



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
«ΝΕΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»**

**Κοινωνικό- Τεχνική Μετάβαση στην Ενέργεια:
Μοντελοποίηση Μεταβολής Δομής του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας**
Κολώνη Ειρήνη-Αικατερίνη του Γεωργίου

Επιβλέπων: Γεώργιος Σταμπουλής, Επίκουρος Καθηγητής, ΠΘ

ΒΟΛΟΣ, 2018

Υπεύθυνη Δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στη διπλωματική εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες.

Βόλος 2018

Ευχαριστίες

Με την περάτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Γεώργιο Σταμπούλη, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την καθοδήγηση και την άμεση και ουσιαστική βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της παρούσας εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης, τους υποψήφιους Διδάκτορες Γεωργατζή Βασιλική και Βέτσικα Αποστόλη, για την βοήθεια τους και τον χρόνο που αφιέρωσαν για την διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και στους στενούς μου φίλους, που είναι δίπλα μου σε κάθε μου βήμα.

Περίληψη

Ο ενεργειακός τομέας βρίσκεται σε μια διαδικασία κοινωνικό-τεχνικής μετάβασης με σκοπό την απεξάρτηση του από τα ορυκτά καύσιμα και την ανάπτυξη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Η διαδικασία της ενεργειακής μετάβασης έχει τρεις διαστάσεις (περιβαλλοντική, τεχνολογική και θεσμική), οι οποίες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και χρειάζεται ανάπτυξη και των τριών για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η εισαγωγή των ΑΠΕ στην αγορά έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί. Η Πράσινη ενέργεια έχει διαφορετική τιμολόγηση από την συμβατική, με σκοπό την αύξηση νέων επενδύσεων στην χώρα. Όσο αλλάζει το ενεργειακό μίγμα παραγωγικής ισχύος, τόσο θα μεταβάλλονται και οι τιμές της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Με την χρήση της μεθόδου της Συστημικής Δυναμικής, πραγματοποιήθηκε ένα μοντέλο προσομοίωσης για την μελέτη των παραπάνω μεταβολών ισχύος και τιμών ανάλογα με τις στρατηγικές και τα σενάρια που λήφθηκαν σε κάθε περίπτωση, με επένδυση και από-επένδυση σε κάθε μορφή ενέργειας για την Ελλάδα για τα επόμενα χρόνια.

Λέξεις Κλειδιά: Κοινωνικό-τεχνική Μετάβαση, Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας, Τιμές ηλεκτρικής ενέργειας, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Συστημική Δυναμική

Abstract

The energy sector is in a process of socio-technical transition so as to abstain from fossil fuel generation and develop electricity generation from renewable sources. The process of energy transition has three dimensions (environmental, technological and institutional) that interact with each other and need to develop all three to achieve the desired outcome. The introduction of RES on the market has changed the way the market operates. Green energy has a different pricing than conventional, in order to increase new investment in the country. As the energy mixture of capacity changes, the electricity market prices will change too. In our approach, we use System Dynamics, and have conducted a simulation model to study the above, capacity and price changes according to specific policies and scenarios for the investment and decommissioning in every source of energy in Greece for the next years.

Keywords: Socio-technical Transition, Electricity Market, Electricity Prices, Renewable Energy Sources, System Dynamics

Πίνακας Περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Εισαγωγή	1
1.1. Σκοπός διπλωματικής εργασίας	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Το σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας σε Καθεστώς Μετάβασης.....	3
2.1 Εισαγωγή.....	3
2.2. Περιγραφή Προβλήματος	3
2.2.1. Περιβαλλοντική Διάσταση	4
2.2.2. Τεχνολογική Διάσταση	4
2.2.3. Θεσμική-Ρυθμιστική Διάσταση.....	5
2.3 Ανάλυση MLP (Multi-level Perspective)	7
2.4. Κύριοι φραγμοί διείσδυσης των ΑΠΕ	10
2.5 Επένδυση σε ΑΠΕ.....	11
2.5.1. Κόστος Επένδυσης στην Αιολική Ενέργεια και Ηλιακή ενέργεια.....	13
2.5.2. Κόστος Επένδυσης στην Υδροηλεκτρική Ενέργεια.....	16
2.6. Συμπεράσματα	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Βασικές Λειτουργίες του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας και Δομή Αγοράς στην Ελλάδα.....	18
3.1. Εισαγωγή.....	18
3.2. Θεσμικό Πλαίσιο.....	18
3.2.1. Βασικές Οδηγίες στην Αγορά Ενέργειας στην ΕΕ	19
3.2.2 Ελληνική Νομοθεσία.....	21
3.2.3. Αρμόδιοι Φορείς και Λειτουργοί σε ΕΕ και Ελλάδα.....	22
3.3. Δομή Συστήματος και Αγοράς ΗΕ.....	25
3.3.1.Παραγωγή.....	26
3.3.2. Μεταφορά	26
3.3.3.Διανομή	26
3.3.4. Λιανική Πώληση	27
3.3.5. Χονδρική.....	27

3.3.6. Αγορά Εξισορρόπησης.....	28
3.4. Δομή Ελληνικής Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	28
3.4.1. Παραγωγή Ενέργειας από Συμβατικές Μορφές.....	29
3.4.2. Παραγωγή ΑΠΕ	29
3.4.3. Σύστημα Μεταφοράς.....	30
3.4.4. Δίκτυο Διανομής.....	31
3.5. Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα	31
3.5.1 Μακροχρόνια Αγορά.....	32
3.5.1.1. Αγορά Μακροχρόνιας Διαθεσιμότητας Ισχύος (Capacity Market)33	
3.5.2 Βραχυχρόνια Αγορά: Ημερήσιος Ενεργειακός Προγραμματισμός (HEP)	33
3.5.3. Αγορά Εξισορρόπησης Ενέργειας.....	35
3.6. Διαμόρφωση Οριακής Τιμής Συστήματος.....	35
3.7. Μηχανισμοί Στήριξης Τιμών για ΑΠΕ.....	36
3.7.1. Feed in Tariff: Σύστημα Εγγυημένων τιμών.....	36
3.7.2. Feed in Premium: Σύστημα Διαφορικής Προσαύξησης	38
3.8. Διαμόρφωση Τιμής Καταναλωτή	40
3.9. Συμπεράσματα	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Μοντέλο Μετάβασης της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας	44
4.1. Εισαγωγή.....	44
4.2. Ορισμός Προβλήματος.....	45
4.4.1. Παραδοχές.....	49
4.4.2. Μεταβλητές Στρατηγικής	49
4.4.3. Μεταβλητές Σεναρίου.....	49
4.5 Αποτελέσματα Προσομοίωσης	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Συμπεράσματα	60
5.1. Αποτελέσματα και η σημασία τους.....	60
5.2. Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη.....	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3.1 Εγκατεστημένη Ισχύς από Συμβατικές Πηγές σε MW, 2000-2015	29 σελ.
Πίνακας 3.2 Εγκατεστημένη Ισχύς από ΑΠΕ σε MW, 2000-2015	30 σελ
Πίνακας 3.3 Τιμολόγηση ΑΠΕ με FiT	37 σελ
Πίνακας 3.4 Τιμολόγηση Φ/Β στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα με FiT	38 σελ
Πίνακας 3.5 Πίνακας Τιμών Αναφοράς με FiP	39 σελ
Πίνακας 4.1 Βασικές Μεταβλητές του Μοντέλου	47 σελ
Πίνακας 4.2 Σενάρια Προσομοίωσης	50 σελ
Πίνακας 4.3 Συγκεντρωτικός Πίνακας Στρατηγικών και Σεναρίων Προσομοίωσης.	51 σελ
Πίνακας 4.4 Σενάριο βάσης	52 σελ
Πίνακας 4.5 Μεταβολές Σεναρίων	53 σελ

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 2.1 Στάδια Ανάπτυξης της τεχνολογίας των ΑΠΕ	5 σελ
Γράφημα 2.2 Σχηματική Απεικόνιση της ανάλυσης MLP	9 σελ
Γράφημα 2.3 Η MLP στον ενεργειακό τομέα	10 σελ
Γράφημα 3.1 Το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας	25 σελ
Γράφημα 3.2 Παραγωγή ανά πηγή και κατανάλωση ανά τομέα, 2015/2016	29 σελ
Γράφημα 3.3 Μεταφορά Ισχύος με τις γειτονικές χώρες σε MW	31 σελ
Γράφημα 3.4 ΦΠΑ	41 σελ
Γράφημα 3.5 Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας για βιομηχανίες και νοικοκυριά	43 σελ
Γράφημα 4.1 Διάγραμμα Βρόχου Αιτιότητας	46 σελ
Γράφημα 4.2 Δομή Εγκατεστημένης ισχύος σύμφωνα με το βασικό Σενάριο	54 σελ
Γράφημα 4.3 Δομή Εγκατεστημένης ισχύος σύμφωνα με το σενάριο επένδυσης σε φυσικό αέριο και υδροηλεκτρική ενέργεια.	54 σελ
Γράφημα 4.4 Δομή Εγκατεστημένης ισχύος σύμφωνα με το σενάριο επένδυσης σε ΑΠΕ	55 σελ
Γράφημα 4.5 Δομή Εγκατεστημένης ισχύος με επένδυση(φυσικό αέριο και υδροηλεκτρικά) και από-επένδυση των υπολοίπων.	56 σελ
Γράφημα 4.6 Δομή Εγκατεστημένης ισχύος σύμφωνα με την επένδυση σε ΑΠΕ και από-επένδυση των υπολοίπων.	56 σελ
Γράφημα 4.7 Διαμόρφωση Ζήτησης	57 σελ
Γράφημα 4.8 Διαμόρφωση Οριακής Τιμής Συστήματος σύμφωνα με το βασικό σενάριο	57 σελ
Γράφημα 4.9 : Διαμόρφωση Οριακής Τιμής Συστήματος, FIP	58 σελ
Γράφημα 4.10 : Διαμόρφωση Οριακής Τιμής Συστήματος, FIT	58 σελ

Αρκτικόλεξο

ΑΕΠ: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ε&Α: Έρευνα και Ανάπτυξη

ΕΡΤ: Ελληνική Ραδιοφωνία Τηλεόραση

ΕΤΜΕΑΡ: Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αερίων Ρύπων

ΕΦΚ: Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης

ΗΕ: Ηλεκτρική Ενέργεια

ΗΕΠ: Ημερήσιος Ενεργειακός Προγραμματισμός

ΟΤΣ: Οριακή Τιμή Συστήματος

ΣΔΙ: Σύμβαση Διαθεσιμότητας Ισχύος

Υ/Η: Υδροηλεκτρικά

ΥΚΩ: Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας

Φ/Β: Φωτοβολταϊκά

ΦΔΜ: Φυσικά Δικαιώματα Μεταφοράς

ΦΠΑ: Φόρος Προστιθέμενης Αξίας

BOS: Balance of System (Ισορροπία Συστήματος)

CLD: Causal Loop Diagram (Διάγραμμα Βρόχου Αιτιότητας)

CO₂: Carbon Dioxide (Διοξείδιο του Άνθρακα)

FIP: Feet in Premium (Διαφορική Προσαύξηση)

FIT: Feet in Tariff (Εγγυημένη Τιμή)

MLP: Multy-Level Perspective (Πολύ-Επίπεδη Θεώρηση)

O&M: Operational & Maintenance (Λειτουργικά και Συντήρηση)

SD: System Dynamics (Συστημική Δυναμική)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Εισαγωγή

1.1. Σκοπός διπλωματικής εργασίας

Η προερχόμενη από ανανεώσιμες πηγές ενέργεια συνδέεται με την καθαρή τεχνολογία και η εκτεταμένη ανάπτυξή της είναι μια από τις βασικές δραστηριότητες στις στρατηγικές μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Οι άπειρες πηγές καυσίμου (ήλιος, άνεμος, νερό κτλ.) δίνουν πολλές υποσχέσεις στον τομέα της ενέργειας για τις επόμενες δεκαετίες. Ωστόσο, η εφαρμογή τους, επιβάλλει μια ευρεία και διαρθρωτική αλλαγή στο συνολικό ενεργειακό υπόβαθρο. Τα ζητήματα της αποθήκευσης ενέργειας, του συντονισμού των δικτύων και της ισορροπίας των δικτύων είναι μόνο μερικά από τα προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν σε συνάρτηση με τις επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Καθώς οι περισσότερες τεχνολογίες ανανεώσιμης ενέργειας υποκαθιστούν τις τεχνολογίες ορυκτών πηγών ενέργειας, μπορούμε να αναμένουμε μείωση των συνολικών εκπομπών CO₂ και άλλων αερίων θερμοκηπίου. Οι καινοτομίες στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με άλλα λόγια, συμβαίνουν ως αποτέλεσμα ενός διαρκούς τρόπου υποστήριξης για τη συνέχιση των δραστηριοτήτων E & A, μετάβασης και ανάπτυξης. Κάθε επίπεδο απαιτεί τεράστια δέσμευση ενόψει της αβεβαιότητας που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις και η κυβέρνηση, η οποία ενδέχεται να μην καταγράψει το οικονομικό ή κοινωνικό όφελος που επιθυμεί. Τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα αυτής της δέσμευσης για καινοτομίες από ανανεώσιμες πηγές είναι υψηλότερες επιδόσεις, τεχνολογία χαμηλού κόστους, μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, δημιουργία θέσεων εργασίας και αποτελεσματική εκμετάλλευση των εγχώριων ενεργειακών πόρων δηλαδή ενεργειακή «ανεξαρτησία» (Hopkins & Lazonick, 2012).

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη της μετάβασης του ενεργειακού συστήματος της Ελλάδας, από τις συμβατικές μορφές στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η διαδικασία αυτή δημιουργεί δύο βασικά ερωτήματα:

1. Ποιο θα είναι το νέο Ενεργειακό Μίγμα (Ισχύς Συμβατικών και ΑΠΕ)
2. Πως θα διαμορφωθεί η Αγορά του Ηλεκτρικού Συστήματος

Με την χρήση της Συστημικής Δυναμικής, πραγματοποιήθηκε μια προσομοίωση της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας με σκοπό την κατανόηση του Ελληνικού Συστήματος και την επίλυση των παραπάνω ερωτημάτων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, περιγράφεται αναλυτικά το πρόβλημα της ενεργειακής μετάβασης και οι διαστάσεις του. Με την χρήση της ανάλυσης Πολύ-Επίπεδης Θεώρησης (MLP) , γίνεται κατανοητή η έννοια της κοινωνικό-τεχνικής μετάβασης μέσα από αλληλεπιδράσεις μεταξύ τριών επιπέδων. Στη συνέχεια, αναφέρονται η σημασία των επενδύσεων σε ΑΠΕ, καθώς και

τα κόστη για αιολική, ηλιακή και υδροηλεκτρική ενέργεια.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι βασικές λειτουργίες του ηλεκτρικού Συστήματος, δηλαδή η αλυσίδα παραγωγής, μεταφοράς και διανομής και η δομή της αγοράς. Συγκεκριμένα, η δομή της αγοράς περιλαμβάνει το θεσμικό πλαίσιο και τους κύριους λειτουργούς και φορείς τόσο σε Ευρώπη όσο και σε Ελλάδα και την διαδικασία τιμολόγησης για τους καταναλωτές και τους παραγωγούς των ΑΠΕ.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται η μοντελοποίηση της δομής του συστήματος της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας με την χρήση της μεθόδου της Συστημικής Δυναμικής. Πρόκειται για μια προσέγγιση που βοηθά στην κατανόηση σύνθετων συστημάτων, όπως είναι το ενεργειακό, και την εξέλιξή τους με την πάροδο του χρόνου.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο προκύπτουν τα συμπεράσματα από την παραπάνω έρευνα και κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Το σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας σε Καθεστώς Μετάβασης

2.1 Εισαγωγή

Τα ενεργειακά συστήματα μπορούν να χαρακτηριστούν ως κοινωνικό-τεχνικά συστήματα. Οι μεταβάσεις περιγράφονται συνήθως ως διαδικασίες κοινωνικού μετασχηματισμού στις οποίες τα συστήματα αυτά αλλάζουν δομικά σε μια εκτεταμένη χρονική περίοδο (Rotmans, Kemp, & Van Asselt, 2001). Ο ενεργειακός μετασχηματισμός πραγματοποιείται μεταξύ τριών διαστάσεων. Η βασικότερη διάσταση του είναι η περιβαλλοντική. Οι κλιματικές αλλαγές είναι ήδη αισθητές με αποτέλεσμα την κινητοποίηση πολλών πολιτικών για τον μετριασμό τους. Η δεύτερη διάσταση είναι το θεσμικό και ρυθμιστικό πλαίσιο. Τέλος, η διάχυση της τεχνολογίας των ανανεώσιμων έχει σημαντικό ρόλο στην μετάβαση. Όσο πιο γρήγορη και ριζική, τόσο περισσότερο θα επιτευχθούν οι στόχοι του κάθε κράτους. Επειδή οι μεταβάσεις είναι πολυδιάστατες με διαφορετικά δυναμικά επίπεδα, πολλές εξελίξεις πρέπει να συνυπάρξουν σε διάφορους τομείς για να υπάρξει μια μετάβαση. Οι Geels, Elzen και Green (2004), έχουν αναλύσει τη δυναμική, τους μηχανισμούς και τα πρότυπα μέσα από τα οποία πραγματοποιούνται οι μεταβάσεις. Επίσης, χρησιμοποιείται μια προοπτική πολλαπλών επιπέδων για την κατανόηση των καινοτομικών συστημάτων, η οποία σχετίζεται με τις εξελίξεις που προκύπτουν σε τρία επίπεδα τα οποία θα εξετάσουμε στη συνέχεια. Στο επίπεδο της αγοράς, νέες ενεργειακές πρακτικές και τεχνολογικές καινοτομίες, όπως οι τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εμφανίζονται και εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου και ενδεχομένως αρχίζουν να ανταγωνίζονται το κυρίαρχο καθεστώς. Η θεωρία της μετάβασης υποστηρίζει ότι οι καινοτομίες του συστήματος συμβαίνουν μέσω των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των εξελίξεων και στα τρία επίπεδα. (Kern & Smith, 2008) Αυτό συνεπάγεται ριζικές και αποδιοργανωτικές αλλαγές στα σημερινά ενεργειακά συστήματα που για να πραγματοποιηθούν απαιτείται ένας συνδυασμός ασφαλών μέσων, ορθολογικών απαιτήσεων σχετικά με τις ενεργειακές υπηρεσίες και φυσικά προσιτό κόστος.

2.2. Περιγραφή Προβλήματος

Ο ενεργειακός τομέας βρίσκεται σε κρίσιμο σημείο καθώς γίνεται προσπάθεια για μια συνολική μετάβαση από τις υποδομές άνθρακα στις ΑΠΕ. Ένα τέτοιο εγχείρημα δεν είναι απλά τεχνικά δύσκολο, αλλά και πολιτικά. (Stirling, 2014) Υποστηρίζεται από πολλούς αναλυτές ότι μια μετάβαση με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να λάβει τη μορφή μιας «Πράσινης Βιομηχανικής Επανάστασης». Η Mazzucato το 2015, στο βιβλίο της «Το επιχειρηματικό Κράτος», ορίζει ως Πράσινη βιομηχανική Επανάσταση την ενεργειακή

μετάβαση που θα βάλει στην πρώτη γραμμή τις μη ρυπογόνες τεχνολογίες καθαρής ενέργειας. Αυτή η μετάβαση μας απομακρύνει από την εξάρτηση στα πεπερασμένα ορυκτά και πυρηνικά καύσιμα και ευνοεί τις «απεριόριστες» πηγές καυσίμων.

2.2.1. Περιβαλλοντική Διάσταση

Η παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας είναι η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι προοπτικές της αγοράς πράσινων τεχνολογιών παρέχουν κατά κύριο λόγο μια κοινωνική ωφέλεια, δηλαδή αποτελούν δημόσιο συμφέρον για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Η αντιμετώπιση κλιματικής αλλαγής είναι ένα ζήτημα για την κοινωνία που δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς τη βοήθεια της δημόσιας πολιτικής στη διαχείριση της μετάβασης. Όλες οι στρατηγικές, οι δράσεις και τα μέτρα πολιτικής που αφορούν την μετάβαση έχουν άμεση αλληλεπίδραση με τους στόχους που έχουν τεθεί σχετικά με το κλίμα, τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα με σκοπό να πετύχουν ενεργειακή ασφάλεια, οικονομική προσιτότητα και διεθνής ανταγωνιστικότητα. Έχουν ήδη τεθεί κάποια χρονοδιαγράμματα για την επίτευξη της μετάβασης χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και για το 2020 αλλά και για το 2050. Το 2020 θα φανεί σε τι βαθμό έχει προχωρήσει αυτή η μετάβαση και αν μπορεί να θεωρηθεί ήδη ως επανάσταση (Pearson & Foxon, 2012).

2.2.2. Τεχνολογική Διάσταση

Η μετάβαση προς έναν βιώσιμο ενεργειακό τομέα, θα απαιτήσει την ανάπτυξη μιας σειράς νέων ενεργειακών τεχνολογιών από τις κεντρικές πηγές προσφοράς μέχρι και τις τεχνολογίες των νοικοκυριών. Η αποτελεσματικότητα των πολιτικών στήριξης της καινοτομίας εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο κατανοείται η διαδικασία της καινοτομίας η οποία περιλαμβάνει αρκετά στάδια. Από την Έρευνα και Ανάπτυξη για καινοτομίες που αφορούν την παραγωγή ενέργειας, μέσω πρωτότυπων εργαλείων και την επίδειξη, στην εφαρμογή και εμπορευματοποίηση τους. Μια σειρά ριζοσπαστικών καινοτομιών σε διάφορα μέρη της οικονομίας μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στα τεχνολογικά συστήματα, όπως και στην υιοθέτηση μιας σειράς τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα (Scrase & MacKerron, 2009).

Γράφημα 2.1 : Στάδια Ανάπτυξης της τεχνολογίας των ΑΠΕ1



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Το πρώτο στάδιο ανάπτυξης της τεχνολογίας των ανανεώσιμων πηγών περιλαμβάνει έρευνα και ανάπτυξη σχετικά με τα τεχνικά εμπόδια και την μείωση του κόστους σε όλα τα επίπεδα εφαρμογής. Στην συνέχεια, η τεχνολογία αποδεικνύεται στην πράξη, συνεπώς απαιτείται η ανάλογη χρηματοδότηση για τις συνολικές δαπάνες του έργου. Ακολουθεί εγκατάσταση και έλεγχος σχετικά με την λειτουργία της, ώστε να ξεπεραστούν οποιαδήποτε εμπόδια κόστους ή μη. Τέλος, αν η τεχνολογία είναι ανταγωνιστική από πλευράς κόστους σε ορισμένες ή σε όλες τις αγορές θα διαδοθεί και θα εμπορευματοποιηθεί.

2.2.3. Θεσμική-Ρυθμιστική Διάσταση

Η ανάδυση νέων καινοτόμων «πράσινων» εταιριών και τεχνολογιών ή ο μετασχηματισμός των ενεργειακών αγορών δεν γίνεται να πραγματοποιηθεί χωρίς πολιτικές που έχουν κατεύθυνση προς αμφότερες τις πλευρές της ζήτησης και της προσφοράς, καθώς η καθεμία πλευρά επηρεάζει είτε τη δομή και τη λειτουργία των αγορών είτε την επένδυση των εταιριών που προσπαθούν να αναπτυχθούν ή να μεταβούν σε τομείς πράσινης τεχνολογίας. Και από τις δύο πλευρές, απαιτούνται οι ανάλογες πολιτικές από τους εκάστοτε αρμόδιους, με σκοπό να αναπτύξουν και να προωθήσουν ρυθμιστικά πλαίσια που θα αναδείξουν την ενεργειακή μετάβαση.

Πολιτικές ζήτησης

Από την πλευρά της ζήτησης, η ανάπτυξή τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το κίνητρο του κοινού και τελικά από την αλλαγή των αξιών που αφορούν την εκτίμηση του περιβάλλοντος καθώς και θέματα καθημερινής ευκολίας (Stamboulis & Tsoutsos, 2005). Μέσα από πολιτικές που έχουν περιβαλλοντικά κίνητρα, μπορούν να εφαρμοστούν ορισμένες ρυθμίσεις που έχουν αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας όπως:

- Στόχοι μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου
- Στόχοι έντασης ενέργειας (χρήση ενέργειας ανά μονάδα του ΑΕΠ)
- Νέοι οικοδομικοί κανονισμοί
- «φόρο άνθρακα», δηλαδή φόρος που επιβάλλεται στο περιεχόμενο των καυσίμων

Κάθε μία από αυτές τις πολιτικές στοχεύει στα πρότυπα κατανάλωσης ενέργειας και καθιερώνει μια ζήτηση για μειωμένη ρύπανση, περισσότερη καθαρή ενέργεια ή βελτιωμένη αποτελεσματικότητα του ενεργειακού συστήματος.

Πολιτικές προσφοράς

Από την πλευρά της προσφοράς, απαιτούνται νέες ειδικότητες δεξιοτήτων και δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας, δεδομένου ότι το υπάρχον κεφάλαιο της γνώσης υποτιμάται. Οι νέες οικονομικές δραστηριότητες προσφέρουν επιχειρηματικές ευκαιρίες (Stamboulis & Tsoutsos, 2005). Οι πολιτικές προσφοράς, εστιάζουν στο πώς παράγεται και διανέμεται η ενέργεια, επηρεάζοντας την καινοτομία στις ενεργειακές τεχνολογίες και στην ταχύτητα υιοθέτησής τους με τα παρακάτω μέτρα:

- Εκπτώσεις φόρων, δάνεια, επιχορηγήσεις ή άλλα χρηματικά οφέλη για συγκεκριμένες ενεργειακές τεχνολογίες
- Ευνοϊκά συστήματα τιμολόγησης της ενέργειας, όπως είναι οι εγγυημένες τιμολογήσεις (feed-in-tariffs) ή η Διαφορική Προσαύξηση (Feed in Premium)
- Συμβόλαια έρευνας και ανάπτυξης
- Χρηματοδότηση για ανακάλυψη και ανάπτυξη καινοτομιών.

Οι πολιτικές προσφοράς είναι σημαντικές για την άμεση ή έμμεση χρηματοδότηση εταιριών μέσω της επιδότησης της μακροπρόθεσμης μεγέθυνσης της αγοράς, με την ελπίδα ότι θα επιταχύνει τον σχηματισμό εκείνων των καινοτόμων εταιριών που μπορούν να φέρουν την πράσινη επανάσταση. Η επιτυχία των παραπάνω πολιτικών για την ενίσχυση της ανανεώσιμης ενέργειας, είναι γεμάτη από συλλογικές και συμπληρωματικές αλλαγές, και είναι αναγκαία για να φέρουμε την ενεργειακή τεχνολογία στον 21^ο αιώνα (Mazzucato, 2015).

2.3 Ανάλυση MLP (Multi-level Perspective)

Η μετάβαση και οι αλλαγές των συστημάτων επεκτείνονται σε διαφορετικά επίπεδα, μέσα από δυναμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαδικασιών όπως:

- οι καινοτομίες που δημιουργούν εσωτερική παρακίνηση,
- οι εξωτερικές αλλαγές στο επίπεδο του τοπίου που δημιουργούν πίεση στο καθεστώς
- η αποσταθεροποίηση του καθεστώτος δημιουργεί παράθυρα ευκαιριών για καινοτομίες (Verbong & Geels, 2007)

Η MPL (Multi-level Perspective) είναι μια ανάλυση της δυναμικής των μεταβάσεων που συνδυάζει την τεχνική, κοινωνική, και ιστορική μελέτη σε μεταβάσεις, χρησιμοποιώντας ένα αναλυτικό πλαίσιο που βασίζεται σε αλληλεπιδράσεις μεταξύ τριών επιπέδων:

1. Regimes: Κοινωνικό-τεχνικά καθεστώτα

Αντικατοπτρίζει την επικρατούσα σειρά ρουτινών ή πρακτικών σε ένα συγκεκριμένο τεχνολογικό σύστημα. Στην ουσία, αποτελεί τη «βαθιά δομή» ενός υπάρχοντος κοινωνικό-τεχνικού συστήματος και αναφέρεται στο σύνολο των κανόνων που προσανατολίζουν και συντονίζουν τις δραστηριότητες των κοινωνικών ομάδων που αναπαράγουν τα διάφορα στοιχεία του συστήματος. Συγκεκριμένα, αποτελείται από τρεις αλληλένδετους παράγοντες (Geels, 2011):

- Δίκτυο παραγόντων και κοινωνικών ομάδων
- Τυπικοί, κανονιστικοί και γνωστικοί κανόνες που καθοδηγούν τις δραστηριότητες των παραγόντων
- Τα υλικά και τεχνικά στοιχεία

Επειδή τα υπάρχοντα καθεστώτα χαρακτηρίζονται από σταθερότητα, η καινοτομία εμφανίζεται σταδιακά, με μικρές προσαρμογές να συσσωρεύονται σε σταθερές τροχιές. Αυτές οι τροχιές εμφανίζονται όχι μόνο στην τεχνολογία, αλλά και σε πολιτιστικές, πολιτικές, επιστημονικές, εμπορικές και βιομηχανικές διαστάσεις.

2. Niches: θύλακες καινοτομίας

Οι θύλακες είναι «προστατευμένοι χώροι» όπως εργαστήρια E & A, επιδοτούμενα έργα επίδειξης ή μικρές αγορές όπου οι χρήστες έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις και είναι πρόθυμοι να υποστηρίξουν αναδυόμενες καινοτομίες. Οι εξειδικευμένοι φορείς (όπως οι επιχειρηματίες, οι νεοσύστατες εταιρίες, οι spinoffs, τεχνοβλαστοί) εργάζονται για ριζικές καινοτομίες που αποκλίνουν από τα υπάρχοντα καθεστώτα. Οι ερασιτέχνες φορείς ελπίζουν ότι οι υποσχόμενες καινοτομίες τους τελικά θα χρησιμοποιηθούν στην υπάρχουσα κατάσταση ή θα το

αντικαταστήσουν. Αυτό δεν είναι εύκολο, ωστόσο, επειδή το υπάρχον καθεστώς σταθεροποιείται από πολλούς μηχανισμούς με αποτέλεσμα οι εξειδικευμένες καινοτομίες να μην ταιριάζουν με τις υπάρχουσες διαστάσεις του καθεστώτος (π.χ. έλλειψη κατάλληλης υποδομής, κανονισμών ή πρακτικών καταναλωτών).

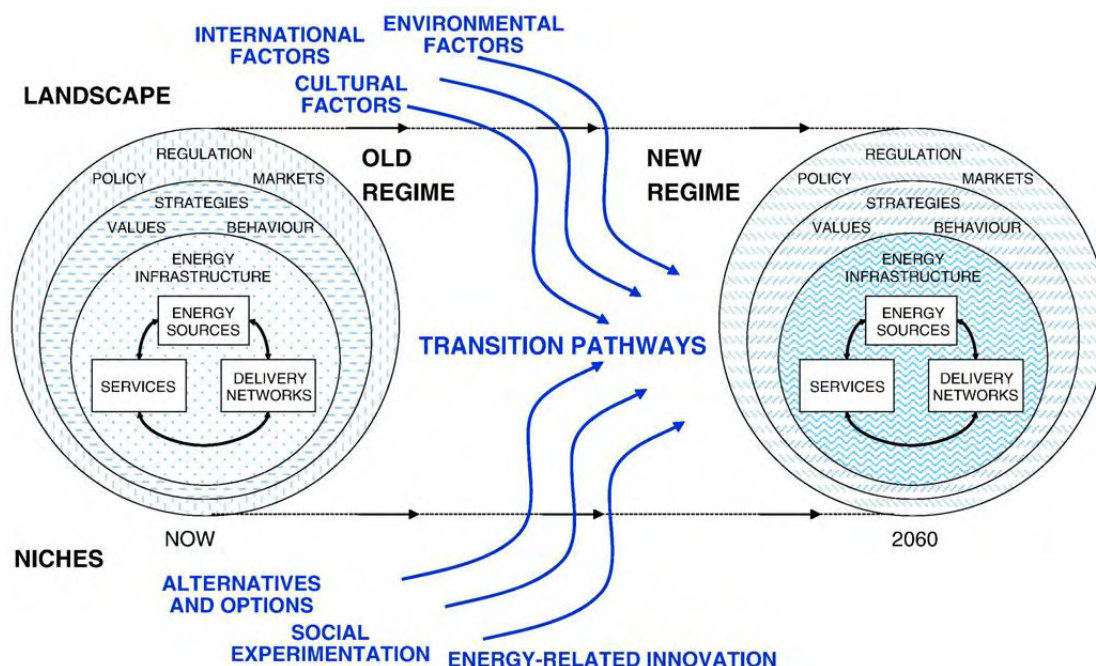
Παρόλα αυτά, οι καινοτομίες είναι κρίσιμες για τις μεταβάσεις, επειδή παρέχουν την βάση για συστημική αλλαγή. Διακρίνονται τρεις βασικές διεργασίες σε εξειδικευμένες εξελίξεις για την καινοτομία:

- Η διατύπωση (και προσαρμογή) των προσδοκιών ή των οραμάτων που παρέχουν καθοδήγηση στις δραστηριότητες καινοτομίας και αποσκοπούν στην προσέλκυση προσοχής και χρηματοδότησης από εξωτερικούς παράγοντες.
- Η οικοδόμηση κοινωνικών δικτύων και η εγγραφή περισσότερων φορέων, οι οποίοι επεκτείνουν τη βάση πόρων των εξειδικευμένων καινοτομιών.
- Διαδικασίες εκμάθησης και άρθρωσης σε διάφορες διαστάσεις, π.χ. τεχνικό σχεδιασμό, ζήτηση της αγοράς και προτιμήσεις χρηστών, απαιτήσεις υποδομής, οργανωτικά ζητήματα και επιχειρηματικά μοντέλα, μέσα πολιτικής, συμβολικές σημασίες (Kemp, Schot, & Hoogma, 1998; Scot & Geels, 1998).

3. Sociotechnical Landscape: κοινωνικό-τεχνικό «τοπίο»

Το κοινωνικό-τεχνικό «τοπίο» αποτελεί το εξωγενές περιβάλλον, το οποίο συνήθως αλλάζει αργά και επηρεάζει τις θέσεις και τη δυναμική του καθεστώτος. Χαρακτηρίζεται από τις ευρύτερες πολιτικές, κοινωνικές, οικονομικές διαταραχές, καιρικά φαινόμενα κτλ. , οι οποίες, επηρεάζουν τη δυναμική του καθεστώτος (Rip and Kemp, 1998). Το επίπεδο του τοπίου, το οποίο έχει ομοιότητες με την έννοια της μακρόχρονης ζωής, υπογραμμίζει όχι μόνο το τεχνικό και υλικό σκηνικό που στηρίζει την κοινωνία, αλλά και τις δημογραφικές τάσεις, τις πολιτικές ιδεολογίες, τις κοινωνικές αξίες και τα μακροοικονομικά πρότυπα. Αυτός ο ποικίλος συνδυασμός παραγόντων μπορεί να συνδυαστεί σε μια ενιαία κατηγορία "τοπίου", διότι αποτελούν ένα εξωτερικό πλαίσιο στο οποίο οι παράγοντες σε επίπεδο εξειδικευμένου και καθεστώτος δεν μπορούν να επηρεάσουν βραχυπρόθεσμα.

Γράφημα 2.2 : Σχηματική Απεικόνιση της ανάλυσης MLP



Πηγή: Foxon , Hammond, Pearson (2010)

Για να δημιουργηθούν οι μελλοντικές οδοί μετάβασης στα ενεργειακά συστήματα, πρέπει πρώτα να ταυτοποιήσουμε βασικά στοιχεία της υφιστάμενης κατάστασης, καθώς και να προσδιορίσουμε βασικές διεργασίες που επηρεάζουν τη δυναμική της αλλαγής και της σταθερότητας. Στο υπάρχον ενεργειακό σύστημα, το κοινωνικό-τεχνικό καθεστώς αποτελείται από τον τρόπο με τον οποίο παράγεται, μεταφέρεται και καταναλώνεται η ηλεκτρική ενέργεια μέσα σε ένα συγκεκριμένο κανονιστικό και νομικό πλαίσιο, με βασικούς δρώντες τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, μεγάλους βιομηχανικούς χρήστες και νοικοκυριά. Οι καινοτομίες για πράσινη ηλεκτρική ενέργεια εισέρχονται στην αγορά τις τελευταίες δεκαετίες μέσα από την E&A και την εφαρμογή νέων μονάδων παραγωγής. Τέλος, σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας οι εξωτερικοί παράγοντες που επηρεάζουν την λειτουργία του είναι η κλιματική αλλαγή και η ανάγκη για μια πράσινη βιομηχανική επανάσταση, οι τιμές των συμβατικών καυσίμων, οι αλλαγές στο νομοθετικό πλαίσιο κτλ.

Γράφημα 2.3 : Η MLP στον ενεργειακό τομέα

Η MLP στον ενεργειακό τομέα		
Κοινωνικό-τεχνικό Καθεστώς	Εξωτερικό Τοπίο	Καινοτομίες
<ul style="list-style-type: none">• Παραγωγή• Μεταφορά• Διανομή• Κατανάλωση	<ul style="list-style-type: none">• Κλιματική Αλλαγή• Υψηλές τιμές Καυσίμων• Κοινωνική άγνοια για ενεργειακά θέματα	<ul style="list-style-type: none">• E&A στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Ηλιακή,Αιολική, Υδροηλεκτρική κτλ.)

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

2.4. Κύριοι φραγμοί διεύθυνσης των ΑΠΕ

Η μετάβαση στις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα για την μετάβαση σε ένα βιώσιμο ενεργειακό σύστημα. Η αυξημένη χρήση των ΑΠΕ όχι μόνο θα καλύψει την αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας, αλλά και θα μειώσει τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης ενέργειας. Όμως, ακόμη και μετά από σοβαρές προσπάθειες των κυβερνήσεων να προωθήσουν τις ΑΠΕ, δεν κατάφεραν να εξελιχθούν ως εξέχουσες ανταγωνιστές στις συμβατικές ενεργειακές τεχνολογίες. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν σημαντικά εμπόδια (είτε οικονομικά είτε μη οικονομικά) κατά την εφαρμογή των ΑΠΕ (Reddy & Painuly 2003). Τα εμπόδια αυτά πρέπει να εντοπιστούν και να αντιμετωπιστούν προκειμένου να σχεδιαστούν καινοτόμες πολιτικές προσεγγίσεις που θα βοηθήσουν στην πραγματοποίηση μιας πράσινης «επανάστασης». Ακολουθεί μια προσπάθεια ταξινόμησης των κυριότερων φραγμών της διάχυσης των ΑΠΕ : (Reddy, Painuly 2003, Toutsos, Stamboulis, 2005)

1. Οικονομικοί και χρηματοοικονομικοί περιορισμοί:

Το αρχικό κόστος για επενδύσεις στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι υψηλό, γεγονός που απαγορεύει στους επενδυτές να τις υιοθετήσουν, ελλείψει μηχανισμών χρηματοδότησης όπως επιδοτήσεις, μίσθωση κτλ. Πολλοί επενδυτές προτιμούν να διατηρούν το αρχικό κόστος χαμηλό και όχι να ελαχιστοποιούν το κόστος λειτουργίας που διαρκεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Αυτό εξισορροπεί το πρώτο κόστος με τις τρέχουσες λειτουργικές δαπάνες. Επίσης, η αργή ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών μειώνει τον αντίκτυπο των οικονομιών κλίμακας στο κόστος ανά μονάδα με αποτέλεσμα ,ακόμα και σε σχετικά απλές τεχνολογίες οι υψηλές τιμές να επιβραδύνουν τη διάχυση.

2. Τεχνολογική υποδομή

Οι ανανεώσιμες πηγές είναι αρκετά περίπλοκες, όχι ως προς μια συγκεκριμένη τεχνολογία, αλλά ως προς την ενσωμάτωσή τους στο υπάρχον σύστημα (ασυμβατότητα δικτύου) ή η αλληλεπίδραση με ένα άλλο (σύστημα μπαταρίας). Επίσης, η υποδομές της μεταφοράς και της διανομής δεν ταιριάζουν με την τοπολογία των ΑΠΕ (αιολική, ηλιακή ή υδροηλεκτρική) διότι βρίσκονται σε δυσπρόσιτα σημεία. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν γίνεται να συνδεθούν με το κεντρικό σύστημα ή το δίκτυο, απλά η εγκατάσταση περιλαμβάνει και την σύνδεση στο Σύστημα.

3. Υπάρχουσες υποδομές

Ένα από τα πρόβληματα της μετάβασης στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι εν μέρει η ύπαρξη μιας "κληρονομιάς" ενεργειακής υποδομής που, για ορισμένες χώρες, αναπτύχθηκε πριν από έναν αιώνα. Η εγκατάσταση αυτών των υποδομών κατέχει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη αυτών των οικονομιών, οι οποίες κλιμακώθηκαν και προσαρμόστηκαν ώστε να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες ανάγκες. Ενώ το κόστος πολλών αιολικών και ηλιακών τεχνολογιών έχει βελτιωθεί κατά πολύ τις τελευταίες δεκαετίες, χρειάζονται τεράστιες κεφαλαιουχικές δαπάνες για να αντικατασταθεί, ακόμη και το ένα τέταρτο της παγκόσμιας ορυκτής υποδομής. (Hopkins, Lazonick, 2012)

4. Θεσμικοί και ρυθμιστικοί φραγμοί:

Πολλές από τις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βρίσκονται ακόμη στο στάδιο της ανάπτυξης και δεν υπάρχουν επαρκείς κυβερνητικοί κανονισμοί / κίνητρα για την τόνωση της υιοθέτησης τους από τις επιχειρήσεις και τις βιομηχανίες. Επίσης, οι περισσότερες κυβερνήσεις δεν διακινδυνεύουν να αλλάξουν το πολιτικό κόστος λόγω συμφερόντων εμποδίζοντας ακόμα περισσότερο την διείσδυση των ΑΠΕ.

5. Εμπόδια αγοράς / αποτυχίες της αγοράς:

Αρχικά, υπήρχε ένα κάθετα ολοκληρωμένο σύστημα ενέργειας, όπου η παραγωγή, η μεταφορά και η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχονταν αποκλειστικά από το ίδιο πρόσωπο/α. Ακολούθησε, η ελευθέρωση στον τομέα της παροχής ενέργειας με σκοπό να εισαχθεί ο ανταγωνισμός όπου αυτό είναι δυνατό, είτε στην παραγωγή, είτε στην προμήθεια και να χρησιμοποιηθεί η οικονομική ρύθμιση των ιδιωτικών επιχειρήσεων όπου δεν είναι.

2.5 Επένδυση σε ΑΠΕ

Το ενδιαφέρον για τις ΑΠΕ ξεκίνησε λόγω της αυξημένης περιβαλλοντικής συνείδησης στη δεκαετία του 1960 σε συζητήσεις σχετικά με τα πλεονεκτήματα της πυρηνικής ενέργειας έναντι των ορυκτών καυσίμων. Στα μέσα της δεκαετίας του 1970 και του 1980, το ενδιαφέρον έγινε

πιο έντονο λόγω της «ενεργειακής κρίσης» που προκλήθηκε από τη διακοπή του εφοδιασμού με πετρέλαιο και την άνοδο των τιμών τόσο του πετρελαίου όσο και των υπόλοιπων ορυκτών καυσίμων. Από τις αρχές του 1990, πραγματοποιήθηκαν αρκετές πολιτικές μεταρρυθμίσεων για αειφόρο ανάπτυξη. Το Πρωτόκολλο του Κιότο (1997) αποτελεί έναν μηχανισμό που στοχεύει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σύμφωνα με τον οποίο τα κράτη που έχουν συνυπογράψει, δεσμεύονται να ελαττώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (Gan, Eskeland & Kolshus, 2007). Επίσης στην Ευρώπη έχουν εγκριθεί Ευρωπαϊκές Οδηγίες γενικά για την ενέργεια αλλά και συγκεκριμένα για την προώθηση των ΑΠΕ. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission, 2018), έχουν τεθεί τρεις βασικοί στόχοι για το κλίμα και την ενέργεια μέχρι το 2020:

- 20% μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (από τα επίπεδα του 1990)
- 20% της ενέργειας της ΕΕ από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- 20% βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει το δικό της σχέδιο δράσης ώστε να φτάσει στο επιθυμητό επίπεδο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Αυτό σημαίνει, ότι γίνονται όλο και περισσότερες επενδύσεις σε διάφορες μορφές ανανεώσιμων πηγών. Υπάρχει μια σειρά από διαφορετικές τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και σχεδόν άφθονοι πόροι για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Μια διεξοδική διερεύνηση της μελλοντικής εξέλιξης των ΑΠΕ απαιτεί λεπτομερή διερεύνηση των μεταβλητών ανά χώρα. Οι δυνατότητες για συγκεκριμένες ΑΠΕ ποικίλλουν ανάλογα με τον διαθέσιμο πόρο, την τεχνολογική ανάπτυξη αλλά και από συγκεκριμένους περιορισμούς ανά χώρα (IEA, 2008). Για παράδειγμα, η Ελλάδα είναι μια χώρα που διαθέτει αρκετή ηλιοφάνεια που σημαίνει ότι μπορεί να επενδύσει στην ηλιακή ενέργεια. Επίσης, έχει αρκετά νησιά τα οποία δεν είναι συνδεδεμένα στο σύστημα μεταφοράς. Μια καλή σκέψη είναι οι υπεράκτιες ανεμογεννήτριες σε σημεία που να εξυπηρετούν μεγάλα νησιά, ώστε να είναι ενεργειακά αυτόνομα.

Η μακρά πλέον εμπειρία της αξιοποίησης των ΑΠΕ τόσο διεθνώς όσο και στη χώρα μας έχει δείξει ότι οι σύγχρονες τεχνολογίες ΑΠΕ μπορούν να συνεισφέρουν στα παρακάτω :

- Μείωση του κόστους παραγωγής ενέργειας
- Δημιουργία θέσεων απασχόλησης
- Τόνωση της περιφερειακής ανάπτυξης και ανταποδοτικά οφέλη στις τοπικές κοινωνίες
- Μείωση των εισαγόμενων καυσίμων
- Βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου

- Μείωση των ρύπων και προστασία του περιβάλλοντος.

Ως εκ τούτου, στο πλαίσιο μιας ενεργειακής στρατηγικής με κεντρικό άξονα την ανάπτυξη και την ορθολογική αξιοποίηση των εγχώριων ενεργειακών πόρων οι ΑΠΕ (αέρας, νερό, ήλιος, βιομάζα, γεωθερμία, κλπ.) μπορούν να προσφέρουν ουσιαστική αναπτυξιακή προοπτική για την Ελλάδα και να βοηθήσουν στην παραγωγική ανασυγκρότησή της και στην έξοδο από την κρίση.

Η παρατεταμένη οικονομική κρίση στη χώρα μας και οι καθυστερήσεις της δομικής αναδιάρθρωσης, του εκσυγχρονισμού και της εξυγίανσης της εθνικής αγοράς ηλεκτρισμού, είχαν και έχουν σημαντικές γενικές και ειδικές αρνητικές επιπτώσεις. Όσον αφορά στις ΑΠΕ, όχι μόνον έχουν δράσει ανασταλτικά στην ανάπτυξη νέων, αλλά και απειλούν μονίμως να τορπιλίσουν και τα υφιστάμενα, εν λειτουργία έργα, παρά τις προσπάθειες που έχουν καταβληθεί και εξακολουθούν να καταβάλλονται από την Πολιτεία και τους επενδυτικούς φορείς για τη στήριξή τους.

Με αυτά τα δεδομένα, κρίσιμα ζητούμενα και απόλυτες προτεραιότητες για τον κλάδο των ΑΠΕ στην Ελλάδα παραμένουν σταθερά:

- Η διασφάλιση της βιωσιμότητας των υφιστάμενων, εν λειτουργία έργων ΑΠΕ
- Η αποφυγή της αναγκαστικής εγκατάλειψης δρομολογημένων / υπό κατασκευή επενδύσεων ΑΠΕ, και
- Η λήψη αποτελεσματικών μέτρων για την επανεκκίνηση ώριμων και νέων επενδύσεων.

2.5.1. Κόστος Επένδυσης στην Αιολική Ενέργεια και Ηλιακή ενέργεια

Η ανάπτυξη της ηλιακής και αιολικής ενέργειας είναι γεωγραφικά συγκεντρωμένη, με συγκεκριμένες χώρες και εταιρίες να κυριαρχούν στην παγκόσμια αγορά. Προκειμένου αυτές οι ενεργειακές τεχνολογίες να ανταγωνιστούν στις παγκόσμιες αγορές, απαιτούν τόσο την περαιτέρω τεχνολογική ανάπτυξη ώστε να αυξήσουν την αποδοτικότητά τους σε σχέση με τις υφιστάμενες τεχνολογίες, όσο και την επίτευξη μεγάλων μεριδίων αγοράς για να μειώσουν το μοναδιαίο κόστος. Αυτός ο ανταγωνισμός απαιτεί τεχνολογία υψηλής παραγωγικότητας καθώς και προσεκτική επιλογή τοποθεσίας, διότι δεν έχουν όλα τα μέρη της γης ισότιμη πρόσβαση σε καλή μέση ταχύτητα ανέμου ή ηλιοφάνεια. Η καταγραφή μεγαλύτερων οικονομιών κλίμακας στην αιολική ή ηλιακή ενέργεια αφορά την επίτευξη τεχνολογικής καινοτομίας, η οποία παράγει ηλιακά πάνελ και ανεμογεννήτριες υψηλότερης ποιότητας και χαμηλού κόστους (Hopkins & Lazonick, 2012).

Αιολική Ενέργεια:

Οι κύριες παράμετροι που διέπουν το κόστος αιολικής ενέργειας είναι:

Κόστος κεφαλαίου: μπορεί να ανέλθει στο 80% του συνολικού κόστους του έργου καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Το κόστος κεφαλαίου των αιολικών έργων μπορεί να χωριστεί σε διάφορες κατηγορίες:

Μεταβλητό κόστος: Το μεταβλητό κόστος είναι σχετικά χαμηλό και θα κυμαίνεται γύρω στο 20% της συνολικής επένδυσης. Οι σημαντικότερες δαπάνες του μεταβλητού κόστους μιας επένδυσης στην αιολική ενέργεια είναι:

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από το τοπικό αιολικό κλίμα, τις τεχνικές προδιαγραφές των ανεμογεννητριών, τα χαρακτηριστικά του χώρου και τις μειώσεις παραγωγής ενέργειας. Ο δείκτης που χαρακτηρίζει καλύτερα την παραγωγική ικανότητα ηλεκτρικής ενέργειας ενός αιολικού πάρκου είναι ο συντελεστής χωρητικότητας, ο οποίος εκφράζει το ποσοστό του χρόνου που παράγει ένα αιολικό πάρκο ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια ενός αντιπροσωπευτικού έτους.

Το προεξοφλητικό επιτόκιο και η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης. Αυτές αντανakλούν τον αντιληπτό κίνδυνο του έργου, το κανονιστικό και επενδυτικό κλίμα σε κάθε χώρα και την αποδοτικότητα εναλλακτικών επενδύσεων(Blanco M,2009).

Σύμφωνα με την έκθεση του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας ,του 2012, για τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ το ύψος επένδυσης για την αιολική ενέργεια διαμορφώνεται ως εξής:

- 1.350.000 €/ MW, για το ηπειρωτικό σύστημα και τα διασυνδεδεμένα νησιά , με τυπική εγκατεστημένη ισχύ τα 30MW,
- 1.550.000 €/ MW, για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά, με τυπική εγκατεστημένη ισχύ τα 10 MW

Αντίστοιχα, τα ετήσια έξοδα λειτουργίας και συντήρησης (σταθερά και μεταβλητά) αντιστοιχούν στο 3,6% και στο 4% του συνολικού κόστους κατασκευής του αιολικού πάρκου για το ηπειρωτικό σύστημα και για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά αντίστοιχα.

Ηλιακή Ενέργεια

Τα τελευταία χρόνια το κόστος προμήθειας των φωτοβολταϊκών σταθμών στην Ελλάδα έχει μειωθεί σημαντικά, ακολουθώντας τις διεθνείς τάσεις, συμπαρασύροντας σε μεγάλο ποσοστό το συνολικό κόστος κατασκευής ενός έργου. Δεδομένου του μεγάλου ενδιαφέροντος για ανάπτυξη Φ/Β σταθμών έχει αυξηθεί το κόστος σύνδεσής τους λόγω αύξησης των αποστάσεων

από τα δίκτυα. Ωστόσο, το μερίδιο των επιμέρους κατηγοριών κόστους κατασκευής και ανάπτυξης είναι ιδιαίτερα υψηλό και κυμαίνεται μεταξύ 40-65% στο συνολικό κόστος κατασκευής και αναμένεται να παραμείνει σχετικά σταθερό σε επίπεδο κόστους τα επόμενα χρόνια. Το κόστος εξαρτάται από τον τύπο και από το μέγεθος της εγκατάστασης (Εκθεση ΥΠΕΝ,2012).

Οι διαφορές στις τιμές των συστημάτων σε διάφορες χώρες μπορούν επίσης να εξαρτώνται από τα συστήματα παροχής κινήτρων που δεν αντιδρούν επαρκώς στις μειώσεις κόστους των φωτοβολταϊκών. Εάν τα κίνητρα δεν αναπροσαρμόζονται τακτικά με το φθηνότερο κόστος κατασκευής, οι εγκαταστάτες και οι φορείς προώθησης μπορούν να διατηρούν υψηλές τιμές και να επιτυγχάνουν υψηλότερα περιθώρια. Έτσι, οι τιμές των φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να είναι υψηλότερες σε χώρες με υψηλότερες ηλιακές επιδοτήσεις. Τα μεγάλης κλίμακας φωτοβολταϊκά συστήματα κοινής ωφέλειας έχουν γενικά μέγεθος τουλάχιστον 1 MW. Λειτουργούν όπως κάθε άλλη κεντρική μονάδα παραγωγής ενέργειας, παρέχοντας ενέργεια στο δίκτυο. Χιλιάδες τέτοιες εγκαταστάσεις λειτουργούν σήμερα παγκοσμίως. Εκτός από την επιλογή της βασικής τεχνολογίας φωτοβολταϊκών, το κόστος τους εξαρτάται από το εάν το σύστημα είναι τοποθετημένο σε οροφή ή από το έδαφος και αν είναι εξοπλισμένο με μηχανισμό ανίχνευσης ήλιου.

Το μεγαλύτερο μέρος της οικονομίας κλίμακας που επιτυγχάνεται με τα συστήματα κλίμακας κοινής ωφέλειας προέρχεται από τις μειώσεις κόστους της BOS¹ και την εξοικονόμηση κόστους εγκατάστασης, αδειοδότησης και ανάθεσης. Μπορεί επίσης να επιτευχθεί χαμηλότερο κόστος χρηματοδότησης, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του έργου. Το IRENA υπολογίζει πως μια εγκατάσταση κοινής ωφέλειας κοστίζει περίπου 3,6-5 \$/W. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις με δυναμικότητα άνω των 2 MW δεν φαίνεται να προσφέρουν σημαντικές οικονομίες κλίμακας (π.χ. το κόστος των 20 MW δεν είναι σημαντικά χαμηλότερα από τα εργοστάσια των 2 MW).

Το τυπικό κόστος κατασκευής ενός Φ/Β πάρκου θεωρείται ίσο με:

- 2.900 €/kW, για οικιακό σύστημα επί στέγης εγκατεστημένης ισχύος 10kWp
- 2.500 €/kW, για σταθμό επί εδάφους εγκατεστημένης ισχύος 100kWp
- 2.000 €/kW, για σταθμό επί εδάφους εγκατεστημένης ισχύος 500kWp
- 1.800 €/kW, για σταθμό επί εδάφους εγκατεστημένης ισχύος 2MWp

¹ Balance of System: Η ισορροπία του συστήματος (BoS) αναφέρεται σε όλα τα στοιχεία του συστήματος που είναι απαραίτητα για την ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών πλαισίων στο φορτίο του κτιρίου ή / και στην ηλεκτρική παροχή.

Τα ετήσια έξοδα λειτουργίας και συντήρησης (σταθερά και μεταβλητά) των Φ/Β πάρκων υπολογίζονται σε 2,5-3,5% του συνολικού κόστους κατασκευής ανάλογα και με τα χαρακτηριστικά του έργου, με την εξαίρεση των οικιακών Φ/Β στις στέγες που θεωρούνται ακόμη μικρότερα (Εκθεση ΥΠΕΝ,2012).

2.5.2. Κόστος Επένδυσης στην Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που βασίζεται στον φυσικό κύκλο του νερού. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η πλέον ώριμη, αξιόπιστη και οικονομικά αποδοτική τεχνολογία παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα συστήματα της συχνά έχουν σημαντική ευελιξία στο σχεδιασμό τους και μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να ικανοποιούν τις απαιτήσεις βασικού φορτίου με σχετικά μεγάλους συντελεστές δυναμικότητας ή να έχουν υψηλότερες εγκατεστημένες ικανότητες και χαμηλότερο συντελεστή χωρητικότητας αλλά να πληρούν ένα πολύ μεγαλύτερο μερίδιο της αιχμής ζήτησης. Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η μεγαλύτερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και παράγει περίπου το 16% της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας και πάνω από το 80% της παγκόσμιας ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας.

Βασικά χαρακτηριστικά Υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων:

- Ευέλικτη παραγωγική ικανότητα
- Γρήγορη εκκίνηση
- Αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας

Το συνολικό επενδυτικό κόστος της υδροηλεκτρικής ενέργειας ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με τον τόπο, τις επιλογές σχεδιασμού και το κόστος της τοπικής εργασίας και υλικών. Τα μεγάλα αστικά έργα που απαιτούνται για την υδροηλεκτρική ενέργεια σημαίνουν ότι το κόστος των υλικών και της εργασίας διαδραματίζει μεγαλύτερο ρόλο στο συνολικό κόστος από ό, τι για ορισμένες άλλες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Υπάρχει σημαντικά μικρότερη μεταβολή στο ηλεκτρομηχανικό κόστος. Το συνολικό εγκατεστημένο κόστος για έργα μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικής ενέργειας κυμαίνεται συνήθως από ένα χαμηλό 800-2800 €/kW. Ωστόσο, δεν είναι ασυνήθιστο να βρεθούν έργα με κόστος εκτός αυτού του φάσματος.

Μόλις τεθούν σε λειτουργία, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί συνήθως απαιτούν ελάχιστη συντήρηση και το κόστος λειτουργίας θα είναι χαμηλό. Όταν μια σειρά εγκαταστάσεων εγκαθίσταται κατά μήκος ενός ποταμού, ο κεντρικός έλεγχος και μπορεί να μειώσει το λειτουργικό κόστος και το κόστος συντήρησης (O&M) σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Η μέση τιμή

για το O&M είναι από 2% έως 2,5% και θεωρείται ο κανόνας για έργα μεγάλης κλίμακας. Αυτό συνήθως περιλαμβάνει την ανακαίνιση μηχανικού και ηλεκτρικού εξοπλισμού, όπως η γενική επισκευή του στροβίλου, η επαναφόρτιση της γεννήτριας και οι επανεπενδύσεις στα συστήματα επικοινωνίας και ελέγχου. Εντούτοις, δεν καλύπτει την αντικατάσταση μεγάλου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Το πλεονέκτημα της υδροηλεκτρικής ενέργειας είναι ότι αυτά τα είδη αντικατάστασης είναι σπάνια και έχουν διάρκεια σχεδιασμού 30 ετών και άνω για τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και 50 χρόνια ή περισσότερο για την ανακαίνιση των στύλων και των ουραίων είναι φυσιολογικές (IRENA,2016)

2.6. Συμπεράσματα

Η ενεργειακή μετάβαση είναι μια διαδικασία η οποία συνδέεται με πολλούς παράγοντες. Πρόκειται για μια προσπάθεια που δεν μπορεί να εξελιχθεί χωρίς ένα μακροπρόθεσμο όραμα και μια κατεύθυνση που να ξεκαθαρίζει τους στόχους που έχουν τεθεί. Ένας από αυτούς τους στόχους είναι η κλιματική αλλαγή, με αποτέλεσμα η προώθηση των ΑΠΕ να αποτελεί προτεραιότητα παγκοσμίως. Οι πολιτικές μεταρρυθμίσεις σε συνδυασμό με την εξέλιξη της τεχνολογίας οδηγούν στην ανάπτυξη των επενδύσεων γύρω από τις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Αν και τα εμπόδια για αυτήν την μετάβαση είναι αρκετά, ιδιαίτερα το κόστος επένδυσης των νέων τεχνολογιών και οι αλλαγές που χρειάζονται στις υποδομές, παρατηρείται αξιοσημείωτη αύξηση των ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια . Η ανάπτυξη τους, εκτός από το κοινωνικό όφελος που προσφέρει σε όλους μας με την προστασία του περιβάλλοντος, ενισχύει μακροπρόθεσμα και την οικονομία των χωρών διότι εκμεταλλεύονται τους απεριόριστους, διαθέσιμους πόρους (νερό, ήλιος, άνεμος κτλ.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Βασικές Λειτουργίες του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας και Δομή Αγοράς στην Ελλάδα

3.1. Εισαγωγή

Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και η επίτευξη της ενεργειακής ασφάλειας αποτελούν κίνητρα για την ανάπτυξη μέτρων πολιτικής για την προώθηση της πράσινης ενέργειας. Κατά τη φάση χάραξης πολιτικής, κάθε χώρα επιλέγει τα κατάλληλα μέσα βάσει των στόχων και των εκτιμήσεων κόστους-οφέλους (Gan, Eskeland & Kolshus, 2007). Για τον καθορισμό των στόχων πολιτικής απαιτούνται βασικές αποφάσεις από τους αρμόδιους φορείς και λειτουργούς για την επιλογή των ανάλογων μέτρων (οικονομικών, ρυθμιστικών, φορολογικών κτλ.) προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι και να μεγιστοποιηθεί το κοινωνικό και οικονομικό όφελος κάθε χώρας. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, η Ευρώπη έχει θέσει κάποιους κοινούς στόχους για τα κράτη-μέλη της για τα επόμενα χρόνια σύμφωνα με ένα κοινό θεσμικό πλαίσιο, ορίζοντας φορείς και λειτουργούς οι οποίοι συντονίζουν τους αντίστοιχους αρμόδιους κάθε χώρας. Η Ελλάδα έχει σημειώσει αξιοσημείωτη πρόοδο στις μεταρρυθμίσεις του ενεργειακού τομέα, με την αναδιάρθρωση των κρατικών επιχειρήσεων για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ανταγωνιστικές και οικονομικά βιώσιμες αγορές ενέργειας, είναι κρίσιμες για την ανάπτυξη της οικονομικής ανάπτυξης και τη διασφάλιση των μακροπρόθεσμων οικονομικών προοπτικών. Αυτές οι αλλαγές, θα φέρουν ευκαιρίες για τους επενδυτές και για τον μετασχηματισμό του ενεργειακού συστήματος, παρέχοντας βιώσιμα αποτελέσματα για το περιβάλλον και την ελληνική οικονομία (IEA, 2017).

3.2. Θεσμικό Πλαίσιο

Οι ενεργειακές πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης στοχεύουν σε τρεις κύριους στόχους:

- Εξασφάλιση της προμήθειας ενέργειας για αξιόπιστη παροχή ενέργειας, όποτε και όπου χρειάζεται.
- Δημιουργία ενός ανταγωνιστικού περιβάλλοντος για τους παρόχους, το οποίο θα εξασφαλίσει προσιτές τιμές για τα νοικοκυριά, τις επιχειρήσεις και τις βιομηχανίες.
- Βιώσιμη ενέργεια, μέσω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, της ρύπανσης και της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, είναι απαραίτητα κάποια βασικά μέτρα πολιτικής. Αρχικά, η Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Ένωση που θα παρέχει ασφαλή, προσιτή και καθαρή ενέργεια στους πολίτες της και τις επιχειρήσεις της ΕΕ, επιτρέποντας την ελεύθερη ροή

ενέργειας πέρα από τα εθνικά σύνορα και εντός της ΕΕ προσφέροντας νέες τεχνολογίες και ανανεωμένες υποδομές. Στην συνέχεια, χρειάζεται μια στρατηγική για την ενεργειακή ασφάλεια που θα παρουσιάζει βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα μέτρα για την ενίσχυση της ασφάλειας εφοδιασμού. Το πιο σημαντικό βέβαια, είναι η επίτευξη μιας ανθεκτικής και ολοκληρωμένης αγοράς, δηλαδή μια εσωτερική αγορά ενέργειας. Για τον σκοπό αυτόν, κατασκευάζονται νέοι αγωγοί και γραμμές μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας για την ανάπτυξη δικτύων σε ευρωπαϊκό επίπεδο και σχεδιάζονται νέοι κανόνες για την αύξηση του ανταγωνισμού μεταξύ προμηθευτών και την προώθηση της επιλογής των καταναλωτών.

Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα η ιδέα της ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και γενικά αποτελεί έναν από τους κυριότερους στόχους της ΕΕ για την ενίσχυση της εγχώριας παραγωγής της και την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης. Τέλος, για όλα τα παραπάνω είναι αναγκαίοι οι αυστηροί κανόνες για ασφάλεια προς όλους τους ενεργειακούς τομείς και πιο συγκεκριμένα γύρω από θέματα όπως η διάθεση πυρηνικών αποβλήτων και η εκμετάλλευση πλατφόρμων πετρελαίου.

3.2.1. Βασικές Οδηγίες στην Αγορά Ενέργειας στην ΕΕ

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990, όταν οι περισσότερες εθνικές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας εξακολουθούσαν να είναι μονοπώλια, η ΕΕ και τα κράτη μέλη αποφάσισαν να ανοίξουν σταδιακά αυτές τις αγορές στον ανταγωνισμό. Ειδικότερα η ΕΕ αποφάσισε:

- Σαφή διάκριση μεταξύ των ανταγωνιστικών και μη ανταγωνιστικών τμημάτων του κλάδου (προμήθεια ενέργειας και δίκτυο)
- Οι φορείς εκμετάλλευσης των μη ανταγωνιστικών τμημάτων να επιτρέπουν σε τρίτα μέρη να έχουν πρόσβαση στην υποδομή
- Να ελευθερωθεί η πλευρά της προσφοράς (εναλλακτικοί προμηθευτές να εισάγουν ή να παράγουν ενέργεια
- Να εξαλειφθούν σταδιακά οι περιορισμοί στους πελάτες από την αλλαγή του προμηθευτή τους
- Να εισαγάγουν ανεξάρτητες ρυθμιστικές αρχές για τον έλεγχο του τομέα

Έτσι εγκρίθηκαν τρεις διαδοχικές νομοθετικές δέσμες μέτρων μεταξύ 1996 και 2009 σχετικά με την πρόσβαση στην αγορά, την διαφάνεια και την κανονιστική ρύθμιση, την προστασία των καταναλωτών, την υποστήριξη των διασυνδέσεων και τα επαρκή επίπεδα εφοδιασμού.

Η αρχική Οδηγία 96/92/ΕΚ σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την Εσωτερική Αγορά

Ηλεκτρικής Ενέργειας υιοθετήθηκε από το Συμβούλιο των Υπουργών των μελών της ΕΕ στις 19 Δεκεμβρίου 1996 και τέθηκε σε ισχύ δύο μήνες αργότερα στις 19 Φεβρουαρίου 1997. Η Οδηγία καθόριζε κοινούς κανόνες για την παραγωγή, την μεταφορά και την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα, όριζε τους κανόνες σχετικά με την οργάνωση και την λειτουργία του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, την πρόσβαση στην αγορά, τα κριτήρια και τις διαδικασίες που ισχύουν για τις προσκλήσεις υποβολής προσφορών και τη χορήγηση αδειών καθώς και την εκμετάλλευση των δικτύων.

Η Οδηγία 2003/54/EK για την Ηλεκτρική Ενέργεια είναι η βάση για την ευρωπαϊκή νομοθεσία που καθορίζει την Εσωτερική Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας. Η Οδηγία έπρεπε να εφαρμοστεί από τα Κράτη Μέλη από την 1η Ιουλίου 2004 και περιέχει, εκτός των άλλων Κεφαλαίων, τα εξής:

- α. την οργάνωση και λειτουργία του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας,
- β. τον διαχωρισμό της μεταφοράς και της διανομής,
- γ. την οργάνωση της πρόσβασης στο σύστημα,
- δ. ρυθμιστικές αρχές.

Η Οδηγία 2009/72/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 13ης Ιουλίου 2009, σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την Εσωτερική Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας και για την κατάργηση της Οδηγίας 2003/54/EK αφορά μέτρα αποτελεσματικού διαχωρισμού της δραστηριότητας μεταφοράς από τις δραστηριότητες της παραγωγής και της προμήθειας. Το πακέτο συνοδεύεται, με τον Κανονισμό 2009/713/EK σχετικά με την ίδρυση του Οργανισμού Συνεργασίας των Ρυθμιστικών Αρχών Ενέργειας καθώς και με τον Κανονισμό 2009/714/EK που αφορά τους όρους πρόσβασης στο δίκτυο για τις διασυνοριακές ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας και την κατάργηση του κανονισμού του 2003. (Εγχειρίδιο ΛΑΓΗΕ, 2016)

Επιπλέον, το 2009 θεσπίστηκε η οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ΑΠΕ. Συγκριμένα, σύμφωνα με το Άρθρο 1, το αντικείμενο και το πεδίο εφαρμογής της είναι το εξής:

«Η παρούσα οδηγία θεσπίζει κοινό πλαίσιο για την προώθηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Θέτει υποχρεωτικούς εθνικούς στόχους για το συνολικό μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση² ενέργειας και το

² «Ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας»: τα ενεργειακά βασικά προϊόντα που παραδίδονται για ενεργειακούς σκοπούς στη βιομηχανία, στις μεταφορές, στα νοικοκυριά, στις υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένων των δημόσιων υπηρεσιών, στη γεωργία, στη δασοκομία και στην αλιεία, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από τον ενεργειακό κλάδο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, και συμπεριλαμβανομένων των απωλειών ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας κατά τη διανομή και

μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές. Καθορίζει κανόνες για τη στατιστική μεταβίβαση μεταξύ κρατών μελών, για κοινά έργα μεταξύ κρατών μελών και με τρίτες χώρες, τις εγγυήσεις προέλευσης, τις διοικητικές διαδικασίες, την πληροφόρηση και την κατάρτιση και την πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας για ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές.»

3.2.2 Ελληνική Νομοθεσία

Στον ιστότοπο της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) παρατίθεται κατάλογος των νόμων, υπουργικών αποφάσεων και κειμένων κανονιστικού περιεχομένου που διέπουν την Ελληνική Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας. Τα κυριότερα από τα κείμενα αυτά είναι:

α. Ο Νόμος 2773/1999 ο οποίος μετέφερε την Ευρωπαϊκή Οδηγία 96/92/EK στην εθνική νομοθεσία. Επίσης, ο νόμος αυτός ήταν η βάση για την δημιουργία της ΡΑΕ (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας) και του ΔΕΣΜΗΕ (Διαχειριστή Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) το έτος 2000.

β. Ο Νόμος 3175/2003 ο οποίος, μεταξύ άλλων, τροποποίησε και τον Ν.2773/99 και εισήγαγε όλες τις νέες απόψεις της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 54 του 2003. Οι πιο σημαντικές τροποποιήσεις του Νόμου 2773/99 συνοψίζονται ως ακολούθως:

Καθορισμός μίας Υποχρεωτικής Ημερήσιας Αγοράς Ενέργειας σύμφωνα με οικονομικές Προσφορές ενέργειας βασισμένες στην Αγορά, η οποία διεξάγεται σε ωριαία βάση, αντανακλώντας τουλάχιστον το μεταβλητό λειτουργικό κόστος κάθε Μονάδας.

γ. Ο Νόμος 3468/2006 με τον οποίο μεταφέρεται στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2001/77/EK και προωθείται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ.

δ. Ο Νόμος 4001/2011 [10] «Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου» που δρομολογεί μεγάλες αλλαγές στην διάρθρωση και τον τρόπο λειτουργίας της Αγοράς ΗΕ με την σύσταση ανεξάρτητων Διαχειριστών για το Σύστημα Μεταφοράς (ΑΔΜΗΕ) και για το Δίκτυο Διανομής (ΔΕΔΔΗΕ), καθώς και ανεξάρτητου Λειτουργού της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΛΑΓΗΕ).

ε. Ο «Κώδικας Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας»

στ. Ο «Κώδικας Διαχείρισης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας» (ΚΔΣ), (Εγχειρίδιο ΛΑΓΗΕ,2016).

τη μεταφορά.

3.2.3. Αρμόδιοι Φορείς και Λειτουργοί σε ΕΕ και Ελλάδα

Η Ευρωπαϊκή πολιτική ανάπτυξη ακολουθεί σημαντικές αρχές, όπως περιγράφονται στις συνθήκες και στην νομοθεσία. Στόχος είναι να διασφαλιστεί ότι οι πολιτικές αναπτύσσονται με δημοκρατικό, διαφανή και αντιπροσωπευτικό τρόπο, με σαφήνεια και ισορροπημένη αξιολόγηση επιλογών. Αναγνωρίζοντας τις ευαισθησίες σχετικά με ορισμένες πτυχές της ενεργειακής πολιτικής στα κράτη μέλη, οι δράσεις της ΕΕ στον τομέα της ενεργειακής πολιτικής θα σέβονται πάντα δύο βασικές αρχές: πρώτον, ότι τα κράτη μέλη είναι τελικά υπεύθυνα για το εθνικό τους ενεργειακό μείγμα και δεύτερον, οι εγχώριοι ενεργειακοί πόροι είναι εθνικοί, και όχι Ευρωπαϊκοί (Kanellakis, Martinopoulos & Zachariadis, 2013). Παρακάτω, θα δούμε αναλυτικά τους Ευρωπαϊκούς αρμόδιους Φορείς οι οποίοι ρυθμίζουν και συντονίζουν τους αντίστοιχους εθνικούς, καθώς και τους ελληνικούς φορείς και λειτουργούν της αγοράς ηλεκτρικής Ενέργειας.

Αρμόδιοι Φορείς στην Ευρώπη:

- *Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission)*

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή είναι θεσμικό όργανο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με σκοπό την προστασία των κοινοτικών συμφερόντων των κρατών μελών της Ένωσης. Ένας από τους βασικούς στόχους της είναι η επίτευξη μιας ενεργειακής στρατηγικής που θα εξασφαλίσει ένα ασφαλές, ανταγωνιστικό και βιώσιμο ενεργειακό περιβάλλον.

- *Agency for the Cooperation of Energy Regulators (ACER)*

Οι αποστολές και τα καθήκοντα του ACER ορίζονται στις οδηγίες και τους κανονισμούς της τρίτης δέσμης μέτρων για την ενέργεια και ειδικότερα στον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 713/2009 με τον οποίο ιδρύθηκε ο Οργανισμός. Γενική αποστολή του Οργανισμού, όπως ορίζεται στον ιδρυτικό του κανονισμό, είναι να βοηθά και να συντονίζει τις δράσεις των εθνικών ρυθμιστικών αρχών ενέργειας σε επίπεδο ΕΕ και να εργάζεται με γνώμονα την ολοκλήρωση της ενιαίας ευρωπαϊκής ενεργειακής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου. Ο Οργανισμός συντονίζει περιφερειακές και διαπεριφερειακές πρωτοβουλίες που συμβάλλουν στην ολοκλήρωση της αγοράς. Παρακολουθεί τις εργασίες των ευρωπαϊκών δικτύων διαχειριστών συστημάτων μεταφοράς (ΕΔΔΣΜ) και ιδίως τα προγράμματα τους για την ανάπτυξη του διευρωπαϊκού δικτύου. Τέλος, ο ACER παρακολουθεί τη γενικότερη λειτουργία της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και ειδικότερα τη λειτουργία της χονδρικής εμπορίας ενέργειας. (ACER, 2018)

- *European Network of Transmission System Operators-E (ENTSO-E)*

Το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Διαχειριστών Συστημάτων Μεταφοράς, αντιπροσωπεύει 43

διαχειριστές συστημάτων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΣΜ) από 36 χώρες σε ολόκληρη την Ευρώπη. Το ENTSO-E δημιουργήθηκε και έλαβε νομικές εντολές από την τρίτη νομοθετική δέσμη της ΕΕ για την εσωτερική αγορά ενέργειας το 2009, η οποία στοχεύει στην περαιτέρω ελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ. Ο ρόλος των διαχειριστών συστημάτων μεταφοράς έχει εξελιχθεί σημαντικά με την τρίτη δέσμη μέτρων για την ενέργεια. Λόγω του διαχωρισμού και της απελευθέρωσης της αγοράς ενέργειας, οι ΔΣΜ έχουν καταστεί τόπος συνάντησης για την αλληλεπίδραση των διαφόρων φορέων στην αγορά (ENTSO-E, 2018).

Αρμόδιοι Φορείς και λειτουργοί στην Ελλάδα:

- *Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας*

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος και ενέργειας δημιουργήθηκε για την αντιμετώπιση των ολοένα εντεινόμενων περιβαλλοντικών προβλημάτων και την υιοθέτηση ενός νέου αναπτυξιακού προτύπου που θα εξασφαλίσει καλύτερες συνθήκες ζωής και δημιουργίας. Για την επίτευξη της αποστολής του, το Υπουργείο αναπτύσσει στρατηγικό σχεδιασμό που βασίζεται σε τέσσερις πυλώνες:

1. Αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής μεταβαίνοντας σε μια ανταγωνιστική οικονομία χαμηλής κατανάλωσης σε άνθρακα.
2. Προστασία και διαχείριση των φυσικών πόρων με γνώμονα την αειφορία.
3. Αναβάθμιση της ποιότητας ζωής με σεβασμό στο περιβάλλον.
4. Ενίσχυση των μηχανισμών και θεσμών περιβαλλοντικής διακυβέρνησης.

Για την εδραίωση των πυλώνων της Πράσινης Ανάπτυξης μέσω της επίτευξης των στρατηγικών του στόχων, το ΥΠΕΝ θα πραγματοποιήσει μια σειρά δράσεων σε συνεργασία με τους φορείς δημόσιας διοίκησης, τον ιδιωτικό τομέα, τους παραγωγικούς και κοινωνικούς φορείς, τους πολίτες και τη διεθνή κοινότητα.

- *Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)*

Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) είναι μία ανεξάρτητη ρυθμιστική αρχή για την εποπτεία και την παρακολούθηση της εγχώριας Αγοράς ηλεκτρικής Ενέργειας, εισηγούμενη προς τους αρμόδιους φορείς της Πολιτείας και λαμβάνοντας η ίδια μέτρα για την επίτευξη του στόχου απελευθέρωσης των αγορών. Η ΡΑΕ ιδρύθηκε σύμφωνα με τις διατάξεις του Νόμου 2773/1999, ο οποίος εκδόθηκε στο πλαίσιο εναρμόνισης της Ελληνικής Νομοθεσίας με τις διατάξεις της Οδηγίας 96/92/ΕΚ για την απελευθέρωση της Αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεργάζεται με την ACER αλλά και με άλλες ρυθμιστικές αρχές των υπόλοιπων κρατών-

μελών. Οι κύριες αρμοδιότητες της είναι οι εξής:

- Παρακολούθηση και εποπτεία της αγοράς ηλεκτρισμού
- Προστασία Καταναλωτών
- Παρακολούθηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας
- Χορήγηση αδειών
- Εποπτεία των Ανεξάρτητων Διαχειριστών Μεταφοράς
- Παρακολούθηση Προγράμματος Ανάπτυξης
- Παρακολούθηση Πρόσβασης στις ενεργειακές διασυνδέσεις
- Λήψη ρυθμιστικών μέτρων για την εύρυθμη λειτουργία των ενεργειακών αγορών (ΡΑΕ,2018)

- *Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ)*

Ο ΑΔΜΗΕ συστάθηκε το 2011 και οργανώθηκε και λειτουργεί ως ο Κύριος Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς στην Ηλεκτρικής Ενέργειας. Σκοπός του είναι η λειτουργία, ο έλεγχος, η συντήρηση και ανάπτυξη του Συστήματος, ώστε να διασφαλίζεται ο εφοδιασμός της χώρας με ηλεκτρική ενέργεια, με τρόπο επαρκή, ασφαλή, αποδοτικό και αξιόπιστο καθώς και η λειτουργία της αγοράς που σχετίζεται με τις εκτός του Ημερήσιου Ενεργειακού Προγραμματισμού συναλλαγές σύμφωνα με τις αρχές της Διαφάνειας, της ισότητας και του ελεύθερου ανταγωνισμού (ΑΔΜΗΕ, 2018). Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις Μονάδες παραγωγής και, στην περίπτωση των Εισαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας, εγχέεται στα σημεία των Διασυνδέσεων με τα γειτονικά ηλεκτρικά συστήματα – μεταφέρεται στους μεγάλους βιομηχανικούς καταναλωτές της Υψηλής Τάσης (καταναλώσεις Συστήματος) και στο Δίκτυο Διανομής, μέσω του Διασυνδεδεμένου Συστήματος Μεταφοράς.

Βασικές δραστηριότητες:

1. Κατανομή πραγματικού χρόνου
2. Εκκαθάριση αποκλίσεων
3. Ανάπτυξη και συντήρηση του συστήματος μεταφοράς
4. Εκκαθάριση των χρεώσεων χρήσης συστήματος
5. Σύναψη Συμβάσεων (Εγχειρίδιο ΛΑΓΗΕ,2016)

- *Ο Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ)*

Ο ΔΕΔΔΗΕ είναι ο Διαχειριστής του δικτύου διανομής μέσης και χαμηλής τάσης. Έργο της εταιρείας είναι η ανάπτυξη, η λειτουργία και η συντήρηση, υπό οικονομικούς όρους του Εθνικού Δικτύου Διανομής (ΕΔΔΗΕ), ώστε να διασφαλίζεται η αξιόπιστη, αποδοτική και

ασφαλής λειτουργία του, καθώς και η μακροπρόθεσμη ικανότητά του να ανταποκρίνεται σε εύλογες ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας, λαμβάνοντας τη δέουσα μέριμνα για το περιβάλλον και την ενεργειακή αποδοτικότητα, καθώς και για τη διασφάλιση, κατά τον πλέον οικονομικό, διαφανή, άμεσο και αμερόληπτο τρόπο, της πρόσβασης των χρηστών (δηλαδή των Παραγωγών, των Προμηθευτών και των Πελατών) στο ΕΔΔΗΕ, προκειμένου να ασκούν τις δραστηριότητές τους.

- *Λειτουργός Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΛΑΓΗΕ)*

Ο ΛΑΓΗΕ είναι ο Κύριος Λειτουργός του ελληνικού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας. Σύμφωνα με το Ελληνικό Νομοθετικό και Κανονιστικό πλαίσιο, οι κυριότεροι ρόλοι, αρμοδιότητες και καθήκοντα του ΛΑΓΗΕ είναι:

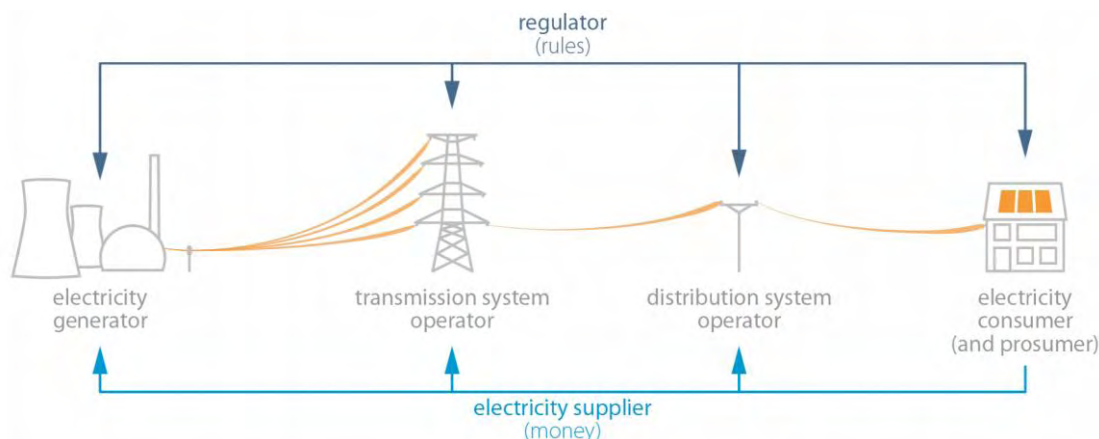
- 1) Επίλυση και Εκκαθάριση Ημερήσιου Ενεργειακού Προγραμματισμού
- 2) Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ

Ο ΛΑΓΗΕ, κατά την εκτέλεση των καθηκόντων του, διευκολύνει κατά κύριο λόγο την ολοκλήρωση της ενιαίας εσωτερικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και για τον σκοπό αυτόν αναλαμβάνει κάθε αναγκαία ενέργεια, στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων του, προκειμένου να διασφαλίζεται η εφαρμογή όλων των σχετικών αποφάσεων που εκδίδονται από τα αρμόδια όργανα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

3.3. Δομή Συστήματος και Αγοράς ΗΕ

Ο τρόπος λειτουργίας της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας αφορά τις εξής δραστηριότητες: η παραγωγή, η μεταφορά, η διανομή και η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και οι εμπορικές λειτουργίες, δηλαδή η λιανική πώληση στους καταναλωτές και η προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας στην χονδρική μέσα σε μια οργανωμένη αγορά ενέργειας.

Γράφημα 3.1 : Το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας



Πηγή : European Parliament Research Service (2016).

3.3.1. Παραγωγή

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση διαφόρων πρωτογενών πηγών ενέργειας και παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τους διαθέσιμους εγχώριους Ενεργειακούς Πόρους, την Ενεργειακή Πολιτική της χώρας, τις γεωλογικές, γεωφυσικές και κλιματολογικές ιδιαιτερότητες αυτής. Οι πηγές παραγωγής ενέργειας διακρίνονται στις συμβατικές που βασίζονται σε ορυκτά στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (λιθάνθρακας και λιγνίτης), το φυσικό αέριο, στην πυρηνική ενέργεια και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) που χρησιμοποιούν ανεξάντλητες πηγές (άνεμος, ήλιος, νερό κλπ) και δεν καταναλώνουν τα περιορισμένα ενεργειακά ορυκτά αποθέματα. (ΡΑΕ, 2018)

3.3.2. Μεταφορά

Η μεταφορά αντιπροσωπεύει περίπου το 5% έως 15% του τελικού κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται μέσω δικτύου συρμάτων χαλκού ή αλουμινίου που ονομάζεται σύστημα μεταφοράς, σε πόλους ή πύργους ή και μερικές φορές υπόγεια ή υποβρύχια. η ηλεκτρική ενέργεια παραδίδεται στα τοπικά συστήματα διανομής και από εκεί στους πελάτες. Το σύστημα μεταφοράς είναι αρκετά εύθραυστο και αν υπερφορτώσει μπορεί να γίνει γίνεται ασταθής και μπορεί να προκαλέσει εκτεταμένες διακοπές. Οι ροές πρέπει να διαχειρίζονται σε συνεχή βάση σε πραγματικό χρόνο - χωρίς κυκλοφοριακή συμφόρηση, χωρίς απασχολημένα σήματα. Για το λόγο αυτό, το οποίο εξετάζεται λεπτομερέστερα λίγο αργότερα, το σύστημα μεταφοράς απαιτεί τη συνεχή προσοχή ενός διαχειριστή συστήματος να ενσωματώνει τη λειτουργία των εγκαταστάσεων παραγωγής με το σύστημα μεταφοράς. (Hunt ,2002)

3.3.3. Διανομή

Η λειτουργία διανομής αντιπροσωπεύει περίπου το 30% έως το 50% του τελικού κόστους ηλεκτρικής ενέργειας. Η βασική της δουλειά είναι η "επιχείρηση των καλωδίων" - η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας από το σύστημα μεταφοράς προς τους πελάτες. Ωστόσο, η διανομή δεν είναι μια ενιαία λειτουργία, διότι αποτελεί το τοπικό τέλος της επιχείρησης και συνδέεται συνήθως με τη λειτουργία εξυπηρέτησης πελατών, με μετρήσεις και χρεώσεις και λιανικές πωλήσεις. Η μεταφορά και η διανομή μαζί είναι το σύστημα μετάδοσης (και τα δύο έχουν καλώδια και πόλους, και είναι πλήρως συνδεδεμένα μεταξύ τους). Μιλάμε για δυο διαφορετικά

συστήματα τα οποία οργανώνονται διαφορετικά. Η μετάδοση λειτουργεί με την παραγωγή και η διανομή λειτουργεί με τον πελάτη. (Hunt,2002)

Όσον αφορά το στοιχείο μεταφοράς της διανομής, η μεταφορά είναι σαν μεγάλες εθνικές οδοί ενώ η διανομή είναι σαν τους τοπικούς δρόμους. Η μεταφορά λειτουργεί σε υψηλότερες τάσεις από τη διανομή και εντός δικτύου οι ροές μπορούν να αντιστραφούν, ενώ η διανομή είναι συνήθως ακτινική και οι ροές ακολουθούν μια μόνο κατεύθυνση (προς τον πελάτη). Η θεωρητική διαφορά μεταξύ των συρμάτων μετάδοσης και διανομής δεν είναι πάντα ξεκάθαρη, καθώς υπάρχει ένα ευρύ φάσμα τάσεων και ορισμένα δίκτυα διανομής είναι δικτυωμένα. Υπάρχουν ορισμένες περιπτώσεις όπου οι γραμμές υψηλής τάσης, ειδικά στις μεγάλες πόλεις, αποτελούν πράγματι μέρος του συστήματος διανομής.

3.3.4. Λιανική Πώληση

Η λιανική πώληση είναι οι πωλήσεις προς τελικούς καταναλωτές και περιλαμβάνει μια σειρά εμπορικών λειτουργιών - προμήθεια, τιμολόγηση και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και μέτρηση της χρήσης, τιμολόγηση και συλλογή πληρωμών (Hunt,2002). Οι προμηθευτές αγοράζουν ηλεκτρικό ρεύμα από τους παραγωγούς και το πωλούν στους καταναλωτές. Οι προμηθευτές αποστέλλουν τιμολόγια με την τιμή που χρεώνεται για την παραδιδόμενη ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και φόρους και εισφορές που χρησιμοποιούνται μερικές φορές για τη στήριξη της παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την προστασία πιο ευάλωτων καταναλωτών ή την προώθηση άλλων στόχων πολιτικής. Οι προμηθευτές διαφοροποιούν τις προσφορές τους βάσει της τιμής ή της προέλευσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Στην τυπική οργάνωση της βιομηχανίας μέχρι τη δεκαετία του 1990, κανείς δεν σκέφτηκε καν το λιανικό εμπόριο ως ξεχωριστή λειτουργία.

3.3.5. Χονδρική

Η προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας χονδρικής είναι μόνο μια διαχωρίσιμη λειτουργία, όπου κάποιος στην εταιρεία λαμβάνει αποφάσεις σχετικά με τον παραγωγό από τον οποίο θα αγοράσει. Σε εταιρείες που παράγουν όλες τις δικές τους δυνάμεις, δεν υπάρχει προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας χονδρικής. Όμως, καθώς αυξάνονται οι συναλλαγές, οι προμήθειες χονδρικής καθίστανται μια μεγαλύτερη λειτουργία. Οι συμμετέχοντες στη χονδρική αγορά είναι οι παραγωγοί, οι προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας και οι μεγάλοι βιομηχανικοί καταναλωτές. Όπως αναφέρθηκε, ο ηλεκτρισμός διαφέρει από τα περισσότερα άλλα προϊόντα, καθώς πρέπει να παράγεται τη στιγμή που απαιτείται, επειδή δεν μπορεί να αποθηκευτεί

εύκολα. Ως εκ τούτου, οι περισσότερες οι συναλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας συνεπάγονται την παράδοση ηλεκτρικής ενέργειας σε κάποιο σημείο στο μέλλον.

Ανάλογα με τον τύπο της σύμβασης ή της αγοράς, οι συναλλαγές ενδέχεται να καλύπτουν διαφορετικές χρονικές περιόδους:

- ✓ Μακροπρόθεσμες συμβάσεις: έως 20 έτη ή περισσότερο
- ✓ Μελλοντικές αγορές: εβδομάδες έως χρόνια
- ✓ Ημερήσια αγορά: την επόμενη ημέρα.
- ✓ Αγορά εντός της ημέρας: παράδοση εντός συγκεκριμένης χρονικής περιόδου (για παράδειγμα, μία ώρα ή ένα τέταρτο).
- ✓ Αγορά εξισορρόπησης: εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης σε πραγματικό χρόνο.

3.3.6. Αγορά Εξισορρόπησης

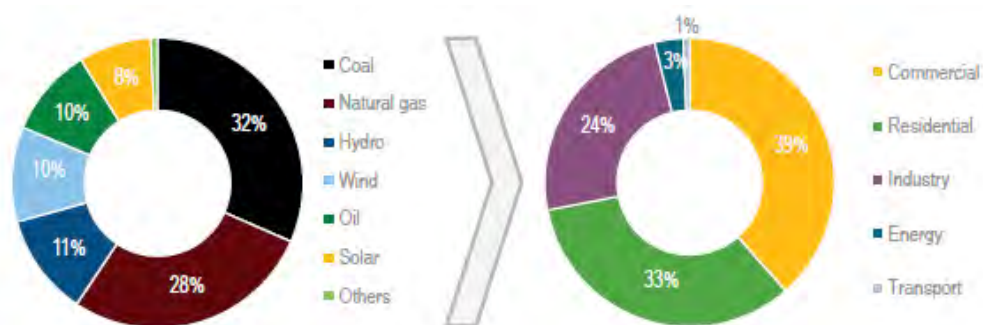
Η ηλεκτρική ενέργεια πρέπει να «καταναλώνεται» από τη στιγμή που παράγεται, επειδή δεν μπορεί να αποθηκευτεί εύκολα. Η διαχείριση της ισορροπίας είναι μια λειτουργία του συστήματος που είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της ασφάλειας εφοδιασμού μέσω συνεχούς εξισορρόπησης της ζήτησης και της παροχής ισχύος σε πραγματικό χρόνο. Σε κάθε χρονική στιγμή, η συνολική παραγωγή πρέπει να είναι ίση με τη συνολική κατανάλωση, διαφορετικά το σύστημα κινδυνεύει να καταρρεύσει. Με τον διαχωρισμό του τμήματος μεταφοράς και διανομής και την απελευθέρωση των αγορών ενέργειας, η διαχείριση του συστήματος είναι πιο δύσκολη σε σχέση με ένα κάθετο ολοκληρωμένο σύστημα ενέργειας. Έτσι, οι συμμετέχοντες στην αγορά ενέργειας πρέπει να τηρούν τα χρονοδιαγράμματα και να παρέχουν υπηρεσίες εξισορρόπησης στον Διαχειριστή Συστήματος (Reinier, Van der Veen, & Hakvoort, 2016).

3.4. Δομή Ελληνικής Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλη ποσότητα άνθρακα που χρησιμοποιείται στον τομέα της ενέργειας. Ο άνθρακας αποτελεί το κυρίαρχο καύσιμο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αντιπροσωπεύοντας το ένα τρίτο της συνολικής παραγωγής. Η προσφορά του άνθρακα μειώθηκε σχεδόν κατά το ήμισυ την τελευταία δεκαετία, από 8,4 Mtoe το 2006 σε 4,4 Mtoe το 2016, λόγω της μειούμενης χρήσης των σταθμών παραγωγής. Το πετρέλαιο είναι εξίσου σημαντικό καύσιμο και η χώρα εξαρτάται σχεδόν εξ'ολοκλήρου από εισαγωγές του. Ο τομέας των μεταφορών κυριαρχείται από πετρελαϊκά προϊόντα ενώ παράλληλα μεγάλα μερίδια του

χρησιμοποιούνται και στον οικιακό τομέα. Επίσης, στα τέλη της δεκαετίας του 1990 η Ελλάδα εισήγαγε και το φυσικό αέριο, το οποίο κατέστη το τρίτο κυρίαρχο πρωτογενές καύσιμο το 2016, αντιπροσωπεύοντας το 15% του συνολικού ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας. Η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας μειώθηκε αρκετά τα τελευταία χρόνια λόγω της οικονομικής ύφεσης και θα χρειαστεί ένα χρονικό διάστημα μέχρι να ανακάμψει πλήρως.(IEA,2017)

Γράφημα 3.2 : Παραγωγή ανά πηγή και κατανάλωση ανά τομέα στην Ελλάδα, 2015/2016



Πηγή: IEA (2017)

3.4.1. Παραγωγή Ενέργειας από Συμβατικές Μορφές

Σύμφωνα με το IEA, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικές πηγές (σε MW) τα τελευταία χρόνια είναι η εξής:

Πίνακας 3.1 : Εγκατεστημένη Ισχύς από Συμβατικές Πηγές σε MW, 2000-2015

Πηγή Ενέργειας	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ανθρακας	4492	4808	4793	4793	4556	4556	4302	4302
Φυσικό Αέριο	1112	2529	3252	3677	4117	4103	4068	3972
Πετρέλαιο	1966	2318	2505	2505	2503	2500	2492	2503
Άλλα	36	53	47	73	50	70	70	78
Σύνολο	7606	9708	10597	11048	11226	11229	10932	10855

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

3.4.2. Παραγωγή ΑΠΕ

Η κυριαρχία των ορυκτών καυσίμων μειώθηκε αισθητά την τελευταία δεκαετία. Ενώ η

παραγωγή ηλεκτρισμού από άνθρακα και πετρέλαιο μειώθηκε κατά 50% το καθένα μεταξύ του 2006 και του 2016, η ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές σχεδόν διπλασιάστηκε την ίδια περίοδο. Η υδροηλεκτρική ενέργεια ήταν η Τρίτη μεγαλύτερη πηγή ενέργειας στην παραγωγή το 2016, αλλά η κύρια ανάπτυξη των ΑΠΕ προέρχεται από την αιολική και την ηλιακή. Το μερίδιο της αιολικής αυξήθηκε από 2,8% το 2006 σε 10,5% το 2016 και η ηλιακή ενέργεια ακόμα πιο γρήγορα από 0,3% το 2010 σε 8,1% το 2016 (IEA,2017).

Η Παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα με μονάδα μέτρησης τα MW:.

Πίνακας 3.2 : Εγκατεστημένη Ισχύς από ΑΠΕ σε MW, 2000-2015

Πηγή Ενέργειας	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Υδροηλεκτρική	3072	3106	3215	3224	3236	3238	3389	3392
Αιολική	226	491	1298	1640	1753	1809	1978	2091
Ηλιακή (PV)	0	0	1	202	612	1536	2579	2596

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

3.4.3. Σύστημα Μεταφοράς

Ο ΑΔΜΗΕ είναι ο ιδιοκτήτης και διαχειριστής του ελληνικού συστήματος μεταφοράς ηπειρωτικών περιοχών, το οποίο περιλαμβάνει 11508 χιλιόμετρα γραμμών μεταφοράς και 343 υποσταθμούς. Ο κεντρικός άξονας του συστήματος μεταφοράς αποτελείται από τρεις γραμμές διπλού κυκλώματος 400 kV που μεταφέρουν την ενέργεια μεταξύ βορρά και νότου (λειτουργεί παράλληλα και ένα δίκτυο 150 kV) και πρόσθετες γραμμές 400 kV μονής κατεύθυνσης που μεταφέρουν την ενέργεια από εκτελούν διαδρομές από ανατολή σε δύση. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής βρίσκεται στη βόρεια Ελλάδα, κοντά στα ορυχεία λιγνίτη.

Στην πραγματικότητα υπάρχουν δύο συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Το διασυνδεδεμένο ηπειρωτικό σύστημα και το Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. Η πλειοψηφία των νησιών διαθέτει δικά τους συστήματα εκτός από κάποια που έχουν συνδεθεί. Ένα φιλόδοξο μέρος του σχεδίου επέκτασης του ΑΔΜΗΕ είναι η διασύνδεση ορισμένων νησιών με το κεντρικό Σύστημα της χώρας. Αυτές οι διασυνδέσεις αποτελούν βασική προτεραιότητα και θα διευκολύνουν τον ρυθμό αύξησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενώ παράλληλα θα έχουν θετικό αντίκτυπο στο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, επειδή τα απομονωμένα συστήματα βασίζονται σε γεννήτριες πετρελαίου.

Η Ελλάδα Συνδέεται με πέντε γειτονικές χώρες. Συγκεκριμένα, το ελληνικό σύστημα συνδέεται με την Αλβανία, την ΠΓΔΜ, τη Βουλγαρία και την Τουρκία μέσω πέντε γραμμών εναλλασσόμενου ρεύματος και μια σύνδεση συνεχούς ρεύματος με υποβρύχιο καλώδιο με την Ιταλία.

Γράφημα 3.3 : Μεταφορά Ισχύος μεταξύ γειτονικών χώρων σε MW

Neighbouring country	Net transfer capacity to	Net transfer capacity from
Albania	250	250
Bulgaria	400	700
FYROM	350	450
Turkey	216	166
Italy	500	500

Πηγή: Entso-E

3.4.4. Δίκτυο Διανομής

Το δίκτυο διανομής αποτελείται από:

- 111.130χλμ. Δίκτυο Μέσης Τάσης
- 125.160χλμ. Δίκτυο Χαμηλής
- 161.180 Υποσταθμοί Μέσης Τάσης προς Χαμηλή Τάση
- 945χλμ. Δίκτυο Υψηλής Τάσης (Υ.Τ.) εκ των οποίων 200χλμ στην Αττική και 745χλμ στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.
- 225 Υποσταθμοί Υψηλής Τάσης προς Μέση Τάση, εκ των οποίων 19 κλειστού τύπου, καταναμημένοι 199 στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα και 26 στα μη Διασυνδεδεμένα νησιά. (ΔΕΔΔΗΕ,2018)

Είναι ιδιοκτησία και λειτουργεί από τον ΔΕΔΔΗΕ, 100% θυγατρική της ΔΕΗ. Εξυπηρετεί 7.4 εκατομμύρια πελάτες σε ολόκληρη την Ελλάδα, συμπεριλαμβανομένων των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, όπου λειτουργούν 32 ηλεκτρικά συστήματα από τα οποία το ένα είναι στην Κρήτη, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 2328 MW (IEA,2017).

3.5. Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα

(Εγχειρίδιο ΛΑΓΗΕ,2016)

Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της ασφάλειας εφοδιασμού και της οικονομικής βελτιστοποίησης της αγοράς ηλεκτρισμού στην Ελληνική Επικράτεια, απαιτείται ο αποτελεσματικός συνδυασμός μακροχρόνιων αποφάσεων για την εγκατάσταση και τη διαθεσιμότητα ισχύος αλλά και βραχυχρόνιων αποφάσεων για την ορθή κατανομή των πόρων

στον Ημερήσιο Ενεργειακό Προγραμματισμό. Οι βασικοί συμμετέχοντες αυτών των αγορών είναι οι παρακάτω:

1. **Παραγωγοί:** Διαθέτουν Άδεια παραγωγής για μονάδες εγγεγραμμένες στο Μητρώο Μονάδων.
2. **Αυτοπαραγωγοί:** κάτοχοι Άδειας Παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για δική τους χρήση που εγγέουν την περίσσεια της ενέργειας στο Σύστημα ή στο Δίκτυο.
3. **Προμηθευτές:** είναι κάτοχοι Άδειας Προμήθειας που αγοράζουν ενέργεια απευθείας μέσω του ΗΕΠ ώστε να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των πελατών τους.
4. **Έμποροι:** είναι κάτοχοι Άδειας Εμπορίας που διενεργούν συναλλαγές στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας αποκλειστικά μέσω διεθνών διασυνδέσεων των ηλεκτρικών συστημάτων της χώρας με ηλεκτρικά συστήματα όμορων χωρών.³
5. **Εισαγωγείς:** κάτοχοι Άδειας Προμήθειας ή Άδειας Εμπορίας, που προμηθεύονται ποσότητες ενέργειας από εξωτερικούς Παραγωγούς ή Προμηθευτές και εγγέουν τις ποσότητες αυτές στον ΗΕΠ μέσω των Διασυνδέσεων. Εισαγωγές μέσω των Διασυνδέσεων μπορούν να προγραμματίζουν και οι Αυτοπρομηθευόμενοι Πελάτες για δική τους χρήση.
6. **Εξαγωγείς:** κάτοχοι Άδειας Προμήθειας ή Άδειας Παραγωγής ή Άδειας Εμπορίας, που προμηθεύονται ποσότητες ενέργειας από τον ΗΕΠ ώστε να τις εξάγουν σε άλλες χώρες μέσω των διασυνδέσεων.
7. **Πελάτες :** οι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας οι οποίοι έχουν το δικαίωμα να επιλέγουν τον Προμηθευτή τους. Επίσης, έχουν το δικαίωμα να προμηθεύονται ενέργεια μέσω του ΗΕΠ για δική τους αποκλειστική χρήση.
8. **Αυτοπρομηθευόμενοι πελάτες:** κατέχουν παραγωγή ηλεκτρισμού αποκλειστικά για ίδια χρήση της ενέργειας και μπορούν να προμηθεύονται ενέργεια μέσω του Συστήματος Συναλλαγών ΗΕΠ σε περίπτωση ανάγκης.

3.5.1 Μακροχρόνια Αγορά

Περιλαμβάνει τις επιμέρους αγορές διαθεσιμότητας ισχύος (Capacity Market), και εκχώρησης μέσω δημοπρασιών, των Μακροχρόνιων Φυσικών Δικαιωμάτων Μετα-φοράς (ΦΔΜ) στις Διασυνδέσεις με τις όμορες χώρες.

³ Άρθρο 2, απόφαση με Αριθμό Δ5-ΗΛ/Β/Φ.1.20/543/οικ.20506

Έκδοση του Πρώτου Μέρους του Κανονισμού Αδειών «Άδεια Προμήθειας και Εμπορίας Ηλεκτρικής Ενέργειας» κατ' εφαρμογή του άρθρου 135 του ν. 4001/2011 (ΦΕΚ Α' 179).

3.5.1.1. Αγορά Μακροχρόνιας Διαθεσιμότητας Ισχύος (Capacity Market)

Η Αγορά Μακροχρόνιας Διαθεσιμότητας Ισχύος έχει ως στόχο τη μείωση του επιχειρηματικού κινδύνου του Παραγωγού, ο οποίος λαμβάνει αμοιβή έναντι μέρους του κόστους κεφαλαίου επένδυσης, αλλά και του προμηθευτή ο οποίος εξασφαλίζει την αποφυγή υπερβολικά υψηλών τιμών στην Χονδρεμπορική αγορά, καθώς μειώνεται ο βραχυχρόνιος κίνδυνος του Παραγωγού. Η Αγορά Μακροχρόνιας Διαθεσιμότητας Ισχύος δημιουργήθηκε για να εξασφαλίζει την επάρκεια και την ποιότητα της ηλεκτρικής ενέργειας σε μακροχρόνια βάση αμείβοντας την αξιοπιστία κάθε Μονάδας και υλοποιείται με την έκδοση από κάθε Παραγωγό Αποδεικτικών Διαθεσιμότητας Ισχύος (ΑΔΙ) που αντιστοιχούν στην πραγματική διαθεσιμότητα κάθε Μονάδας του, όπως αυτή προσδιορίζεται από το Διαχειριστή του Συστήματος.

Κάθε προμηθευτής συνάπτει με τους Παραγωγούς Συμβάσεις Διαθεσιμότητας Ισχύος (ΣΔΙ) με οικονομικούς όρους που συμφωνούνται μεταξύ τους, προκειμένου να καλύψει την επάρκεια ισχύος που του αναλογεί.

3.5.1.2 Αγορά Μακροχρόνιων Φυσικών Δικαιωμάτων Μεταφοράς(ΦΔΜ) στις Διασυνδέσεις

Η αγορά αυτή υλοποιείται μέσω δημοπρασιών για την εκχώρηση ετήσιων και μηνιαίων δικαιωμάτων που διεξάγονται από τους Διαχειριστές των Συστημάτων της Ελλάδας και των γειτονικών χωρών. Οι εγγεγραμμένοι Συμμετέχοντες υποβάλλουν κλειστές, ηλεκτρονικές προσφορές μέσω ειδικής διαδικτυακής εφαρμογής, με κανόνες δημοπράτησης που συμφωνούνται κάθε χρόνο από τους εμπλεκόμενους Διαχειριστές των δύο πλευρών κάθε Διασύνδεσης (ή ακόμη και από περισσότερους Διαχειριστές Συστημάτων), και δημοσιεύονται εκ των προτέρων στις ιστοσελίδες τους.

3.5.2 Βραχυχρόνια Αγορά: Ημερήσιος Ενεργειακός Προγραμματισμός (ΗΕΠ)

Πρόκειται για την Προ-Ημερήσια (Day-Ahead) Χονδρεμπορική Αγορά και έχει ως στόχο τον βέλτιστο προγραμματισμό της λειτουργίας των θερμικών και υδροηλεκτρικών μονάδων παραγωγής του Συστήματος, των ΑΠΕ και της διαθέσιμης ενέργειας από εισαγωγές ώστε να καλύπτεται σε ημερήσια βάση η ζήτηση από καταναλωτές, για εξαγωγές και οι απαραίτητες επικουρικές Υπηρεσίες. Πρόκειται συνεπώς για ένα μοντέλο αγοράς «Υποχρεωτικής Κοινοπραξίας» (Mandatory Pool⁴).

⁴ Το μοντέλο της Ελληνικής Αγοράς ΗΕ στο οποίο συναλλάσσεται το σύνολο της ηλεκτρικής ενέργειας και των συμπληρωματικών προϊόντων αυτής που θα παραχθούν, θα καταναλωθούν και θα διακινηθούν την επόμενη ημέρα στην αγορά. Όλοι οι συμμετέχοντες στην Ελληνική Αγορά υποχρεούνται να συμμετέχουν στην Υποχρεωτική Κοινοπραξία. Δεν επιτρέπονται φυσικές διμερείς συναλλαγές (physical bilateral transactions) μεταξύ των Συμμετεχόντων της Αγοράς.

Στα πλαίσια του ΗΕΠ πραγματοποιούνται τα εξής:

- Στην Αγορά Ενέργειας Καλύπτονται οι ποσοτικές ανάγκες των Καταναλωτών σε Ηλεκτρική Ενέργεια κατά τις ώρες που είναι απαραίτητη.
 - Προσφέρουν και αμείβονται οι εγχώριοι Παραγωγοί (θερμικών σταθμών, υδροηλεκτρικών και ΑΠΕ) και οι Εισαγωγείς (έμποροι ή προμηθευτές)
 - Αγοράζουν οι εκπρόσωποι του εγχώριου Φορτίου (Προμηθευτές και Επιλέγοντες Πελάτες) και εξαγωγείς.
- Στην Αγορά Επικουρικών Υπηρεσιών⁵ καλύπτονται οι ανάγκες των καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας για διασφάλιση της ποιότητας και αξιοπιστίας της τροφοδότησής τους.
 - Προσφέρουν και αμείβονται οι εγχώριοι Παραγωγοί (θερμικών και υδροηλεκτρικών σταθμών).
 - Αγοράζουν οι εκπρόσωποι του εγχώριου φορτίου (Προμηθευτές και Επιλέγοντες Πελάτες), και οι Εξαγωγείς (Εμποροι, Προμηθευτές και Παραγωγοί).

Η επίλυση του ΗΕΠ προσδιορίζει τον τρόπο λειτουργίας κάθε Μονάδας, τις Εισαγωγές/Εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε ώρα της επόμενης ημέρας, ώστε να μεγιστοποιείται το κοινωνικό όφελος που προκύπτει από την ικανοποίηση της ζήτησης ενέργειας και των αναγκών επικουρικών υπηρεσιών την επόμενη ημέρα λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς του Συστήματος Μεταφοράς και τεχνικούς περιορισμούς λειτουργίας των Μονάδων παραγωγής.

Με την ενσωμάτωση στον ΗΕΠ των απαραίτητων Επικουρικών Υπηρεσιών, των τεχνικών περιορισμών λειτουργίας των Μονάδων παραγωγής και των τεχνικών περιορισμών μεταφοράς του Συστήματος, οι οποίοι ενδεχομένως περιορίζουν την ποσότητα ενέργειας που δύναται να διακινείται από το Βορρά προς το Νότο, αποκαλύπτεται η πραγματική συνολική αξία της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελληνική Επικράτεια, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα ποσοτικά (όγκος και χρόνος κατανάλωσης) όσο και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της (συχνότητα, τάση και απαιτούμενη αξιοπιστία παροχής σε κάθε καταναλωτή).

Η τιμή στην οποία εκκαθαρίζεται η αγορά ενέργειας του ΗΕΠ (Οριακή Τιμή Συστήματος ή ΟΤΣ), αποτελεί την ενιαία τιμή στην οποία οι Προμηθευτές και οι Έμποροι αγοράζουν την ενέργεια που αναμένουν ότι θα απορροφήσουν από το Σύστημα οι Πελάτες τους και αμείβονται αντίστοιχα οι Παραγωγοί και οι Εισαγωγείς. Η διασφάλιση της αξιοπιστίας και της διαφάνειας

⁵ Επικουρικές υπηρεσίες είναι οι υπηρεσίες που απαιτούνται για τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του Συστήματος από τα σημεία έγχυσης στα σημεία κατανάλωσης και για τη διασφάλιση της ποιότητας παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του Συστήματος

υπολογισμού της τιμής αυτής, είναι απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη, σε επόμενη φάση, δευτερογενούς αγοράς πλήθους άλλων συμπληρωματικών προϊόντων (π.χ. παράγωγα, προθεσμιακές συμβάσεις αγοράς και πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας).

3.5.3. Αγορά Εξισορρόπησης Ενέργειας

Στο σημερινό μοντέλο λειτουργίας της Ελληνικής Αγοράς ΗΕ, η Αγορά Εξισορρόπησης Ενέργειας περιορίζεται στην Εκκαθάριση Αποκλίσεων που διενεργείται από τον Διαχειριστή του Συστήματος (ΑΔΜΗΕ), όπου ως Απόκλιση γενικά θεωρείται οποιαδήποτε διαφορά των προγραμματισθέντων στον ΗΕΠ ποσοτήτων από τα “εκ των υστέρων” μετρηθέντα. Δεν περιλαμβάνει καινούργιες Προσφορές ή με άλλο τρόπο συμμετοχή “παικτών”, παρά μόνο χρεοπιστώσεις που γίνονται από τον Διαχειριστή του Συστήματος, γι’ αυτό και δεν αποτελεί σήμερα Αγορά με την στενή έννοια του όρου. Κατά τη διαδικασία Εκκαθάρισης Αποκλίσεων υπολογίζονται:

- α. Η ποσότητα ενέργειας των Αποκλίσεων Παραγωγής-Ζήτησης και των Επιβεβλημένων καθώς και των Μη Επιβεβλημένων Μεταβολών Παραγωγής, ανά Συμμετέχοντα και Περίοδο Κατανομής.
- β. Το χρηματικό ποσό χρέωσης ή πίστωσης που αντιστοιχεί σε κάθε Συμμετέχοντα λόγω των παραπάνω Αποκλίσεων.
- γ. Το χρηματικό ποσό πίστωσης κάθε Συμμετέχοντα για την παροχή των Επικουρικών Υπηρεσιών, τη Διαθεσιμότητα Παροχής Συμπληρωματικής Ενέργειας και στο πλαίσιο των Συμβάσεων Εφεδρείας Εκτάκτων Αναγκών.
- δ. Οι χρεοπιστώσεις για το Λογαριασμό Προσαυξήσεων, το Ειδικό Τέλος για τη Μείωση Εκπομπών Αερίων Ρύπων (ΕΤΜΕΑΡ), τις Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας και τη Χρέωση Χρήσης Συστήματος.

3.6. Διαμόρφωση Οριακής Τιμής Συστήματος

Η ΟΤΣ είναι η τιμή στην οποία εκκαθαρίζεται η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι είναι η τιμή που εισπράττουν όλοι όσοι εγχέουν ενέργεια στο Σύστημα και πληρώνουν όλοι όσοι ζητούν ενέργεια από το Σύστημα. Διαμορφώνεται από τον Συνδυασμό των προσφορών τιμών και ποσοτήτων που υποβάλλουν κάθε μέρα οι διαθέσιμες μονάδες παραγωγής και του ωριαίου φορτίου ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, που διαμορφώνεται σε καθημερινή βάση από τους καταναλωτές. (ΡΑΕ,2018)

Συμπίπτει με την προσφορά της τελευταίας μονάδας που πρέπει να λειτουργήσει για να

καλυφθεί η ζήτηση. Για λόγους προστασίας των καταναλωτών και διαμόρφωσης συνθηκών υγιούς ανταγωνισμού τίθεται διοικητικά ανώτερο όριο ως προς την προσφερόμενη τιμή, το οποίο έχει τεθεί ίσο με 150€/MWh καθώς και κατώτερο επίπεδο προσφορών, το οποίο είναι το μεταβλητό κόστος της μονάδας, ώστε στις περισσότερες περιπτώσεις οι παραγωγοί να πληρώνονται το κόστος καυσίμου τους.

3.7. Μηχανισμοί Στήριξης Τιμών για ΑΠΕ

Οι Παραγωγοί που εκχέουν στο Σύστημα ενέργεια που προέρχεται από ΑΠΕ, επειδή δεν είναι επιλογή τους αν θα διαθέτουν την επιθυμητή ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται το Σύστημα σε συγκεκριμένες στιγμές, δεν τιμολογούνται όπως οι υπόλοιποι παραγωγοί των συμβατικών μονάδων. Πρόκειται για μια διαδικασία που προσπαθεί να «επιβραβεύσει» και να προστατέψει τους Παραγωγούς των ΑΠΕ με έναν μηχανισμό στήριξης ώστε να μην χρειαστεί να πληρωθούν με χαμηλές τιμές που μπορεί να προκύψουν από το Σύστημα. Το Σύστημα Εγγυημένων τιμών (FiT) παρέχει μια σταθερή τιμή σε €/MWh για τους παραγωγούς ανάλογα με την τεχνολογία και την ισχύ της μονάδας τους. Ο μηχανισμός αυτός, εφαρμόζεται μέχρι και σήμερα αλλά ενδέχεται να μετασχηματιστεί σε Σύστημα Διαφορικής Προσαύξησης. Παρακάτω, παρουσιάζονται αναλυτικά οι δύο μηχανισμοί.

3.7.1. Feed in Tariff: Σύστημα Εγγυημένων τιμών

Σύμφωνα με την ιστοσελίδα του ΛΑΓΗΕ, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Παραγωγό ή Αυτοπαραγωγό μέσω σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ή μέσω Υβριδικού Σταθμού και απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, τιμολογείται, σε μηνιαία βάση, κατά τα ακόλουθα:

α) Η τιμολόγηση γίνεται με βάση την τιμή, σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (MWh), της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφάται από το Σύστημα ή το Δίκτυο, συμπεριλαμβανομένου και του Δικτύου Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.

β) Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά την προηγούμενη περίπτωση εξαρτάται από την τεχνολογία και την ισχύ που διαθέτει και είναι σταθερή.

Σύμφωνα με τον ΛΑΓΗΕ, η τιμολόγηση των ΑΠΕ είναι η εξής.

Πίνακας 3.3 : Τιμολόγηση ΑΠΕ με FiT

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
Αιολική ενέργεια με χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος >50kW	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα
	87,85	99,45
Αιολική με εγκαταστάσεις <50kW	250	
Αιολική από υπεράκτιες εγκαταστάσεις	108,30	
Υδραυλική από μΥΗΣ με ισχύ <15 MWe	87,85	
Ηλιακή ενέργεια από Ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με σύστημα αποθήκευσης το οποίο εξασφαλίζει τουλάχιστον 2 ώρες λειτουργίας στο ονομαστικό φορτίο	284,85	
Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται από Ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής	264,85	

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία βάσει ΛΑΓΗΕ (2018)

Ειδικά για τα Φωτοβολταϊκά εισήχθησαν καινούργιες ρυθμίσεις αναπροσαρμόζοντας τις τιμές μεσοπρόθεσμα και συνδέοντάς τες απευθείας με την μέση Οριακή Τιμή του Συστήματος (ΟΤΣ) μακροπρόθεσμα. Πιο συγκεκριμένα, η τιμολόγηση της ενέργειας από Φωτοβολταϊκούς σταθμούς στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα (πλην εκείνων του ειδικού προγράμματος για Φ/Β σε κτίρια) γίνεται με βάση τον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.4 : Τιμολόγηση Φ/Β στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα

Έτος/ μήνας	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
	>100kW	<=100 kW
2012 Αύγουστος	180	225
2013 Φεβρουάριος	171.9	214.88
2013 Αύγουστος	164.16	205.21
2014 Φεβρουάριος	156.78	195.97
2014 Αύγουστος	149.72	187.15
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά:	1.39* $\mu\text{OT}\Sigma_{v-1}$	1,4* $\mu\text{OT}\Sigma_{v-1}$

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία βάσει ΛΑΓΗΕ (2018)

3.7.2. Feed in Premium: Σύστημα Διαφορικής Προσαύξησης

Το Feed in Premium (FiP) είναι ο νέος τρόπος αποζημίωσης των παραγωγών ΑΠΕ που βασίζεται στην ανάπτυξη ενός μηχανισμού λειτουργικής ενίσχυσης. Ο μηχανισμός διαφορικής προσαύξησης προσφέρει στην ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ μια πριμοδότηση (premium) πάνω από την τιμή άμεσης παράδοσης αγοράς ηλεκτρισμού. Το στοιχείο αυτό διαφοροποιεί τον μηχανισμό FiP από τον αντίστοιχο των σταθερών εγγυημένων τιμών (FIT), αφού στο πλαίσιο του τελευταίου η αποζημίωση των ΑΠΕ είναι ανεξάρτητη από την τιμή της αγοράς. Αντίθετα, στην περίπτωση του μηχανισμού FiP, η συνολική αποζημίωση που λαμβάνουν οι ΑΠΕ εξαρτάται από την τιμή της αγοράς ηλεκτρισμού, είτε η πριμοδότηση (premium) είναι σταθερή είτε εξαρτάται και αυτή από την τιμή της αγοράς. Ο μηχανισμός αυτός έχει ψηφιστεί από την 1^η Ιανουαρίου 2016 αλλά δεν έχει τεθεί σε ισχύ. Από την στιγμή που θα ξεκινήσει, οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που τίθενται σε λειτουργία στο διασυνδεδεμένο Σύστημα ή Δίκτυο, συμμετέχουν στην αγορά ενέργειας και εκκαθαρίζονται σύμφωνα αυτόν.

Η διαφορική Προσαύξηση υπολογίζεται σε μηνιαία βάση σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (€/MWh) ως η διαφορά της ειδικής τιμής αγοράς της συγκεκριμένης Τεχνολογίας ΑΠΕ από την Τιμή Αναφοράς που διέπει τη Σύμβαση Λειτουργικής Ενίσχυσης Διαφορικής Προσαύξησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και η οποία ορίζεται ανά τεχνολογία και ανά κατηγορία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Π= T.A. – E.T.A.

- Ειδική Τιμή Αγοράς (E.T.A.): η ανηγμένη μεσοσταθμική αξία της εγχεόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (€/MWh) ανά τεχνολογία Α.Π.Ε.
- Τιμή Αναφοράς (T.A.): η τιμή σε ευρώ ανά μεγαβατώρα (€/MWh) στη βάση της οποίας υπολογίζεται μηνιαίως η Λειτουργική Ενίσχυση, με τη μορφή της Διαφορικής Προσαύξησης ή της Σταθερής Τιμής, για την αποζημίωση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς Α.Π.Ε και Σ.Η.Θ.Υ.Α.. Η τιμή αυτή καθορίζεται ανά τεχνολογία ή ανά κατηγορία σταθμών, ή ανά έργο αν αυτή προκύπτει από διενέργεια ανταγωνιστικών διαδικασιών.

Για τους Σταθμούς Μη Ελεγχόμενης παραγωγής (Αιολικά, Φωτοβολταϊκά και Μικρά Υδροηλεκτρικά) η ειδική τιμή αναφοράς υπολογίζεται με βάση την ανηγμένη μηνιαία μεσοσταθμική αξία ηλεκτρικής ενέργειας της εκάστοτε τεχνολογίας ΑΠΕ που προκύπτει στη βάση της Οριακής Τιμής Συστήματος, ενώ λαμβάνονται υπόψη και οι λοιποί μηχανισμοί της Χονδρεμπορικής αγοράς για την αντίστοιχη μηνιαία περίοδο υπολογισμού. Για τους Σταθμούς ελεγχόμενης Παραγωγής (Μεγάλα Υδροηλεκτρικά) η ΕΤΑ υπολογίζεται με βάση τη μέση μηνιαία τιμή της ΟΤΣ, ενώ μπορεί να λαμβάνονται υπόψη και οι λοιποί μηχανισμοί της αγοράς (ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 4414,2016).

Πίνακας 3.5 : Ενδεικτικός Πίνακας Τιμών Αναφοράς

Κατηγορία Σταθμών	T.A. (€/MWh)
Αιολική Ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις	98
Αιολική Ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις στα ΜΔΝ	98
Υδραυλική Ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς Σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ <3MWe	100
Υδραυλική Ενέργεια που αξιοποιείται με μικρούς υδροηλεκτρικούς Σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ από 3MWe έως 15 MWe	97
Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται με ηλιοθερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς σύστημα αποθήκευσης	257
Ηλιακή ενέργεια που αξιοποιείται με ηλιοθερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με σύστημα αποθήκευσης, το οποίο εξασφαλίζει τουλάχιστον 2 ώρες ονομαστικό φορτίο	278

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία βάσει Νόμου υπ' αριθμ. 4414 (2016)

Θεωρητικά, η αποζημίωση που λαμβάνουν οι ΑΠΕ στο πλαίσιο του μηχανισμού FIP μπορεί να σχεδιαστεί για να εξυπηρετήσει δύο στόχους:

- 1) να αντιπροσωπεύει τα περιβαλλοντικά και/ή κοινωνικά οφέλη της παραγωγής από ΑΠΕ.
- 2) να προσεγγίζει αποτελεσματικότερα το κόστος παραγωγής από ΑΠΕ που το συνδέει με την δυναμική της τιμής άμεσης παράδοσης της αγοράς.

Ο μηχανισμός εγγυημένων διαφορικών τιμών γενικά:

1. Είναι πιο κατάλληλος για να βελτιστοποιήσει τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην αγορά. Συγκεκριμένα, μπορεί να δημιουργήσει κίνητρα για την αποτελεσματικότερη διαχείριση των ΑΠΕ (παραγωγή σε ώρες αιχμής, εγκατάσταση σε περιοχές με υψηλότερες τοπικές τιμές ηλεκτρισμού), την αποτελεσματικότερη διαχείριση δικτύου και την καλύτερη παροχή επικουρικών υπηρεσιών.
2. Είναι πιο συμβατός με τα απελευθερωμένο μοντέλο της αγοράς. Αν και αυτό το χαρακτηριστικό από μόνο του, δεν αποτελεί οπωσδήποτε πλεονέκτημα, είναι γεγονός ότι ο μηχανισμός FIP ενσωματώνει καλύτερα την αξία του ηλεκτρισμού στη συνολική αποζημίωση που λαμβάνουν οι ΑΠΕ
3. Ενθαρρύνει τον ανταγωνισμό ανάμεσα στις τεχνολογίες και τις μονάδες παραγωγής.

3.8. Διαμόρφωση Τιμής Καταναλωτή

Οι τιμές τελικής χρήσης ορίζονται ως η μέση τιμή μονάδας που καταβάλλεται αποτελεσματικά από μια κατηγορία καταναλωτών για μια χρονική περίοδο. Κατά περίπτωση, οι τιμές τελικής χρήσης περιλαμβάνουν όλες τις διάφορες μορφές φορολογίας που επηρεάζουν το τελικό ποσό που δαπανώνται από τους τελικούς χρήστες.

Οι τιμές τελικής χρήσης διαφέρουν χρονικά, σε όλες τις χώρες και σε όλες τις κατηγορίες καταναλωτών. Για παράδειγμα, οι βιομηχανικοί καταναλωτές τείνουν να καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες ενεργειακών προϊόντων, με αποτέλεσμα τη μείωση των μοναδιαίων τιμών μέσω οικονομιών κλίμακας.

Τελική Τιμή Χρήσης = Τιμή Προ Φόρου + Συνολικός Φόρος

- ❖ Η τιμή χωρίς φόρο ορίζεται ως η συνιστώσα των τιμών που αντιστοιχεί σε όλα τα μη φορολογικά έξοδα, συμπεριλαμβανομένων των εξόδων κατασκευής, της διανομής και του δικτύου, καθώς και τα περιθώρια κέρδους για τις εταιρείες που εμπλέκονται στην αλυσίδα παραγωγής.
- ❖ Ο συνολικός φόρος ορίζεται ως η συνολική φορολογική δαπάνη ανά μονάδα πωλήσεων που καταβάλλεται πραγματικά από τους καταναλωτές, συμπεριλαμβανομένων των

φόρων σε εθνικό και υποεθνικό επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη φορολογικές απαλλαγές και αποδόσεις.

$$\text{Συνολικός Φόρος} = \text{Ειδικοί Φόροι} + \text{ΦΠΑ}$$

Γράφημα 3.4 : ΦΠΑ

From	To	General %	Reduced %
15.03.10	30.06.10	21	10
01.07.10	31.12.10	23	11
01.01.11	31.05.16	23	13
01.06.16	now	24	13

Πηγή: IEA,2017

Οι Ειδικοί Φόροι που περιλαμβάνονται στην τελική τιμή ρεύματος είναι πέντε και παρατίθενται παρακάτω:

1. Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης

Το Κράτος με νομοθετική ρύθμιση επέβαλε σε όλους τους Καταναλωτές τον Ειδικό Φόρο Κατανάλωσης (ΕΦΚ) στους λογαριασμούς ρεύματος. Η επιβολή του (ΕΦΚ) ξεκίνησε από 2.5.2010. Τον ΕΦΚ χρεώνονται όλοι οι καταναλωτές ανεξαρτήτως του Προμηθευτή Ηλεκτρικής Ενέργειας που έχουν επιλέξει. Ο ΕΦΚ χρεώνεται μόνο στους εκκαθαριστικούς λογαριασμούς, υπολογίζεται επί της κατανάλωσης και υπόκειται σε ΦΠΑ.

Τύπος υπολογισμού: τιμή ΕΦΚ x kWh

2. Χρεώσεις που αφορούν τις Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας – ΥΚΩ

Αφορούν σε χρέωση όλων των πελατών για υπηρεσίες όπως, παροχή ρεύματος στους κατοίκους των μη διασυνδεδεμένων νησιών και παροχή ειδικού τιμολογίου στους πολύτεκνους και δικαιούχους του Κοινωνικού Τιμολογίου.

3. Ειδικό τέλος μείωσης εκπομπών αερίων ρύπων – ETMEAP

Το τέλος αυτό προορίζεται για την αποζημίωση των παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Αποτελεί τη συνεισφορά όλων μας στη μείωση εκπομπών αερίων ρύπων μέσω προώθησης των ΑΠΕ. Οι μοναδιαίες χρεώσεις για το ETMEAP βασίζονται στην εκάστοτε ισχύουσα νομοθεσία. Το Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αερίων Ρύπων υπόκειται σε ΦΠΑ.

Για τους βιομηχανικούς καταναλωτές, τα ποσοστά διαφοροποιούν την κατανάλωση χαμηλής, μεσαίας και υψηλής τάσης, με ένα ανώτατο όριο στο συνολικό ποσό που καταβάλλεται από έναν μεμονωμένο καταναλωτή σε ένα έτος. Για οικιακούς καταναλωτές, τα ποσοστά διαφοροποιούνται μεταξύ των ζωνών κατανάλωσης.

Τύπος υπολογισμού : τιμή ETMEAP x kWh

4. Ειδικό τέλος 5%

Πρόκειται για χρεοπίστωση που αποδίδεται στο κράτος

Η εκτιμώμενη μέση επιβάρυνση λόγω ΕΙΔ.ΤΕΛ 5‰ είναι της τάξης των 0,5 ευρώ ανά 1.000 kWh. Επισημαίνεται ότι η χρέωση για ΕΙΔ.ΤΕΛ 5‰ υπολογίζεται στους εκκαθαριστικούς λογαριασμούς επί της αξίας του καταναλισκόμενου ρεύματος προσαυξημένης με τη χρέωση του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης. Δεν υπόκειται σε χρέωση ΦΠΑ.

Τύπος υπολογισμού: αξία ρεύματος – αξία ΑΠΕ + αξία ΕΦΚ x 0,005

5. Ελληνική ραδιοφωνία τηλεόραση ανώνυμη εταιρία – ΕΡΤ

Οι προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας είναι υποχρεωμένοι να εισπράττουν μέσω των λογαριασμών ρεύματος το ανταποδοτικό τέλος υπέρ της εταιρίας ΕΡΤ Α.Ε. Το ύψος του ανταποδοτικού τέλους ανέρχεται στο ποσό των 3€ μηνιαίως (δηλαδή 36€ το χρόνο), ανά παροχή ηλεκτρικού ρεύματος και υπολογίζεται σε κάθε λογαριασμό των προμηθευτών ηλεκτρικής ενέργειας για τη χρονική περίοδο στην οποία αυτός αναφέρεται.

Οι τιμές ηλεκτρικής ενέργειας συλλέγονται συχνά μέσω ερευνών εταιρειών κοινής ωφέλειας. Οι τιμές των καυσίμων για τον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συχνά λαμβάνονται με τη διεξαγωγή έρευνας όλων των εταιρειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια αποτελεί μια ιδιαίτερη πρόκληση, καθώς οι τιμές τελικής χρήσης ρυθμίζονται συχνά μέσω πολλαπλών τιμολογίων που περιλαμβάνουν σταθερά και μεταβλητά στοιχεία, καθώς και διακρίσεις στην τιμολόγηση για διαφορετικές κατηγορίες κατανάλωσης (ζώνες κατανάλωσης). Οι περισσότερες χώρες είναι σε θέση να παρέχουν μέσες τιμές τελικής χρήσης μέσω ερευνών χρησιμότητας. Ωστόσο, σε ορισμένες χώρες, οι μέσες τιμές μονάδας δεν υπάρχουν και συνεπώς έχουν επιλεγεί επιλεγμένοι δασμολογικοί συντελεστές.

Σε πολλές χώρες, οι βιομηχανικοί καταναλωτές μπορούν να αγοράζουν φυσικό αέριο και ηλεκτρισμό μέσω ιδιωτικών συμβάσεων αντί μέσω της ρυθμιζόμενης αγοράς, με μεταβλητές και συχνά εμπιστευτικές ρυθμίσεις τιμολόγησης. Με τον τρόπο αυτό, ο υπολογισμός των μέσων τιμών τελικής χρήσης για τους βιομηχανικούς καταναλωτές είναι ιδιαίτερα προκλητικός. (IEA,2017)

Γράφημα 3.5 :Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας για βιομηχανίες και νοικοκυριά

Electricity for industry (per megawatt hour)						Electricity for households (per megawatt hour)				
	Ex-tax price	Excise tax	VAT	Total tax	Total price	Ex-tax price	Excise tax	VAT	Total tax	Total price
2006	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2008	76.80	--	--	--	76.80	98.20	0.20	8.90	9.10	107.30
2009	78.00	4.00	--	4.00	82.00	100.00	0.30	9.00	9.30	109.30
2010	74.30	11.70	--	11.70	86.00	96.70	11.80	11.10	22.90	119.60
2011	77.90	12.35	--	12.35	90.25	101.40	8.60	14.40	23.00	124.40
2012	86.45	17.60	--	17.60	104.05	106.85	17.45	16.15	33.60	140.45
2013	87.15	19.75	--	19.75	106.90	118.15	26.10	18.75	44.85	163.00
2014	87.35	20.25	--	20.25	107.60	121.00	36.20	20.40	56.60	177.60
2015	82.70	12.25	--	12.25	94.95	121.90	34.65	20.35	55.00	176.90
2016	72.10	17.45	--	17.45	89.55	117.35	35.05	19.55	54.60	171.95
3Q2016	68.80	17.40	--	17.40	86.20	118.50	34.30	19.50	53.80	172.30
4Q2016	68.80	17.40	--	17.40	86.20	118.50	34.30	19.50	53.80	172.30
1Q2017	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2Q2017	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3Q2017	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Πηγή: IEA,2017

3.9. Συμπεράσματα

Το Θεσμικό Πλαίσιο για την Ηλεκτρική Ενέργεια σε Ευρώπη και Ελλάδα έχει υποστεί αρκετές μεταρρυθμίσεις τις τελευταίες δεκαετίες με σκοπό την ενσωμάτωση και ανάπτυξη των ΑΠΕ στην παραγωγή με κύριο στόχο την μείωση της κλιματικής αλλαγής. Η Ελλάδα, έχει αυξήσει αισθητά την παραγωγική της ισχύ από ΑΠΕ και ιδιαίτερα στα Φωτοβολταϊκά Πάνελ. Ένας σημαντικός παράγοντας για την προώθηση των ΑΠΕ είναι ο μηχανισμός στήριξης της τιμής με την οποία αμείβεται ο παραγωγός από ΑΠΕ. Μέχρι στιγμής εφαρμόζεται το FiT αλλά σύντομα θα ξεκινήσει ο νέος μηχανισμός FiP, με τον οποίο οι παραγωγοί θα εισπράττουν παραπάνω χρήματα με σκοπό να κινητοποιήσουν τους επενδυτές για νέες μονάδες ΑΠΕ στην χώρα μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Μοντέλο Μετάβασης της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας

4.1. Εισαγωγή

Η μεγαλύτερη σταθερά της σύγχρονης εποχής είναι η αλλαγή. Η επιτάχυνση των αλλαγών της τεχνολογίας, του πληθυσμού και της οικονομικής δραστηριότητας μετασχηματίζει τον κόσμο μας. Μερικές από τις αλλαγές είναι υπέροχες. Άλλες όμως, καταστρέφουν τον πλανήτη, υποσκάπτουν το ανθρώπινο πνεύμα και απειλούν την επιβίωσή μας. Πολύ συχνά, οι καταβαλλόμενες προσπάθειες για την επίλυση πιεστικών προβλημάτων οδηγούν σε αντιστάσεις στις πολιτικές, και έπειτα προκύπτουν απρόβλεπτες αντιδράσεις άλλων ανθρώπων ή της φύσης. Έτσι, πολλές φορές οι καλύτερες προσπάθειες για την επίλυση ενός προβλήματος, κάνουν τα πράγματα χειρότερα (Sternan,2000). Η Συστημική Δυναμική (System Dynamics) είναι μια προσέγγιση για την κατανόηση σύνθετων συστημάτων με την πάροδο του χρόνου. Συγκεκριμένα, η SD είναι μια μεθοδολογία προσομοίωσης συστημάτων και μοντέλων για την ανάλυση της δυναμικής πολυπλοκότητας σε κοινωνικοοικονομικά και τεχνολογικά συστήματα. Μέσω της σύνθετης σχέσης μεταξύ των διαφόρων στοιχείων του συστήματος, η SD καθιερώνει ένα σχετικά αποτελεσματικό μοντέλο, το οποίο μπορεί να επιτύχει τον προκαθορισμένο στόχο και να ανταποκριθεί στις προκαθορισμένες απαιτήσεις. Με βάση την αρχή της σκέψης του συστήματος και της θεωρίας ελέγχου ανατροφοδότησης, η SD βοηθά στην κατανόηση της χρονικά μεταβαλλόμενης συμπεριφοράς σύνθετων συστημάτων (Zhao et al, 2018).

Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζεται ένα μοντέλο προσομοίωσης - με τη μέθοδο της συστημικής δυναμικής –σχετικά με την δομή της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα και την διαμόρφωση της παραγωγικής ισχύος και των τιμών, έπειτα από επενδύσεις και από-επενδύσεις στις διάφορες μορφές. Αρχικά ορίζεται το πρόβλημα μετάβασης που μοντελοποιείται και στη συνέχεια αναπτύσσεται η δυναμική υπόθεση. Ακολουθεί η περιγραφή του μοντέλου προσομοίωσης και των παραμέτρων του μοντέλου. Τέλος, εξετάζεται η συμπεριφορά του συστήματος, βάσει των αποτελεσμάτων του μοντέλου για συγκεκριμένα σενάρια και στρατηγικές.

Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε αναπτύχθηκε σε περιβάλλον συστημικής δυναμικής με το λογισμικό Powersim Studio 2009. Οι προσομοιώσεις πραγματοποιήθηκαν για την χρονική περίοδο 2018-2060, για την επίτευξη μακροχρόνιων συμπερασμάτων.

4.2. Ορισμός Προβλήματος

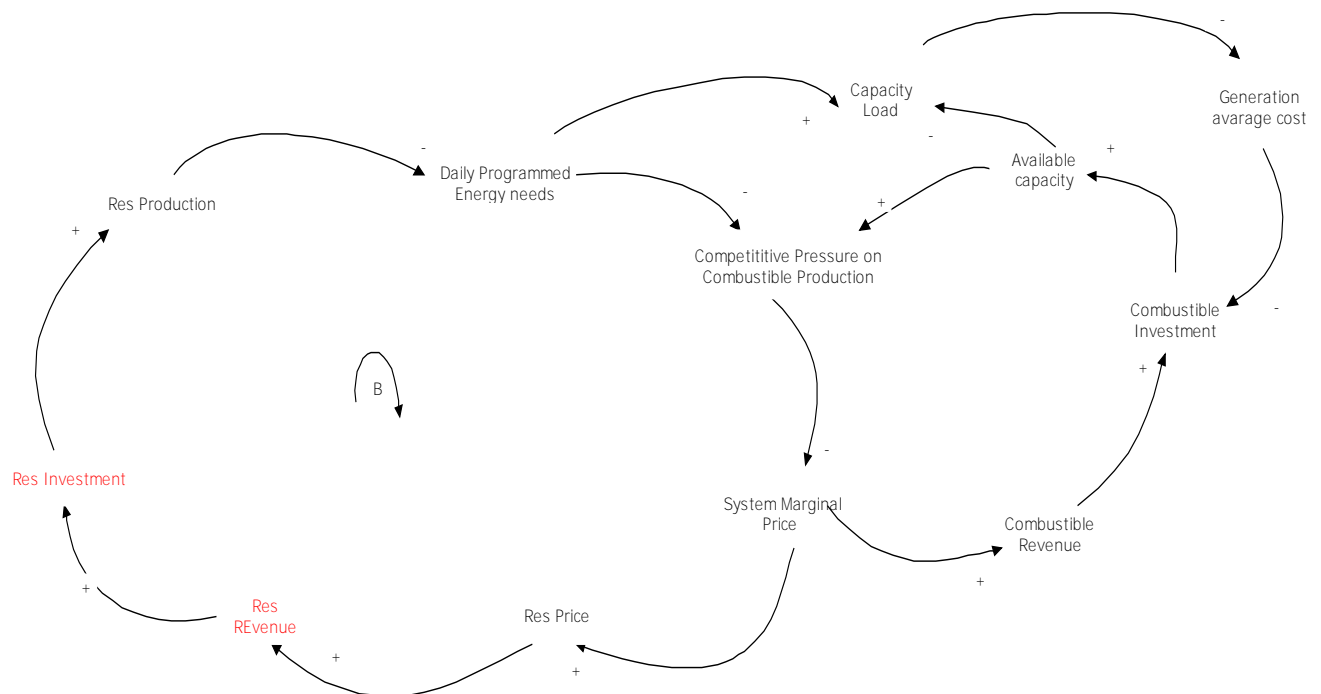
Η μετάβαση της ενέργειας από τις συμβατικές μορφές στις ανανεώσιμες είναι απαραίτητη για την δημιουργία ενός βιώσιμου περιβάλλοντος. Η κλιματική αλλαγή έχει γίνει αισθητή, πράγμα που ενισχύει την επιτάχυνση της διάχυσης των ΑΠΕ. Το πρόβλημα της ανάπτυξης τους είναι καθαρά οικονομικό. Αν και έχουν υψηλό κόστος επένδυσης, μακροχρόνια αποδίδουν κέρδη. Στην συνέχεια, θα γίνει μια προσπάθεια για μοντελοποίηση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα με σκοπό να αναλυθεί η μετάβαση στις ΑΠΕ μέσα από τις νέες επενδύσεις σε αιολική, ηλιακή και υδροηλεκτρική ενέργεια. Παράλληλα, γίνονται επενδύσεις και σε άνθρακα και φυσικό αέριο, αλλά σε μικρότερο βαθμό, διότι η μετάβαση στις ΑΠΕ δεν μπορεί να είναι ριζική, αλλά σταδιακή. Έτσι θα δούμε πως διαμορφώνεται το νέο ενεργειακό μίγμα παραγωγικής ισχύος στην χώρα μας. Τέλος, λαμβάνονται υπόψιν και οι μηχανισμοί στήριξης τιμών των Παραγωγών ΑΠΕ για την μελέτη της εξέλιξης των τιμών με την πάροδο του χρόνου.

4.3. Σχηματισμός Δυναμικών Υποθέσεων

Με την χρήση διαγράμματος βρόχων αιτιότητας παρουσιάζονται οι Δυναμικές αλληλεπιδράσεις του μοντέλου στο σύστημα. Το Διάγραμμα Βρόχου Αιτιότητας είναι ένα εργαλείο με το οποίο απεικονίζεται η δομή ανατροφοδότησης των συστημάτων. Σε κάθε αιτιώδη σύνδεση αποδίδεται πολικότητα, είτε θετική (+) είτε αρνητική (-), ώστε να κατανοηθεί ο τρόπος με τον οποίο αλλάζει η εξαρτημένη μεταβλητή όταν αλλάζει η ανεξάρτητη μεταβλητή. Οι σημαντικοί βρόχοι επισημαίνονται με έναν αναγνωριστικό βρόχο, ο οποίος έχει φορά στην ίδια κατεύθυνση με το βρόχο στον οποίο αντιστοιχεί. Απεικονίζει αν ο βρόχος έχει θετική/ενισχυτική (R) ή αρνητική/εξισορροπητική (B) λειτουργία (Sterman, 2000).

Σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα, η αύξηση της παραγωγής από ΑΠΕ (Res Production) θα προκαλέσει μείωση στις ανάγκες του ΗΕΠ (Daily Programmed Energy Needs. Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του ανταγωνισμού (Competitive Pressure on Combustible Production) μεταξύ των παραγωγών συμβατικών μονάδων. Όσο λοιπόν, μειώνεται η ποσότητα ενέργειας από συμβατικές, μειώνονται και οι προσφορές των παραγωγών στον ΗΕΠ και έτσι πέφτει η τιμή της ΟΤΣ (System Marginal Price). Με τον μηχανισμό FIT οι παραγωγοί έχουν σταθερή εγγυημένη τιμή οπότε δεν τους επηρεάζει η μείωση της οριακής τιμής συστήματος. Αντίθετα, με τον νέο μηχανισμό FIP για τις ΑΠΕ οι παραγωγοί πληρώνονται βάσει της τιμής συστήματος αλλά με μια πριμοδότηση. Συνεπώς, αν μειωθεί η ΟΤΣ θα μειωθούν και τα κέρδη των παραγωγών. Την Περίπτωση αυτή θα μελετήσουμε παρακάτω στο μοντέλο προσομοίωσης. Στην περίπτωση που του FIT οδηγεί οι Παραγωγοί έχουν αύξηση στα κέρδη τους σε σχέση με τις συμβατικές. Στο διάγραμμα βρόχου έχει σημειωθεί με κόκκινο χρώμα η αύξηση των

Γράφημα 4.1 : Διάγραμμα Βρόχου Αιτιότητας



4.4. Περιγραφή Μοντέλου Προσομοίωσης

46

Πίνακας 4.1 : Βασικές Μεταβλητές του Μοντέλου

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
Non RES-Capacity	Παραγωγική Ισχύς από λιγνίτη, φυσικό αέριο και υδροηλεκτρικά.	MW/yr
Capacity Investment policy	Πολιτική Επένδυσης Παραγωγικής Ισχύς στις Συμβατικές μορφές ενέργειας	%
Decommissioning	Απόσυρση Συμβατικών Μονάδων	MW/yr
Decommissioning Policy	Πολιτική Απόσυρσης Συμβατικών μονάδων	%
Total non-RES production load	Συνολικός Ρυθμός παραγωγής από Συμβατικές μονάδες	%
Long-term Contracts	Μακροχρόνιες Συμβάσεις	MW/yr
Long-term Policy	Μακροχρόνια Πολιτική	%
Committed Capacity	Δεσμευμένη Παραγωγική Ισχύς από μακροχρόνια συμβόλαια	MW
Source Ratio	Δείκτης Παραγωγικής Ισχύος	%
GHG emission	Εκπομπές Αερίων Θερμοκηπίου	Kg/yr
Residual Production	Υπόλοιπη Παραγόμενη Ενέργεια	MWh/yr
Demand	Ζήτηση	MWh/da
Long-term Contract Supply	Μακροχρόνιες Συμβάσεις Προσφοράς	MWh/da
1 st year Demand	Ζήτηση ΗΕ το προηγούμενο έτος	MWh/da
Demand Change	Μεταβολή της Ζήτησης	%/yr
SMP	Οριακή Τιμή Συστήματος	€/MWh
RES Supply	Προσφορά ΑΠΕ	MWh/da
RES Production Rate	Ρυθμός Παραγωγής από ΑΠΕ	%
Total RES Production	Συνολική Παραγωγή από ΑΠΕ	MWh
RES Load	Ρυθμός Παραγωγικής Λειτουργίας ΑΠΕ	%
RES Capacity	Παραγωγική Ισχύς από ΑΠΕ	MW
RES Decommissioning Rate	Ρυθμός Απόσυρσης ΑΠΕ	%
RES Decommissioning	Απόσυρση ΑΠΕ	MW/yr
RES Investment Policy	Πολιτική Επένδυσης ΑΠΕ	%
RES Investment	Επένδυση σε ΑΠΕ	MW/yr

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Για την μελέτη της μεταβολής του συγκεκριμένου συστήματος, θα εξετάσουμε τα εξής:

- την μεταβολή της παραγωγικής Ισχύος ανά Τεχνολογία,
- την μεταβολή της παραγωγής ανά μορφή ενέργειας και της ζήτησης ,
- την μεταβολή της οριακής τιμής συστήματος και

Για την κατανόηση του μοντέλου χρειάζεται η περιγραφή των πιο σημαντικών μεταβλητών και σχέσεων.

New non-RES capacity= (non RES capacity * capacity investment policy)/yr

Η νέα παραγωγική ισχύς εξαρτάται από την πολιτική επένδυσης στις τρεις μορφές συμβατικών ενεργειών (λιγνίτη, φυσικό αέριο και υδροηλεκτρικά).

Residual Production (1, 2, 3) = source ratio * (Demand- Long-term supply-Total RES Production)

Η υπόλοιπη παραγωγή ενέργειας που απαιτείται για να καλυφθεί η ζήτηση (όπου 1 ο λιγνίτης, 2 το φυσικό αέριο και 3 η υδροηλεκτρική).

SMP= 46.22 -0.000232*demand +0.0000226*Total RES production+ 0.000329*Residual Production (1) + 0.000524*Residual Production (3) +0.000270*Residual Production (2)

Με την χρήση των ημερήσιων δεδομένων από τον ΛΑΓΗΕ, τρέξαμε μια παλινδρόμηση για να δούμε πως επηρεάζεται η οριακή τιμή συστήματος από τις παραπάνω μεταβλητές.

New RES capacity= RES capacity * RES investment Policy

Η νέα παραγωγική ισχύς από ΑΠΕ, εξαρτάται από την πολιτική επένδυσης που θα εφαρμοστεί στις δύο μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούμε, την αιολική και την ηλιακή.

Demand= 1st year Demand * Aggregate Demand Change

Η ζήτηση ισούται με την ζήτηση του προηγούμενου έτους σε συνδυασμό με το συνολικό ποσοστό μεταβολής της.

Committed Capacity= Long Term Policy * Non RES Capacity

Η δεσμευμένη ισχύς για τα μακροχρόνια συμβόλαια εξαρτάται από την πολιτική δέσμευσης(σε ποσοστό). Η πολιτική αυτή εξαρτάται από την συμφωνία μεταξύ των δύο για την ποσότητα ισχύος που θα δεσμευτεί.

4.4.1. Παραδοχές

Για την υλοποίηση της προσομοίωσης, έγιναν ορισμένες παραδοχές με σκοπό την απλοποίηση του.

- ✓ Στις Συμβατικές μορφές ενέργειας λαμβάνουμε υπόψιν τον Λιγνίτη, το Φυσικό Αέριο και τα Υδροηλεκτρικά διότι είναι ελεγχόμενη μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας
- ✓ Στις Ανανεώσιμες μορφές ενέργειας περιλαμβάνονται η αιολική και η ηλιακή ενέργεια από φωτοβολταϊκά
- ✓ Δεν περιλαμβάνονται οι εισαγωγές και οι εξαγωγές.
- ✓ Δεν υπολογίζεται η παραγωγική ισχύς που είναι δεσμευμένη από τα μακροχρόνια συμβόλαια.
- ✓ Δεν λαμβάνεται υπόψη η μεταβολή της τιμής του καταναλωτή, η οποία επηρεάζει την ζήτηση (φορολογία κτλ.)
- ✓ Θεωρούμε ότι δεν υπάρχει ανώτατο σημείο Παραγωγικής Ισχύος και οι Επενδύσεις γίνονται ετησίως

4.4.2. Μεταβλητές Στρατηγικής

Οι μεταβλητές Στρατηγικής είναι οι επιλεγμένες μεταβλητές απόφασης που είναι ενδογενείς στο Σύστημα. Οι δύο παρακάτω στρατηγικές θεωρήθηκαν ως κρίσιμες για μελέτη για τη συγκεκριμένη προσομοίωση:

1. Capacity Investment Policy: Η πολιτική που εφαρμόζεται για την επένδυση στις συμβατικές μορφές. Στόχος του μοντέλου είναι η σταδιακή μείωση τους για την αύξηση της πράσινης ενέργειας στο σύστημα.
2. RES Investment: Η επένδυση που αφορά την αιολική, ηλιακή και υδροηλεκτρική ενέργεια στο σύστημα.

4.4.3. Μεταβλητές Σεναρίου

Στο πρόβλημα που εξετάζεται επιλέχθηκαν επίσης κάποιες μεταβλητές σεναρίου οι οποίες είναι

εξωγενείς στο Σύστημα. Οι αλλαγές στις τιμές τους επιφέρουν ενδιαφέρουσες αλλαγές στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 4.2 : Σενάρια Προσομοίωσης

Decommissioning Policy: <ul style="list-style-type: none"> • Coal • Natural Gas • Hydro
RES Decommissioning Policy: <ul style="list-style-type: none"> • Wind • Solar
Feed in Tariff
Feed in Premium
Interest
Demand Change
RES Premiun: <ul style="list-style-type: none"> • Wind • Solar
RES Load : <ul style="list-style-type: none"> • Wind • Solar
Investment Cost Change: <ul style="list-style-type: none"> • RES technologies • Non-RES technologies

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Πίνακας 4.3 : Συγκεντρωτικός Πίνακας Στρατηγικών και Σεναρίων Προσομοίωσης.

Στρατηγικές				
Capacity Investment Policy of Coal	0%	5%	10%	15%
capacity Investment Policy of Natural Gas	0%	5%	10%	15%
capacity Investment Policy of hydro	0%	5%	10%	15%
RES investment Policy of Wind	0%	5%	10%	15%
REs investment Policy of Solar	0%	5%	10%	15%
Σενάρια				
FIT-FIP	FIT	FIP		
Interest	3%	5%	7%	9%
RES Premium- Wind	5%	10%	15%	20%
RES Premium- Solar	5%	10%	15%	20%
RES Load-Wind	20%	25%	30%	35%
RES Load-Solar	20%	25%	30%	35%
Decommissioning Rate Of Coal	0%	1%	5%	10%
Decommissioning Rate Of Natural Gas	0%	1%	2%	10%
Decommissioning Rate Of Hydro	0%	1%	2%	10%
RES Decommissioning Rate of Wind	0%	1%	2%	10%
RES decommissioning Rate of Solar	0%	1%	2%	10%
Demand Change	-2%	-1%	0%	1%
Non- RES Investment Cost Change	-2%	-1%	0%	1%
RES Investment Cost Change	-2%	-1%	0%	1%

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Συνδυάζοντας τις μεταβλητές σεναρίων και στρατηγικής, δημιουργήσαμε 8 διαφορετικά σενάρια για την κάθε πολιτική τιμολόγησης των ΑΠΕ, τα οποία περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

Πίνακας 4.4 : Σενάριο Βάσης

Όνομα μεταβλητής	Μονάδες μέτρησης	Τιμή σεναρίου βάσης
Capacity Investment Policy of Coal	%	5
capacity Investment Policy of Natural Gas	%	5
capacity Investment Policy of hydro	%	5
RES investment Policy of Wind	%	5
REs investment Policy of Solar	%	5
FIT-FIP		
Interest	%	5
RES Premium- Wind	%	10
RES Premium- Solar	%	10
RES Load-Wind	%	25
RES Load-Solar	%	25
Decommissioning Rate Of Coal	%	10
Decommissioning Rate Of Natural Gas	%	1
Decommissioning Rate Of Hydro	%	1
RES Decommissioning Rate of Wind	%	1
RES decommissioning Rate of Solar	%	1
Demand Change	%	0
Non- RES Investment Cost Change	%	0
RES Investment Cost Change	%	0

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα υπόλοιπα σενάρια με τις μεταβλητές που άλλαξαν τα οποία πραγματοποιήθηκαν δύο φορές. Μία για την FIT και μια για FIP.

Πίνακας 4.5 : Μεταβολές Σεναρίων.

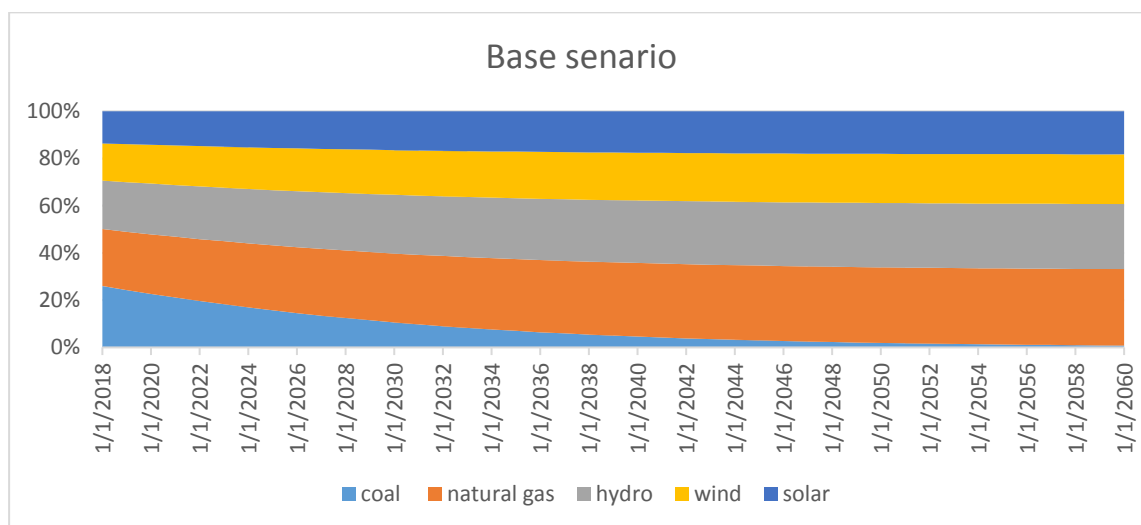
Σενάριο	Τιμή σεναρίου
Natural Gas and Hydro Investment	15%
Wind and Solar Investment	15%
Interest	7%
RES Load (Wind and Solar)	30%
Demand Change	-1%
Investment Cost Change (RES and Non-RES)	-1%
Natural Gas, Hydro Investment and Coal, Wind and Solar decommission	15%,5%
Wind, Solar Investment and Coal, natural gas and Hydro decommission	15%,5%

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

4.5 Αποτελέσματα Προσομοίωσης

Σύμφωνα με τα σενάρια που περιγράφονται παραπάνω, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα. Η δομή εγκατεστημένης ισχύος ανά σενάριο, η ζήτηση και η παραγωγή ανά τεχνολογία είναι κοινή και για τους δύο μηχανισμούς στήριξης των τιμών.

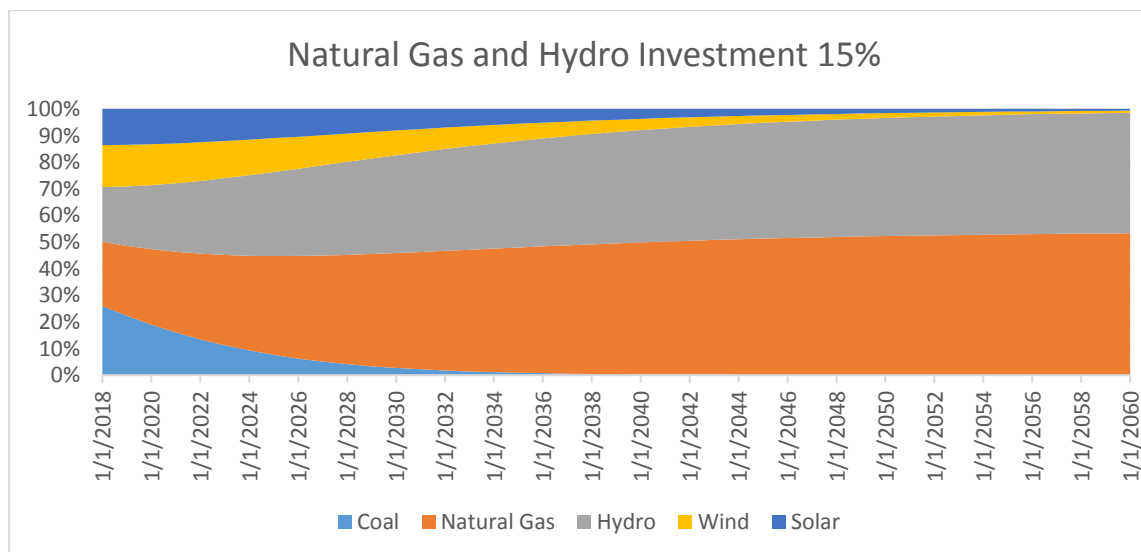
Γράφημα 4.2 : Δομή Εγκατεστημένης ισχύος σύμφωνα με το βασικό Σενάριο



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Το βασικό σενάριο εστιάζει στην μείωση του άνθρακα και στην επένδυση των υπολοίπων μορφών ενέργειας για τα επόμενα χρόνια. Τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου σεναρίου είναι λογικά καθώς οι ΑΠΕ έχουν αυξηθεί σε επιθυμητό επίπεδο και ο άνθρακας έχει σχεδόν εξαφανιστεί. Ως μορφές ελεγχόμενης παραγωγής κυριαρχεί το φυσικό αέριο και η υδροηλεκτρική.

Γράφημα 4.3 : Δομή Εγκατεστημένης ισχύος σύμφωνα με το σενάριο επένδυσης σε φυσικό αέριο και υδροηλεκτρική ενέργεια.

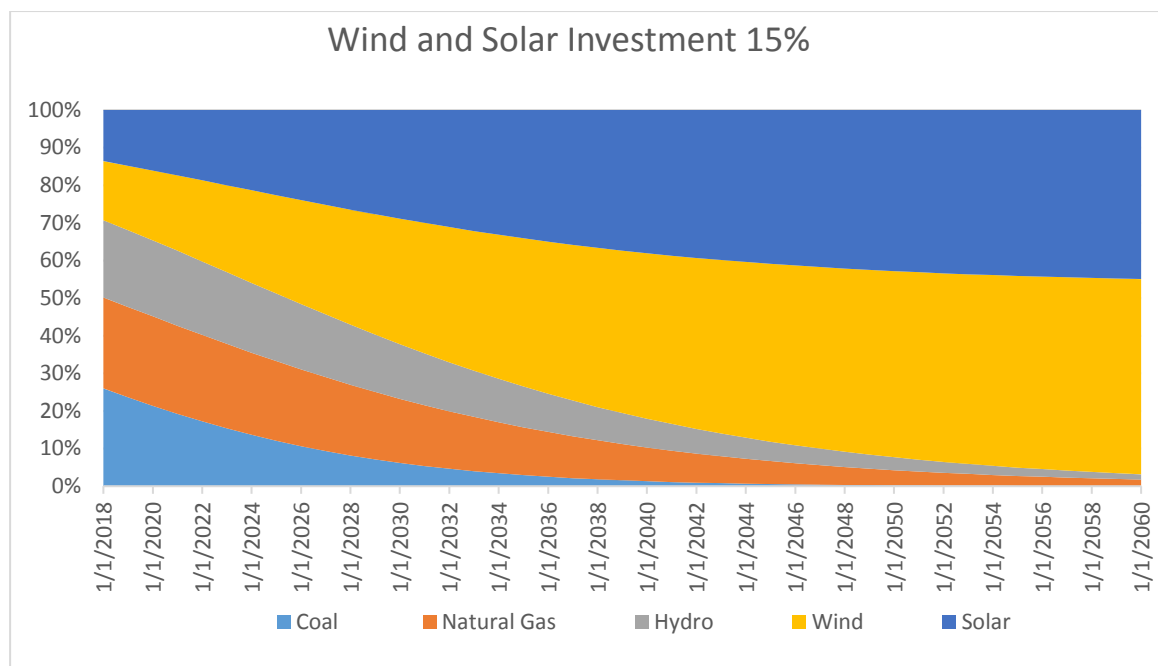


Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Το παραπάνω σενάριο είναι υπερβολικό και ανεπιθύμητο. Ο λιγνίτης έχει αποσυρθεί από την

παραγωγή. Η μεγάλη επένδυση σε φυσικό αέριο και υδροηλεκτρικά, είναι λογικό να κυριαρχήσουν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και να οδηγήσουν τις ΑΠΕ σε μικρότερο μερίδιο αγοράς.

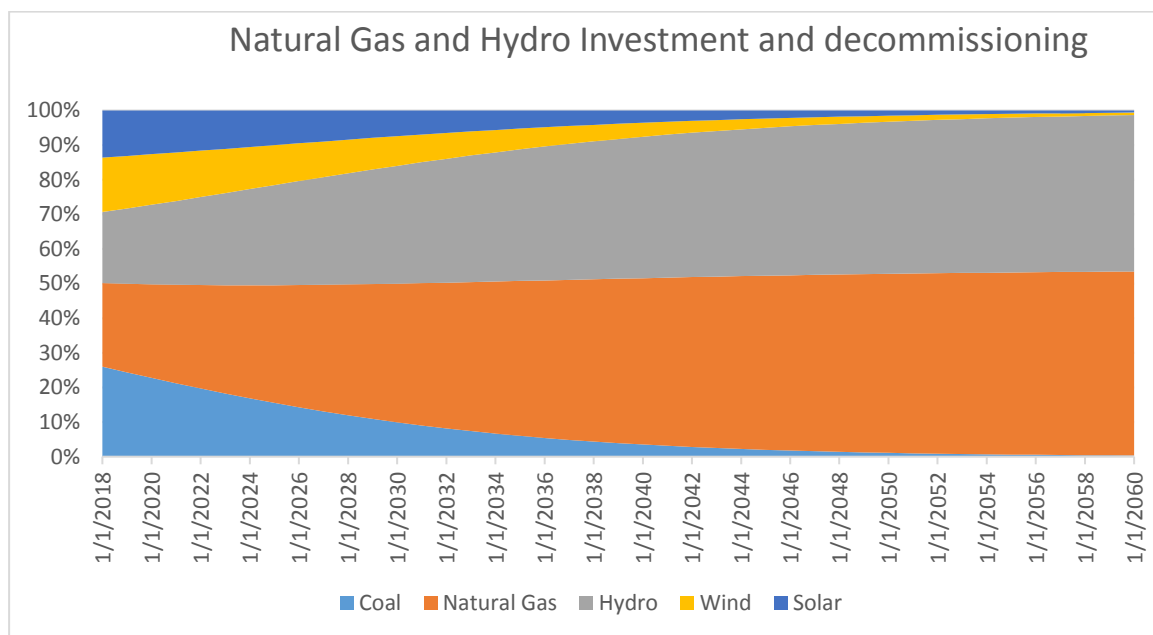
Γράφημα 4.4 : Δομή Εγκατεστημένης ισχύος σύμφωνα με το σενάριο επένδυσης σε ΑΠΕ



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Σε αυτήν την περίπτωση συμβαίνει το ακριβώς αντίθετο με το παραπάνω σενάριο. Οι ΑΠΕ κυριαρχούν στην αγορά και το μερίδιο των συμβατικών είναι σχεδόν ανύπαρκτο. Το σενάριο είναι εύλογο μόνο αν επιτευχθεί η αποθήκευση ενέργειας ώστε να υπάρχει απόθεμα από την αιολική και ηλιακή ενέργεια, καθώς αναφερόμαστε σε μορφές μη ελεγχόμενης παραγωγής.

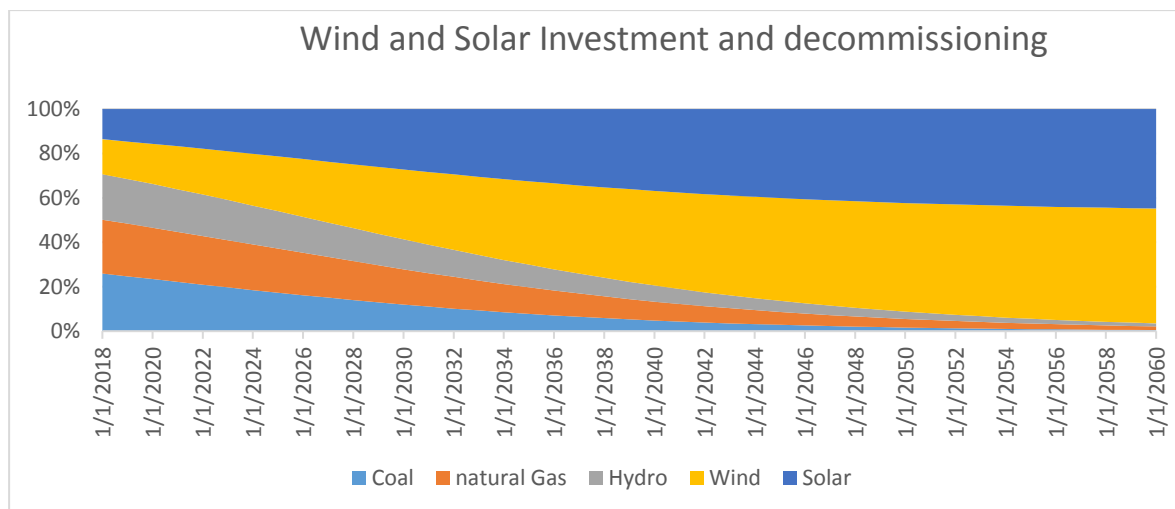
Γράφημα 4.5 : Δομή Εγκατεστημένης ισχύος με επένδυση(φυσικό αέριο και υδροηλεκτρικά) και από-επένδυση των υπολοίπων.



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Η επένδυση σε φυσικό αέριο και υδροηλεκτρικά σε συνδυασμό με την από-επένδυση των υπολοίπων σε μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με το βασικό, δεν είναι αποτελεσματικό σενάριο διότι πέρα από την απόσυρση του άνθρακα, σταδιακά μειώνεται και η ηλιακή και η αιολική ενέργεια.

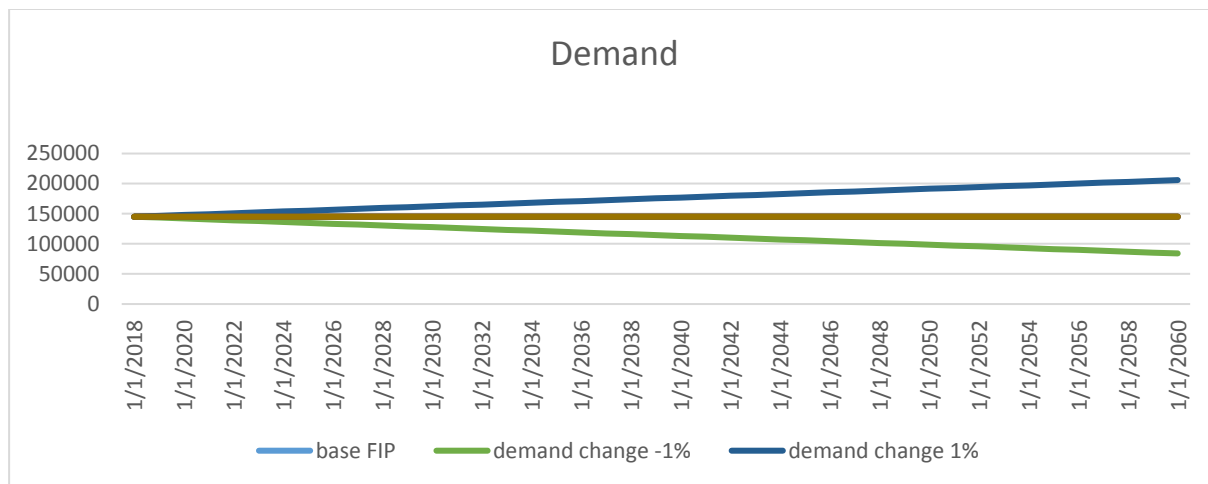
Γράφημα 4.6 : Δομή Εγκατεστημένης ισχύος σύμφωνα με την επένδυση σε ΑΠΕ και από-επένδυση των υπολοίπων.



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Το παραπάνω σενάριο, διαφέρει με το τρίτο στον ρυθμό απόσυρσης των συμβατικών μορφών. Θα είναι λοιπόν, αποτελεσματικό μόνο εάν πραγματοποιείται αποθήκευση ενέργειας.

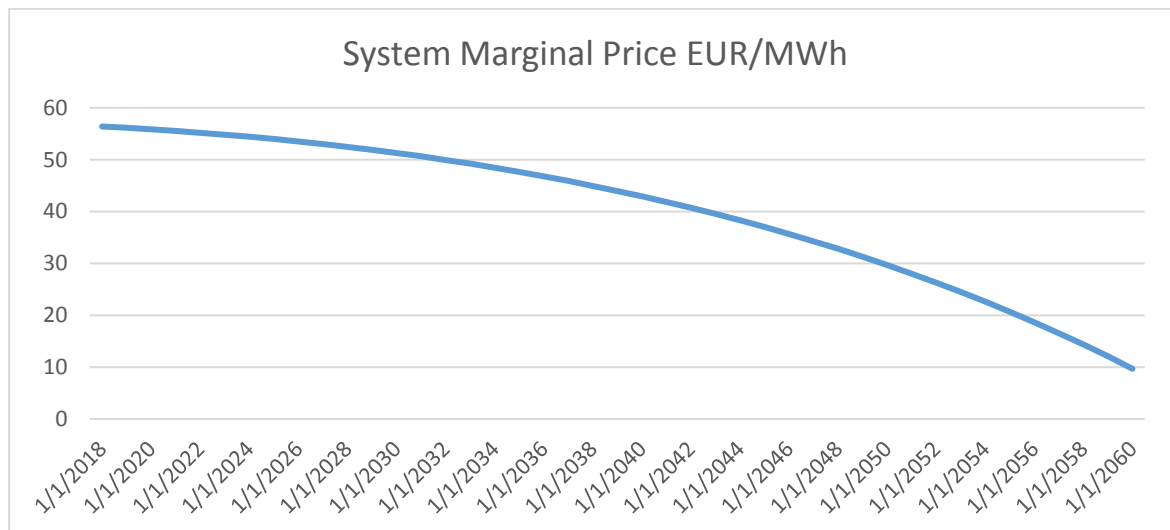
Γράφημα 4.7 : Διαμόρφωση Ζήτησης



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Ανάλογα με το σενάριο αύξησης ή μείωσης της ζήτησης αναμένεται το αντίστοιχο αποτέλεσμα για την ημερήσια τιμή της ζήτησης.

Γράφημα 4.8 : Διαμόρφωση Οριακής Τιμής Συστήματος σύμφωνα με το βασικό σενάριο.

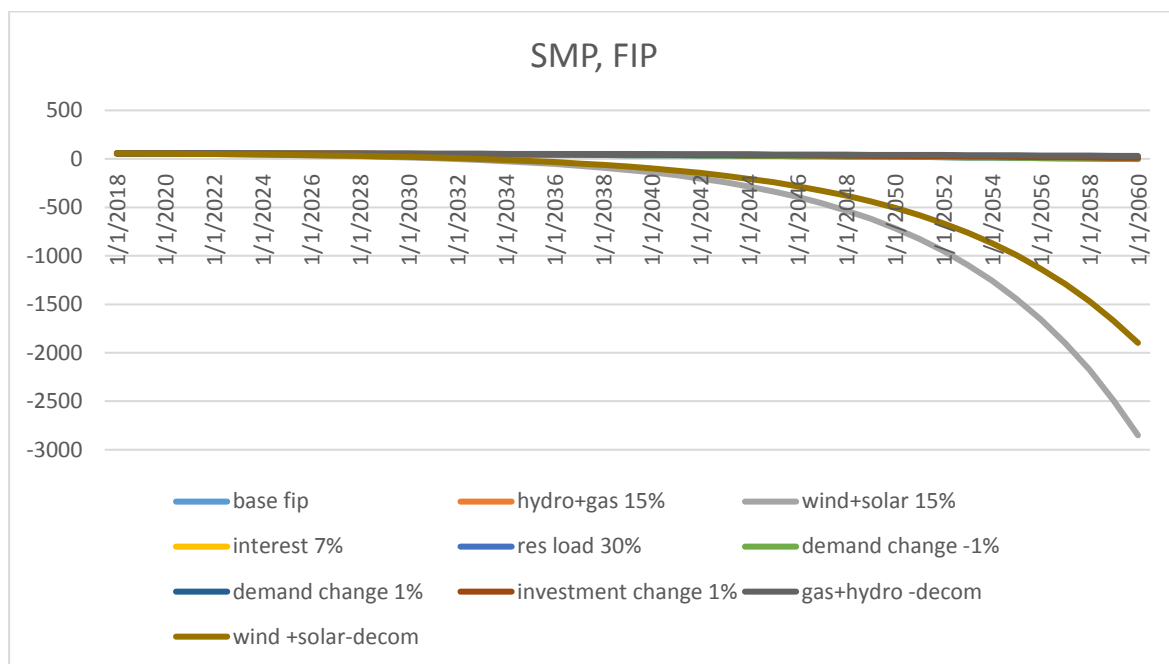


Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Η Οριακή τιμή συστήματος έχει αρνητική σχέση με τις ΑΠΕ. Συνεπώς, όσο αυξάνεται η παραγωγική ισχύς των ΑΠΕ, τόσο μειώνεται η οριακή τιμή συστήματος με αποτέλεσμα να φτάνει ακόμα και σε αρνητικές τιμές. Στην συνέχεια παρουσιάζεται η εξέλιξη της οριακής τιμής τα επόμενα χρόνια σε σχέση με τους δυο διαφορετικούς μηχανισμούς και με την επίδραση

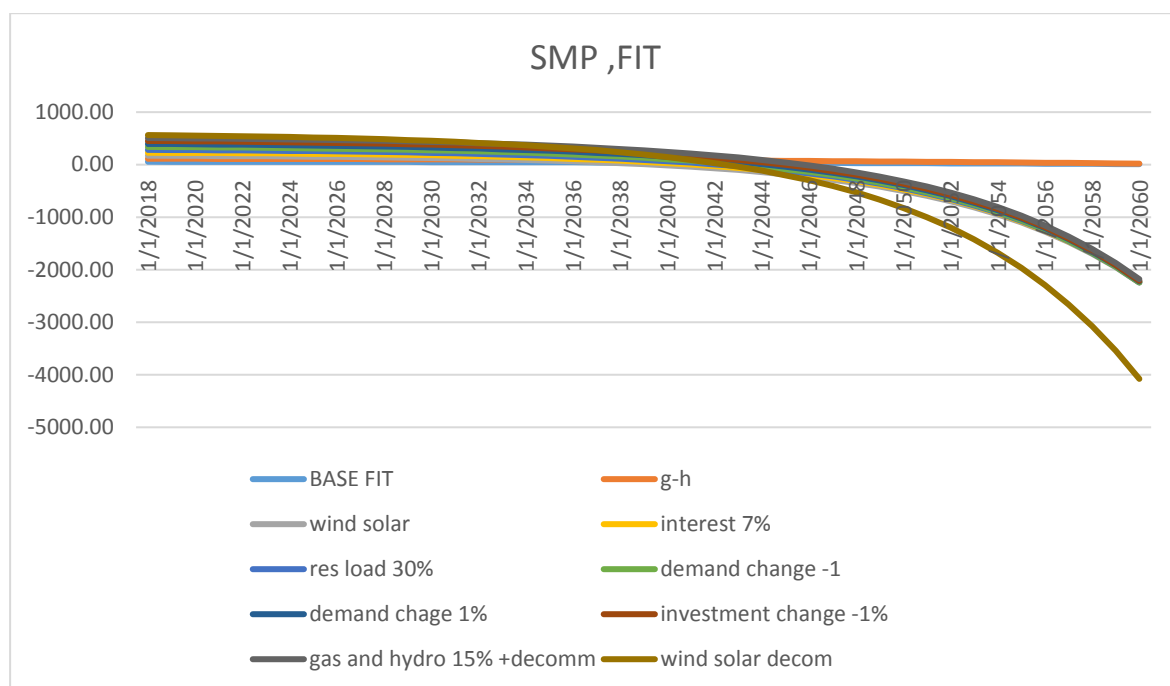
όλων των παραπάνω σεναρίων. Βλέπουμε ότι η ΟΤΣ ωθείται σε αρνητικές τιμές με την αύξηση της παραγωγικής ισχύος από ΑΠΕ, κάτι που ήταν αναμενόμενο. Τα υπόλοιπα σενάρια, την επηρεάζουν σε λογικό πλαίσιο δηλαδή, η τιμή κυμαίνεται μεταξύ 20-60 €/MWh. Η τιμή αυτή ισούται με την μέση ΟΤΣ τα τελευταία έτη.

Γράφημα 4.9 : Διαμόρφωση Οριακής Τιμής Συστήματος, FIP



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Γράφημα 4.10 : Διαμόρφωση Οριακής Τιμής Συστήματος, FIT



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

4.6. Συμπεράσματα

Από το μοντέλο προσομοίωσης βλέπουμε πως διαμορφώνεται τελικά η εγκατεστημένη παραγωγική ισχύς ανάλογα τεχνολογία και το σενάριο που εφαρμόζεται. Το σενάριο Βάσης είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα διότι διαμορφώνεται το επιθυμητό ενεργειακό μίγμα. Επίσης, βλέπουμε ότι η οριακή τιμή συστήματος επηρεάζεται αρκετά από όλους τους παράγοντες που συνεπάγονται ενεργειακή μετάβαση, όπως το τελικό ενεργειακό μίγμα, το επιτόκιο, ο ρυθμός παραγωγής από ΑΠΕ και η μείωση του κόστους επένδυσης στις νέες τεχνολογίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Συμπεράσματα

5.1. Αποτελέσματα και η σημασία τους

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, μελετήθηκε το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας και οι μεταβολές που προκύπτουν στην προσπάθεια της ενεργειακής μετάβασης από τις συμβατικές μορφές στην ενέργεια προερχόμενη από ανανεώσιμες πηγές. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στον μηχανισμό τιμολόγησης των ΑΠΕ και εξετάζεται η αλλαγή από τον Μηχανισμό Εγγυημένων Τιμών στον Μηχανισμό Διαφορικής Προσαύξησης.

Αρχικά, παρουσιάζονται οι βασικές προσεγγίσεις που αφορούν την ενεργειακή μετάβαση του συστήματος. Μια βασική προσέγγιση είναι η Πολύ- Επίπεδη Θεώρηση (MLP), όπου η ενεργειακή μετάβαση χωρίζεται σε επίπεδα τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, ώστε να γίνει κατανοητή. Στην συνέχεια, αναφέρονται οι βασικές λειτουργίες τόσο του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας όσο και της αγοράς, καθώς και οι κύριοι συμμετέχοντες, φορείς και λειτουργοί σε Ευρώπη και Ελλάδα.

Στο μοντέλο προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκαν πραγματικά δεδομένα για την επίτευξη αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Υπενθυμίζεται, ότι έγιναν αρκετές παραδοχές λόγω περιπλοκότητας του συστήματος με σκοπό την απλοποίηση του.

Από την προσομοίωση έγινε κατανοητό ότι ο νέος μηχανισμός δεν είναι αποτελεσματικός και δεν συνδυάζεται με την μετάβαση στις ΑΠΕ. Αν εφαρμοστεί και αυξηθεί η παραγωγική ισχύς των ΑΠΕ, η οριακή τιμή συστήματος σταδιακά θα μειώνεται λόγω της αρνητικής τους σχέσης. Ακόμα και με την Προσαύξηση που θα έχει η ενέργεια από ΑΠΕ ανά τεχνολογία, δεν θα είναι ικανοποιητική σε σχέση με το σύστημα εγγυημένων τιμών, όπου η πράσινη ενέργεια τιμολογείται με μια σταθερή τιμή που είναι συνήθως μεγαλύτερη από την οριακή τιμή συστήματος. Συνεπώς, το FIP είναι λιγότερο ευνοϊκό σενάριο σε σχέση με το αρχικό. Επομένως, χρειάζεται η ανάπτυξη ενός νέου μηχανισμού που να είναι αποδοτικός και κερδοφόρος για τις ΑΠΕ ώστε να παρακινηθούν οι επενδυτές προς την πράσινη ενέργεια.

5.2. Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη

Όπως είναι λογικό στην παρούσα διπλωματική εργασία δεν εξαντλήθηκαν όλα τα σενάρια ούτε διερευνήθηκαν όλες οι δυνατές αλληλεπιδράσεις. Για περαιτέρω μελέτη θα ήταν χρήσιμο να διερευνηθεί η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας λαμβάνοντας υπόψη την μακροχρόνια αγορά αλλά και τις εισαγωγές και τις εξαγωγές. Επιπλέον, στην εργασία αναφέρονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή των καταναλωτών και οδηγούν σε μεταβολή της ζήτησης αλλά δεν εξετάζονται οι επιδράσεις της συγκεκριμένης μεταβολής στο μοντέλο αλλά προτείνεται για μελλοντική έρευνα. Επίσης, η μελέτη της περίπτωσης αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας τι επιπτώσεις θα είχε στην αγορά. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί η ανάγκη μελέτης της επενδυτικής συμπεριφοράς σε σχέση με τις αποδόσεις για την κάθε τεχνολογία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Blanco, M. I. (2009). The economics of wind energy. *Renewable and sustainable energy reviews*, 13(6), 1372-1382.
- EPRS, 2016. European Parliament Research Service, 2016
- Foxon, T. J., Hammond, G. P., & Pearson, P. J. (2010). Developing transition pathways for a low carbon electricity system in the UK. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(8), 1203-1213.
- Gan, L., Eskeland, G. S., & Kolshus, H. H. (2007). Green electricity market development: Lessons from Europe and the US. *Energy Policy*, 35(1), 144-155.
- Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental innovation and societal transitions*, 1(1), 24-40.
- Geels, F. W., Elzen, B., & Green, K. (2004). General introduction: system innovation and transitions to sustainability. *System innovation and the transition to sustainability*, 1-16.
- Hopkins, M., & Lazonick, W. (2012). Soaking up the sun and blowing in the wind: Renewable energy needs patient capital. In *Ford Foundation Conference on Finance, Business Models, and Sustainable Prosperity*.
- Hunt, S. (2002). *Making competition work in electricity* (Vol. 146). John Wiley & Sons.
- IEA, 2017. *Energy Policies of IEA Countries, Greece 2017 Review*.
- IEA, 2017. *Quarterly Statistics, Energy Prices and Taxes, Third Quarter 2017*.
- IRENA, 2012. *Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series, Solar PV 2012*.
- IRENA, 2012. *Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series, Hydro 2012*.
- Kanellakis, M., Martinopoulos, G., & Zachariadis, T. (2013). European energy policy—A review. *Energy Policy*, 62, 1020-1030.
- Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R. (1998). Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. *Technology analysis & strategic management*, 10(2), 175-198.
- Kern, F., & Smith, A. (2008). Restructuring energy systems for sustainability? Energy transition policy in the Netherlands. *Energy policy*, 36(11), 4093-4103.
- Kern, F., & Smith, A. (2008). Restructuring energy systems for sustainability? Energy transition policy in the Netherlands. *Energy policy*, 36(11), 4093-4103.

- Mazzucato, M. (2015). *The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths* (Vol. 1). Anthem Press.
- Pearson, P. J., & Foxon, T. J. (2012). A low carbon industrial revolution? Insights and challenges from past technological and economic transformations. *Energy Policy*, 50, 117-127.
- Reddy, S., & Painuly, J. P. (2004). Diffusion of renewable energy technologies—barriers and stakeholders' perspectives. *Renewable Energy*, 29(9), 1431-1447.
- Rip, A., & Kemp, R. (1998). Technological change. *Human choice and climate change*, 2, 327-399.
- Rotmans, J., Kemp, R., & Van Asselt, M. (2001). More evolution than revolution: transition management in public policy. *foresight*, 3(1), 15-31.
- Scrase, I., & MacKerron, G. (Eds.). (2009). *Energy for the future: a new agenda*. Springer.
- Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world* (No. HD30. 2 S7835 2000).
- Stirling, A. (2014). Transforming power: Social science and the politics of energy choices. *Energy Research & Social Science*, 1, 83-95.
- Tsoutsos, T. D., & Stamboulis, Y. A. (2005). The sustainable diffusion of renewable energy technologies as an example of an innovation-focused policy. *Technovation*, 25(7), 753-761.
- Van der Veen, R. A., & Hakvoort, R. A. (2016). The electricity balancing market: Exploring the design challenge. *Utilities Policy*, 43, 186-194.
- Van der Veen, R. A., & Hakvoort, R. A. (2016). The electricity balancing market: Exploring the design challenge. *Utilities Policy*, 43, 186-194.
- Verbong, G., & Geels, F. (2007). The ongoing energy transition: lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960–2004). *Energy policy*, 35(2), 1025-1037.
- Zhao, X., Zhang, Y., Liang, J., Li, Y., Jia, R., & Wang, L. (2018). The Sustainable Development of the Economic-Energy-Environment (3E) System under the Carbon Trading (CT) Mechanism: A Chinese Case. *Sustainability*, 10(1), 98.
- ΛΑΓΗΕ, Κώδικας Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας, Έκδοση 2.2, 27 Οκτωβρίου 2016
- ΥΠΕΝ, 2012. Έκθεση για τον τομέα ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ στο πλαίσιο του σχεδιασμού αναμόρφωσης του μηχανισμού στήριξης, 2012.

Ιστοσελίδες

ΡΑΕ(2018). Διαθέσιμο στο: <http://www.rae.gr/site/portal.csp> (Τελευταία πρόσβαση: Φεβρουάριος 2018)

ΑΔΜΗΕ (2018). Διαθέσιμο στο: <http://www.admie.gr/> (Τελευταία πρόσβαση: Φεβρουάριος 2018)

ΛΑΓΗΕ (2018). Διαθέσιμο στο: <http://www.lagie.gr/> (Τελευταία πρόσβαση: Φεβρουάριος 2018)

ΔΕΔΔΗΕ (2018). Διαθέσιμο στο: <https://www.deddie.gr/> (Τελευταία πρόσβαση: Φεβρουάριος 2018)

ΥΠΕΚΑ (2018). Διαθέσιμο στο: <http://www.ypeka.gr/> (Τελευταία πρόσβαση: Φεβρουάριος 2018)

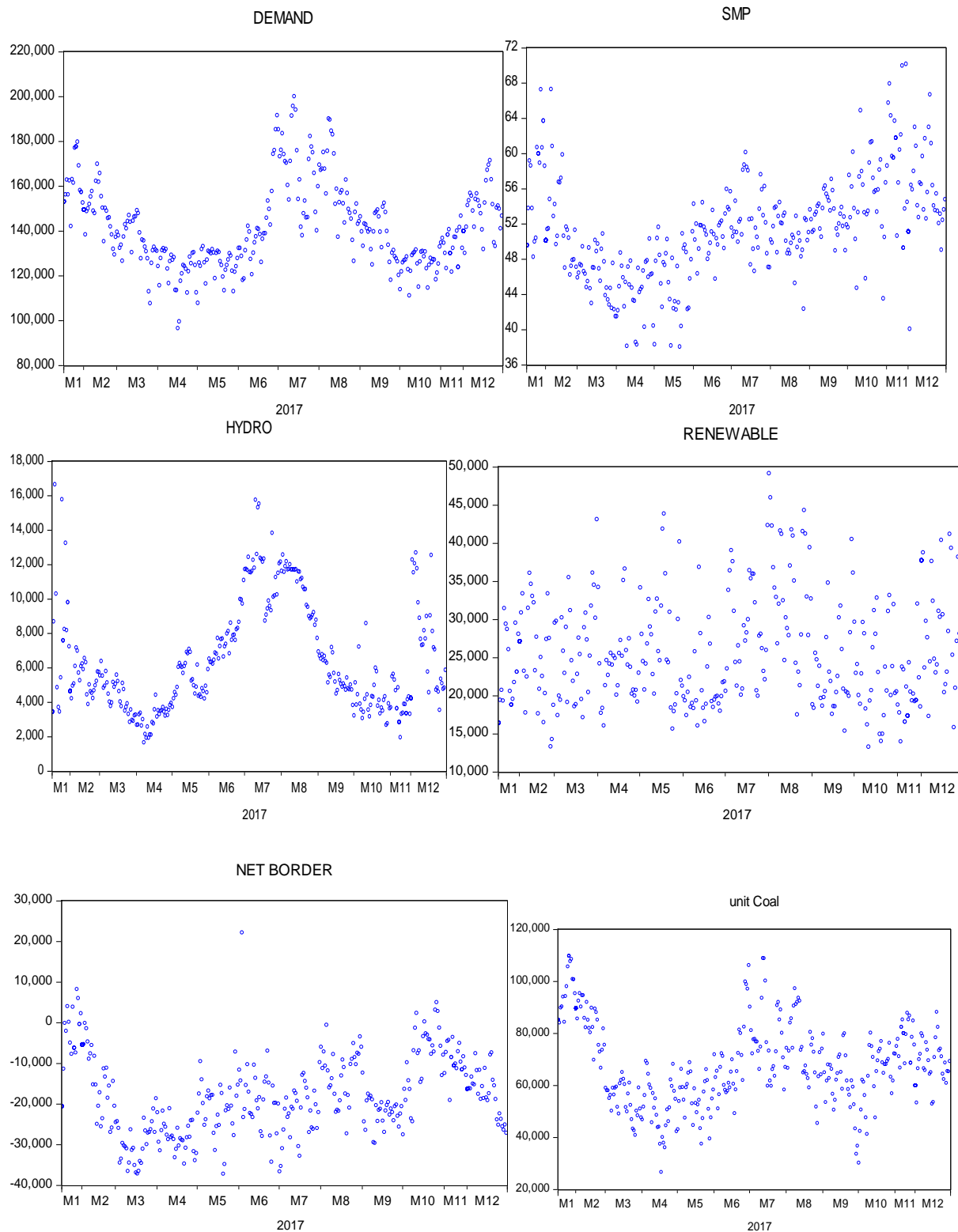
ACER (2018). Διαθέσιμο στο: <https://www.acer.europa.eu/el/Pages/default.aspx> (Τελευταία πρόσβαση: Φεβρουάριος 2018)

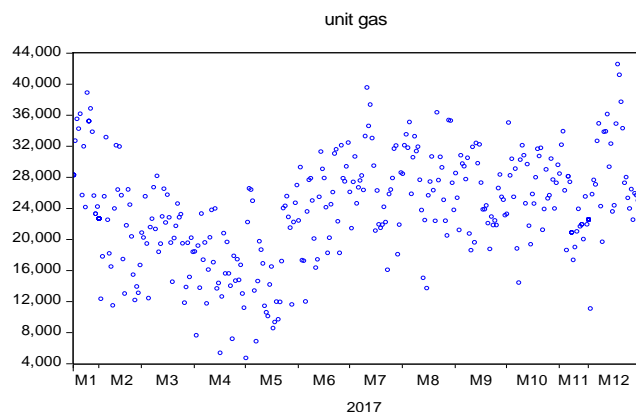
ENTSO-E (2018). Διαθέσιμο στο: <https://www.entsoe.eu/Pages/default.aspx> (Τελευταία πρόσβαση: Φεβρουάριος 2018)

EUROPEAN COMMISSION (2018). Διαθέσιμο στο: <https://ec.europa.eu/> (Τελευταία πρόσβαση: Φεβρουάριος 2018)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Γραφήματα Dot Plot





ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

	DEMAND	HYDRO	NET_BOR DER	RENEWA BLE	SMP	UNIT_CO AL	UNIT_GAS
Mean	141705.7	6541.927	-18068.79	25753.59	51.44141	67596.84	23844.54
Median	138629.1	5585.000	-19026.84	24233.00	51.11421	65949.63	24168.07
Maximum	199955.0	16649.28	22173.47	49147.00	70.15392	109733.0	42542.25
Minimum	96482.96	1653.000	-37210.98	13280.00	38.04058	26628.44	4688.600
Std. Dev.	18603.76	3119.748	9757.988	7110.140	5.799830	15817.19	6933.072
Skewness	0.697838	0.872018	0.441464	0.735336	0.363838	0.316591	-0.185319
Kurtosis	3.219996	2.943062	3.160282	2.915323	3.467269	2.881475	2.788050
Jarque-Bera	27.61565	42.12112	11.13932	30.01898	10.34532	5.740370	2.521747
Probability	0.000001	0.000000	0.003812	0.000000	0.005669	0.056688	0.283406
Sum	47046296	2171920.	-5998838.	8550192.	17078.55	22442149	7916387.
Sum Sq. Dev.	1.15E+11	3.22E+09	3.15E+10	1.67E+10	11134.19	8.28E+10	1.59E+10
Observations	332	332	332	332	332	332	332

MODEL 1:

$$SMP = C(1) + C(2)*DEMAND + C(3)*HYDRO + C(4)*NET_BORDER + C(5)*RENEWABLE + C(6)*UNIT_COAL + C(7)*UNIT_GAS$$

Dependent Variable: SMP

Method: Least Squares

Date: 03/05/18 Time: 18:46

Sample: 1/01/2017 12/31/2017

Included observations: 332

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	46.22838	1.920812	24.06710	0.0000
DEMAND	-0.000233	7.73E-05	-3.006860	0.0028
HYDRO	0.000271	0.000120	2.251303	0.0250
NET_BORDER	-5.67E-05	7.37E-05	-0.769242	0.4423
RENEWABLE	2.26E-05	7.76E-05	0.291468	0.7709
UNIT_COAL	0.000330	7.60E-05	4.336701	0.0000
UNIT_GAS	0.000524	7.98E-05	6.565702	0.0000
R-squared	0.668161	Mean dependent var	51.44141	
Adjusted R-squared	0.662035	S.D. dependent var	5.799830	
S.E. of regression	3.371717	Akaike info criterion	5.289580	
Sum squared resid	3694.754	Schwarz criterion	5.369809	
Log likelihood	-871.0703	Hannan-Quinn criter.	5.321575	
F-statistic	109.0652	Durbin-Watson stat	0.995069	
Prob(F-statistic)	0.000000			

$$SMP = 46.2283802219 - 0.00023252055772*DEMAND + 0.000270928513033*HYDRO - 5.67293281426e-05*NET_BORDER + 2.26268095287e-05*RENEWABLE + 0.000329642415098*UNIT_COAL + 0.000524211793445*UNIT_GAS$$

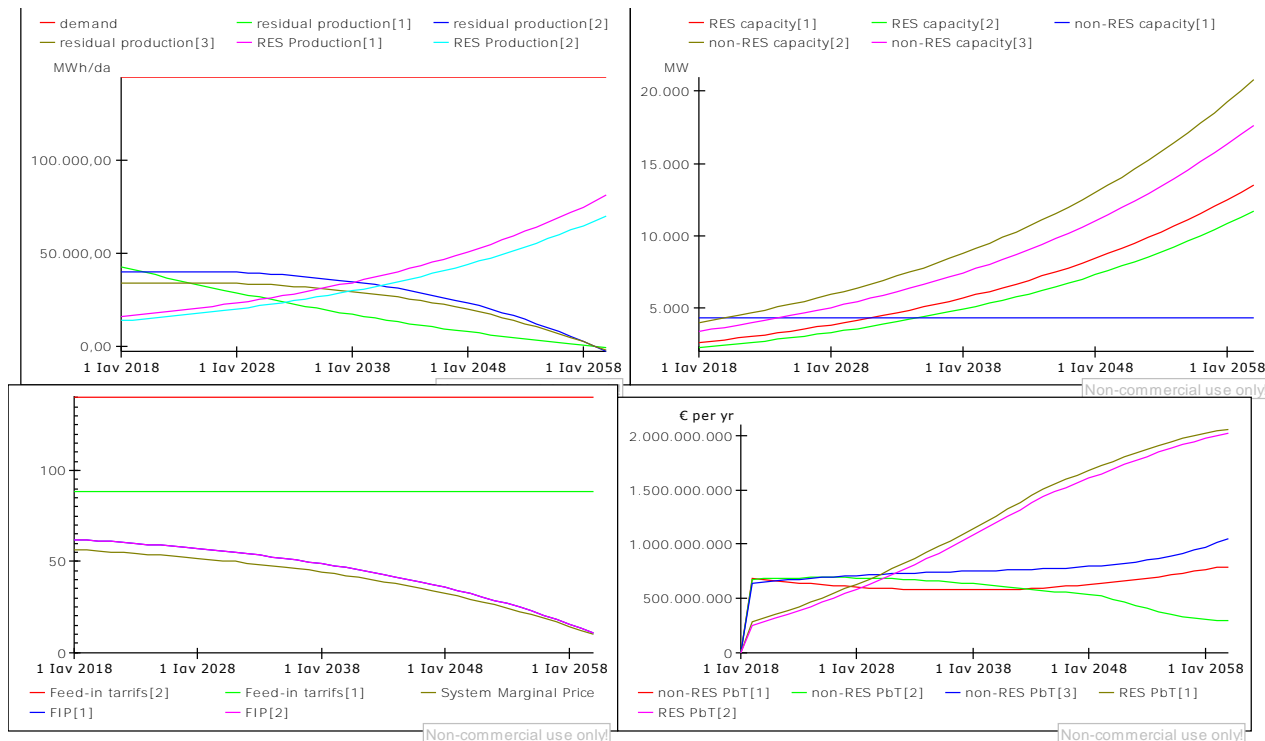
Η ζήτηση έχει αρνητικό πρόσημο στην SMP σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1%.

Η Υδροηλεκτρική ενέργεια και η θερμική από λιγνίτη και φυσικό αέριο έχουν θετική επίδραση σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% και 1% αντίστοιχα. Οι ανανεώσιμες έχουν αρνητική επίδραση με την SMP αλλά δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Στο Μοντέλο, δεν λαμβάνονται υπόψη οι εισαγωγές-εξαγωγές.

Διαγνωστικά Τεστ	p-value
RESET-RAMSEY (σφάλμα εξειδίκευσης)	0,43
BREUSCH-GODFREY (αυτοσυσχέτιση)	0,00
HARVEY (ετεροσκεδαστικότητα)	0,04
ARCH (φαινόμενα ARCH)	0,001
Jarque Bera (κανονικότητα)	0,00

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Dashboard

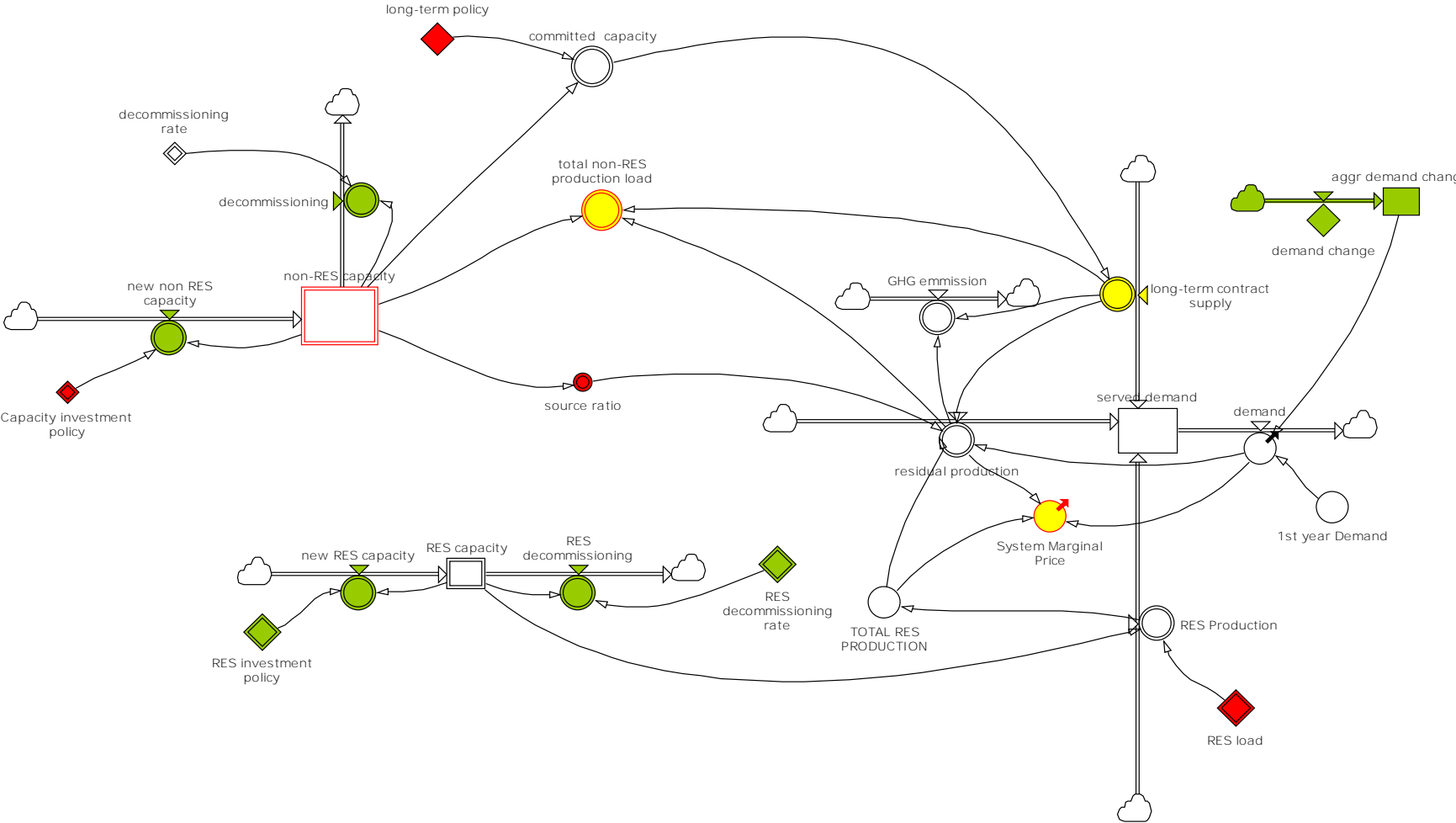


ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ	
Capacity investment policy [1] Coal	5,00 %
Capacity investment policy [2] NG	5,00 %
Capacity investment policy [3] Hydro	5,00 %
RES investment policy [1] Wind	5,00 %/yr
RES investment policy [2] Solar	5,00 %/yr

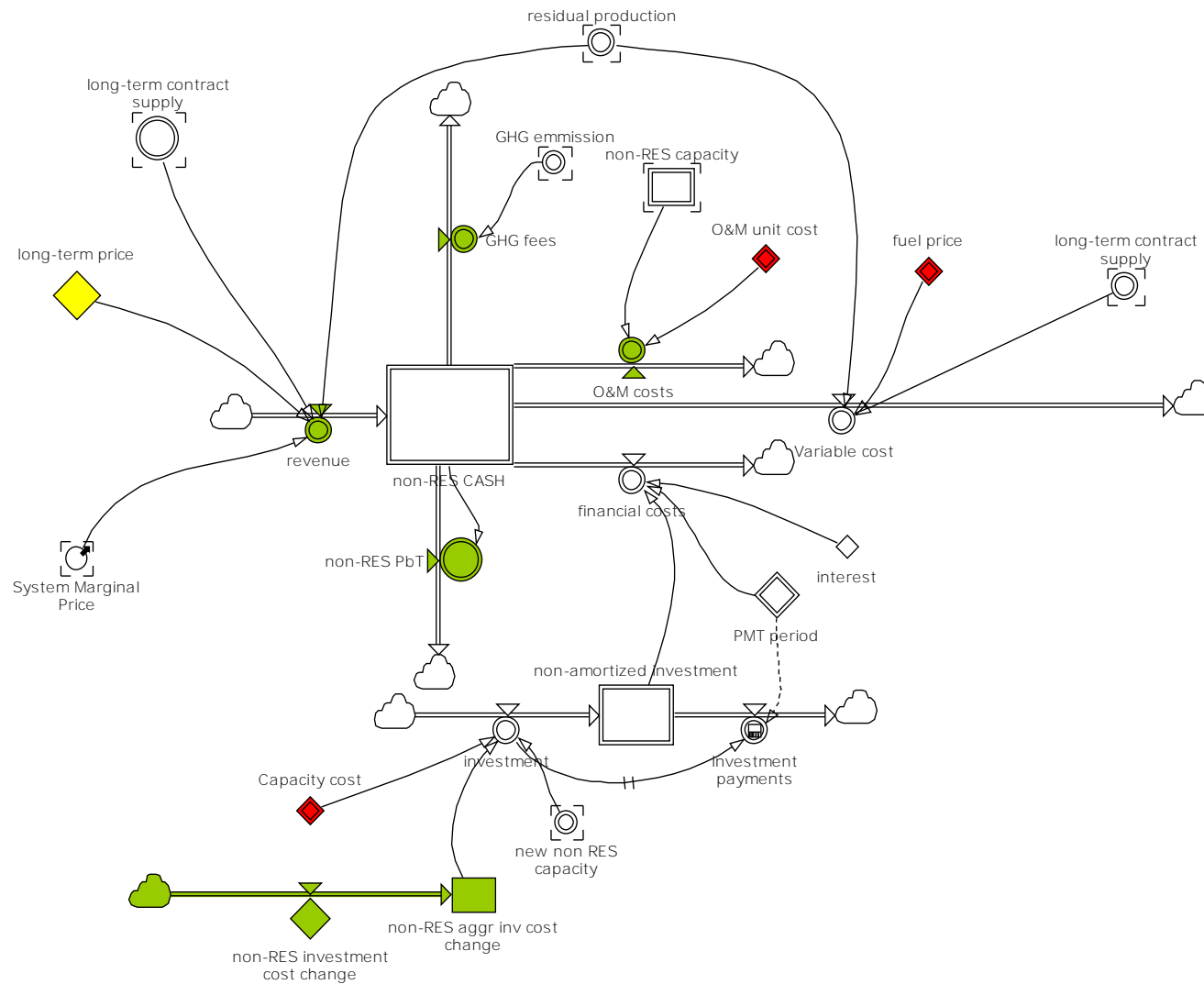
ΣΕΝΑΡΙΑ

FIT-FIP scenario FIP	RES premium [1] wind 10,00 %	RES load [1] 25,00 %	Decommissioning of COAL 5,00 %/yr	Decommissioning of Natural Gas 1,00 %/yr	Decommissioning of Hydro 1,00 %/yr	non RES investment cost change 0,00 %/yr
interest 5,00 %	RES premium [2] solar 10,00 %	RES load [2] 25,00 %	Decommissioning Rate of Wind 1,00 %/yr	Decommissioning Rate of solar 1,00 %/yr	RES investment Cost change 0,00 %/yr	demand change 0,00 %/yr

Electricity System



Non-RES Cashflow



RES Cashflow

