εικοστό αιώνα, η κυριαρχία της ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε κατά κόρον με αποτέλεσμα να γίνει ο επόμενος πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως ορυχεία και κινητήρες ατμού, βοήθησε στη μετατροπή της διαδικασίας παραγωγής. Οι εργάτες άρχισαν να χρησιμοποιούν εργαλεία τροφοδοτούμενα με ηλεκτρισμό και δεν ήταν πλέον πλήρως εξαρτημένοι από το ρυθμό της ατμομηχανής. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ευελιξίας του εργάτη, ο οποίος μπορούσε να θέσει εντός και εκτός λειτουργίας τον εξοπλισμό του όποτε αυτός ήθελε. Επίσης, ένα σημαντικό πλεονέκτημα που προσέφερε ο ηλεκτρισμός ήταν ότι η πηγή ενέργειας που έπρεπε να χρησιμοποιήσει ο χρήστης/εργάτης θα μπορούσε να ήταν τοποθετημένη σε μεγάλη απόσταση από αυτόν. Έτσι έγινε δυνατή η ακόμα μεγαλύτερη συγκέντρωση της ενέργειας, βοηθώντας στην επίτευξη μεγάλων οικονομιών κλίμακας. Σε συνδυασμό με τη δημιουργία ενός δικτύου διασυνδεδεμένων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η τιμή του ηλεκτρισμού έπεσε δραματικά από το 1880 μέχρι το 1930, με αποτέλεσμα από το 1920 και μετά να μπορέσει να γίνει πλήρως ανταγωνίσιμο με την

ατμομηχανή. Από το 1920 μέχρι το 1950, η χρήση του ηλεκτρισμού για τους ενεργειακούς σκοπούς εκτοξεύτηκε στα ύψη και εκτοπίζοντας τις ατμομηχανές, καθιστώντας τις απαρχαιωμένες.

Το 1948, η βιομηχανία φυσικού αερίου του Ηνωμένου Βασιλείου κρατικοποιήθηκε, λόγω της υποτιθέμενης στρατηγικής της σημασίας και οι μεγάλες κοινωνικο-πολιτιστικές και πολιτικές αλλαγές μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο ευνόησαν μεγαλύτερη κρατική παρέμβαση.^{vii} Κατά την περίοδο μετά το 1948, η βιομηχανία φυσικού αερίου αντιμετώπισε εξωγενείς και ενδογενείς προκλήσεις: το υψηλό κόστος κατασκευής του φυσικού αερίου από τον άνθρακα και τον ανταγωνισμό στην αγορά από άλλες πηγές ενέργειας, ιδίως της ηλεκτρικής ενέργειας. Ενώ οι οικονομίες κλίμακας επιδιώκονταν με τη συγκέντρωση της παραγωγής, αυτή κρίθηκε ανεπαρκής για να εξασφαλιστεί η συνέχιση του κυρίαρχο ρόλου του φυσικού αερίου στις ενεργειακές υπηρεσίες. Καθεστωτικοί παράγοντες, δηλαδή δημόσιες υπηρεσίες και οργανισμοί, απάντησαν με την εισαγωγή εξειδικευμένων τεχνολογιών προς το τέλος της χρήσης και από την πλευρά της παραγωγής. Πολλές εξειδικευμένες τεχνολογίες δοκιμάστηκαν προκειμένου να βελτιωθεί η οικονομική κατάσταση και η ανταγωνιστικότητα του βιομηχανικού αερίου.

2.2.6 Η ιδιωτικοποίηση-απελευθέρωση της αγοράς

Το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από την παραγωγή (παραγωγή και μετατροπή), (μεγάλες αποστάσεις) μεταφορά, τη διανομή, και (λιανική) λειτουργίες προμήθειας. Αυτές οι δραστηριότητες είναι αλληλεξαρτώμενες και συχνά δημιουργούν καθετοποιημένες δομές στον ηλεκτρικό τομέα. Ενώ οι δραστηριότητες παραγωγής και προμήθειας είναι συνήθως ανταγωνιστικές δραστηριότητες, οι λειτουργίες μεταφοράς και διανομής αποτελούν φυσικά μονοπώλια που απαιτούν ρύθμιση και εποπτεία. Επιπλέον, η στρατηγική σημασία του τομέα του ηλεκτρισμού στη σύγχρονη οικονομία και κοινωνία συχνά οδήγησε σε δημόσια ιδιοκτησία ή έλεγχο.

Η πρόσφατη περίοδος της απελευθέρωσης των αγορών μπορεί να θεωρηθεί ότι συνεπάγεται την καθιέρωση του ανταγωνισμού (μέσω διαρθρωτικών αλλαγών,

όπως η κατάργηση των επιδοτήσεων, κατακόρυφη διαχωρισμό των ολοκληρωμένων υπηρεσιών κοινής ωφέλειας για να διευκολυνθεί η χωρίς διακρίσεις πρόσβαση στα δίκτυα μονοπώλιο και ο οριζόντιος διαχωρισμός των κατεστημένων φορέων για τη δημιουργία βιώσιμων ανταγωνιστών) και τη δημιουργία ανεξάρτητων ρυθμιστικών αρχών στον τομέα της ενέργειας.^{viii} Συνήθως συνδυάζεται με την τάση προς ιδιωτικοποίηση των κρατικών περιουσιακών στοιχείων ενέργειας. Η εισαγωγή του ανταγωνισμού στους μεταγενέστερους τομείς της ενέργειας, όπως η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος και φυσικού αερίου, διευκολύνει τον ανταγωνισμό στο προγενέστερο φυσικό αέριο και στους τομείς παραγωγής άνθρακα, ενώ η γενική αύξηση στις ενεργειακές συναλλαγές διευκολύνει την εισαγωγή των αγορών εκπομπών.

Αυτό που βοήθησε την απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας ήταν τεράστια αξία των κρατικών ενεργειακών χρεογράφων. Οι πωλήσεις αυτών των ενεργειακών χρεογράφων αποτελούσαν περίπου το 60% της ονομαστικής αξίας των ιδιωτικοποιημένων χρεογράφων του Ηνωμένου Βασιλείου από το 1979 έως το 1996. Οι πωλήσεις τους λοιπόν βοήθησαν στην διεύρυνση του μεριδίου ιδιοκτησίας και να αποκτήσουν πολιτικό πλεονέκτημα για τη κυβέρνηση. Επίσης ένας μεγάλος αριθμός εργατών μπόρεσε να μεταφερθεί στον ιδιωτικό τομέα και οι εταιρίες που θεωρούνταν ανεπαρκής σε επίπεδο αγοράς τέθηκαν υπό πίεση για να βελτιώσουν την απόδοσή τους.

Η απελευθέρωση της αγοράς του ηλεκτρισμού που έγινε το 1990 περιλάμβανε τα ακόλουθα βήματα: την αναδόμηση, την ιδιωτικοποίηση, τη ρυθμιστική μεταρρύθμιση και τον ανταγωνισμό. Η εισαγωγή του ανταγωνισμού στην χονδρική αγορά του ηλεκτρισμού απαιτούσε την περαιτέρω εκποίηση του ενεργητικού παραγωγής με τον διαχωρισμό της παραγωγής μέσω πυρηνικής ενέργειας και ορυκτών καυσίμων και τη δημιουργία νέων γεννητριών.

Όσον αφορά τον ηλεκτρισμό και το φυσικό αέριο, στην απελευθέρωση έχει συχνά εμπλακεί η ιδιωτικοποίηση (ή /και την εισαγωγή των νέων ιδιωτικών ανταγωνιστών) και η διαρθρωτική μεταρρύθμιση των εθνικών βιομηχανιών για τη δημιουργία ανταγωνιστικών αγορών χονδρικής και λιανικής με τη ρυθμιζόμενη πρόσβαση χωρίς διακρίσεις τρίτων στα μονοπωλιακά δίκτυα μεταφοράς και διανομής. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει σε εφαρμογή μια σειρά από οδηγίες για

αναθεώρηση, το 1996, το 2003 και το 2009, με στόχο την ολοκλήρωση μιας ενιαίας ευρωπαϊκής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, μέσω του κάθετου διαχωρισμού των δραστηριοτήτων και το άνοιγμα των αγορών λιανικής και χονδρικής στον ανταγωνισμό.

Η απελευθέρωση της αγοράς του άνθρακα σε πολλές χώρες έχει πάρει τη μορφή της λειτουργίας επιδοτούμενης εγχώριας παραγωγής άνθρακα με υψηλό κόστος, με κάποια ιδιωτικοποίηση των υπόλοιπων περιουσιακών στοιχείων του άνθρακα. Το αποτέλεσμα ήταν μια σημαντική αύξηση στο παγκόσμιο εμπόριο άνθρακα από χώρες με κυρίως μη ιδιωτικά επιδοτούμενα περιουσιακά στοιχεία του άνθρακα. Η απελευθέρωση των αγορών έχει παραλληλιστεί σε μεγάλο βαθμό με τις εξελίξεις στις εγχώριες αγορές ενέργειας για την ηλεκτρική ενέργεια και το φυσικό αέριο, γιατί ο άνθρακας εγχώριας παραγωγής ήταν ταυτόχρονα ανταγωνιστής για την θέρμανση και πρώτη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μια σημαντική επίσης παρατήρηση της περιόδου της απελευθέρωσης της αγοράς είναι η πολύ σύντομη χρονική της διάρκεια.

Οι Fouquet και Pearson εξετάσανε την τιμή των υπηρεσιών φωτισμού από το 1300 έως το 2000 στην Αγγλία και την Ουαλία. Η τεχνολογία παραγωγής είχε εξελιχθεί σε αυτό το διάστημα: αλλάζει από το κερί, στην κηροζίνη, στο φως του φυσικού αερίου και, τέλος, στην ηλεκτρική ενέργεια. Το 2000, η πραγματική τιμή του φωτισμού είχε πέσει στο 1/3000 από ότι ήταν το 1800, ενώ αντίθετα η ζήτηση για φωτισμό είχε αυξηθεί 6500 φορές. Η τεχνολογική πρόοδος ήταν το κλειδί τόσο για την πτώση των τιμών και την αύξηση της ζήτησης. Όμως, η αύξηση των εισοδημάτων συμπληρώνει με σαφήνεια τις βελτιώσεις στην αποδοτικότητα της παραγωγής. Αυτή η κλίμακα της αλλαγής της απόδοσης θέτει τον αντίκτυπο της απελευθέρωσης ξεκάθαρα ως μια προοπτική, αν θεωρούμε ότι η καθαρή επίπτωση της ελευθέρωσης ήταν γύρω στο 5% χαμηλότερο κόστος. Εάν λάβουμε υπόψη μας μόνο τις υπηρεσίες φωτισμού και μόνο κατά τη διάρκεια της περιόδου 1980-2000, οι τεχνολογικές εξελίξεις (όπως η εφεύρεση και τη διάδοση του συμπαγούς λαμπτήρας φθορισμού) είχαν πολύ περισσότερες επιπτώσεις όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών φωτισμού από ότι είχε η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας.

Πάραυτα, οι Fouquet και Pearson εγείρουν ένα σημαντικό ζήτημα που σχετίζεται με την περίοδο της απελευθέρωσης – τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της στην τεχνολογική πρόοδο. Σαφώς, ο αντίκτυπος αυτός θα μπορούσε να υπερτερεί σημαντικά σε σχέση με τον βραχυπρόθεσμο αντίκτυπο στην αποδοτικότητα. Θεωρητικά η απελευθέρωση θα μπορούσε να μειώσει τα επίπεδα δαπανών έρευνας και ανάπτυξης (E & A) στους τομείς της ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω των επιπτώσεων του οριζόντιου και κάθετου διαχωρισμού των κερδών της E & A. Μείωση των δαπανών για E & A από τις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στις απελευθερωμένες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας παρατηρήθηκε έντονα και στο Ηνωμένο Βασίλειο και τις ΗΠΑ. Η απελευθέρωση της ηλεκτρικής ενέργειας το 1990 στον Ηνωμένο Βασίλειο δεν είχε αρχικά αντίκτυπο στην καινοτόμα παραγωγή (όπως μετριέται από τον αριθμό των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας) από εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά τελικά, όταν οι εταιρείες πέρασαν σε ξένη ιδιοκτησία, αυτή η καινοτόμος παραγωγή κατέρρευσε.

Η εποχή της απελευθέρωσης της ενέργειας ήταν μια σημαντική έκφραση της γενικής τάσης προς την απελευθέρωση της οικονομίας. Η έκταση στην οποία είχε ακολουθηθεί σε κάθε επιμέρους χώρα αντανάκλαται στις γενικές πολιτικές πεποιθήσεις για την αποτελεσματικότητα των αγορών. Αυτές οι πεποιθήσεις με τη σειρά τους αντανάκλουν την ευρωστία του πολιτικού ανταγωνισμού που συνδέεται με την απελευθέρωση και την ανεξαρτησία της ρυθμιστικής πολιτικής προς τις αγορές ενέργειας. Η απελευθέρωση της ενέργειας έχει οδηγήσει σε θετικά και παγκοσμίως διαδεδομένα οφέλη αποδοτικότητας σε όλους τους τομείς της ενέργειας, αλλά και σε μια έλλειψη άμεσων και ορατών οφελών για τα νοικοκυριά σε πολλές χώρες. Ωστόσο, έχει βελτιώσει σημαντικά τη διαχείριση των μονοπωλίων (μέσω ανεξάρτητων ρυθμιστικών αρχών), τις προοπτικές ανταγωνισμού και καινοτομίας, καθώς και την ποιότητα των μέσων πολιτικής για τον έλεγχο των εκπομπών στο περιβάλλον (μέσω της δημιουργίας μηχανισμών διαπραγμάτευσης).

2.3 Συμπεράσματα από τις ιστορικές ενεργειακές μεταβάσεις

Ένα αδιαμφισβήτητο γεγονός μεταξύ των μελετών της ιστορίας της ενέργειας είναι η θετική συσχέτιση μεταξύ του επιπέδου εισοδήματος και της κατανάλωσης

ενέργειας ανά κεφαλή. Ανεξάρτητα από το χώρο και το χρόνο, οι οικονομίες με υψηλά εισοδήματα καταναλώνουν την περισσότερη ενέργεια ανά κάτοικο, και οι κοινωνίες με χαμηλά εισοδήματα καταναλώνουν τη λιγότερη. Με τον ίδιο τρόπο, μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού των βιολογικών καυσίμων που καταναλώνονται ανά άτομο σε μια οικονομία και το επίπεδο της οικονομικής παραγωγής. Δραστηριότητες που χρησιμοποιούν παραδοσιακά καύσιμα έχουν την τάση να παράγουν τη μικρότερη οικονομική ανάπτυξη σαν αποτέλεσμα. Επιπλέον, μιας οργανικής βάσης οικονομία αντιμετωπίζει πολυάριθμα προβλήματα στην επέκτασή της. Δραστηριότητες που χρησιμοποιούν παραδοσιακά καύσιμα έχουν την τάση να παράγουν τη μικρότερη οικονομική ανάπτυξη σαν αποτέλεσμα. Επιπλέον, η οργανικής βάσης οικονομία αντιμετωπίζει πολυάριθμα όρια στην επέκτασή της. Θα ήταν αδύνατο, για παράδειγμα, στο πλαίσιο των περιορισμών μιας οργανικής οικονομίας να γίνει τόσο μεγάλη παραγωγή σιδήρου και χάλυβα ώστε να κατασκευαστεί ένα σύγχρονο σιδηροδρομικό δίκτυο. Δεν πρέπει να προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι οι χώρες όπου η σχετική κατανάλωση βιολογικών ενέργειας είναι υψηλή είναι εκείνες με τα χαμηλότερα επίπεδα εισοδήματος.

Παράλληλα, αυτή η ιστορία της μετάβασης από βιολογική σε ορυκτά καύσιμα μας δίνει μια σειρά από συμπεράσματα που μπορεί να φανούν χρήσιμα για μια μελλοντική ανάλυση, καθώς θα ήταν πιθανό να έχουμε ομοιότητες.^{ix} Πρώτον, οι άνθρωποι ανταποκρίνονται σε κίνητρα των τιμών. Η χρονική στιγμή της στροφής προς τον άνθρακα, και η εφεύρεση των τεχνολογιών με σκοπό την επέκταση της χρήσης του αντανακλούσαν τις τιμές του άνθρακα, της εργασίας και του κεφαλαίου.

Δεύτερον, η επιστήμη είναι σημαντική, αλλά δεν επαρκεί. Η εφεύρεση της ατμομηχανής, για παράδειγμα, εξαρτήθηκε από τις εξελίξεις στον δέκατο έβδομο αιώνα για την κατανόηση της ατμοσφαιρικής πίεσης, και από τους κορυφαίους επιστήμονες που ζούσαν σε όλη την Ευρώπη. Αυτή η γνώση δεν επαρκούσε, ωστόσο, να προκαλέσει τη Βιομηχανική Επανάσταση. Χρειάστηκαν τα κίνητρα που δημιουργήθηκαν από τη βρετανική βιομηχανία του άνθρακα για να μετατρέψουν την επιστήμη του δέκατου έβδομου αιώνα στην τεχνολογία του δέκατου όγδοου αιώνα. Χωρίς αυτά τα κίνητρα, η ατμομηχανή θα μπορούσε να μην είχε εφευρεθεί ποτέ.

Έπειτα, το ανθρώπινο κεφάλαιο είναι σημαντικό. Οι κορυφαίοι επιστήμονες και εφευρέτες ήταν όλοι μορφωμένοι. Η επιτυχία των προσπαθειών τους, περαιτέρω, εξαρτήθηκε από το δυναμισμό της βρετανικής οικονομίας, η οποία με τη σειρά της εξαρτιόταν από την ανάπτυξη της λογοτεχνίας, της αριθμητικής, και της δεξιοτεχνίας. Ο ανταγωνισμός οδήγησε, επίσης, πολλές επιχειρήσεις στην καινοτομία, αλλά η συνεργασία, η ανταλλαγή γνώσεων, και η ευκαιρία μια εταιρεία να αξιοποιήσει την εμπειρία άλλων εταιρειών και να χτίσει πάνω σε αυτή ήταν κρίσιμα για την ανάπτυξη επαναστατικών τεχνολογιών, όπως η κατασκευή σπιτιών που μπορούσαν να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις της καύσης του άνθρακα και την ατμομηχανή. Οι καινοτόμες τεχνολογίες του δέκατου έβδομου και δέκατου όγδοου αιώνα χρειάστηκαν χρόνο για να ωριμάσουν και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η μετάβαση σε άνθρακα χρειάστηκε αιώνες.

Τα πιο σημαντικά μαθήματα που μπορεί να πάρει κανείς από την ενεργειακή μετάβαση στη βιομηχανία σιδήρου επικεντρώνονται στο γεγονός ότι εντός του χρονικού πλαισίου στο οποίο έγινε η μετάβαση, θα περίμενε κανείς είτε την αποτελεσματική αντικατάσταση του παλαιότερου φορέα ενέργειας, ή ένα κίνητρο για την επέκταση του. Παρόμοια μπορούμε να πούμε ότι η πορεία δράσης που οδηγεί στην καινοτομίας και στις μειώσεις του κόστους εξαπολύει ταυτόχρονα δημιουργικούς μηχανισμούς αγοράς. Αυτοί δρουν κυρίως από την πλευρά της προσφοράς (τεχνολογική μίμηση και εξειδίκευση) και από την πλευρά της ζήτησης (νέες αγορές για το ξεπερασμένο πλέον προϊόν) για τις βιομηχανίες που επίκεινται να αντικατασταθούν. Σε όλες τις περιπτώσεις των παλαιότερων μεταβάσεων όμως, οι χαμηλές τιμές ήταν καθοριστικός παράγοντας για την πραγματοποίησή τους. Δεν αναφερόμαστε τόσο στην χαμηλή τιμή του καυσίμου ανά μονάδα ενέργειας αυτό καθ' αυτό, αλλά κυρίως στη χαμηλή τιμή σε σχέση με την απόδοση. Για παράδειγμα, εάν το καύσιμο «χαμηλού άνθρακα» είναι δύο φορές πιο ακριβό από ότι ήταν το καύσιμο που χρησιμοποιούσαμε πριν, αλλά η απόδοση της τεχνολογίας είναι τρεις φορές μεγαλύτερη από ότι ήταν πριν, τότε η υπηρεσία που παρέχεται είναι σαφώς πιο φτηνή και οι πιθανότητες υιοθέτησής της είναι πολύ μεγάλες.

Ένας συνήθης παράγοντας παλαιότερων ενεργειακών μεταβάσεων ήταν η επιθυμία για καλύτερες ή πρόσθετες υπηρεσίες (π.χ. πιο εύκολες, πιο καθαρές ή πιο εύχρηστες) που συνδέονται με τις νέες πηγές ενέργειας και τις τεχνολογίες.^x Αυτές οι συνθήκες ταιριάζουν απόλυτα για την μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών

εκπομπών άνθρακα. Οι ενεργειακές πηγές και τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα εκπέμπουν σημαντικά λιγότερα αέρια του θερμοκηπίου ανά μονάδα ενέργειας που χρησιμοποιείται. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί για να παρέχουν μια καλύτερη ή πρόσθετη υπηρεσία. Ωστόσο, η ενεργειακή μετάβαση εξαρτάται και από το αν οι καταναλωτές ή οι κυβερνήσεις είναι πρόθυμοι να πληρώσουν για την καλύτερη αυτή υπηρεσία. Ιστορικά, οι άνθρωποι που υιοθετούν πρώτοι τις νέες τεχνολογίες είναι συνήθως πρόθυμοι να πληρώσουν πολύ περισσότερα για την ανώτερη αυτή τεχνολογία. Η μετάβαση για τον ηλεκτρικό φωτισμό ήταν ένα ακραίο παράδειγμα της παραπάνω προθυμίας για υιοθέτηση της τεχνολογίας παρά την τιμή, αφού πολλοί ήταν οι καταναλωτές που πλήρωσαν εν τέλει πολλές φορές περισσότερο για τα αποκλειστικά χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού φωτισμού. Στην τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση, ένας αυξανόμενος αριθμός καταναλωτών φαίνεται να είναι πρόθυμοι να πληρώσουν για τις πηγές ενέργειας «χαμηλού άνθρακα». Χωρίς, όμως τις κατάλληλες τροποποιήσεις στη νομοθεσία, μπορεί να αναμένεται ότι η πλειοψηφία των καταναλωτών δε θα καταβάλει προσπάθεια να υιοθετήσει συνήθειες της τρέχουσας μετάβασης, αφού τα οφέλη είναι κυρίως κοινωνικά και όχι άμεσα για τους καταναλωτές. Για να έχουμε, λοιπόν, μια επιτυχημένη μετάβαση, θα πρέπει να υπάρχει ομόφωνη υποστήριξη και από τη πλευρά της κυβέρνησης και από την πλευρά των καταναλωτών.

Έπειτα, βασιζόμενοι σε παλαιότερες μεταβάσεις, μια μετάβαση η οποία συνδυάζεται με την υιοθέτηση μιας καλύτερης ή επιπρόσθετης υπηρεσίας, θα μπορούσε να συμβεί σε μια μεγάλη χρονική περίοδο από τη στιγμή της ανακάλυψης μέχρι τη στιγμή της πλήρους ένταξης στην αγορά. Παραδείγματος χάριν, παρόλο που υπάρχουν ήδη εναλλακτικές πηγές ενέργειας από τα ορυκτά καύσιμα, στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ακόμα αρκετά ακριβές για την παραγωγή υπηρεσιών. Εάν πάρουμε ως μέτρο σύγκρισης τη περίοδο από τη Βιομηχανική Επανάσταση και μετά μπορούμε να δούμε ότι η μέση χρονική διάρκεια για την ένταξη μιας τεχνολογίας είναι πάνω από 100 χρόνια.

Ο Arnulf Grubler το 2012, ύστερα από μεγάλη έρευνα σε βιβλιογραφικό επίπεδο, κατέληξε στα σημαντικά συμπεράσματα, που κατά τον ίδιο, είναι ιδιαίτερος κρίσιμα για την επίτευξη μιας επιτυχημένης ενεργειακής μετάβασης. Πρώτα πρώτα, σε μια ενεργειακή μετάβαση έχει ιδιαίτερη σημασία η επικέντρωση των λόγων για

τους οποίους μια μορφή ενέργειας εισέρχεται στο τέλος της πορείας χρήσης της. Μέχρι στιγμής, οι τεχνολογικές και οι συναφείς θεσμικές αλλαγές έχουν υπάρξει κύριοι παράγοντες στις παρελθοντικές ενεργειακές μεταβάσεις. Για παράδειγμα, οι σταθερές και κινητές κατασκευές που δημιουργήθηκαν με βάση την δύναμη του ατμού είχαν έφεραν επανάσταση στον κατασκευαστικό και μεταφορικό τομέα, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η χρήση του άνθρακα (η αυξημένη παραγωγή δε θα ήταν δυνατό να καλυφθεί με τις ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες).

Η ιστορία επαναλήφθηκε για άλλη μια φορά με τις μηχανές εσωτερικής καύσης που οδήγησαν στην αύξηση της παραγωγής του πετρελαίου. Κατά αυτόν τον τρόπο, μεταβάσεις στις ενεργειακές υπηρεσίες, κατά τις οποίες νέες τεχνολογικές εξελίξεις εισήγαγαν καινούριες, ή πολύ βελτιωμένες υπηρεσίες, με μεγάλη αποδοτικότητα και μειωμένα κόστη, οδήγησαν σε έναν είδος αυτοτροφοδοτούμενης ανάδρασης που βοήθησε στην άμεση προσαρμογή τους στο υπάρχον σκηνικό. Αυτό το συμπέρασμα θεσπίζει την ιστορική σχέση αιτίας-αποτελέσματος και δεν αποσκοπεί στο να μειώσει τη σημασία του πλήθους μεταρρυθμιστικών αλλαγών στις τεχνολογίες και στα συστήματα παροχής ενέργειας που επέτρεψαν την ανάπτυξη που οφείλεται στην επέκταση των απαιτήσεων ενεργειακών υπηρεσιών. Με άλλα λόγια, τα συστήματα προσφοράς και ζήτησης ενέργειας εξελίσσονται ταυτόχρονα, ενισχύοντας αμοιβαία το ένα το άλλο. Χωρίς όμως αλλαγές στη ζήτηση ενεργειακών υπηρεσιών, δεν θα είχαμε τόσο δραστικές αλλαγές στον τομέα παροχής ενέργειας: από την ανθρώπινη και ζωική εργασία, τη βιομάζα και το ξύλο στον άνθρακα, και στη συνέχεια από τον άνθρακα στο πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και την ηλεκτρική ενέργεια.

Μέχρι στιγμής είναι λίγο δύσκολο να γίνει η ακριβής ποσοτικοποίηση των αναγκών στην ζήτηση ενέργειας που ώθησαν την πραγματοποίηση της κάθε μετάβασης. Μια πρώτη ποσοτικοποίηση μπορεί να γίνει με βάση τις επενδύσεις που έγιναν σε τέτοιες χρονικές περιόδους, καθώς οι επενδύσεις είναι ο κύριος μηχανισμός που υποστηρίζει τις αυξήσεις και τις αντικαταστάσεις του μετοχικού κεφαλαίου μιας οικονομίας, γεγονός που υποδηλώνει ότι το μετοχικό κεφάλαιο αυξάνεται πολύ σε μεταβατικές περιόδους, όπου έχουμε την μετάβαση από μια τεχνολογία που παρακμάζει σε μια καινούρια πολλά υποσχόμενη για το μέλλον. Παράλληλα, οι ενεργειακές μεταβάσεις που έχουν σημειωθεί μέχρι στιγμής είναι δύσκολο να περιοριστούν σε ένα περιορισμένο οικονομικό φάσμα.

Κάθε νέα τεχνολογία στα αρχικά της στάδια είναι αργά εξελίξιμη, ατελής και πολύ ακριβή. Η απόδοση της είναι αυτή που υπερτερεί ως κίνητρο για την υιοθέτησή της. Μετά από ένα διάστημα χρήσης της τεχνολογίας και πειραματισμών με αυτή, είμαστε στη θέση να τη γνωρίσουμε καλύτερα, να την εξελίξουμε και να θέσουμε μια καλή βιομηχανική βάση, έτσι ώστε να μπορεί η νέα αυτή τεχνολογία να ανταγωνιστεί με ίσα κριτήρια τις ήδη υπάρχουσες σε επίπεδο αγοράς. Είναι πλέον μια ιδιαίτερα διαδεδομένη και κοινώς αποδεκτή πλέον άποψη ότι οι ενεργειακές μεταβάσεις θέλουν χρόνο για μπορέσουν να αφομοιωθούν. Σε πολλές περιπτώσεις χρειάστηκαν πάνω από εκατό χρόνια για να πάρει την πλήρη έκτασή της. Η μετάβαση από τον άνθρακα στο πετρέλαιο, το αέριο και τον ηλεκτρισμό ήταν μια διαδικασία που κράτησε 80 ολόκληρα χρόνια. Αυτό που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια όμως, και ιδίως από τα μέσα του 1970 και μετά, είναι ότι οι μεταβολές σε ενεργειακό επίπεδο ήταν σχεδόν μηδενικές. Εδώ και σαράντα χρόνια δηλαδή έχουμε μείνει στάσιμοι στη χρήση συγκεκριμένων πρώτων υλών για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών. Αυτή η στασιμότητα δε μπορεί παρά να θεωρηθεί ανησυχητική, καθώς δημιουργεί ένα δυσμενές τοπίο για την τόσο αναγκαία πλέον επόμενη ενεργειακή μετάβαση.

Ένας από τους παράγοντες που στους οποίους οφείλεται η μεγάλη απαιτούμενη διάρκεια μιας ενεργειακής μετάβασης είναι το μέγεθος της αγοράς. Τα μεγάλα συστήματα, δηλαδή τα πιο εξελιγμένα, χρειάζονται πολύ παραπάνω χρόνο για να εκτελέσουν μια επιτυχημένη μετάβαση από ότι τα μικρότερα. Οι μεγαλύτερες οικονομίες χρειάζονται περισσότερο χρόνο για μπορέσουν να προσαρμοστούν στα νέα ενεργειακά συστήματα. Η μετάβαση αυτή μπορεί να επιταχυνθεί εντούτοις με τη βοήθεια των εξειδικευμένων αγορών, οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν ένα είδος δοκιμαστικής αγοράς για το καινούριο προϊόν (τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην περίπτωση μας). Μπορεί, λοιπόν, να γίνει η εισαγωγή των καινούριων προϊόντων δοκιμαστικά σε αυτές τις αγορές και στη συνέχεια με τη σταδιακή ανάπτυξή του προϊόντος να γίνει η ένταξή του στην κανονική αγορά. Σε γενικές γραμμές είναι πολύ πιο εύκολη και πιο ασφαλής η σταδιακή ένταξη ενός προϊόντος στην αγορά (να έχει μια πρώτη ανάπτυξη και εξέλιξη σε μια δοκιμαστική αγορά και στην συνέχεια να μπει στην κανονική αγορά, όπου θα αντιμετωπίσει σκληρό ανταγωνισμό από τις ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες).

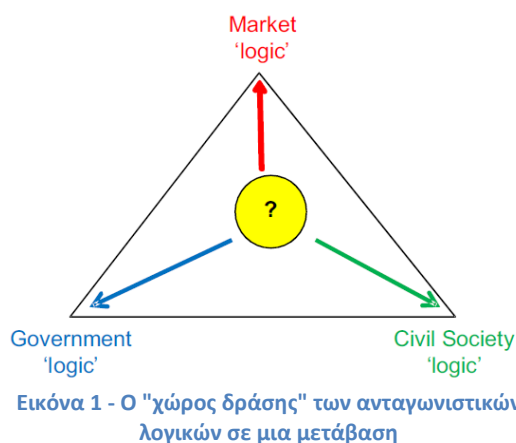
Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν, σε μια ενεργειακή μετάβαση έχουμε τον διαχωρισμό σε φάσεις τεχνολογικής εξέλιξης. Οι υπηρεσίες της νέας μορφής ενέργειας ξεκινούν ατελείς, σε μικρό επίπεδο πειραματισμού, με ποικιλία στο σχεδιασμό και σε μικρή δοκιμαστική παραγωγή. Αρχικά είναι ιδιαίτερα ακριβές και η χρήση τους γίνεται από ένα μικρό μέρος του καταναλωτικού κοινού, κυρίως για λόγους έρευνας μέχρι να καταλήξουν σε συγκεκριμένα σχέδια στα οποία θα επενδύσουν. Στη συνέχεια, με την πάροδο του χρόνου, αφού σημειωθούν τα πρώτα σημάδια βελτίωσης στην απόδοση και στα κόστη, μπαίνει στο προσκήνιο η «κλίμακα», η οποία χωρίζεται σε δύο επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο έχουμε τις μεμονωμένες τεχνολογίες, όπου η ανάπτυξη που σημειώνεται είναι σε επίπεδο μονάδας, δηλαδή αυξήσεις στον μέγεθος των προϊόντων ή στο μέγεθος των εργοστασίων. Στη συνέχεια επέρχεται το δεύτερο επίπεδο, στο οποίο σημειώνεται ανάπτυξη σε επίπεδο βιομηχανίας, όπου έχουμε σημαντικές βελτιώσεις στα κόστη της παρεχόμενης ενέργειας ως αποτέλεσμα της δημιουργίας οικονομιών κλίμακος. Τέλος, ακολουθεί η τελευταία φάση, κατά την οποία τόσο τα τεχνολογικά σχέδια όσο και η δομή των επιχειρήσεων σε επίπεδο βιομηχανίας σταθεροποιούνται, και η αγορά μπαίνει σε επίπεδο κορεσμού, με αποτέλεσμα όλες οι περαιτέρω εξελίξεις να σημειώνονται σε όλο και μεγαλύτερο επίπεδο, φτάνοντας σε σημείο να εξαρτώνται πλέον από τις παγκόσμιες εξελίξεις. Συνεπώς, καταλαβαίνουμε ότι για να είναι επιτυχής η κλιμάκωση της αγοράς, λειτουργώντας ως βοηθητικό μέσο για μια επιτυχημένη μετάβαση, πρέπει η ανάπτυξη τόσο σε επίπεδο μεμονωμένης τεχνολογίας, όσο και σε επίπεδο βιομηχανία να είναι ουσιαστική, να γίνεται με σχετικά γρήγορους ρυθμούς και να χαρακτηρίζεται από συνέπεια.

2.4 «Σημεία Διακλάδωσης» στις Ενεργειακές Μεταβάσεις

Σε αυτό το σημείο αξίζει να δώσουμε ιδιαίτερη έμφαση σε μια συστηματική τεχνική που αναπτύχθηκε από τους Fouquet και Pearson τα τελευταία χρόνια, που αποσκοπεί στην κατηγοριοποίηση των παραγόντων που επιδρούν σε μια ενεργειακή μετάβαση εξετάζοντας τες σε πολλαπλά επίπεδα. Στόχος είναι η συγκεντρωτική απαρίθμηση των παραγόντων που επιδρούν στους μεταβάσεις και η διευκόλυνση των κύριων ζητημάτων που πρέπει να διευθετηθούν για να έχουμε μια επιτυχημένη μετάβαση σε μια οικονομία «χαμηλού άνθρακα». Τα «σημεία διακλάδωσης» είναι

μια εναλλακτική προσέγγιση της πορείας που ακολούθησαν σημαντικοί συντελεστές των ενεργειακών μεταβάσεων και βασίζεται σε μια πιο ρεαλιστική και κοντά στην τρέχουσα πραγματικότητα προσέγγιση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Κατά συνέπεια, σε αντίθεση με τα περισσότερα σενάρια που αναπτύσσονται μέχρι στιγμής που ρίχνουν το κέντρο βάρους τους στις διαδικασίες ελαχιστοποίησης του κόστους, τα «μονοπάτια» μετάβασης που αναπτύσσονται εδώ θεωρούν ότι στόχος είναι η βελτιστοποίηση κάθε συνάρτησης χρησιμότητας.

Προκειμένου να διερευνηθεί πως οι πράξεις κάθε διαφορετικού παράγοντα θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην επίτευξη της ενεργειακής μετάβασης, μέσω της χρήσης ενός συνελκτικού και πολλαπλών επιπέδων πλαισίου, γίνεται η ανάπτυξη και η ανάλυση τριών κύριων κατηγοριών δράσης, που προσεγγίζουν τον τρόπο με τον οποίο αλληλοεπιδρούν τρεις βασικές κατηγορίες παραγόντων – οι κυβερνητικοί παράγοντες, οι παράγοντες της αγοράς και οι παράγοντες της κοινωνίας. Κάθε ομάδα



δράσης ακολουθεί τη δική της λογική και τον δικό της τρόπο δράσης («μονοπάτι»), προσπαθώντας να διευκολύνει τα δικά της συμφέροντα, έχοντας ως αποτέλεσμα την ανταγωνιστική αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Κατά αυτόν τον τρόπο, έχουμε ένα «μονοπάτι» που καθορίζεται από την αγορά, το οποίο με βάση την μελέτη των ανωτέρω έχει ονομαστεί «Κανόνες Αγοράς», ένα άλλο το οποίο καθορίζεται από την κυβέρνηση, το οποίο ονομάζεται «Κεντρικός Συντονισμός» και ένα τρίτο που καθορίζεται με βάση το σχέδιο δράσης και την εξυπηρέτηση των συμφερόντων της κοινωνίας και ονομάζεται «Χίλια Λουλούδια». Στην πραγματικότητα, μεταξύ αυτών των διαφορετικών μονοπατιών υπάρχουν δυναμικές διαδικασίες αλληλεπίδρασης που πηγάζουν από τις ανταγωνιστικές λογικές που πρεσβεύουν.

Για να ανάπτυξη της μεθοδολογίας αυτής οι Foxon και Pearson μελέτησαν προσεκτικά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ δύο διαφορετικών σημείων στην ιστορία της Βρετανικής ενεργειακής μετάβασης παίρνοντας ως σημεία αναφοράς την είσοδο στην αγορά του παραγόμενου αερίου (1877-1914) και τη μετάβαση από το

κατασκευαστικό αέριο στο φυσικό αέριο (1948-1977). Η ανάλυση αυτών των σημείων δεν θα γίνει εκτεταμένα στο πλαίσιο της συγκεκριμένης διπλωματικής και για αυτό το λόγο δε θα γίνει αναλυτική ιστορική ανάλυση, αλλά θα συνεχίσουμε κατευθείαν με την ανάπτυξη των πιθανών σεναρίων που θα μπορούσαν να συμβούν ανάλογα με την πορεία δράσης του κάθε «μονοπατιού», για να μπορέσουμε να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα που να μπορούν να εφαρμοστούν στο πλαίσιο της τρέχουσας ενεργειακής μετάβασης.

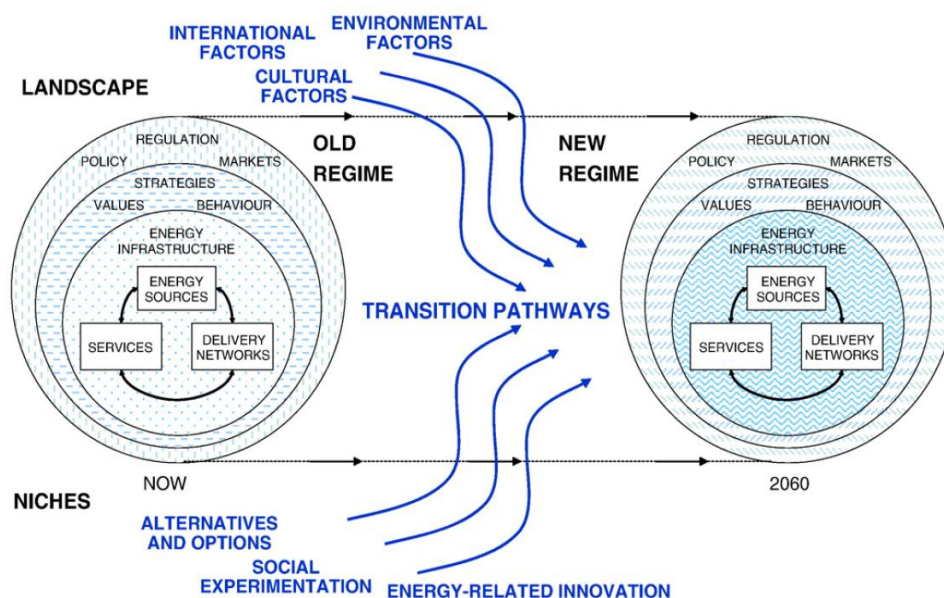
Για τη διευκόλυνση μας κρίνεται σκόπιμο να αποσαφηνίσουμε πλήρως τις έννοιες κλειδιά που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη μεθοδολογία. Το «σημείο διακλάδωσης» ορίζεται ως ένα κρίσιμο σημείο λήψης απόφασης για την μετέπειτα πορεία που θα ακολουθήσει ένα «μονοπάτι». Οι αποφάσεις αυτές μπορεί να οφείλονται σε εσωτερικές ή εξωτερικές πιέσεις και μπορούν να καθορίσουν εάν χρειάζεται επαναπροσαρμογή του πλάνου δράσης που ακολουθείται εκ μέρους κάποιου μονοπατιού. Πολλές φορές μπορεί να χρειάζονται συγκεκριμένες αλλαγές στο πλαίσιο δράσης και άλλες φορές, τα αποτελέσματα δεν κρίνονται επιθυμητά και είναι απαραίτητη η ολική αναπροσαρμογή του σχεδίου δράσης. Έτσι λοιπόν, υποθέτουμε ότι οι επιλογές-αποφάσεις που παίρνονται από τους κύριους παράγοντες μπορεί να οδηγήσουν στις τρεις ακόλουθες επιλογές:

1. Η λογική του «μονοπατιού» που έχει επιλεγθεί ενισχύεται και μπορεί να συνεχίσει κατά την ίδια πορεία.
2. Η λογική του «μονοπατιού» αμφισβητείται και το μονοπάτι πρέπει να βαδίσει σε μια νέα τροχιά με μικτή λογική, που προσεγγίζει πιο πολύ τη λογική κάποιου άλλου κύριου παράγοντα.
3. Η λογική του «μονοπατιού» βρίσκεται υπό πλήρη αμφισβήτηση και ο δρόμος που έχει ακολουθήσει η μετάβαση αποτυγχάνει πλήρως.

Στην τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται κατηγοριοποιούνται σε ενεργειακές απαιτήσεις για τα νοικοκυριά, τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς. Αυτές οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν φωτισμό, θέρμανση και τη χρήση άλλων ηλεκτρικών εφαρμογών, όπως είναι οι απαιτήσεις για μεταφορά. Αυτές οι απαιτήσεις καλύπτονται μέσω των δικτύων διανομής και είναι διάφοροι οι παράγοντες που τις επηρεάζουν, όπως για παράδειγμα οι αξίες του εκάστοτε πελάτη, οι στρατηγικές που ακολουθούν, η τάξη των ενεργειακών απαιτήσεων που έχουν. Ως

εκ τούτου, η διαμόρφωση των μεταβατικών «μονοπατιών» επικεντρώνεται στις διαδικασίες που αφορούν την εξέλιξη των τεχνολογικών συστημάτων, των επιχειρηματικών στρατηγικών και των προτιμήσεων και πρακτικών των καταναλωτών. Το έκαστο καθεστώς, επίσης, επηρεάζεται από παράγοντες στο ευρύτερο πεδίο και από εναλλακτικές λύσεις και επιλογές στις μικρές εξειδικευμένες αγορές.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες περιλαμβάνουν την ευαισθητοποίηση του κοινού για την αλλαγή του κλίματος και την προθυμία τους να προβούν σε αλλαγές για αντιμετώπιση του θέματος, τις κυβερνητικές δεσμεύσεις για την τήρηση των εθνικών και διεθνών στόχων για την μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και την προώθηση των πηγών ενέργειας με χαμηλές εκπομπές άνθρακα, τις ιδεολογικές δεσμεύσεις για απελευθερωμένες αγορές ενέργειας και τις ανησυχίες για την ασφάλεια της πρωτογενούς ενέργειας προμηθειών, καθώς και εξωτερικούς παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του πετρελαίου και του φυσικού αερίου και αλλαγές στην διεθνή οικονομική και χρηματοπιστωτική κατάσταση. Το καθεστώς επίσης επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες και εναλλακτικές λύσεις και επιλογές ανάπτυξης στις αγορές επώασης.^{xi} Α



Εικόνα 2 - Πιθανά μεταβατικά "μονοπάτια" και οι παράγοντες που τα επηρεάζουν

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες περιλαμβάνουν ευαισθητοποίηση του κοινού για την αλλαγή του κλίματος και την προθυμία να αποδεχθεί και να προβούν σε

αλλαγές στην απόκριση, κυβερνητικές δεσμεύσεις για την τήρηση των εθνικών και διεθνών στόχων για μείωση των εκπομπών και την προώθηση των πηγών ενέργειας με χαμηλές εκπομπές άνθρακα, ιδεολογικές δεσμεύσεις για απελευθερωμένες αγορές ενέργειας, τις ανησυχίες για την ασφάλεια της πρωτογενούς ενέργειας προμηθειών, εξωτερικών παραγόντων που οδηγούν σε υψηλές τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, και τις ανησυχίες για την ενεργειακή οικονομική προσιτότητα και η φτώχεια των καυσίμων, καθώς και τους παράγοντες που απειλούν τη φυσική διακοπή του εξωτερικού εφοδιασμού (πόλεμος, η τρομοκρατία, οι ξένες κυβερνήσεις περιορισμού της προσφοράς, κλπ.), καθώς και οι αλλαγές στην διεθνή οικονομική και χρηματοπιστωτική κατάσταση. Εναλλακτικές λύσεις που αναπτύσσονται στις μικρές εξειδικευμένες αγορές περιλαμβάνουν τα επίδειξη νέων τεχνολογικών επιλογών, νέων τρόπων οργάνωσης των συστημάτων για την ικανοποίηση των απαιτήσεων ενεργειακών υπηρεσιών και νέων τρόπων για την προσαρμογή της ενεργειακής καταναλωτικής συμπεριφοράς.

Αφού λοιπόν γίνεται μια πρώτη διατύπωση των παραγόντων που επηρεάζουν το ενεργειακό σκηνικό την τρέχουσα χρονική περίοδο, στη συνέχεια της μεθοδολογίας έχουμε την διατύπωση των δυναμικών διαδικασιών που μπορούν να επηρεάσουν τη σταθερότητα των αναπτυσσόμενων εξειδικευμένων αγορών. Οι εξελίξεις στο επίπεδο των μικρών εξειδικευμένων αγορών μέσω του σχηματισμού των καινοτόμων συστημάτων γύρω από έναν αριθμό διαφορετικών τεχνολογικών εναλλακτικών λύσεων αλλάζουν διαρκώς. Περιλαμβάνουν και επιλογές μεγάλης κλίμακας, όπως η υπεράκτια αιολική ενέργεια, κυματική και παλιρροϊκή ενέργεια, και αποκεντρωμένες επιλογές σχετικά μικρής κλίμακας, όπως όπως η συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (CHP), τα φωτοβολταϊκά, τα μικρής παραγωγικής κλίμακας αιολικά, ηλιακά συστήματα. Αυτά τα συστήματα καινοτομίας μπορεί να θεωρηθεί πως ανταγωνίζονται για τους πόρους και την αναγνώριση μεταξύ τους. Φυσικά, υπάρχουν και σχέσεις συμπληρωματικότητας μεταξύ των τεχνολογικών εναλλακτικών λύσεων. Η μελέτη της εκπλήρωσης των λειτουργιών του κάθε συστήματος είναι απαραίτητη σε συνδυασμό με τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις για την αποφυγή φάβλων κύκλων κατά την διαδικασία ένταξης τους στην αγορά.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα πιθανά «μονοπάτια» που εξετάζονται επικεντρώνονται σε πιθανά εναλλακτικά και εφικτά πρότυπα διακυβέρνησης για τα

ενεργειακά συστήματα και στους τρόπους που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την τεχνολογική, θεσμική και κοινωνική εξέλιξη αυτών των συστημάτων. Τα πρότυπα διακυβέρνησης σχετίζονται με την μίξη και ταυτόχρονη ισορροπία των δράσεων μιας κεντρικής κυβέρνησης, παραγόντων της απελευθερωμένης αγοράς και των κοινωνικών φορέων των πολιτών. Αυτές οι τρεις συνιστώσες δημιουργούν έναν «χώρο δράσης», στο οποίο το σημερινό ενεργειακό καθεστώς βασίζεται. Ανάλογα με το ποια συνιστώσα έχει κάθε φορά την περισσότερη δύναμη, διαμορφώνεται το κάθε κομμάτι της ενεργειακής μετάβασης. Ύστερα από την εφαρμογή της μεθοδολογίας αυτής, οι μελετητές κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα:

- ✓ Το πρώτο μονοπάτι, οι «Κανόνες της Αγοράς», οραματίζεται την ευρεία συνέχιση του σημερινού τρόπου διακυβέρνησης. Η κυβέρνηση είναι αυτή που καθορίζει τους υψηλούς στόχους του συστήματος και καθορίζει τις γενικές θεσμικές δομές, οι οποίες όμως βασίζονται στην ελάχιστη δυνατή παρέμβαση στην οργάνωση της αγοράς, μηχανισμός που θεωρείται ως ο πιο αποτελεσματικός και αποδοτικός για την παροχή ενεργειακών υπηρεσιών. Αυτό οδηγεί στη συνέχιση του σημερινού κεντροποιημένου συστήματος ενεργειακών υπηρεσιών που παρέχονται κυρίως από μεγάλες επιχειρήσεις. Ωστόσο, θα υπάρχουν πιέσεις εμφανής σε αυτό το μονοπάτι, όπως είναι ο βαθμός στον οποίο αναγκαίες επενδύσεις σε δεξιότητες και τεχνολογικές δυνατότητες γίνονται, προκειμένου να καταστεί δυνατή η συνέχιση σημαντικών μειώσεων των εγχώριων εκπομπών.

Τα σημεία διακλάδωσης σε αυτό το μονοπάτι προφανώς και είναι πάρα πολλά. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η τεχνολογία που έχει αναπτυχθεί στην αγορά της Δέσμευσης και Αποθήκευσης του Άνθρακα (CCS). Η τεχνολογία αυτή εκτιμάται ότι μέχρι το 2020 δεν θα είναι εμπορικά βιώσιμη, λόγω της αποτυχίας μείωσης του κόστους ή λόγω έλλειψης της ενεργειακής απόδοσης ή αποδοχής από το αγοραστικό κοινό. Όλα αυτά μπορούν να ξεπεραστούν αν λάβει η κυβέρνηση τα απαραίτητα μέτρα για την προώθηση της τεχνολογίας. Η λογική των «Κανόνων της Αγοράς» είναι ότι οι μηχανισμοί της αγοράς είναι οι κύριοι παράγοντες αύξησης των επενδύσεων σε νέες

τεχνολογίες και ότι τα «σημεία διακλάδωσης», δηλαδή η αντίδραση των άλλων μονοπατιών στην αγορά σχετίζεται με την επιτυχία ή αποτυχία των μηχανισμών αυτών στην εξαγωγή αποτελεσμάτων που θα ωφελήσουν την αγορά στο να συνεχίσει στην μια επιτυχημένη πορεία της τεχνολογίας. Εάν τα άλλα μονοπάτια από την πλευρά τους βλέπουν αποτυχία του σχεδίου που βασίζεται στη λογική της αγοράς, θα δημιουργηθούν αναταραχές και τα μονοπάτια θα συγκρουστούν μεταξύ τους και οι μεγάλες ενεργειακές επιχειρήσεις θα βρεθούν στο δίλημμα του εάν είναι διατεθειμένες προχωρήσουν στην περαιτέρω επένδυση στη συγκεκριμένη τεχνολογία.

Έτσι, λοιπόν, οι επιλογές που έχει το συγκεκριμένο μονοπάτι ανάγονται στις τρεις αρχικές. Εάν, η τεχνολογική εξέλιξη έχει θετικά αποτελέσματα, τότε η λογική του «μονοπατιού» της αγοράς ενισχύεται και μπορεί η αγορά να συνεχίσει στο δρόμο που έχει ήδη διαγράψει. Εάν υπάρχουν αντιδράσεις και οι μηχανισμοί της αγοράς θεωρούνται ανεπαρκείς για την ένταξη της τεχνολογίας από την αγορά «επώασης» στην αγορά πλήρους ανταγωνισμού, τότε καλείται να λάβει δράση το δεύτερο μονοπάτι του «Κεντρικού Συντονισμού», να κάνει τις απαραίτητες αναπροσαρμογές, τροποποιώντας εν μέρει το αρχικό πλάνο που είχε χαράξει η αγορά. Τέλος, εάν προκληθεί έντονος σκεπτικισμός και ανησυχίες για την ενεργειακή απόδοση των επενδύσεων εκ μέρους του τρίτου μονοπατιού, δηλαδή ακόμα και από την κοινωνία, τότε ο δρόμος που έχει επιλέξει το μονοπάτι τίθεται υπό πλήρη αμφισβήτηση και η μετάβαση έχει αποτύχει.

Η μελέτη λοιπόν αυτού του «σημείου διακλάδωσης» μας δείχνει τον τρόπο που θα δράσει το εκάστοτε μονοπάτι μια τεχνολογία που λανσάρετε από την πλευρά της αγοράς τίθεται υπό αμφισβήτηση. Κατά αυτόν τον τρόπο, τα σημεία διακλάδωσης δρουν ως ενδείξεις κινδύνου και μπορούν να λειτουργήσουν ευεργετικά για την αγορά εάν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα εγκαίρως. Κάθε μονοπάτι κλίνεται να μελετήσει αυτά τα σημεία διακλάδωσης και να προβεί στη λήψη αποφάσεων βασισόμενο στις πιθανές εξελίξεις. Τα «σημεία

διακλάδωσης» δηλαδή δρουν κατά έναν τρόπο ως μια βάση λήψης στρατηγικών αποφάσεων.

- ✓ Το δεύτερο μονοπάτι, ο «Κεντρικός Συντονισμός», προβλέπει μεγαλύτερη άμεση κυβερνητική συμμετοχή στη διακυβέρνηση των ενεργειακών συστημάτων. Θα μπορούσε κάλλιστα να περιλαμβάνει τη δημιουργία μιας Αρχής Ενεργειακής Στρατηγικής ή τη χρήση των συμβάσεων για την παροχή νέας γενιάς χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Αρχικά το επίκεντρο της προσοχής πρέπει να δοθεί στην παράκαμψη ή την αντιμετώπιση προβλημάτων στο ισχύον σύστημα, με την αντιμετώπιση των περιορισμών μεταφοράς, θεμάτων σχεδιασμού, εφοδιασμού και δεξιοτήτων, καθώς και την εισαγωγή μέτρων συμπεριφοράς από την πλευρά της ζήτησης, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης των προτύπων ενεργειακής απόδοσης για τα προϊόντα και τις νέες κατοικίες. Οδηγώντας σε αυτά τα μέτρα και να παρέχοντας μια ισχυρή «ώθηση της τεχνολογίας» σχετικά με την ανάπτυξη των βιομηχανικών και των κλιματικών οφελών, οι δράσεις αυτές θα μπορούσαν να νομιμοποιήσουν την περαιτέρω ανάμιξη της κυβέρνησης για τον επηρεασμό του τρόπου ζωής και της συμπεριφοράς του καταναλωτή.

Ένα χαρακτηριστικό πρόβλημα που θα μπορούσε να αντιμετωπίσει το μονοπάτι του «Κεντρικού Συντονισμού» είναι για παράδειγμα η αποτυχία του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης λόγω της μη αποδοτικότητας ή της έλλειψης επενδύτων. Είναι κύριο μέλημα της κυβέρνησης να λειτουργεί κατά τρόπο τέτοιο έτσι ώστε να ενθαρρύνει τις επενδύσεις με στόχο της τεχνολογική ανάπτυξη και ευημερία. Τα «σημεία διακλάδωσης» σε αυτή τη περίπτωση εγείρονται όταν η κυβέρνηση και οι συνεργάτες που έχει επιλέξει κρίνονται ανεπαρκή, με ευρύ κοινωνικά και οικονομικά κόστη. Για την αντιμετώπιση της κατάστασης, μπορεί να υιοθετηθούν τα παρακάτω πλάνα.

Πρώτα πρώτα, η ίδια η κυβέρνηση μπορεί να προχωρήσει σε μια νέα μορφή εθνικοποίησης των ενεργητικών στοιχείων της ενεργειακής βιομηχανίας, συνεχίζοντας λοιπόν στο ίδιο δρόμο που έχει επιλέξει.

Από την άλλη, η γραφειοκρατικές διαδικασίες και η έλλειψη ανταγωνισμού μπορούν να θεωρηθούν αιτίες αυτής της αποτυχίας και να αναγκαστεί να παρέμβει ο μηχανισμός της αγοράς με στόχο της περαιτέρω βελτίωση της τεχνολογίας που θα την καταστήσει πιο ελκυστική στους επενδυτές. Αυτό βέβαια θα αποτελέσει ένα βήμα πίσω για τις επενδύσεις και χάσιμο χρόνου όσον αφορά την επίτευξη των ενεργειακών στόχων. Τέλος, η έλλειψη συντονισμού και η αδυναμία της κυβέρνησης να μειώσει τη ζήτηση μπορεί να οδηγήσει σε ένα ενεργειακό σύστημα βασιζόμενο καθαρά στην τιμή της πρώτης ύλης με μεγάλα κόστη, που θα έχει ως αποτέλεσμα την άνιση κατανομή της ενέργειας μόνο στους καταναλωτές που θα μπορούν να ανταπεξέλθουν στα αυξημένα κόστη της. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι η πορεία που έχει διαλέξει να ακολουθήσει το μονοπάτι αποτυγχάνει πλήρως, με μεγάλο αντίκτυπο στα «Χίλια Λουλούδια» αρχικά και εν συνεχεία στην αγορά αφού η επιβράδυνση των τεχνολογικών εξελίξεων θα είναι αναπόφευκτη.

- ✓ Το τρίτο μονοπάτι, τα Χιλιάδες Λουλούδια, οραματίζεται μια μεγαλύτερη έμφαση σε πιο τοπικές και ποικιλόμορφες λύσεις. Η μετάβαση σε αυτό το επίπεδο μπορεί να επηρεαστεί από καινοτόμες τοπικές αρχές και ομάδες πολιτών, που μπορούν παραδείγματος χάρη να δημιουργήσουν τοπικά κινήματα, για την ανάπτυξη των τοπικών μικρο-δικτύων και των εταιριών παροχής ενεργειακών υπηρεσιών. Αυτή η κίνηση με τη σειρά της θα φέρει την ανάπτυξη σε πιο τοπικό επίπεδο αφού θα μπορούσε να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην δημιουργία τεχνολογικών και θεσμικών λύσεων με τοπική έδρα, αμφισβητώντας κατά αυτόν τον τρόπο την κυριαρχία των ήδη κυρίαρχων μεγάλων ενεργειακών εταιριών. Αυτό το μονοπάτι σαφώς διατρέχει υψηλότερο βαθμό κινδύνου σε σχέση με τους υπόλοιπους παράγοντες που κυριαρχούν, καθώς διαθέτει λιγότερους και πιο αδύναμους υποστηρικτικούς μηχανισμούς.

2.5 Τα «Σημεία Διακλάδωσης» στη διαδικασία Λήψης Αποφάσεων

Από την παραπάνω περιληπτική ανάλυση των σημείων διακλάδωσης στην πορεία δράσης που έχουν χαράξει τα εκάστοτε μονοπάτια, μπορούμε ενδεικτικά να καταλάβουμε πως μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε ως εργαλείο για να εκμαιεύσει προβληματισμούς των ενδιαφερόμενων για πιθανές αντιδράσεις των φορέων και των στρατηγικών μείωσης του κινδύνου. Η προσέγγιση αυτή λοιπόν στοχεύει στην παροχή διορατικότητας για το πως οι αποφάσεις των φορέων επιτρέπουν αλλαγές και στο πως οι διάφοροι θεσμοί επιτρέπουν ή περιορίζουν την διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Με βάση αυτή τη μεθοδολογία μπορούμε να σκεφτόμαστε διάφορες πιθανές εκδοχές για τα μακροπρόθεσμα κοινωνικο-τεχνικά σενάρια. Οι προβληματισμοί σχετικά με τη μακροπρόθεσμη εκπλήρωση των στόχων ενός μονοπατιού είναι μια σύνθετη δραστηριότητα με αβεβαιότητα. Τα σενάρια που αναπτύσσονται μπορούν να χρησιμοποιήσουν ενδεχόμενα στοιχεία, που αντικατοπτρίζουν εξελίξεις που είναι στην αρμοδιότητα των φορέων των συστημάτων για τροποποίηση, από «προκαθορισμένα στοιχεία» μέσα στο σύστημα, που απορρέουν από σταθερούς παράγοντες και εξωτερικά «ενδεχόμενα», τα οποία είναι παράγοντες που το σύστημα δεν μπορεί να επηρεάσει. Προκαθορισμένα και μη ενδεχόμενα απαιτούν την ύπαρξη ενός συστήματος λήψης προστατευτικών αποφάσεων, στο οποίο το κάθε μονοπάτι μπορεί να αναλάβει δράση για την αύξηση της ανθεκτικότητάς του απέναντι σε εσωτερικές και εξωτερικές απειλές.

Η ανάλυση των σημείων διακλάδωσης σε κάθε μονοπάτι έχει στόχο να προσφέρει ιδέες και γνώσεις που θα ενημερώνουν τον κάθε φορέα ξεχωριστά για τα είδη προληπτική και προστατευτικής λήψης αποφάσεων που μπορούν να λάβουν και για την ταυτόχρονη ενίσχυση της κοινωνικής συναίνεσης. Παραδείγματος χάριν, το σημείο διακλάδωσης που συνοδεύει το μονοπάτι που έχει επιλέξει ο «Κεντρικός Συντονισμός» από την παραπάνω ανάλυση που κάναμε μας επιδεικνύει την ανάγκη για την μεγαλύτερη στήριξη στην πλευρά της κοινωνικής συναίνεσης γύρω από το σκοπό του μονοπατιού και τη σωστή λειτουργία της Αρχής Ενεργειακής Στρατηγικής, εάν πραγματικά θέλει να επιτύχει ο δρόμος που έχει επιλέξει να ακολουθήσει.

Έτσι λοιπόν μπορούμε να δούμε να έμπρακτα τη χρησιμότητα των «σημείων διακλάδωσης» για την ενημέρωση του τρόπου δράσης των παραγόντων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε σχέση με μελλοντικές ενεργειακές μεταβάσεις. Αρχικά, η ιστορική μελέτη παλαιότερων σημείων διακλάδωσης βοηθάει στην κατανόηση της πολυπλοκότητας και των δυναμικών διαδικασιών που συνοδεύουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σε κρίσιμα σημεία παλαιότερων ενεργειακών μεταβάσεων, καθώς και το πως οι διάφοροι τομείς αλληλεξαρτώνται. Μπορούμε κατά αυτόν τον τρόπο να κατανοήσουμε καλύτερα πως ανταγωνιστικές λογικές συμπεριφέρονται και ποιες ήταν οι λύσεις που υιοθετήθηκαν για την αποδοχή και καθιέρωση των προηγούμενων ενεργειακών μεταβάσεων. Μπορούμε κατά αυτόν τον τρόπο να βγάλουμε πολύτιμα συμπεράσματα για μελλοντικές μεταβάσεις και για το πως θα μπορούσαμε πιο εύκολα να τις εντάξουμε στο ήδη υπάρχον ενεργειακό σκηνικό. Δεύτερον, είναι σημαντική η μελέτη προηγούμενων ενεργειακών μεταβάσεων όσον αφορά τη λήψη αποφάσεων, καθώς με αυτό τον τρόπο μπορούμε να προσεγγίσουμε την φύση, την ένταση και τη χρονική διάρκεια που θα έχει μια ενεργειακή μετάβαση. Τρίτον, η μελέτη πιθανών μελλοντικών σημείων διακλάδωσης θα μας βοηθήσει στο να διακρίνουμε και να κατανοήσουμε πιθανά σημεία-κλειδιά, ευκαιρίες και περιορισμούς που μπορεί να αντιμετωπίσουν τα διαφορετικά μονοπάτια κατά τη διαδικασία της ενεργειακής μετάβασης. Τόσο κυβερνητικοί, όσο κοινωνικοί και αγοραστικοί παράγοντες θέλουν να είναι ενήμεροι και να έχουν μια εικόνα για τις πιθανές απειλές που μπορούν να αναπτυχθούν σε κάθε επίπεδο. Κατά αυτόν τον τρόπο θα είναι ικανοί να αντιμετωπίσουν όλα τα προβλήματα με τα οποία μπορούν να βρεθούν αντιμέτωποι και να επηρεάσουν την πρόοδο της μετάβασης και τα οποία θα μπορούσαν ίσως να αντιμετωπίσουν εάν εκτός από μια ανταγωνιστική πολιτική καθιερώσουν μια πολιτική αλληλοβοήθειας για την αποφυγή πληγμάτων που μπορεί να δεχθούν και οι ίδιοι. Έτσι λοιπόν θα μπορούσαμε να έχουμε πιο γρήγορη, εύκολη και αποτελεσματική ενεργειακή μετάβαση στην οποία θα αποφευχθούν φάβλοι κύκλοι, οπισθοδρομήσεις και θα είναι δυνατή η υλοποίηση κάθε δυνατής ευκαιρίας.

2.6 Μαθήματα για την τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση

Πρώτο και κύριο μάθημα που μπορούμε να πάρουμε από την ιστορική μελέτη των παρελθοντικών ενεργειακών μεταβάσεων είναι η ιδιαίτερη έμφαση που πρέπει να

δώσουμε στην χρονική διάρκεια που πρέπει να έχει μια ενεργειακή μετάβαση για να μπορέσει να θεωρηθεί επιτυχημένη.^{xiii} Πρέπει να εστιάσουμε την προσοχή μας και να αποφύγουμε να βεβιάσουμε καταστάσεις, εισάγοντας τεχνολογικά, βιομηχανικά και οικονομικά ανέτοιμες μορφές ενέργειας στην αγορά. Μια πολύ γρήγορη, πολύ μεγάλη και πολύ πρόωγη μετάβαση μπορεί να αποβεί μοιραία, φέροντας τα άκρως αντίθετα αποτελέσματα για τις υπηρεσίες της νέας μορφής ενέργειας. Ναι μεν η μετάβαση πρέπει να γίνει σε σχετικά γρήγορους ρυθμούς, αλλά οι βεβιασμένες κινήσεις επιφέρουν μεγάλο ρίσκο και την απόρριψη της νέας τεχνολογίας από το αγοραστικό κοινό.

Η συνέπεια, η σταθερότητα και η συνάφεια των ρυθμιστικών αρχών είναι κλειδί για την ενεργειακή μετάβαση. Οι τεχνολογικές εξελίξεις και η καινοτομία θα πρέπει να υποστηρίζονται συνεχώς από τις πολιτικές που ακολουθούνται από κάθε χώρα. Απώτερος σκοπός τους θα πρέπει να είναι η εξασφάλιση ενός κλίματος που θα επιτρέπει στην έρευνα και στις τεχνολογικές εξελίξεις να ευδοκιμήσουν, χωρίς να συναντούν χρονικές καθυστερήσεις ή ρυθμιστικές απαγορεύσεις στο δρόμο τους. Οι ακανόνιστες πολιτικές μπορούν να θεωρηθούν επιζήμιες για την ανάπτυξη της αγοράς και μπορούν να προασπίσουν την αποτυχία στην ενεργοποίηση μιας μετάβασης. Η σύγκλιση των ρυθμιστικών αρχών είναι το κλειδί για την γαλούχηση της παραγωγής από την πληθώρα διαφορετικών φορέων και μηχανισμών της αγοράς. Μόνο έτσι μπορεί να σημειωθεί συνεργασία σε γνωστικό επίπεδο μέσω της E&A και της εφαρμοσμένης γνώσης και τεχνογνωσίας. Η ισορροπία των ρυθμιστικών πολιτικών που ακολουθούνται και της καινοτομίας είναι ζωτικής σημασίας, καθώς η διαφοροποίηση της αγοράς καινοτομίας είναι η μονή στρατηγική που μπορεί να μειώσει τα ρίσκα μια πλήρους αποτυχίας ρίχνοντας όλο το βάρος στην ανάπτυξη μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας.

Όσον αφορά το κομμάτι της απελευθερωμένης αγοράς, η πρόκληση για τους φορείς χάραξης πολιτικής μέσα σε ένα απελευθερωμένο περιβάλλον είναι ότι το κόστος των φιλόδοξων στόχων πολιτικής για το κλίμα θα είναι στο μέλλον όλο και πιο εμφανές στους καταναλωτές της ενέργειας. Η πολιτική στήριξη της απελευθερωμένης αγοράς σε συνδυασμό με την αυστηρότερη πολιτική για την προστασία του κλίματος εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από τον υπολογισμό του κατά πόσον τα οικονομικά οφέλη αντισταθμίζουν τα περιβαλλοντικά οφέλη από την

επιτάχυνση της απεξάρτησης από τον άνθρακα μέσω της κυβερνητικής παρέμβασης. Αυτός ο υπολογισμός με τη σειρά του εξαρτάται από το αν η μεγαλύτερη κρατική παρέμβαση στην αγορά ενέργειας θα επιταχύνει την επιτυχή απεξάρτηση από τον άνθρακα και με ποιο κόστος. Στο τέλος όμως αποδεικνύεται, ότι δεν είναι η απελευθέρωση της αγοράς αυτή καθαυτή που θα καθορίσει τη μετάβαση στα επίπεδα χαμηλής εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα, αλλά και η προθυμία της κοινωνίας να αναλάβει το επαυξημένο κόστος που θα την ακολουθήσει.

Σε μια απελευθερωμένη αγορά, λοιπόν, όπως είναι κατά κύριο λόγο οι αγορές σήμερα, υπάρχει έντονος ανταγωνισμός μεταξύ των εταιριών παροχής υπηρεσιών. Κάθε μία αγωνίζεται με νύχια και με δόντια να αναπτύξει και να τελειοποιήσει το δικό της προϊόν ή τη δική της υπηρεσία, με απώτερο σκοπό την επικράτησή της έναντι μιας άλλης. Ο ανταγωνισμός οδήγησε στην επίτευξη καινοτόμων υπηρεσιών από πολλές εταιρίες. Όταν όμως στόχος είναι η μετάβαση σε ένα περιβάλλον «χαμηλού άνθρακα», που αποτελεί κοινωνικό αγαθό πλέον και ο χρόνος είναι πολύτιμος, ο ανταγωνισμός δεν είναι αρκετός. Η συνεργασία μεταξύ των εταιριών, η μεταλαμπάδευση τεχνογνωσίας από τη μία εταιρία στην άλλη και η δυνατότητα να μάθει η μία εταιρία από τα τυχόν λάθη μιας άλλης, με σκοπό να αποφύγει λάθη-τροχοπέδια για την πορεία την ενεργειακής μετάβασης είναι εξίσου σημαντικά.

Από τις ιστορικές μελέτες των ενεργειακών μεταβάσεων μπορούμε, επίσης, να συμπεράνουμε ότι οι άνθρωποι ανταποκρίνονται στα κίνητρα τιμών και αυτά είναι που θα παίξουν σημαντικό ρόλο στη πορεία. Σημαντικό θα είναι οι επιβαρύνσεις που θα δεχτούν οι νέοι καταναλωτές να μην είναι απαγορευτικές και να μην τους αποθαρρύνουν στο να επενδύσουν στη νέα τεχνολογία. Η επιβάρυνση θα πρέπει να είναι υποφερτή και να συνυπολογιστεί με βάση το διαθέσιμο κεφάλαιο κατά την παρούσα χρονική στιγμή. Από την πλευρά της, η κυβέρνηση και οι ρυθμιστικές αρχές πρέπει να φροντίσουν να δοθούν οικονομικά κίνητρα, τόσο σε επίπεδο καταναλωτών όσο και σε επίπεδο επενδύσεων άλλων εταιριών, για να μπορούμε να έχουμε μια πορεία ομαλή πορεία προς την ταυτόχρονη οικονομική ανάπτυξη και ενεργειακή μετάβαση προς τεχνολογίες «χαμηλού άνθρακα».

Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη μιας επιτυχημένης μετάβασης με βάση την ιστορία είναι το ανθρώπινο δυναμικό. Για να συνεχίσουν οι τεχνολογικές εξελίξεις και η καινοτομία απαραίτητο είναι οι επιστήμονες που

κρύβονται πίσω από τις μελέτες να είναι καλά κατηρτισμένοι. Η επιτυχία προηγούμενων μεταβάσεων, όπως ήταν η Βιομηχανική Επανάσταση, κρίθηκε από την προσφορά του επιστημονικού κλάδου, που αποτελείτο από κατηρτισμένους ανθρώπους με ιδιαίτερη έφεση στις επιστήμες, ενώ επισφραγίστηκε από την οικονομική συνεισφορά οικονομικά αιρετών ανθρώπων, που είχαν γνώση και αντίληψη των αυξανόμενων απαιτήσεων της κοινωνίας και έκριναν ότι έπρεπε να βοηθήσουν και επενδύσουν οικονομικά στις μελέτες που αφορούσαν την ενεργειακή μετάβαση σε πιο επικερδείς μορφές ενέργειας. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι η επιστήμη ναί μεν είναι απαραίτητη για μια επιτυχημένη μετάβαση, αλλά δεν είναι αρκετή εάν δεν υπάρχει το κατάλληλο οικονομικό και επενδυτικό υπόβαθρο από πίσω.

Χρέος των ρυθμιστικών αρχών και της εκάστοτε κυβέρνησης είναι εκτός των άλλων και η διαφύλαξη των αγορών «επώασης» των τεχνολογιών, οι οποίες σε προηγούμενες ενεργειακές μεταβάσεις έπαιξαν σημαντικό ρόλο, και είναι σίγουρο ότι θα έχουν καθοριστικό ρόλο και στην τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση. Ένα σημαντικό μάθημα που πήραμε από τις προηγούμενες ενεργειακές μεταβάσεις ήταν οι καταναλωτές τότε ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν αδρά χρηματικά ποσά για τεχνολογίες που βρίσκονταν σε αρχικά στάδια της εξέλιξης τους. Στην παρούσα φάση όμως, που η οικονομική κρίση έφερε πολλά προβλήματα σε οικονομικό επίπεδο και οι καταναλωτές είναι πιο διστακτικοί στις επενδύσεις, η κυβέρνηση οφείλει να τις υποστηρίξει και να τις διαφυλάξει. Μια αποτελεσματική υποστήριξη αυτών των αγορών θα περιλάμβανε την υιοθεσία κινήτρων για την παροχή ολοένα και πιο φτηνών υπηρεσιών ενέργειας και αξιόλογων επιπρόσθετων χαρακτηριστικών με την ταυτόχρονη προσπάθεια αντιμετώπισης και εξάλειψης όλων των αρνητικών θεμάτων που βγαίνουν στην επιφάνεια και αφορούν τις τεχνολογίες που βρίσκονται σε εξελικτικό στάδιο ακόμα.

Τελευταίο, και ίσως πιο σημαντικό, μάθημα που θα πρέπει να εξάγουμε για την τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση είναι ότι σε καμία περίπτωση δεν έχουμε ένα ιστορικό ανάλογο με τις προηγούμενες μεταβάσεις. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία ως προς την έννοια «τεχνολογίες χαμηλού άνθρακα». Οι προηγούμενες ενεργειακές μεταβάσεις, και ιδιαιτέρως η μεγαλύτερη εξ αυτών, η Βιομηχανική Επανάσταση, χαρακτηρίστηκαν από βιομηχανικές επαναστάσεις με ιδιαίτερα υψηλές

εκπομπές άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η επιτυχία της ήταν βασισμένη στην εκμετάλλευση ορυκτών πόρων που απελευθέρωσαν ουσιαστικά την τότε οικονομία από τους περιορισμούς που θα αντιμετώπιζε, δημιουργώντας ευημερία. Οι συνέπειες όμως για το περιβάλλον από την υιοθέτηση των νέων τεχνολογικών εξελίξεων ήταν και εξακολουθούν μέχρι και σήμερα να είναι καταστρεπτικές για το περιβάλλον. Η τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση όμως στηρίζεται στην υιοθέτηση πηγών ενέργειας που είναι φιλικές προς το περιβάλλον, χωρίς όμως την παροχή των μεγάλων οικονομικών κινήτρων. Είναι μια μετάβαση περιβαλλοντικού και κοινωνικού χαρακτήρα, από την οποία όμως λείπουν τα ισχυρά οικονομικά κίνητρα. Θα πρέπει, λοιπόν, να βασιστούμε σε ότι πληροφορίες μπορούμε να αντλήσουμε από τις προηγούμενες ενεργειακές μεταβάσεις και μπορούν να φανούν χρήσιμες για την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων και των δυναμικών διαδικασιών που τις συνόδευσαν. Είναι, όμως, ακόμα πιο σημαντικό να αποκτήσουμε βαθύτερη γνώση και κατανόηση όλων των παραγόντων που επηρεάζουν την τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση και των τρόπων με τους οποίους αυτή είναι δυνατόν να επιτευχθεί, παρά τις δυσκολίες που αντιμετωπίζονται αυτή τη στιγμή.

Κεφάλαιο 3^ο: Η Τρέχουσα Ενεργειακή Μετάβαση

3.1 Πιθανή Βιομηχανική Επανάσταση «Χαμηλού Άνθρακα»

Οι πιο πρόσφατες προσπάθειες για την προώθηση της μετάβασης σε μια οικονομία «χαμηλού άνθρακα» επηρεάζονται από μια προσπάθεια ναδειχθεί ότι μέσω της μετάβασης αυτής θα έρθουμε αντιμέτωποι με μια σειρά από προκλήσεις που θα επιφέρουν εν τέλει οικονομικά οφέλη και ευημερία παρόμοια με αυτά των προηγούμενων μεταβάσεων. Σύμφωνα με τους θεσμικούς παράγοντες και τους ακαδημαϊκούς αναλυτές, η μετάβαση αυτή θα μπορούσε να πάρει τη μορφή μια νέας «Βιομηχανικής Επανάστασης» με βάση δύο κύρια επιχειρήματα. Πρώτον, η κλίμακα των αλλαγών που απαιτούνται για να επιτευχθούν οι στόχοι για τη μετρίαση της κλιματικής αλλαγής σε επίπεδο τεχνολογικό, θεσμικό και εφαρμογών είναι συγκρίσιμη με την κλίμακα των αλλαγών που έλαβαν μέρος στις προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις. Δεύτερον, τα παραγωγικά οφέλη και η οικονομική ευημερία που θα μπορούσαν να επιτευχθούν μέσα από αυτή τη μετάβαση είναι παρόμοια με αυτά των προηγούμενων μεταβάσεων. Για αυτούς τους λόγους εκτελέσαμε την ιστορική μετάβαση των προηγούμενων μεταβάσεων.

Οι διαφορές όμως που συναντάμε στην τρέχουσα σημαντικοί μετάβαση σε σχέση με τις προηγούμενες είναι πολύ σημαντικές. Όπως, ήδη αναφέραμε, μιλάμε για μια μετάβαση «χαμηλού άνθρακα». Εκτός από το γεγονός ότι η μετάβαση έχει αποκτήσει κατά βάση κοινωνικό ρόλο (το δημόσιο αγαθό της προστασίας του κλίματος και της μείωσης των επιπτώσεων του φαινομένου του θερμοκηπίου στον πλανήτη), οι αγοραστικές προοπτικές των ανανεώσιμων τεχνολογιών που θέλουμε να υποκαταστήσουν τις προηγούμενες τεχνολογίες διαφέρουν σημαντικά. Οι τεχνολογίες θεωρούνται ακόμα ανώριμες για να αντικαταστήσουν την τεχνολογικά πλέον πλήρως εξελιγμένη τεχνολογία τους άνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Οι θεσμικές πολιτικές, οι δράσεις και τα εκτελεστικά όργανα που σχετίζονται με την ενεργειακή αυτή μετάβαση εξακολουθούν να επηρεάζονται άμεσα από την αλληλεπίδραση και τους συμβιβασμούς που πρέπει να γίνουν μεταξύ της προστασίας του κλίματος και άλλων στόχων της ενεργειακής πολιτικής, όπως είναι η ενεργειακή απόδοση, η οικονομική προσιτότητα και η δυνατότητα ανταγωνισμού μεταξύ των διεθνών αγορών. Ακόμα και η χρονική κλίμακα στην οποία έχει γίνει δέσμευση για την επίτευξη των στόχων διαφέρει. Σύμφωνα με τις συμβάσεις που έχουν υπογραφεί από τους διεθνείς οργανισμούς, το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα θα πρέπει

να έχει επανέλθει στα ίδια επίπεδα με τις αρχές τους 1990 μέχρι το 2050. Απομένουν δηλαδή 36 χρόνια για να ολοκληρωθεί η διαδικασία μετάβασης, με τις αγορές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να μην είναι ακόμα έτοιμα να ανταγωνιστούν τα ορυκτά καύσιμα.^{xiii} Αυτός είναι ένας σημαντικός περιορισμός, που αυξάνει σημαντικά την πίεση για την γρήγορη επίτευξη της μετάβασης και μπορεί να οδηγήσει σε βιαστικές αποφάσεις που να πλήξουν την οικονομία και την κοινωνία και ταυτόχρονα να μην επιφέρουν καμία περιβαλλοντική πρόοδο.

3.2 Η Ευρωπαϊκή Ένωση και το νομοθετικό της πλαίσιο.

Από την αρχή της συλλογικής προσπάθειας για τον μετριασμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, ο ρόλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην επιβολή των δεσμευτικών μέτρων ήταν καθοριστικός. Όλες οι δεσμεύσεις που έχουν γίνει μέχρι στιγμής, έχουν τεθεί λόγω μεγάλης θέλησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την επιβολή ενός κοινού σχεδίου για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Σημαντικό ρόλο έχει παίξει και η Γερμανία σε αυτή τη προσπάθεια, καθώς η καγκελάρια της Άνγκελα Μέρκελ δεσμεύτηκε για αλλαγή του ενεργειακού πλάνου της χώρας και πλήρης απεξάρτησης της από την πυρηνική ενέργεια. Η περίπτωση της Γερμανίας, που αυτή τη στιγμή έχει ηγετική θέση στο οικονομικό και πολιτικό παρασκήνιο θα συζητηθεί πιο αναλυτικά στη συνέχεια. Αλλά πως η ίδια η Ευρωπαϊκή Ένωση από την πλευρά της χειρίζεται την παρούσα κατάσταση; Τί μέτρα έχει λάβει η ίδια για την επίτευξη των στόχων του Πρωτοκόλλου του Κιότο και για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής;

3.2.1 Το «Πακέτο» Μέτρων 2020 για το Κλίμα και την Ενέργεια.

Το πακέτο αυτό μέτρων για το κλίμα και την ενέργεια είναι ένα σύνολο δεσμευτικών νόμων, το οποίο αποσκοπεί στη διασφάλιση των φιλόδοξων στόχων που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση για το 2020.^{xiv} Αυτοί οι στόχοι, γνωστοί και ως «Στόχοι 20-20-20», είναι οι εξής:

1. Μείωση 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ από τα επίπεδα του 1990,

2. Αύξηση του μεριδίου της ευρωπαϊκής κατανάλωσης ενέργειας που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο 20%,
3. Βελτίωση κατά 20% της ενεργειακής απόδοσης της ΕΕ.

Οι στόχοι αυτοί τέθηκαν σε εφαρμογή από τους ηγέτες της ΕΕ τον Μάρτιο του 2007, αποσκοπώντας στον επίτευξη μιας οικονομίας «χαμηλού άνθρακα» και υψηλής ενεργειακής απόδοσης στην Ευρώπη. Επίσης, η ΕΕ δέχεται την περαιτέρω μείωση των εκπομπών των αερίων στο 30% μέχρι το 2020, με την προϋπόθεση όμως ότι και οι υπόλοιπες χώρες, αναπτυγμένες και μη, θα αναλάβουν το μερίδιο ευθύνης τους στην προσπάθεια αυτή.

Οι «20-20-20 στόχοι» αποτελούν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στην κλιματική και ενεργειακή πολιτική που ενισχύει την ενεργειακή ασφάλεια και την ανταγωνιστικότητα της ΕΕ. Είναι επίσης πρωταρχικοί στόχοι για μια έξυπνη, βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη, αναγνωρίζοντας ότι συνεισφέρει ταυτόχρονα στην παραγωγή «πράσινης» ανάπτυξης και στη δημιουργία θέσεων εργασίας. Υπολογίζεται ότι η επίτευξη αυτή των στόχων θα δημιουργήσει το άνοιγμα 417.000 πρόσθετων θέσεων εργασίας, ενώ η προσπάθεια βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης κατά 20% προβλέπεται να δημιουργήσει άλλες 400.000 θέσεις εργασίας.

Κάτω από την ομπρέλα του δεσμευτικού ενεργειακού πλαισίου για το 2020, τα κράτη-μέλη της ΕΕ έχουν θέσει εκ νέου δικούς τους δεσμευτικούς εθνικούς στόχους για την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέχρι το 2020, με σκοπό την καλύτερη προσαρμογή της νομοθεσίας κάθε κράτους στα δικά του δεδομένα και στις δικές του δυνατότητες για αύξηση του μεριδίου παραγωγής ενέργειας μέσω των ανανεώσιμων πηγών. Οι ξεχωριστοί αυτοί νόμοι θα βοηθήσουν την Ευρώπη σαν σύνολο να επιτύχει στο στόχο του 20% παραγωγής ενέργειας μέσω ανανεώσιμων – από τα επίπεδα του 9.8% που βρισκόταν το 2010.

Κλειδί για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με οικονομικά αποδοτικό τρόπο είναι η μεταρρύθμιση του Συστήματος Εμπορίας Εκπομπών της ΕΕ (EU Emissions Trading System-EU ETS). Το EU ETS αποτελεί έναν ακρογωνιαίο λίθο της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωση για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και βασικό εργαλείο για τη μείωση των βιομηχανικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Καλύπτει πάνω από 11.000 σταθμούς

παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και βιομηχανικές εγκαταστάσεις σε 31 χώρες, καθώς και αεροπορικές εταιρείες και βασίζεται στην αρχή λειτουργίας του «καπέλου» και της «εμπορίας».

Το «καπέλο», ή αλλιώς ανώτατο όριο, τίθεται στη συνολική ποσότητα ορισμένων αερίων που μπορούν να εκπέμπονται από εργοστάσια, σταθμούς παραγωγής ενέργειας και άλλων εγκαταστάσεων στο σύστημα. Το όριο αυτό μειώνεται με τη πάροδο του χρόνου αποσκοπώντας στην συνολική μείωση των συνολικών εκπομπών. Για το 2020, οι εκπομπές που προέρχονται από τους τομείς που καλύπτονται από το EU ETS, θα πρέπει να έχουν μειωθεί κατά 21% με βάση τα επίπεδα του 2005. Εντός αυτού του ορίου, οι εταιρίες λαμβάνουν ή αγοράζουν άδειες εκπομπής, τις οποίες μπορούν να εμπορεύονται μεταξύ τους ανάλογα με τις απαιτήσεις τους. Μπορούν επίσης να λάβουν περιορισμένες μονάδες διεθνούς πίστωσης από έργα μείωσης των εκπομπών σε όλο το κόσμο. Μετά από ένα χρόνο, οι εταιρίες είναι υποχρεωμένες να παραδώσουν μερικές από αυτές τις άδειες, για την αποφυγή μεγάλων προστίμων. Εάν μια εταιρία καταφέρει να κάνει σημαντικές περικοπές και να μειώσει πολύ τις εκπομπές της έχει το δικαίωμα να κρατήσει την άδεια για μελλοντική χρήση.

Έτσι, με την τιμολόγηση στον άνθρακα και δίνοντας οικονομική αξία στον κάθε τόνο εκπομπών που μπορεί να σωθεί, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καταφέρει να εντάξει την κλιματική αλλαγή στην ημερήσια διάταξη των εταιριών σε όλη την Ευρώπη. Παράλληλα, θέτοντας μια αρκετά υψηλή τιμή στον άνθρακα, προωθούνται οι επενδύσεις σε «καθαρές» και «χαμηλού άνθρακα» τεχνολογίες. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια λόγω της οικονομικής κρίσης, η περικοπή στις εκπομπές είναι μεγαλύτερη από το αναμενόμενο, με αποτέλεσμα το EU ETS αντιμετωπίζει μια μορφή πρόκλησης, αφού παρέχει μάλλον πλεόνασμα αδειοδοτήσεων.

3.2.2 Το κλιματικό και ενεργειακό πλαίσιο για το 2030.

Ενώ η ΕΕ έχει σημειώσει ικανοποιητική πρόοδο μέχρι στιγμής για την επίτευξη των κλιματικών στόχων για το 2020, προκειμένου να διασφαλιστεί μια βεβαιότητα προς τους επενδυτές και να επιτευχθεί μια συντονισμένη προσέγγιση λύσης του προβλήματος μεταξύ των κρατών-μελών, είναι απαραίτητο να

διαμορφωθεί ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο δράσης για την περίοδο μετά το 2020. Παρουσιάστηκε, λοιπόν, από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Μάρτιο του 2014 το κλιματικό και ενεργειακό πλαίσιο του 2030, που, έχει ως στόχο την συνέχιση της προόδου προς μια «οικονομία χαμηλού άνθρακα» και σκοπός του είναι να χτίσει ένα ανταγωνιστικό και ασφαλές ενεργειακό σύστημα που είναι ικανό να εξασφαλίσει οικονομικά προσιτή ενέργεια για όλους τους καταναλωτές, να αυξήσει την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της ΕΕ, να μειώσει την ενεργειακή εξάρτηση της ΕΕ από τις εισαγωγές ενέργειας και να δημιουργήσει ακόμα περισσότερες ευκαιρίες για την ανάπτυξη και την απασχόληση.

Ένας σημαντικός λόγος για τον οποίο η ΕΕ προέβη στον άμεσο σχεδιασμό ενός πλαισίου για το 2030 ήδη από το 2014 είναι ότι η κλιματική αλλαγή ως τα μέχρι στιγμής δεδομένα δε φαίνεται να έχει σταματήσει. Τροχοπέδη για αυτή τη κατάσταση είναι σίγουρα η οικονομική κρίση, η οποία είναι στο επίκεντρο της προσοχής τα τελευταία χρόνια. Σημειώθηκε μάλιστα, ότι παρόλη την γενικευμένη αυτή κρίση, στην Ευρώπη ξοδεύουμε σχεδόν € 1 δις κάθε μέρα για την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων. Θα ήταν, λοιπόν, πιο συνετό να προβούμε σε έναν καλό σχεδιασμό του ενεργειακού μέλλοντος της Ευρώπης. Παράλληλα, οι επενδυτές πρέπει να ξέρουν ήδη σε τι πρέπει και σε τι μπορούν να βασίζονται για να επενδύσουν και μετά το 2020. Πρέπει να τους δοθεί ένα κίνητρο για το μέλλον για να υπάρξει ανάπτυξη των επενδύσεων στο μέλλον.

Στο πλαίσιο για το 2014, ανακοινώθηκε ότι κύριος στόχος είναι η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 40% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Πολλοί είναι αυτοί που έσπευσαν να χαρακτηρίσουν τον στόχο αυτό ως υπερβολικά αισιόδοξο έως και ανέφικτο. Από την πλευρά της, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θεωρεί ότι ναι μεν είναι φιλόδοξος και αυτός είναι ο σκοπός του εάν θέλουμε να έχουμε ουσιαστικά αποτελέσματα και μια θετική έκβαση των σεναρίων που κάνουμε μέχρι στιγμής, αλλά σίγουρα δεν είναι ανέφικτος. Σύμφωνα με όλες τις αναλύσεις που έχουν γίνει μέχρι στιγμής, είναι σίγουρο ότι αυτός είναι ο πιο οικονομικά και ταυτόχρονα περιβαλλοντικά αποδοτικός τρόπος για να επιτευχθεί μια ομαλή πτώση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2050.

Παράλληλα, για να γίνει το σύστημα EU ETS πιο ισχυρό και αποτελεσματικό στην προώθηση των επενδύσεων χαμηλών εκπομπών άνθρακα με το ελάχιστο κόστος

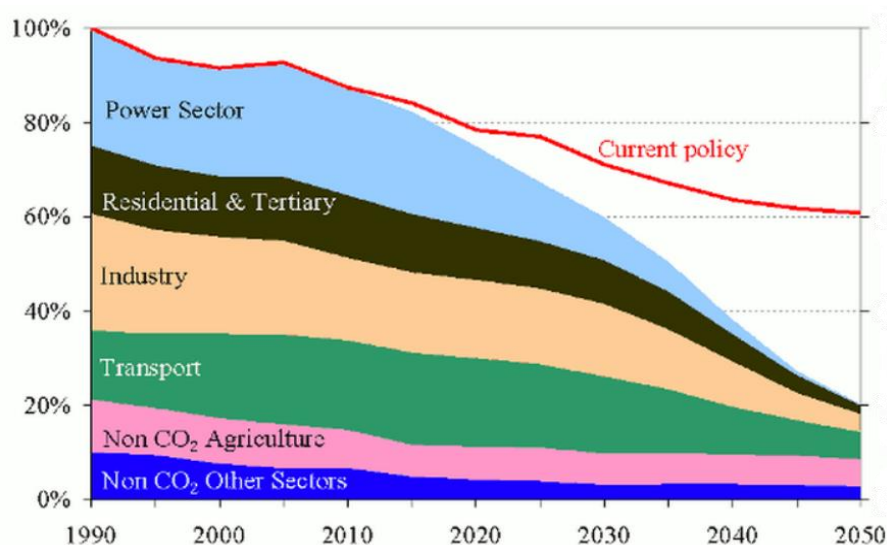
για τη κοινωνία, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει τη δημιουργία ενός αποθεματικού για τη σταθεροποίηση της αγοράς κατά την έναρξη της επόμενης περιόδου εμπορίας του ETS κατά το 2021. Στόχος είναι το αποθεματικό αυτό να διευθετήσει τόσο το πλεόνασμα των δικαιωμάτων των εκπομπών που έχει συσσωρευθεί τα τελευταία χρόνια, αλλά και να βελτιώσει την ανθεκτικότητα του συστήματος μπροστά σε μεγάλες κρίσεις, ρυθμίζοντας αυτόματα την παροχή των δικαιωμάτων προς πλειστηριασμό.

3.2.3 Το επίδοξο σχέδιο για το 2050

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναζητά οικονομικά αποδοτικούς τρόπους για να καταστεί η ευρωπαϊκή οικονομία πιο φιλική για προς το κλίμα και να βασίζεται λιγότερο στην κατανάλωση ενέργειας. Μέχρι το 2050, η Ευρωπαϊκή Ένωση θα μπορούσε να περικόψει τις περισσότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Οι καθαρές τεχνολογίες είναι το μέλλον για την οικονομία της Ευρώπης. Σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο, η ΕΕ έχει θεσπίσει νομοθεσία για να μειώσει τις εκπομπές της κατά 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990 έως το 2020, και τα στοιχεία δείχνουν ότι είναι σε καλό δρόμο για την επίτευξη αυτού του στόχου.

Με στόχο τη μετάβαση σε μια ανταγωνιστική οικονομία χαμηλών επιπέδων ανθρακούχων εκπομπών το 2050, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πλέον κοιτάει πέρα από τους βραχυπρόθεσμους στόχους και έχει καθορίζει ένα οικονομικά αποδοτικό "δρόμο" για την επίτευξη πολύ μεγαλύτερων μειώσεων των εκπομπών μέχρι τα μέσα του αιώνα που διανύουμε ήδη. Όλες οι μεγάλες οικονομίες θα χρειαστεί να προβούν σε μεγάλες μειώσεις των εκπομπών, αν μεριμνήσουμε έτσι ώστε υπερθέρμανση του πλανήτη να διατηρηθεί κάτω από τους 2 ° C σε σύγκριση με τη θερμοκρασία την προ-βιομηχανική εποχή. Ο "χάρτης πορείας για το 2050" αποτελεί ένα από τα μακροπρόθεσμα σχέδια της πολιτικής που προβάλλονται στο πλαίσιο της ομώνυμης εμβληματικής πρωτοβουλίας στην Ευρώπη προκειμένου να θέσουν την ΕΕ σε πορεία προς τη χρήση των πόρων με βιώσιμο τρόπο.

Ο χάρτης πορείας προτείνει ότι, μέχρι το 2050, η ΕΕ θα πρέπει να μειώσει τις εκπομπές της έως και 80% κάτω από τα επίπεδα του 1990 μέσω εγχώριων μειώσεων και μόνο. Καθορίζει στάδια που αποτελούν μια οικονομικά αποδοτική πορεία προς την επίτευξη των στόχων-μειώσεων της τάξης του 40% έως το 2030 και του 60% μέχρι το 2040. Δείχνει επίσης πώς οι βασικοί τομείς που είναι υπεύθυνοι για τις εκπομπές στην Ευρώπη - η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η βιομηχανία, οι μεταφορές, τα κτίρια και οι κατασκευές, καθώς και η γεωργία - μπορούν να κάνουν τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα πιο αποτελεσματικά από άποψη κόστους.



Εικόνα 3- Προβλεπόμενη Μείωση Εκπομπών ανά Τομέα μέχρι το 2050

Η μετάβαση σε μια κοινωνία χαμηλών εκπομπών άνθρακα θα ενισχύσει την ευρωπαϊκή οικονομία, χάρη στην αύξηση της καινοτομίας και των επενδύσεων σε καθαρές τεχνολογίες και χαμηλών ή μηδενικών εκπομπών άνθρακα ενέργεια. Για να γίνει η μετάβαση, η ΕΕ θα πρέπει να επενδύσει επιπλέον € 270 δισεκατομμύρια ή 1,5% του ΑΕΠ της ετησίως, κατά μέσο όρο, για τις επόμενες τέσσερις δεκαετίες. Οι επιπλέον επενδύσεις θα βοηθήσουν έτσι ώστε η Ευρώπη να ανέλθει στα επίπεδα επενδύσεων που είχε πριν από την οικονομική κρίση, και θα προωθήσουν την ανάπτυξη σε ένα ευρύ φάσμα στους κατασκευαστικούς τομείς και στα περιβαλλοντικές υπηρεσίες. Έως 1,5 εκατομμύρια επιπλέον θέσεις εργασίας θα μπορούσαν να δημιουργηθούν μέχρι το 2020, αν οι κυβερνήσεις χρησιμοποίησαν τα έσοδα από τους φόρους που επιβάλλονται για το CO₂ και από τη δημοπράτηση των δικαιωμάτων εκπομπής για τη μείωση του κόστους εργασίας.

Η ενεργειακή απόδοση θα αποτελέσει βασική κινητήρια δύναμη της μετάβασης. Με τη μετάβαση σε μια κοινωνία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, η ΕΕ θα μπορούσε να χρησιμοποιεί περίπου 30% λιγότερη ενέργεια το 2050 από ότι κατανάλωνε το 2005. Νοικοκυριά και οι επιχειρήσεις θα απολαμβάνουν πιο ασφαλείς και αποδοτικές υπηρεσίες ενέργειας. Περισσότερη τοπικά παραγόμενη ενέργεια θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και κυρίως από τις ανανεώσιμες πηγές. Ως αποτέλεσμα, η ΕΕ θα είναι λιγότερο εξαρτημένη από ακριβές πλέον εισαγωγές πετρελαίου και φυσικού αερίου και λιγότερο ευάλωτη στις αυξήσεις των τιμών του πετρελαίου. Κατά μέσο όρο, η ΕΕ θα μπορούσε να εξοικονομήσει € 175 έως 320 δις. ετησίως που αναλογεί στο κόστος των καυσίμων μέσα στα επόμενα 40 χρόνια.

3.3 Η ενεργειακή μετάβαση στην Ελλάδα

Καθώς είναι γνωστό, από το πέρας του 2008 και μετά στην Ελλάδα αντιμετωπίζονται σοβαρά προβλήματα επενδύσεων λόγω της οικονομικής κρίσης που μαστίζει τη χώρα μας. Άμεση συνέπεια, λοιπόν, της οικονομικής κρίσης είναι η έντονη μείωση των επενδύσεων, εφόσον η εύρεση επενδυτών που διατίθενται να χρηματοδοτήσουν μεγάλα έργα είναι δύσκολη υπόθεση. Αποτέλεσμα της έλλειψης ρευστότητας στην αγορά είναι και η αύξηση στη τιμή της ενέργειας που παρατηρείται τελευταία, αφού το κόστος ενέργειας κυμαίνεται στο 20-30% υψηλότερα από τα επίπεδα των τιμών στην υπόλοιπη Ευρωπαϊκή Ένωση. Την τρέχουσα στιγμή στην Ελλάδα προέχει η φτηνή ενέργεια. Πάραυτα, όμως, η τιμή της ενέργειας δέχεται επιπλέον επιβαρύνσεις μέσω της κυβέρνησης. Σύμφωνα με πρόσφατες δηλώσεις του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικών Αλλαγών, η επιπλέον χρέωση που υφίσταται η τιμή της ενέργειας λόγω φορολογικών επιβαρύνσεων και κατακρατήσεων μπορεί να φτάσουν μέχρι και στο διπλάσιο της τιμής πώλησης εν συγκρίσει με την τιμή αγοράς.

Πρωταρχικός στόχος της Ελλάδας είναι, παρόλα τα προβλήματα που αντιμετωπίζει εξαιτίας της οικονομικής κρίσης, να σταθεί στα πόδια της και αντάξει των προσδοκιών της υπόλοιπης Ευρωπαϊκής Ένωσης, εντάσσοντας στο πρόγραμμα ανάκαμψής της την πανευρωπαϊκή προσπάθεια μείωσης των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και τη μετάβαση σε ένα μέλλον με «καθαρή» ενέργεια. Έτσι,

ειδικά για την Ελλάδα, ο στόχος για τις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου είναι μείωση κατά 4% στους τομείς εκτός εμπορίας σε σχέση με τα επίπεδα του 2005, και 18% διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση.

Η Ελληνική κυβέρνηση στο πλαίσιο υιοθέτησης συγκεκριμένων αναπτυξιακών και περιβαλλοντικών πολιτικών προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%, ο οποίος και εξειδικεύεται σε 40 % συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή, 20 % σε ανάγκες θέρμανσης-ψύξης και 10 % στις μεταφορές. Επιπρόσθετα, σε σχέση με την εξοικονόμηση ενέργειας η Ελλάδα έχει ήδη καταρτίσει το 1ο Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Αποδοτικότητας όπου προβλέπεται 9% εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική κατανάλωση μέχρι το έτος 2016, ενώ προχωρά στην ανάπτυξη μηχανισμών της αγοράς και εφαρμογής συγκεκριμένων μέτρων και πολιτικών που αποσκοπούν στην επίτευξη του συγκεκριμένου εθνικού στόχου για εξοικονόμηση ενέργειας.

Εκτός από τους στόχους τους 2020, έχουν ήδη θεσπιστεί οι στόχοι του 2030, οι οποίοι μέχρι στιγμής έχουν διαμορφωθεί ως εξής:

1. Μείωση 40% των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου,
2. Αύξηση κατά 30% (και όχι 27% που επιτάσσει η Ευρωπαϊκή Ένωση) της ενέργειας που λαμβάνεται μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας,
3. Εξοικονόμηση ενέργειας από τώρα και μέχρι το 2030 μέσω των έξυπνων μετρητών (smart meters),
4. Πλήρης ένταξη (100%) των έξυπνων μετρητών στην αγορά,
5. Πλήρης διασύνδεση (100%) όλων των νησιών και των μη διασυνδεδεμένων περιοχών της Ελλάδας στο ηλεκτρικό δίκτυο μέχρι το 2030.

Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΚΑ^{xv}, οι στόχοι αυτοί είναι ρεαλιστικοί και υλοποιήσιμοι. Μάλιστα, ο δεύτερος στόχος που έχει επιβληθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση για 27% παραγωγή ενέργειας μέσω των ΑΠΕ θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη του πρώτου στόχου, δηλαδή για μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2020. Εάν δεν καταφέρουμε να επιτύχουμε την ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό πλάνο της χώρας μας, η Ελλάδα δε θα είναι σε θέση να ανταπεξέλθει στις προσδοκίες-στόχους για το 2020.

Θα είναι εύκολο όμως να επιτευχθεί αυτό; Που βασίζει η ελληνική ενεργειακή οικονομία τα τελευταία χρόνια;^{xvi} Το πλαίσιο αυτό για το 2030 πρέπει να είναι αρκετά φιλόδοξο ώστε να διασφαλίζεται ότι η ΕΕ βρίσκεται στον ορθό δρόμο για την επίτευξη των μακροπρόθεσμων στόχων για το κλίμα. Αλλά πρέπει επίσης να αντανακλά ορισμένες από τις σημαντικές αλλαγές που συντελέστηκαν από τότε που συμφωνήθηκε το αρχικό πλαίσιο το 2008/9:

- τις συνέπειες της συνεχιζόμενης οικονομικής κρίσης·
- τα δημοσιονομικά προβλήματα για τα κράτη μέλη και τις επιχειρήσεις που αντιμετωπίζουν δυσκολίες να συγκεντρώσουν κεφάλαια για μακροπρόθεσμες επενδύσεις·
- τις εξελίξεις στην ΕΕ και στις παγκόσμιες αγορές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των εξελίξεων σε σχέση με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τις μη συμβατικές πηγές πετρελαίου και φυσικού αερίου και την πυρηνική ενέργεια·
- τις ανησυχίες των νοικοκυριών εάν οι τιμές ενέργειας είναι προσιτές, και των επιχειρήσεων ως προς την ανταγωνιστικότητα,
- και τα διαφορετικά επίπεδα δέσμευσης και φιλοδοξίας των διεθνών εταίρων για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Το πλαίσιο για το 2030 πρέπει να βασίζεται στα διδάγματα που αντλήθηκαν από το σημερινό πλαίσιο: Τί λειτούργησε με επιτυχία, τι δεν λειτούργησε και τι μπορεί να βελτιωθεί. Πρέπει να συνεκτιμήσει τις διεθνείς εξελίξεις και να αποτελέσει το έναυσμα για την ανάληψη εντονότερης δράσης για το κλίμα σε διεθνές επίπεδο. Πρέπει εξάλλου να προσδιορίσει ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος για να μεγιστοποιηθούν οι συνέργειες και να επιλυθεί το πρόβλημα της αντιστάθμισης μεταξύ των στόχων της ανταγωνιστικότητας, της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού και της αειφορίας.

Μέχρι στιγμής η Ελλάδα για την κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών βασίζεται στην εισαγωγή φυσικού αερίου και πετρελαίου από άλλες χώρες, καθώς επίσης και από τις εξορύξεις ορυκτών καυσίμων από τις ακτές της ανατολικής Μεσογείου. Αυτή τη στιγμή στη χώρα μας έχουμε σε εξέλιξη 12 έργα που σχετίζονται με τον ενεργειακό χώρο, πολλά εκ των οποίων γίνονται σε συνεργασία με τη Κύπρο. Για να επιτευχθούν όμως οι παραπάνω στόχοι πρέπει να γίνουν

περισσότερες επενδύσεις στις ΑΠΕ. Το ευτυχές για την περίπτωση της χώρας μας είναι ότι η φυσική της θέση είναι τέτοια που διευκολύνει την ένταξη τους. Υπάρχουν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας και πολύ ηλιοφάνεια που ευνοεί την ανάπτυξη της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Είναι πλέον γνωστό ότι η οικονομική κρίση έχει επηρεάσει την ελληνική οικονομία και αυτή η δυσχέρεια των επενδύσεων επιδεινώνεται από το γεγονός ότι οι ΑΠΕ δεν χαίρουν μεγάλης υποστήριξης από την κοινή γνώμη. Άμεση συνέπεια της κρίσης είναι η μεγάλη μείωση της ζήτησης, γεγονός που προκαλεί μεγάλα προβλήματα στις εταιρίες, οι οποίες χάνουν λεφτά και ταυτόχρονα μερίδιο αγοράς. Επίσης, έχει επικρατήσει η αντίληψη στο καταναλωτικό κοινό ότι φταίνε οι ΑΠΕ για την αύξηση του ενεργειακού κόστους που τις συνοδεύουν, γεγονός που δεν ισχύει. Παράλληλα, αστοχίες που σημειώθηκαν με την εφαρμογή των συστημάτων ενίσχυσης της μετάβασης στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως στα φωτοβολταϊκά, αλλά και οι φόροι που τις συνοδεύουν, βοήθησαν στην διαμόρφωση μιας αρνητικής κοινής γνώμης με αποτέλεσμα να υπάρχει δυσκολία στην ένταξη τους στην αγορά. Οι λόγοι όμως για τους οποίους η τιμή των ΑΠΕ έχει διαμορφωθεί σε αυτά τα επίπεδα είναι προϊόν μιας πιο σύνθετης ανάλυσης.

Γνωρίζοντας λοιπόν την τρέχουσα δύσκολη οικονομική κατάσταση που επικρατεί, αυτό που χρειάζεται για να αλλάξει είναι ένας καλός επανασχεδιασμός για ανάπτυξη και ορθολογική χρήση των ΑΠΕ. Πρέπει να τεθούν νέοι στόχοι για τη λειτουργία μιας ενιαίας αγοράς, καθώς αυτή τη στιγμή στη χώρα μας έχουμε μια αγορά δύο ταχυτήτων. Επίσης, πρέπει να γίνει προσπάθεια για ενίσχυση των διασυνδέσεων σε όλη την Ελλάδα. Το τρίπτυχο για μια επιτυχημένη αγορά, είναι η ασφάλεια σχεδιασμού, η ανταγωνιστικότητα και η προστασία του περιβάλλοντος, προϋποθέσεις που πληρούν οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Είναι εύλογο και λογικό ότι πρέπει να γίνει μια συντονισμένη προσπάθεια εφαρμογής ενός σχεδίου για ενεργειακή μετάβαση από τον άνθρακα και το λιγνίτη σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς στο μέλλον τα οφέλη θα είναι τεράστια.

3.4 Ανάλυση Δράσης και Προβλημάτων σε Επίπεδο PEST

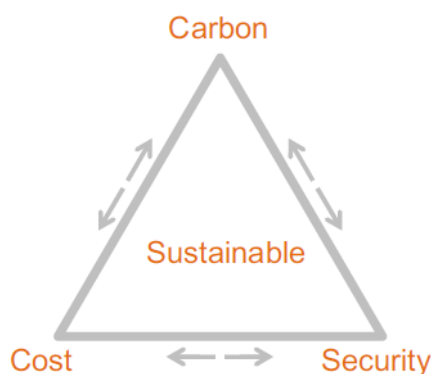
Για να μπορέσουμε λοιπόν να αναλύσουμε καλύτερα την τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση σε μια οικονομία «χαμηλού άνθρακα», θα πρέπει να δούμε αναλυτικότερα τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται σε όλα τα επίπεδα – πολιτικό (political), οικονομικό (economical), κοινωνικό (societal) και τεχνολογικό (technological) – ξεχωριστά και συνδυαστικά, για να αποκτήσουμε μια πιο πλήρη εικόνα των δράσεων και μέτρων που πρέπει να παρθούν για την πιο εύκολη μετάβαση σε μια οικονομία βασισμένη στις ανανεώσιμες. Εκτός από αυτό, θα μελετήσουμε συγκεκριμένα ειδικές περιπτώσεις χωρών, για να δούμε πιο αναλυτικά τους ποικίλους τρόπους με τους οποίους κάθε κοινωνία αντιμετωπίζει το θέμα.

3.4.1 Επίπεδο Τεχνολογίας

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει^{xvii}, τα τελευταία είκοσι χρόνια υπάρχει εκθετική ανάπτυξη στην έρευνα γύρω από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υποδηλώνοντας έτσι μια συνεχώς αυξανόμενη τάση για μείωση της κοινωνικής εξάρτησης από την ενέργεια που παράγεται από τα ορυκτά καύσιμα. Τα μεγαλύτερα ποσοστά έρευνας σημειώνονται στην Ευρώπη καθώς και στην ανατολική Ασία, ενώ ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, ακολουθούμενη από την αιολική. Για την αιολική ενέργεια το φάσμα έρευνας είναι λίγο πιο περιορισμένο και επικεντρώνεται κυρίως σε θεσμικά θέματα, θέματα σχεδιασμού, προστασίας του περιβάλλοντος χώρου και τεχνικά θέματα.

Κυρίως την τελευταία οκταετία, έχουν γίνει μεγάλες επενδύσεις για την αύξηση της παραγόμενης ενέργειας από τις ΑΠΕ, την εξέλιξη τεχνολογικού εξοπλισμού και την δημιουργία και βελτίωση του δικτύου διανομής. Άξονας γύρω από τον οποίο κινούνται οι έρευνες και οι τεχνολογικές εξελίξεις, όπως ήδη

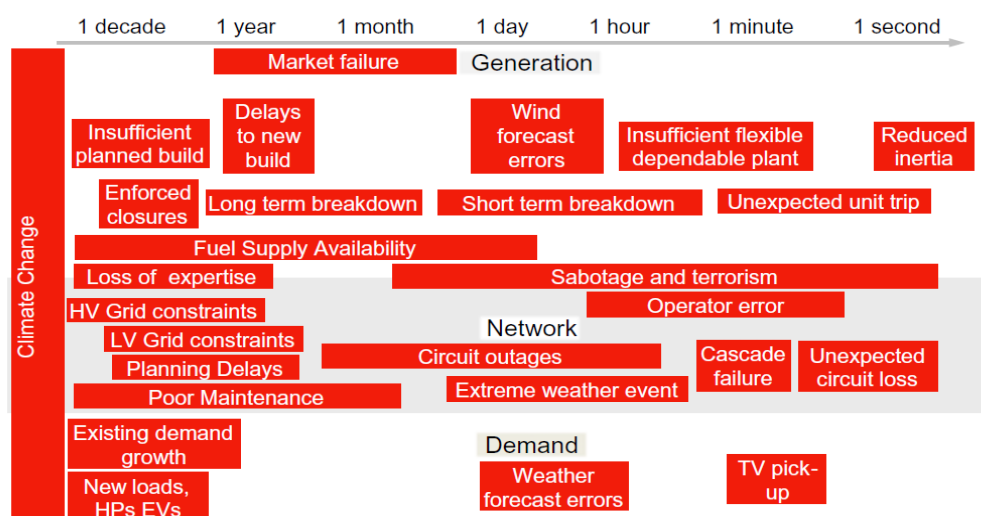
έχει αναφερθεί, είναι η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Εκτός αυτού όμως, δεν πρέπει να παραληφθούν ως παράμετροι προς έρευνα το κόστος και



Εικόνα 4- Τρίπτυχο στο οποίο βασίζεται ο ενεργειακός σχεδιασμός των μεταβατικών συστημάτων

το γεγονός ότι η αντικειμενική συνάρτηση των περισσότερων μοντέλων είναι η μείωση του κόστους σε σχέση με την ενεργειακή ζήτηση έχοντας ως περιορισμό τον περιορισμό του άνθρακα. Επίσης, ιδιαίτερη σημασία από τεχνολογικής απόψεως είναι η δημιουργία ενός νέου ενεργειακού συστήματος χωρίς θέματα ενεργειακής ασφαλείας, που θα μπορεί να ανταπεξέλθει στις υψηλές ενεργειακές ανάγκες της εποχής.

Ένας εύκολος τρόπος για να κατηγοριοποιήσουμε τις απειλές που δέχεται ένα δίκτυο και να δούμε με ποιους τρόπους μπορούμε να τις μετριάσουμε είναι να χωρίσουμε τα προβλήματα ανάλογα με τον χρονικό ορίζοντα. Η πλήρης κατανόηση του χρονικού ορίζοντα των προβλημάτων είναι ιδιαίτερα σημαντική γιατί έτσι μόνο θα μπορούσαμε να αντλήσουμε τα θετικά στοιχεία κάθε τεχνολογίας σε ξεχωριστές χρονικές κλίμακες.^{xviii} Τα προβλήματα που απειλούν το σύστημα με μακροχρόνια προοπτική θεωρούνται ως καταπονήσεις του συστήματος, ενώ προβλήματα μικρού χρονικού ορίζοντα θεωρούνται κλυδωνισμοί του συστήματος. Προβλήματα μεσαίας χρονικής κλίμακας, συνήθως της τάξεως ημέρας, θα μπορούσαν να επιφέρουν οποιοδήποτε από τα δύο προηγούμενα αποτελέσματα ανάλογα με το επίπεδο χρονικής σύγκρισης. Για παράδειγμα, ο άνεμος και η αιολική ενέργεια είναι μια τέτοια περίπτωση. Σε μεγάλη χρονική κλίμακα (χρόνια έως και δεκαετίες) μπορεί να θεωρηθεί ότι ενισχύει την ενεργειακή ασφάλεια μειώνοντας της εξάρτηση από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Σε μεσαία χρονική κλίμακα όμως (ώρες έως και ημέρες) η απρόβλεπτη φύση του κάνει το σύστημα λιγότερο σταθερό και αξιόπιστο. Σε ακόμα

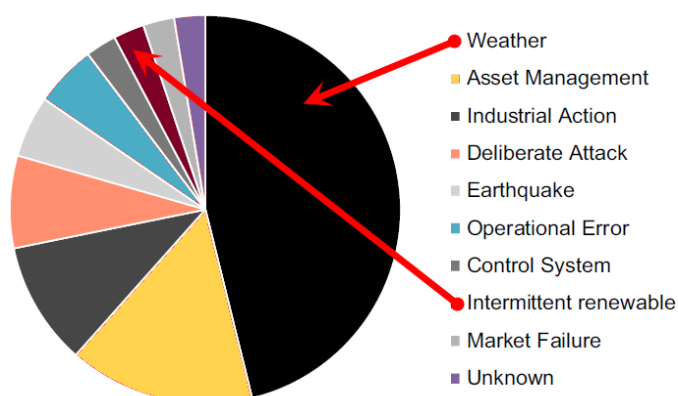


Εικόνα 5- Προβλήματα ασφαλείας που αντιμετωπίζει ένα σύστημα παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας ανάλογα με τον χρονικό ορίζοντα

μικρότερη κλίμακα (δευτερολέπτου), οι παλιότερες τουρμπίνες που έχουν μικρότερη αδράνεια μειώνουν τη σταθερότητα της παραγωγής, πρόβλημα το οποίο μπορεί να λυθεί με τα σύγχρονα συστήματα ελέγχου.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι **απειλές μακροπρόθεσμου χαρακτήρα** που αντιμετωπίζει ένα σύστημα μπορούν να προβλεφθούν, και μπορεί να είναι αποτέλεσμα ενός γεγονότος μικρότερης χρονικής διάρκειας. Για παράδειγμα, η καταστροφή του πυρηνικού εργοστασίου Daiichi στη Φουκουσίμα της Ιαπωνίας μετά το τσουνάμι που προκάλεσε ο σεισμός των 9 Ρίχτερ είχε ως αποτέλεσμα η Ιαπωνία να πάρει την απόφαση να διακόψει όλες τις πυρηνικές της δραστηριότητες σταδιακά, στάση την οποία υιοθέτησαν σταδιακά και άλλες χώρες, όπως η Γερμανία, με αποτέλεσμα το σχέδιο δράσης τους για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου να χρειάζεται αναπροσαρμογή. Επίσης, οι περιορισμένες δυνατότητες του συστήματος είναι η συνήθης αιτία εμφάνισης των προβλημάτων αυτών, καθώς το επιπλέον φορτίο που προστίθεται στο ήδη επιβαρυσμένο σύστημα μπορεί να προκαλέσει υπερφόρτωση του συστήματος. Η λύση τέτοιων προβλημάτων είναι σχετικά εύκολη από τεχνικής απόψεως, η υλοποίησή της όμως είναι ιδιαίτερα δύσκολη καθώς η ανέγερση νέων εγκαταστάσεων για την αποφόρτιση των ιδιαίτερα επιβαρυσμένων μονάδων μπορεί να αποβεί μοιραία.

Στις **απειλές μεσοπρόθεσμου χαρακτήρα**, ανήκουν οι βλάβες οι οποίες μπορεί να επιφέρουν απώλειες στο σύστημα και στην παραγωγή για χρονικό διάστημα από μια μέρα έως ένα χρόνο. Η διάρκεια των αναγκαστικών που γίνονται σε αυτά τα πλαίσια ποικίλει συνήθως και μετριέται κατά κύριο λόγο σε μέρες.



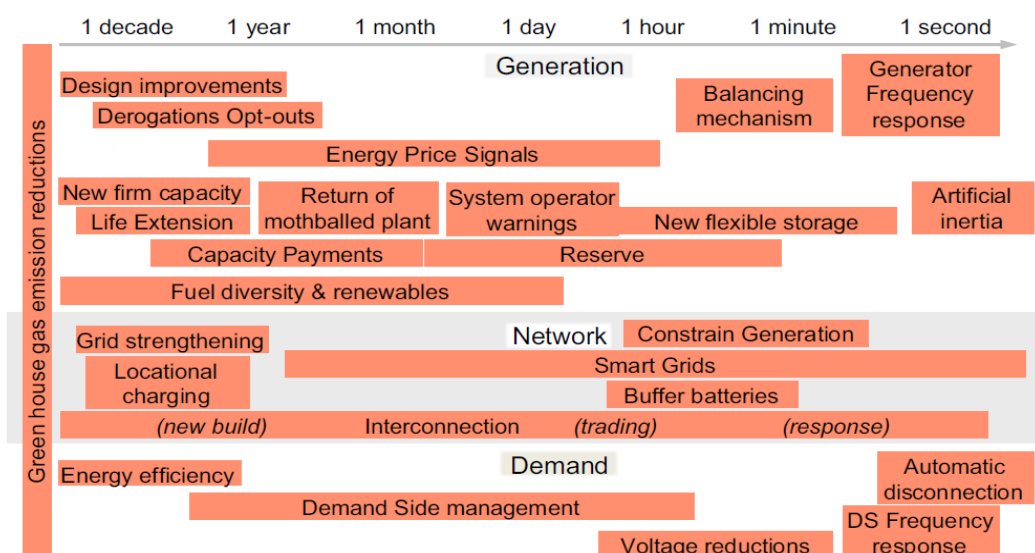
Εικόνα 6- Κύριες αιτίες διακοπών στα συστήματα ενέργειας

Πολλές εξαναγκασμένες διακοπές μπορούν να καθυστερήσουν από μέρες έως και μεγάλες χρονικές περιόδους με χαμηλότερη τιμή, όπως τα σαββατοκύριακα ή οι βραδινές ώρες. Η διακοπή τροφοδοσίας επίσης είναι ένα πρόβλημα που

συναντάται συχνά σε αυτή και μπορεί να προκληθεί από βιομηχανικές, πολιτικές δράσεις ή ακόμα και ατυχήματα (φυσικές καταστροφές) ή αστοχίες στις προβλέψεις καιρού (π.χ. αστοχία στην πρόβλεψη των ανέμων στην περιοχή λόγω της στοχαστικής φύσης του).

Η τελείως ξαφνική διακοπή λειτουργίας μιας μονάδας ή ακόμα χειρότερα ενός ολόκληρου σταθμού (**βραχυπρόθεσμη απειλή**) είναι η μεγαλύτερη απειλή για τη σταθερότητα ενός συστήματος. Η αδράνεια του συστήματος, που προέρχεται κυρίως από τις μεγάλες τουρμπίνες παραγωγής, βοηθάει στην ομαλή μετάβαση και κερδίζει χρόνο για την λήψη μέτρων ομαλής μετάβασης από τη μία κατάσταση στην άλλη. Όμως σε συστήματα όπως τα αιολικά ή τα φωτοβολταϊκά, τα οποία έχουν αρκετά μικρότερη φυσική αδράνεια από τα υπόλοιπα συστήματα, αυτό μπορεί να αποβεί σημαντικό πρόβλημα, ιδιαίτερα εάν με την πάροδο του χρόνου οι ανανεώσιμες κερδίσουν έδαφος και γίνουν κύριος πυλώνας της παραγωγής ενέργειας. Ένα επιπλέον σημαντικό πρόβλημα είναι οι ξαφνικές αυξήσεις στη ζήτηση οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν στιγμιαίες διακοπές στην διανομή ενέργειας, κυρίως στις ώρες αιχμής.

Τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα λύνονται με συστηματική προσπάθεια για την τεχνολογική εξέλιξη των συστημάτων, την καλή συντήρηση των ήδη υπάρχοντων και τον εκ νέου σχεδιασμό τους όπου κρίνεται αναγκαίο. Ο ακόλουθος πίνακας μας δίνει μια σειρά από τεχνολογικές λύσεις που μπορούν να εφαρμοστούν για να αποφευχθούν τα προβλήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι τρόποι αντιμετώπισης δίνονται και αυτοί με βάση την χρονική κλίμακα που δόθηκε



Εικόνα 7 - Προτάσεις για την αντιμετώπιση των προβλημάτων ασφαλείας των ενεργειακών συστημάτων

στην παραπάνω ανάλυση.

Στην Ελλάδα, η εξέλιξη των συστημάτων και η βελτίωση του τεχνολογικού εξοπλισμού βασίζεται κυρίως στην εισαγωγή του εξοπλισμού και της τεχνογνωσίας στις τεχνολογίες αιολικής και γεωθερμικής ενέργειας από άλλες χώρες. Υπάρχει μια έλλειψη στήριξης των νέων αιολικών επιχειρήσεων. Αντίθετα, στα φωτοβολταϊκά συστήματα, λόγω μεγαλύτερης προσπάθειας για ένταξη τους στην αγορά από τον ιδιωτικό τομέα, σημειώνεται μεγαλύτερη εξέλιξη. Αρκετά προβλήματα έχουν εμφανιστεί λόγω του κακού σχεδιασμού ή λόγω λάθος εκτιμήσεων των συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή. Για παράδειγμα, οι τουρμπίνες στο αιολικό πάρκο της Λέσβου ή στη Κύθνο και τη Μύκονο σχεδιάστηκαν έχοντας βασιστεί σε λάθος εκτιμήσεις για την ταχύτητα του ανέμου σε αυτές τις περιοχές. Αυτό σήμαινε, συνεπώς, ότι οι τουρμπίνες δούλευαν σε μεγαλύτερο εύρος από αυτό που είχε αρχικά σχεδιαστεί προκαλώντας εν τέλει τη φθορά και καταστροφή τους. Άμεσο επακόλουθο να προκληθεί δυσπιστία απέναντι στις δυνατότητες της αιολικής ενέργειας.

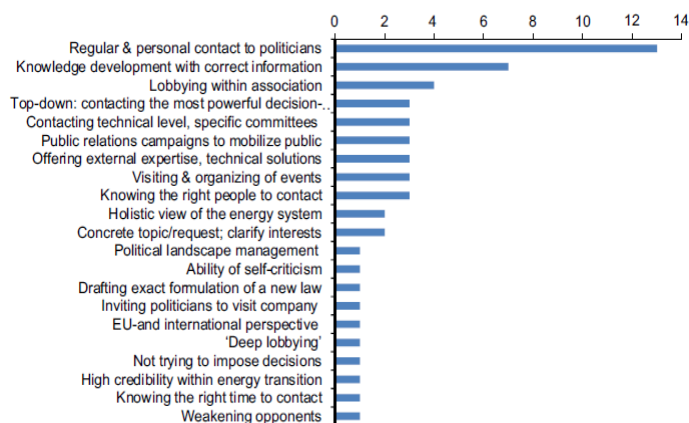
3.4.2 Επίπεδο Αγοράς

Τα τελευταία 25 χρόνια, οι αγορές ηλεκτρισμού χονδρικής έχουν αναπτυχθεί σε πολλές χώρες με σκοπό τη διευκόλυνση του ανταγωνισμού στον ηλεκτρικό τομέα. Μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας συνήθως διακινούνται με ημερήσιες συναλλαγές. Παράλληλα με την ανοικοδόμηση της αγοράς ενέργειας, οι αυξανόμενες περιβαλλοντικές ανησυχίες για την υπερθέρμανση του πλανήτη έχουν προωθήσει την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα. Το μερίδιο των ανανεώσιμων στην αγορά για την παραγωγή ηλεκτρισμού αναμένεται να αυξηθεί στο 30-35% μέχρι το 2020. Αυτός ο στόχος έδωσε ένα κίνητρο στις Ευρωπαϊκές χώρες στο να προβούν στην αύξηση της εγκατεστημένης ισχύς των ΑΠΕ και ιδιαίτερα των αιολικών και φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.^{xix} Η αύξηση αυτή του μεριδίου των ΑΠΕ στην αγορά θέτει νέες προκλήσεις για την αποδοτική διαχείριση των ενεργειακών συστημάτων και για την αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας, αφού μπορεί να μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες στον βραχυπρόθεσμο σχεδιασμό των συμβατικών μονάδων παραγωγής, τον σχεδιασμό συντήρησης των εργοστασίων και γραμμών μεταφοράς, τις τιμές χονδρικής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ανάγκη για γρήγορη ανάπτυξη των αγορών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έδωσε μεγάλη ώθηση στην ανάπτυξη του ανταγωνισμού. Καθώς οι αγορές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βρίσκονται ακόμα σε εξελικτικό στάδιο, απαιτούν μεγάλη προσπάθεια από πλευρά έρευνας και ανάπτυξης για να καταφέρουν να ξεφύγουν από την αγορά «επώασης» και να ενταχθούν πλήρως και επιτυχώς στην πλήρως ανταγωνιστική αγορά. Κατά αυτόν τον τρόπο, έχει σημειωθεί μεγάλη αύξηση του ανταγωνισμού μεταξύ των εταιριών, κυνηγώντας η καθεμία την καινοτομία, τη μείωση κόστους για τον καταναλωτή και κυρίως τη μεγιστοποίηση των κερδών τους.

Ο ανταγωνισμός αυτός όμως, εκτός από τα θετικά αποτελέσματα που έχει επιφέρει σε επίπεδο αγοράς, έχει ευνοήσει και την αύξηση παρασκηνιακής πολιτικής πίεσης κυρίως από τις μεγαλύτερες εταιρίες του χώρου, οι οποίες λόγω διασυνδέσεων και κύρους διαθέτουν μεγαλύτερη επιρροή.^{xx} Για παράδειγμα, καθώς οι αποδόσεις των φωτοβολταϊκών ή των αιολικών αλλάζουν συνεχώς, πολλές εταιρίες στοχεύουν στην επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων για τους πελάτες τους. Επίσης, μπορούν να ταχθούν ενάντια σε τροπολογίες της κυβέρνησης που κρίνουν ότι θα επιφέρουν αλλαγές που δεν τους ευνοούν στον βραχυπρόθεσμο ή μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα. Σε γενικές γραμμές,

υπάρχουν πολλές στρατηγικές που υιοθετούν οι εταιρίες στον ενεργειακό χώρο, θέλοντας να επιτύχουν μεγαλύτερα κέρδη για τις ίδιες αλλά και για τους πελάτες τους. Οι πιο δημοφιλείς από αυτές απεικονίζονται στον διπλανό πίνακα, ο οποίος έχει συντεθεί



Εικόνα 8 - Οι πιο δημοφιλείς στρατηγικές άσκησης παρασκηνιακής πολιτικής πίεσης από εταιρίες που δραστηριοποιούνται στο χώρο των ΑΠΕ

με βάση απαντήσεις ανθρώπων που δουλεύουν σε μεγάλες εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον χώρο των ανανεώσιμων πηγών.

Στην Ελλάδα τώρα, για να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί για το 2020, πρέπει να επιτευχθεί ανάπτυξη της οικονομίας μέσω της «πράσινης» ανάπτυξης και την τόνωση του ανταγωνισμού στον ιδιωτικό τομέα. Οι μεγαλύτερες επενδύσεις σε

ΑΠΕ έχουν γίνει στον αιολικό και στο φωτοβολταϊκό τομέα, κυρίως λόγω της πολύ μεγαλύτερης ωρίμανσης που υπάρχει σε αυτές τις τεχνολογίες σε σχέση με τις υπόλοιπες. Οι επενδυτές είναι ιδιαίτερα διστακτικοί στην επένδυση στην αγορά των ανανεώσιμων για ποικίλους λόγους:

1. Υψηλά αρχικά κόστη επένδυσης στις ανανεώσιμες τεχνολογίες, στα οποία μικρές, ιδιωτικές εταιρίες δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν,
2. Δισταγμός από πλευράς τραπεζών και οικονομικών ιδρυμάτων να στηρίξουν τα προγράμματα των ΑΠΕ λόγω του αβέβαιου οικονομικού περιβάλλοντος και της κατάστασης στην χώρα μας,
3. Περίπλοκες διαδικασίες αδειοδότησης που αποτρέπουν ιδιωτικούς οργανισμούς στο να επενδύσουν.

Με σκοπό την αναπέρωση των επενδύσεων στις ανανεώσιμες τεχνολογίες, ένα πρώτο βήμα έγινε από τον μεγαλύτερο πάροχο ηλεκτρισμού στην Ελλάδα (ΔΕΗ), η οποία διαθέτει μια από τις μεγαλύτερες ενεργειακές εγκαταστάσεις στη χώρα. Η ΔΕΗ προέβη σε μια αναδιάρθρωση του χαρτοφυλακίου καυσίμων της και του οργανωτικού της σχεδιασμού και αποφάσισε να επενδύσει σε «ανανεώσιμα» προγράμματα κόστους € 2 δις. μέχρι το 2015, στοχεύοντας στην κάλυψη 20% ανανεώσιμης ενέργειας στο εθνικό ενεργειακό δίκτυο μέχρι το 2015 και 30-35% μέχρι το 2020. Παράλληλα, οι παλιές μονάδες στα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας που δούλευαν με λιγνίτη θα αντικατασταθούν με νέες πιο εξελιγμένες και προφανώς πιο φιλικές προς το περιβάλλον (έργο που κοστολογείται ότι θα κοστίσει € 1.38 δις.).

Στον χώρο της αγοράς, οι μικροεπενδυτικές εταιρίες αντιμετωπίζουν σοβαρούς φραγμούς και έλλειψη συνεργασίας με τους τοπικούς φορείς. Πληροφορίες και βοήθεια σχετικά με την επεξεργασία των αιτήσεων και την έγκριση, πιστοποίηση και αδειοδότηση των αιτούντων για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας είναι διαθέσιμα μόνο μέσω δημόσιων οργανισμών, όπως η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) ή το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματική Αλλαγής ή το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ). Προβλήματα με θεσμικές ασυνέχειες που αντιμετωπίζονται στους παραπάνω φορείς θα αναλυθούν ειδικότερα στη συνέχεια.

3.4.3 Επίπεδο Κοινωνίας

Παράλληλα με τους πολιτικούς, τους θεσμικούς φορείς και τις βιομηχανίες, το ευρύτερο κοινό θα πρέπει να δραστηριοποιηθεί και να λάβει ενεργό συμμετοχή στην διαδικασία λήψης αποφάσεων και θα πρέπει να είναι θετικό προς την υιοθέτηση των νέων διαθέσιμων επιλογών που του δίνονται. Μπορεί οι εταιρίες και το κράτος να προωθήσει κάποια νέα μορφή τεχνολογίας, αλλά αν το καταναλωτικό κοινό δεν είναι διατεθειμένο να την υιοθετήσει ή να την αγοράσει, η νέα τεχνολογία δε θα μπορέσει να ενταχθεί στην αγορά. Ποιοι είναι, όμως, οι παράγοντες, τα κίνητρα που θα ωθήσουν τους χρήστες να προβούν σε διαρθρωτικές αλλαγές;

Πρώτα από όλα, είναι απαραίτητα η νέα αυτή διαθέσιμη τεχνολογία να είναι φτηνή, ή τουλάχιστον αποδοτικά πιο οικονομική από τις ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες. Εάν οι νέες τεχνολογίες που λανσάρονται δεν είναι αρκετά οικονομικές εν συγκρίσει με τις προηγούμενες, τότε είναι σχεδόν σίγουρο ότι οι αγοραστές θα προτιμήσουν να αγοράσουν εκ νέου προϊόντα παλαιότερης τεχνολογίας, τα οποία τους είναι γνώριμα στο χειρισμό και σαφώς πιο οικονομικά. Επίσης, από διάφορες μελέτες και έρευνες που έχουν γίνει^{xxi}, έχει αποδειχθεί ότι οι άνθρωποι που διαθέτουν μεγαλύτερη ενεργειακή συνείδηση και έχουν επίγνωση της κρισιμότητας της κατάστασης είναι θετικά προδιατεθειμένοι στην υιοθέτηση των ανανεώσιμων τεχνολογιών. Η σωστή λοιπόν πληροφόρηση του ευρύτερου κοινού είναι καθοριστικός παράγοντας για την εξάπλωση των ΑΠΕ.

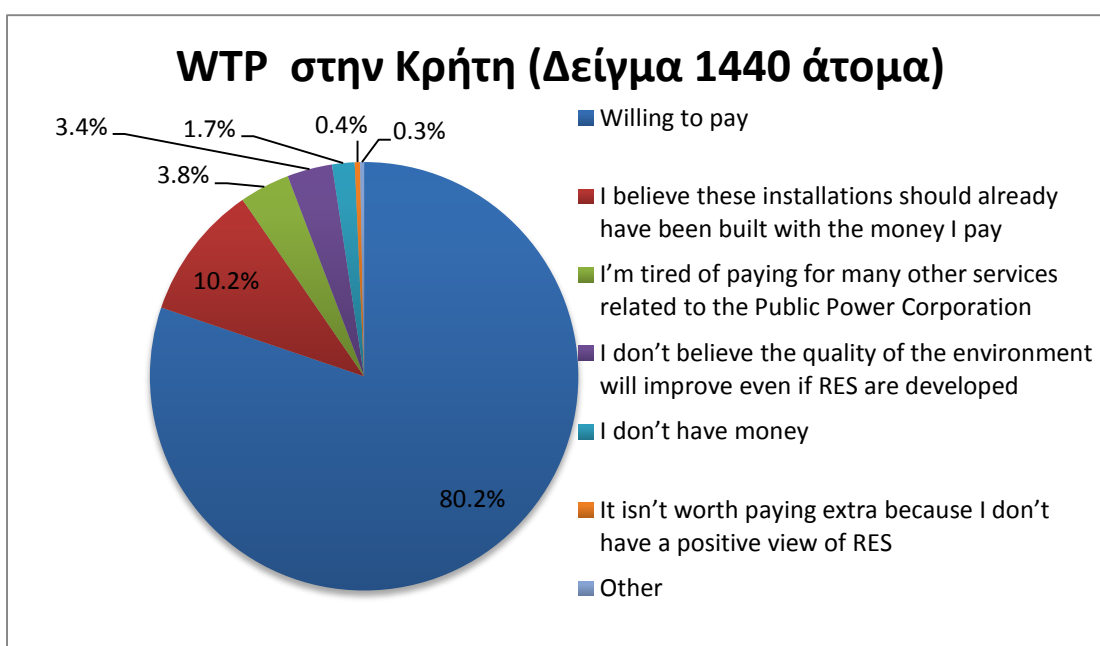
Για την προώθηση των ανανεώσιμων τεχνολογιών, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο γεγονός ότι τη δημιουργία των νέων αυτών έργων θα ακολουθήσει η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στην αγορά, με αποτέλεσμα τη μείωση της ανεργίας. Σε μια χώρα σαν την Ελλάδα, που αυτό το διάστημα μαστίζεται από την οικονομική κρίση και η ανεργία βρίσκεται σε ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά, αυτό είναι ένα από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα που φέρουν οι ΑΠΕ τουλάχιστον σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα. Έπειτα, η ανάπτυξη της «πράσινης» τεχνολογίας, θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο, του οποίου οι τιμές βρίσκονται στα ύψη τα τελευταία χρόνια, και το οποίο κατά κύριο λόγο είναι προϊόν εισαγωγής στη χώρα μας.

Σε απομακρυσμένες περιοχές από το κεντρικό δίκτυο παροχής ηλεκτρισμού, οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας μπορούν επίσης να λειτουργήσουν σαν μια μορφή ασφαλιστικής δικλείδας. Στα νησιά, για παράδειγμα, η διανομή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι δύσκολη και οι διακοπές ρεύματος είναι ιδιαίτερα συχνές όταν επικρατούν έντονα καιρικά φαινόμενα ή λόγω υπερφόρτωσης του δικτύου, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των τουριστικών μηνών. Με τις ανανεώσιμες τεχνολογίες, θα έχουμε αυξημένη ασφάλεια παροχής ρεύματος παντού. Παράλληλα, με τη χρήση πιο καθαρών τεχνολογιών, σημειώνεται βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων που κατοικούν στις περιοχές που χρησιμοποιούνται καθώς έχουμε μείωση των ρύπων και ένα επιπλέον κίνητρο για την αύξηση του τουρισμού, ιδιαίτερα για ήδη τουριστικές χώρες όπως τη δική μας, καθώς οι τουρίστες προτιμούν να επισκέπτονται προορισμούς με καθαρό περιβάλλον.

Στα μειονεκτήματα των ΑΠΕ, εντάσσονται τα αυξημένα κόστη εγκατάστασης, ιδιαίτερα για τα φωτοβολταϊκά πάνελς, που μπορεί ο οποιοσδήποτε επενδυτής, ιδιαίτερα στη χώρα μας που υπάρχουν άριστες συνθήκες ηλιοφάνειας τους περισσότερους μήνες του χρόνου, να τα εγκαταστήσει. Αυτό είναι ιδιαίτερα αποθαρρυντικό για έναν μέσο άνθρωπο, ο οποίος καλείται να ανταπεξέρθει στα ήδη αυξημένα έξοδα διαβίωσης. Παρόλο που η κυβέρνηση αρχικά είχε δώσει κάποια κίνητρα στους καταναλωτές που τους ενθάρρυναν να επενδύσουν στις ΑΠΕ, η οικονομική κρίση που ακολούθησε αποτέλεσε σημαντικό τροχοπέδη για την διατήρηση αυτών των κινήτρων. Ως άμεση συνέπεια, οι καταναλωτές δέχθηκαν ένα βαρύ οικονομικό πλήγμα και η δυσπιστία απέναντι στις ΑΠΕ εντάθηκε.

Ένας ακόμα παράγοντας που η κοινωνία θεωρεί ότι είναι ιδιαίτερα αποθαρρυντικός για την υιοθέτηση των ΑΠΕ είναι ότι ακόμα δεν είναι σε θέση να χρησιμοποιηθούν ως αποκλειστικός πάροχος ενέργειας. Ο στοχαστικός τους χαρακτήρας (δεν έχουμε ηλιοφάνεια όλη την ημέρα ή και κάθε μέρα, ούτε ισχυρούς ανέμους να πνέουν συνέχεια) τις αποτρέπει να επεκτείνουν την κυριαρχία τους σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους παροχής ενέργειας και προκαλεί δυσπιστία προς τους καταναλωτές. Ένα μικρό μέρος του πιθανού αγοραστικού κοινού δηλώνει, επίσης, ότι οι εγκαταστάσεις παραγωγής ανανεώσιμων μορφών ενέργειας προκαλούν οπτική μόλυνση, ιδιαίτερα οι αιολικές εγκαταστάσεις και δεν είναι διατεθειμένο να πληρώσει για να τις εγκαταστήσει.

Παρακάτω έχουμε τα αποτελέσματα μιας έρευνας που διεξήχθη στην Κρήτη, ένα από τα πιο τουριστικά νησιά της χώρας μας, το οποίο παρέχει όλες τις κατάλληλες συνθήκες για να καρποφορήσει η ανάπτυξη των ΑΠΕ, καθώς μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη αιολικών, φωτοβολταϊκών ακόμα και **αγροτικής βιομάζας** εγκαταστάσεων, εξαιτίας της πολύ καλής γεωγραφικής θέσης του νησιού. Παρά το γεγονός ότι το νησί δεν είναι συνδεδεμένο μέσω καλωδίου στο κεντρικό δίκτυο διανομής της Ελλάδας, 13% της κατανάλωσης του προέρχεται από 154 MW εγκατεστημένης αιολικής ισχύος, από 1 MW φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων και δύο



Εικόνα 9 – Προθυμία των καταναλωτών να πληρώσουν για τις ΑΠΕ

μικρά υδροηλεκτρικά εργοστάσια της τάξης των 0,6 MW. Η έρευνα λοιπόν έδειξε ότι το αγοραστικό κοινό της Κρήτης που είναι πρόθυμο στο ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό του 80.2% να πληρώσει για την ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο νησί είναι διατεθειμένο να δώσει κατά μέσο όρο €17,88 ανά άτομο ανά χρόνο παραπάνω από αυτό που πληρώνει ήδη.

Με βάση έρευνες που έχουν γίνει στο ευρύ κοινό για την ένταξη και την υιοθέτηση διάφορων μορφών ΑΠΕ στη χώρα μας, έχει αποδειχθεί ότι όσο πιο ενήμεροι είναι οι καταναλωτές για τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης λόγω της κλιματικής αλλαγής και των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στην

ατμόσφαιρα, τόσο πιο διατεθειμένοι είναι να πληρώσουν για την υιοθέτηση της νέας τεχνολογίας. Επίσης, η καλή οικονομική κατάσταση των καταναλωτών συνεπάγεται με μεγαλύτερη προδιάθεση για επενδύσεις γενικότερα και συνεπώς και για τις ΑΠΕ. Αντίθετα, καταναλωτές που κάνουν χρήση ειδικών πακέτων παροχής ηλεκτρισμού, όπως είναι το χαμηλότερο ρεύμα τις νυχτερινές ώρες, είναι καταναλωτές που κινούνται με βάση το κόστος και την εξοικονόμηση χρήματος και όχι με βάση την εξοικονόμηση ενέργειας.

Για να αντιστραφεί η τρέχουσα κατάσταση και να γίνει το κοινό πιο δεκτικό στην πραγματοποίηση επενδύσεων στον ενεργειακό χώρο συνιστάται η προσπάθεια για ενημέρωση του κοινού σε συνδυασμό με κάποιες άλλες στρατηγικές.^{xxii} Συνήθως οι στρατηγικές αυτές περιλαμβάνουν επίτευξη-στόχων, οικονομικά κίνητρα για τους επενδυτές και η συνεχής ενημέρωση για όλες τις νέες εξελίξεις. Εάν η πληροφόρηση γίνεται σε ένα σωστό τρόπο και γίνεται εξατομικευμένα ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε χρήστη, θα έχει συνεπώς μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, καθώς είναι πιο πιθανό οι χρήστες να παρακολουθήσουν και να επεξεργαστούν τις πληροφορίες που δέχονται εάν δουν ότι ικανοποιούν μια δική τους ανάγκη. Ωστόσο, αυτό εγείρει σημαντικές προκλήσεις όσον αφορά το κατά πόσο ο σχεδιασμός εξατομικευμένων πληροφοριών είναι οικονομικά αποδοτικός, και κατά πόσο καλύπτει ή εξακολουθεί να αποκλείει μια μεγάλη μερίδα του πληθυσμού που δεν αναζητά ενεργά τέτοιου είδους πληροφόρηση. Αυτό λοιπόν που χρειάζεται ακόμη είναι η εξατομίκευση των πληροφοριών σε μαζικό επίπεδο.

3.4.4 Επίπεδο Πολιτικής

Χρέος κάθε κυβέρνησης και των ρυθμιστικών της αρχών είναι να ακολουθήσει το νομοθετικό πλαίσιο που έχει τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και προσπαθήσει να επιτύχει τους στόχους που έχουν τεθεί για την μείωση των ρύπων στην ατμόσφαιρα μέχρι το 2050. Για να συμβεί αυτό πρέπει η ίδια να προωθήσει την ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην αγορά και να διευκολύνει την μετάβασή τους από την αγορά «επώασης» που βρίσκονται ουσιαστικά ακόμα στην πλήρως ανταγωνιστική αγορά. Κίνητρα πρέπει να δοθούν τόσο στην ανταγωνιστική αγορά που απαρτίζεται από μικρές και μεγάλες εταιρίες, που θα βοηθήσουν στην επίτευξη καινοτομίας και στην αύξηση των επενδύσεων, όσο και στο ευρύ καταναλωτικό κοινό.

Από το 2009 με τη συνθήκη της Λισαβόνας, σημαντικές θεσμικές αλλαγές έχουν σημειωθεί προς το αποτελεσματικό άνοιγμα των αγορών ηλεκτρισμού. Οι τριπλοί στόχοι 20-20-20 θεωρούνται υποχρεώσεις αλλά και ευκαιρίες καθώς περιλαμβάνουν την διασφάλιση της ενεργειακής ασφάλειας, τη μείωση των εθνικών εκπομπών, την αύξηση του ανταγωνισμού της οικονομίας, την προσέλκυση κεφαλαίων προς επένδυση και την ανάπτυξη της τεχνογνωσίας. Η Ευρωπαϊκή εξέλιξη της ενεργειακής πολιτικής ακολουθεί αρχές της επικουρικότητας, της αναλογικότητας και της βελτίωσης των κανονιστικών ρυθμίσεων, όπως περιγράφεται στις Συνθήκες και στις πολιτικές δηλώσεις. Στόχος είναι οι πολιτικές αυτές να συντάσσονται με δημοκρατικό, διαφανή και αντιπροσωπευτικό τρόπο με ξεκάθαρες αιτιολογίες και ισορροπημένες εκτιμήσεις όλων των διαφορετικών επιλογών. Εκτιμήσεις των επιπτώσεων συνοδεύουν όλες τις νομοθετικές προτάσεις αναλύοντας τα πλεονεκτήματα/οφέλη και τα μειονεκτήματα/κόστη διαφορετικών πολιτικών δράσεων και δικαιολογώντας τη πορεία που ακολουθήθηκε. Οι νέες προτάσεις ενεργειακής πολιτικής καταρτίζονται με βάση ευρείες διαβουλεύσεις με τα ενδιαφερόμενα μέρη, συμπεριλαμβανομένων εθνικών αρχών, περιφερειακών φορέων, βιομηχανικών ενώσεων, εταιρειών, καταναλωτών καθώς και συνεταιρισμών και μη κυβερνητικών οργανώσεων.^{xxiii} Οι δράσεις όμως των μελών της ΕΕ θα έχει ως προτεραιότητα πάντοτε δύο αρχές: Πρώτον, τα κράτη-μέλη έχουν την τελική ευθύνη για την πορεία που θα ακολουθήσει το ενεργειακό τους πλάνο σε εθνικό επίπεδο, και, δεύτερον, οι ενδογενείς πηγές ενέργειας αποτελεί εθνική περιουσία και όχι ευρωπαϊκή.

Οι ενεργειακές πολιτικές υιοθετούνται με σκοπό τη διευθέτηση διαφορετικών ειδών προβλημάτων (τεχνικής φύσεως, σχετικά με την ανθρώπινη συμπεριφορά, σχετικά με άλλες πολιτικές και θεσμούς). Για αυτούς τους σκοπούς ταξινομούνται στις εξής ακόλουθες κατηγορίες:

- ✓ Έρευνας και Ανάπτυξης (E&A)
- ✓ Σχέδια χρηματοδότησης
- ✓ Οικονομικά κίνητρα
- ✓ Ακριβή τιμολόγηση
- ✓ Εθελοντικές Συμφωνίες
- ✓ Κανονισμούς

- ✓ Διάδοση των πληροφοριών και κατάρτιση
- ✓ Δημόσιες Συμβάσεις
- ✓ Μεταρρυθμίσεις της αγοράς
- ✓ Υποχρεώσεις της αγοράς
- ✓ Τεχνικές σχεδιασμού
- ✓ Υποστηρικτικές Μέθοδοι

Η κατάλληλη σύνθεση των πολιτικών που θα ακολουθηθούν εξαρτάται κάθε φορά από τα τεχνολογικά φράγματα και την παρούσα κατάσταση στην αγορά. Υπό την αιγίδα λοιπόν των στόχων του 2020, κάθε χώρα μέσω της δικής της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας έθεσε τους δικούς της στόχους καθώς και ενδιάμεσους εθνικούς στόχους, οι οποίοι είναι ζωτικής σημασίας για την παρακολούθηση της προόδου της ανάπτυξης των ΑΠΕ, παρά την ενδεικτική τους φύση. Διαχειριστές των συστημάτων μεταφοράς και διάδοσης (TSOs-DSOs) σε όλη την Ευρώπη πρέπει να πιστοποιούν την μεταφορά και διάδοση του ηλεκτρισμού που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές. Στόχος όσον αφορά τη λειτουργία και την προτεραιότητα του δικτύου μεταφοράς είναι οι διαχειριστές μεταφοράς να δίνουν προτεραιότητα στις εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές.

Οι μηχανισμοί συνεργασίας εισήχθησαν στην αγορά το 2009 και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα κράτη-μέλη με σκοπό να φτάσουν τους ανανεώσιμους στόχους τους. Με βάση τους μηχανισμούς αυτούς κάθε κράτος-μέλος μπορεί να μεταφέρει ένα συγκεκριμένο ποσό ανανεώσιμης ενέργειας σε ένα άλλο κράτος-μέλος. Η συνεργασία μεταξύ δύο ή περισσότερα κράτη-μέλη ή τρίτες χώρες επιτρέπεται για όλου του είδους κοινά έργα όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρισμού, θέρμανσης ή ψύξης από ανανεώσιμες τεχνολογίες, καθώς επίσης μπορούν να εμπλακούν στις συμβάσεις και ιδιωτικοί οργανισμοί. Η βασική ιδέα είναι να υπάρχει κοινή προσπάθεια και αλληλοϋποστήριξη για την επίτευξη του στόχου παρέχοντας οικονομική υποστήριξη με την πιθανότητα πλεονεκτήματος για απόκτηση φθηνότερης ανανεώσιμης ενέργειας για κάποιες χώρες. Επίσης, στο πλαίσιο της κυβερνητικής και νομοθετικής μέριμνας έχουν αναπτυχθεί διάφορες κατηγορίες υποστηρικτικών οργάνων στην ΕΕ, με στόχο να δοθούν οικονομικά κίνητρα για τους επενδυτές, τα οποία θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο. Αναφερόμαστε σε μηχανισμούς υποστήριξης που περιλαμβάνουν τα «πράσινα» πιστοποιητικά, τις

τιμολογήσεις, τους πλειστηριασμούς, ειδικές προνομιακές φορολογήσεις και παρόμοιους μηχανισμούς.

Στη χώρα μας, τα ενεργειακά ιδρύματα και οι οργανισμοί έχουν εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια έχουν δώσει οικονομικά κίνητρα για επένδυση και έχουν απελευθερώσει τις συνθήκες τις αγορές διευκολύνοντας εν μέρει την ανάπτυξη της ανανεώσιμης ενέργειας. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) σε συνεργασία με τη ΡΑΕ έχουν διεξάγει αρκετές αναθεωρήσεις του ελληνικού νομοθετικού πλαισίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έχουν καταλήξει ότι είναι απαραίτητη η απλούστευση του της διαδικασίας εξουσιοδότησης καθώς και διευκόλυνση της πρόσβασης σε μικροεπενδυτές για την ανάπτυξη της αγοράς των ΑΠΕ στη χώρα μας (ειδικά όσον αφορά τα φωτοβολταϊκά), καθώς θα βοηθήσουν και στην οικονομική ανάπτυξη των αγροτικών περιοχών της χώρας. Η ΡΑΕ επίσης προσπαθεί να εμποδίσει διαστρεβλώσεις και μονοπωληστικές συμπεριφορές όσον αφορά τη χρήση λιγνίτη και φυσικού αερίου και να αυξήσει το ποσοστό των ανανεώσιμων στο δίκτυο. Στη λιανική αγορά, οι τιμολογήσεις χαμηλής και μεσαίας τάσης εξακολουθούν να ελέγχονται από το κράτος.

Παρά όμως τις προσπάθειες για ενός ευνοϊκού θεσμικού συστήματος, η αγορά, ιδιαίτερα των μικρών ευέλικτων συστημάτων όπως είναι οι μικρές αιολικές γεννήτριες, δεν έχει ακόμα ευδοκιμήσει, καθώς δεν υπάρχει ενδιαφέρον από τους επενδυτές και οι γραφειοκρατικές διαδικασίες εξακολουθούν να είναι ιδιαίτερα περίπλοκες. Η τιμολόγηση και η εμπορεία των ανανεώσιμων απέναντι στα άλλα καύσιμα στην αγορά είναι αδιαφανείς με αποτέλεσμα να δημιουργείται πρόσθετη επιχειρηματική αβεβαιότητα στους παραγωγούς και στους προμηθευτές ενέργειας, καθώς και άνισος ανταγωνισμός. Οι διαδικασίες εγκατάστασης παραμένουν εξαιρετικά γραφειοκρατικές, συμπεριλαμβανομένου των αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σχεδιασμού, εγκατάστασης και λειτουργίας, διασύνδεσης με τον κύριο πάροχο (ΔΕΗ). Η διαδικασία αξιολόγησης περιλαμβάνει έναν μεγάλο αριθμό κριτηρίων, όπως η τεχνική και οικονομική ικανότητα του επενδυτή, η βιωσιμότητα του έργου και η συμμόρφωση υπό τις προϋποθέσεις του φυσικού σχεδιασμού. Η χορήγηση των Περιβαλλοντικών Όρων δημιουργεί νέες επιβαρύνσεις για τους επενδυτές. Η αξιολόγηση για τη χορήγηση της έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του έργου. Οι

αξιολογήσεις αυτές πραγματοποιούνται είτε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Χωροταξίας της τοπικής περιφέρειας ή από την Ειδική Μονάδα για την Περιβαλλοντική Αδειοδότηση του ΥΠΕΚΑ και απαιτεί συναίνεση από διάφορους διοικητικούς φορείς, συμπεριλαμβανομένων των τοπικών αρχών. Αφού ληφθεί η ΕΠΟ, απαιτείται εκ νέου άδεια εγκατάστασης, που εκδίδεται είτε από τον Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας ή από τον Υπουργό του ΥΠΕΚΑ. Παράλληλα, ο φορέας εκμετάλλευσης κάνει αίτηση για σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ και για σύμβαση αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με τον ΔΕΣΜΗΕ (Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας). Τέλος, η Άδεια Λειτουργίας θα πρέπει να έχει εκδοθεί από το ΥΠΕΚΑ, το όργανο που εξέδωσε την άδεια εγκατάστασης, αφού η κατασκευή έχει ολοκληρωθεί και η μονάδα έχει υποβληθεί σε δοκιμές.

Καταλαβαίνουμε λοιπόν από την περιγραφή της παραπάνω διαδικασίας ότι είναι αρκετά περίπλοκη, απαιτητική και χρονοβόρα. Οι κοινωνικές, οικονομικές και τεχνολογικές εξελίξεις της διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην αγορά συνοδεύονται άρρηκτα και συνήθως κατευθύνονται από θεσμικές αλλαγές και από τα ιδιωτικά κίνητρα. Μέσα από μελέτη^{xxiv} των μηχανισμών στήριξης και της αλληλεπίδρασης τους με τα κοινωνικά και τεχνολογικά στρώματα έχουμε καταλήξει στις εξής κύριες παθολογίες του συστήματος:

- a) Δεν υπάρχει επαρκής προστασία των τελικών καταναλωτών (η δομή των τιμολογήσεων βαίνει σε αντιφάσεις σε πολλές κατηγορίες),
- b) Υπάρχει έλλειψη διαφάνειας, κυρίως στις αγορές χονδρικής, που προκαλεί ανασφάλεια στους επιχειρηματίες,
- c) Έλλειψη κοινωνικής εμπλοκής και συμμετοχής στον σχηματισμό των ενεργειακών πολιτικών,
- d) Έλλειψη μηχανισμών της τοπικής κοινότητας για τον σχεδιασμό των εγκαταστάσεων των ΑΠΕ (προκαλούνται συγκρούσεις εκ των υστέρων)
- e) Οι διαδικασίες εξουσιοδότησης και θεσμικές ασυνέπειες αποθαρρύνουν τους μικρούς επενδυτές,
- f) Δεν υπάρχει ισορροπία μεταξύ στην τήρηση των θεσμικών προϋποθέσεων, της επενδύμενης ζήτησης και των υφιστάμενων ενεργειακών υποδομών,

- g) Υψηλό κόστος για επενδύσεις στον ιδιωτικό τομέα, το οποίο δεν καλύπτεται από τον δημόσιο τομέα, καθώς υπάρχει έλλειψη συνεργασίας,
- h) Δεν υπάρχει ουσιαστική παρακολούθηση και καταγραφή της διαδικασίας και των αποτελεσμάτων των εθνικών στόχων (ελλιπής ένταξη των θεσμικών αρχών μεταξύ ενεργειακών, οικονομικών και περιβαλλοντικών τομέων για τη διασφάλιση μιας συνεπούς αξιολόγησης των έργων),
- i) Έλλειψη υποστήριξης στην τεχνολογική καινοτομία (εισαγωγή τεχνογνωσίας και εξοπλισμού),
- j) Ελλιπής πληροφόρηση των καταναλωτών για τις επιλογές που διαθέτουν.

Για αυτούς τους λόγους θα πρέπει να γίνει προσπάθεια για αναθεώρηση της υπάρχουσας θεσμικής πολιτικής που ακολουθείται αυτή τη στιγμή στην Ελλάδα, με στόχο την ενθάρρυνση των επενδύσεων σε ΑΠΕ. Οι φορείς χάραξης πολιτικής για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα πρέπει αρχικά να αναγνωρίσουν την αξία που έχει η βαθιά κατανόηση των δυνάμεων που διαμορφώνουν το ενεργειακό σκηνικό. Στη συνέχεια, θα πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια να διασφαλίσουν ότι ο εθνικός σχεδιασμός της ενεργειακής τροφοδότησης να διαθέτει ανοίγματα και παράθυρα ευκαιριών προς επένδυση και εναλλακτικές επιχειρηματικές κινήσεις, ανταλλάσσοντας γνώσεις και εμπειρία με μικροεπενδυτές από χώρες εκτός και εντός Ευρώπης. Έπειτα, απαραίτητη είναι η εισαγωγή και διατήρηση ρυθμιστικών αρχών των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προσαρμοσμένες στους τομείς που απευθύνονται. Παραδείγματος χάρη, υπάρχει μεγάλη ανάγκη για ευαισθητοποίηση των πολιτών μέσω στόχευσης στις τοπικές ανάγκες και βιομηχανίες (ενεργειακές αιχμές που προκαλούνται λόγω του εποχιακού τουρισμού). Επίσης, κύριο μέλημα των ρυθμιστικών αρχών και των τροπολογιών που τις πρεσβεύουν θα πρέπει να είναι η διαβεβαίωση της προστασίας των καταναλωτών ενέργειας στη βάση της βιώσιμης ανάπτυξης. Προτεραιότητα την τρέχουσα περίοδο θα πρέπει να δοθεί στην προστασία των τελικών καταναλωτών ενάντια στην αύξηση των τιμολογήσεων από την οποία πλήττονται και η διατήρηση της αξιοπιστίας της παραγωγής ηλεκτρισμού. Θα μπορούσε να γίνει μια προσπάθεια για μετακίνησης του κόστους των ανανεώσιμων

πηγών ενέργειας από τον τελικό καταναλωτή. Οι ΑΠΕ στην Ελλάδα έχουν αρχίσει να γίνονται αποδεκτές και υπάρχει καταναλωτικό κοινό που είναι διαθέσιμο να δαπανήσει έστω και ένα μικρό χρηματικό ποσό για τη χρήση τους. Το ενδιαφέρον για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δε μπορεί να βασίζεται μόνο στις κυβερνητικές επιδοτήσεις.

Όσον αφορά την ένταξη των τεχνολογικών εξελίξεων στο νομοθετικό πλαίσιο, θα πρέπει οι ρυθμιστικές αρχές να φροντίσουν για την εισαγωγή μιας συγκεκριμένης διαδικασίας για τον ενεργειακό σχεδιασμό, η οποία θα στερείται πολύπλοκων και χρονοβόρων εκκρίσεων. Το στάδιο ωρίμανσης που έχουν φτάσει οι ανανεώσιμες τεχνολογίες επιτρέπει τη δημιουργία μιας πάγιας διαδικασίας και το διάλογο μεταξύ εξουσίας και τελικών καταναλωτών. Οι διαδικασίες αυτές θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από διαφάνεια και να είναι προϊόν συζήτησης και αναπροσαρμογής με βάση τα προβλήματα των καταναλωτών. Όλα αυτά θα μπορούσαν να συνοδευτούν και από μια συντονισμένη προσπάθεια για βελτίωση της αρχιτεκτονικής του δικτύου για μεγαλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα. Τέλος, είναι ζωτικής σημασίας να γίνουν οι κατάλληλες αναπροσαρμογές στο νομοθετικό πλαίσιο έτσι ώστε να δοθούν κίνητρα σε επιχειρήσεις μικρής και μεσαίας κλίμακας να ενταχθούν στο πρόγραμμα της ενεργειακής μετάβασης και να επενδύσουν πιο πολύ στις ΑΠΕ. Ναι μεν οι μεγάλες εταιρίες ακολουθούνται από μεγάλα κεφάλαια, αλλά πρέπει να γίνει ένταξη και των μικρότερων επενδύσεων σε αυτή την κοινή προσπάθεια για την αποφυγή δημιουργίας ή διεύρυνσης χασμάτων στην αγορά ενέργειας.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά στους υποστηρικτικούς μηχανισμούς που έχουν υιοθετηθεί για την ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε αγορές εθνικού επιπέδου για τις χώρες τις ΕΕ, τα προβλήματα που αυτοί αντιμετωπίζουν και θα γίνει συγκριτική αξιολόγησή τους για τα πιο διαδομένα είδη ανανεώσιμων πηγών στα οποία εφαρμόζονται, δηλαδή την αιολική και φωτοβολταϊκή ενέργεια.

3.5 Προβλήματα που επηρεάζουν το γενικότερο σύνολο

Εκτός από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ξεχωριστά ο κάθε τομέας, υπάρχει ένα σύνολο προβλημάτων που έχει επιπτώσεις στο γενικότερο σύνολο του των παραγόντων που επηρεάζουν άμεσα τις εξελίξεις της τρέχουσας μετάβασης και σε αυτά θα αναλυθούμε περισσότερο στην τρέχουσα θεματική ενότητα.

3.5.1 “Carbon Lock-in” και αλληλεξάρτηση παραγόντων

Οι μέχρι πρόσφατα διαθέσιμες πληροφορίες και τα συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί όσον αφορά τις τεχνολογίες γενικού σκοπού (grand purpose technologies-GPT) μας δείχνουν ότι οι οικονομικές επιπτώσεις της εν μέρει αντικατάστασης των ήδη υπαρχόντων τεχνολογιών με τις διαθέσιμες τεχνολογίες χαμηλού άνθρακα θα μπορούσαν να μετριαστούν τουλάχιστον σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο. Για να υπάρξει ευρύτερο και ουσιαστικό όφελος θα πρέπει οι τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα να αποκτήσουν την μορφή των τεχνολογιών γενικού σκοπού, δηλαδή να μπορέσουν να διαχυθούν ευρέως στην αγορά και να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη συνεχούς καινοτομίας, μείωσης κόστους και εξάπλωσης της νέας τεχνολογίας σε ένα φάσμα συμπληρωματικών τεχνολογιών. Με βάση τις υπάρχουσες μελέτες για να γίνει μια τεχνολογία γενικού σκοπού τυπικά απαιτείται ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Εκτός από πραγματικά «έξυπνες» τεχνολογικές εξελίξεις και την καλή διαχείριση των διαθέσιμων χρεογράφων, εφαρμογών και τεχνολογιών, απαραίτητη είναι η εξασφάλιση μεγαλύτερης συμμετοχής από τους χρήστες της νέας τεχνολογίας, έτσι ώστε η προσφορά και η ζήτηση να αλληλοεπιδρούν κατάλληλα με αποτέλεσμα τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα να είναι σημαντικά χαμηλότερα από ότι θα ήταν διαφορετικά. Τα κατάλληλα κίνητρα θα πρέπει να δοθούν για την καινοτομία των νέων αυτών τεχνολογιών.

Οι απώλειες και ζημίες σε επίπεδο ευημερίας που προκαλούνται λόγω αστοχιών στην αγορά και στις νομοθεσίες που σχετίζονται με αυτή εντείνονται από τα προβλήματα από την άμεση αλληλεξάρτηση που υπάρχει μεταξύ των παραγόντων που τις επηρεάζουν.^{xxv} Η αλληλεξάρτηση αυτή υποδεικνύει ότι τα οικονομικά των μελλοντικών τεχνολογιών σχετίζονται σημαντικά από την προγενέστερη διαδικασία λήψης αποφάσεων και τις επενδύσεις που γίνει. Η λήψη λανθασμένων αποφάσεων σήμερα μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ένα «κλείδωμα» στον τομέα του ηλεκτρισμού

σε μια πορεία που σχετίζεται με υψηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που μπορεί να διαρκέσει αρκετές δεκαετίες με αποτέλεσμα η ανακατεύθυνση προς ένα ενεργειακό σύστημα με χαμηλού ρύπου να είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.

Η αλληλεξάρτηση των παραγόντων που επηρεάζουν τον τομέα του ηλεκτρισμού οφείλεται σε πολλούς παράγοντες. Αρχικά, υπάρχουν αυξημένα κέρδη όσον αφορά την υιοθέτηση των ίδιων των τεχνολογικών εξελίξεων. Μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις τύπους οικονομίας:

- Οικονομίες Κλίμακος, οι οποίες αυξάνονται επειδή τα σταθερά έξοδα εκτείνονται στους αυξανόμενους όγκους παραγωγής.
- Οικονομίες Εμπειρίας, στις οποίες υπονοείται ότι η παραγωγή και η χρήση των τεχνολογικών εξελίξεων γίνεται βέλτιστα λόγω της απόκτησης εμπειρικής γνώσης με την πάροδο του χρόνου.
- Οικονομίες με προσαρμοστικές προσδοκίες, πράγμα που σημαίνει ότι η αυξανόμενη χρήση της τεχνολογίας μειώνει την αβεβαιότητα σχετικά με την ποιότητα, τις επιδόσεις και τη διάρκεια ζωής μιας τεχνολογίας/υπηρεσίας.
- Οικονομίες Δικτύου, οι οποίες προκύπτουν από το γεγονός ότι οι διαδικασίες υποδομής ενσωματώνονται σε μια σειρά από ειδικές υποδομές, τις σχέσεις με τους προμηθευτές και τα καταστήματα των πελατών.

Τα αυξημένα κέρδη από την υιοθέτηση μιας τεχνολογίας συνεισφέρουν και στο γεγονός ότι τα ήδη εγκατεστημένα ορυκτά καύσιμα και η πυρηνική τεχνολογία παράγουν πολύ πιο φθηνή ενέργεια αυτή τη στιγμή από ότι οι τεχνολογίες των ανανεώσιμων πηγών που σχετίζονται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένας ακόμα παράγοντας που προκαλεί αλληλεξάρτηση των διάφορων παραγόντων που επηρεάζουν την ένταξη των ανανεώσιμων τεχνολογιών στην αγορά είναι οι μακροπρόθεσμες επενδύσεις μεγάλης κλίμακος, οι οποίες είναι απαραίτητες στον ενεργειακό τομέα. Για την παραγωγή ενέργειας απαιτούνται επενδύσεις σε εργοστάσια κατασκευής (χρόνος ζωής 10-30 χρόνια), σε εργοστάσια ενέργειας (χρόνος ζωής 30-50 χρόνια), σε εγκαταστάσεις κτιρίων γενικής χρήσης (20-200 χρόνια), εγκαταστάσεις μεταφοράς και διανομής (40-200 χρόνια). Πολλές από τις

επενδύσεις είναι μη αναστρέψιμες. Έτσι, κατά τη διάρκεια ζωής μιας επένδυσης, οι εταιρείες προβαίνουν στη λήψη τεχνολογικών αποφάσεων συγκρίνοντας το κόστος λειτουργίας και συντήρησης (operation and maintenance – O&M) της τρέχουσας τεχνολογίας με το κόστος επένδυσης και λειτουργίας και συντήρησης (O&M) της νέας ανερχόμενης τεχνολογίας.

Έπειτα, ένας ακόμα παράγοντας που μπορεί να εντείνει το λεγόμενο «κλείδωμα του άνθρακα» στην αγορά είναι το ότι ο ηλεκτρισμός είναι ένα ομογενοποιημένο αγαθό χωρίς καμία διαφοροποίηση. Η ίδια «ποιότητα» ηλεκτρισμού παρέχεται από τα ορυκτά καύσιμα, η ίδια από την πυρηνική τεχνολογία και η ίδια από τις ανανεώσιμες. Ο ανταγωνισμός, λοιπόν, σε ενεργειακό επίπεδο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την τιμή και μόνο του παρεχόμενου μέσου.

Τέλος, η αλληλεξάρτηση των παραγόντων που επηρεάζουν τις τεχνολογικές εξελίξεις ενισχύεται από τους θεσμούς που πλαισιώνουν και συνεξελίσσονται με τα τεχνολογικά συστήματα. Από τη μία, οι θεσμοί αυτοί σχεδιάζονται έτσι ως απάντηση στις αναδυόμενες τεχνολογίες. Από την άλλη, ορίζουν τις τεχνολογικές επιλογές των οικονομικών παραγόντων. Έτσι, κάποιοι θεσμοί και ρυθμιστικές αρχές μπορεί να προωθούν την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ενώ άλλες να τις θέτουν σε μειονεκτική θέση.

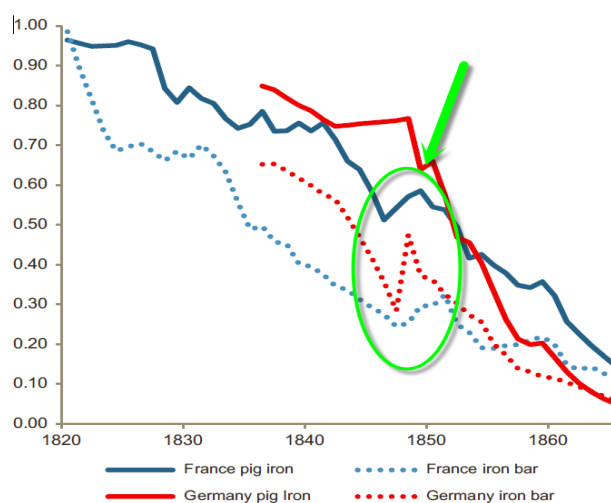
Η εκτεταμένη, λοιπόν, χρήση της τεχνολογίας του άνθρακα, που έχει προκαλέσει «κλείδωμα» στη χρήση της υπάρχουσας τεχνολογίας και αλληλεξάρτηση με άλλους παράγοντες της αγοράς μας υποδεικνύουν ότι η μετάβαση από τις μη ανανεώσιμες τεχνολογίες στην παραγωγή ενέργειας προς ηλεκτροδότηση από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δε μπορεί να υπολογιστεί με βάση την κλασσική προσέγγιση που πλαισιώνει την οικονομική λογική. Όχι μόνο το καύσιμο ως πρώτη ύλη, αλλά ένα ολόκληρο σύνολο τεχνολογικών και ρυθμιστικών αρχών θα πρέπει να αντικατασταθεί ή να τροποποιηθεί. Εξαιτίας της αδράνειας αυτών των συστημάτων, η μετάβαση επιτυγχάνεται με αργούς ρυθμούς και μπορεί να υπερβεί τον χρονικό ορίζοντα που έχει τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Υπό αυτές τις συνθήκες, όμως η αγορά με τη σειρά της θα αντιμετωπίσει δυσμενείς συνθήκες για τεχνολογικές ανακαλύψεις και την υιοθέτησή τους.

3.5.2 Φαινόμενο “Sailing ship”

Οι δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσουν οι τεχνολογίες χαμηλού άνθρακα κατά τη διαδικασία ένταξης τους στην αγορά μπορεί να επιδεινωθούν από το ενδεχόμενο οι διαδεδομένες τεχνολογίες υψηλού άνθρακα να συνεχίσουν να βελτιώνονται σε επίπεδο ανταγωνισμού, είτε προσφέροντας υπηρεσίες μέσω χαμηλότερου κόστους καυσίμων (για παράδειγμα, εάν σημειωθούν μεγαλύτερες ανακαλύψεις στο αέριο πώλησης θα μπορούσαν να αποδειχθούν πολύ προσοδοφόρες με αποτέλεσμα χαμηλό κόστος αγοράς) ή μέσω βελτιώσεων των χαρακτηριστικών τους, της ασφάλειας που προσφέρουν ή λόγω υψηλότερων φραγμών εισόδου στην αγορά.

Ο ρόλος των κατεστημένων φορέων θα παίζει σημαντικό ρόλο στην επιτυχημένη διείσδυση των τεχνολογιών χαμηλού άνθρακα στην αγορά. Παραδείγματος χάριν, εάν οι νέες τεχνολογίες χαμηλού άνθρακα έχουν πρακτικά το ίδιο εύρος χαρακτηριστικών με τα ήδη υπάρχοντα προϊόντα (εξαιρουμένων των εκ φύσεως χαμηλών εκπομπών) και οι ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες, οι οποίες είναι πολύ πιο ώριμες, βρίσκονται υπό την πίεση του ανταγωνισμού, τότε το μόνο σίγουρο είναι ότι οι ανανεώσιμες τεχνολογίες, που επιχειρούν να μπουν στην αγορά διατρέχουν σοβαρό κίνδυνο ανταγωνισμού. Ήδη βλέπουμε τέτοια παραδείγματα στην καθημερινή μας ζωή. Οι παραγωγοί μηχανών και οχημάτων εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη τα ορυκτά καύσιμα, λόγω της πίεσης που δέχονται από τους περιβαλλοντικούς μηχανισμούς, από άποψη αποδοτικότητας, τιμών καυσίμων και τεχνολογίας, έχουν προβεί σε σημαντικές βελτιώσεις και εξελίξεις στην επίδοση των πετρελαιομηχανών, ακόμα και στο βάρος των οχημάτων και στην αεροδυναμική τους, με αποτέλεσμα τα ηλεκτρικά και τα υβριδικά αυτοκίνητα να έχουν μεγάλη δυσκολία στην εισχώρηση στην αγορά.

Παρόμοιες περιπτώσεις στις οποίες η υπάρχουσα αγορά, η οποία απειλείται από τις νέες τεχνολογικές



Εικόνα 10 - Sailing ship effect από τη βιομηχανία σιδήρου στη βιομηχανία του άνθρακα (ποσοστά κατανάλωση άνθρακα επί τοις εκατό)

εξελίξεις και από την υποκατάστασή της από νέες τεχνολογίες, αντεπιτίθεται έχουν παρατηρηθεί πολλές φορές και στο παρελθόν. Πιο χαρακτηριστική εκ των οποίων είναι η περίπτωση της Γαλλίας και της Γερμανίας κατά τη μεταβατική περίοδο της αντικατάστασης της βιομηχανίας σιδήρου (όπου είχαμε ως πρώτη ύλη το κάρβουνο) από τη βιομηχανία του άνθρακα. Στην διπλανή εικόνα (4) φαίνεται ξεκάθαρα η αντίσταση που προβάλλει η αγορά με την κατανάλωση κάρβουνου ως καύσιμο γύρω στο 1850.

Αυτή, λοιπόν, η τάση για βελτίωση των ήδη υφιστάμενων τεχνολογιών, η οποία τροφοδοτείται από τον ανταγωνισμό που επιφέρουν οι νέες τεχνολογίες ονομάζεται φαινόμενο «sailing ship» ή φαινόμενο της «τελευταίας πνοής» των πεπαλαιωμένων τεχνολογιών. Η άποψη ότι οι βιομηχανίες και οι τεχνολογίες των οποίων η κυριαρχία απειλείται από νέο ανταγωνισμό δε μπορεί να περάσει απαρατήρητη. Παράγοντες, όπως μεγάλες ενεργειακές εταιρίες που έχουν επενδύσει μεγάλα ποσά στο τρέχον σύστημα και στις υφιστάμενες τεχνολογίες, ενώ παράλληλα έχουν σημαντική πολιτική επιρροή, πιθανότατα να δράσουν σπασμοδικά και να κάνουν ότι περνάει από το χέρι τους έτσι ώστε να μην περάσουν θεσμικές αλλαγές που να στηρίζουν την ένταξη των τεχνολογιών χαμηλού άνθρακα στην αγορά.

Ένα φαινόμενο παρόμοιο με αυτό του “sailing ship” έχει παρατηρηθεί σε μια άλλη μορφή, αυτή του επονομαζόμενου «πράσινου παραδόξου». Σύμφωνα με αυτό οι κύριοι ενεργειακοί προμηθευτές, εξαιτίας μειώσεων στις τιμές κόστους των τεχνολογιών χαμηλού άνθρακα, προβαίνουν σε αύξηση της εξόρυξης ορυκτών καυσίμων με σκοπό την εκμετάλλευση των οικονομικών ενοικίων. Με βάση τα όσα έχουν αναφερθεί, κρίνεται λοιπόν αναγκαίο να τεθεί νομοθεσία για την τόνωση της αντικατάστασης των ορυκτών καυσίμων με την προώθηση των ανανεώσιμων εναλλακτικών.

3.5.3 Το φαινόμενο του “Rebound”

Τα περισσότερα σενάρια που αναφέρονται στους τρόπους με τους οποίους θα επιτευχθεί η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 50% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 μέχρι το 2050 απαιτούν όχι μόνο την μεγάλη διάδοση των τεχνολογιών χαμηλού άνθρακα, οι οποίες τυπικά συμπεριλαμβάνουν τις ανανεώσιμες, την εκμετάλλευση άνθρακα και αερίου αλλά με τη χρήση μηχανισμών

για φιλτράρισμα και αποθήκευση των αερίων του θερμοκηπίου και την εκμετάλλευση της πυρηνικής ενέργειας, αλλά και την αποδοτική εκμετάλλευση των υπηρεσιών διανομής και χρήσης ενέργειας. Είναι όμως ευρέως γνωστό ότι οι βελτιώσεις από πλευράς αποδοτικότητας στις τρέχουσες τεχνολογίες μπορεί να οδηγήσουν σε φαινόμενα αναπήδησης (rebound), κατά το οποίο η μείωση του κόστους της παρεχόμενης υπηρεσίας μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση στη ζήτηση της υπηρεσίας.

Για να γίνει πιο κατανοητό αυτό το φαινόμενο, αναφέρουμε χαρακτηριστικά την περίπτωση κατανάλωσης καυσίμου σε ένα αυτοκίνητο. Η βελτίωση από πλευράς αποδοτικότητας στην κατανάλωση καυσίμων ενός αυτοκινήτου έχει ως άμεσο αποτέλεσμα ο οδηγός να μπορεί να διανύσει την ίδια χιλιομετρική απόσταση με μικρότερο χρηματικό αντίτιμο. Ως εκ τούτου, ο οδηγός διαλέγει να διανύσει μεγαλύτερη χιλιομετρική απόσταση από ότι θα έκανε υπό άλλες συνθήκες με αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνεται η επιθυμητή μείωση στην εκπομπή ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Πολλοί είναι αυτοί που πιστεύουν ότι είναι πιθανή η ύπαρξη ενός τέτοιου φαινομένου και σε οικονομικό επίπεδο από την ευρεία διάδοση της αποδοτικότητας και της τεχνολογικής αλλαγής, καθώς ελευθερώνονται οικονομικοί πόροι προς επένδυση στη δημιουργία νέων τρόπων κάλυψης ενεργειακών αναγκών του τελικού καταναλωτή με την αύξηση της παραγωγής. Από μια άποψη λοιπόν, ένα χαρακτηριστικό των τεχνολογιών γενικού σκοπού (ή των επίδοξων τεχνολογιών γενικού σκοπού όταν φτάσουν σε επίπεδο οικονομίας κλίμακος) είναι ότι μπορεί να προκαλέσουν τέτοιου είδους φαινόμενα «αναπήδησης». Οι επικρατούσες τεχνολογίες υψηλών εκπομπών άνθρακα θα μπορούν να προκαλέσουν αύξηση της ζήτησης λόγω της μείωσης του κόστους και λόγω της ικανότητας τους να επηρεάζουν τα επίπεδα παραγωγικότητας, παραγωγής και εισοδημάτων σε μια ευρεία κλίμακα. Εάν οι τεχνολογίες χαμηλού άνθρακα δεν καταφέρουν να φτάσουν τα επίπεδα «μηδενικού» σχεδόν άνθρακα και να βγουν εκτός συναγωνισμού ως προς τα οφέλη σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνολογίες, τότε είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα προκληθούν τέτοια φαινόμενα «αναπήδησης» που σχετίζονται με τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών τους.

Η μελέτη του φαινομένου της «αναπήδησης» στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής χρειάζεται να γίνει με μεγάλη προσοχή.^{xxvi} Η συνεισφορά της Ευρωπαϊκής

Ένωσης στην επίτευξη των στόχων της μετρίασης της κλιματικής αλλαγής μέσω των μηχανισμών ζήτησης εξαρτάται από την ένταση της παραμέτρου «αναπήδησης». Εάν έχουμε μεγαλύτερη ένταση του φαινομένου, τότε αυτόματα θα είχαμε και μείωση του ρυθμού μετρίασης της κλιματικής αλλαγής. Για την αποφυγή του φαινομένου αυτού μια λύση είναι η συμπληρωματική κοστολόγηση ή επιβολή φόρου και να αντισταθμίσει την αναμενόμενη αύξηση στην ζήτηση, ιδιαίτερα εάν τα ποσά της ενεργειακής κατανάλωσης είναι ήδη υψηλά.

3.5.4 Παράγοντες αβεβαιότητας

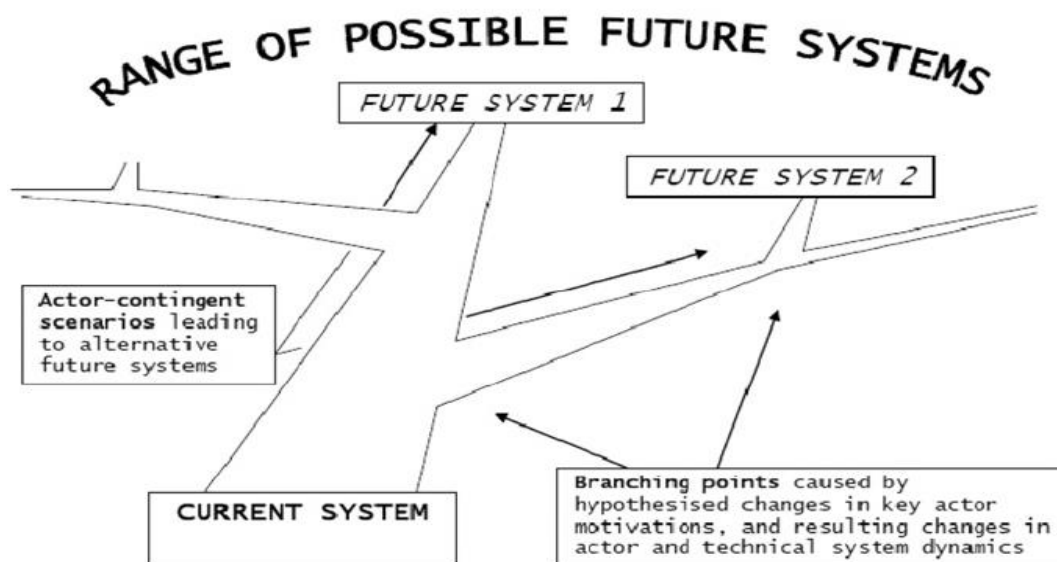
Τα σενάρια για την μελλοντική χρήση των τεχνολογιών χαμηλού άνθρακα εγείρουν προκλήσεις όσον αφορά θέματα αβεβαιότητας, καθώς εκτός από αλλαγές σε τεχνολογικό και κοινωνικό επίπεδο που πρόκειται να επέλθουν στις επόμενες δεκαετίες, ο στόχος της απεξάρτησης από τα οξείδια του άνθρακα και των υπόλοιπων βλαβερών παραγόντων από την καύση των ορυκτών καυσίμων, είναι ένα πολύ σημαντικό κίνητρο από μόνο του. Οι περισσότερες μελέτες που έχουν δημοσιευθεί μέχρι στιγμής αναφέρουν ότι τα συμπεράσματα και οι προτάσεις που κάνουν δεν είναι προβλέψεις, ούτε προφητείες και νέα δεδομένα μπορούν ανά πάσα στιγμή να εμφανιστούν που θα αλλάξουν την έκβαση των πραγμάτων.

Τα τεχνολογικά εστιασμένα σενάρια για το ενεργειακό σύστημα μπορούν σε κάποιο βαθμό να παραβλέψουν το ζήτημα της αβεβαιότητας θεωρώντας ότι ένα ευρύ φάσμα πολιτικών, κοινωνικών και τεχνολογικών αλλαγών, ως παραδοχές «εκτός μοντέλου», οι οποίες απλά δικαιολογούν την εφαρμογή διαφόρων επιπέδων στις διαθέσιμες ποσοτικές παραμέτρους.^{xxvii} Μια εκτεταμένη και επιφυλακτική άποψη της αβεβαιότητας μπορεί φυσικά να θεωρηθεί ως ιδιαίτερα συνετή. Ωστόσο, είναι θεμιτό να αναρωτηθούμε τι στρατηγικό πλεονέκτημα μπορεί να επιφέρει μια άποψη για το μέλλον που κάθε πτυχή της εξίσου άγνωστη - που θα βασιστούν οι ιθύνοντες για να κάνουν τον προγραμματισμό τους για το μέλλον, χωρίς καν να έχουν γνώση των σχετικών επιπέδων αβεβαιότητας;

Το τρέχον σύστημά μας χαρακτηρίζεται από μια δυναμική διαδικασία αλληλεπιδράσεων μεταξύ ποικίλων παραγόντων που έχουν διαφορετικά κίνητρα και επίπεδα επιρροής. Είναι επιτακτικό, λοιπόν, να βρεθούν σημεία «στήριξης» πάνω στα οποία να μπορούμε να εναποθέσουμε πιέσεις ωθώντας τη ροή των πραγμάτων προς

μια επιθυμητή κατεύθυνση. Αυτά τα σημεία πρέπει να ανταποκρίνονται σε αλλαγές στα κίνητρα και στις έμπρακτες δράσεις κύριων παραγόντων του συστήματος. Σε αυτό το σημείο αναδεικνύεται η κρισιμότητα της μεθοδολογίας που είχε εφαρμοσθεί από τους Pearson και Foxon με βάση τα «σημεία διακλάδωσης». Η σύγκριση των σεναρίων που βασίζονται σε υποθετικά σενάρια και κίνητρα δεν μπορεί να θεωρηθεί έγκριτη. Παρόλα αυτά, είναι σημαντικό να γίνει για να μελετηθεί το πόσο ρεαλιστικά και εφικτά μπορούν να θεωρηθούν αυτά τα σενάρια και πόσο εύκολη θα είναι η διεκπεραίωσή τους. Για κάθε παράγοντα, μπορεί να μελετηθεί ο αριθμός και το είδος του κινήτρου που έχει στο να διατελέσει τις αλλαγές με βάση το κάθε σενάριο και πόσο μεγάλο θα ήταν το επίπεδο της αλλαγής με βάση το τρέχον επίπεδο. Επίσης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν το κόστος της αλλαγής, το χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια της συνολικής μετάβασης στο οποίο αυτή θα διατελέσει αλλά και ποιους άλλους παράγοντες θα επηρεάσει.

Τα αποτελέσματα γεγονότων και εξωτερικών εξελίξεων έχουν και αυτά με τη σειρά τους ιδιαίτερη σημασία και δε θα έπρεπε να παραληφθούν από τη μελέτη των μελλοντικών σεναρίων. Αναφερόμαστε σε παράγοντες, οι οποίοι δεν έχουν καμία



Εικόνα 11 - Σημασία των "σημείων διακλάδωσης" για τα μελλοντικά σενάρια (Σχηματική αναπαράσταση)

σχέση με την τρέχουσα μετάβαση, αλλά οι επιπτώσεις τους μπορεί να αλλάξουν την έκβαση των πραγμάτων. Καθώς αυτά τα γεγονότα δε σχετίζονται άμεσα ένα συγκεκριμένο παράδειγμα ή σενάριο, οι πιθανές επιπτώσεις τους θα πρέπει να

ληφθούν υπόψη σε όλα τα σεναριακά επίπεδα. Παραδείγματα τέτοιων παραγόντων είναι:

- Παγκόσμια γεγονότα, όπως είναι η αύξηση των τιμών, η οικονομική ανάπτυξη ή ύφεση.
- Πολιτικά γεγονότα, εντάσεις, αναταραχές, διπλωματικές κρίσεις, πόλεμοι.
- Αύξηση στην ένταση των μέχρι σήμερα κλιματικών αλλαγών
- Μη αναμενόμενη τεχνολογική αποτυχία ή η εμφάνιση νέων καινοτόμων προϊόντων στην αγορά.

Για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας εκτός από την ανάπτυξη των σεναρίων για τα σημεία διακλάδωσης τα οποία ήδη έχουμε αναφέρει, θετικά αποτελέσματα θα μπορεί να επιφέρει και η ανάπτυξη σεναρίων για τη λήψη αποφάσεων. Μπορούμε να διακρίνουμε τρεις κύριες κατηγορίες, οι οποίες είναι οι εξής:

1. Προστατευτική Λήψη Μέτρων – Γνωρίζοντας πιθανές μελλοντικές απειλές, οι παράγοντες μπορούν να αυξήσουν την ευρωστία τους απέναντι σε αυτές.
2. Προληπτική Λήψη Μέτρων – Γνωρίζοντας πιθανές μελλοντικές ευκαιρίες, οι παράγοντες θα μπορούσαν να δράσουν καλύτερα εάν δράσουν έτσι ώστε βελτιώσουν τις μελλοντικές τους προοπτικές μέσω των δικών τους πράξεων .
3. Επίτευξη συναινετικής δράσης – Αναγνωρίζοντας κατά ποιους τρόπους η συλλογική δράση πολλών παραγόντων μπορεί να επιφέρει αποτελέσματα θετικά προς όλους, οι παράγοντες μπορούν να δημιουργήσουν ένα καθαρό πλάνο δράσης και μια βάση για κοινωνική συνεργασία.

Οι άμεσα εμπλεκόμενοι παράγοντες, για να την αντιμετώπιση των προβλημάτων που επέρχονται από την προπαμπιλιστική τροπή των πραγμάτων, μπορούν να μετριάσουν τις επιπτώσεις της αβεβαιότητας χρησιμοποιώντας προληπτική χρήση μέτρων ή υιοθετώντας ένα συναινετικό πλάνο δράσης. Η προληπτική μέθοδος δεν είναι τόσο αποδοτική εάν στόχος της μελέτης μας είναι να απαντήσουμε σε θέματα που συνδέονται με μελλοντικές μακροχρόνιες εξελίξεις. Γι' αυτό το λόγο, οι εξωγενείς παράγοντες του συστήματος απαιτούν την υιοθέτηση

προστατευτικού πλάνου δράσης, τουλάχιστον για μεγαλύτερη και πιο αποτελεσματική αδρανοποίηση του υπό εξέταση συστήματος ενάντια σε σοβαρές απειλές.

3.6 Περίληψη Κεφαλαίου

Από όλα τα ανωτέρω μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα τελευταία χρόνια έχει γίνει αντιληπτό ότι είναι αναγκαίο να μεταβούμε από την ενέργεια που παράγεται από τα ορυκτά καύσιμα και το φυσικό αέριο σε άλλες μορφές ενέργειας πιο φιλικές προς στο περιβάλλον. Η πυρηνική ενέργεια είναι μια τέτοια μορφή ενέργειας καθώς είναι πολύ αποδοτική, δε μπορεί να θεωρηθεί ασφαλής καθώς ένα απλό ακόμα ατύχημα, όπως αυτό που συνέβη στη Φουκουσίμα το 2011, μπορεί να επιφέρει καταστρεπτικές συνέπειες για την ανθρωπότητα. Γι' αυτόν τον λόγο όλες οι ελπίδες για την αποφυγή της κλιματικής αλλαγής έχουν εναποτεθεί στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ΕΕ σαν σύνολο αλλά και κάθε χώρα ξεχωριστά κάνει προσπάθεια για την αποτροπή αυτής της κατάστασης και την ένταξη των ΑΠΕ από την αγορά «επώασης» στην οποία βρίσκονταν στην ανταγωνιστική ελεύθερη αγορά.

Για να γίνει αυτή η μετάβαση και να στεφθεί με επιτυχία είναι σημαντικό να λάβουν ενεργό δράση όλοι φορείς. Η ίδια η αγορά αλλά και το ευρύ κοινό ως τελικοί καταναλωτές πρέπει να είναι πρόθυμοι να υιοθετήσουν τις αλλαγές που θα επιφέρουν οι νέες τεχνολογίες και να είναι να διατεθειμένοι να επενδύσουν σε αυτές. Κατά αυτόν τον τρόπο μεγάλο βάρος πέφτει στη μεριά της πολιτείας και των ρυθμιστικών αρχών, οι οποίες μέσω τροπολογιών και οικονομικών κινήτρων μπορούν να ασκήσουν επιρροή και να βοηθήσουν στην γρήγορη υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών. Οι κυβερνήσεις των χωρών πράγματι καταβάλουν προσπάθεια για την αύξηση των επενδύσεων μεγάλου, μεσαίου και μικρού κεφαλαίου.

Παρόλα αυτά βλέπουμε ότι υπάρχουν ακόμα κάποια προβλήματα στο σύστημα και η αγορά αντιμετωπίζει παθογένειες. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα γίνει ανάλυση των οικονομικών κινήτρων και των συστημάτων στήριξης που βρίσκονται αυτή τη στιγμή σε ισχύ στις ευρωπαϊκές χώρες για την ομαλότερη ένταξη των ανανεώσιμων πηγών και τεχνολογιών στις αγορές. Θα γίνει μια λεπτομερής ανάλυση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των μηχανισμών αυτών

στήριξης και μια συγκριτική αξιολόγηση για το κατά πόσο είναι οικονομικά αποδοτική και επιφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Κεφάλαιο 4^ο: Τα οικονομικά της Τρέχουσας Ενεργειακής Μετάβασης

Έχοντας περιγράψει το ευρύτερο πλαίσιο της τρέχουσας ενεργειακής μετάβασης και έχοντας αποκτήσει μια γενική εικόνα της συνεισφοράς όλων των τομέων για το ζήτημα αυτό, στο παρόν κεφάλαιο θα κάνουμε μια εκτίμηση της τιμής αγοράς των ΑΠΕ στην παρούσα φάση, των φαινομένων/προβλημάτων που αντιμετωπίζονται κατά τη διαδικασία ένταξης τους στις αγορές και των υποστηρικτικών μηχανισμών (οικονομικών κινήτρων) που δίνονται στους καταναλωτές μικρής και μεγάλης κλίμακας από τις ρυθμιστικές και επιβλέπουσες αρχές αυτές της ενεργειακής μετάβασης.

Πριν όμως ξεκινήσουμε την ανάλυση της τιμής αγοράς των ΑΠΕ και των παραγόντων που την διαμορφώνουν, θα ήταν σκόπιμο να εξετάσουμε τις συνέπειες που έχει επιφέρει η οικονομική κρίση στην αγορά ενέργειας.

4.1 Οι επιπτώσεις της χρηματο-οικονομικής κρίσης στην ενεργειακή μετάβαση

Πολλές από τις Δυτικές χώρες έχουν αντιμετωπίσει δύσκολες στιγμές από οικονομικής άποψης τα τελευταία χρόνια. Αρχικά, υπάρχει η άμεση οικονομική κρίση που σχετίζεται με την κατάρρευση του τραπεζικού συστήματος και τα ιδιωτικά και δημόσια χρέη. Στη συνέχεια, έχουμε τα μεσοπρόθεσμα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν και σχετίζονται με την υψηλή ανεργία, την αυξανόμενη ανισότητα, τα προγράμματα λιτότητας, περικοπές πρόνοιας και αδύναμη βιομηχανική ανταγωνιστικότητα σε έναν παγκοσμιοποιημένο κόσμο. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι προβλήματα όπως η κλιματική αλλαγή μπαίνουν σε τρίτη μοίρα καθώς οι συνέπειες τους είναι ακόμα πιο μακροπρόθεσμες παρόλο που ουσιαστικά είναι πιο σοβαρά.

Μέσα από την κρίση αυτή του χρηματοοικονομικού συστήματος θα μπορούσαν να προκύψουν θετικά αποτελέσματα. Αρχικά, η οικονομική κρίση και τα περιβαλλοντικά προβλήματα μπορούν να θεωρηθούν ως συμπτώματα ενός βαθύτερου πολιτιστικού προβλήματος στις σύγχρονες καπιταλιστικές κοινωνίες (εμμονή με την ανάπτυξη, την εκμετάλλευση της φύσης, κυριαρχία χρηματοπιστωτικού καπιταλισμού). Η κρίση αυτή θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί και εν τέλει να γίνουν θεμελιώδεις αλλαγές, όπως στη μορφή της οικονομίας, ανακατανομή της εργασίας

και του χρόνου, του εισοδήματος και του πλούτου. Κατά αυτόν τον τρόπο μπορεί να επέλθει στροφή στις παρεχόμενες υπηρεσίες (π.χ. υπηρεσίες ενέργειας, ανακύκλωσης). Έπειτα, με βάση παλαιότερες μεταβάσεις, κατά τη διάρκεια περιόδων «εγκατάστασης», οι δυναμικές τείνουν να οδηγούνται από το χρηματοπιστωτικό κεφάλαιο και τις κερδοσκοπικές επενδύσεις. Η ευρύτερη διάδοση όμως των διεισδυτικών τεχνολογιών συχνά παρεμποδίζεται από αντιθέσεις στο κοινωνικο-θεσμικό πλαίσιο. Μια τέτοια αλλαγή λοιπόν που συνοδεύεται από μια ευρύτερη ανάπτυξη συνήθως ακολουθείται από κοινωνικο-θεσμικές κρίσεις, οι οποίες με τη σειρά τους ακολουθούνται από θεσμικές προσαρμογές ευνοώντας κατά αυτό τον τρόπο την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών δίνοντας τους την ευκαιρία να φτάσουν στο πλήρες δυναμικό τους.^{xxviii} Έτσι, οι κοινωνικο-οικονομικές κρίσεις θα μπορούσαν θεωρηθούν ως φυσικά επακόλουθα του συστήματος, ή ακόμα και ως αναγκαία κομμάτια του για να μπορέσουν να γίνουν σοβαρές και ριζικές μεταβάσεις. Η παρούσα κρίση θα μπορούσε να μεταφραστεί ως έναυσμα για τη μετάβαση από τη «φάση εγκατάστασης» των ΑΠΕ στη «φάση ανάπτυξης» τους, πράγμα του απαιτεί πειθαρχία από οικονομική άποψη και επαναπροσανατολισμό προς τις παραγωγικές και μακροχρόνιες επενδύσεις στην οικονομία.

Επιπλέον, η «πράσινη ανάπτυξη» είναι νέα στρατηγική προοπτική, η οποία φαίνεται πολλά υποσχόμενη προς την επίλυση και των περιβαλλοντικών και των οικονομικών προβλημάτων, καθώς περιλαμβάνει περιβαλλοντική προστασία υπό τη μορφή ευκαιριών και ανταμοιβών. Μπορούμε μέσω αυτής να επιτύχουμε μια οικονομική ανάπτυξη, η οποία είναι ταυτόχρονα πιο φιλική προς το περιβάλλον, συνδέοντας τα νέα θεσμικά μέτρα με την καταβολή «πράσινων φόρων» που απευθύνονται σε αρνητικές εξωγενείς επιδράσεις, δημιουργώντας νέες ευκαιρίες καριέρας, με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, οι οποίες μπορούν να δημιουργηθούν ύστερα από δημόσιες επενδύσεις σε «πράσινες» επενδύσεις που τονώνουν την συνολική ζήτηση. Κατά αυτό τρόπο, μπορεί να θεωρηθεί ότι η κοινωνικο-οικονομική αυτή κρίση που είναι το επίκεντρο των εξελίξεων τα τελευταία χρόνια, μπορεί να θεωρηθεί ως το έναυσμα για Πράσινη Βιομηχανική Ανάπτυξη.

Εκτός από τα θετικά που μπορεί να επιφέρει αυτή η κρίση, υπάρχει ένα ζήτημα το οποίο σίγουρα επιδρά αρνητικά στην έκβαση της μεταβατικής αυτής φάσης. Η χρηματοοικονομική κρίση που έχει ξεσπάσει και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουμε σε παγκόσμιο επίπεδο είναι θέματα τα οποία

διαφέρουν σημαντικά στο χρονικό πλαίσιο, τις αιτίες και τους τρόπους αντιμετώπισης τους και αυτή τη στιγμή υπάρχει έντονος ανταγωνισμός μεταξύ τους για το ποιο χρήζει περισσότερης πολιτικής και κοινωνικής προσοχής. Η χρηματοοικονομική κρίση μπορεί να επιφέρει μεταβάσεις μέσω αλλαγών στις κοινωνικές και πολιτικές προτεραιότητες και τονώνοντας την εμπιστοσύνη των επενδυτών. Δίνοντας όμως βάση στην επίλυση των οικονομικών προβλημάτων, αναπόφευκτα θα έχουμε το πέρασμα των περιβαλλοντικών προβλημάτων στο παρασκήνιο. Προφανώς και η ενεργειακή μετάβαση δε θα παραμερίζεται επί μονίμου βάσεως, καθώς τα περιβαλλοντικά προβλήματα δε θα εξαφανιστούν. Οι δύο αυτές μεταβάσεις όμως είναι διαφορετικές μη-γραμμικές διαδικασίες, οι οποίες μπορεί να λειτουργήσουν ως τροχοπέδια η μια για την άλλη.

Από μια σύντομη ανασκόπηση στην πορεία των δύο αυτών μεταβάσεων μπορούμε να δούμε ότι στα πρώτα χρόνια της κρίσης, δηλαδή από το 2008 μέχρι το 2010, είχαμε τη δημιουργία νέων παραθύρων και ευκαιριών στις οποίες κάποιες λύσεις για τα οικονομικά προβλήματα που είχαν δημιουργηθεί, όπως ήταν τα πράσινα πακέτα στήριξης, μπορεί να επιτάχυναν την «απογείωση» κάποιων καινοτόμων τεχνολογιών. Μπορούμε σε αυτό το σημείο να φέρουμε στο μυαλό μας την απότομη ανάπτυξη και εγκατάσταση των ανανεώσιμων – και ιδιαίτερα των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων – στη χώρα μας. Από το 2010 και μετά, αυτό το παράθυρο ευκαιριών ολοένα και μειώνεται, καθώς η οικονομική κρίση έχει επηρεάσει τον δημόσιο διάλογο, τις κυβερνήσεις και τις επενδύσεις επιβραδύνοντας έτσι κάθε μορφή μετάβασης.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2010–2011 growth
Venture capital	0.4	0.6	1.2	2.1	3.0	1.5	2.4	2.5	5%
Government R&D	1.0	2.0	2.2	2.5	2.6	3.5	5.3	4.6	–13%
Corporate R&D	5.1	2.5	2.9	2.7	3.9	4.0	4.6	3.7	–19%
Private equity expansion capital	0.3	1.0	3.0	3.2	6.9	2.8	2.9	2.5	–15%
Public markets	0.3	3.5	9.4	22.7	11.6	11.7	11.3	10.1	–10%
Asset finance	22.8	40.5	71.7	92.0	121.5	108.6	138.8	158.3	18%
Small distributed capacity	8.6	10.8	7.2	13.4	21.6	31.2	60.4	75.8	25%
Total	39.5	60.8	96.5	132.8	166.6	160.0	219.8	257.5	17%

Εικόνα 12 - Παγκόσμιες Τάσεις στις Επενδύσεις Ανανεώσιμων (\$ δις.)

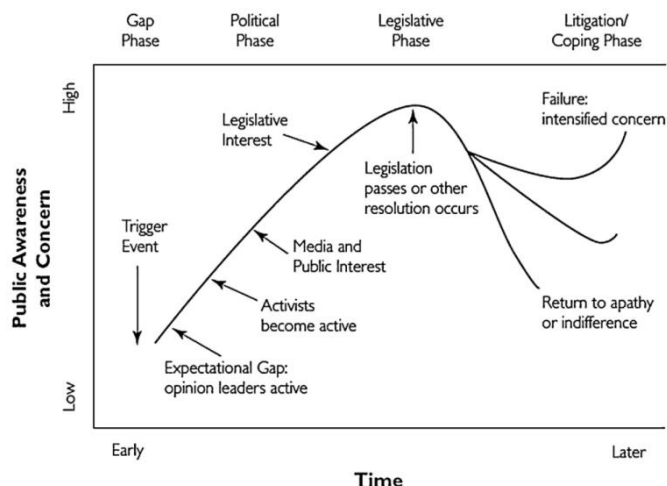
Έχοντας, όμως, πλέον μπει στη φάση της «απογείωσης», δηλαδή της μετάβασης από την αγορά επώασης στην ελεύθερη αγορά, και υπό τη σκιά της οικονομικής κρίσης, οι ΑΠΕ πλέον αντιμετωπίζουν νέες προκλήσεις. Μεγάλα ποσά

είναι απαραίτητα να δαπανηθούν σε επενδύσεις. Στο προηγούμενο στάδιο ανάπτυξής τους, η στήριξη της κυβέρνησης μέσω του κεφαλαίων για E&A, σε συνδυασμό με κάποια ιδιωτικά και επιχειρηματικά κεφάλαια, βοηθούσαν στην ανάπτυξη της αγοράς. Βγαίνοντας όμως στην αγορά ανταγωνισμού έρχονται αντιμέτωπες με τις άλλες επιχειρήσεις, με αποτέλεσμα να είναι αναγκαίο να έχουν ένα γερό οικονομικό υπόβαθρο, στηριζόμενο σε αγορές δημοσίων μετοχών, πιστωτικές αγορές, συγχωνεύσεις και εξαγορές, καθώς και κρατικές επιδοτήσεις.

Η δεύτερη πρόκληση που έχουν να αντιμετωπίσουν οι ΑΠΕ στην ελεύθερη αγορά είναι οι αλλαγές στο θεσμικό πλαίσιο. Πριν, στο στάδιο «επώασης», ήταν πλήρως προστατευμένες από τις δυσμενείς συνθήκες της αγοράς. Στο στάδιο ανάπτυξης όμως έχουν να αντιμετωπίσουν τον ανταγωνισμό σε όλα τα επίπεδα. Ακόμα και σε διαστάσεις πολιτικής, οι πιθανότητες δεν είναι υπερ τους, καθώς οι ήδη ώριμες τεχνολογίες έχουν προσαρμόσει τις ανάγκες τους στο υπάρχον καθεστώς. Αντίθετα, οι καινούριες τεχνολογίες αντιμετωπίζουν αρκετά προβλήματα προσαρμογής. Οι ιδιωτικοί επενδυτές δεν έχουν άμεσα κίνητρα για να επενδύσουν σε αυτές, γεγονός που με την τρέχουσα κρίση έχει γίνει ακόμα πιο έντονο. Για να γίνει λοιπόν πιο ομαλή η ένταξη των ΑΠΕ στην αγορά, πρέπει να γίνουν αλλαγές σε οργανωτικό και θεσμικό πλαίσιο επικεντρώνοντας στην διασφάλιση ενός πιο ευέλικτου πλαισίου με περισσότερα οικονομικά κίνητρα για τους επενδυτές (πακέτα στήριξης, κίνητρα, ειδικές φορολογήσεις). Μέχρι στιγμής, πολλές βιομηχανίες και νομοθετικά πλαίσια έχουν μια προτίμηση στη λήψη μέτρων που βασίζονται στα συμφέροντα της ήδη υπάρχουσας αγοράς και έχουν ενεργά πιέσει για την διασφάλισή τους. Εφόσον όμως από όσα έχουν ήδη αποδειχθεί τα μέτρα αυτά δεν έχουν την αναμενόμενη απόδοση, θα πρέπει να επακολουθήσει η εφαρμογή νέων ρυθμιστικών μέτρων.

Μια τελευταία πρόκληση που αντιμετωπίζουν αυτή τη στιγμή οι τεχνολογίες των ανανεώσιμων είναι η ευρεία κοινωνική αποδοχή. Για να μπορέσει να γίνει μια σοβαρή προσπάθεια εκ μέρους των κυβερνήσεων και των ρυθμιστικών αρχών πρέπει να υπάρχει μια ισχυρή υποστήριξη από την πλευρά των πολιτών. Σημαντικές πολιτικές μεταρρυθμίσεις έχουν επιτευχθεί μέσω αλλαγών στις πεποιθήσεις του κοινωνικού συνόλου και την επακολουθεί δημιουργία κινήματων, οργανώσεων και ομάδες ειδικού ενδιαφέροντος. Όταν ο προβληματισμός για σημαντικά θέματα πέσει στην προσοχή του κοινωνικού συνόλου, άμεσα προκαλούνται πολιτικές

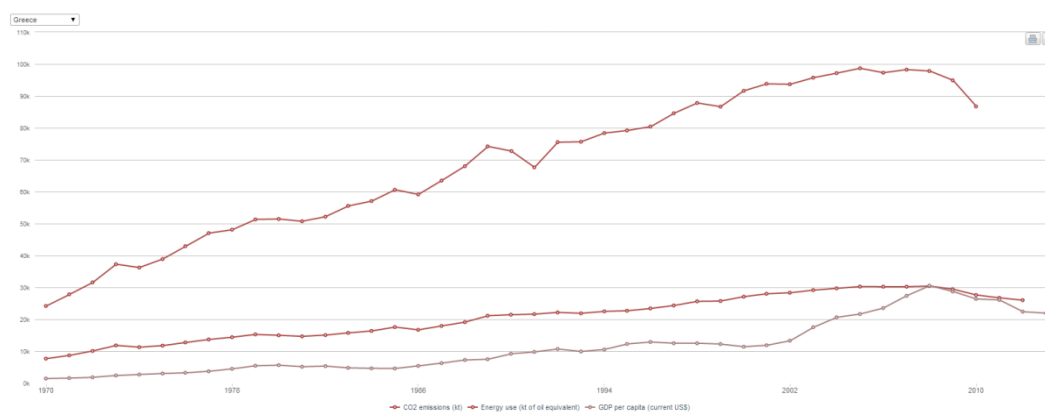
αντιπαραθέσεις που μπορεί στη συνέχεια να οδηγήσουν σε κοινωνικές μεταρρυθμίσεις. Εξαιτίας όμως της μεγάλης διάστασης που έχει πάρει η οικονομική κρίση, τα οικονομικά θέματα είναι αυτά που μονοπωλούν την τρέχουσα χρονική περίοδο το ενδιαφέρον του κοινού με αποτέλεσμα, με αποτέλεσμα η ενεργειακή μετάβαση όσον αφορά τις κοινωνικές απόψεις να βρίσκεται στο στάδιο της αδιαφορίας και απάθειας.



Εικόνα 13 - Χρονική Δυναμική του τρόπου αντιμετώπισης ενός Κοινωνικού Ζητήματος

4.2 Η εφικτότητα του «decoupling» (αποσύνδεση)

Σε οικονομικό και περιβαλλοντικό τομέα, η αποσύνδεση χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στο πλαίσιο της οικονομικής παραγωγής και της ποιότητας του περιβάλλοντος και αναφέρεται στην ικανότητα μιας οικονομίας να αναπτύσσεται χωρίς αντίστοιχη αύξηση της περιβαλλοντικής πίεσης. Σε πολλές οικονομίες, η αύξηση της παραγωγής (ΑΕΠ), αυξάνει την πίεση στο περιβάλλον. Μια οικονομία που είναι σε θέση να διατηρήσουν την αύξηση του ΑΕΠ, χωρίς να έχει αρνητικό αντίκτυπο στις συνθήκες του περιβάλλοντος, λέγεται ότι είναι αποσυνδεδεμένη. Το 2011, η Διεθνής Επιτροπή Πόρων, που φιλοξενείται από το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNEP) προειδοποίησε ότι μέχρι το 2050, η



Εικόνα 14 - Συσχέτιση μεταξύ CO₂ emissions - Energy use - GDP per capita για την Ελλάδα (1970-2013)

ανθρώπινη φυλή θα μπορούσε να καταβροχθίσει έως και 140 δισεκατομμύρια τόνους ορυκτών, μεταλλευμάτων, ορυκτών καυσίμων και βιομάζας ανά έτος, δηλαδή τρεις φορές την τρέχουσα ετήσια κατανάλωση, εκτός εάν τα έθνη αρχίσουν την προσπάθεια αποσύνδεσης του ρυθμού της οικονομικής ανάπτυξης από το ποσοστό της κατανάλωσης φυσικών πόρων.^{xxix} Οι πολίτες των ανεπτυγμένων χωρών καταναλώνουν κατά μέσο όρο 16 τόνους αυτών των τεσσάρων βασικών πόρων κατά κεφαλήν (που κυμαίνονται μέχρι και 40 ή περισσότερα τόνους ανά άτομο σε ορισμένες ανεπτυγμένες χώρες).

Ο όρος «αποδέσμευση» αναφέρεται στη ρήξη του δεσμού μεταξύ των «περιβαλλοντικών κακών» και των «οικονομικών αγαθών». Στόχος είναι η επίτευξη ποσοστών πλούτου μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα ποσοστά περιβαλλοντικών επιδράσεων. Είναι σημαντικό να γίνει διαφοροποίηση μεταξύ της σχετικής και της απόλυτης αποσύνδεσης κατά τη χρήση του όρου.^{xxx} Η σχετική αποδέσμευση αναφέρεται στη μείωση της οικολογικής έντασης ανά μονάδα οικονομικής παραγωγής. Σε αυτήν την περίπτωση, οι επιπτώσεις των πόρων μειώνονται σε σχέση με το ΑΕΠ, το οποίο θα μπορούσε ακόμα να αυξάνεται. Η απόλυτη αποδέσμευση αναφέρεται σε μια κατάσταση κατά την οποία οι επιπτώσεις των πόρων μειώνονται σε απόλυτους όρους. Η αποδοτικότητα των πόρων πρέπει να αυξηθεί τουλάχιστον όσο γρήγορα όσο η οικονομική παραγωγή και πρέπει να συνεχίσει να βελτιώνεται καθώς η οικονομία αναπτύσσεται, αν συμβεί η απόλυτη αποδέσμευση.

Ένα σημαντικό εμπόδιο είναι το λεγόμενο «φαινόμενο αναπήδησης» (rebound effect), σύμφωνα με το οποίο η βελτίωση της αποτελεσματικότητας στη χρήση των πόρων μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη χρήση των άλλων πόρων. Λαμβάνοντας υπόψη τις ιστορικές τάσεις των μέσων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στις περισσότερες χώρες, η εφικτότητα τέτοιων δραματικών μειώσεων κατά τη διάρκεια 3-5 δεκαετιών, μέσω της βελτίωσης της αποτελεσματικότητας και μέσω διαρθρωτικών αλλαγών, διατηρώντας παράλληλα την ανάπτυξη είναι εξαιρετικά αβέβαιη. Στην πραγματικότητα, δεν υπάρχει καμία ιστορική απόδειξη που να σχετίζεται με την επίτευξη του στόχου. Μέχρι στιγμής έχει παρατηρηθεί αποδέσμευση κυρίως σε τοπικό επίπεδο και για λιγότερο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Από την άλλη πλευρά, μπορεί κάποιος να υποτιμήσει τις δυνατότητες της αποδέσμευσης ως μέσο για τη μείωση των περιβαλλοντικών πιέσεων, καθώς μέχρι στιγμής δεν έχουμε δει καμία ευρεία εφαρμογή αυστηρών, αποτελεσματικών

περιβαλλοντικών πολιτικών. Με άλλα λόγια, ιστορικά η αποδέσμευση ήταν σε μεγάλο βαθμό αυτόνομη και όχι αποτέλεσμα μίας κοινής πολιτικής δράσης.

Αυτό βέβαια δεν είναι πάντα πρόβλημα: η ενεργειακή απόδοση στην Ινδία, για παράδειγμα, είχε "rebound effect" τουλάχιστον 50%, αλλά αυτό συνεπαγόταν ότι οι οικογένειες θα μπορούσαν να δαπανούν λιγότερα για την ενέργεια και περισσότερο στην κάλυψη των βασικών αναγκών που δεν τηρήθηκαν στο παρελθόν.

Κατασταλτικός παράγοντας για την οικονομικο-περιβαλλοντική αποδέσμευση είναι η μη γραμμική μείωση του κόστους. Το κόστος της μείωσης των εκπομπών ή της μειωμένης χρήσης υλικού αυξάνει ταχύτατα σε υψηλότερα επίπεδα, καθώς ένας ξεμένουμε από φθηνές και αποτελεσματικές επιλογές. Δηλαδή μπορεί το κόστος της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου να αυξάνεται σταδιακά με πιο φιλόδοξους στόχους καθώς είναι δύσκολο να ξεφύγουμε από τα ορυκτά καύσιμα. Άλλοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν και να εμποδίσουν την επίτευξη της αποδέσμευσης είναι η συσχέτιση μεταξύ του πληθυσμού και την ανάπτυξης στο

Concern	Explanation	Example
Rebound	Efforts to solve an environmental problem can have indirect effects that cause the efforts to be ineffective (like energy rebound), or can aggravate other types of environmental problems ('environmental rebound')	Energy rebound: higher energy efficiency can stimulate more indirect energy use Environmental rebound (shifting of problems): reduction of carbon emissions through expansion of bioenergy and nuclear power will (likely) cause biodiversity loss and radioactive waste
Non-linear abatement costs	The cost of emission or material use reduction rapidly increases at higher abatement levels, as one runs out of cheap (cost-effective) options	The cost of greenhouse gas emission reduction grows progressively with more ambitious targets as it is difficult to move away from fossil fuels
Correlation between pollution and growth at the sectoral level	The contribution of highly pollutive sectors to growth is substantial (growth depends on factor productivity increases which may be easier in capital-intensive – often 'dirty' – industries)	Heavy industries and the construction sector are expected to grow rapidly in developing countries and emerging economies in the coming decades, with an inevitable increase in associated environmental pressures
Geographical shift of production and consumption	If the share of highly energy- or material-intensive economies in the world economy grows, global average efficiencies are likely to decrease	Recent energy efficiency improvements in many countries were offset through this channel. For instance, China exports energy-intensive products to western countries
Social-political feasibility of environmental agreements and policies	Strong opposition from vested interest groups can block the establishment of international agreements and national policies	Lobby groups, corrupt administrations and uncooperative countries can resist or weaken proposals Misinformation, e.g., about climate change, can reduce public support for action
Low effectiveness of established policies	Compliance with policies can be low because enforcement is difficult due to bad policy design, imperfect monitoring and control, or corruption	Policies are often not translated into actions or loopholes for polluters remain, especially in developing/emerging economies with weak or corrupt governments

Εικόνα 15 - Εμπόδια για την επίτευξη αποδέσμευσης των περιβαλλοντικών πιέσεων από την οικονομική απόδοση

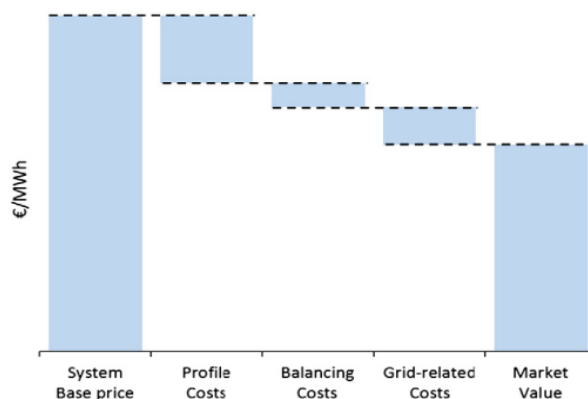
τομεακό επίπεδο (τεχνολογικό, βιομηχανικό). Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την επίτευξη της αποδέσμευσης αναλύονται στον πίνακα που ακολουθεί στο τέλος της ενότητας (Εικόνα 14).

Με την τρέχουσα κατάσταση και τις επικρατούσες συνθήκες, είναι μάλλον απίθανο να επιτευχθεί επαρκής βελτίωση της αποδοτικότητας για την αντιμετώπιση των μεγάλων περιβαλλοντικών προβλημάτων και η αντιστάθμιση της άνοδο τις διεκπεραιωτικής ικανότητας που συνοδεύει την οικονομική ανάπτυξη. Οι πρόσφατες τάσεις των σχετικών δεικτών είναι μάλλον ανησυχητικές. Για παράδειγμα, μετά τη βελτίωση κατά περίπου 25% μεταξύ 1980 και 2000, η παγκόσμια ενεργειακή ένταση έχει παραμείνει στάσιμη από το 2000 έως και το 2010 και τα τελευταία δύο χρόνια έχει επιδεινωθεί. Έτσι, η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη και η αύξηση της έντασης της ενέργειας έχουν συμβάλει και οι δύο στην αύξηση της απόλυτης χρήσης ενέργειας το 2010 και το 2011. Η αποδέσμευση ως κύρια ή ενιαία στρατηγική μπορεί να κριθεί ως λήψη μιας ανεύθυνης και ριψοκίνδυνης στρατηγικής για το μέλλον. Ακόμη και μια ελάχιστη εξέταση της αρχής της προφύλαξης απαιτεί να είναι ανοιχτή σε αυστηρές περιβαλλοντικές πολιτικές που μπορεί να επιβραδύνει την ανάπτυξη ή ακόμα και να οδηγήσει σε μείωση του ΑΕΠ. Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη στρατηγικών απαιτείται για να μετατραπούν περίοδοι χαμηλής ή αρνητικής ανάπτυξης κοινωνικά και πολιτικά αποδεκτές.

4.3 Μακροσκοπική εκτίμηση της αγοραίας αξίας των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Το πιο κρίσιμο ερώτημα είναι το πως θα γίνει η επιτυχής ένταξη των ανανεώσιμων τεχνολογιών στην αγορά. Για να γίνει αυτό πρέπει αρχικά να υπολογιστεί η αξία της αγοράς των ΑΠΕ και το μερίδιο τους στην αγορά. Καθώς οι δυνατότητες της υδροηλεκτρικής ενέργειας αξιοποιούνται ευρύτατα σε πολλές περιοχές και η ανάπτυξη της βιομάζας είναι περιορισμένη εξαιτίας προβλημάτων εφοδιασμού και θεμάτων βιωσιμότητας, μεγάλο μέρος της αύξησης του μεριδίου της αγοράς θα πρέπει να προέρχονται από αιολική και ηλιακή ενέργεια. Η αιολική και η ηλιακή ενέργεια είναι μεταβλητές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με την έννοια ότι η παραγωγή τους καθορίζεται από καιρό, σε αντίθεση με τις άλλες «παραδοτέες» μορφές που μπορούν να προσαρμόσουν την έξοδο με βάση τα οικονομικά κίνητρα.

Ορίζουμε την αξία της αγοράς του μεταβλητών αυτών μορφών των ΑΠΕ ως τα έσοδα που μπορούν να κερδίσουν στις αγορές, χωρίς εισόδημα από τις επιδοτήσεις.^{xxxι} Η αγοραία αξία των ΑΠΕ παίζει τον κυριότερο ρόλο στην τελική διαμόρφωση της τελικής τιμής (τιμή βάσης) των ανανεώσιμων τεχνολογιών στην αγορά, όπως πολύ



Εικόνα 16 - Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τελική τιμή των μεταβλητών ΑΠΕ

καλά μπορούμε να διακρίνουμε από το δίπλα γράφημα (Εικόνα 12). Η τιμή βάσης του συστήματος είναι η χρονικά σταθμισμένη μέση τιμή χονδρικής της ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά. Η επίδραση της μεταβλητότητας ονομάζεται «κόστος προφίλ», η επίδραση της αβεβαιότητας «κόστος εξισορρόπησης» και η επίδραση της τοποθεσίας «κόστος που σχετίζεται με το δίκτυο». Τα κόστη προφίλ, εξισορρόπησης, και δικτύου αντιπροσωπεύουν την εγγενή χαμηλότερη τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας σε περιόδους υψηλής προσφοράς, σε απομακρυσμένες περιοχές, και το οικονομικό κόστος της αβεβαιότητας. Θα επικεντρωθούμε όμως στον αντίκτυπο των διακυμάνσεων στην αγοραία αξία των μεταβλητών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αφήνοντας την αβεβαιότητα και την τοποθεσία, καθώς έχουν μικρότερη επίδραση στη διαμόρφωση της τιμής.

Η αξία της αγοράς τους επηρεάζεται από τρεις εγγενείς τεχνολογικές ιδιότητες:

- Η προσφορά τους είναι μεταβλητή. Λόγω των περιορισμών αποθήκευσης και της μεταβλητότητας στην προσφορά και στη ζήτηση, η ηλεκτρική ενέργεια είναι ένα αγαθό που μεταβάλλεται με το χρόνο. Έτσι, η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από το πότε παράγεται και ειδικότερα ο χρόνος παραγωγής καθορίζεται από τις καιρικές συνθήκες. Η μεταβλητότητα επηρεάζει την αγοραία αξία γιατί καθορίζει πότε η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται.
- Η απόδοση των μορφών ΑΠΕ είναι αβέβαιη μέχρι την υλοποίηση. Αρχικά υλοποιείται η εμπορία της ηλεκτρικής ενέργειας, λαμβάνονται

οι αποφάσεις για την παραγωγή και οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πληρώνονται την ημέρα πριν από την παράδοση. Γι' αυτό το λόγο προγνωστικά λάθη που σχετίζονται με την παραγωγή τους πρέπει να ισορροπούνται τουλάχιστον όσον αφορά το σύντομο χρονικό διάστημα, καθόσον μπορεί να αποβούν πολύ δαπανηρά μειώνοντας έτσι την αγοραία αξία.

- Συχνά αντιμετωπίζονται προβλήματα που αφορούν το γεωγραφικό περιορισμό των μορφών αυτών. Για παράδειγμα, οι τοποθεσίες που ενδείκνυνται για την παραγωγή της αιολικής ενέργειας είναι περιορισμένες και συνήθως αρκετά απομακρυσμένες από τον κορμό του δικτύου της ηλεκτρικής ενέργειας. Ως εκ τούτου, η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από το που παράγεται. Καθώς οι περισσότερες καλές τοποθεσίες είναι αρκετά απομακρυσμένες, μειώνεται η αξία της αγοράς της ενέργειας.

Η αγοραία αξία των μεταβλητών ΑΠΕ μετράται ως η σχετική τιμή σε σχέση με την τιμή βάσης (σχετικός συντελεστής αξία των τιμών) και υπολογίζεται ως ο λόγος του μέσου όρου των ωριαίων τιμών χονδρικής της ηλεκτρικής ενέργειας και της μέσης χρονικά σταθμισμένης τιμής (τιμή βάσης). Ως εκ τούτου ο παράγοντας αξίας είναι μια μέτρηση για το σθένος της ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με ένα συγκεκριμένο χρονικό προφίλ. Για παράδειγμα, ο αιολικός συντελεστής αξίας συγκρίνει την αξία της πραγματικής αιολικής ενέργειας με μεταβλητούς ανέμους με την αξία της εάν οι άνεμοι ήταν αμετάβλητοι. Ένας συντελεστής αιολικής αξίας με πτωτική τάση συνεπάγεται ότι η αιολική ενέργεια γίνεται λιγότερο πολύτιμη ως τεχνολογία παραγωγής σε σύγκριση με μια σταθερή πηγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αξία της αγοράς και της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας μειώνεται σημαντικά με την αύξηση των μεριδίων αγοράς της αντίστοιχης τεχνολογίας. Σε χαμηλά επίπεδα διείσδυσης, η αξία της αγοράς των δύο τεχνολογιών είναι συγκρίσιμη με μια σταθερή πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, ή ακόμη υψηλότερα. Σε ποσοστό 30% το μερίδιο της αγοράς, η τιμή της αιολικής ενέργειας καταγράφει μείωση 0,5-0,8 σε σχέση μια σταθερή πηγή. Η ηλιακή ενέργεια φτάνει παρόμοια μείωση σε ποσοστά διείσδυσης της τάξης του 15%, γιατί η παραγωγή ενέργειας που προέρχεται από αυτή συγκεντρώνεται σε λιγότερες ώρες (μόνο ηλιόλουστες).

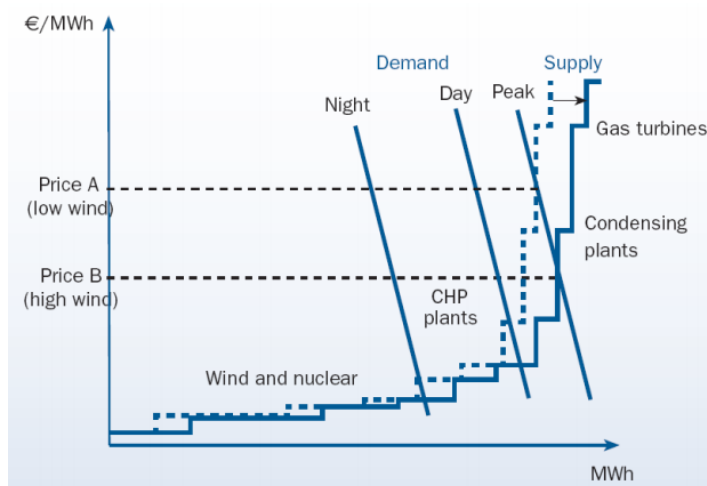
Υπάρχουν δύο μηχανισμοί μέσω των οποίων η μεταβλητότητα επηρεάζει την αξία της αγοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα συστήματα θερμικής ενέργειας, το "φαινόμενο συσχετισμού" και το "φαινόμενο merit-order". Εάν η παραγωγή ενέργειας από μια μεταβλητή ανανεώσιμη πηγή συσχετίζεται θετικά με τη ζήτηση ή άλλες εξωγενείς παραμέτρους που αυξάνουν την τιμή, τότε λαμβάνει μια υψηλότερη τιμή από ό,τι η σταθερή πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (φαινόμενο συσχέτισης). Για παράδειγμα, ενώ η τιμή βάσης το 2011 στη Γερμανία ήταν 51 € / MWh, η ηλιακή ενέργεια έλαβε τη μέση τιμή των 56 € / MWh (παράγοντας αξίας ισοδύναμος με 1,1) στην αγορά, επειδή συνήθως δημιουργείται όταν η ζήτηση είναι υψηλή. Στην Ευρώπη, υπάρχει μια θετική συσχέτιση για την ηλιακή λόγω της ημερήσιας συσχέτισης με τη ζήτηση και για την αιολική ενέργεια λόγω της εποχικής συσχέτισης. Η αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου μπορεί να γίνει με τη στρατηγική της αποδέσμευσης που αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα.

Πιο σημαντική επίδραση από οικοδομικής απόψεως στην τιμή της αγοράς των μεταβλητών ΑΠΕ όμως είναι το παρακάτω φαινόμενο. Αν η εγκατεστημένη ισχύς των μεταβλητών ανανεώσιμων είναι μη-οριακή, τότε οι ίδιες οι ανανεώσιμες διαμορφώνονται με μειωμένη τιμή (κατά τη διάρκεια θύελλας και στις ηλιόλουστες ώρες) με τη μετάθεση της απομένουσας καμπύλης φορτίου προς τα αριστερά (φαινόμενο merit-order, δηλαδή σειράς κατάταξης). Όσο μεγαλύτερη χωρητικότητα έχουμε εγκατεστημένη, τόσο μεγαλύτερη είναι η πτώση των τιμών που προκαλείται αφού τόσο πιο πολύ συνεισφέρουν στο συνολικό φορτίο. Αυτό συνεπάγεται ότι η αξία της αγοράς των μεταβλητών ΑΠΕ σχέση με την υψηλότερη διείσδυση. Ο βασικός λόγος στον οποίο οφείλεται το φαινόμενο merit-order είναι ότι η βραχυπρόθεσμη συνάρτηση παραγωγής προσφοράς έχει ανοδική κλίση, επειδή υπάρχει μια σειρά από τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας που διαφοροποιούνται στην αναλογία του κόστους τους (μεταβλητά προς σταθερά) και επειδή η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας είναι δαπανηρή. Επίσης, είναι γενικός οικονομικός κανόνας ότι η τιμή του αγαθού μειώνεται όταν η παραγωγή αυξάνεται.

Η σειρά προτεραιότητας (merit order) είναι ένας τρόπος κατάταξης των διαθέσιμων πηγών ενέργειας,^{xxxiii} κυρίως ηλεκτρικής, σε αύξουσα σειρά των βραχυχρόνιου οριακού κόστους παραγωγής τους, έτσι ώστε εκείνοι με το χαμηλότερο οριακό κόστος είναι οι πρώτοι που πρέπει να φέρει σε απευθείας σύνδεση για να

ανταποκριθούν στη ζήτηση, και τα εργοστάσια με το υψηλότερο οριακό κόστος να είναι τα τελευταία που θα εισαχθούν στην γραμμή. Χωρίζοντας την παραγωγή με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιείται το κόστος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας. Μερικές φορές οι μονάδες παραγωγής θα πρέπει να ξεκινήσουν από μια σειρά προτεραιότητας, λόγω της συμφόρησης μετάδοσης, της αξιοπιστίας του συστήματος ή για άλλους λόγους.

Η αύξηση της προσφοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τείνει να μειώσει τη μέση τιμή ανά μονάδα της ηλεκτρικής ενέργειας, διότι η αιολική ενέργεια και η ηλιακή ενέργεια έχουν πολύ χαμηλό οριακό κόστος: δεν πρέπει να πληρώνουν για τα καύσιμα, και ο μόνος συντελεστής που επηρεάζει το οριακό τους κόστος είναι το λειτουργικό κόστος. Ως αποτέλεσμα, η ηλεκτρική ενέργεια είναι λιγότερο δαπανηρή από ότι ο άνθρακας ή φυσικό αέριο. Επιπλέον, η ηλιακή ενέργεια είναι συνήθως πιο άφθονη στη μέση της ημέρας, που συμπίπτει συνήθως με την κορυφή ζήτησης, με αποτέλεσμα να είναι σωτήρια για τον εκτοπισμό του άνθρακα και της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από το φυσικό αέριο, όταν οι εν λόγω πηγές χρεώνουν εκείνη τη στιγμή με το υψηλότερο ασφάλιστρο. Ως εκ τούτου, η ηλιακή και η αιολική ηλεκτρική ενέργεια μειώνουν σημαντικά το ποσό των εξαιρετικά υψηλών τιμών αιχμής της ηλεκτρικής ενέργειας που οι εταιρείες μετάδοσης πρέπει να αγοράσουν, μειώνοντας εν τέλη το συνολικό κόστος. Το «φαινόμενο σειρά προτεραιότητας» επέτρεψε στην ηλιακή ενέργεια να μειώσει την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στο γερμανικό δίκτυο ανταλλαγή ενέργειας κατά 10% κατά μέσο όρο, και μέχρι και 40% νωρίς το απόγευμα, το 2007. Όσο περισσότερη ηλιακή ηλεκτρική ενέργεια τροφοδοτείται στο δίκτυο, τόσο οι τιμές αιχμής μειώνονται.



Εικόνα 17 - Απεικόνιση του merit order effect (φαινόμενο σειράς προτεραιότητας)

4.4 Πολιτικές Στήριξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ευρώπη

4.4.1 Κριτήρια Διαμόρφωσης Μηχανισμών Στήριξης για τις ΑΠΕ

Το κεφάλαιο αυτό στοχεύει στην ανάλυση επιλογών σχεδιασμού που είναι τυπικές για ορισμένους τύπους μηχανισμών στήριξης. Πριν αναλύσουμε αυτούς τους μηχανισμούς στήριξης και την επιλογή με βάση την οποία σχεδιάζονται παρέχουμε μια σύντομη επισκόπηση των συστημάτων που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο την τρέχουσα περίοδο. Αυτά περιλαμβάνουν τα feed-in tariff και συστήματα πριμοδότησης (premium systems), τις υποχρεώσεις των ποσοτώσεων (quota obligations) με ή χωρίς εμπορεύσιμα πράσινα πιστοποιητικά (green certificates), τις επιχορηγήσεις επενδύσεων (investment grants) και τις πληρωμές της παραγωγικής ικανότητας (capacity payments), τα φορολογικά κίνητρα (tax incentives), καθώς και προγράμματα πλειστηριασμού (auction schemes). Οι πλειστηριασμοί δε μπορούμε να πούμε ότι αποτελούν καθεστώς στήριξης στην κυριολεξία, αφού κυρίως αποτελούν ένα τρόπο κατανομής των χρηματικής υποστήριξης των ανανεώσιμων τεχνολογιών και καθορίζουν το επίπεδο της στήριξης. Η πληρωμή υποστήριξης μπορεί να έχει την μορφή ενός feed-in tariff, feed-in premium, ενός πιστοποιητικού ή επιχορήγησης επένδυσης, πράγμα που σημαίνει ότι η δημοπρασία μπορεί να συνδυαστεί με κάθε έναν από τους άλλους τύπους καθεστώτος στήριξης.

Οι μηχανισμοί στήριξης μπορούν να διαφοροποιηθούν ανάλογα με τα ακόλουθα κριτήρια:

- ✓ Πρώτον, ένα σύστημα υποστήριξης μπορεί να παράσχει υποστήριξη είτε για την τελική ενέργεια που παρέχεται ή για την εγκατεστημένη ισχύ. Οι **μηχανισμοί υποστήριξης με βάση την παραγωγή** ενθαρρύνουν συνήθως την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των ΑΠΕ. Ωστόσο, στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, τα συστήματα στήριξης παραγωγής μπορεί να ενθαρρύνουν τη χρηματοδότηση ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς τη δυνατότητα μεταφοράς σε ένα διάστημα που η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ χαμηλή. Έτσι, μπορεί να προκύψει μια κατάσταση υπερπροσφοράς η οποία να χαρακτηρίζεται πιθανώς από αρνητικές τιμές. Με την πληρωμή **με**

βάση τη χωρητικότητα θα μπορούσε να αποφευχθεί αυτό το πρόβλημα, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική διαστασιολόγηση της εγκατεστημένης ισχύος.

- ✓ Δεύτερον, η κυβέρνηση καθορίζει την τιμή στα συστήματα στήριξης **με γνώμονα την τιμή** και ο αντίστοιχος όγκος εξελίσσεται ανάλογα με την καμπύλη αντίστοιχου κόστους - δυναμικού σε κάθε χώρα. Αντίθετα, τα καθεστώτα στήριξης **με βάση τον όγκο** προκαθορίζουν την ένταση του όγκου και η τιμή εξελίσσεται ανάλογα με τις υπάρχουσες συνθήκες πόρων και το κόστος της τεχνολογίας στη χώρα. Σύμφωνα με την οικονομική θεωρία, η έξοδος των δύο συστημάτων θα είναι η ίδια σε έναν υποθετικό κόσμο με τέλεια πληροφόρηση.
- ✓ Τρίτον, ένας μηχανισμός στήριξης μπορεί να διαφοροποιείται ανάλογα με το αν η οικονομική στήριξη παρέχει **συνολική αμοιβή** ή αν η κάλυψη είναι **μερική**. Στην τελευταία περίπτωση, η τιμή αγοράς της τελικής ενέργειας αντιπροσωπεύει το άλλο μέρος του ρεύματος αμοιβής. Και οι δύο επιλογές μπορούν να διακριθούν όσον αφορά μια διαφορετική κατανομή των κινδύνων μεταξύ των φορέων και την συμβατότητα με τις αρχές της αγοράς. Ενώ ο χειριστής της εγκατάστασης εκτίθεται σε υψηλότερους κινδύνους αγοράς στην περίπτωση μερικής κάλυψης υποστήριξης, η συμβατότητα της αγοράς είναι υψηλότερη από ό, τι στην περίπτωση της συνολικής κάλυψης υποστήριξης.

Main characteristics of support schemes	Feed-in tariff	Feed-in premium	Quota obligations with TGCs
Generation-based	X	X	X
Capacity-based			
Price-driven	X	X	
Volume-driven			X
Total support coverage	X		
Partial support coverage		X	X

Εικόνα 18 - Οι 3 βασικοί μηχανισμοί στήριξης και η κατηγοριοποίησή τους

Σε γενικές γραμμές, οι πρόσφατες εξελίξεις έχουν δείξει ότι οι μηχανισμοί στήριξης δεν είναι πάντα διακρίσιμοι μεταξύ τους. Έτσι, στοιχεία των τιμών, όπως ανώτατες και κατώτατες τιμές έχουν εισαχθεί στις υποχρεώσεις ποσόστωσης, οι

οποίες βασίζονται στην ποσότητα, ή όγκο κεφαλαιοποίησης έχουν προστεθεί στα συστήματα feed-in. Αυτές σταδιακές αλλαγές έχουν οδηγήσει σε μια ομαλή μετάβαση μεταξύ των διαφόρων τύπων μηχανισμών στήριξης προκειμένου να συνδυασθούν τα πλεονεκτήματα και να αποφεύγουν τα μειονεκτήματα κάθε είδους μηχανισμού στήριξης.

Συνήθως, η απόδοση των συστημάτων στήριξης μπορεί να εκτιμηθεί με βάση διάφορα κριτήρια. Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα (trade-offs) μεταξύ των διαφόρων κριτηρίων μπορεί να προκύψουν κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος υποστήριξης. Τα κύρια κριτήρια είναι τα ακόλουθα:

1. Αποτελεσματικότητα των Πολιτικών: Η αποτελεσματικότητα περιγράφει καταρχήν το βαθμό επίτευξης ενός στόχου ενός μηχανισμού στήριξης. Έτσι, η έκταση στην οποία ένας προκαθορισμένος στόχος ικανοποιείται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετρηθεί η αποτελεσματικότητα ενός μέσου στήριξης. Το κριτήριο της «αποτελεσματικότητας» εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο φιλοδοξίας των στόχων.
2. Στατική απόδοση ή αποτελεσματικότητα του κόστους: Η στατική απόδοση ή αποτελεσματικότητα κόστους επιτυγχάνεται όταν ένας προκαθορισμένος στόχος μπορεί να εκπληρωθεί με το χαμηλότερο δυνατό συνολικό κόστος. Έτσι, απαιτείται η βέλτιστη κατανομή των πόρων. Αξιολογούμε την στατική επάρκεια ή την σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας με βάση τις πρόσθετες δαπάνες που προκαλούνται από τους εφαρμοσμένους μηχανισμούς στήριξης. Θα πρέπει επίσης να εξεταστεί το κόστος συναλλαγής για το σχεδιασμό και η εφαρμογή ενός συστήματος υποστήριξης. Η στατική επάρκεια ή η αποτελεσματικότητα του κόστους αναφέρεται στο συνολικό κόστος του συστήματος και δεν περιλαμβάνουν αποτελέσματα κατανομής μεταξύ διαφόρων ομάδων - παραγόντων.
3. Δυναμική απόδοση: Σε αντίθεση με τη στατική επάρκεια, η δυναμική απόδοση αξιολογεί το κόστος της επίτευξης του στόχου σε ένα μακροπρόθεσμο διάστημα και κρίνει κατά πόσον ένα μέσο πολιτικής βοηθά στη μείωση του κόστους των λιγότερο ώριμων τεχνολογιών.
4. Συμβατότητα με τις αρχές της αγοράς : Έχουμε αναλύσει ποιοτικά τα διάφορα συστήματα στήριξης σε σχέση με τη συμβατότητά τους με την ενθάρρυνση

της ένταξης των ΑΠΕ στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό το θέμα γίνεται ολοένα και πιο σημαντικό, λαμβάνοντας υπόψη την αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας και τις επιπτώσεις τους στις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας και τη χρήση των συμβατικών χωρητικοτήτων παραγωγής.

5. Αποτελέσματα Διανομής : Εκτός από το συνολικό κόστος του συστήματος η κατανομή των εξόδων που προκύπτουν από τη στήριξη της πολιτικής είναι ένα σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης. Σύμφωνα με αναδιανεμητικές επιδράσεις, μπορούμε συνήθως να αναλύσουμε κατά πόσον η χρηματοδοτική στήριξη είναι κατάλληλη για το πραγματικό κόστος παραγωγής της τεχνολογίας ή αν υψηλότερες πληρωμές υποστήριξης για τεχνολογίες χαμηλού κόστους παραγωγής μπορεί να οδηγήσουν σε απροσδόκητα κέρδη για τους χειριστές ενεργειακών μονάδων ανανεώσιμων πηγών.

4.4.2 Κατηγοριοποίηση των μηχανισμών στήριξης

Στα πλαίσια της μελέτης μας κάνουμε και μια κατηγοριοποίηση των μηχανισμών που ακολουθούνται στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε δύο κατηγορίες^{xxxiii}:

Κύριοι Μηχανισμοί Υποστήριξης:

- Feed-in Tariffs (Ταρίφες - FIP)
- Feed-in Premiums (Πριμοδοτήσεις - FIP)
- Auctions - Tenders (Προσφορές - TND)
- Quota Obligations with tradable green certificates (Υποχρεώσεις Ποσοτώσεων με Εμπορεύσιμα Πράσινα Πιστοποιητικά - TGC)

Δευτερεύοντες Μηχανισμοί Στήριξης:

- Investment Grants (Επιχορηγήσεις επενδύσεων - INV)
- Fiscal Measures (Φορολογικά μέτρα – TAX)
- Financing Support (Οικονομική Υποστήριξη – FIN)

Στη συνέχεια θα κάνουμε μια ανάλυση των μηχανισμών υποστήριξης που χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

4.4.2.1 Κύριοι Μηχανισμοί Υποστήριξης

- Feed-in Tariffs

Τα συστήματα των feed-in tariffs^{xxxiv} έχουν αρκετά χαρακτηριστικά: δίνεται προτεραιότητα ανταπόκρισης σε επιλεγμένη παραγωγή, μακροπρόθεσμη προοπτική και εγγυημένες τιμές. Η τιμή συνήθως είναι εγγυημένη για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, όπως στην περίπτωση της Γερμανίας, ή για ένα προδιατεθειμένο ποσό παραγωγής (για τις πρώτες 10 TWh για παράδειγμα), όπως συμβαίνει σε αρκετά έργα στη Δανία. Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας λαμβάνουν μια σταθερή πληρωμή για κάθε μονάδα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, ανεξάρτητα από την τιμή της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι μια μονάδα παραγωγής ενέργειας ηλεκτρισμού από ΑΠΕ δεν λαμβάνει οποιαδήποτε αμοιβή απευθείας από την αγορά ενέργειας. Εναλλακτικά, η αποζημίωση μπορεί να χορηγείται για την χωρητικότητα, αντί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, προκειμένου να ενθαρρυνθούν οι φορείς των ΑΠΕ για την αύξηση των εγκαταστάσεων παραγωγής.

Στις περισσότερες εφαρμογές των FIT (ιδιαίτερα τα πρώτα χρόνια εφαρμογής τους), οι παραγωγοί του ηλεκτρισμού μέσω των ανανεώσιμων πηγών εξαιρούνται από τη συμμετοχή στην αγορά και λαμβάνουν την εξασφαλισμένη τιμή διανέμοντας την ενέργεια σε απομακρυσμένους κτήτορες. Συνήθως ένα ίδρυμα (ο διαχειριστής μετάδοσης και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας) είναι υποχρεωμένο να παραλάβει την ηλεκτρική ενέργεια στην εγγυημένη τιμή που έχει υποδειχθεί από την ταρίφα, να εμπορευματοποιήσει τον ηλεκτρισμό και να μετακυλήσει το κόστος του υποστηρικτικού μηχανισμού στον τελικό καταναλωτή (π.χ. μέσω χρεώσεων που προστίθενται στον λογαριασμό ηλεκτρισμού).

Σε μερικές (στις πιο πρόσφατες) εφαρμογές, η εγγύηση της τιμής χορηγείται με τη μορφή μεταβλητής επιπρόσθετης τιμής στην τιμή αγοράς και έτσι καθορίζεται μια τιμή-στόχος που ο παραγωγός θα μπορούσε να λάβει. Η ταρίφα πληρώνεται ως η διαφορά μεταξύ της τιμής-στόχου και της τιμής αγοράς. Η Δανία ήταν η πρώτη χώρα που κατάφερε να θεσπίσει την πολιτική των FIT το 2000 για την ανάπτυξη της αολικής ενέργειας.

Την τρέχουσα χρονική περίοδο έχουμε στην Ευρώπη την εφαρμογή των εξής μορφών των FIT:

- ✓ Σταθερή Τιμολόγηση (Fixed FIT): Μια ταρίφα προκαθορίζεται για κάθε τεχνολογία και η τιμή της μεταβάλλεται μόνο με αλλαγές στον διακανονισμό (παραδείγματα εφαρμογής αυτής της μορφής ταρίφας έχουμε στη Γερμανία, Πορτογαλία). Αποτελούν την πιο ευρέως διαδεδομένη μορφή των ταριφών.
- ✓ Εξαρτώμενες από το χρόνο FIT (time-dependent): Δύο με τρεις διαφορετικές τιμές στις ταρίφες (διαφορετική τιμή νύχτας/ημέρας ή ώρα αιχμής/μειωμένο φορτίο). Καθορίζονται ανάλογα με το είδος της τεχνολογίας που υποστηρίζουν και οποιεσδήποτε αλλαγές στην τιμή γίνονται με αλλαγές στο διακανονισμό, όπως και πριν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της υιοθέτησης αυτής της μορφής των ταριφών έχουμε στην Ισπανία για την υδροηλεκτρική ενέργεια και τη βιομάζα καθώς και στην Ουγγαρία)
- ✓ Τιμαριθμημένες FIT (indexed FIT): Οι τιμές των ταριφών εξαρτώνται από δείκτες όπως είναι ο δείκτης συναλλάγματος του ευρώ ή την τιμή του φυσικού αερίου και γι' αυτό δεν είναι γνωστές οι τιμές όταν γίνεται η επένδυση (όπως είναι στη Λετονία).
- ✓ Αναπροσαρμοζόμενες FIT (adjusting FIT): Οι τιμές δεν προκαθορίζονται αυστηρά το διάστημα της εγκατάστασης και αλλαγές στους διακανονισμούς μπορεί να απευθύνονται ακόμα και στα υπάρχοντα έργα (όπως συμβαίνει στη Βουλγαρία και στην Τσεχία)
- ✓ Στοχευμένες σε μια τιμή FIT (target-priced FIT): Η ταρίφα δίνεται αν πιαστεί ένας στόχος-τιμής και πληρώνεται με τη μορφή επιπρόσθετων χρεώσεων στην τιμή αγοράς. Αυτές οι τιμές μπορούν να είναι προκαθορισμένες ανά τεχνολογία με βάση τους κανονισμούς ή με βάση ειδικούς διακανονισμούς ανάλογα με το έργο. Το σκεπτικό πίσω από τη χρήση αυτού του είδους των ταριφών είναι καθαρά η διευκόλυνση της ένταξης της αγοράς παραγωγής ηλεκτρισμού υπό την προστασία των FIT για την αποφυγή του ρίσκου.

Ένα βασικό πλεονέκτημα των συστημάτων σταθερών FIT είναι η υψηλή αποτελεσματικότητα των πολιτικών στήριξης που έχουν επιτευχθεί στο παρελθόν.

Ένας σημαντικός λόγος της επιτυχίας τους είναι το επενδυτικό περιβάλλον σταθερότητας που παρέχουν, αφού παρέχουν σταθερές ροές εισοδήματος για τους επενδυτές. Έτσι, οι ταρίφες συνήθως οδηγούν σε ασφάλιστρα χαμηλού κινδύνου. Το επίπεδο τους συνήθως καθορίζεται από διοικητικές διαδικασίες, αλλά μπορεί επίσης να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας μηχανισμό δημοπρασίας. Αν καθορίζεται από την κυβέρνηση, η βάση υπολογισμού ως επί το πλείστο καθορίζεται ως το συνολικό κόστος της τεχνολογίας (levelized cost of electricity – LCOE), αλλά μπορεί και να συνδέεται με τα βασικά οφέλη από τη χρήση των ΑΠΕ. Δεδομένου ότι οι FITs τείνουν να εφαρμόζονται ανά είδος τεχνολογίας, η ανάπτυξη της αγοράς των λιγότερο ώριμων τεχνολογιών προωθείται, οδηγώντας σε πιθανές μειώσεις κόστους και ως εκ τούτου επιτρέπουν ένα υψηλό δυναμικό απόδοσης. Σε αυτό το πλαίσιο, η καλή και σταθερή σχεδίαση τους προκειμένου να ληφθεί υπόψη η μείωση του κόστους είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση του κόστους των πολιτικών χαμηλό.

Η σταθερή τιμολόγηση των feed-in tariffs έχει συχνά επικριθεί για μια χαμηλού κόστους-αποτελεσματικότητας επίτευξης στόχων που σχετίζεται με την υποστήριξη των λιγότερο ώριμων τεχνολογιών. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό στις τεχνολογίες που υποστηρίζονται και δεν σχετίζεται με το χαρακτήρα των ίδιων των FIT. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η αποσύνδεση της ηλεκτρικής ενέργειας που σχετίζεται με τα ΑΠΕ από τις απαιτήσεις της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Η έλλειψη κινήτρων για το ζευγάρι των τιμών των FIT των ΑΠΕ που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις αντίστοιχες περιόδους και για την ενθάρρυνση της αποκεντρωμένης απευθείας εμπορικής προώθησης των ΑΠΕ μπορεί να παρεμποδίσει τη βέλτιστη ενσωμάτωση των ΑΠΕ στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Για αυτούς τους λόγους, τα σταθερά τιμολόγια τροφοδότησης είναι λιγότερο συμβατά με τις αρχές της ελευθέρωσης των αγορών σε σχέση με άλλα μέσα πολιτικής.

Αν και οι FIT έχουν αποδειχθεί ότι είναι ένα αποτελεσματικό μέσο πολιτικής στην πράξη στο παρελθόν, νέες προκλήσεις έχουν εμφανιστεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων πέντε ετών. Αυτό περιλαμβάνει ειδικότερα την υπερβολική ανάπτυξη των ηλιακών φωτοβολταϊκών σε ορισμένες χώρες, όπως η Γερμανία, η Ιταλία και η Ισπανία, με αποτέλεσμα την ταχεία αύξηση του κόστους των πολιτικών. Κατά

συνέπεια, οι μηχανισμοί ελέγχου του κόστους και του όγκου γίνονται ολοένα και πιο σημαντικοί με τα αυξανόμενα μερίδια των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Καταρχήν, τα FIT συστήματα μπορούν να συνδυαστούν με το κόστος ή τον έλεγχο του όγκου. Επιπλέον, η αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ και το υψηλότερο επίπεδο ωριμότητας της αγοράς των τεχνολογιών, όπως η αιολική και η ηλιακή φωτοβολταϊκή, δικαιολογούν την εφαρμογή πιο συμβατών με την αγορά πολιτικών στήριξης που να μπορούν να είναι ανταγωνίσιμες με την πλήρη αγορά ενέργειας. Οι FIT μπορεί να είναι ακόμα επαρκής για να υποστηρίξουν λιγότερο ώριμες τεχνολογίες ή εφαρμογές μικρής κλίμακας, που είναι να αντιμετωπίζουν δυσκολίες να αναλάβουν τους κινδύνους τιμών ή το κόστος των συναλλαγών για τη συμμετοχή σε μια πλατφόρμα αγοράς με επαγγελματίες του είδους. Αντιστοίχως, οι FIT μπορούν ακόμα να κριθούν επαρκής και στις μη-λειτουργικές αγορές.

- Feed-in Premiums (FIP)

Τα feed-in ασφάλιστρα (FIP) είναι εγγυημένα ασφάλιστρα που καταβάλλονται ως σταθερή επιβάρυνση στην τιμή αγοράς. Γενικά, ένας παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ λαμβάνει ένα ασφάλιστρο ανά μονάδα (MWh) επιπροσθέτως στα τα έσοδα της πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στην ελεύθερη αγορά. Όπως και με FIT, τα ασφάλιστρα είναι γενικά εγγυημένα είτε για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (όπως στην Ιταλία) ή για προκαθορισμένη παραγωγή (στη Δανία).

Έχουμε και εδώ διακρίσεις των ασφάλιστρων. Πιο συγκεκριμένα μπορούμε να διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

- Σταθερά Ασφάλιστρα Feed-in (Fixed Feed-in Premiums): Ένα σταθερό ασφάλιστρο είναι προκαθορισμένο με διακανονισμούς ανάλογα με την επιλέξιμη τεχνολογική ομάδα και αλλάζει μόνο με τροπολογίες του κανονισμού (Δανία, Ισπανία, Εσθονία).

Σε περίπτωση μιας σταθερής πριμοδότησης, αυτή συνήθως υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη το μακροπρόθεσμο μέσο όρο των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά δεν λαμβάνονται υπόψη οι βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις σε μηνιαία, ημερήσια ή ωριαία βάση. Ως εκ τούτου, αυτό οδηγεί σε μια καλή προβλεψιμότητα των εξόδων

πολιτικής (ρυθμιστικών). Ωστόσο, η αύξηση των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε επιτάχυνση της ανάπτυξης των εγκαταστάσεων χωρητικότητας των ΑΠΕ και έτσι να προκαλέσει αύξηση του κόστους της πολιτικής. Όσον αφορά την κατανομή των κινδύνων, οι χειριστές των ενεργειακών μονάδων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πρέπει να αντέξουν τους συνολικούς κινδύνους που προκύπτουν από την αστάθεια των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας, οδηγώντας έτσι ταυτόχρονα σε υψηλότερα ασφάλιστρα κινδύνου.

Δεδομένου ότι το επίπεδο της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, ο καθορισμός του επιπέδου της πριμοδότησης που απαιτεί καλή γνώση της μελλοντικής ανάπτυξης της αγοράς και είναι ως εκ τούτου πολύπλοκη διαδικασία. Στο πλαίσιο αυτό, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι το αυξανόμενο μεριδίον των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με χαμηλό μεταβλητό κόστος έχει οδηγήσει σε μείωση των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας στη χονδρική αγορά.

- ο Αναπροσαρμόσιμα Ασφάλιστρα Feed-in (Adjusting FIP): Σταθερές τιμές για τα ασφάλιστρα δεν υπάρχουν αλλά μπορούν να αναπροσαρμοστούν με την κατάλληλη τροπολογία ακόμα και για προϋπάρχοντα έργα. Μπορούν επίσης να εξαρτώνται και από μεταβλητούς δείκτες (πχ. με βάση την ανά ώρα τιμές αγοράς ή ανάλογα με το μέγιστο ή ελάχιστο εισόδημα που ο παραγωγός μπορεί να λαμβάνει ανάλογα και με την τεχνολογία). Έχουμε λοιπόν δύο υποκατηγορίες στα αναπροσαρμόσιμα ασφάλιστρα:
 - ο Κυμαινόμενες: Είναι δυναμικά και εξαρτώνται από το επίπεδο της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό, οι φορείς εκμετάλλευσης των εγκαταστάσεων των ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν εκτίθενται στο συνολικό κίνδυνο της τιμής αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας. Σε σύγκριση με FITs, οι επενδυτικοί κίνδυνοι είναι υψηλότεροι, δεδομένου ότι η ανανεώσιμη ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να διατίθεται στην αγορά. Ο προσδιορισμός του επιπέδου της πριμοδότησης είναι παρόμοιος με τα σταθερά FIT και μπορεί

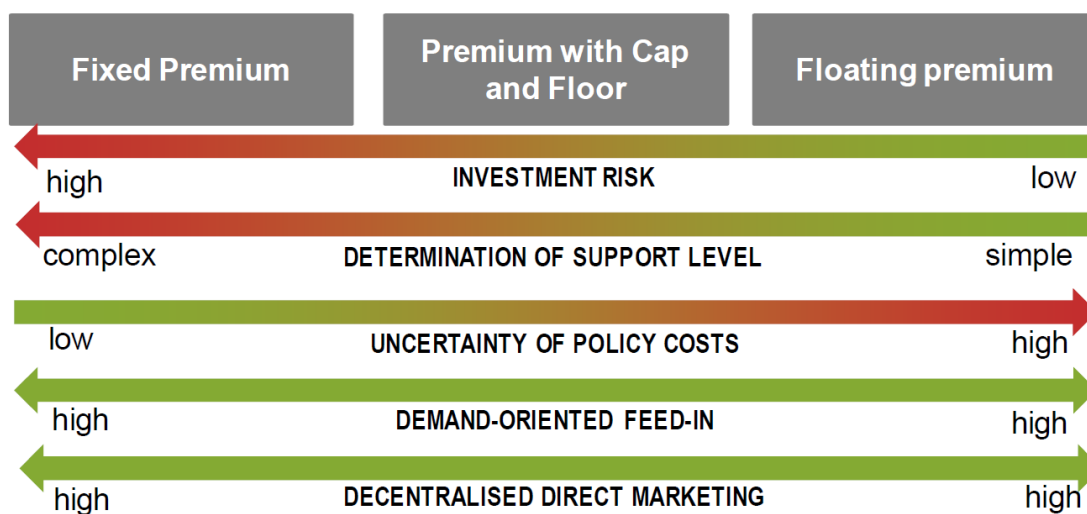
να βασίζεται στο σταθμισμένο κόστος του ηλεκτρισμού (LCOE) ή καθορίζεται μέσω διαδικασιών πλειστηριασμού. Σε αυτό το τύπο του ασφαλιστρου, το κοινό επωμίζεται υψηλότερους κινδύνους όσον αφορά το κόστος της πολιτικής, δεδομένου ότι οι τελικές τιμές εξαρτώνται από την εξέλιξη της τιμής αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας.

Επειδή ο προσδιορισμός της τιμής του ασφαλιστρου μπορεί να λάβει διάφορες μορφές, ένα κυμαινόμενο ασφάλιστρο μπορεί να συγκλίνουν είτε προς μια σταθερή ταρίφα ή προς ένα σταθερό ασφάλιστρο. Αυτό εξαρτάται κυρίως με τον υπολογισμό της τιμής αναφοράς που λαμβάνεται για να προσδιοριστεί το ασφάλιστρο. Έτσι, εάν οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας είναι κατά μέσο όρο πάνω από ένα μεγάλο χρονικό ορίζοντα (για παράδειγμα σε μηνιαία βάση) και σταθμίζονται με τη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας λαμβάνονται ως βάση για τον υπολογισμό της πληρωμής ασφαλιστρων, οι φορείς εκμετάλλευσης των εγκαταστάσεων είναι εκτεθειμένοι στους κινδύνους των τιμών αγοράς και, επομένως, συγκλίνουν προς τη σταθερή πριμοδότηση. Αντίθετα, αν το ασφάλιστρο υπολογίζεται με βάση τις ωριαίες τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας και η στάθμιση περιορίζεται στην αιολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι κίνδυνοι της αγοράς και η συμβατότητα της αγοράς είναι χαμηλότεροι και η πλωτή premium είναι πιο παρόμοιο με τις σταθερές ταρίφες. Έτσι, οι επιλογές των feed-in premium και feed-in tariff δεν μπορούν ακριβώς να διαφοροποιηθούν, με αποτέλεσμα να συγχωνεύονται σε ένα άλλο.

- ο Ασφάλιστρα με ανώτατα και κατώτερα όρια: Η πριμοδότηση με ανώτατο και κατώτατο είναι ένα σταθερό ασφάλιστρο εντός ορίων που προκαθορίζονται όταν οι τιμές της αγοράς φτάσουν ή ξεπεράσουν τα όρια που έχουν τεθεί από τους περιορισμούς. Όσον αφορά την κατανομή των κινδύνων (επενδυτικό κίνδυνο,

τον κίνδυνο του κόστους της πολιτικής) μεταξύ των δημόσιων και εργοστασιακών φορέων, τα premium ασφάλιστρα με ανώτατο και κατώτατο είναι ο συμβιβασμός μεταξύ των σταθερών FIP και των κυμαινόμενων FIP. Σε σχέση με τις δύο άλλες επιλογές, μπορεί να είναι πολύ το πιο περίπλοκο όσον αφορά τον καθορισμό σε μια διαδικασία πλειστηριασμού, με αποτέλεσμα να είναι προτιμότερος ο διοικητικός προσδιορισμός του επιπέδου στήριξης.

Σε γενικές γραμμές, τα FIP μπορούν να αξιολογηθούν παρόμοια με τα FIT συστήματα, αλλά υπάρχει μία βασική διαφορά όσον αφορά τη συμβατότητα της αγοράς και την κατανομή των κινδύνων μεταξύ του δημόσιου και τους φορείς των μονάδων παραγωγής. Σε αντίθεση με τις FIT, οι φορείς εκμετάλλευσης των εγκαταστάσεων πρέπει να διαθέσουν προς πώληση την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται απ' ευθείας στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και να λάβουν μια πρόσθετη ενίσχυση επιπλέον από την τιμή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας. Όσον αφορά τον καθορισμό της καταβολής ασφαλίστρου, διαφορετικές σχεδιαστικές επιλογές είναι δυνατές, συμπεριλαμβανομένων μιας σταθερής πριμοδότησης, μιας ευμετάβλητης πριμοδότησης και μιας πριμοδότησης με ανώτατο και κατώτατο όριο. Οι διαφορετικές αυτές επιλογές σχεδίασης μπορούν να διαφοροποιηθούν ανάλογα με το αντίστοιχο ρίσκο επιμερισμένο μεταξύ των φορέων των μονάδων παραγωγής ενέργειας των ΑΠΕ και του κοινού. Τα ασφάλιστρα αυτά συνήθως διαμορφώνονται και με βάση τις πληρωμές που σχετίζονται με την παραγωγή.



Εικόνα 19 - Οι επιλογές σχεδιασμού των feed-in premiums και τα χαρακτηριστικά τους

Το κύριο πλεονέκτημα των FIP συστημάτων σε σύγκριση με τις σταθερές FIT είναι ο προσανατολισμός της αγοράς, που παρέχεται από το γεγονός, ότι η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μέρος της συνολικής αμοιβής για τους ανανεώσιμους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο, η αποκεντρωμένη άμεση εμπορία των ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενθαρρύνεται και τα κίνητρα για τις μη παραδοτέες ανανεώσιμες τεχνολογίες κίνητρα προς τροφοδότηση του ηλεκτρικού ρεύματος σε περιόδους αρνητικών τιμών μειώνονται. Ωστόσο, η ισχυρότερη έκθεση στην αγορά συνεπάγεται υψηλότερο επενδυτικό κίνδυνο για τους χειριστές των σταθμών παραγωγής ενέργειας. Μια άλλη αρνητική επίπτωση της αποκεντρωμένης άμεσης πώλησης θα μπορούσε να είναι η χαμηλότερη ποιότητα των προβλέψεων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των μεταβλητών ΑΠΕ, όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια από μικρότερους φορείς, που οδηγεί σε υψηλότερο κόστος ένταξης των συστημάτων.

➤ Συνοπτική σύγκριση των Feed-in Tariffs και των Feed-in Premiums

Τα χαρακτηριστικά των FIP συστημάτων είναι παρόμοια με εκείνα των σταθερών FIT συστημάτων εκτός από την περιοχή κάλυψης του επιπέδου στήριξης. Ενώ τα σταθερά FIT συστήματα παρέχουν κάλυψη σε όλα τα επίπεδα υποστήριξης, η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μέρος της συνολικής αμοιβής στα FIP συστήματα.^{xxxv} Κατά συνέπεια, τα FIP παρέχουν καλύτερη συμβατότητα της αγοράς, αλλά επίσης ενέχουν υψηλότερους κινδύνους για τους φορείς εκμετάλλευσης των εγκαταστάσεων. Ο βαθμός του προσανατολισμού προς την αγορά και το επίπεδο κινδύνου των FIP εξαρτάται από την ατομική διαμόρφωση τους. Έτσι, τα κυμαινόμενα ασφάλιστρα, όπου η πριμοδότηση έχει ως στόχο να εξισορροπήσει τη μεταβλητότητα των τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας, παρέχουν μόνο ελαφρώς χαμηλότερη επενδυτική ασφάλεια από ότι τα FIT, ενώ όταν έχουμε χρήση των σταθερών ασφάλιστρων οι χειριστές των εργοστασιακών μονάδων είναι πιο επιρρεπείς σε κινδύνους της αγοράς. Τα FIP ενθαρρύνουν την αποκεντρωμένη άμεση εμπορία των ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ως αποτέλεσμα οι αρνητικές τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας να μειώνουν τα κίνητρα έτσι ώστε οι ανανεώσιμες τεχνολογίες να τροφοδοτήσουν την ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής ζήτησης και υψηλής παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Η αποκεντρωμένη άμεση πώληση θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια υψηλότερη ποιότητα προβλέψεων, λόγω της παροχής κινήτρων για τη βελτίωση των προβλέψεων

από τη μία πλευρά, αλλά από την άλλη μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερη ποιότητα των προβλέψεων από μικρότερους φορείς.

ο Auctions / Tenders (Πλειστηριασμοί / Προσφορές)

Οι προσφορές (TND) χρησιμοποιούνται συνήθως σε συνδυασμό με ένα άλλο είδος πολιτικής. Στους συγκεκριμένους συνδυασμούς, αρκετά διαφορετικά χαρακτηριστικά προκύπτουν για τον προγραμματισμό της αρχής και για τον κίνδυνο των επενδυτών. Σε μια διαδικασία υποβολής προσφορών, η αρμόδια αρχή ξεκινά προσκλήσεις υποβολής προσφορών για συγκεκριμένα έργα (ή συγκεκριμένες ομάδες έργων). Οι δυνητικοί επενδυτές στη συνέχεια ανταγωνίζονται για να κερδίσουν την ευκαιρία να αναπτύξουν το έργο δίνοντας την προσφορά τους για το απαιτούμενο επίπεδο υποστήριξης και πολλές άλλες διευκρινήσεις γύρω από το έργο (όπως π.χ. ειδικό χρονοδιάγραμμα του έργου, τοποθέτηση πλέγματος και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων).^{xxxvi} Η πιο ελκυστική προσφορά, που προσδιορίζεται από ένα χαμηλό απαιτούμενο επίπεδο υποστήριξης και άλλες ευνοϊκές προδιαγραφές κερδίζει το διαγωνισμό.

Στο πλαίσιο των προγραμμάτων υποστήριξης των ΑΠΕ οι προσφορές ή δημοπρασίες συχνά θεωρούνται ως μια ξεχωριστή κατηγορία μηχανισμός στήριξης, παρόμοιες με τις υποχρεώσεις των ποσοτώσεων ή των συστημάτων feed-in. Ωστόσο, οι προσφορές ή δημοπρασιών μπορεί να θεωρηθούν ως μια κοινή επιλογή σχεδιασμού που μπορεί να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με οποιοδήποτε άλλο μηχανισμό στήριξης. Η δημοπρασία ή προσφορά χρησιμοποιείται για να χορηγηθεί χρηματοοικονομική στήριξη με οικονομικά αποδοτικό τρόπο για τις ανανεώσιμες τεχνολογίες, λαμβάνοντας υπόψη κάποια κριτήρια επιλογής. Ο προσδιορισμός του επιπέδου της στήριξης χορηγείται σε μια ανταγωνιστική διαδικασία υποβολής προσφορών και είναι ένας άλλος βασικός στόχος της δημοπρασίας ή της προσφοράς.

Η διαφορά ανάμεσα σε μια δημοπρασία και προσφορά έχει να κάνει με το κριτήριο ανάθεσης. Συνήθως, στο πλαίσιο της συζήτησης για τις διαδικασίες δημοσίων συμβάσεων για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η "δημοπρασία" αναφέρεται σε ένα σχέδιο στο οποίο η τιμή είναι το μόνο κριτήριο ανάθεσης, ενώ η "προσφορά" μπορεί να περιλαμβάνει πρόσθετα κριτήρια ανάθεσης, όπως οι εγχώριες

απαιτήσεις της παραγωγής. Ωστόσο, στη θεωρία της δημοπρασίας δεν υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ των όρων δημοπρασίας και των προσφορών.

Με αυτόν τον τρόπο, διακρίνουμε τους ακόλουθους τύπους:

- Δημοπρασίες με βάση καθαρά την τιμή (η τιμή είναι το μόνο κριτήριο ανάθεσης)
- Δημοπρασίες πολλαπλών κριτηρίων, όπου η τιμή είναι το κύριο κριτήριο και επιπλέον απαιτήσεις αντιπροσωπεύουν πρόσθετα κριτήρια (π.χ. κανόνες τοπικού περιεχομένου, αντίκτυπο στην τοπική E & A και στη βιομηχανία, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, κλπ.).

Σύμφωνα με τον Maurer (2011), μια διαδικασία δημοπρασίας περιλαμβάνει την υποβολή προσφορών, την εκκαθάριση και την τιμολόγηση της αγοράς. Το επίπεδο της στήριξης συνήθως καθορίζεται σε μια ανταγωνιστική διαδικασία υποβολής προσφορών. Πληρωμές στήριξης μπορεί να παρέχονται με τη μορφή τιμολογίων feed-in, πριμοδοτήσεις, ένα πράσινο πιστοποιητικό ή μια πληρωμή εξαρτώμενη από την χωρητικότητα. Στο πλαίσιο της αύξησης του κόστους της πολιτικής για την στήριξη των ΑΠΕ και την απαίτηση για λιτότητα στις δημόσιες δαπάνες, χρησιμοποιώντας στοιχεία από τη διαδικασία των πλειστηριασμών προσφέρεται κατά κάποιον τρόπο ένα μέσο για περαιτέρω ανάπτυξη και τελειοποίηση των υπάρχοντων μηχανισμών στήριξης και ενδεχομένως αύξηση της οικονομικής αποτελεσματικότητας τους. Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν και παραδείγματα του συνδυασμού δημοπρασίες με επενδυτικά κίνητρα, όπως έγινε στην Ιρλανδία το 2014, οι περισσότερες από τις δημοπρασίες που έχουν εφαρμοστεί για την στήριξη των ΑΠΕ, παρέχουν μηχανισμούς υποστήριξης παρόμοιου τύπου με τα feed-in. Οι δημοπρασίες είναι μια επιλογή για την εισαγωγή ενός τύπου ελέγχου του κόστους και του όγκου για την τροφοδότηση του συστήματος. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό το θέμα, μαζί με το γεγονός ότι οι περισσότερες από τις χώρες της ΕΕ χρησιμοποιούν σήμερα feed-in συστήματα, που μπορούν να συνδυαστούν με τα στοιχεία της δημοπρασίας, κυρίως η μελέτη της διπλωματικής επικεντρώνεται στην ανάλυση των προσφορών / δημοπρασιών σε συνδυασμό με τα συστήματα feed-in.

Το στοιχείο ελέγχου του όγκου και ο καθορισμός του επιπέδου στήριξης σε ένα ανταγωνιστικό μηχανισμό διαμόρφωσης τιμών είναι τα κύρια πλεονεκτήματα ενός συστήματος πλειστηριασμού / προσφοράς. Ειδικότερα, ο ανταγωνιστικός

μηχανισμός διαμόρφωσης των τιμών συνεπάγεται ένα υψηλό κόστος-αποτελεσματικότητα του συστήματος. Ωστόσο, η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας εξαρτάται από τον αυτοτελή σχεδιασμό του πλειστηριασμού, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη εξωγενείς παράγοντες, καθώς και ο βαθμός ανταγωνισμού στην αγορά. Μια απαραίτητη προϋπόθεση για τη δημιουργία του ανταγωνισμού είναι ότι η ζήτηση για υποστήριξη πρέπει να είναι υψηλότερη από ό, τι ο δημοπρατούμενο όγκος. Σε σύγκριση με τα feed-in συστήματα, η δημοπρασία εισάγει πρόσθετα στοιχεία αβεβαιότητας για την ανάπτυξη έργων σχετικά με τα έσοδα και την μελλοντική υλοποίηση των δεσμευμένων έργων. Αυτό με τη σειρά του καθιστά το σχεδιασμό πιο δύσκολο και μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσει σε υψηλότερα ασφάλιστρα κινδύνου. Η δυναμική απόδοση του συστήματος δημοπρασιών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό σε σχέση με την αναφερόμενη κάθε φορά τεχνολογία, αλλά η καθοδική πίεση στις τιμές τείνει να περιορίζει τις δυνατότητες ανάπτυξης των λιγότερο ώριμων τεχνολογιών, ιδιαίτερα όταν σχεδιασμός αναφέρεται σε μια ομοιόμορφα τεχνολογικά αγορά.

Η αποτελεσματικότητα ενός πλειστηριασμού εξαρτάται από δύο βασικούς παράγοντες. Ενώ οι δημοπρασίες έχουν στόχο μια συγκεκριμένη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που θα παράγεται ή την ικανότητα να εγκατασταθεί, η πραγματική εμπειρία έχει δείξει ότι η δημιουργία ελλείμματος κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος σε σχέση με το δημοπρατηθούν ποσό είναι ένα μάλλον σύνηθες φαινόμενο. Αυτό οφείλεται κυρίως στην «μειοδοτική προσφορά», η οποία οδηγεί σε οικονομικά μη εφικτό σχεδιασμό. Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα των δημοπρασιών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη συχνότητα και την αξιοπιστία των ημερομηνιών δημοπρασία, αφού η δέσμευση για οικονομική στήριξη χορηγείται μόνο σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα (δηλαδή ο ρυθμός υλοποίησης των επιλεγμένων έργων) εξαρτάται από το σχεδιασμό των κριτηρίων προεπιλογής και την αποτελεσματικότητα των κυρώσεων που θα τεθούν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης.

Η συμβατότητα των δημοπρασιών με την ένταξη των ανανεώσιμων τεχνολογιών στην αγορά ενέργειας εξαρτάται κυρίως από το αν οι πληρωμές περιλαμβάνουν συνολική κάλυψη υποστήριξης, όπως σε ένα feed-in tariff ή μερική κάλυψη στήριξης, όπως σε ένα premium feed-in και δεν σχετίζεται με το ίδιο το

σύστημα δημοπρασιών. Ωστόσο, οι αρχές του μηχανισμού ανταγωνιστικής διαμόρφωσης των τιμών δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα στην τήρηση των κανόνων της αγοράς από ότι σε ένα προκαθορισμένο σχέδιο ενίσχυσης.

Οι περισσότερες από τις δημοπρασίες πραγματοποιηθεί στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας - με την εξαίρεση των δημοπρασιών όπου καθορίζεται η υποστήριξη για συγκεκριμένες τοποθεσίες - έχουν την εξής μορφή: Τα πολλά στοιχεία ενός ομοιογενούς προϊόντος (π.χ. στην περίπτωση μας οι ανανεώσιμες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας) πωλούνται από πολλούς πωλητές σε ένα μοναδικό αγοραστή (το κράτος εδώ). Οι πιο συχνοί τύποι δημοπρασιών που χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις στήριξης των ΑΠΕ είναι οι εξής:

1. Σφραγισμένες/Κρυφές Προσφορές (Sealed Bids): Οι προσφορές, συμπεριλαμβανομένων των τιμών και του όγκου υποβάλλονται από κάθε υποψήφιο με τη μία, χωρίς να γνωρίζουν τις προσφορές των ανταγωνιστών. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ή αντίδραση στις προσφορές των ανταγωνιστών, η δημοπρασία με σφραγισμένες προσφορές είναι στατική. Οι προσφορές γίνονται αποδεκτές ανάλογα με την αύξουσα σειρά των τιμών προσφοράς, μέχρι να ικανοποιηθεί η προκαθορισμένη ζήτηση ενέργειας ή μέχρι να μην υπάρχουν περισσότερες προσφορές.

Αξιολογώντας τη δημοπρασία με κρυφές προσφορές, ένα βασικό πλεονέκτημα είναι η απλότητα του μηχανισμού και το χαμηλό κόστος συναλλαγής κόστους συναλλαγής. Κατ' αρχήν, η απλότητα μπορεί να προσελκύσει περισσότερους πλειοδότες, συμπεριλαμβανομένων και μικρότερων φορέων, οι οποίοι υπό άλλες συνθήκες μπορεί να αποθαρρύνονταν από τη συμμετοχή στη δημοπρασία. Όμως, ο στατικός χαρακτήρας των κρυφών προσφορών και η ελλείπουσα δυνατότητα οι υποψήφιοι να ανταλλάξουν πληροφορίες μπορεί να είναι ένα πιθανό μειονέκτημα, ιδιαίτερα όσον αφορά την αβεβαιότητα σχετικά με την διαμόρφωση της τιμής ενός προϊόντος. Αυτό το χαρακτηριστικό όμως μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικό και μειονεκτικό για την περίπτωση των μη ώριμων τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως για παράδειγμα της απομακρυσμένης αιολικής (offshore wind). Η υπάρχουσα ασυμμετρία πληροφοριών μπορεί να οδηγήσει σε νικητές, όπου οι πλειοδότες μειώσουν τις τιμές τους, προκειμένου να κερδίσουν το βραβείο, αλλά η προσφορά μπορεί

να οδηγήσει σε μη συμφέρουσες τιμές. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι η έλλειψη αλληλεπίδρασης μεταξύ των πλειοδοτών σε αγορές με χαμηλά επίπεδα ανταγωνισμού είναι λιγότερο ευάλωτη σε αθέμιτη συμπεριφορά των συμμετεχόντων από ό, τι δυναμικές δημοπρασίες.

2. Προσφορές «Ωρολογιακής Μείωσης» (Descending Clock Bids): Σε αντίθεση με την δημοπρασία κρυφής προσφοράς, η «ωρολογιακής μείωσης» δημοπρασία είναι δυναμική. Αφού ο διοργανωτής της δημοπρασίας καθορίσει ένα ανώτατο όριο τιμών, οι συμμετέχοντες στη δημοπρασία δίνουν τον όγκο υπηρεσιών που είναι πρόθυμοι να προσφέρουν σε σχέση με την αναφερόμενη τιμή. Στη συνέχεια, ο διοργανωτής της δημοπρασίας μειώνει την τιμή σε μια επαναληπτική διαδικασία υποβολής προσφορών, έως ότου επιτευχθεί η καλύτερη προσφορά για τον προγραμματισμένο όγκο. Η τιμή κατά τη διάρκεια αυτού του τύπου της δημοπρασίας είναι ομοιόμορφη για όλους τους υποψηφίους. Ο όγκος που απαιτείται για την προσφορά δεν είναι απαραίτητο να δημοσιευτεί και ο διοργανωτής της δημοπρασίας μπορεί δυναμικά να προσαρμοστεί στον όγκο με βάση τις προσφορές που υποβάλλονται από τους συμμετέχοντες.

Το κύριο πλεονέκτημα αυτού του τύπου της δημοπρασίας είναι η αύξηση του ανταγωνισμού εάν ο διοργανωτής της δημοπρασίας δημοσιεύσει τις τιμές και ο όγκος των υπηρεσιών που προσφέρεται μετά το τέλος κάθε γύρου. Το μειονέκτημά της είναι η δυναμική συμπαιγνία ιδίως στις περιπτώσεις έλλειψης ανταγωνισμού. Μια δυναμική δημοπρασία είναι κατάλληλη για μια κατάσταση όπου υπάρχουν σημαντικές αβεβαιότητες σχετικά με την αξία του προϊόντος. Λόγω της επαναληπτικής διαδικασίας, συνήθως αυτές οι διαδικασίες είναι πιο διαφανείς σε σχέση με τις κρυφές δημοπρασίες. Επίσης, η πολιτική δημοσιοποίησης πληροφοριών σχετικά με τον πλειστηριασμό και την τιμή εκκίνησης παίζει σημαντικό ρόλο για την απόδοση δημοπρασία. Παρά το γεγονός ότι μια δημοπρασία "ωρολογιακής μείωσης" φαίνεται να είναι πιο περίπλοκη από ό, τι μια σφραγισμένη δημοπρασία, η εμπειρία έχει δείξει ότι οι συναλλαγές κοστίζουν είναι μόνο ελαφρώς υψηλότερα από ό, τι στις σφραγισμένες δημοπρασίες.

3. Υβριδικός Σχεδιασμός (Hybrid): Ο υβριδικός σχεδιασμός των δημοπρασιών στοχεύει να συνδυάσει τα πλεονεκτήματα των ανωτέρω μορφών

δημοπρασιών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που συνδυάζει διαφορετικές μορφές δημοπρασίας είναι ένα "ωρολογιακά φθίνουσα" δημοπρασία να ακολουθείται από μια σφραγισμένη δημοπρασία. Η πρώτη τελειώνει με ένα όγκο λίγο πάνω από τον όγκο-στόχο. Η υπόλοιπη μείωση του όγκου πραγματοποιείται με την τιμή που προκύπτει από την πρώτη δημοπρασία ως ανώτατο όριο τιμής σε μια σφραγισμένη δημοπρασία.

Είναι επίσης δυνατόν να συνδυαστούν και οι δύο μορφές δημοπρασιών με διαφορετική σειρά. Αυτός ο συνδυασμός είναι κατάλληλος, εάν η τιμή του προϊόντος είναι γνωστή και υπάρχει μικρή διαφορά μεταξύ των καλύτερων προσφορών. Με τον τρόπο αυτό, η στατική μελέτη δημοπρασίας στον πρώτο γύρο αποτρέπει την αθέμιτη συμπεριφορά και η δυναμική δημοπρασία στη δεύτερη φάση ενθαρρύνει τον ανταγωνισμό μεταξύ προϊόντων με παρόμοιες τιμές.

Ένα βασικό πρόβλημα των δημοπρασιών μπορεί να είναι ότι μετά τη νίκη της προσφοράς, ορισμένοι από τους συμμετέχοντες αποφασίζουν να μην πραγματοποιήσουν το έργο για διάφορους λόγους. Για να αποφευχθεί αυτό, διάφορα μέτρα, που περιλαμβάνουν κριτήρια προεπιλογής, εγγυήσεις ομολόγων καθώς και κυρώσεις για τη μη παράδοση του έργου ή για καθυστερήσεις. Ο σκοπός αυτών των μέτρων είναι η λήψη ορθών και επιτεύξιμων προσφορών που πραγματικά στοχεύουν και είναι ικανές να υλοποιήσουν το αντίστοιχο έργο.

Συμπερασματικά, τα συστήματα δημοπράτησης ή προσφορών δεν αποτελούν μια ξεχωριστή κατηγορία υποστήριξης, αλλά χρησιμοποιούνται συχνά σε συνδυασμό με άλλα καθεστώτα στήριξης. Συνήθως εφαρμόζονται για την κατανομή οικονομικής στήριξης σε διάφορες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και για τον καθορισμό του επίπεδου στήριξης των άλλων μηχανισμών στήριξης, όπως τα συστήματα τροφοδοσίας, σε μια ανταγωνιστική διαδικασία υποβολής προσφορών. Οι πρόσφατες εμπειρίες με τα προγράμματα πλειστηριασμού έχουν δείξει ότι μπορούν να εφαρμοστούν με επιτυχία για την αύξηση του κόστους-αποτελεσματικότητας στην προσπάθεια στήριξης των ανανεώσιμων πηγών. Τέλος, η έκβαση της δημοπρασίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το συνδυασμό καλού σχεδιασμού και των επικρατουσών νομοθετικών συνθηκών. Αυτές περιλαμβάνουν την ελκυστικότητα των συνθηκών της αγοράς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των πόρων, τις προοπτικές

οικονομικής ανάπτυξης, τον αριθμό και τα χαρακτηριστικά των πιθανών υποψηφίων και την ύπαρξη επιπρόσθετων προβλημάτων του δικτύου ή της διοίκησης.

- Quota Obligations with Tradable Green Certificates (Υποχρεώσεις Ποσοτώσεων με εμπορεύσιμα «Πράσινα» Πιστοποιητικά)

Το πρώτο βήμα για την εφαρμογή μιας υποχρέωσης ποσόστωσης σε συνδυασμό με εμπορεύσιμα πράσινα πιστοποιητικά (TGC) είναι το θέσιμο ενός στόχου, συνήθως το μερίδιο των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση. Οι χειριστές των ενεργειακών μονάδων λαμβάνουν πιστοποιητικά για την πράσινη τελική ενέργεια, το οποίο θα μπορεί να πωλήσει στη συνέχεια σε άλλους παράγοντες, οι οποίοι υποχρεούνται να εκπληρώσουν την υποχρέωση ποσόστωσης.^{xxxvii} Η πώληση του πιστοποιητικού παρέχει ένα επιπλέον εισόδημα στην κοινή τιμή αγοράς της τελικής ενέργειας που πωλείται.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της υποχρέωσης ποσόστωσης με αγορές TGC είναι η υψηλή συμβατότητα με τις αρχές της αγοράς και τον ανταγωνιστικό καθορισμό των τιμών. Ωστόσο, τα υψηλά ασφάλιστρα κινδύνου που προκύπτουν από την αβέβαιη ανάπτυξη της ηλεκτρικής ενέργειας και της τιμής του πιστοποιητικού τυπικά αυξάνουν το κόστος της πολιτικής. Οι υπάρχοντες κίνδυνοι τιμών και στις δύο αγορές μπορούν να μετριαστούν με τη σύναψη μακροπρόθεσμων συμβάσεων.

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα, η υποχρέωση ποσόστωσης είναι θεωρητικά κατάλληλη για την ακριβή επίτευξη του στόχου. Επιπλέον, υπάρχει κάποιο είδος της αυτο-ρύθμισης των τιμών πιστοποιητικού εφόσον επιτευχθεί ο στόχος, που οδηγεί σε σημαντική πτώση των τιμών. Αυτές οι μειώσεις των τιμών επηρεάζουν σημαντικά τη ροή εσόδων από τις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις και συμβάλουν στην αύξηση ασφαλιστρών κινδύνου. Μια πιθανή λύση για να αποφευχθούν αυτές οι μειώσεις τιμών και η βελτίωση της ασφάλειας των επενδύσεων είναι η συνεχής προσαρμογή του στόχου των ποσοτώσεων.

Δεδομένου ότι οι υποχρεώσεις των ποσοτώσεων σχεδιάζονται με ένα τεχνολογικά ουδέτερο τρόπο, μόνο οι πιο οικονομικά αποδοτικές τεχνολογίες υποστηρίζονται, οδηγώντας θεωρητικά σε μια υψηλή στατική επάρκεια. Ταυτόχρονα, δυναμική αποτελεσματικότητα κόστους τείνει να είναι χαμηλή, δεδομένου ότι οι πιο δαπανηρές τεχνολογίες δεν λαμβάνουν επαρκή υποστήριξη. Στις συνήθειες

περιπτώσεις τεχνολογικά ουδέτερων ποσοστώσεων, απροσδόκητα κέρδη μπορεί να επιτευχθούν για τις τεχνολογίες χαμηλότερου κόστους.

Όσον αφορά τις επιλογές υλοποίησης, η υποχρέωση ποσόστωσης που έχει αρχικά εφαρμοστεί με τεχνολογικά ουδέτερη μορφή, πράγμα που σημαίνει ότι μια συνολική υποχρέωση ποσόστωσης καθορίζεται για το σύνολο των διαφόρων τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας. Ως εκ τούτου, όλες οι τεχνολογίες απαιτούν το ίδιο επίπεδο στήριξη. Εάν τα έξοδα από τις υποστηριζόμενες τεχνολογίες αποκλίνουν έντονα (απότομη καμπύλη κόστους-δυναμικού) απροσδόκητα κέρδη μπορεί να εμφανιστούν για τις πιο οικονομικά αποδοτικές τεχνολογίες.^{xxxviii} Έτσι, οι τεχνολογικά ουδέτερες υποχρεώσεις ποσόστωσης είναι καλύτερα προσαρμοσμένες για τη στήριξη των ανανεώσιμων πηγών στην περίπτωση με σταθερές καμπύλες κόστους. Μια επιλογή για να αποφευχθούν τα υπερβολικά απροσδόκητα κέρδη είναι η εισαγωγή ενός συστήματος ποσοστώσεων συγκεκριμένων τεχνολογικών στοιχείων.

Αυτά τα τεχνολογικά-συγκεκριμένα στοιχεία μπορεί να λάβουν τις ακόλουθες μορφές:

- Τεχνολογία ζώνης, όπου ένας διαφορετικός αριθμός πιστοποιητικών εκχωρείται σε κάθε τεχνολογία. Για παράδειγμα μια επίγεια μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει αιολική ενέργεια μπορεί να λάβει ένα (1) πιστοποιητικό, ενώ η υπεράκτια αιολική ενέργεια θα μπορούσε να λάβει δύο πιστοποιητικά για κάθε μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας.
- Τεχνολογία με συγκεκριμένους στόχους, όπου μεμονωμένες αγορές δημιουργούνται για την κάθε ομάδα τεχνολογίας.

Και οι δύο επιλογές συμβάλλουν στην αποφυγή απροσδόκητων κερδών, αλλά έχουν επίσης και άλλες επιπτώσεις. Η τεχνολογία ζωνών προσθέτει πολυπλοκότητα στην αγορά και παρεμποδίζει την ακρίβεια και τον έλεγχο της επίτευξης στόχων σε σύγκριση με την τεχνολογικά ουδέτερη ποσόστωση. Επιπλέον, η παραμετροποίηση των πολλαπλασιαστών για τις διαφορετικές τεχνολογίες είναι πολύ ευαίσθητη για την εκτέλεση της ποσόστωσης και απαιτεί καλή γνώση του τεχνολογικού κόστους. Η πρόσθετη πολυπλοκότητα της κλιμακωτών (ζώνης) ποσοστώσεων καθιστά την πρόβλεψη των τιμών των πιστοποιητικών πιο δύσκολη, πράγμα το οποίο μπορεί να συνεπάγεται υψηλότερα ασφάλιστρα κινδύνου από τους επενδυτές. Αντίθετα, η συγκεκριμένοι τεχνολογικοί στόχοι διατηρούν τα πλεονεκτήματα της

προβλεψιμότητας και της ελεγχιμότητας των στόχων, αλλά οδηγούν σε μικρότερες και λιγότερο ρευστές αγορές, μειώνοντας έτσι τον ανταγωνισμό.

Ένα μέτρο για τη μείωση των ασφαλίσιμων κινδύνου είναι η εισαγωγή κατώτατων τιμών. Οι μέγιστες τιμές ή οι κυρώσεις που εφαρμόζονται σχεδόν σε όλα τα συστήματα ποσοτώσεων προκειμένου να διασφαλίσουν την εκπλήρωση του στόχου. Οι κυρώσεις αυτές πρέπει να υπερβαίνουν το κόστος της οριακής τεχνολογίας που απαιτείται για την επίτευξη του στόχου.

4.4.2.2 Δευτερεύοντες Μηχανισμοί Στήριξης

Οι δευτερεύοντες μηχανισμοί στήριξης δεν αποτελούν από μόνοι τους μηχανισμούς στήριξης αλλά χρησιμοποιούνται υποστηρικτικά, υποβοηθώντας τους κύριους μηχανισμούς και βοηθώντας στην πιο ομαλή ένταξη των ανανεώσιμων τεχνολογιών στην αγορά.

- Investment Support (Επιχορηγήσεις Επενδύσεων)

Σε εθνικό επίπεδο, οι επιχορηγήσεις επενδύσεων για τις ανανεώσιμες τεχνολογίες για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι διαθέσιμες σε πολλά κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συχνά σχεδιάζονται για την τόνωση της αφομοίωσης των λιγότερο ώριμων τεχνολογιών, όπως των φωτοβολταϊκών. Συχνά, η στήριξη των επενδύσεων δεν είναι το κύριο μέσο για τη στήριξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συνυπάρχει με άλλα μέτρα, όπως τις τιμολογήσεις ή τα ασφάλιστρα feed-in.

Οι επιχορηγήσεις επενδύσεων (INV) είναι χρηματοδοτική στήριξη που χορηγείται από κυβερνητικά (και ευρωπαϊκά) ιδρύματα για επενδυτές σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με τη μορφή μη επιστρεπτέων ενισχύσεων κατά τη φάση κατασκευής του έργου. Οι περισσότερες επενδυτικές επιχορηγήσεις καταβάλλονται για την κατασκευή ενός έργου, έτσι ώστε το ποσό των ΑΠΕ που παράγεται από το πρόγραμμα δεν στοχεύεται άμεσα. Συχνά οι πληρωμές υπόκεινται εξαρτώνται από την επιτυχή ολοκλήρωση και διασύνδεσης στο δίκτυο του έργου αλλά και την εκπλήρωση ορισμένων προτύπων απόδοσης. Οι επιχορηγήσεις κυμαίνονται από 5% έως και πάνω από το 70% του συνολικού κόστους της επένδυσης.

ο **Fiscal Measures (Φορολογικά μέτρα)**

Οι φορολογικές απαλλαγές, εκτός από τις επιχορηγήσεις επενδύσεων, είναι κύριο μέσο στήριξης για τις ΑΠΕ. Τα φορολογικά κίνητρα ή απαλλαγές για τις ανανεώσιμες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας είναι συχνά συμπληρωματικά με άλλους τύπους ανανεώσιμων ενεργειακών προγραμμάτων παροχής κινήτρων. Είναι ισχυρά και εξαιρετικά ευέλικτα εργαλεία πολιτικής που μπορούν να στοχεύουν στην ενθάρρυνση συγκεκριμένων τεχνολογιών και να επηρεάσουν επιλεγμένα συμμετέχοντες στην αγορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλα μέσα πολιτικής. Οι επενδύσεις και οι φορολογικές απαλλαγές της παραγωγής έχουν πλέον εντονότερη παρουσία στην ΕΕ. Ορισμένες χώρες, όπως η Ισπανία, η Ολλανδία, η Φινλανδία, το Βέλγιο και η Ελλάδα παρέχουν φορολογικά κίνητρα που συνδέονται με τις επενδύσεις (συμπεριλαμβανομένων των εκπτώσεων φόρου εισοδήματος ή πιστώσεων για κεφαλαιουχικές επενδύσεις που έγιναν σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας). Άλλα κράτη μέλη, όπως η Λετονία, η Πολωνία, η Σλοβακία και η Σουηδία έχουν επινοήσει φορολογικά κίνητρα για την παραγωγή που παρέχουν φορολογική έκπτωση ή εισπράξεις σε ένα σύνολο ποσοστό ανά μονάδα παραγόμενης ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας, μειώνοντας έτσι το λειτουργικό κόστος.

Μια σύνοψη των κύριων φορολογικών μέτρων που χρησιμοποιούνται είναι η εξής:

- Οι **φορολογικές ελαφρύνσεις εισοδήματος** που χορηγούνται είτε ως μερική ή πλήρη απαλλαγή, άμεσα (όπως για παράδειγμα στο Βέλγιο) ή μέσω ενισχυμένων κεφαλαιουχικών εκπτώσεων και άλλων ευνοϊκών κανόνων απόσβεσης του κόστους επένδυσης (όπως στο Ηνωμένο Βασίλειο και στην Ολλανδία).
- Οι **φορολογικές ελαφρύνσεις ηλεκτρικού ρεύματος** που χορηγούνται σε ορισμένες χώρες όπου η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια υπόκειται σε φόρους ηλεκτρικής ενέργειας (όπως για παράδειγμα στην Πολωνία και τη Λετονία).
- **Μειωμένος φόρος προστιθέμενης αξίας (ΦΠΑ)** που μπορεί να εφαρμοστεί επί των πωλήσεων από επιλέξιμες τεχνολογίες (όπως για παράδειγμα στη Γαλλία και την Πορτογαλία).

- Η **καταμέτρηση καθαρής ενέργειας (net metering)** για την προς ιδίαν κατανάλωση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των φόρων που επιβάλλονται στους καταναλωτές ενέργειας, κυρίως των ενεργειακών φόρων και του ΦΠΑ. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις ανανεώσιμες για ιδιοκατανάλωση επωφελείται σε αυτές τις περιπτώσεις από τέτοιες φορολογικές ελαφρύνσεις (όπως για παράδειγμα γίνεται στη Δανία για μικρές οικιακές εγκαταστάσεις).

- **Low Interest Rates (Χαμηλότοκα Δάνεια)**

Τα χαμηλότοκα δάνεια έχουν επιτόκιο χαμηλότερο από το επιτόκιο της αγοράς. Τα χαμηλότοκα δάνεια μπορούν επίσης να παρέχουν και άλλα πλεονεκτήματα προς τους δανειολήπτες, συμπεριλαμβανομένων των περιόδων αποπληρωμής. Έτσι, μειώνονται τα κόστη επενδύσεων, τα οποία αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τις ΑΠΕ. Με τη μείωση του κόστους κεφαλαίου των έργων, έχουμε αύξηση στα κέρδη. Ένα σημαντικό όφελος για τους επενδυτές είναι η μεταφορά μέρους των κινδύνων χρηματοδότησης στον πιστωτή. Δηλαδή ο κίνδυνος μεταφέρεται στο κοινό, αφού συνήθως ο πιστωτικός φορέας των δανείων με χαμηλό επιτόκιο είναι κάποιο δημόσιο ίδρυμα.

Στην πράξη, τα δάνεια με χαμηλό επιτόκιο έχουν χρησιμοποιηθεί ως επί το πλείστο για την υποστήριξη των ανανεώσιμων τεχνολογιών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα δάνεια με ευνοϊκούς όρους στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως ως μέσο στήριξης σε συνδυασμό με άλλα μέτρα πολιτικής, όπως τα συστήματα τροφοδοσίας ή τις υποχρεώσεις ποσοστώσεως. Το μέσο αυτό έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει τους επενδυτές των ανανεώσιμων έργων για την πρόσβαση στην αγορά κεφαλαίων και τη λήψη χρηματοδότησης με επαρκείς όρους, κάνοντας εφικτή την αύξηση των επενδύσεων, με άμεσο αποτέλεσμα την ανάπτυξη των ανανεώσιμων με ένα χαμηλότερο κόστος στήριξης.

4.5 Μηχανισμοί Στήριξης στην Ευρώπη των 28

4.5.1 Μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται στην τρέχουσα φάση

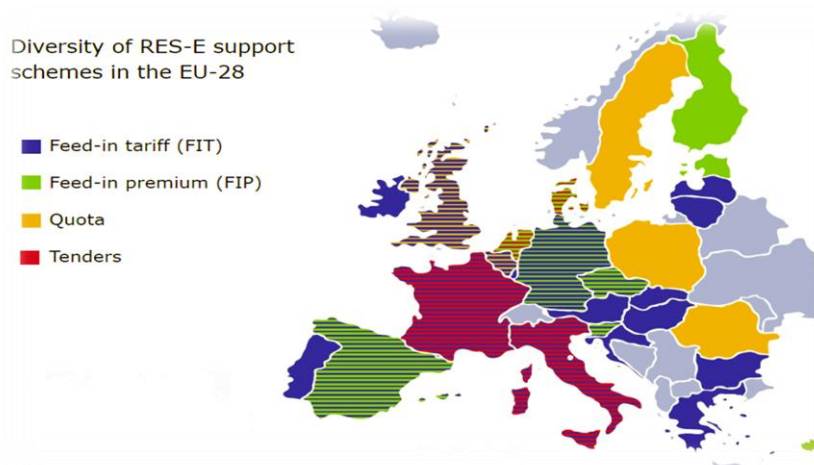
Έχοντας κάνει ξεχωριστή ανάλυση για όλους τους μηχανισμούς υποστήριξης που χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή στην Ευρώπη και έχοντας δει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που συνοδεύουν την επιβολή τους, μπορούμε να δούμε τι μηχανισμούς έχει υιοθετήσει κάθε μια χώρα από τις 28 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στη συνέχεια να προβούμε σε μια συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των μηχανισμών αυτών. Κύρια βάση για την ανάλυσή μας θα δώσουμε στους κύριους μηχανισμούς στήριξης (FIT, FIP, Quota with TGC, Auctions/Tenders) καθώς αυτοί είναι που χαράσσουν τις δράσεις πολιτικής.

Η επιλογή, για το ποιος μηχανισμός στήριξης θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί, εξαρτάται από τα κριτήρια που θέτουμε για την στήριξη των ΑΠΕ. Στη συνέχεια, η βαρύτητα των κριτηρίων που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον αρχικό σχεδιασμό μπορεί να αλλάξει κατά την πορεία εξέλιξης της εκάστοτε τεχνολογίας ή της αγοράς των ανανεώσιμων σε ευρύτερο επίπεδο.^{xxxix} Ενώ η αποτελεσματική στήριξη κρίνεται απαραίτητο στοιχείο για το σχεδιασμό ενός κριτηρίου στα πρώιμα στάδια της εμπορευματοποίησης της αγοράς, η συμβατότητα με την αγορά γίνεται όλο και πιο αναγκαία για τις πιο ώριμες και τεχνολογικά εξελιγμένες αγορές ανανεώσιμων. Μπορούμε λοιπόν να καταλάβουμε ότι η στήριξη για E&A ή η χορήγηση επενδυτικών δανείων είναι απαραίτητη όταν η τεχνολογία βρίσκεται σε πολύ πρώιμο στάδιο (E&A ή στάδιο απλής εφαρμογής). Στη συνέχεια, οι τεχνολογίες ή οι αγορές που βρίσκονται στο αρχικό στάδιο εμπορευματοποίησης μπορούν να στηριχθούν στο σύστημα των feed-in ταριφών, λόγω της μεγάλης αποτελεσματικότητας και βεβαιότητας που παρέχει στους επενδυτές. Καθώς επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ένταξη στην αγορά, μπορεί να γίνει στροφή προς μηχανισμούς που αποδίδουν καλύτερα όσον αφορά την συμβατότητά τους με την αγορά, όπως είναι τα συστήματα πιστοποιητικών feed-in (premiums). Μια προϋπόθεση για να επιτευχθεί αποδοτική ένταση στην αγορά είναι η ύπαρξη ημερήσιας αγοράς ρευστότητας, η διαθεσιμότητα μακροπρόθεσμων συμβολαίων και η απουσία δυνάμεων της αγοράς. Η εφαρμογή των τεχνολογικά ουδέτερων υποχρεώσεων ποσοστάσεων είναι εύλογη όταν έχουμε την ύπαρξη ιδιαίτερα ανεπτυγμένων (ώριμων πλέον) τεχνολογιών ανανεώσιμων, όπου η τιμή του ηλεκτρισμού που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πολύ

συναγωνίσιμη με την τιμή του ηλεκτρισμού που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας και οι καμπύλες κόστους είναι συγκριτικά επίπεδες.

Πολλές είναι οι χώρες που έχουν υιοθετήσει συνδυασμό δύο κύριων μηχανισμών στήριξης σε μια προσπάθεια ευκολότερης και αποδοτικότερης ένταξης των ανανεώσιμων τεχνολογιών στην αγορά και την απόκτηση μεγαλύτερου μεριδίου από μεριάς τους. Μεγαλύτερο έδαφος αυτή τη στιγμή έχουν τα συστήματα των ταριφών (FIT), ενώ τα συστήματα πριμοδότησης χρησιμοποιούνται κυρίως σε συνδυασμό με κάποιο άλλο μέτρο. Αντίθετα βλέπουμε ότι το σύστημα ποσοτώσεων έχει υιοθετηθεί σαν κύριο μέτρο στήριξης από λίγες χώρες, ενώ οι δημοπρασίες/ πλειστηριασμοί χρησιμοποιούνται σαν υποστηρικτικός μηχανισμός μόνο. Στη συνέχεια βλέπουμε το χάρτη των χωρών της Ευρώπης των 28 υποδεικνύοντας τους μηχανισμούς στήριξης που χρησιμοποιεί το κάθε κράτος-μέλος.

	FIT	FIP	Tenders	Quota
Austria	✓			
Belgium	✓			✓
Bulgaria	✓			
Croatia	✓			
Cyprus		✓		
Czech Republic	✓	✓		
Denmark		✓	✓	
Estonia		✓		
Finland		✓		
France	✓		✓	
Germany	✓	✓		
Greece	✓			
Hungary	✓			
Ireland	✓			
Italy	✓	✓	✓	✓
Latvia	✓			
Lithuania	✓			
Luxembourg	✓			
Malta	✓			
Netherlands		✓	✓	
Poland				✓
Portugal	✓			
Romania				✓
Slovakia	✓			
Slovenia	✓	✓		
Spain	✓	✓		
Sweden				✓
United Kingdom	✓			✓



Εικόνα 20 - Κύριοι Μηχανισμοί Στήριξης στην ΕΕ-28

4.5.2 Προβλήματα που αντιμετωπίζονται στους τρέχοντες μηχανισμούς στήριξης

Ποιες είναι οι τάσεις που ακολουθούνται αυτή τη στιγμή; Εξακολουθούν οι ταρίφες να θεωρούνται επιτυχημένος μηχανισμός υποστήριξης και είναι διατεθειμένες οι κυβερνήσεις των κρατών να συνεχίσουν να υποστηρίζουν την εφαρμογή τους; Οι υποχρεώσεις πιστώσεων, που βλέπουμε ξεκάθαρα ότι όπου εφαρμόζονται δεν υπάρχει επιπλέον κύριος μηχανισμός στήριξης είναι επιτυχημένες;

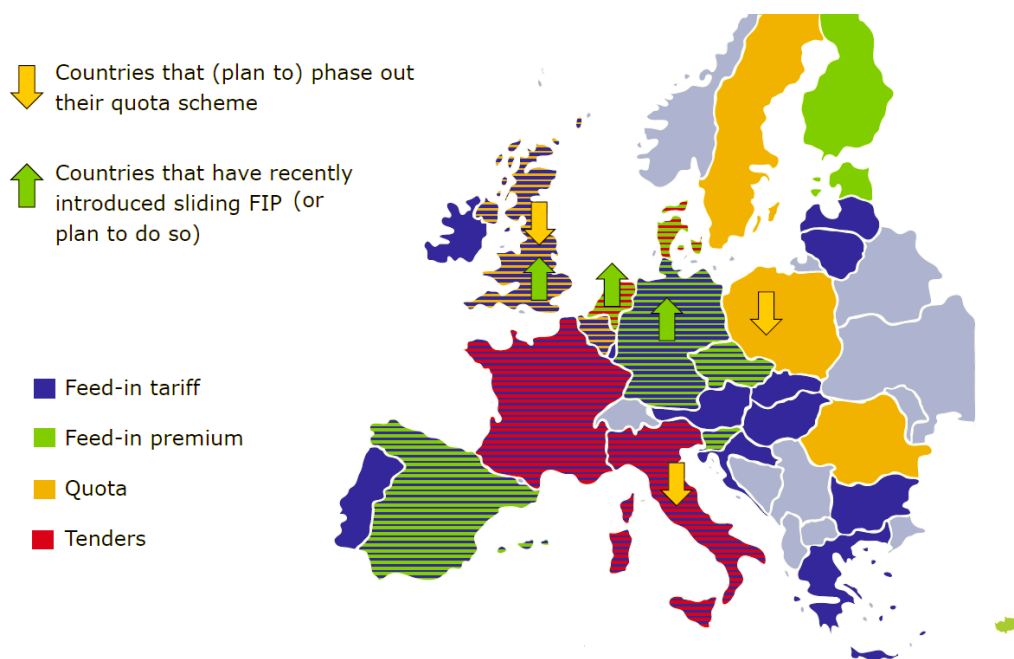
Οι περισσότεροι μηχανισμοί υποστήριξης, ιδιαίτως οι υποχρεώσεις ποσοτώσεων και οι σταθερές FIT, φαίνεται να περνούν κρίση, αφού είτε τα κέρδη δεν είναι τα αναμενόμενα, είτε οι χαμηλές αποδόσεις τους, δεν αποτελούν πλέον κίνητρο προς επένδυση νέων καταναλωτών στις ανανεώσιμες τεχνολογίες. Στη χώρα μας,^{x1} η οποία μέχρι στιγμής υποστηρίζει το μηχανισμό των σταθερών ταριφών, ήδη γίνονται προσπάθειες για να βρεθεί ένας μηχανισμός διόρθωσης που θα βοηθήσει στην ανάκαμψη από την κρίση που περνάνε οι ανανεώσιμες τεχνολογίες. Μια από τις συνέπειες της οικονομικής κρίσης είναι η πτώση των τιμών των FIT, με άμεση συνέπεια και τη μείωση της ζήτησης. Ιδιαίτερη επιβάρυνση από αυτή την κατάσταση βιώνουν οι μικρομεσαίοι επενδυτές, οι οποίοι βλέποντας τα υψηλά κόστη επένδυσης στις ΑΠΕ τεχνολογίες διστάζουν να επενδύσουν. Η μικρή ζήτηση, λοιπόν, επιφέρει προβλήματα στη λειτουργικότητα του συστήματος των ανανεώσιμων, αφού δεν επιτυγχάνεται το ελάχιστο φορτίο για την αποδοτική λειτουργία των ΑΠΕ (no base load operation). Έτσι, καθώς έχουμε σταθμούς που ουσιαστικά «κάθονται», χωρίς να συμβάλουν στο συνολικό φορτίο, τα λειτουργικά κόστη των ΑΠΕ εκτοξεύονται στα

ύψη. Κόστη που θα συνεχίσουν να αυξάνονται εάν δεν γίνουν ριζικές αλλαγές στον μηχανισμό στήριξης πίσω από τις ΑΠΕ τεχνολογίες. Παρά τις συζητήσεις περί ενός νέου μηχανισμού διόρθωσης όμως, μέχρι στιγμής δεν έχουν γίνει γνωστά τα σχέδια των ρυθμιστικών αρχών για το άμεσο μέλλον. Η Ισπανία, σε μια ύστατη προσπάθεια να προβεί σε ριζικές αλλαγές στους μηχανισμούς στήριξης των ΑΠΕ, αποφάσισε να εγκαταλείψει τις ταρίφες και τις πριμοδοτήσεις, (όπως φαίνεται στον παραπάνω χάρτη ότι χρησιμοποιούσε μέχρι πρότινος) με σκοπό να βρει μια νέα λύση στα προβλήματα που είχαν εμφανιστεί με τις χρηματοδοτήσεις των ΑΠΕ.^{xli} Παρόλα αυτά, μέχρι στιγμής το νέο πλάνο δράσης της δεν έχει γίνει ακόμα γνωστό.

Σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, παρατηρούμε τρεις κύριες τάσεις όσον αφορά τους μηχανισμούς στήριξης^{xlii}:

1. Οι μηχανισμοί στήριξης των υποχρεώσεων ποσοστώσεων (quota schemes) έχουν αρχίσει να χάνουν σημαντικά έδαφος και πολλά κράτη-μέλη εξερευνούν άλλους μηχανισμούς προς την αντικατάστασή τους.
2. Όλο και περισσότερες χώρες τείνουν προς της υιοθέτηση των κυμαινόμενων αναπροσαρμοζόμενων πριμοδοτήσεων (floating/sliding FIP).
3. Όλο και περισσότερες χώρες έχουν αρχίσει να πειραματίζονται με τους μηχανισμούς δημοπρασιών/προσφορών.

Στον παρακάτω χάρτη απεικονίζονται οι προθέσεις των κρατών-μελών με τη χρήση των βελών.



Εικόνα 21 - Τάσεις των χωρών της ΕΕ για την υιοθέτηση νέων μηχανισμών στήριξης

Ανατρέχοντας στους ορισμούς των μηχανισμών στήριξης, που έχουμε εκτενώσει αναλύσει παραπάνω, μπορούμε πολύ εύκολα να διακρίνουμε τους λόγους για τους οποίους παρατηρούνται αυτές οι μεγάλες αλλαγές και η επιθυμία πολλών κρατών να μπει ένας μηχανισμός διόρθωσης, επανεντάσσοντας τις ταρίφες σε νέα βάση.

Αρχικά, ερευνώντας την συμβατότητα με την αγορά των μηχανισμών στήριξης βλέπουμε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές. Ενώ οι παραγωγοί των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι υποχρεωμένοι να πουλήσουν τον ηλεκτρισμό στις αγορές ενέργειας στην περίπτωση των ποσοτώσεων, των feed-in πιστοποιητικών και σε ορισμένες περιπτώσεις πλειστηριασμών, στην περίπτωση των ταριφών feed-in αυτό τον ρόλο τον αναλαμβάνει ένας μεμονωμένος αγοραστής, για παράδειγμα ο TSO. Ως εκ τούτου, η τιμή της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας επηρεάζει τα έσοδα των παραγωγών των ανανεώσιμων τεχνολογιών μόνο στην περίπτωση των πρώτων συστημάτων. Δεδομένου ότι οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας δεν επηρεάζουν τα έσοδα των παραγωγών ΑΠΕ στα συστήματα σταθερών ταριφών (fixed feed-in tariffs), δεν υπάρχει συνήθως κίνητρο για την τροφοδότηση ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με τη ζήτηση ή για την προσαρμογή του συστήματος με βάση βελτιωμένες προβλέψεις. Κατά αυτό τον τρόπο, οι ταρίφες στην παρούσα μορφή τους, δεν ενισχύουν την ικανότητα των παραγωγών ηλεκτρισμού μέσω των

ΑΠΕ να αντιδράσουν στις αλλαγές των τιμών. Εναλλακτικές επιλογές για τον καλύτερο προσανατολισμό της ζήτησης με βάση την προσφορά είναι προτιμότερο να εφαρμοστούν στις σταθερές ταρίφες, π.χ. ειδική τιμολόγηση τις ώρες αιχμής ή τις ώρες που η ζήτηση βρίσκεται στο ναδίρ. Καθώς η μεγαλύτερη ένταξη στην αγορά τείνει να έχει υψηλότερους κινδύνους, η συμβατότητα της αγοράς συσχετίζεται αρνητικά σε κάποιο βαθμό με τη βεβαιότητα των επενδυτών.^{xliii}

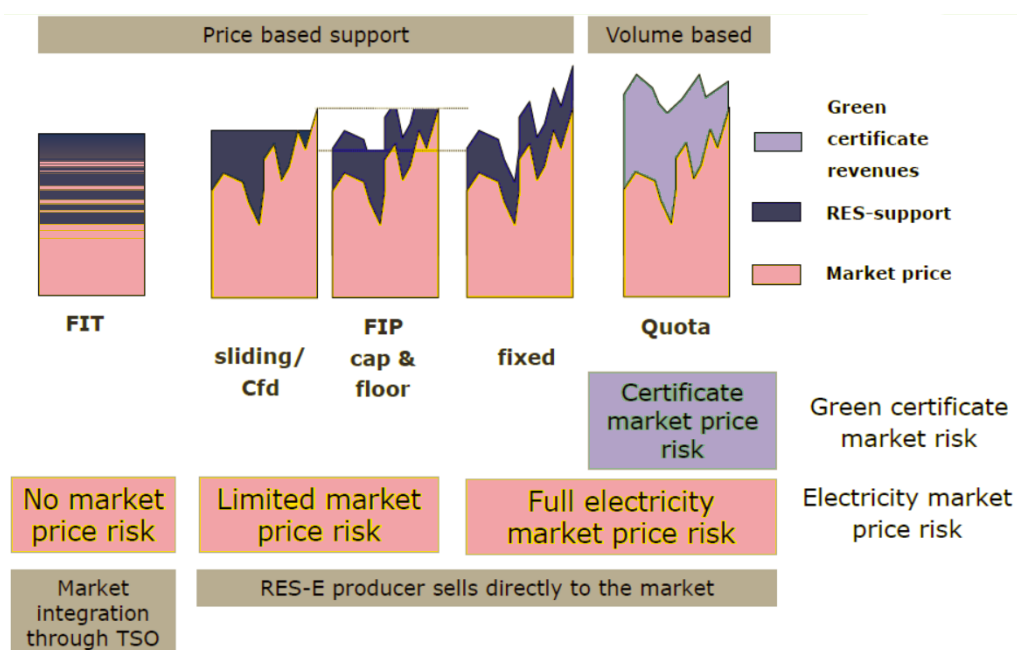
Σε γενικές γραμμές, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η αξία της συμμετοχής στην αγορά και ο επενδυτικός κίνδυνος που προκαλείται από την ισχυρότερη ένταξη σε αυτή εξαρτώνται από το σχεδιασμό της αγοράς και την ύπαρξη πλήρως απελευθερωμένων ημερήσιων αγορών, ημερήσιων αγορών ρευστότητας και την διαθεσιμότητα μακροπρόθεσμων συμβάσεων. Δεδομένου ότι οι προϋποθέσεις αυτές δεν πληρούνται ακόμα σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, η άσκηση των αγοραστικών κινδύνων για τους παραγωγούς των ΑΠΕ δεν είναι λογικός. Για τη μελλοντική ανάπτυξη των καθεστώτων στήριξης, θα πρέπει να επιδιωχθεί μεγαλύτερη συμμετοχή στην αγορά ανάλογα βέβαια με την εξέλιξη του σχεδιασμού των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και να δοθεί βαρύτητα στη διατήρηση ισορροπίας μεταξύ των βελτιωμένων συστημάτων στήριξης και του αποτελεσματικού επιπέδου ρίσκου για τους επενδυτές και τους παραγωγούς των ΑΠΕ.

Σε γενικές γραμμές, η αξιολόγηση των μέσων στήριξης δεν εξαρτάται μόνο από το είδος του μέσου, αλλά και για τον ξεχωριστό σχεδιασμό. Τα πιθανά μειονεκτήματα ενός μηχανισμού σχετικά με ένα συγκεκριμένο κριτήριο μπορούν να αντισταθμιστούν από διάφορα στοιχεία. Ωστόσο, αυτή η αντιστάθμιση μπορεί να επηρεάσει την απόδοση του μηχανισμού σε σχέση με κάποιο άλλο κριτήριο. Για παράδειγμα, οι ελάχιστες τιμές που εφαρμόζονται στις υποχρεώσεις ποσοτώσεων μειώνουν τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν οι επενδυτές, αλλά μπορεί να μην είναι απολύτως συμβατές αν για παράδειγμα οι ελάχιστες τιμές αυτές εφαρμοστούν σε ωριαία βάση.

Στη συνέχεια, εξετάζοντας την περίπτωση των συστημάτων quota, οι υποχρεώσεις ποσοτώσεων είναι μηχανισμοί στήριξης που έχουν σχεδιαστεί με βάση τον όγκο της ενέργειας που παράγεται. Λόγω του μεγάλου ανταγωνισμού που υπάρχει στην αγορά για τη διαμόρφωση των τιμών των επιπέδων στήριξης όσον αφορά την τιμή του πιστοποιητικού, οι δύο συνιστώσες της διαμορφωθείσας τιμής του επιπέδου στήριξης (η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας και η τιμή του

πιστοποιητικού) κατευθύνονται κυρίως από τους μηχανισμούς της αγοράς. Η παραγόμενη ανά ώρα ενέργεια κοστολογείται διαφορετικά και ανάλογα με την ωριαία τιμή της αγοράς.^{xliv} Επίσης, οι παραγωγοί λαμβάνουν μια πριμοδότηση με βάση την αγορά για κάθε kWh που πωλείται. Αυτή η πριμοδότηση με βάση την αγορά είναι η τιμή των πράσινων πιστοποιητικών, η οποία είναι εκ των πραγμάτων πιο ευμετάβλητη από τις τιμές των ταριφών ή των επιχορηγήσεων. Με τη χρήση των πράσινων πιστοποιητικών βέβαια έχουμε μια μορφή πληρωμής που ανταποκρίνεται πιο πολύ στη στοχαστικότητα που παρουσιάζουν οι ανανεώσιμες ενέργειες από την άλλη όμως εισάγονται μεγαλύτεροι κίνδυνοι και επιπλέον κόστη συναλλαγών. Μόνο οι πιο ισχυροί φορείς, των ήδη κυρίαρχων εταιριών/παραγωγών στην αγορά μπορούν να ανταπεξέλθουν υπό αυτές τις συνθήκες της αβεβαιότητας, καθώς διαθέτουν πιο ισχυρά κεφάλαια και μπορούν, ακόμα και μέσω της πιο ισχυρής θέσης που κατέχουν να ασκήσουν πιέσεις για τη διαμόρφωση μιας τιμής πιο κοντά στα συμφέροντά τους.

Έτσι, εξαιτίας της πολύ ανταγωνιστικής διαμόρφωσης της τιμής των επιπέδων στήριξης (τιμή πιστοποιητικού και τιμή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας) και οι δύο συνιστώσες αυτές στήριξης δέχονται πιέσεις από την αγορά. Έπειτα, στηρίζοντας μια τεχνολογικά ουδέτερη πολιτική υποχρεώσεων ποσοστώσεων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα απροσδόκητα κέρδη μόνο για τις τεχνολογίες χαμηλότερου κόστους, ενώ στην αντίθετη περίπτωση, που θα έχουμε ποσοτώσεις τεχνολογικά προσανατολισμένες, η πολυπλοκότητα του μηχανισμού υποστήριξης αυξάνεται



Εικόνα 22 - Επίπεδα ρίσκου στα οποία εκτίθενται οι επενδυτές ανά μηχανισμό στήριξης

δραματικά, μειώνοντας τη ρευστότητα της αγοράς και τον ακριβή έλεγχο του όγκου που παράγεται. Καταλαβαίνουμε λοιπόν, ότι ο μηχανισμός αυτός στήριξης μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την μονομερή εύνοια συγκεκριμένων τεχνολογιών.

Τέλος, οι σταθερές πριμοδοτήσεις, όπως αναφέραμε πριν, υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη το μακροπρόθεσμο μέσο όρο των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς να συνυπολίζονται οι βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις σε μηνιαία, ημερήσια ή ωριαία βάση, οδηγώντας σε αυξημένους κινδύνους και άμεσα και σε υψηλότερα ασφάλιστρα. Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι για να είναι επιτυχημένος ο μηχανισμός των σταθερών πριμοδοτήσεων είναι απαραίτητο να υπάρχει πολύ καλή γνώση της μελλοντικής ανάπτυξης (ιδιαίτερος πολύπλοκη διαδικασία). Η άμεση επίπτωση που μπορεί να έχουν οι λάθος εκτιμήσεις και η έκθεση των επενδυτών σε υψηλό ρίσκο όσον αφορά τη διαμόρφωση των τιμών του ηλεκτρισμού έχουν ως αποτέλεσμα οι σταθερές πριμοδοτήσεις να μην φαίνονται ιδιαίτερα ευνοϊκές και δελεαστικές στους επίδοξους επενδυτές.

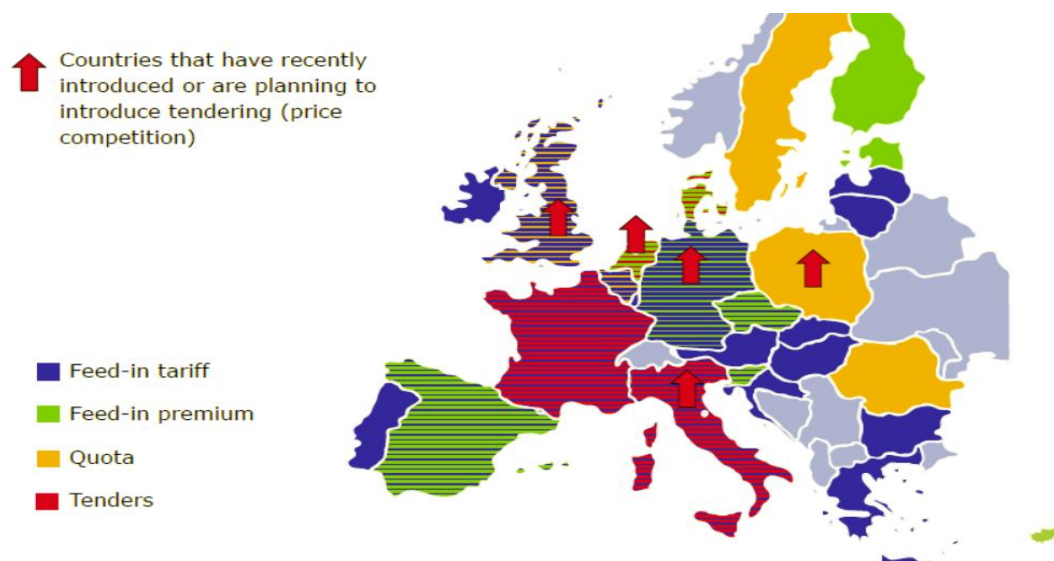
Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι οι τάσεις για αλλαγή και η επιθυμία για υιοθέτηση μηχανισμών διόρθωσης των μέτρων στήριξης πηγάζει από την επιθυμία για μειωμένη έκθεση του επενδυτή στους κινδύνους της αγοράς. Είναι αναγκαίο να αποφευχθούν τα μεγάλα ρίσκα των τιμών της αγοράς, διατηρώντας τον κίνδυνο για τους επενδυτές σε μικρά επίπεδα, ευεργετικά για την ταυτόχρονη τόνωση της αγοράς (όπως αναφέραμε παραπάνω δεν ενδείκνυται και η περίπτωση του μηδενικού ρίσκου για τις ώριμες αγορές ηλεκτρισμού). Τι είναι αυτό που ουσιαστικά μας προσφέρει η ελαχιστοποίηση της έκθεσης στους κινδύνους;

4.5.3 Νέες τάσεις και προτεινόμενοι μηχανισμοί στήριξης

Σύμφωνα με αναλύσεις, και πιο συγκεκριμένα με βάση την διεξοδική έρευνα που διετέλεσε ο Jager et al. το 2011^{xiv}, αρχικά το χαμηλό ρίσκο επένδυσης συνεπάγεται αυτόματα μεγάλη βεβαιότητα εκ μέρους του επενδυτή. Στη συνέχεια, αυτό με τη σειρά του συνεπάγεται μικρότερο κόστος επενδύσεων και διάθεση μικρότερων κεφαλαίων, αφού δεν χρειάζεται να δαπανηθούν μεγάλα χρηματικά ποσά για ασφάλιστρα. Κατά αυτό τον τρόπο μειώνεται αυτόματα και το επίπεδο των μηχανισμών στήριξης και η οικονομία των ανανεώσιμων τεχνολογιών γίνεται όλο και πιο αποδοτική. Ταυτόχρονα, εξαιτίας του χαμηλού κόστους επένδυσης, η αγορά των

ανανεώσιμων τεχνολογιών γίνεται όλο και πιο δελεαστική στους επίδοξους επενδυτές. Επιτυγχάνεται ταυτόχρονα αύξηση του αριθμού των επενδύσεων και ανάπτυξη της αγοράς ενέργειας μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έχει αποδειχθεί ότι οι μηχανισμοί υποστήριξης που στοχεύουν στην μετρίαση των κινδύνων και του ρίσκου του επενδυτή μπορεί να μειώσει το συνολικό κόστος του ηλεκτρισμού και το κόστος στήριξης από μεριάς καταναλωτών σε ποσοστό έως και 30%.

Πράγματι, λοιπόν, οι νέες τάσεις που τείνουν να υιοθετηθούν φαίνεται να συμφωνούν απόλυτα με τα όσα αναφέραμε ανωτέρω. Πολλές είναι οι χώρες που έχουν εκφράσει έμπρακτα την επιθυμία τους για απομάκρυνση από τις γνωστές πλέον ταρίφες και από τα συστήματα ποσοτώσεων. Στόχος είναι η υιοθέτηση ενός αξιόπιστου μηχανισμού στήριξης που θα ευνοεί την ανάπτυξη και την καλύτερη ένταξη των ΑΠΕ στην αγορά. Κάνοντας λοιπόν σύγκριση του συστήματος πλήρων αποδοχών (όπως συμβαίνει στο σύστημα των feed-in tariffs) με τη μερική αμοιβή (όπως έχουμε στο σύστημα των feed-in premiums) συμπεραίνουμε ότι θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη στήριξη στα συστήματα μερικών αποδοχών για να μπορέσει να ενθαρρυνθεί η ένταξη των ανανεώσιμων τεχνολογιών στην αγορά. Παρόλα αυτά η μετάβαση αυτή θα πρέπει να γίνει σταδιακά και μόνο οι συμμετέχοντες και οι τεχνολογίες της αγοράς, που πραγματικά μπορούν να ανταπεξέρθουν τον ανταγωνισμό και τους κινδύνους που προκύπτουν μέσω αυτού, θα πρέπει να εκτίθενται στους συναφείς κινδύνους. Ιδιαίτερα, τα κυλιόμενα (αναπροσαρμοζόμενα) feed-in premiums μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση των κινδύνων για τους φορείς εκμετάλλευσης των εργοστασίων παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας. Ένα σταθερό σύστημα ταριφών ίσως είναι η καλύτερη επιλογή για τα αρχικά στάδια της ένταξης, που η τεχνολογία είναι ακόμα λιγότερο ώριμη και σαφώς μικρότερης κλίμακας.



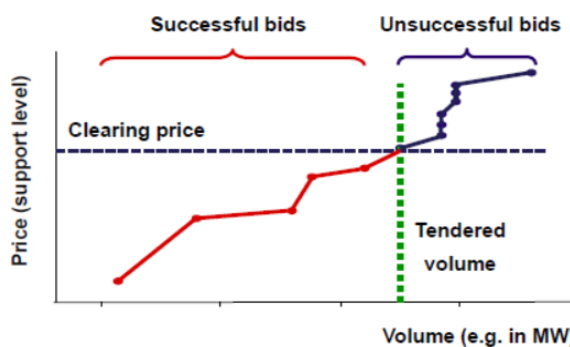
Εικόνα 23 - Ο πειραματισμός των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τη στήριξη μέσω πλειστηριασμών

Ακόμα, τα feed-in premiums που προτείνονται, μπορούν να συνδυαστούν με άλλα μέτρα για τον έλεγχο του όγκου της ανανεώσιμης ενέργειας, όπως είναι οι πλειστηριασμοί/δημοπρασίες. Πράγματι, τον τελευταίο χρόνο όλο και περισσότερες χώρες έχουν αρχίσει να υιοθετούν τους μηχανισμούς διόρθωσης που στηρίζονται στις διαδικασίες των δημοπρασιών. Στον παρακάτω χάρτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 28 βλέπουμε τις χώρες που έχουν μεταβεί στην υιοθέτηση της διαδικασίας των πλειστηριασμών, καθώς θεωρείται ότι βοηθούν στην τόνωση της αγοράς και του ανταγωνισμού.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει παραπάνω, οι πλειστηριασμοί δεν αποτελούν από μόνοι τους έναν ξεχωριστό μηχανισμό στήριξης αλλά συνήθως συνδυάζονται με τις ταρίφες ή τις πριμοδοτήσεις. Παραδοσιακά, στις ταρίφες και στις πριμοδοτήσεις, το επίπεδο στήριξης αποφασίζεται διοικητικά και βασίζεται κατά κύριο λόγο στο υπολογιζόμενο κόστος παραγωγής (levelized cost of electricity – LCOE) για το οποίο θα μιλήσουμε διεξοδικά στο επόμενο κεφάλαιο. Όταν όμως εισάγονται οι διαδικασίες των πλειστηριασμών, οι τιμές των ταριφών και των πριμοδοτήσεων καθορίζονται μέσω μιας ανταγωνιστικής διαδικασίας κατά την οποία απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ζήτηση για υποστήριξη να είναι μεγαλύτερη από τον διαπραγματευόμενο όγκο.

4.5.3.1 Προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι πλειστηριασμοί

Οι πλειστηριασμοί / δημοπρασίες, όμως, είναι ένας μηχανισμός που είχε ξαναχρησιμοποιηθεί στο παρελθόν, ο οποίος δεν είχε τα επιθυμητά αποτελέσματα. Παρά τα θετικά που μπορεί να επιφέρουν (χαμηλές τιμές – μείωση της υποστήριξης με την πάροδο του χρόνου), με βάση την εμπειρική τους χρήση, έχουν επιφέρει και κάποια μειονεκτήματα. Μερικά από αυτά είναι η αναποτελεσματικότητα όσον αφορά την ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που εν τέλει είχε ανατεθεί



Εικόνα 24 - Ο τρόπος με τον οποίο δουλεύει ο μηχανισμός των πλειστηριασμών

(χαμηλότερη από τους αρχικούς στόχους), ή την επίτευξη της συμφωνηθείσας εγκατεστημένης ισχύος, την «φτωχή» τεχνολογική ποικιλία, τα υψηλά κόστη συναλλαγών και την χαμηλή κοινωνική αποδοχή. Για να μπορέσει να υιοθετηθεί εκ νέου και να αντιμετωπιστούν τα αρχικά προβλήματα που είχαν αντιμετωπιστεί είναι απαραίτητο να κοιτάξουμε πίσω από τα εμφανή προβλήματα και να διερευνήσουμε τις πραγματικές αιτίες που τα προκαλούσαν.

Οι αιτίες, λοιπόν, των προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια χρήσης των δημοπρασιών ως μηχανισμό στήριξης είναι οι εξής^{xlvi}:

1. Οι σποραδικοί, διαλείποντες και διακοπτόμενοι γύροι προσφορών. Η διαλείπουσα φύση των προσκλήσεων για την υποβολή των προσφορών οδηγεί σε επαναλαμβανόμενους γύρους, με αποτέλεσμα να μην παρέχονται σταθερές συνθήκες (μεγαλύτερος κίνδυνος για τους επενδυτές, ενδεχομένως χαμηλότερα επίπεδα συμμετοχής, μεγαλύτερες τιμές προσφορών).
2. Πολύ μικρή χρονική περίοδος υποστήριξης. Αρχικά, οι δημοπρασίες γινόντουσαν βασισμένες σε βραχυπρόθεσμα συμβόλαια. Αυτό οδηγούσε σε υψηλές τιμές ανά κιλοβατώρα (kWh) έτσι ώστε τα έργα να μπορέσουν να ανακτήσουν τα κεφάλαια που είχαν καταβληθεί για την διεκπεραίωσή τους μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα. Έτσι λοιπόν, μπορεί το κόστος ανά kWh να ήταν υψηλό, αλλά ουσιαστικά το παρεχόμενο ποσό υποστήριξης από την άλλη δεν ήταν. Στην περίπτωση δε που μιλάμε για μικρούς επενδυτές

- (μικρότερο επιχειρησιακό κεφάλαιο), οι επιπτώσεις του μικρού χρονικού διαστήματος στήριξης γίνονται ακόμα πιο έντονες.
3. Η συμφωνηθείσα ισχύς απονέμεται σε ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις. Προφανώς, στην περίπτωση που οι συμβάσεις συνάπτονται με ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις, εναπομένουν όλο και λιγότεροι πόροι για νέες εγκαταστάσεις.
 4. Οι υπερβολικά χαμηλές προσφορές (υπερεκτίμηση των συντελεστών χωρητικότητας) υιοθετούνται ως στρατηγική συμπεριφορά κατά τις δημοπρασίες. Ένα σύστημα υποβολής προσφορών δημιουργεί ανταγωνισμό μεταξύ των διαγωνιζόμενων και, ως εκ τούτου, τους ενθαρρύνει εγγενώς να δώσουν προσφορές σε όλο και χαμηλότερες τιμές. Ωστόσο, τα στοιχεία που προκύπτουν από τη Γαλλία, την Πορτογαλία και το Ηνωμένο Βασίλειο δείχνουν ότι μπορεί οι πλειοδότες στοχευμένα να υπερεκτιμούν την ικανότητά τους, υποτιμώντας το κόστος τους (για παράδειγμα, το κόστος των υλικών να αποδειχθεί τελικά υψηλότερο από ό, τι αναμενόταν να είναι) και να ακολουθούν στρατηγική συμπεριφορά κατά τη διαδικασία των προσφορών τους (δηλαδή, να κερδίσουν την προσφορά, στη συνέχεια, να προσαρμοστούν ανάλογα με τις προκύπτουσες συνθήκες). Το τελικό αποτέλεσμα είναι η υποβολή υπερβολικά χαμηλών προσφορών και τα έργα να μην μπορούν να ολοκληρωθούν.
 5. Δυσκολίες στην διαδικασία σχεδίασης και αδειοδότησης. Η δυσκολίες στις διαδικασίες αδειοδότησης αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα για τους επενδυτές, ιδιαίτερα τους πιο μικρούς. Παρόλα που γενικά τέτοια προβλήματα αντιμετωπίζονται σε όλους τους μηχανισμούς υποστήριξης, αυτά τα προβλήματα εντείνονται στην περίπτωση των πλειστηριασμών, εάν η διαδικασία υποβολής προσφορών και η διαδικασία εκχώρησης αδειών δεν είναι πλήρως συντονισμένες μεταξύ τους.
 6. Οι επενδυτές, αυτοί που τελικά αναλαμβάνουν την διεκπεραίωση των έργων, μπορούν να σταματήσουν την διεκπεραίωση τους χωρίς συνέπειες. Εάν δεν υπάρχουν προθεσμίες ή πρόστιμα για την περίπτωση που ένα έργο δεν ολοκληρώνεται ή για κάποιο λόγο δεν τελειώνει, τότε ο μηχανισμός μπορεί να χαρακτηριστεί ως τελείως αναποτελεσματικός, καθώς θα μπορούσαν να είχαν

- επιλεχθεί άλλες προσφορές που θα είχαν καρποφορήσει υπό άλλες συνθήκες κατά τη διάρκεια του πλειστηριασμού.
7. Ακατάλληλος διαχωρισμός. Ένα ενιαίο σύστημα πλειοδοσίας αποθαρρύνει την τεχνολογική ποικιλομορφία, δεδομένου ότι με αυτόν τον τρόπο προωθούνται οι ώριμες τεχνολογίες. Αντίθετα, υπερβολικά μεγάλος διαχωρισμός μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη εξειδικευμένων πλειοδοτών, μειώνοντας τα οφέλη του ανταγωνισμού.
 8. Μη φιλικό προς μικρά έργα και παράγοντες. Ένα σημαντικό μάθημα που έχουμε πάρει μέσω των δημοπρασιών είναι ότι δεν έχει ευνοήσει την ανάπτυξη των έργων μικρού μεγέθους και των μικρών πλειοδοτών. Κάποιοι από τους προαναφερθέντες παράγοντες, καθώς και η έλλειψη σωστής πληροφόρησης και η δυσκολία που αντιμετωπίζουν στις χρηματοδοτήσεις, επηρεάζουν αρνητικά τους μικρούς πλειοδότες. Κατά αυτόν τον τρόπο, συμπεραίνουμε ότι τα έργα μικρού μεγέθους είναι καλύτερο να προωθούνται με χρήση άλλων μηχανισμών στήριξης.

4.5.3.2 Πρόταση για την προώθηση ενός νέου συστήματος δημοπρασιών

Έχοντας περιγράψει τις δυσκολίες που μέσω της πρακτικής εφαρμογής έχει φανεί ότι δημιουργούνται μέσω των δημοπρασιών, προτείνουμε την υιοθέτηση ενός νέου μοντέλου, ειδικά προσαρμοσμένου σε όλα όσα έχουν αναφερθεί παραπάνω.

✓ Αρχικός Σχεδιασμός

Έχουν ήδη αναφερθεί τα δύο κύρια μοντέλων που χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή. Μια δημοπρασία που απευθύνεται στις ανανεώσιμες τεχνολογίες θα πρέπει να είναι μια μίξη των δύο αυτών προαναφερθέντων, δηλαδή προτείνεται η δημιουργία ενός υβριδικού μοντέλου (τρίτου αναφερθέντος). Ο πλειστηριασμός θα περιλαμβάνει πολλά πιθανά σημεία προς εγκατάσταση των ανανεώσιμων τεχνολογιών.^{xlviii} Οι πλειοδότες θα πρέπει να καταβάλουν προσφορές (τιμή / MWh) για όλες τις πιθανές τοποθεσίες. Οι προσφορές επίσης καλό θα ήταν να περιέχουν και ένα προτεινόμενο ποσό ενέργειας που θα παράγεται ετησίως, χωρίς να είναι πλήρως δεσμευτικό. Μόλις υποβληθούν προσφορές, η δημοπρασία να αλλάξει χαρακτήρα και από μια

συγκεκριμένη τοποθεσία να αποκτήσει μια παγκόσμια προσέγγιση και ο αριθμός των έργων που χορηγούνται να αποφασίζεται σε παγκόσμιο επίπεδο. Η επιλογή δηλαδή δε θα βασίζεται στη συνολική ενέργεια που προμηθεύεται ή τις περιοχές που μπαίνουν στον πλειστηριασμό, αλλά επί του συνολικού διαθέσιμου προϋπολογισμού στο σύνολο της προσφοράς. Οι υποψήφιοι δεν ανταγωνίζονται για την ενέργεια, αλλά για τα χρήματα. Αυτό μετριάξει τις ανησυχίες των φορέων χάραξης πολιτικής σχετικά με την αβεβαιότητα για το συνολικό κόστος υποστήριξης της ανανεώσιμης ενέργειας, πράγμα το οποίο είναι πολύ βολικό για δημοσιονομικούς λόγους, αλλά και για την κατανομή του κόστους (για παράδειγμα δεν ελαφραίνει σαφώς την θέση των τελικών καταναλωτών της ηλεκτρικής ενέργειας).

Επίσης, καλό θα ήταν οι δημοπρασίες και το συνολικό διαθέσιμο χρηματικό ποσό να διανέμεται ανάλογα με την υποστηριζόμενη κάθε φορά τεχνολογία και να τεθούν αντίστοιχα όρια. Κατά αυτόν τον τρόπο μετριάζονται οι ανησυχίες για ανάπτυξη μόνο των ώριμων τεχνολογιών και παραγκωνισμό των υπόλοιπων.

✓ Προ-εγκεκριμένη λίστα των υποψήφιων τοποθεσιών ανά τεχνολογία ΑΠΕ

Η λίστα αυτή των προεγκεκριμένων υποψήφιων τοποθεσιών ΑΠΕ θα πρέπει να έχει κάποια κύρια χαρακτηριστικά. Αρχικά, θα πρέπει να προεγκρίνεται τόσο σε εθνικό όσο και σε τοπικό κυβερνητικό επίπεδο.^{xlvi} Οι τοπικές κυβερνήσεις θα μπορούσαν να παρουσιάσουν τους υποψηφίους τους και στη συνέχεια να αποφασίσουν από κοινού πως να μοιράσουν τις υποψήφιες τοποθεσίες έτσι ώστε να κρατείται μια γεωγραφική ισορροπία. Εάν η απόφαση λαμβάνεται σε εθνικό επίπεδο, σίγουρα θα περιλαμβάνει την παροχή κονδυλίων έτσι οι τοπικές κυβερνήσεις θα έχουν ένα επιπλέον κίνητρο έτσι ώστε να μεγιστοποιήσουν την παρεχόμενη ενέργεια. Στη συνέχεια, όταν είναι έτοιμη η τελική λίστα με τις υποψήφιες τοποθεσίες, θα πρέπει οι περιοχές αυτές να πάρουν μια προέγκριση της άδειας εγκατάστασης, με σκοπό τη μείωση του παράγοντα της αβεβαιότητας για την διαδικασία κατασκευής και την αύξηση της πιθανότητας τελικής έγκρισης του προγράμματος.

Αυτή η προ-εγκεκριμένη αδειοδότηση και ο όγκος των πληροφοριών που τη συνοδεύουν θα μειώσουν το συνολικό κόστος διοίκησης και συναλλαγών, καθώς αυτά τα κόστη τείνουν να αυξάνονται αμέσως πριν και μετά τη διαδικασία των δημοπρασιών. Επίσης, κατά αυτό τον τρόπο, οι πλειοδότες γλιτώνουν τα περιττά

έξοδα που απαιτούνται κατά την διαδικασία της πλήρους έγκρισης. Λαμβάνοντας μια προ-έγκριση, δεν είναι υποχρεωμένοι να πληρώσουν για την λήψη της άδειας (η οποία έχει αρκετά υψηλό κόστος), και κατά αυτό τον τρόπο δεν βλέπουν το κεφάλαιο που έχουν δαπανήσει να χαθεί σε περίπτωση μη θετικής έκβασης για αυτούς της δημοπρασίας. Με αυτή τη μεθοδολογία, λοιπόν, και τα ρίσκα ελαχιστοποιούνται από την πλευρά της κυβέρνησης σε περίπτωση που δεν δοθεί η τελική έγκριση στον πλειοδότη που κέρδισε τη δημοπρασία και οι υποψήφιοι δεν επιβαρύνονται με περιττά κόστη, ιδιαίτερα στην περίπτωση μη θετικής έκβασης της δημοπρασίας.

✓ Σταθερό πρόγραμμα Δημοπρασιών

Με σκοπό την αποφυγή διαδικασιών του τύπου σταμάτα-ξεκίνα, οι οποίες προκαλούν μεγάλες καθυστερήσεις, θα πρέπει να εκδοθεί μια σταθερή διαδικασία, πλήρως οργανωμένη, η οποία θα στοχεύει στην πλήρη οργάνωση ολόκληρης της διαδικασίας από την πλευρά των ρυθμιστικών αρχών. Έτσι, θα παρέχεται μεγαλύτερη βεβαιότητα στους επενδυτές με αποτέλεσμα να ενθαρρύνεται ταυτόχρονα και η τεχνολογική πρόοδος και, ταυτόχρονα, θα μειωθούν οι καθυστερήσεις κάνοντας πιο εύκολη την έκδοση ενός σωστού και συνεπή προϋπολογισμού εκ μέρους των πλειοδοτών. Τέλος, σε περίπτωση που δεν έχουμε την πλήρη επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί στους πλειοδότες, καλό θα ήταν να υπάρχει και ένας βοηθητικός μηχανισμός καταγραφής των ενδιάμεσων σταδίων, με αποτέλεσμα να δίνεται η δυνατότητα δυναμικής διόρθωσης των παρεκκλίσεων από τον αναμενόμενο στόχο.

✓ Ελάχιστος αριθμός πλειοδοτών

Καλό θα ήταν να τεθεί ένας ελάχιστον αριθμός πλειοδοτών, έτσι ώστε να αποφευχθούν περιπτώσεις μονοπωλίου. Στην περίπτωση που υπάρχει μόνο ένας πλειοδότης, τότε αυτός θα λάβει ολόκληρο το χρηματικό ποσό που απαιτείται για την εκτέλεση του έργου και σε υψηλότερη τιμή καθώς δε θα υπάρχει ανταγωνισμός με άλλες εταιρίες. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος στην Πορτογαλία έχει τεθεί σε ισχύ νομοθεσία που απαγορεύει σε έναν πλειοδότη να συμμετάσχει στον επόμενο γύρο πλειστηριασμών.^{xlix} Μια άλλη λύση θα ήταν, ίσως, να ακυρωνόταν η διαδικασία του πλειστηριασμού αν το ποσό του προϋπολογισμού ήταν υπερβολικά υψηλό. Η απόφαση αυτή θα μπορούσε να ληφθεί από την πλευρά της κυβέρνησης, όμως δεν μπορεί να εγγυηθεί η αντικειμενικότητά της και κατά πόσο δεν εξυπηρετούνται συμφέροντα πίσω από τη λήψη αποφάσεων τέτοιου είδους.

✓ Δημιουργία Δεσμευτικών Συμβολαίων

Κάθε επιτυχημένη πλειοδοσία θα πρέπει να ακολουθείται και από την σύναψη ενός μακροπρόθεσμου συμβολαίου (διάρκειας 10, 20, 25 ετών – ανάλογα με το είδος της τεχνολογίας που υπηρετείται). Η ύπαρξή τους θα κάνει ευκολότερη την συγκέντρωση του απαραίτητου χρηματικού ποσού και θα μπορέσει να εξασφαλίσει μικρότερες τιμές δημοπρασίας. Τα συμβόλαια θα πρέπει να διαφοροποιούνται ανάλογα με την τεχνολογία, έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις εκάστοτε λειτουργικές ανάγκες. Κατά αυτόν τον τρόπο, ο παραγωγός ένα σταθερό εισόδημα μακροχρόνια και θα μπορεί ο ίδιος να καταστρώσει ένα σχέδιο δράσης ανάλογα με τις ανάγκες της τεχνολογίας. Τα συμβόλαια θα πρέπει επίσης να συμπεριλαμβάνουν τα ελάχιστα και μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα παραγωγής ηλεκτρισμού, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία, απόδοση και ένταξη στο σύστημα.

✓ Πρόστιμα για τη μη τήρηση του συμβολαίου

Ο κυριότερος λόγος για τον οποίο αρχικά εγκαταλείφθηκε ο μηχανισμός των πλειστηριασμών ήταν ότι μετά το πέρας της διαδικασίας του πλειστηριασμού, πολλά έργα εγκαταλείπονταν, κυρίως λόγω κακού σχεδιασμού από πλευράς των πλειοδοτών. Το γεγονός αυτό ενισχυόταν από το γεγονός ότι δεν υπήρχε απολύτως καμία ποινή για την μη τήρηση των συμφωνηθέντων. Κατά αυτό τον τρόπο, θα μπορεί να διασφαλιστεί κατά κάποιον τρόπο η ολοκλήρωση της διαδικασίας.

Όμως υπάρχουν πολλοί που υποστηρίζουν ότι η διαδικασία των κυρώσεων δε θα προσφέρει τίποτα παραπάνω στο έργο, παρά μόνο αυξημένα κόστη, καθώς και πάλι δεν διασφαλίζεται η ολοκλήρωσή του. Επίσης μπορεί να μειωθεί ο αριθμός των συμμετεχόντων, ιδιαίτερα των μικρών επενδυτών, οι οποίοι δε θα μπορούσαν κατά πάσα πιθανότητα να ανταπεξέλθουν σε πιο υψηλά κόστη. Παρόλα αυτά, οι κίνδυνοι που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν από τους πλειοδότες, όπως για παράδειγμα οι καθυστερήσεις σε αδειοδοτήσεις, μπορούν να παραληφθούν από την διαδικασία των κυρώσεων. Η μεγαλύτερη πρόκληση από την πλευρά των ρυθμιστών αρχών είναι να συνταχθεί ένα σωστό πλαίσιο.

Μέχρι στιγμής δύο είναι οι κύριες μορφές κυρώσεων που έχουν τεθεί σε ισχύ και θα μπορούσαν να υιοθετηθούν: 1. Οι προοδευτικά αυξανόμενες κυρώσεις (οι οποίες μέχρι στιγμής έχουν υιοθετηθεί από τη Δανία) και 2. Οι εγγυητικές επιστολές

(ή ακόμα και ένας συνδυασμός και των δύο). Οι εγγυητικές επιστολές συνίστανται από την καταβολή ενός σημαντικού ποσού (τάξεως των εκ. €), το οποίο ένας υποψήφιος θα καταβάλει πριν την συμμετοχή του στο διαγωνισμό και το οποίο θα μπορεί να εξαργυρωθεί ανά πάσα στιγμή από την κυβερνητική πλευρά εάν υπάρχουν σημαντικές παρεκκλίσεις. Το ύψος του ποσού δε θα πρέπει να είναι χαμηλό, έτσι ώστε να μην υπάρχει ενδιαφέρον για τη διατήρησή του από την πλευρά του πλειοδότη, αλλά ούτε και υπερβολικά υψηλό, με αποτέλεσμα να αποθαρρύνεται η διαδικασία των πλειστηριασμών.

✓ Προθεσμίες για την ολοκλήρωση των έργων

Ένα παρόμοιο θέμα που πρέπει να διευθετηθεί, είναι το εάν θα πρέπει να μπαίνει χρονικό περιθώριο για την ολοκλήρωση του έργου από την στιγμή που η νικήτρια εταιρεία αναλαμβάνει την κατασκευή του. Ένα μικρό περιθώριο, θα αυξήσει το ρίσκο από την πλευρά των επενδυτών, ενώ αντίθετα, ένα μεγάλο χρονικό περιθώριο, θα μπορούσε να είναι υπερβολικό, καθώς οι τεχνολογικές εξελίξεις που διαρκώς λαμβάνουν χώρα, θα μπορούν να συντελέσουν εν τέλει σε χαμηλότερα κόστη από αυτά που υπολογίστηκαν αρχικά. Θα ήταν, λοιπόν, ίσως προτιμότερο να τεθούν ελαφρώς στενά χρονικά περιθώρια για την περαίωση του έργου έτσι ώστε να υπάρχουν πιο ρεαλιστικές προτάσεις κατά τη διαδικασία των δημοπρασιών.

Κεφάλαιο 5^ο: Σταθμισμένο Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας

Όπως έχουμε ήδη δει στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής, μια ανανεώσιμη επανάσταση βρίσκεται σε εξέλιξη. Η ταχεία ανάπτυξη των τεχνολογιών παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας και η αντίστοιχη ταχεία μείωση του κόστους τους έχουν βοηθήσει στην επικεντροποίηση του ενδιαφέροντος προς αυτές τις τεχνολογίες. Το καταναμημένο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας (LCOE) μειώνεται για την αιολική ενέργεια, την ηλιακή φωτοβολταϊκή και ορισμένες τεχνολογίες βιομάζας, ενώ η υδροηλεκτρική και η γεωθερμική ενέργεια που παράγεται σε καλές τοποθεσίες εξακολουθεί να είναι ο φθηνότερος τρόπος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι τεχνολογίες αυτές, εξαιρουμένης της υδροηλεκτρικής, κατά κανόνα έχουν αρκετά υψηλά ποσοστά απορρόφησης. Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά, για παράδειγμα, έχουν ποσοστά μεταξύ 18% και 22%.¹ Η ταχεία ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει οδηγήσει σε σημαντική μείωση του κόστους και βοηθά στην τροφοδότηση της επανάστασης των ανανεώσιμων πηγών.

Αυτό που είναι σαφές, ωστόσο, είναι ότι με τις τρέχουσες τιμές των ορυκτών καυσίμων και των συμβατικών τεχνολογιών αλλά και τις προβλεπόμενες αυξήσεις που αυτές θα έχουν, οι ανανεώσιμες τεχνολογίες μπορούν πλέον να θεωρηθούν μια σχετικά οικονομική λύση για την ηλεκτροδότηση τουλάχιστον κοντά στις τοποθεσίες που διαθέτουν καλούς πόρους ανανεώσιμης ενέργειας. Οι ΑΠΕ, συνεπώς, μπορούν να βοηθήσουν τις χώρες να επιτύχουν τους στόχους τους για ασφαλή, αξιόπιστη και οικονομικά προσιτή ενέργεια, να επεκτείνουν την πρόσβαση του καταναλωτή στην ηλεκτρική ενέργεια, να προωθήσουν την οικονομική ανάπτυξη και να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

5.1 Η έννοια του καταναμημένου κόστους ηλεκτρισμού (LCOE)

Οι επενδυτές από την πλευρά τους έχουν δουλέψει και έχουν μεθοδεύσει τρόπους για να εκτιμούν σωστά και να κατανοούν την τιμή των έργων τους και κατά αυτόν τρόπο μπορούν να προσεγγίσουν τα κέρδη που θα τους επιφέρουν οι επενδύσεις τους. Πλέον, με τις νέες αυτές μεθοδεύσεις, οι τιμές/κέρδη εκτιμώνται με βάση την παραγόμενη ενέργεια στο σημείο σύνδεσης με το δίκτυο (μετάβαση από την βάση περιεκτικότητας που μετριόταν πριν). Με άλλα λόγια, αντί πλέον να μετράμε σε κόστος ανά βατ (€/W), μετράμε σε κόστος ανά κιλοβατώρα ή ανά μεγαβατώρα (€/ kWh ή €/MWh). Το κόστος αυτό της παραγόμενης ενέργειας

συνήθως αντιπροσωπεύεται από ένα εκτιμώμενο «κατανεμημένο κόστος ηλεκτρισμού» (levelized cost of electricity – LCOE).

Η έννοια του LCOE στην πραγματικότητα δεν είναι τίποτα άλλο από ένα χρήσιμο εργαλείο για την σύγκριση των μονάδων κόστους των διάφορων τεχνολογιών κατά το σύνολο της διάρκειας ζωής τους. Ανταποκρίνεται στο κόστος με το οποίο θα έρθει αντιμέτωπος ένας επενδυτής υπό συνθήκες βεβαιότητας των κόστων παραγωγής και με σταθερότητα των τιμών ηλεκτρισμού. Με άλλα λόγια, ο δείκτης προεξόφλησης που χρησιμοποιείται στο μοντέλο ανταποκρίνεται σε κέρδη επί του κεφαλαίου που έχει διαθέσει ένας επενδυτής χωρίς να ληφθούν υπόψη το ρίσκο της αγοράς ή της τεχνολογίας. Δεδομένου όμως ότι οι κίνδυνοι της αγοράς και της τεχνολογίας υπάρχουν, ταυτοποιείται συχνά ένα χάσμα μεταξύ των τιμών που δίνει το μοντέλο του LCOE και του αληθινού οικονομικού κόστους ενός επενδυτή που δραστηριοποιείται στις πραγματικές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας. Για τον ίδιο λόγο, το μοντέλο του LCOE προσεγγίζει πιο πολύ τα πραγματικά κόστη της επένδυσης στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ρυθμιζόμενες αγορές μονοπώλια ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούν τις επιχορηγήσεις δανείων και ρυθμιζόμενες τιμές και όχι τα πραγματικά κόστη των επενδύσεων σε ανταγωνιστικές αγορές με μεταβλητές τιμές.

Παρά το παραπάνω μειονέκτημα, το LCOE παραμένει το πιο συνετό μέτρο υπολογισμού του κόστους παραγωγής και χρησιμοποιείται ευρέως για τη σύγκριση του κόστους των διαφόρων τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ο υπολογισμός του LCOE βασίζεται στην ισοδυναμία της παρούσας αξίας του αθροίσματος των προεξοφλημένων εσόδων και την παρούσα αξία του αθροίσματος των προεξοφλημένων κόστων. Το LCOE, στην πραγματικότητα, ισούται με την παρούσα αξία του αθροίσματος του προεξοφλημένου κόστους διαιρούμενου με τη συνολική παραγωγή προσαρμοσμένη στην οικονομική τρέχουσα αξία.

5.2 Ανάλυση των συνιστωσών του μοντέλου LCOE

Η ισότητα των πραγματικών τιμών και των τιμών του μοντέλου όπως αναφέραμε βασίζεται σε δύο βασικές υποθέσεις:

α) Το επιτόκιο “r” που χρησιμοποιείται για την προεξόφληση και του κόστους και των κερδών είναι σταθερό και δεν παρουσιάζει διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια ζωής του έργου.

β) Η τιμή του ηλεκτρισμού είναι σταθερή και δεν αλλάζει κατά τη διάρκεια ζωής του έργου. Όλη η παραγόμενη ενέργεια πωλείται κατευθείαν στην ίδια τιμή.

Στο γενικό μοντέλου του κατανεμημένου κόστους ηλεκτρισμού για τον υπολογισμό του τελικού κόστους πρέπει να συνυπολογίσουμε τα κόστη επένδυσης, λειτουργίας και διαχείρισης καθώς και τα κόστη καυσίμων. Στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όμως, καθώς είναι η φύση της πρώτης ύλης για την παραγωγή ενέργειας, τα κόστη καυσίμων είναι μηδενικά, οπότε δεν θα τα λάβουμε καθόλου υπόψη μας καθόλη τη συνέχεια της διπλωματικής.

Στη συνέχεια, παραθέτουμε την βασική εξίσωση που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του κατανεμημένου κόστους ηλεκτρισμού:

$$LCOE = \frac{\text{Levelized Investment } \left(\frac{\text{€}}{y}\right) + \text{Levelized O\&M costs } \left(\frac{\text{€}}{y}\right)}{\text{Annualised Energy Production } \left(\frac{MWh}{y}\right)} \quad (1)$$

Κάθε μία από αυτές τις τρεις συνιστώσες εξαρτάται με τη σειρά της από διαφορετικούς παράγοντες, ενώ τα κατανεμημένα κόστη λειτουργίας και διατήρησης συνήθως αποτελούν κάποιο σταθερό ποσοστό της επένδυσης.

Για να μπορέσουμε να μετατρέψουμε το κόστος του κεφαλαίου σε ένα κατανεμημένο κόστος επενδύσεων θα χρησιμοποιήσουμε την παρακάτω εξίσωση:

Levelized Investment

$$= \text{Capital Cost } \left(\frac{\text{€}}{MW}\right) * \text{Capacity}(MW) * \text{Capital Recovery Factor}$$

Η πρώτη συνιστώσα της κατανεμημένης επένδυσης είναι το κόστος του κεφαλαίου, δηλαδή το διαθέσιμο κεφάλαιο προς επένδυση. Αναφέρεται σε συγκεκριμένα κόστη σε € ανά MWh εγκατεστημένης ισχύος. Το σύστημα που καθορίζει τα κόστη κεφαλαίου πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα επιμέρους κόστη της προς μελέτης τεχνολογίας από την παραγωγή μέχρι και τη διασύνδεση με το δίκτυο ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε δικτύου. Παραδείγματος χάρη, όταν

αναφερόμαστε στην αιολική ενέργεια θα πρέπει να ληφθούν το κόστος της τουρμπίνας (ρότορας, λεπίδες), το κόστος εγκατάστασης, διασύνδεσης στον υποσταθμό, κλπ.. Σε αυτά το κόστη δεν συμπεριλαμβάνουμε τη φορολογία και τα κόστη χρηματοδοτήσεως.^{li}

Η δεύτερη συνιστώσα είναι ο συντελεστής ανάκτησης κεφαλαίου (Capital Recovery Factor – CRF), ο οποίος κατανέμει το αρχικό κεφάλαιο σε ισόποσες ετήσιες δόσεις με βάση το επιτόκιο προεξόφλησης και τη διάρκεια ζωής του έργου. Οι παράγοντες αυτοί διαφέρουν ανάλογα με το μέγεθος του έργου και την υπό εξέταση τεχνολογία, όπως θα δούμε και στη συνέχεια. Ο τύπος υπολογισμού του συντελεστή ανάκτησης κεφαλαίου είναι ο εξής:

$$CRF = \frac{d}{1 - (1 + d)^{-N}},$$

όπου d: discount rate – επιτόκιο προεξόφλησης, N: lifetime – χρόνος ζωής του έργου.

Τα κόστη συντήρησης αποτελούνται από τα σταθερά και από τα μεταβλητά κόστη, καθώς από τα κόστη εξισορρόπησης. Η εισαγωγή της τελευταίας παραμέτρου μέχρι πρόσφατα ήταν αμφιλεγόμενη. Πιο συγκεκριμένα, τα σταθερά και μεταβλητά έξοδα ανάγονταν σε έξοδα για προληπτική ή διορθωτική συντήρηση, για την καταγραφή της τρέχουσας κατάστασης λειτουργίας και για οποιαδήποτε αλλαγή στον εξοπλισμό είναι αναγκαία μέσα στην ήδη υπολογισμένη διάρκεια ζωής του έργου. Από την άλλη, με τον όρο κόστη εξισορρόπησης αναφερόμαστε στη διαφορά κόστους που προκύπτει μεταξύ της προβλεπόμενης και της πραγματικής τιμής του ηλεκτρισμού. Η πραγματική τελική τιμή του ηλεκτρισμού αναφέρεται στο διαχειριστή του συστήματος, ο οποίος πρέπει με τη σειρά τους να εξισορροπήσει τυχόν ανισορροπίες στις μονάδες παραγωγής εξαιτίας των μη ακριβών προβλέψεων. Όλη αυτή η διαδικασία έχει κάποιο κόστος το οποίο και πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό του μοντέλου. Τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης πρέπει να αναφέρουμε σε αυτό το σημείο αποτελούν συνήθως ένα μικρό ποσοστό του κόστους επένδυσης, το οποίο κυμαίνεται στην τάξη του 1,5 μέχρι και 5 τοις εκατό (%).

5.3 Υπολογισμός του LCOE για χώρες της ΕΕ

Καθώς η τιμή των ταριφών στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης διαμορφώνεται κατά κύριο λόγο με βάση τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας από τον υπολογισμό του μοντέλου LCOE είναι αναγκαίο να έχουμε μια εικόνα των τιμών που προκύπτουν από την εφαρμογή του μοντέλου. Με βάση τα όσα έχουμε ήδη αναλύσει από πάνω, θα χρησιμοποιήσουμε το απλοποιημένο μοντέλο για τον υπολογισμό της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται μέσω της αιολικής ενέργειας (παράκτιας και υπεράκτιας) και της ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας.

Αρχικά, ξεκινάμε από τον τύπο που δίνεται από την εξίσωση (1). Στο πρώτο μέρος του κλάσματος έχουμε το κατανεμημένο κόστος επένδυσης (κεφαλαίου) προς την ετήσια παραγωγή ενέργειας. Γνωρίζουμε ότι η χωρητικότητα προς την ετήσια παραγωγή ενέργειας σχετίζονται μεταξύ τους από τη σχέση:

$$\frac{P}{E} = \frac{1}{8760 * Capacity Factor} \quad (2)$$

όπου ο συντελεστής χωρητικότητας αποτελεί το ετήσιο μέσο ποσοστό της ενέργειας ως προς την παραγόμενη χωρητικότητα.^{lii} Καθώς οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτουν από την εφαρμογή του μοντέλου θέλουμε να προκύπτουν σε €/MWh, πρέπει ο συντελεστής χωρητικότητας πρέπει να πολλαπλασιαστεί επί παράγοντα έτσι ώστε από ετήσια βάση (που βρίσκεται αρχικά) να μετατρέπεται σε ωριαία βάση που είναι και η ζητούμενη. Έτσι λοιπόν, έχουμε :

$$24 \frac{hr}{day} * 365 \frac{days}{year} = 8760 \frac{hr}{year}$$

Έτσι λοιπόν το πρώτο μέρος του ζητούμενου αθροίσματος βρίσκεται μέσω του προσδιορισμού των εξής παραμέτρων:

- Συντελεστή Χωρητικότητας (CF)
- Κόστος κεφαλαίου προς επένδυση (C)
- Συντελεστή Ανάκτησης Κεφαλαίου (CRF)

Στη συνέχεια, το δεύτερο μέρος της εξίσωσης ορίζεται ως το σύνολο του κόστους λειτουργίας και διατήρησης, το οποίο είναι ποσοστό επί της χωρητικότητας

του εργοστασίου, προς την ετήσια παραγόμενη ενέργεια. Οπότε, μπορούμε και σε αυτή την περίπτωση να αναγάγουμε τον τύπο συναρτήσει του συντελεστή χωρητικότητας για κάθε χώρα, ο οποίος είναι πιο εύκολο να βρεθεί από ότι οι τιμές της χωρητικότητας προς την παραγόμενη ενέργεια μέσω της εκάστοτε τεχνολογίας.

Συνοψίζοντας λοιπόν τα παραπάνω, θα τα αναγάγουμε σε μια συγκεντρωτική σχέση με βάση την οποία θα προκύψει η προβλεπόμενη τελική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας ανά εφαρμοζόμενη τεχνολογία. Ο τελικός τύπος έχει ως εξής:

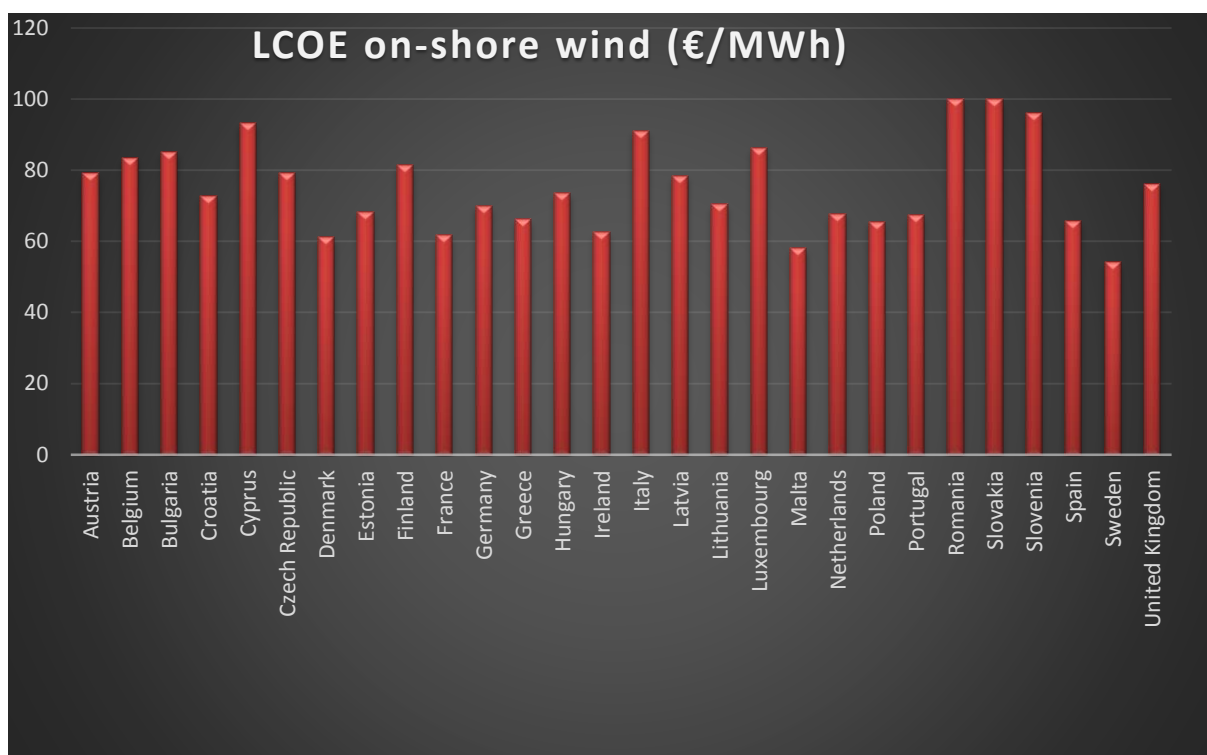
$$LCOE = \frac{L.I + Annualised\ O\&M}{E} = \frac{C * P * CRF + (O\&M) * P}{E} \leftrightarrow$$

$LCOE = \frac{C * CRF}{8760 * CF} + \frac{O\&M}{8760 * CF}$

Στο τελικό στάδιο υπολογισμού του μοντέλου μένει να ορίσουμε τις τιμές κάθε παραμέτρου ανά τεχνολογία.

5.3.1 Παράκτια Αιολική Ενέργεια (onshore wind)

Για την παράκτια αιολική ενέργεια έχουμε θεωρήσει ότι η μέση διάρκεια ζωής ενός έργου είναι 20 χρόνια, ενώ ο συντελεστής προεξόφλησης έχει τεθεί ίσος με 8,3%. Η τελική τιμή του παράγοντα CRF διαμορφώνεται ίση 0.1041 (καθαρός αριθμός) κατά προσέγγιση. Η εφαρμογή του μοντέλου σε αυτή τη περίπτωση έγινε για όλες τις χώρες της Ευρώπης των 28. Με βάση τα αποτελέσματα που βλέπουμε έχουμε ότι η κατανομημένη τιμή της ηλεκτρικής ενέργεια για την παράκτια αιολική ενέργεια κυμαίνεται στις τιμές που προκύπτουν στο παρακάτω γράφημα.

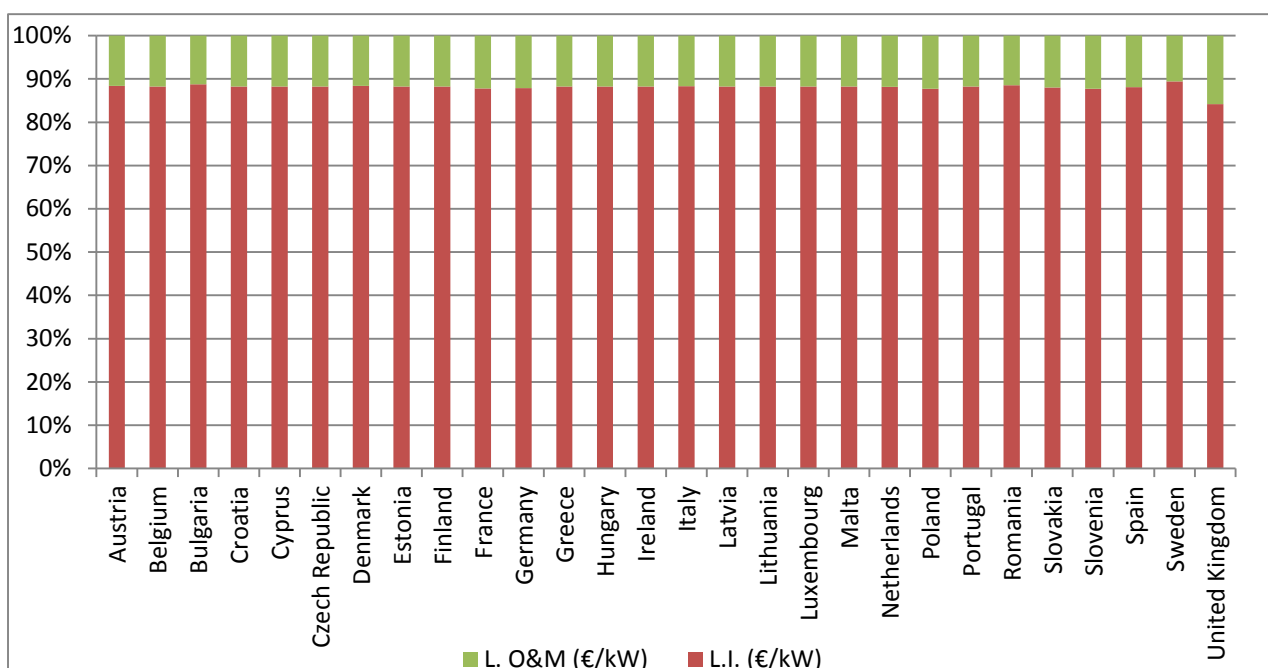


Γράφημα 1 - LCOE για την παράκτια αιολική ενέργεια

EU Countries	Onshore				Πίνακας 1 - LCOE για την παράχθια αιολική ενέργεια		
	CRF (N=20)	Capacity Factor	Capital Costs (med)	Med. Lev. Inv. (€/MW)	Fixed O&M (med)	Med. Lev O&M (€/MW)	Levelized Cost of Electricity
Austria	0.104	0.24	1313.5	69.85	18	9.19	79.04
Belgium	0.104	0.21	1295	73.65	18	9.83	83.48
Bulgaria	0.104	0.20	1278	75.33	16.86	9.54	84.87
Croatia	0.104	0.24	1295	64.22	18	8.572	72.79
Cyprus	0.104	0.19	1295	82.17	18	10.97	93.14
CzechRepublic	0.104	0.22	1295	69.92	18	9.33	79.25
Denmark	0.104	0.25	1155.5	54.15	15.74	7.08	61.23
Estonia	0.104	0.26	1295	60.19	18	8.03	68.22
Finland	0.104	0.21	1295	71.92	18	9.60	81.52
France	0.104	0.24	1092.5	54.17	15.74	7.50	61.67
Germany	0.104	0.20	1044.5	61.49	15	8.48	69.97
Greece	0.104	0.26	1295	58.32	18	7.78	66.11
Hungary	0.104	0.24	1295	64.88	18	8.66	73.54
Ireland	0.104	0.28	1295	55.09	18	7.35	62.44
Italy	0.104	0.17	1133.5	80.38	15.56	10.59	90.97
Latvia	0.104	0.22	1295	69.13	18	9.23	78.36
Lithuania	0.104	0.25	1295	62.01	18	8.28	70.29
Luxembourg	0.104	0.20	1295	76.14	18	10.16	86.30
Malta	0.104	0.30	1295	51.12	18	6.82	57.94
Netherlands	0.104	0.22	1130	59.76	15.74	7.99	67.75
Poland	0.104	0.25	1203.5	57.40	17.57	8.05	65.45
Portugal	0.104	0.26	1295	59.32	18	7.92	67.24
Romania	0.104	0.17	1281.5	88.59	17.22	11.43	100.03
Slovakia	0.104	0.17	1295	87.95	18	11.95	99.90
Slovenia	0.104	0.18	1295	84.25	18	11.74	95.99
Spain	0.104	0.23	1118.5	57.80	15.74	7.81	65.61
Sweden	0.104	0.30	1222.5	48.33	15	5.70	54.04
UK	0.104	0.27	1089.5	64.06	21.3	12.03	76.08

Βλέπουμε πραγματικά ότι η προβλεπόμενη τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας διαμορφώνεται κυρίως από το κόστος επένδυσης, ενώ το κόστος λειτουργίας και συντήρησης αποτελεί ένα πολύ μικρό ποσοστό του πρώτου. Καθώς λοιπόν, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν απαιτούν την χρήση καυσίμων για την παραγωγή τους και τα κόστη συντήρησης είναι πολύ χαμηλά καταλαβαίνουμε γιατί είναι αρκετά ελκυστική η στροφή προς αυτές τις μορφές ενέργειας. Καθώς επίσης η πρόοδος της τεχνολογίας είναι ραγδαία, εάν η συντονισμένη προσπάθεια για ένταξη στην αγορά στεφθεί με επιτυχία και οι τεχνολογίες φτάσουν σε ώριμο στάδιο, το κόστος επένδυσης με τη σειρά του θα μειωθεί σημαντικά και η επένδυση σε τέτοιου είδους τεχνολογίες θα είναι ακόμα πιο εύκολη.

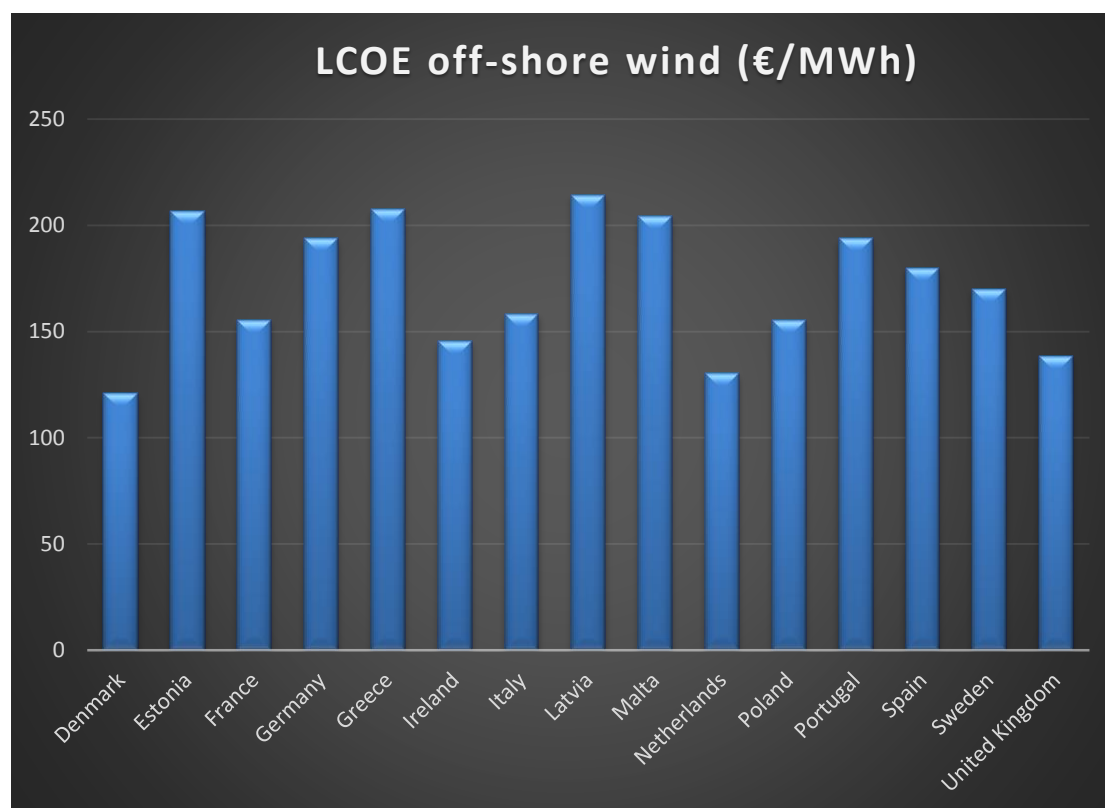
Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται η μεγάλη διαφορά στην αναλογία του κάθε γραφήματος για τη διαμόρφωση της τιμής που υπάρχει μεταξύ του κόστους επένδυσης και του κόστους συντήρησης και διαχείρισης.



5.3.2 Υπεράκτια Αιολική Ενέργεια (off-shore wind)

Για την υπεράκτια αιολική ενέργεια έχουμε θεωρήσει ότι η μέση διάρκεια ζωής ενός έργου είναι 25 χρόνια, ενώ ο συντελεστής προεξόφλησης έχει τεθεί ίσος με 8,3%. Η τελική τιμή του παράγοντα CRF σε αυτό το είδος της τεχνολογίας λοιπόν

διαμορφώνεται ίση 0.096 (καθαρός αριθμός) κατά προσέγγιση. Η εφαρμογή του μοντέλου σε αυτή τη περίπτωση έγινε για κάποιες ευρωπαϊκές χώρες και όχι και για τις 28, καθώς δεν έχουν δώσει έμφαση σε όλες στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας σε απομακρυσμένες από την ακτή περιοχές. Με βάση τα αποτελέσματα του παρακάτω γραφήματος βλέπουμε πως διαμορφώνεται η κατανεμημένη τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας για την υπεράκτια αιολική.



Γράφημα 3 - LCOE για την απομακρυσμένη αιολική ενέργεια (€/MWh)

Όπως βλέπουμε, η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας διαμορφώνεται σε υψηλότερα επίπεδα από ότι η τιμή της επίγειας ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό είναι αναμενόμενο αν σκεφτούμε ότι οι εγκαταστάσεις σε αυτές τις περιπτώσεις είναι απομακρυσμένες και η διασύνδεση στον επίγειο υποσταθμό και στο δίκτυο μεταφοράς είναι πιο δύσκολη.

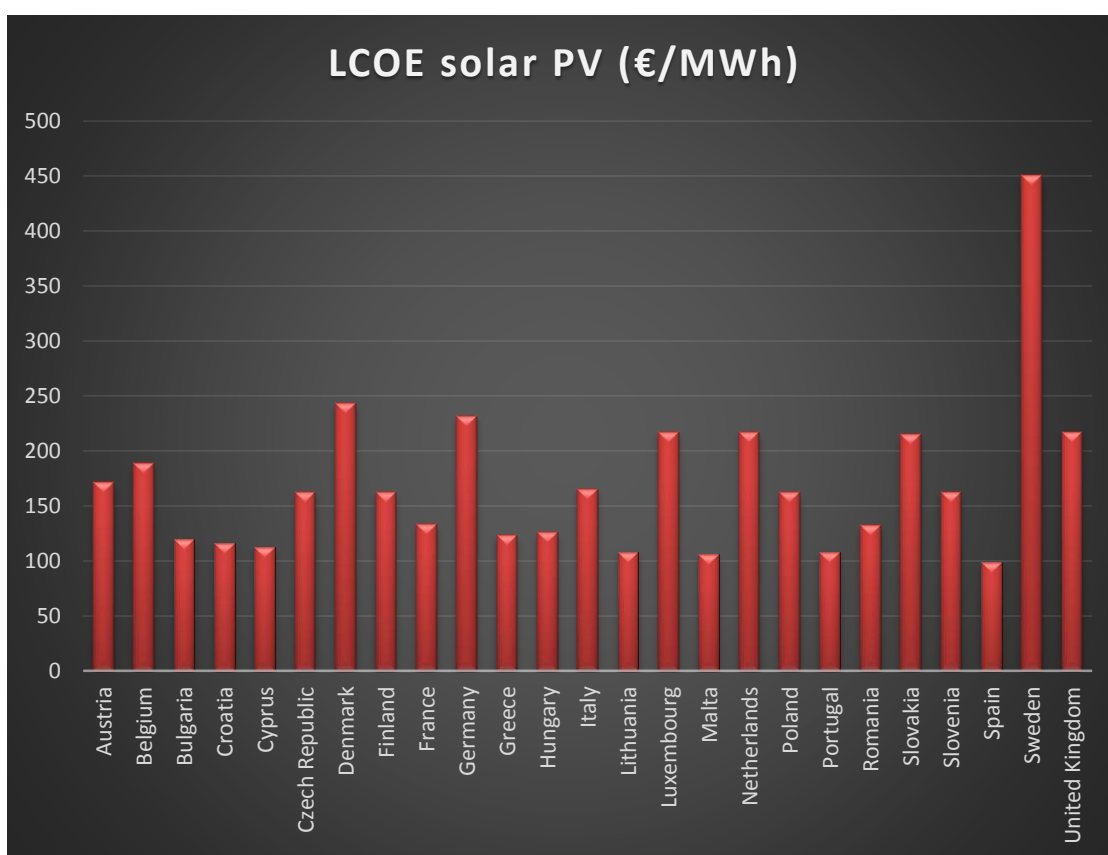
Στη συνέχεια, ακολουθεί αναλυτικά ο πίνακας υπολογισμού της απομακρυσμένης αιολικής ενέργειας.

EU Countries	Off-shore							
	CRF (N=25)	Capacity Factor	P/E	Capital Costs	Med. Level. Invest. (€/MWh)	Fixed O&M	Med. Lev. O&M (€/MWh)	L C O E
Denmark	0.096	0.44	0.00026	3841	95.88	96.295	25.01	120.89
Estonia	0.096	0.26	0.00044	3841	163.89	96.295	42.76	206.65
France	0.096	0.34	0.00033	3841	123.03	96.295	32.10	155.17
Germany	0.096	0.27	0.00042	3841	153.71	96.295	40.10	193.81
Greece	0.096	0.26	0.00045	3841	164.77	96.295	42.99	207.76
Ireland	0.096	0.36	0.00031	3841	115.54	96.295	30.15	145.69
	0.096	0.34	0.00034	3841	125.49	96.295	32.74	158.23
Latvia	0.096	0.25	0.00046	3841	169.91	96.295	44.33	214.24
Malta	0.096	0.26	0.00044	3841	162.05	96.295	42.28	204.33
Netherlands	0.096	0.41	0.00028	3841	103.29	96.295	26.95	130.24
Poland	0.096	0.34	0.00033	3841	123.03	96.295	32.10	155.13
Portugal	0.096	0.27	0.00042	3841	153.79	96.295	40.13	193.91
Spain	0.096	0.30	0.00039	3841	142.82	96.295	37.26	180.08
Sweden	0.096	0.31	0.00037	3841	134.90	96.295	35.19	170.09
United Kingdom	0.096	0.38	0.00030	3841	109.78	96.295	28.64	138.43

Πίνακας 2 - LCOE για την υπεράχθια αιολική ενέργεια

5.3.3 Ηλιακή Φωτοβολταϊκή Ενέργεια (Solar PV)

Για την ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια έχουμε θεωρήσει ότι η μέση διάρκεια ζωής ενός έργου είναι 20 χρόνια, ενώ ο συντελεστής προεξόφλησης έχει τεθεί ίσος με 5%. Η τελική τιμή του παράγοντα CRF σε αυτό το είδος της τεχνολογίας λοιπόν διαμορφώνεται ίση 0.08 (καθαρός αριθμός) κατά προσέγγιση.^{liii} Η εφαρμογή του μοντέλου σε αυτή τη περίπτωση έγινε για 25 ευρωπαϊκές χώρες. Με βάση τα αποτελέσματα του παρακάτω γραφήματος βλέπουμε πως διαμορφώνεται η κατανομημένη τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας για την ηλιακή φωτοβολταϊκή.



Γράφημα 4 - LCOE για τη φωτοβολταϊκή ηλιακή ενέργεια (€/MWh)

Από ότι βλέπουμε από την ανάλυση LCOE, η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται μέσω των φωτοβολταϊκών είναι υψηλότερη από την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται μέσω της επίγειας αιολικής ενέργειας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού έργου είναι γενικά πιο ακριβή από την αιολική και απαιτεί μεγαλύτερα έξοδα επένδυσης. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε επίσης ότι το κόστος διατήρησης και διαχείρισης έχει υπολογιστεί ως 1.5% του κόστους επένδυσης.^{liv} Αξιοσημείωτη είναι από το γράφημα και η περίπτωση της Σουηδίας για την οποία βλέπουμε ότι το προβλεπόμενο κόστος της

ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών είναι σχεδόν το διπλάσιο από αυτό των υπόλοιπων χωρών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στη Σουηδία ο συντελεστής χωρητικότητας έχει ιδιαίτερα χαμηλή τιμή σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες όσων αφορά την ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια, προφανώς λόγω των χαμηλών ποσοστών ηλιοφάνειας που καταγράφονται στη χώρα.

Ακολουθεί στην επόμενη σελίδα ο συγκεντρωτικός πίνακας υπολογισμού του μοντέλου για την φωτοβολταϊκή ενέργεια σε €/MWh.

5.4 Συμπεράσματα για το μοντέλο LCOE

Η προσέγγιση υπολογισμού μιας προβλεπόμενης τιμής για το ηλεκτρικό ρεύμα που δίνεται από το μοντέλο LCOE, έτσι να μπορέσει να διαμορφωθεί η τιμή για τις ταρίφες είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη μέθοδος στην Ευρώπη. Όμως, η διαδικασία με την οποία θέτονται οι ταρίφες διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την χώρα-μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Οι δύο κύριες προκλήσεις που εγείρονται είναι οι εξής^{lv}:

- A) Η γνώση των πραγματικών τιμών του κόστους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας.
- B) Η πιθανότητα να επέμβουν και άλλοι εξωγενείς παράγοντες στην ενδιάμεση διαδικασία διαμόρφωσης τιμής (από την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι την διαμόρφωση της τελικής τιμής της ταρίφας).

Ο πρώτος παράγοντας που αναφέρθηκε ανωτέρω είναι σημαντικός, καθώς η τιμή του κόστους παραγωγής δεν είναι σταθερή, αλλά παρουσιάζει διακυμάνσεις, οι οποίες οφείλονται με τη σειρά τους στα κόστη που τη διαμορφώνουν. Παραδείγματος χάρη, σημαντικές αλλαγές στο κόστος συναλλαγής μπορούν να συμβούν κατά τη διεξαγωγή μελετών της αγοράς. Στη δεύτερη περίπτωση, η τιμή της ταρίφας μπορεί να υποστεί στρεβλώσεις από την αρχικά υπολογισθείσα τιμή μέσω του μοντέλου LCOE, από την επέμβαση άλλων παραγόντων (lobbies) και τελικά να διαμορφωθεί σε αρκετά υψηλότερα ή αρκετά χαμηλότερα επίπεδα από ότι θα έπρεπε, ανάλογα με το μέγεθος επιρροής που θα ασκηθεί από τον εξωγενή παράγοντα.

Πίνακας 1 - LCOE για την ηλιακή PV

EU Countries	Solar							
	CRF (N=20)	Capacity	P/E	Capital Costs	Med. Level. Invest.	Fixed O&M	Med. Lev.	LCOE
Austria	0.08	0.11	0.0011	1700	144.19	25.5	26.95	171.14
Belgium	0.08	0.10	0.0012	1700	158.90	25.5	29.70	188.60
Bulgaria	0.08	0.16	0.0007	1700	100.47	25.5	18.78	119.25
Croatia	0.08	0.16	0.0007	1700	97.94	25.5	18.31	116.25
Cyprus	0.08	0.16	0.0007	1700	94.95	25.5	17.75	112.70
CzechRepublic	0.08	0.11	0.0010	1700	136.59	25.5	25.53	162.14
Denmark	0.08	0.08	0.0015	1700	204.90	25.5	38.30	243.20
Finland	0.08	0.11	0.0010	1700	136.60	25.5	25.53	162.12
France	0.08	0.14	0.0008	1700	112.03	25.5	20.94	132.97
Germany	0.08	0.08	0.0014	1700	194.65	25.5	36.39	231.04
Greece	0.08	0.15	0.0008	1700	103.81	25.5	19.41	123.22
Hungary	0.08	0.15	0.0008	1700	105.93	25.5	19.80	125.74
Italy	0.08	0.11	0.0010	1700	139.04	25.5	25.99	165.03
Lithuania	0.08	0.17	0.0007	1700	91.07	25.5	17.02	108.09
Luxembourg	0.08	0.09	0.0013	1700	183.20	25.5	34.25	217.45
Malta	0.08	0.18	0.0007	1700	88.98	25.5	16.63	105.62
Netherlands	0.08	0.09	0.0013	1700	183.20	25.5	34.25	217.45
Poland	0.08	0.11	0.0010	1700	136.59	25.5	25.53	162.13
Portugal	0.08	0.17	0.0007	1700	91.07	25.5	17.02	108.09
Romania	0.08	0.14	0.0008	1700	111.23	25.5	20.79	132.02
Slovakia	0.08	0.09	0.0013	1700	181.07	25.5	33.85	214.92
Slovenia	0.08	0.11	0.0010	1700	136.60	25.5	25.53	162.13
Spain	0.08	0.19	0.0006	1700	82.83	25.5	15.48	98.31
Sweden	0.08	0.04	0.0028	1700	379.81	25.5	71.00	450.81
UK	0.08	0.0950	0.001343	1700	183.2022539	25.5	34.24657534	217.45

Συμπερασματικά, μπορούμε να καταλήξουμε ότι ανάλογα με το πώς θα διαμορφωθούν τα κόστη επένδυσης και διαχείρισης και συντήρησης θα επηρεαστεί άμεσα και το αποτέλεσμα του υπολογισμού του LCOE. Στη συνέχεια, θα πρέπει να υπολογιστούν τα έσοδα έτσι ώστε να καθοριστεί το επίπεδο στήριξης μέσω των αντίστοιχων μηχανισμών. Καθώς η πλειοψηφία των χωρών στην Ευρωπαϊκή Ένωση χρησιμοποιεί μηχανισμούς υποστήριξης που διαμορφώνονται με βάση το κόστος της παραγόμενης ενέργειας, ο καθορισμός της τιμής με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης LCOE είναι ο πλέον κατάλληλος καθώς μας επιτρέπει να συγκρίνουμε το κόστος της κάθε τεχνολογίας ξεχωριστά.

Κεφάλαιο 6^ο: Συμπεράσματα – Προοπτικές

6.1 Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εξής διπλωματική εργασία είναι τα εξής:

➤ Προηγούμενες Ιστορικές Μεταβάσεις:

Μια πολύ γρήγορη, πολύ μεγάλη και πολύ πρόωρη μετάβαση μπορεί να αποβεί μοιραία, φέροντας τα άκρως αντίθετα αποτελέσματα για τις υπηρεσίες της νέας μορφής ενέργειας. Η συνέπεια, η σταθερότητα και η συνάφεια των ρυθμιστικών αρχών είναι κλειδί για την ενεργειακή μετάβαση. Οι τεχνολογικές εξελίξεις και η καινοτομία θα πρέπει να υποστηρίζονται συνεχώς από τις πολιτικές που ακολουθούνται από κάθε χώρα.

Από τις ιστορικές μελέτες των ενεργειακών μεταβάσεων μπορούμε, επίσης, να συμπεράνουμε ότι οι άνθρωποι ανταποκρίνονται στα κίνητρα τιμών και αυτά είναι που θα παίξουν σημαντικό ρόλο στη πορεία. Σημαντικό θα είναι οι επιβαρύνσεις που θα δεχτούν οι νέοι καταναλωτές να μην είναι απαγορευτικές και να μην τους αποθαρρύνουν στο να επενδύσουν στη νέα τεχνολογία. Χρέος των ρυθμιστικών αρχών και της εκάστοτε κυβέρνησης είναι εκτός των άλλων και η διαφύλαξη των αγορών «επώασης» των τεχνολογιών.

Τέλος, σε καμία περίπτωση δεν έχουμε ένα ιστορικό ανάλογο με τις προηγούμενες μεταβάσεις. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία ως προς την έννοια «τεχνολογίες χαμηλού άνθρακα». Οι προηγούμενες ενεργειακές μεταβάσεις χαρακτηρίστηκαν από βιομηχανικές επαναστάσεις με ιδιαίτερα υψηλές εκπομπές άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Είναι σημαντικό να αποκτήσουμε βαθύτερη γνώση και κατανόηση όλων των παραγόντων που επηρεάζουν την τρέχουσα ενεργειακή μετάβαση και των τρόπων με τους οποίους αυτή είναι δυνατόν να επιτευχθεί, παρά τις δυσκολίες που αντιμετωπίζονται αυτή τη στιγμή.

➤ Τρέχουσα Ενεργειακή Μετάβαση:

Για να γίνει αυτή η μετάβαση και να στεφθεί με επιτυχία είναι σημαντικό να λάβουν ενεργό δράση όλοι φορείς. Η ίδια η αγορά αλλά και το ευρύ κοινό ως τελικοί καταναλωτές πρέπει να είναι πρόθυμοι να υιοθετήσουν τις αλλαγές που θα

επιφέρουν οι νέες τεχνολογίες και να είναι να διατεθειμένοι να επενδύσουν σε αυτές. Κατά αυτόν τον τρόπο μεγάλο βάρος πέφτει στη μεριά της πολιτείας και των ρυθμιστικών αρχών, οι οποίες μέσω τροπολογιών και οικονομικών κινήτρων μπορούν να ασκήσουν επιρροή και να βοηθήσουν στην γρήγορη υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών. Οι κυβερνήσεις των χωρών πράγματι καταβάλουν προσπάθεια για την αύξηση των επενδύσεων μεγάλου, μεσαίου και μικρού κεφαλαίου.

➤ Η ένταξη των μηχανισμών της Ευρώπης

Οι μηχανισμοί στήριξης που εφαρμόζονται αυτοί τη στιγμή στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκή Ένωσης εμφανίζουν προβλήματα αστάθειας και καταλήγουν να επιβαρύνουν υπερβολικά τον τελικό καταναλωτή, ο οποίος με τη σειρά του δεν είναι διατεθειμένος ακόμα να διαθέσει αξιόλογα ποσά για την υιοθέτηση των ανανεώσιμων τεχνολογιών. Ιδιαίτερος με την κρίση του χρηματοπιστωτικού συστήματος, η ενεργειακή μετάβαση έχει μπει σε δεύτερη μοίρα. Τόσο οι ρυθμιστικοί αρχές και η πολιτεία, όσο και οι καταναλωτές δεν δίνουν έμφαση στην ένταξη των ανανεώσιμων τεχνολογιών στην αγορά. Αυτό θα μπορούσε να επιφέρει προβλήματα στη συνέχεια, καθώς οι στόχοι δεν θα είναι εύκολο να επιτευχθούν και η κλιματική αλλαγή θα συνεχίζει να γίνεται όλο και πιο έντονη.

Όσον αφορά τους μηχανισμούς στήριξης, αυτό καθ' εαυτό, παρατηρείται μια στροφή από τους μηχανισμούς που βασίζονται στον όγκο της παραγόμενης ενέργειας στους μηχανισμούς που διαμορφώνονται ανάλογα με την τιμή. Οι σταθερές ταρίφες μπορούν να θεωρηθούν επιτυχημένες, αλλά μόνο στην περίπτωση που η τεχνολογία βρίσκεται ακόμα στο στάδιο της «επώασης» και δεν έχει να ανταγωνιστεί τις υπόλοιπες, συμβατικές μορφές ενέργειας.

6.2 Προοπτικές

Οι περισσότερες χώρες της ΕΕ-28 απορρίπτουν σταδιακά τις ταρίφες και τις υποχρεώσεις ποσοστώςσεων και κινούνται προς την υιοθέτηση των premiums με ανώτερα και κατώτερα όρια, καθώς και την επανυιοθέτηση των δημοπρασιών, οι οποίες λόγω προηγούμενων προβλημάτων είχαν περάσει στο περιθώριο τα προηγούμενα χρόνια.

Μια καλή φόρμουλα την οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να προσδιορίσουμε την τελική τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι η LCOE. Συνυπολογίζοντας τα κόστη επένδυσης και λειτουργίας και συντήρησης, μπορούμε να κάνουμε μια εκτίμηση για την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας ανά τεχνολογία και κατά αυτό τον τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή στην οποία θα κυμανθούν οι μηχανισμοί στήριξης.

Εάν όμως δεν καρποφορήσουν και αυτές οι προσπάθειες που θα πρέπει να στραφούμε για να μπορέσουμε να επιτύχουν την ενεργειακή μετάβαση; Σε περίπτωση που οι αλλαγές στους μηχανισμούς στήριξης που λαμβάνουν χώρα το τρέχον χρονικό διάστημα αποδειχθούν ανεπαρκείς, αναγκαστικά θα πρέπει να προβούμε σε ολική αναδιάρθρωση του συστήματος στήριξης των ΑΠΕ. Ποια θα είναι όμως η νέας μορφή του συστήματος στήριξης και πως θα γίνει αυτή η μετάβαση ακόμα μας είναι πλήρως άγνωστο και αποτελεί αντικείμενο προς μελέτη. Εκτός από εκτεταμένες αλλαγές, που είναι απαραίτητο να γίνουν στο νομοθετικό και ρυθμιστικό πλαίσιο, εύλογο είναι να φροντίσουμε για την καλύτερη ενημέρωση της κοινωνίας, δηλαδή των τελικών καταναλωτών, για τις επιλογές που έχουν, καθώς και για το πόσο αναγκαία είναι η διευθέτηση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής πριν να είναι πια πολύ αργά.

Βιβλιογραφία

- ⁱ Khan, F. Alam, Q. Alam, (2013), The global climate change and its effect on power generation in Bangladesh, Energy Policy 61, 1460–1470.
- ⁱⁱ U.S. Department of Energy, July 2013, Energy Sector Vulnerabilities to Climate Change and Extreme Weather.
- ⁱⁱⁱ <http://www.epa.gov/climatechange/impacts-adaptation/energy.html>
- ^{iv} http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%8D%CE%BC%CE%B2%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CE%A0%CE%BB%CE%B1%CE%AF%CF%83%CE%B9%CE%BF_%CF%84%CF%89%CE%BD_%CE%97%CE%BD%CF%89%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CF%89%CE%BD_%CE%95%CE%B8%CE%BD%CF%8E%CE%BD_%CE%B3%CE%B9%CE%B1_%CF%84%CE%B9%CF%82_%CE%9A%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82_%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AD%CF%82
- ^v The British Industrial Revolution in Global Perspective, Robert C. Allen (2009)
- ^{vi} The iron industry energy transition, Nuno Luis Madureira (2012), Energy Policy, Issue 50 (24-34)
- ^{vii} Branching points for transition pathways: assessing responses of actors to challenges on pathways to a low carbon future, Timothy J. Foxon, Peter J.G. Pearson, Stathis Arapostathis, Anna Carlsson-Hyslop, Judith Thornton (2012), Energy Policy, Issue 52 (146-158)
- ^{viii} The role of policy in energy transitions: Lessons from the energy liberalisation era, Michael G. Pollitt
- ^{ix} A brief history and the possible future of urban energy systems, Paul Rutter, James Keirstead
- ^x A low carbon industrial revolution? Insights and challenges from past technological and economic transformations, Peter J.G. Pearson, Timothy J. Foxon, (2012), Energy Policy, Issue 50 (117-127)
- ^{xi} Developing transition pathways for a low carbon electricity system in the UK, Timothy J. Foxon, Geoffrey P. Hammond, Peter J.G. Pearson (2010), Technological Forecasting and Social Change, Issue 77 (1203-1213)

- ^{xii} Energy transitions research: Insights and cautionary tales, Arnulf Grubler (2012), Energy Policy, Issue 50 (8-16)
- ^{xiii} Governing the transition to low-carbon futures: A critical survey of energy scenarios for 2050, Patrik Soderholm, Roger Hildingsson, Bengt Johansson, Jamil Khan, Fredrik Wilhelmsson,(2011), Futures, Issue 43 (1105-1116)
- ^{xiv} http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.html
- ^{xv} Συνέδριο ΕΛΕΤΑΕΝ – Ημερίδα για τις ΑΠΕ, 9 Απριλίου 2014, Υπουργός Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματική Αλλαγής, Ιωάννης Μανιάτης.
- ^{xvi} <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0169:FIN:EL:PDF>
- ^{xvii} The production of scientific knowledge on renewable energies: Worldwide trends, dynamics and challenges and implications for management, Francesco Rizzi, Nees Jan Van Eck, Marco Frey, (2014), Renewable Energy, Issue 62 (657-671)
- ^{xviii} Delivering a secure electricity supply on a low carbon pathway, Andy Boston, (2013), Energy Policy, Issue 52 (55-59)
- ^{xix} Electricity market models and RES integration: The Greek case, Christos K. Simoglou, Pantelis N. Biskas, Stylianos I. Vagropoulos, Anastasios G. Bakirtzis, (2014), Energy Policy, Issue 67 (531-542)
- ^{xx} Lobbying the ‘Energiewende’. Assessing the effectiveness of strategies to promote the renewable energy business in Germany, Kathrin Suhlsen, Matthijs Hisschemoller, (June 2014), Energy Policy, Issue 69 (316-325)
- ^{xxi} Assessment of public acceptance and willingness to pay for renewable energy sources in Crete, Nikolaos Zografakis, Elli Sifaki, Maria Pagalou, Georgia Nikitaki, Vasilios Psarakis, Konstantinos P. Tsagkarakis, (2010), Renewable and Sustainable Energy Reviews, Issue 14 (1088-1095)
- ^{xxii} Mobilizing citizens for a low and clean energy future Anne-Maree Dowd and Elizabeth Hobman, (2013), Current Opinion in Environmental Sustainability, Issue 5 (191-196)
- ^{xxiii} European energy policy — A review, M. Kanellakis, G. Martinopoulos, T. Zachariadis, (2013), Energy Policy, Issue 62 (1020-1030)

^{xxiv} Moving forward or slowing-down? Exploring what impedes the Hellenic energy transition to a sustainable future, Evanthie Michalena, Niki Frantzeskaki, (2013), Technological Forecasting & Social Change, Issue 80 (977-991)

^{xxv} Why should support schemes for renewable electricity complement the EU emissions trading scheme?, Paul Lehmann, Eric Gawel (2013), Energy Policy, Issue 52, (597-607)

^{xxvi} Rebound Effect: how to worry?, Debalina Chakravarty, Shyamasree Dasgupta, Joyashree Roy, Current Option in Environmental Sustainability, available online at www.sciencedirect.com

^{xxvii} The structure of uncertainty in future low carbon pathways, Nick Hughes, Neil Strachan, Robert Gross, (2013), Energy Policy, Issue 52 (45-54)

^{xxviii} The impact of the financial–economic crisis on sustainability transitions: Financial investment, governance and public discourse, Frank W. Geels, (2013), Environmental Innovation and Societal Transitions, Issue 6 (67-95)

^{xxix} Are modern economies following a sustainable energy consumption path? Marina Yesica Recalde, Carina Guzowski, Mariana Ines Zilio, (2014), Energy for Sustainable Development, Issue 19 (151-161)

^{xxx}

[http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/Decoupling Factsheet English.pdf](http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/Decoupling_Factsheet_English.pdf)

^{xxxi} The market value of variable renewables: The effect of solar wind power variability on their relative price, Lion Hirth, (2013), Energy Economics, Issue 38 (218-236)

^{xxxii} The market value of variable renewables: The effect of solar wind power variability on their relative price, Lion Hirth, (2013), Energy Economics, Issue 38

^{xxxiii} Renewable energy policies in Europe: Converging or diverging? (Viewpoint), Lena Kitzing, Catherine Mitchell, Poul Erik Morthorst, (2012), Energy Policy, Issue 51 (192-201)

^{xxxiv} <http://www.energysavingtrust.org.uk/Generating-energy/Getting-money-back/Feed-In-Tariffs-scheme-FITs>

^{xxxv} Feed-in-Tariffs vs Feed-in-Premium Policies, Excerpt from NREL Technical Report “A Policymaker’s Guide to Feed-in Tariff Policy Design”, July 2010, <http://www.nrel.gov/docs/fy10osti/44849.pdf>

^{xxxvi} Design features of support schemes for renewable electricity, Anne Held & Mario Ragwitz (Fraunhofer ISI), Malte Gephart, Erika de Visser & Corinna Klessmann (Ecofys), January 27th, 2014, Ecofys Publications by order of European Commission

^{xxxvii} <https://www.cesifo-group.de/portal/pls/portal/docs/1/1193138.PDF>

^{xxxviii} Renewable electricity with green certificates, Sweedish Ministry of Sustainable Development, May 2006, Government Bill 154, Available at: <http://www.government.se/content/1/c6/06/47/22/2c000830.pdf>

^{xxxix} A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries, Reinhard Haas, Christian Panzer, Gustav Resch, Mario Ragwitz, Gemma Reece, Anne Held, (2011) Renewable and Sustainable Energy Reviews, Issue 19 (1003-1034)

^{xl} Συνέδριο ΕΛΕΤΑΕΝ – Ημερίδα για τις ΑΠΕ, 9 Απριλίου 2014, Κάπρος Παντελής, Καθηγητής Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ), Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος

^{xli} A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries, Reinhard Haas, Christian Panzer, Gustav Resch, Mario Ragwitz, Gemma Reece, Anne Held, (2011) Renewable and Sustainable Energy Reviews, Issue 19 (1003-1034)

^{xlii} Experience with renewable electricity (RES-E) support schemes in Europe - Current status and recent trends, ECOFYS, Conference: Support Policies 2014, Dr, Corina Klessmann, 08/04/2014

^{xliii} http://ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/renewables/2011_financing_renewable.pdf

^{xliiv} Large-scale wind power in European electricity markets : time for revisiting support schemes and market designs?, Céline Hiroux, Marcelo Saguan, Laboratoire d’Analyse économique des Réseaux et des Systèmes Energetiques, Working Paper No 23, June 2009

^{xlv} Financing Renewable Energy in the European Energy Market, D. de Jager, C. Klessmann, E. Stricker, T. Winkel, E. de Visser, M. Koper, M. Ragwitz, A. Held, A. Gazzo, T. Roulleau, P. Gousseland, M. Henriët, A. Bouille, (2011), Ecofys, Fraunhofer ISI, TU Vienna EEG, Ernst & Young. By order of the European Commission, January 2011. Available at:

http://ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/renewables/2011_financing_renewable.pdf

^{xlvi} Back to the future? Rethinking auctions for renewable electricity support, Pablo del Río, Pedro Linares, (2014), Renewable and Sustainable Energy Reviews, Issue 35 (42-56)

^{xlvii} A simple auction mechanism for the optimal allocation of the commons, Montero Juan-Pablo, (2008), American Economic Review, Issue 98 (496-518)

^{xlviii} Policy analysis of authorisation procedures for wind energy deployment in Spain, Iglesias G, del Río P, Dopico J., (2010), Energy Policy, Issue 37 (4067-4076)

^{xlix} Promoting renewable energy sources in Portugal: possible implications for China, Heer K, Langniss O., (2007), Centre for solar energy and hydrogen research Baden-Württemberg, Stuttgart, (2007), Available at: http://www.resource-solutions.org/pub_pdfs/Heer.and.Lagniss.Portugal.Study.pdf

^l What is Levelised Cost of Energy?, Dyesol Ltd | www.dyesol.com, Information Article, December 2011, Available at: <http://www.dyesol.com/media/wysiwyg/Documents/dsc-resource-library/What is Levelised Cost of Energy - Dyesol.pdf>

^{li} Levelized Cost of Energy Calculation : Methodology and Sensitivity, Black & Veatch. Available at: http://csep.efchina.org/report/20112844913435.70772110666485.pdf/Levelized%20Cost%20of%20Energy%20Calculation_BV_EN.pdf

^{lii} http://en.openei.org/apps/TCDB/levelized_cost_calculations

^{liii} Technology Roadmap, Solar photovoltaic energy, International Energy Agency, available at: www.iea.org

^{liv} Photovoltaic Electricity Cost Maps, H. Ossenbrink, T. Huld, A. Jäger Waldau, N. Taylor, (2013), Report JRC 83366, Joint Research Center, European Commission

^{lv} Design features of support schemes for renewable electricity, Anne Held & Mario Ragwitz (Fraunhofer ISI), Malte Gephart, Erika de Visser & Corinna Klessmann (Ecofys), January 27th, 2014, Ecofys Publications by order of European Commission.

Βιβλιογραφία Εικόνων – Γραφημάτων

Εικόνα 1 - Branching points for transition pathways: assessing responses of actors to challenges on pathways to a low carbon future, Timothy J. Foxon, Peter J.G. Pearson,

Stathis Arapostathis, Anna Carlsson-Hyslop, Judith Thornton (2012), Energy Policy, Issue 52 (p. 149)

Εικόνα 2 - Developing transition pathways for a low carbon electricity system in the UK, Timothy J. Foxon, Geoffrey P. Hammond, Peter J.G. Pearson (2010), Technological Forecasting and Social Change, Issue 77 (1206)

Εικόνα 3 - http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.html

Εικόνες 4, 5, 7 - Delivering a secure electricity supply on a low carbon pathway, Andy Boston, (2013), Energy Policy, Issue 52 (55-59)

Εικόνα 6 – Προέκυψε με βάση δεδομένα από το paper: Delivering a secure electricity supply on a low carbon pathway, Andy Boston, (2013), Energy Policy, Issue 52 (55-59)

Εικόνα 8 - Lobbying the ‘Energiewende’. Assessing the effectiveness of strategies to promote the renewable energy business in Germany, Kathrin Suhlsen, Matthijs Hisschemoller, (June 2014), Energy Policy, Issue 69 (316-325)

Εικόνα 9 – Προέκυψε με βάση δεδομένα από το paper: Moving forward or slowing-down? Exploring what impedes the Hellenic energy transition to a sustainable future, Evanthie Michalena, Niki Frantzeskaki, (2013), Technological Forecasting & Social Change, Issue 80 (977-991)

Εικόνα 10 - The iron industry energy transition, Nuno Luis Madureira (2012), Energy Policy, Issue 50 (24-34)

Εικόνα 11 - The structure of uncertainty in future low carbon pathways, Nick Hughes, Neil Strachan, Robert Gross, (2013), Energy Policy, Issue 52 (45-54)

Εικόνα 12, 13 - The impact of the financial–economic crisis on sustainability transitions: Financial investment, governance and public discourse, Frank W. Geels, (2013), Environmental Innovation and Societal Transitions, Issue 6 (67-95)

Εικόνα 14 - <http://databank.worldbank.org/data/views/reports/chart.aspx#>

Εικόνα 16 - The market value of variable renewables: The effect of solar wind power variability on their relative price, Lion Hirth, (2013), Energy Economics, Issue 38 (218-236)

Εικόνα 18,19 - Design features of support schemes for renewable electricity, Anne Held & Mario Ragwitz (Fraunhofer ISI), Malte Gephart, Erika de Visser & Corinna Klessmann (Ecofys), January 27th, 2014, Ecofys Publications by order of European Commission.

Εικόνα 20,21, 23 - Experience with renewable electricity (RES-E) support schemes in Europe - Current status and recent trends, ECOFYS,Conference: Support Policies 2014, Dr, Corina Klessmann, 08/04/2014

Εικόνα 24 - A simple auction mechanism for the optimal allocation of the commons, Montero Juan-Pablo, (2008), American Economic Review, Issue 98 (496-518)

Γράφημα 1,2,3,4 – Αποτελέσματα υπολογισμού LCOE (προέκυψαν με βάση υπολογισμούς)

Πίνακας 1,2,3 - Αποτελέσματα υπολογισμού LCOE (προέκυψαν με βάση υπολογισμούς)