ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιπτώσεις στην Οικονομική Λειτουργία των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας Κρήτης και Κύπρου λόγω της διασύνδεσής τους.

Όνομα: Αντωνίου Αντώνης
ΑΜ: 2005030105

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Καθηγητής, Καλαϊτζάκης Κωνσταντίνος(Επιβλέπων)

Επίκουρος Καθηγητής, Κουτρούλης Ευτύχης

Διδάσκων, Τσικαλάκης Αντώνιος

Χανιά, Ιούλιος 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Καλαϊτζάκη Κωνσταντίνο. Επίσης ευχαριστώ θερμά τον διδάκτορα μου κ. Τσικαλάκη Αντώνιο που μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ με τη παρούσα διπλωματική εργασία και τον ευχαριστώ για τις πολύτιμες συμβουλές του και την συνεχή καθοδήγηση που μου παρείχε.

Ευχαριστώ τον κ. Εμμανουήλ Θαλασσινάκη, βοηθό Διευθυντή της ΔΕΗ Κρήτης, και τον κ. Αντρέα Πουλλικκά, Βοηθό Διευθυντή Έρευνας και Ανάπτυξης της ΑΗΚ, για την παροχή όλων των απαραίτητων δεδομένων που αφορούν την εργασία μου.

Περίληψη

Το έργο EuroAsia interconnector έχει ως σκοπό την ενεργειακή διασύνδεση των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας του Ισραήλ, της Κύπρου και της Κρήτης με περαιτέρω στόχο τη διασύνδεση με την Ηπειρωτική Ελλάδα με βοήθεια DC υποβρύχιου καλώδιου. Η διασύνδεση αυτή αναμένεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις στη λειτουργία των δύο μεγαλύτερων αυτόνομων συστημάτων της Μεσογείου, της Κύπρου και της Κρήτης. Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στο κομμάτι της διασύνδεσης της Κύπρου με την Κρήτη και σκοπός αυτής είναι η μελέτη των επιπτώσεων στην Οικονομική Λειτουργία των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας της Κύπρου και της Κρήτης λόγω της διασύνδεσης τους. Το έτος που θεωρήθηκε για την προσομοίωση της παρούσας εργασίας είναι το 2010.

Στην παρούσα εργασία γίνεται περιγραφή των Διασυνδεόμενων Συστημάτων με έμφαση στα χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου, τα στοιχεία των μονάδων παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας και των δικτύων Ηλεκτρικής Ενδιαφέρον παρουσιάζεται στα στοιχεία που αφορούν την από-κοινού λειτουργία του ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης.

Η διασύνδεση δημιουργεί ένα μεγάλο Ενιαίο Σ.Η.Ε με αιχμή ζήτησης 1662,90 MW και συνολική ετήσια ζήτηση για το έτος όπου εξετάζεται 7,9 TWh. Το σύστημα αυτό αποτελείται από 6 θερμοηλεκτρικούς σταθμούς με συνολική χωρητικότητα 2245.3MW. Οι μονάδες βάσης αποτελούν σημαντικό μέρος της εγκατεστημένης ισχύος του ενοποιημένου συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Μια επιπλέον σημαντική πρόκληση είναι η σημαντική εγκατεστημένη ισχύς Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) των δύο νησιών. Στο ενοποιημένο σύστημα ενέργειας θα είναι συνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά συστήματα με εγκατεστημένη ισχύς 90 MW και Α/Π με εγκατεστημένη ισχύς 330MW και αναμένεται να ικανοποιούν περίπου το 9,47% της ζήτησης.

Για την ανάλυση των επιπτώσεων στην οικονομική λειτουργία των δύο συστημάτων χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα τροποποιημένες συναρτήσεις του πακέτου λογισμικού MATLAB τόσο για την ένταξη των θερμικών μονάδων (unit committment) όσο και την Οικονομική κατανομή (Economic dispatch) τόσο κάθε συστήματος χωριστά όσο και του ενιαίου συστήματος. Ως είσοδοι χρησιμοποιήθηκαν ρεαλιστικά δεδομένα τόσο για τη ζήτηση, τη διαθεσιμότητα των μονάδων και την παραγωγή των ΑΠΕ. Αξιοποιήθηκαν εκτιμήσεις για το σφάλμα πρόβλεψης φορτίου και παραγωγής από ΑΠΕ καθώς και οι τεχνικοί περιορισμοί των μονάδων παραγωγής

Με τη διασύνδεση επιτυγχάνεται μείωση στην κατανάλωση καυσίμου diesel όπου αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του συνολικού θερμικού κόστους κατά 15 εκατομμύρια €. Η Κύπρος και η Κρήτη συμβάλουν στην παραγωγή του Ενιαίου συστήματος κατά 76,29% και 23,71% αντίστοιχα. Ο σταθμοί του Βασιλικού, της Δεκέλειας και του Αθερινόλακκου καλύπτουν περίπου το 87% της θερμικής παραγωγής του συστήματος, με σημαντικότερες τις μονάδες ατμού και τους συνδυασμένου κύκλους. Επίσης παρατηρείται ελαφρά αύξηση της συνολικής αποκοπής ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης . Παρουσιάζεται ακόμα και η ετήσια εκπομπή ρύπων για κάθε αυτόνομο σύστημα, αλλά και για το Ενιαίο. Ακόμα παρουσιάζεται αναλυτικά η αναμενόμενη ροή ισχύος μεταξύ των 2 συστημάτων με συνολική εισροή ενέργειας προς την Κρήτη περίπου 987 GWh και προς την Κύπρο 1 GWh. Η ετήσια κάλυψη της ζήτησης της Κρήτης από την Κύπρο κυμαίνεται περίπου στο 33%, ποσοστό πολύ σημαντικό.

Τέλος πραγματοποιείται ανάλυση 3 Σεναρίων ευαισθησίας για τα παραπάνω αποτελέσματα που αφορούν: Α) Την επίπτωση της διασύνδεσης σε ενδεχόμενη πολύ σοβαρή καταστροφή όπως η έκρηξη στο Μαρί, Β) Την επίπτωση της υιοθέτησης ενιαίας τιμής καυσίμων μαζούτ και Diesel στα δύο διασυνδεόμενα συστήματα και Γ) την επίπτωση αύξησης της ελάχιστης παραγωγής μίας μονάδας λόγω περιορισμών δικτύου.

Abstract

Euro-Asia Interconnector project plans to interconnect the power systems of Israel, Cyprus and Crete with future interconnection to the mainland of Greece via DC undersea cables. This interconnection is expected to have significant impact on the economic operation of the two largest autonomous power systems of the Mediterranean Sea, Cyprus and Crete. This thesis focuses on the impact on the economic operation of the Power systems of Crete and Cyprus due to their Interconnection, based on actual data on 2010.

A thorough description of the Interconnected Systems with emphasis on the characteristics of the annual demand, and data on Electrical Energy production data, and Transmission and Distribution is provided. Joint operation of the power systems Cyprus-Crete is of particular interest.

The interconnection creates a large unified power system with peak demand 1662,90 MW and annual demand 7,9 TWh for the examined year. This system consists of 6 thermal power Stations with total capacity of 2245.3MW. Base units, with low flexibility present large portion of the installed capacity of the unified power systems. Additional challenges come from the significant Renewable Energy Sources (RES) share. Crete since 2000 meets over 10% of the annual demand from Wind power while periods with high wind power penetration have been recorded. The unified power system will be connected to photovoltaic systems with installed power 90 MW and 330MW wind power and it's expected to suffice the 9,47% of the demand.

The impacts on the economic operation of the two systems, was studied via suitably modified equations of MATLAB software for the unit commitment and the economic dispatch; for both each system separately and the unified system. Realistic data for the demand, the availability of the units and the Renewable Energy Sources (RES) production were used as inputs. Estimations about the demand prediction error, the production from RES and the technical restrictions of the production units had been also taken into account.

Euro-Asia interconnection results in the reduction of the consumption of diesel fuel which has as a result the reduction of the total thermal budget by 15 million €. Cyprus contributes in the production of the Unified System by 76,29% and Crete by 23,71%, respectively. The thermal power Stations of Vasilikos, Dekelia and Atherinolakos cover almost the 87% of the system's production. There is slight increase in the expected total shedding RES in unified power system. The annual expected emissions of for each autonomous system and for the unified system are also presented. The expected flow of power between the two systems with a total energy input to Crete about 987 GWh and from Cyprus 1 GWh is also presented in detail. Crete is expected to import 33% of the annual needs from Cyprus.

Finally, a sensitivity analysis with three scenarios was performed regarding: A) The impact of interconnection when a rare but catastrophic event, like the explosion at Mari in July 2011 takes place, B) The impact of using common price for fuels in both systems and C) The impact of increasing the minimum output of one unit to relieve voltage profile issues.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή και σκοπός της Εργασίας 7
1.1 Δομή Εργασίας 7
2. Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας 9
2.1 Ορισμός Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας 9
2.2 Δομή του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας 10
2.3 Λειτουργίες των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας 10
2.4 Κατηγοριοποίηση των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας 12
2.4.1 Αυτόνομα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας 13
2.4.2 Διασυνδεδεμένα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας 14
3. Γενική-Περιγραφή των Διασυνδεόμενων Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας 15
3.1 Το ΣΗΕ Κύπρου 15
3.1.1 Γενική περιγραφή της Κύπρου 15
3.1.2 Ιστορική αναδρομή της Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο 16
3.1.3 Γενικά Χαρακτηριστικά Ηλεκτρικού Δικτύου Κύπρου 17
3.2 Το ΣΗΕ Κρήτης 20
3.2.1 Γενική περιγραφή της Κρήτης 20
3.2.2 Ιστορική αναδρομή της Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη 21
3.2.3 Γενικά Χαρακτηριστικά Ηλεκτρικού Δικτύου Κρήτης 22
4. Euro-Asia Interconnector 24
5. Χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου Διασυνδεόμενων Συστημάτων 26
5.1 Χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου της Κύπρου 26
5.2 Χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου της Κρήτης 29
5.3 Χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης 32
5.3.1 Ετεροχρονισμός και συντελεστής φορτίου 36
6. Στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας 38
6.1 Στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας για την Κύπρο 38
6.1.1 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Βασιλικού 40
6.1.2 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Δεκέλειας 42
6.1.3 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Μονής 43
6.1.4 Χαρακτηριστικά στοιχεία θερμικών μονάδων παραγωγής Σ.Η.Ε Κύπρου 44
6.1.5 Στοιχεία για μονάδες Α.Π.Ε στο νησί της Κύπρου 51
6.2 Στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας για την Κρήτη 53
6.2.1 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Λινοπεραμάτων Ηρακλείου 54
6.2.2 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Ξυλοκαμάρας Χανίων 54
6.2.3 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Αθερινόλακκου Λασιθίου 55
6.2.4 Χαρακτηριστικά στοιχεία για τις μονάδες παραγωγής του Σ.Η.Ε Κρήτης 56
6.2.5 Μονάδες Α.Π.Ε στο Νησί της Κρήτης 60
6.3 Στοιχεία Παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε 65
6.3.1 Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας του Ενιαίου ΣΗΕ Κύπρου-Κρήτης 65
6.3.2 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά παραμέτρων κόστους του Ενιαίου Σ.Η.Ε 68
6.3.3 Μονάδες ΑΠΕ στο Ενιαίο Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας 70
7. Στοιχεία διανομής και μεταφοράς Ηλεκτρικής ενέργειας 71
7.1 Στοιχεία διανομής και μεταφοράς Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο 71
7.1.1 Μονογραμμικό διάγραμμα Ηλεκτρικού Δικτύου της Κύπρου 78
7.2 Στοιχεία διανομής και μεταφοράς Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη 79
7.2.1 Μονογραμμικό διάγραμμα Ηλεκτρικού Δικτύου Κρήτης 81
8. Μεθοδολογία Επίλυσης 82
8.1 Περιγραφή Αλγόριθμου 82
8.2 Επεξήγηση της πορείας επίλυσης 82

8.2.1 Είσοδος δεδομένων ... 82
8.2.2 Αρχικοποίηση μεταβλητών και Αποσφαλμάτωση αρχείων ... 84
8.2.3 Καθορισμός φορτίου του συστήματος. ... 84
8.2.4 Καθορισμός των αναγκών στρεφόμενης εφεδρείας του συστήματος και ορίων μεταβολής παραγωγής των ΑΠΕ ... 85
8.2.5 Καθορισμός του φορτίου που οι συμβατικές μονάδες πρέπει να μπορούν να ικανοποιήσουν ... 89
8.2.6 Καθορισμός των μονάδων που πρέπει να ενταχθούν (unit commitment) ... 89
8.2.7 Οικονομική Κατανομή μονάδων (*economic dispatch*). ... 93
8.2.8 Υπολογισμός και Εξαγωγή Αποτελεσμάτων ... 98
9. Προσομοιώσεις - Αποτελέσματα ... 99
9.1 Προσομοιώσεις – Αποτελέσματα για το Σ.Η.Ε Κύπρου ... 99
9.1.1 Παραγωγή θερμικών μονάδων και ΑΠΕ ... 99
9.1.2 Αποκοπή και πραγματική Διείσδυση ΑΠΕ ... 105
9.1.3 Κατανάλωση και Κόστος Καυσίμων ... 112
9.1.4 Συνολικό κόστος Συστήματος ... 115
9.2 Προσομοιώσεις – Αποτελέσματα για το Σ.Η.Ε Κρήτης ... 117
9.2.1 Παραγωγή θερμικών μονάδων και ΑΠΕ ... 117
9.2.2 Αποκοπή και πραγματική Διείσδυση ΑΠΕ ... 124
9.2.3 Κατανάλωση και Κόστος Καυσίμων ... 131
9.2.4 Συνολικό κόστος Συστήματος ... 133
9.3 Προσομοιώσεις – Αποτελέσματα για το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης ... 135
9.3.1 Παραγωγή θερμικών μονάδων και ΑΠΕ ... 135
9.3.2 Αποκοπή και πραγματική Διείσδυση ΑΠΕ ... 145
9.3.3 Κατανάλωση και Κόστος Καυσίμων ... 154
9.3.4 Συνολικό κόστος Συστήματος ... 156
9.3.5 Ανταλλαγή Ενέργειας μεταξύ Συστημάτων Κύπρου-Κρήτης και Απώλειες Καλωδίου 158
9.4 Σύγκριση Αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα ... 167
9.4.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων που αφορούν την παραγωγή θερμικών μονάδων και ΑΠΕ 167
9.4.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων που αφορούν την αποκοπή των ΑΠΕ ... 173
9.4.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων για την κατανάλωση και το κόστος Καυσίμων ... 174
9.4.4 Σύγκριση αποτελεσμάτων για το Συνολικό Κόστος ... 176
9.4.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων που αφορούν τις Εκπομπές Ρύπων ... 177
10. Αναλύσεις Ευαισθησίας ... 179
10.1 Σενάριο Α : Τερματισμός λειτουργίας ΑΗΣ Βασιλικού ... 179
10.2 Σενάριο Β : Ενιαία τιμή Καυσίμου ... 185
10.3 Σενάριο Γ : Αύξηση θεωρούμενου τεχνικού ελάχιστου του Σ.Κ των Χανίων κατά 10 MW. 191
11. Συμπεράσματα ... 193
11.1 Επίπτωση στην παραγόμενη ενέργεια των ενοποιημένων συστημάτων ... 193
11.2 Επίπτωση στην Αποκοπή και Διείσδυση ΑΠΕ ... 196
11.3 Επίπτωση στο Κόστος Λειτουργίας του Ενιαίου συστήματος ... 197
11.4 Ανταλλαγή Ισχύος μεταξύ των Ενοποιημένων Συστημάτων ... 198
11.5 Αναλύσεις Ευαισθησίας ... 199
11.6 ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ ... 202
12. Βιβλιογραφία ... 203

1. Εισαγωγή και σκοπός της Εργασίας

Στις αρχές του 2010 ένα φιλόδοξο όνειρο με το όνομα EuroAsia Interconnector έκανε την πρώτη του δημόσια εμφάνιση. Στόχος η δημιουργία μίας ολοκληρωμένης ενεργειακής γέφυρας μεταξύ του Ισραήλ, της Κύπρου και της Ελλάδας δια μέσου της Κρήτης με υποθαλάσσιο καλώδιο, με ευρύτερο στόχο την σύνδεση με το πανευρωπαϊκό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.
Η διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στο κομμάτι της διασύνδεσης μεταξύ των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας της Κύπρου και της Κρήτης και σκοπός της είναι η μελέτη των επιπτώσεων στην οικονομική τους λειτουργία λόγω της διασύνδεσής τους.
Πιο αναλυτικά γίνεται μια γενική περιγραφή των δύο διασυνδεόμενων Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας παρουσιάζοντας χαρακτηριστικά στοιχεία που αφορούν τη ζήτηση φορτίου, την παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας και στοιχεία διανομής και μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας για το κάθε σύστημα για το έτος 2010. Ταυτόχρονα γίνεται παρουσίαση αντίστοιχων στοιχείων που αφορούν το Ενιαίο Σύστημα που δημιουργείται με τη διασύνδεση.
Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η προσομοίωση του βασικού σεναρίου που αφορά τη διασύνδεση των δύο συστημάτων με χαρακτηριστικά στοιχεία για το έτος 2010.Τέλος γίνεται παρουσίαση αλλά και ανάλυση των αποτελεσμάτων με κύριο στόχο τις επιπτώσεις στην οικονομική τους λειτουργία.

1.1 Δομή Εργασίας

Η δομή της εργασίας έχει ως εξής:

Στο 2^{ο} κεφάλαιο αναφέρονται γενικά στοιχεία των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας. Περιγράφεται η δομή τους και οι βασικές τους λειτουργίες. Τέλος περιγράφονται οι δύο κατηγορίες Σ.Η.Ε, τα αυτόνομα και τα διασυνδεδεμένα συστήματα.

Στο 3^{ο} κεφάλαιο παρουσιάζεται μια γενική περιγραφή των δύο διασυνδεόμενων συστημάτων της Κύπρου και της Κρήτης που εξετάζονται στην παρούσα εργασία,. Παρουσιάζονται ιστορικά στοιχεία που αφορούν την ηλεκτρική ενέργεια στα δύο συστήματα. Επίσης γίνεται αναφορά στα γενικά χαρακτηριστικά των δικτύων τους.

Στο 4^{ο} κεφάλαιο γίνεται γενική αναφορά στο έργο EuroAsia Interconnector όπου είναι και η αφορμή για την υλοποίηση αυτής της εργασίας.

Στο 5^{ο} κεφάλαιο παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου των δύο διασυνδεόμενων συστημάτων της Κύπρου και της Κρήτης και τα χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου του Ενιαίου Σ.ΗΕ που δημιουργείται με τη διασύνδεση των συστημάτων της Κύπρου και της Κρήτης. Επίσης γίνεται αναφορά στο συντελεστή ταυτοχρονισμού των δύο συστημάτων καθώς και στο συντελεστή ομοιομορφίας.

Στο 6^{ο} κεφάλαιο περιλαμβάνονται στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας των δύο διασυνδεόμενων συστημάτων της Κύπρου και της Κρήτης καθώς επίσης και τα συγκεντρωτικά στοιχεία παραγωγής για το Ενιαίου Σ.ΗΕ. Γίνεται αναφορά στους σταθμούς παραγωγής και ειδικότερα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά στοιχεία των θερμικών μονάδων αλλά και στοιχεία για μονάδες ΑΠΕ. Επίσης περιγράφεται η έκρηξη που έγινε στο Μαρί στις 11 Ιουλίου 2011 και οι καταστροφικές επιπτώσεις που είχε στον ΑΗΣ του Βασιλικού. Τέλος γίνεται μια ειδική αναφορά στον συνδιασμένο Κύκλο του ΑΗΣ Βασιλικού.

Το 7^{ο} κεφάλαιο περιλαμβάνει μια γενική επισκόπηση των στοιχείων διανομής και μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας των δύο διασυνδεόμενων συστημάτων. Παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στοιχεία για τις γραμμές μεταφοράς αλλά και για τους υποσταθμούς των δύο συστημάτων

Στο 8^{ο} κεφάλαιο αναλύεται η μεθοδολογία επίλυσης του αλγόριθμου που ακολουθήθηκε για την επίλυση του προβλήματος. Περιγράφεται η πορεία επίλυσης του προβλήματος, αναλύοντας κάθε μέρος αυτής. Χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα τροποποιημένες συναρτήσεις του πακέτου λογισμικού MATLAB τόσο για την ένταξη των θερμικών μονάδων (unit committment) όσο και την Οικονομική κατανομή (Economic dispatch) τόσο κάθε συστήματος χωριστά όσο και του ενιαίου συστήματος.

Στο κεφάλαιο 9 είναι συγκεντρωμένα όλα τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που αφορούν την Κύπρο και την Κρήτη ως δύο αυτόνομα Σ.Η.Ε καθώς επίσης και τα αποτελέσματα που αφορούν το Ενιαίο Σ.Η.Ε που προκύπτει με την διασύνδεση των δύο νησιών. Παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν τη παραγωγή, την αποκοπή ΑΠΕ και τη πραγματική τους διείσδυση και το κόστος και τη κατανάλωση καυσίμου σε κάθε ένα από τα συστήματα. Ακόμα παρουσιάζεται αναλυτικά η αναμενόμενη ροή ισχύος μεταξύ των 2 συστημάτων Τέλος γίνεται σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων τόσο μεταξύ των δύο αυτόνομων συστημάτων της Κύπρου και της Κρήτης όσο και μεταξύ του Ενιαίου Σ.Η.Ε και της από-κοινού λειτουργίας των δύο συστημάτων και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα. Επίσης παρουσιάζονται συγκριτικά αποτελέσματα που αφορούν τις εκπομπές ρύπων.

Στο κεφάλαιο 10 πραγματοποιείται ανάλυση 3 Σεναρίων ευαισθησίας για τα παραπάνω αποτελέσματα που αφορούν: Α) Την επίπτωση της διασύνδεσης σε ενδεχόμενη πολύ σοβαρή καταστροφή όπως η έκρηξη στο Μαρί, Β) Την επίπτωση της υιοθέτησης ενιαίας τιμής καυσίμων μαζούτ και diesel στα δύο διασυνδεόμενα συστήματα και Γ) την επίπτωση αύξησης της ελάχιστης παραγωγής μίας μονάδας λόγω περιορισμών δικτύου.

Στο κεφάλαιο 11 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά τα συμπεράσματα της εργασίας που αφορούν τη λειτουργία του Ενιαίου Σ.Η.Ε σε σχέση με την από-κοινού λειτουργία των δύο αυτόνομων συστημάτων.

2. Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας

2.1 Ορισμός Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας

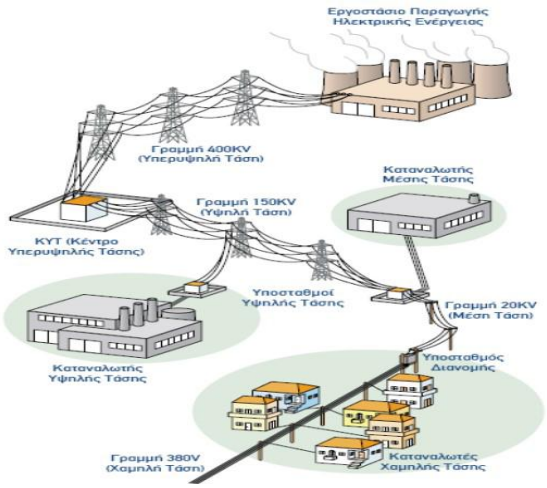
Σύστημα Ηλεκτρικής ενέργειας (Σ.Η.Ε) είναι το σύνολο των εγκαταστάσεων (γεννήτριες, μετασχηματιστές, γραμμές μεταφοράς, διακόπτες διατάξεις αντιστάθμισης) και μέσων , που χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτηθεί με ηλεκτρική ενέργεια ένα σύνολο καταναλωτών προορισμός ενός τέτοιου συστήματος είναι η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε μια εξυπηρετούμενη περιοχή καταναλώσεως.
Η ηλεκτρική ενέργεια από το σημείο που θα παραχθεί μέχρι το σημείο που θα καταναλωθεί βρίσκεται σε μια συνεχή ροή. Επειδή η ηλεκτρική ενέργεια δε μπορεί να αποθηκευτεί, πρέπει να παράγεται τη στιγμή ακριβώς που χρειάζεται η κατανάλωση της. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται στους σταθμούς παραγωγής ενώ η μεταφορά της σε μεγάλες ποσότητες από τα εργοστάσια παραγωγής στις περιοχές καταναλώσεως γίνεται με τις γραμμές υψηλής (έως 220 kV) και υπερύψηλης (έως 500 kV) τάσεως, οι οποίες μεταφέρουν την ενέργεια σε κεντρικά σημεία του δικτύου, τους υποσταθμούς, από όπου ξεκινούν τα δίκτυα διανομής μέσης τάσεως που διανέμουν την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές δια μέσου των υποσταθμών διανομής και των γραμμών χαμηλής τάσης 380/220 V.
Αν και το μέγεθος των Σ.Η.Ε διαφέρουν, υπάρχουν μεταξύ τους χαρακτηριστικά που είναι κοινά για τα περισσότερα από αυτά. Τα χρησιμοποιούμενα συστήματα είναι τριφασικά εναλλασσόμενου ρεύματος, συχνότητας 50 ή 60 Hz, που χρησιμοποιούνται όμως σε ειδικές περιπτώσεις και συστήματα συνεχούς ρεύματος για τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.
Σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να εξασφαλίζονται και να ικανοποιούνται οι ακόλουθες απαιτήσεις :

- Πρέπει να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια οπουδήποτε υπάρχει ζήτηση.
- Η ζήτηση πραγματικής και άεργου ισχύος μεταβάλλεται με τον χρόνο, και το σύστημα πρέπει να ικανοποιεί αυτή τη συνεχώς μεταβαλλόμενη ζήτηση.
- Η παρεχόμενη ενέργεια πρέπει να ικανοποιεί ορισμένους όρους ποιότητας. Τρεις βασικοί παράγοντες συνιστούν την ποιότητα αυτή:
  - Σταθερή συχνότητα
  - Σταθερή τάση
  - Υψηλή αξιοπιστία τροφοδοτήσεως
- Η ενέργεια πρέπει να παρέχεται με τα ελάχιστα οικονομικά και οικολογικά κόστη.
- Πρέπει να σχεδιαστεί και να λειτουργεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι φιλικό προς το περιβάλλον, ασφαλές, αξιόπιστο και να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια καλής ποιότητας στη χαμηλότερη κατά το δυνατό τιμή.

Τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας από απόψεως εκτάσεως μπορούν να διακριθούν σε "Εθνικά Συστήματα", "Περιφερειακά Συστήματα" και" Ιδιωτικά Συστήματα" εφ' όσον αντίστοιχα καλύπτουν το σύνολο μιας χώρας ,το σύνολο μιας γεωγραφικής περιοχής, ή τις ανάγκες μεμονωμένου ιδιωτικού συγκροτήματος.
Η δομή του συστήματος έχει πρωτεύουσα σημασία για τη γεωγραφική διαθεσιμότητα της ηλεκτρικής ενέργειας. Η ιδιότητα, η οποία χαρακτηρίζει τη δομή και τη σύνθεση του συστήματος περισσότερο από κάθε άλλη είναι το μέγεθος του συστήματος. Οπωσδήποτε όμως ακόμη και το μικρότερο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα πολύπλοκο ηλεκτρικό δίκτυο.

2.2 Δομή του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας

Ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας διακρίνεται στα εξής ειδικότερα συστήματα, δηλαδή το «Σύστημα Παραγωγής», το «Σύστημα Διασύνδεσης και Μεταφοράς», το «Σύστημα Υπομεταφοράς» και το «Σύστημα Διανομής».
Το Σύστημα Παραγωγής περιλαμβάνει τους σταθμούς παραγωγής, όπου παράγεται το ηλεκτρικό ρεύμα, μαζί με τους υποσταθμούς ανυψώσεως της τάσεως του δικτύου, και τους υποσταθμούς υποβιβασμού της τάσεως σε μέση τάση προς τροφοδότηση των δικτύων διανομής. Με το Σύστημα Μεταφοράς η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται από τους σταθμούς παραγωγής προς τις περιοχές καταναλώσεως. Περιλαμβάνει τα δίκτυα των γραμμών μεταφοράς υψηλής ή υπερύψηλης τάσης τα οποία αναφέρονται στο πιο κάτω υποκεφάλαιο. Το Σύστημα Διανομής περιλαμβάνει τα δίκτυα διανομής μέσης και χαμηλής τάσης, στα οποία δίκτυα υπάγονται και οι υποσταθμοί διανομής μέσω των οποίων η μέση τάση υποβιβάζεται σε χαμηλή τάση. Με τα δίκτυα διανομής η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται στις μικρότερες περιοχές φορτίου, και παρέχεται στους καταναλωτές μέσης και χαμηλής τάσης. Ένα σύστημα παραγωγής μπορεί να λειτουργεί μεμονωμένο ή διασυνδεδεμένο με ένα ή περισσότερα άλλα γειτονικά συστήματα. Τέλος, σε ένα καινούριο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας δεν υπάρχει σύστημα υπομεταφοράς.



Εικόνα 2.2.1: Δομή του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας

2.3 Λειτουργίες των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας

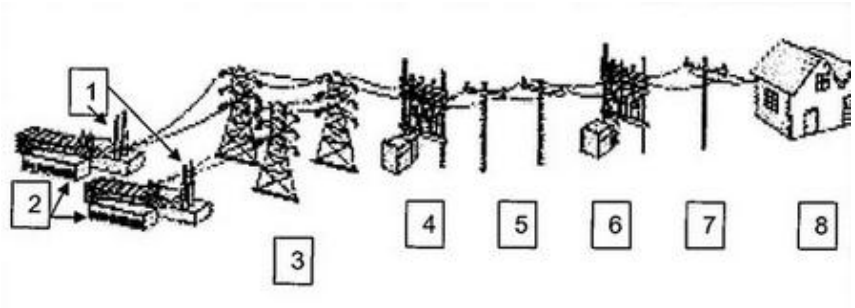
Παραδοσιακά τρεις είναι οι βασικές λειτουργίες που συνιστούν τη συνολική λειτουργία ενός Σ.Η.Ε : η *παραγωγή,* η *μεταφορά* και η *διανομή* της ηλεκτρικής ενέργειας.
Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται στους σταθμούς παραγωγής, οι οποίοι, ανάλογα με την πηγή πρωτογενούς ενέργειας που χρησιμοποιούν, διακρίνονται σε *ατμοηλεκτρικούς* (ΑΗΣ), *υδροηλεκτρικούς* (ΥΗΣ) και *πυρηνικούς* (ΠΣ).

- Στους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια η χημική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο καύσιμο (που μπορεί να είναι κάρβουνο, λιγνίτης, φυσικό αέριο ή πετρέλαιο). Με την καύση του καυσίμου απελευθερώνεται θερμική ενέργεια, που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού στο λέβητα. Ο ατμός διοχετεύεται στον ατμοστρόβιλο όπου παρέχει μέρος της ενέργειας του σε μηχανική μορφή. Ο στρόβιλος με τη σειρά του περιστρέφει τη γεννήτρια όπου η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια.

- Στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια η δυναμική ενέργεια των υδάτων.
- Στους πυρηνικούς σταθμούς ο ελεγχόμενος πυρηνικός αντιδραστήρας αντικαθιστά το συμβατικό το συμβατικό λέβητα σαν πηγή θερμικής ενέργειας. Η θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται κατά τη διαδικασία της σχάσης χρησιμοποιείται για την κίνηση μιας ηλεκτρικής γεννήτριας ατμού.

Σε μικρότερες, βέβαια, ποσότητες είναι δυνατόν να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια από τον άνεμο, τη γεωθερμία ή την ηλιακή ενέργειας.
Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις γίνεται μέσω των γραμμών μεταφοράς, που μπορεί να είναι εναέριες ή σπανιότερα υπόγειες. Επειδή το επίπεδο τάσης των γραμμών μεταφοράς καθορίζει το όριο της ηλεκτρικής ενέργειας που μπορούν αυτές να μεταφέρουν, η επίτευξη υψηλών τάσεων μεταφοράς έκανε δυνατή τη μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις. Ανάλογα με το επίπεδο της τάσης μεταφοράς επιτυγχάνονται χωρητικότητες των γραμμών μεταφοράς που εκτείνονται από 100MW μέχρι και πάνω από 4000 MW.
Το σύστημα μεταφοράς περιλαμβάνει τα δίκτυα των γραμμών μεταφοράς υψηλής (Υ.Τ. 150kV) ή υπερύψηλης (Υ.Υ.Τ. 400kV) τάσης, τους Υ/Σ ζεύξης και τους Υ/Σ υποβιβασμού σε μέση τάση (Μ.Τ. 15/20kV). Συνεπώς, μέσω του συστήματος μεταφοράς πραγματοποιείται η διάχυση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τους σταθμούς παραγωγής στο φορτίο.
Το σύστημα διανομής περιλαμβάνει το λοιπό δίκτυο τροφοδοσίας της μέσης (15/20kV) και χαμηλής τάσης (Χ.Τ.380V) προς του τελικούς καταναλωτές.
Τέλος η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι και τον πιο απομακρυσμένο μικρό ή μεσαίο καταναλωτή γίνεται με ένα πυκνό δίκτυο διανομής μέσης και χαμηλής τάσης.
Η Ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται με γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσεως. Η μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται με υψηλή τάση, διότι συνεπάγεται μικρότερες ηλεκτρικές απώλειες και συνεπώς οικονομικότερη λειτουργία. Χρησιμοποιούνται διάφορες βαθμίδες τάσεως μεταφοράς, αναλόγως της αποστάσεως και του μεγέθους της ισχύος που πρέπει να μεταφερθεί. Οι εφαρμοζόμενες διεθνώς τάσεις μεταφοράς έχουν τιμές 66 kV, 110 kV, 132 kV, 138 kV, 150 kV ,220kV,275 kV , 345 kV , 400 kV , 500 kV, 750 kV , 1100 kV , 1500 kV και 2000 kV, από τις οποίες οι τρεις τελευταίες βρίσκονται υπό μελέτη και αφορούν στο μέλλον. Από τις εν λειτουργία τάσεις μεταφοράς οι από 66 έως 220 kV αποτελούν τη βαθμίδα των υψηλών τάσεων (ΥΤ), από 275 έως και 500 kV τη βαθμίδα των υπερύψηλων τάσεων (ΥΥΤ) και οι άνω των 500 kV τη βαθμίδα των εξαιρετικά υψηλών τάσεων(ΕΥΤ). Πρέπει να σημειωθεί ότι έχουμε κυρίως μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας με εναλλασσόμενο ρεύμα ενώ η μεταφορά με συνεχές είναι περιορισμένη.
Οι γεννήτριες των σταθμών παράγουν την ηλεκτρική ενέργεια με τάση 15 kV ή 20 kV. Η τάση των 15 kV ή 20 kV είναι χαμηλή ώστε να μην ενδείκνυται να μεταφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια σε μεγάλες αποστάσεις, λόγω μεγάλων απωλειών. Έτσι η τάση ανυψώνεται στα 150 kV ή 400 kV και μετά με τη γραμμή μεταφοράς μεταφέρεται κοντά στους καταναλωτές. Ελάχιστοι καταναλωτές τροφοδοτούνται με τάση 150 kV (π.χ. Πελάτες Υψηλής Τάσης). Η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται με Μ.Τ. στους μεγάλους καταναλωτές (βιομηχανίες κ.λπ.) ενώ στους μικρούς (σπίτια, καταστήματα, βιοτεχνίες) με Χ.Τ. Έτσι υπάρχει ανάγκη και άλλων μετασχηματιστών από Υ.Τ. ή Υ.Υ.Τ. σε Μ.Τ. και μετά από Μ.Τ. σε Χ.Τ. Εκτός από τα προηγούμενα πρέπει να γίνει και η διασύνδεση των σταθμών του συστήματος μιας και από κάπου πρέπει να ξεκινούν οι γραμμές μεταφοράς και διανομής. Όλες οι παραπάνω απαιτήσεις καλύπτονται από τον σχεδιασμό των υποσταθμών (Υ/Σ). [1]

Στην Εικόνα 2.3-1 φαίνεται σε σχηματική αναπαράσταση ένα Σ.Η.Ε και η μεταφορά του τα σπίτια μας.



Εικόνα 2.3-1: Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας

1. Ηλεκτροπαραγωγός Σταθμός.
2. Υποσταθμός Μεταφοράς ανύψωσης τάσης.
3. Γραμμή Μεταφοράς Ψηλής Τάσης.
4. Υποσταθμός Μεταφοράς ψηλής Τάσης υποβιβασμού σε Μέση Τάση.
5. Γραμμή Διανομής Μέσης Τάσης.
6. Υποσταθμός Διανομής Μέσης Τάσης υποβιβασμού σε Χαμηλή Τάση.
7. Γραμμή Διανομής Χαμηλής Τάσης.

2.4 Κατηγοριοποίηση των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας

Η μεγάλη ποικιλία της μορφολογίας του εδάφους έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την δημιουργία γεωγραφικά απομονωμένων περιοχών, οι οποίες θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως ανεξάρτητα «κομμάτια» μέσα σε ένα γενικότερο γεωγραφικό πλαίσιο. Τέτοια εδάφη είναι κυρίως τα νησιά, μικρού, μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους, αλλά και αρκετές απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές. Η ανάγκη της ενεργειακής κάλυψης τέτοιων περιοχών αποτελεί ένα ξεχωριστό πεδίο έρευνας και εφαρμογής για την επιστήμη των Σ.Η.Ε. Η παραγωγή, η μεταφορά αλλά και ο έλεγχος των συγκεκριμένων συστημάτων παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις από τα αντίστοιχα, τα οποία αναπτύχθηκαν σε πολύ μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές.

Ο σημαντικότερος διαχωρισμός σύμφωνα με τη δομή λειτουργίας τους, είναι:

- Αυτόνομα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- Διασυνδεδεμένα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Μεταξύ και των δύο κατηγοριών Σ.Η.Ε. πρέπει να ικανοποιούνται πάντα δύο σημαντικοί λειτουργικοί παράμετροι, όπως η *ικανοποίηση του ενεργειακού ισοζυγίου* και η *διατήρηση της συχνότητας*.

2.4.1 Αυτόνομα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας

Αυτόνομα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας χαρακτηρίζονται τα συστήματα εκείνα, τα οποία βρίσκονται εγκατεστημένα σε νησιά ή γενικότερα σε απομονωμένες γεωγραφικές περιοχές, οι οποίες δεν έχουν την δυνατότητα διασύνδεσης με ένα ευρύτερο σύνολο συστημάτων, όπως είναι μέχρι σήμερα η Κύπρος και η Κρήτη. Η απομόνωση ενός δικτύου από ένα τέτοιο πλαίσιο «συνεργασίας», όπου συνυπάρχουν και αλληλοϋποστηρίζονται πολλά διαφορετικά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία μίας ουσιαστικά ανεξάρτητης και αυτόνομης ενεργειακής «νησίδας».
Στα αυτόνομα συστήματα η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα πρέπει να καλύπτει κάθε στιγμή την ολοένα αυξανόμενη ζήτηση. Αυτό το γεγονός όμως, συνεπάγεται της παρουσίας ορισμένων ενεργειακών προβλημάτων, που αντιμετωπίζονται σε ένα αυτόνομο Σ.Η.Ε. όπως της Κύπρου, της Κρήτης αλλά και σε πολλά άλλα μικρότερα αυτόνομα νησιωτικά συστήματα της Ελλάδας.

Τα κυριότερα από αυτά είναι:

- Η μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση από το πετρέλαιο (ντήζελ, μαζούτ), σε σχέση με την ηπειρωτική Ελλάδα για τον λόγω ότι δεν υπάρχουν τοπικά κοιτάσματα ορυκτών καυσίμων που είναι οικονομικότερα (υψηλό κόστος μεταφοράς και ολοένα αυξανόμενη τιμή πετρελαίου).
- Οι υψηλοί ρυθμοί αύξησης ενεργειακής ζήτησης που οφείλονται στην αλματώδη ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου και του τουρισμού
- Το υψηλό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, λόγο της υπερλειτουργίας ορισμένων συμβατικών μονάδων παραγωγής με υψηλό κόστος λειτουργιάς ιδιαίτερα κατά τις περιόδους αιχμής (καλοκαιρινοί μήνες).
- Η πολλαπλασιαζόμενη αύξηση ενεργειακής ζήτησης κατά τους θερινούς μήνες σε αντίθεση με τους χειμερινούς (μέρη στα οποία κατά τους θερινούς μήνες, ο πληθυσμός πολλαπλασιάζεται, έχουν αρκετά χαμηλό συντελεστή φορτίου, το οποίο είναι αρνητικό, ιδιαίτερα για τα αυτόνομα ΣΗΕ)

Στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται η μετατροπή μιας πρωτογενούς μορφής ενέργειας, σε ηλεκτρική. Αποτελούνται από πολλές μονάδες που λειτουργούν παράλληλα μεταξύ τους.
Σε κάθε μονάδα υπάρχει ένα ζεύγος κινητήριας μηχανής-γεννήτριας που μετατρέπει τη πρωτογενή μορφή ενέργειας σε ηλεκτρική. Ιδιαίτερα στην παραγωγή των αυτόνομων συστημάτων, πολύ βασικό μειονέκτημα είναι το ότι χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα (ντήζελ, μαζούτ), με σημαντικά υψηλή τιμή εισαγωγής που έχει ως αποτέλεσμα το αυξημένο κόστος λειτουργίας τους.
Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατατάσσονται σε δυο κατηγορίες ανάλογα τον τρόπο λειτουργίας τους:

- Σταθμοί βάσης
- Σταθμοί αιχμής

Οι σταθμοί βάσης λειτουργούν συνήθως για μεγάλα χρονικά διαστήματα (λειτουργία επί 24ωρου βάσεως) και καλύπτουν τις βασικές ανάγκες της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ οι σταθμοί αιχμής λειτουργούν σε ώρες μεγάλης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ώρες αιχμής, όπως τονίζει και το όνομά τους.
Η βασική διαφορά ως προς τον τρόπο λειτουργίας των συμβατικών μονάδων, είναι ο τύπος της καύσιμης ύλης που χρησιμοποιούν. Επομένως, υπάρχει πληθώρα συμβατικών μονάδων παραγωγής, οι οποίες κατατάσσονται ως εξής :

- Ατμοηλεκτρικές μονάδες (Μονάδες βάσης)
- Μηχανές εσωτερικής καύσης ή Μ.Ε.Κ. (Μονάδες βάσης, κυμαινόμενου φορτίου).
- Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου, στην οποία δουλεύουν συνδυαστικά ένας αεριοστρόβιλος και ένας ατμοστρόβιλος. (Μονάδες βάσης, κυμαινόμενου φορτίου).
- Αεριοστροβιλικές Μονάδες (Μονάδες φορτίου αιχμής).

2.4.2 Διασυνδεδεμένα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας

Στην περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γειτονικά Σ.Η.Ε (άλλων Χωρών), σε αντίθεση με την περίπτωση των αυτόνομων δικτύων που η δυνατότητα αυτή δεν υπάρχει. Αυτές οι διασυνδέσεις επελήφθησαν από την ανάγκη συνεργασίας διαφορετικών ΣΗΕ με στόχο την οικονομικότερη και πιο αξιόπιστη λειτουργία τους.
Τα διασυνδεδεμένα ΣΗΕ παρέχουν την δυνατότητα περιορισμού των επιπλέον μονάδων παραγωγής που απαιτούνται για την κάλυψη του μεγίστου φορτίου ή των ξαφνικών, απροσδόκητων μεταβολών φορτίου. Αυτό επιτυγχάνεται με τις ανταλλαγές ισχύος που πραγματοποιούν μεταξύ τους. Επίσης οι διασυνδέσεις επιτρέπουν την καλύτερη αξιοποίηση των αποδοτικότερων μονάδων των ΣΗΕ και αυτό μειώνει το κόστος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτές οι ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας στη σημερινή απελευθερωμένη αγορά ηλεκτρικής ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποτελούν το βασικότερο εργαλείο για την οικονομική και αξιόπιστη λειτουργία των ΣΗΕ. Όμως για να μπορέσουν να διασυνδεθούν δύο ΣΗΕ δεν πρέπει μόνο να έχουν την ίδια ονομαστική συχνότητα λειτουργίας, αλλά να υπάρχει και συγχρονισμός μεταξύ όλων των μονάδων παραγωγής των δύο ΣΗΕ. Συνεπώς, μόνο εξελιγμένα ΣΗΕ, που πληρούν αυστηρές τεχνικές προδιαγραφές επιτρέπεται να διασυνδεθούν.
Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά πλεονεκτήματα ενός διασυνδεδεμένου συστήματος:

- Μεγάλοι κεντρικοί σταθμοί παραγωγής που εξυπηρετούν ένα ευρύ γεωγραφικό και ποσοτικό φάσμα ηλεκτρικών φορτίων, σε αντίθεση με την αναγκαστική εγκατάσταση μικρών σταθμών παραγωγής σε κάθε ένα από τα επιμέρους απομονωμένα συστήματα, με άμεσο αποτέλεσμα την μείωση του ανοιγμένου (€/MW) κόστους εγκατάστασης για κάθε MW.
- Υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης μεγαλύτερων και με μικρότερο κόστος λειτουργίας συμβατικών μονάδων παραγωγής, ενώ παράλληλα δίνεται η δυνατότητα μεταφοράς της παραγόμενης ενέργειας μέσω κεντρικών και πιο οικονομικών γραμμών μεταφοράς υπερύψηλης τάσης (≥400kV).
- Υπάρχει μικρότερη ποσοστιαία ανάγκη της στρεφόμενης εφεδρείας, σε αντίθεση πάντα με τα απομονωμένα συστήματα, όπου η στρεφόμενη εφεδρεία είναι ένας από τους πλέον βασικούς παράγοντες της ομαλής και ασφαλούς τους λειτουργίας.
- Υπάρχει διαφοροποίηση της ζήτησης φορτίου μεταξύ περιοχών κατά τη διάρκεια του έτους, συνεπώς απαιτείται μικρότερο πλεόνασμα εγκατεστημένης ισχύος για την κάλυψη του φορτίου μικρών χρονικών περιόδων αιχμής.
- Υπάρχει διαφοροποίηση της ζήτησης φορτίου μεταξύ περιοχών (ετεροχρονισμός) κατά τη διάρκεια του 24ώρου, με αποτέλεσμα την εξομάλυνση της συνολικής εικοσιτετράωρης καμπύλης φορτίου.
- Υπάρχει μεγαλύτερη δυνατότητα διαχείρισης καταστάσεων εκτάκτων αναγκών και αντιμετώπισης ενδεχόμενων διαταραχών, λόγω διασύνδεσης αλλά και μικρής ποσοστιαίας επιρροής των σφαλμάτων στο συνολικό δίκτυο.[2]

Στην παρούσα εργασία, όπως έχουμε αναφέρει και πιο πάνω, στόχος είναι οι επιπτώσεις στην οικονομική λειτουργία των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας της Κύπρου και της Κρήτης λόγω της διασύνδεσής τους.

3. Γενική-Περιγραφή των Διασυνδεόμενων Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας

3.1 Το ΣΗΕ Κύπρου

3.1.1 Γενική περιγραφή της Κύπρου

Η Κύπρος, επίσημα Κυπριακή Δημοκρατία είναι ανεξάρτητη νησιωτική χώρα της ανατολικής Μεσογείου. Συνορεύει θαλάσσια με την Τουρκία, την Συρία, τον Λίβανο, και την Αίγυπτο.

Βρίσκεται ανατολικά της Ελλάδας (Καστελόριζο), νότια της Τουρκίας και δυτικά της Συρίας. Είναι το τρίτο μεγαλύτερο σε έκταση νησί της Μεσογείου μετά τη Σαρδηνία και τη Σικελία. Γεωγραφικά η Κύπρος μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκει στην Νοτιοανατολική Ευρώπη ή στην Νοτιοδυτική Ασία. Ωστόσο, επειδή ιστορικά, πολιτιστικά και οικονομικά η Κύπρος έχει δεσμούς με την Ευρώπη και ιδιαίτερα με την Ελλάδα , θεωρείται μέρος μόνο της Δύσης και της Ευρώπης. Είναι σήμερα το νοτιοανατολικό άκρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και της Ευρώπης ολόκληρης.

Οι κάτοικοι της Κύπρου εντάσσονται με βάση την καταγωγή, τη γλώσσα, την πολιτιστική παράδοση και το θρήσκευμα σε μία από τις δύο κοινότητες που προνοούνται από το Άρθρο 2 του Συντάγματος της Κυπριακής Δημοκρατίας, είτε την Ελληνική είτε την Τουρκική. Η πλειοψηφία των κατοίκων σήμερα, περιλαμβανομένων των τριών αναγνωρισμένων θρησκευτικών ομάδων των Μαρωνιτών, των Αρμενίων και των Λατίνων (Καθολικών), ανήκει κατά 75,5% στην Ελληνοκυπριακή κοινότητα. Στην Κύπρο διαμένει επίσης μεγάλος αριθμός ξένων υπηκόων, οι οποίοι στα τέλη του 2011 συνιστούσαν το 21,4% του πληθυσμού.

Ως αποτέλεσμα της εισβολής που διέπραξε η Τουρκία στην Κύπρο το 1974 και της συνεχιζόμενης παράνομης κατοχής του βόρειου τμήματος του νησιού, 200.000 Έλληνες Κύπριοι αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν τις εστίες τους και να καταφύγουν ως πρόσφυγες στα νότια του νησιού. Παράλληλα, οι Τούρκοι Κύπριοι καθώς και μεγάλος αριθμός εποίκων μεταφέρθηκαν στον κατεχόμενο από την Τουρκία βορρά, ο οποίος και ανακηρύχθηκε τελικά μονομερώς ως ανεξάρτητο κράτος το 1983, με την ονομασία "Τουρκική Δημοκρατία της Βόρειας Κύπρου". Η ΤΔΒΚ δεν έχει αναγνωριστεί ως ανεξάρτητη από κανένα κράτος - μέλος του ΟΗΕ πλην της Τουρκίας. Ο πληθυσμός στις περιοχές της Κύπρου υπό τον έλεγχο της Κυπριακής Δημοκρατίας ανερχόταν στο τέλος του 2011 στους 838.897 κατοίκους, μεγάλο μέρος των οποίων (21,4%) αποτελούν ξένοι υπήκοοι.

Η Κύπρος είναι το τρίτο μεγαλύτερο νησί της Μεσογείου. Βρίσκεται ανατολικά της Ρόδου, 215 μίλια, και της Κρήτης, νότια των ακτών της Τουρκίας 37 μίλια, δυτικά των Συριακών ακτών 56 μίλια, και βόρεια των ακτών της Αιγύπτου 190 μίλια.

Εικόνα 3.1-1: Γεωγραφική απεικόνιση της Κύπρου

Επαρχία	Πληθυσμός(1/10/2011)
Λευκωσία	325.756
Αμμόχωστος	46.452
Λάρνακα	143.367
Λεμεσός	235.056
Πάφος	88.266
Σύνολο	**838.897**

Πιν. 3.1-1: Κατανομή πληθυσμού κατά επαρχία

Μορφολογία εδάφους

Από μορφολογικής άποψης η Κύπρος υποδιαιρείται στις ακόλουθες μορφολογικές περιφέρειες:
α) Στο ορεινό σύμπλεγμα Τρόοδος που δεσπόζει στο κέντρο-νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού, με ψηλότερη κορυφή τον Όλυμπο (1.953 μ.)
β) Στη βόρεια οροσειρά του Πενταδάκτυλου, με ψηλότερη κορυφή τον Κυπαρισσόβουνο (1.024 μ.).
γ) Στη κεντρική πεδιάδα της Μεσαορίας, που εκτείνεται μεταξύ των δύο προηγουμένων και την οποία διασχίζουν δυο ποταμοί-χείμαρροι, ο Πεδιαίος και ο Γιαλιάς.
δ) Στη λοφώδη περιοχή γύρω από το σύμπλεγμα του Τροόδους και
ε) Στις παράκτιες πεδιάδες και ακτές.

Στην Κύπρο, αν και υπάρχει μεγάλος αριθμός φραγμάτων (18 φράγματα συνολικής χωρητικότητας 29 1εκατομμυρίων κυβικών μέτρων νερού) που χρησιμοποιούνται ως ταμιευτήρες νερού, ωστόσο λόγω των συχνών και μακρών περιόδων ανομβρίας στο νησί, υπάρχει περιορισμένη δυνατότητα για αξιοποί ηση της υδροηλεκτρικής ενέργειας.

3.1.2 Ιστορική αναδρομή της Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο

Ο ηλεκτρισμός στην Κύπρο, έχει μια ιστορία πέραν των 100 χρόνων. Πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές του 20ου αιώνα και συγκεκριμένα το 1903, με την εγκατάσταση από την τότε αποικιακή Αγγλική Κυβέρνηση μιας ηλεκτρογεννήτριας για τις ανάγκες του Αρμοστίου στη Λευκωσία. Μια δεύτερη ηλεκτρογεννήτρια εγκαταστάθηκε μετά από λίγο καιρό στο Γενικό Νοσοκομείο Λευκωσίας.
Το αγαθό όμως του ηλεκτρισμού, οι Κύπριοι (λίγοι βέβαια στην αρχή) άρχισαν να το απολαμβάνουν από το 1912, όταν δηλαδή άρχισε η παραγωγή και η δημόσια διάθεση του. Πρωτοπόρα πόλη στον τομέα αυτό ήταν η Λεμεσός, στην οποία ιδρύθηκε εταιρεία ηλεκτρισμού και εγκαθιδρύθηκε μηχανοστάσιο με ηλεκτρογεννήτριες. Η Ηλεκτροφωτιστική Εταιρεία Λεμεσού ιδρύθηκε με πρωτοβουλία των αδελφών Σταματίου, του Γεώργιου Γιαγκόπουλου και άλλων φιλοπρόοδων κατοίκων της πόλης της Λεμεσού.
Τον αμέσως επόμενο χρόνο, ιδρύθηκε η Ηλεκτρική Εταιρεία Λευκωσίας από τον τότε οικονομικό παράγοντα της πρωτεύουσας Γεώργιο Πιερίδη. Όπως ήταν φυσικό, τη Λεμεσό και τη Λευκωσία, ακολούθησαν αρκετά χρόνια αργότερα (από το 1922 και μετά) και άλλες πόλεις. Συγκεκριμένα, το 1922 δημιουργήθηκαν Δημοτικές Ηλεκτρικές Επιχειρήσεις στις πόλεις Αμμοχώστου, Λάρνακας και Πάφου, ενώ στην Κερύνεια, το Δημαρχείο προχώρησε στη δημιουργία Ηλεκτρικής Εταιρείας το 1927. Σταδιακά απέκτησαν τις δικές τους ηλεκτρικές εταιρείες και διάφορα αγροτικά κέντρα όπως η Μόρφου, οι Πλάτρες, ο Πεδουλάς, το Παραλίμνι, τα Λεύκαρα, ο Ξερός, η Λεύκα, το Λευκόνοικο κ.α.
Μέχρι το 1952 που ιδρύθηκε η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου, η διάδοση του ηλεκτρισμού στην Κύπρο συνεχιζόταν με πολύ αργό ρυθμό, ενώ ο εξηλεκτρισμός της υπαίθρου ήταν ουσιαστικά ανύπαρκτος.
Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το 1952 υπήρχαν μόνο 28 ηλεκτρικές επιχειρήσεις που εξυπηρετούσαν ισάριθμες πόλεις και χωριά (6 πόλεις και 22 κωμοπόλεις ή χωριά). Οι 16 από αυτές τις 22 επιχειρήσεις ήταν Δημοτικές ή Κοινοτικές και μερικές από αυτές παρείχαν ηλεκτρισμό μόνο κατά τις βραδινές ώρες. Θα πρέπει επίσης να αναφέρουμε ότι η κάθε επιχείρηση ηλεκτρισμού μπορούσε να

ηλεκτροδοτήσει καταναλωτές μόνο μέσα στα καθορισμένα δημοτικά ή χωρητικά όρια. Η Νομοθεσία τότε, απαγόρευε την ηλεκτροδότηση καταναλωτών εκτός των ορίων αυτών.
Κάτι άλλο που αξίζει να αναφερθεί, είναι ότι οι ηλεκτρικές εταιρείες αντιμετώπισαν στα πρώτα τους βήματα σοβαρά οικονομικά προβλήματα, αφού η συντηρητική κοινωνία των πόλεων εκείνης της εποχής, είτε δεν μπορούσε ν' αντιληφθεί την επανάσταση που έφερνε ο ηλεκτρισμός, είτε δεν τον εμπιστευόταν δεδομένου πως οι διακοπές στα πρώτα χρόνια ήταν συχνές και μακρές. Εξάλλου, τότε, δεν ήταν διαδεδομένες οι ηλεκτρικές συσκευές και κατά συνέπεια η κατανάλωση του κάθε νοικοκυριού ήταν ασήμαντη σε σύγκριση με αυτή που γίνεται σήμερα. Ο ηλεκτρισμός χρησιμοποιούταν μόνο για φωτιστικούς σκοπούς, γι'αυτό και η λέξη "Ηλεκτροφωτιστική" στην επωνυμία της Εταιρείας της Λεμεσού.
Ένα χαρακτηριστικό γεγονός της κατάστασης που επικρατούσε όσον αφορά τη διστακτικότητα των Κυπρίων να εμπιστευτούν τον ηλεκτρισμό, είναι και η εκστρατεία που έκανε στα πρώτα χρόνια η Ηλεκτροφωτιστική Εταιρεία Λεμεσού. Η Εταιρεία αυτή, στα πλαίσια της εκστρατείας της, παραχωρούσε για κάποιο διάστημα δωρεάν ρεύμα για δοκιμαστικούς σκοπούς, έτσι που να πειστεί το κοινό για τα ωφελήματα του ηλεκτρισμού.
Ο πρώτος ηλεκτροπαραγωγικός σταθμός της Κύπρου τέθηκε σε λειτουργία στις 2 Φεβρουαρίου 1953. Οι υπόλοιπες φάσεις του σταθμού συμπληρώθηκαν σταδιακά για να φτάσει στην ολική δυναμικότητα των 84 MW. Ο σταθμός αυτός, καθώς και οι άλλοι που αποπερατώθηκαν στη συνέχεια λειτουργούν με το μαζούτ ως καύσιμο, το οποίο η ΑΗΚ εξασφαλίζει με εισαγωγή από το εξωτερικό.
Κομβικό σημείο στην πορεία ανάπτυξης της Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο ήταν η ίδρυση της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ) στις 30 Οκτωβρίου 1952, όπου με βάση τον νόμο «περί αναπτύξεως Ηλεκτρισμού», είχε το δικαίωμα να απαλλοτριώσει τις υπάρχουσες Ηλεκτρικές εταιρίες και θα είχε την ευθύνη για την παραγωγή, μεταφορά και διανομή του Ηλεκτρισμού.
Στα χρόνια που ακολούθησαν η αύξηση της ζήτησης Ηλεκτρικής ενέργειας από τους καταναλωτές ήταν αλματώδες με συνεπακόλουθο την ανάγκη για την κατασκευή νέων Ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών για την κάλυψη των αναγκών. Την ανάπτυξη αυτή μείωσε προσωρινά η τουρκική εισβολή το 1974 με την κατοχή του 37% του εδάφους της Κύπρου. Παρ' όλες τις δυσκολίες και τα προβλήματα που προέκυψαν, η ΑΗΚ με ορθό προγραμματισμό και σκληρή δουλεία κατάφερε την παραπέρα ανάπτυξη και στήριξη του οργανισμού.
Σήμερα και μετά την ένταξη της Κύπρου στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με το άνοιγμα της αγοράς Ηλεκτρικής ενέργειας απελευθερώθηκε το 35% της παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας. Η ΑΗΚ έχασε το μονοπώλιο της παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο και αναζητούνται ενδιαφερόμενοι για την εγκατάσταση και λειτουργία νέων μονάδων παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας.[3]

3.1.3 Γενικά Χαρακτηριστικά Ηλεκτρικού Δικτύου Κύπρου

Το Σ.Η.Ε. της Κύπρου είναι ένα μεγάλο αυτόνομο σύστημα το οποίο κατά το έτος 2010 παρουσιάζει συνοπτικά τα εξής χαρακτηριστικά.

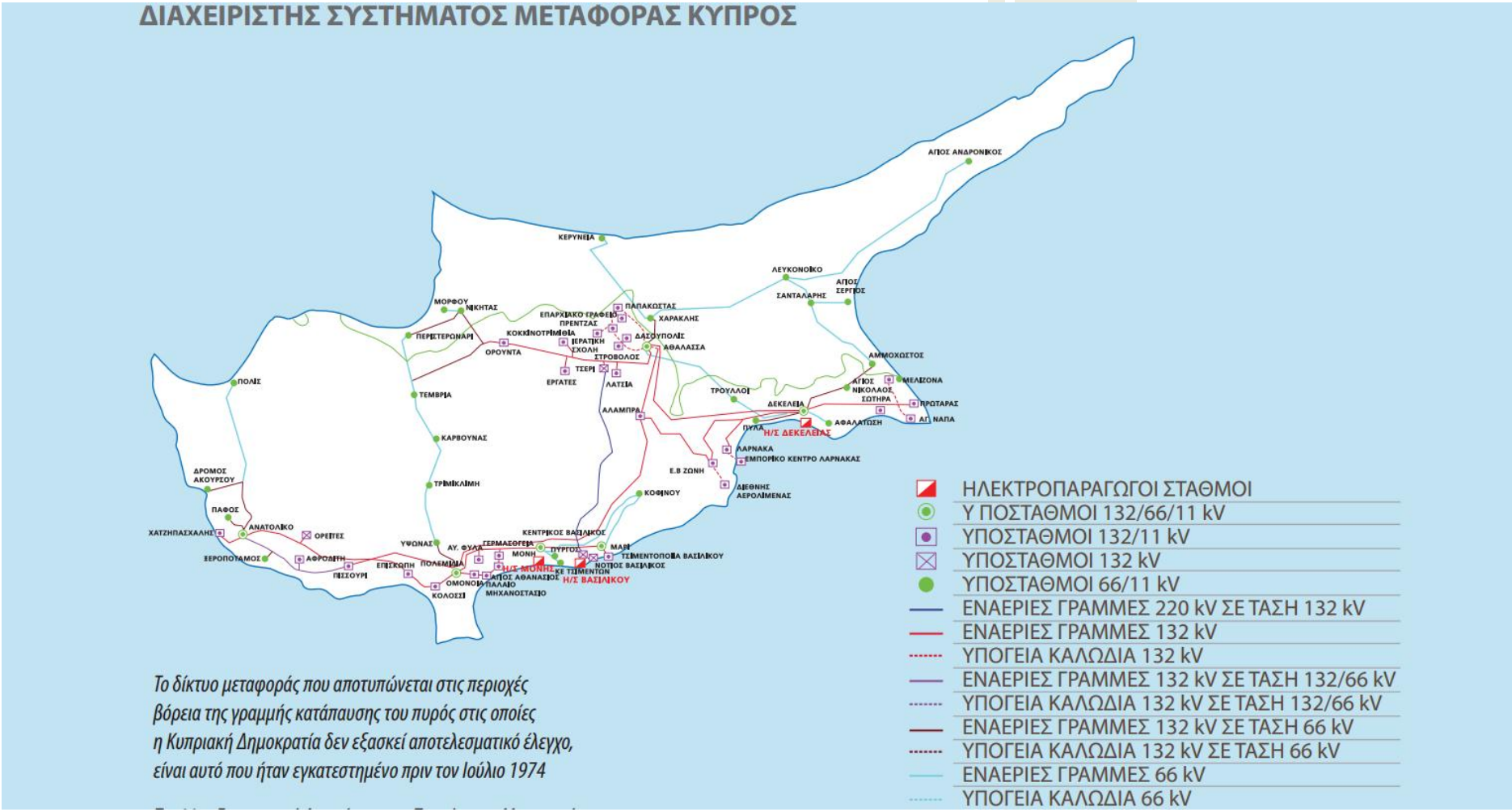
- Περιλαμβάνει τρεις Σταθμούς Παραγωγής και διαθέτει συνολικά 24 εγκατεστημένες συμβατικές μονάδες που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 6.1.
- Δίκτυα γραμμών μεταφοράς Υ.Τ. (132 kV) και Μ.Τ. (66 kV και 20 kV) που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 7.1.
- 57 Υποσταθμούς Υ.Τ/Μ.Τ.
- Αιολικά Πάρκα που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 6.1.5.
- Μεγάλο αριθμό Φ/Β Πάρκων που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 6.1.5.

Το σύνολο της παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας στις περιοχές της Κυπριακής Δημοκρατίας, εκτός αυτών βόρεια της γραμμής κατάπαυσης του πυρός όπου το Κράτος δεν ασκεί αποτελεσματικό έλεγχο, αποτελείται από:

- Τη συνολική ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τους τρεις Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς της ΑΗΚ.
- Την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Αυτοπαραγωγούς.
- Την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Ανεξάρτητους Παραγωγούς με τη χρήση:

α) Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.
β) Συμβατικών Μονάδων.

Στην Εικόνα 3.1-2 παρουσιάζεται ο χάρτης του Ηλεκτρικού Συστήματος της Κύπρου. Στον Χάρτη Συστήματος Παραγωγής και Μεταφοράς Κύπρου παρουσιάζονται οι τοποθετήσεις και διασύνδεση των ηλεκτροπαραγωγών σταθμών, οι τοποθετήσεις και διασύνδεση των υποσταθμών μεταφοράς καθώς και οι πορείες των γραμμών και καλωδίων μεταφοράς 66kV, 132kV. Στο Χάρτη χρησιμοποιούνται σύμβολα και παραστάσεις σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Συνδέσμου Ευρωπαίων Διαχειριστών Συστήματος Μεταφοράς (ENTSO-E) του οποίου ο ΔΣΜ αποτελεί ιδρυτικό μέλος. Το δίκτυο μεταφοράς που αποτυπώνεται στις περιοχές βορείως της Γραμμής Κατάπαυσης του Πυρός στις οποίες η Κυπριακή Δημοκρατία δεν εξασκεί αποτελεσματικό έλεγχο, είναι αυτό που ήταν εγκατεστημένο πριν τον Ιούλιο του 1974.



Εικόνα 3.1-2: Χάρτης Ηλεκτρικού Συστήματος Κύπρου. Σύστημα Παραγωγής και Μεταφοράς(Πηγή ΑΗΚ)

3.2 Το ΣΗΕ Κρήτης

3.2.1 Γενική περιγραφή της Κρήτης

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και το 5ο μεγαλύτερο στη Μεσόγειο. Πρωτεύουσα καθώς και μεγαλύτερη πόλη της είναι το Ηράκλειο. Η Κρήτη εδράζει περίπου 160 χλμ. νότια της ελληνικής ηπειρωτικής χώρας εκτεινόμενη κατά διεύθυνση Ανατολή - Δύση, νότια του Αιγαίου πελάγους, του οποίου και αποτελεί το νότιο φυσικό όριο και βόρεια του Λιβυκού. Αποτελεί τμήμα της περιφερειακής διοίκησης της Ελλάδας και χωρίζεται σε τέσσερις περιφερειακές ενότητες: Ηρακλείου, Χανίων, Λασιθίου και Ρεθύμνου.

Η Κρήτη γεωγραφικά είναι το μεγαλύτερο νησί στην Ελλάδα και το δεύτερο μεγαλύτερο (μετά την Κύπρο) της ανατολικής Μεσογείου. Βρίσκεται στο νότιο άκρο του Αιγαίου πελάγους και καλύπτει μια περιοχή 8.336 km². Ο πληθυσμός της είναι 621.340 άνθρωποι (απογραφή 2011). Έχει μήκος 260 χλμ. και ποικίλλει στο πλάτος με ένα μέγιστο 60 χλμ. (από το ακρωτήριο Δίον έως το ακρωτήριο Λίθινο), σε ένα ελάχιστο 12 χλμ. στον ισθμό Ιεράπετρας στην ανατολική Κρήτη. Η ακτογραμμή της παρουσιάζει βαθύ γεωγραφικό διαμελισμό, ο οποίος παρουσιάζει στην Κρήτη πάνω από 1.000 χλμ. ακτών.

Το νησί είναι εξαιρετικά ορεινό και καθορίζεται από μια υψηλή σειρά βουνών που το διασχίζει την από τη δύση ως την ανατολή, διαμορφωμένη από τρεις διαφορετικές ομάδες βουνών. Τα Λευκά όροι, την οροσειρά Ίδη(Ψηλορείτης) και το όρος Δίκτη.

Η Κρήτη ανήκει στη μεσογειακή κλιματολογική ζώνη που προσδίδει τον κύριο κλιματικό χαρακτήρα της, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως εύκρατος. Η ατμόσφαιρα μπορεί να είναι αρκετά υγρή, ανάλογα με την εγγύτητα στη θάλασσα. Ο χειμώνας είναι αρκετά ήπιος και υγρός, με αρκετές βροχοπτώσεις, ως επί το πλείστο, στα δυτικά τμήματα του νησιού. Η χιονόπτωση είναι σπάνια στις πεδινές εκτάσεις, αλλά αρκετά συχνή στις ορεινές. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται στο πλαίσιο των 25-30 βαθμών Κελσίου, οπωσδήποτε χαμηλότερο από εκείνο στην ηπειρωτική Ελλάδα. Η νότια ακτή, συμπεριλαμβανομένης της πεδιάδας της Μεσσαράς και των Αστερούσιων ορέων, απολαμβάνει περισσότερες ηλιόλουστες ημέρες και υψηλότερες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού σε σχέση με την υπόλοιπη μεγαλόνησο. Η χλωρίδα του νησιού απειλείται από τη βαθμιαία ανάπτυξη της κτηνοτροφίας.

Η Κρήτη είναι απομονωμένη από τις υπόλοιπες ηπειρωτικές περιοχές της Ευρώπης, της Ασίας και της Αφρικής, γεγονός που αποτυπώνεται έντονα στη γενετική διαφορετικότητα της πανίδας και της χλωρίδας του νησιού. Από τον κρητικό αίγαγρο (κρι κρι), τον κρητικό αγριόγατο και την Κρητική μυγαλή, ως τα στενοενδημικά αρθρόποδα και τις νυχτερίδες της Κρήτης, η πανίδα της Κρήτης κρύβει πολλά μυστικά για την εξέλιξη των ειδών.

Εκτός από τα ζώα, υπάρχουν πολλά ενδημικά είδη φυτών, ακόμη και σε στενοενδημική μορφή, δηλαδή που βρίσκονται απομονωμένα σε περιορισμένες περιοχές, όπως η Μαλοτύρα (Siderites syrioca). Στην Κρήτη υπάρχουν εκατοντάδες είδη ορχιδέας, που αποτελούν πόλο έλξης για τους λάτρεις και τους ερευνητές των φυτών. Επίσης γνωστά είναι τα βότανα της Κρήτης, όπως ο δίκταμος και η κόκκινη τουλίπα, η οποία πλέον απαντάται σε πολύ λίγα μέρη.

Στην Εικόνα 3.2-1 φαίνεται η γεωγραφική θέση των νομαρχιακών διαμερισμάτων του νησιού ενώ στο πίνακα παρουσιάζονται τα πληθυσμιακά χαρακτηριστικά κάθε Νομού ξεχωριστά.

Εικόνα 3.2-1: Γεωγραφική απεικόνιση των νομαρχιακών διαμερισμάτων της Κρήτης

Νομαρχιακά διαμερίσματα	Πληθυσμός
Νομός Ηρακλείου	304.270
Νομός Λασιθίου	75.690
Νομός Ρεθύμνου	85.160
Νομός Χανίων	156.220

Πιν. 3.2-1: Πληθυσμιακά χαρακτηριστικά νομαρχιακών διαμερισμάτων της Κρήτης(2011)

Η πληθυσμιακή εξέλιξη, η οποία λειτουργεί ως πολλαπλασιαστικός παράγοντας της ζήτησης και η οικονομική κατάσταση μίας περιοχής, καθώς είναι γεγονός ότι η ενεργειακή ζήτηση ακολουθεί την εκάστοτε οικονομική εξέλιξη επηρεάζουν την εξέλιξη της ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια και αποτελούν αναμφίβολα πεδίο έρευνας και διερεύνησης, σε τεχνικά ζητήματα που έχουν να κάνουν με τις ιδιαιτερότητες των αυτόνομων (ή μη διασυνδεδεμένων) Σ.Η.Ε. στα νέα ενεργειακά και τεχνολογικά δεδομένα.

3.2.2 Ιστορική αναδρομή της Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη

Οι διαχρονικές εξελίξεις του Σ.Η.Ε. της Κρήτης είναι αρκετά σημαντικές κυρίως τις τελευταίες δεκαετίες. Στο γεγονός αυτό συντέλεσαν, ο γρήγορος ρυθμός ανάπτυξης του νησιού καθιστώντας νέες ενεργειακές απαιτήσεις οι οποίες αυξάνονται διαρκώς με ανάλογο ρυθμό ως και σήμερα.
Ο πρώτος ατμοηλεκτρικός σταθμός παραγωγής (Α.Η.Σ.) υπάρχει στα Λινοπεράματα Ηρακλείου και λειτουργεί από το 1965 ενώ ο επόμενος κατασκευάστηκε στη Ξυλοκαμάρα των Χανίων. Από τότε άρχισαν να λειτουργούν και άλλοι μικροί τοπικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και στις υπόλοιπες περιοχές της Κρήτης, κυρίως στις μεγάλες πόλεις. Επίσης, η βελτίωση του ηλεκτρικού δικτύου ολοκληρώθηκε με την αλλαγή των γραμμών μεταφοράς της Υ.Τ. από 15 kV σε γραμμές των 66 kV το 1966 και τελικά σε γραμμές των 150 kV το 1979.
Ακόμα σημειώνεται ότι, ο έλεγχος λειτουργίας του συστήματος βασίζεται από το 1993 σε ένα on-Line σύστημα S.C.A.D.A. (Εποπτικός Έλεγχος και Απόκτηση Δεδομένων) που είναι εγκατεστημένο στο Κέντρο Διανομής του Κατσαμπά, της πόλης του Ηράκλειου.
Μέχρι το 1971 η εγκατεστημένη ισχύς του νησιού προερχόμενη από συμβατικές κυρίως και υδροηλεκτρικές μονάδες παραγωγής, ήταν 81 MW και η ωφέλιμη παραγωγή ενέργειας 176 GWh. Ενώ 15 χρόνια αργότερα το 1986, έφθασε στα 209 MW και 769 GWh αντίστοιχα. Αυτή η ανάπτυξη του Σ.Η.Ε. Κρήτης κατά την περίοδο 1971-1986, συμβαδίζει με το Μέσο Όρο των ετήσιων ρυθμών ανάπτυξης, για την εγκατεστημένη ισχύ 6,5 % και για την παραγωγή ωφέλιμης ενέργειας 10,3 %.

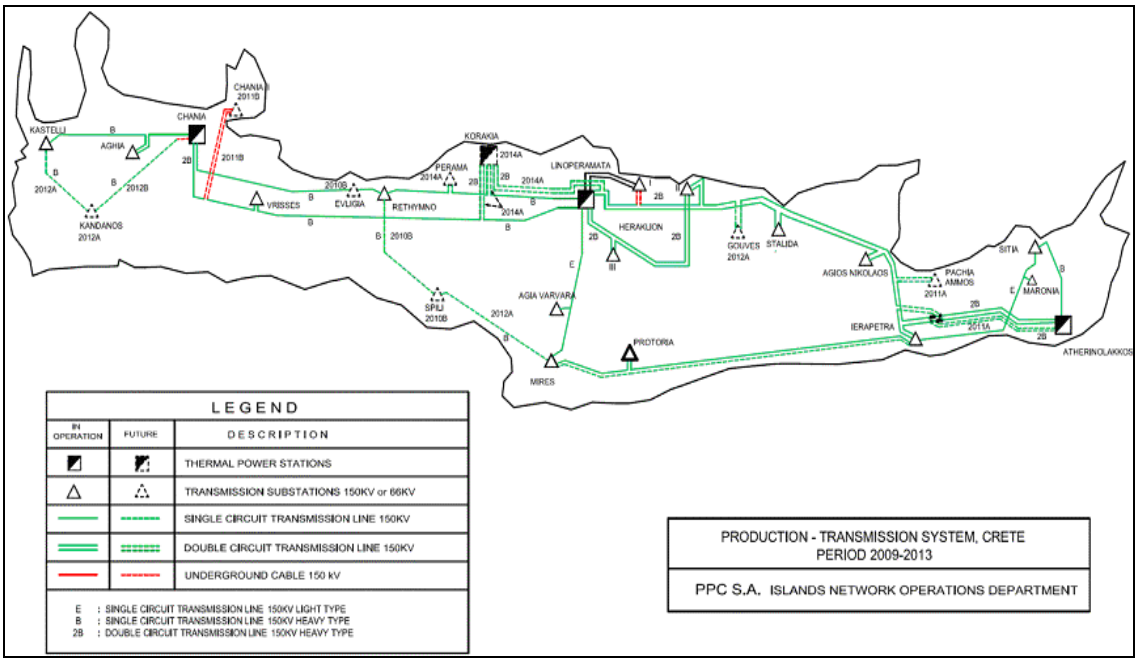
Όμως κατά την περίοδο αυτή ο Μέσο Όρος των ετήσιων ρυθμών αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος υστερούσε κατά 4% ως προς τον αντίστοιχο ρυθμό αύξησης της ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό σημαίνει ότι κατά την περίοδο 1971-86 η ικανότητα παραγωγής του Σ.Η.Ε. Κρήτης δεν αυξανόταν ισοδύναμα.
Πιο πρόσφατα, από το τέλος του 1986 ως το τέλος του 1996, η εικόνα περίπου αντιστράφηκε δηλαδή ο Μέσο Όρος των ετήσιων ρυθμών αύξησης του Σ.Η.Ε. Κρήτης ήταν 8,4 % για την εγκατεστημένη ισχύ και 7,3 % για την παραγωγή ωφέλιμης ενέργειας. Σήμερα η παραγωγή ωφέλιμης ενέργειας έχει ξεπεράσει τις 3.000 GWh, γεγονός που δείχνει την ακμάζουσα πορεία της ζήτησης, στην διαχρονική εξέλιξη του συστήματος.
Η αιολική ενέργεια στο νησί της Κρήτης, άρχισε να διαφαίνεται από τις αρχές του 1990, συντελώντας έτσι, καταλυτικό παράγοντα στη βελτίωση του ηλεκτροπαραγωγικού δυναμικού της περιοχής. Σε αυτό συνέβαλλε το γεγονός ότι η Κρήτη, όπως και τα υπόλοιπα νησιά του Αιγαίου (κυρίως οι Κυκλάδες), παρουσιάζει υψηλό αιολικό δυναμικό. Αλλά εκτός από αυτό, σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην ευρύτερη περιοχή, έπαιξαν και τα Ευρωπαϊκά προγράμματα στήριξης των Α.Π.Ε. καθώς και η μερική απελευθέρωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που μέχρι τότε ήταν μονοπώλιο από την Δ.Ε.Η..
Ειδικά, μετά το 1994, με τον Ν.2244/94 δόθηκε η δυνατότητα σε ιδιώτες επενδυτές να εγκαταστήσουν τέτοια έργα με σταθερή τιμή αποζημίωσης (feed-in tariff), συντελώντας έτσι σπουδαίο ρόλο στο γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης αυτών των έργων. [4]

3.2.3 Γενικά Χαρακτηριστικά Ηλεκτρικού Δικτύου Κρήτης

Το Σ.Η.Ε. της Κρήτης είναι το μεγαλύτερο αυτόνομο σύστημα στην Ελλάδα. Η διασύνδεσή του με το Ηπειρωτικό Σύστημα είναι τεχνικά πολύ δύσκολο να πραγματοποιηθεί λόγω της μεγάλης απόστασης που υπάρχει από την ηπειρωτική χώρα. Η διασύνδεση με καλώδιο A.C. (εναλλασσόμενου ρεύματος) είναι τεχνικώς ανέφικτη όχι μόνο λόγω της απόστασης αλλά κυρίως λόγω του μεγάλου βάθους που μεσολαβεί μέχρι τα Αντικύθηρα. Έτσι σαν εφικτή αλλά δύσκολα εφαρμόσιμη λύση μπορεί να θεωρηθεί η μεταφορά μέσω καλωδίου H.V.D.C. (συνεχούς ρεύματος), η οποία όμως απαιτεί καλώδιο μήκους 160 χιλιομέτρων. Η διασύνδεση όμως αυτή γίνεται ακόμα πιο δυσχερής λόγω του σχετικά ασθενούς δικτύου της Νότιας Πελοποννήσου. Επομένως το σύστημα της Κρήτης είναι απομονωμένο.
Το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού, παρουσιάζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία το καθιστούν μοναδικό στην Ελλάδα ενώ ταυτόχρονα έχει όλα τα τεχνικά γνωρίσματα ενός αυτόνομου νησιωτικού συστήματος με τα μειονεκτήματα που αυτό συνεπάγεται (αναφέρονται παρακάτω). Μια γεωγραφική απεικόνιση του αυτόνομου Σ.Η.Ε. της Κρήτης παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.2-2.

Το Σ.Η.Ε. της Κρήτης παρουσιάζει συνοπτικά τα εξής χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνει τρεις Σταθμούς Παραγωγής.
- Διαθέτει συνολικά 27 εγκατεστημένες συμβατικές μονάδες.
- Δίκτυα γραμμών μεταφοράς Υ.Τ. (150 kV και 66 kV) και Μ.Τ. (20 kV).
- 17 Υποσταθμούς Υ.Τ.
- Κέντρο κατανομής Φορτίου (στον Υποσταθμό Ηράκλειο ΙΙ) που χρησιμοποιεί σύστημα τηλέμετρήσεων SCADA.
- Δύο μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς.
- Αιολικά Πάρκα με σημαντικό βαθμό διείσδυσης στο σύστημα που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 6.2.5
- Μεγάλο αριθμό Φ/Β Πάρκων που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 6.2.5.



Εικόνα 3.2-2: Χάρτης Ηλεκτρικού Συστήματος Κρήτης

Σημαντικό ρόλο, στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που παρουσιάζονται σε ένα αυτόνομο Σ.Η.Ε όπως της Κρήτης καλούνται να παίξουν οι Α.Π.Ε. Η Κρήτη λόγω της γεωγραφικής της θέσης διαθέτει πλούσιο ηλιακό και αιολικό δυναμικό. Η ανάπτυξη μονάδων παραγωγής από Α.Π.Ε. αποτελεί υψηλή προτεραιότητα για το νησί.

Οι μονάδες παραγωγής από Φ/Β και Αιολικά Πάρκα μαζί με τις υπάρχουσες εγκατεστημένες θερμικές μονάδες, μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά με το ηλεκτρικό σύστημα, συμβάλλοντας έτσι στη κατεύθυνση της αύξησης του δυναμικού ηλεκτροπαραγωγής του νησιού, στη αντικατάσταση μεγάλου μέρους των συμβατικών καυσίμων και τελικά στη μείωση του υψηλού κόστους λειτουργίας των θερμικών μονάδων. [4]

Επομένως, οι ιδιαιτερότητες που εμφανίζει το Σ.Η.Ε. της Κρήτης όπως, η ποικιλομορφία των μονάδων παραγωγής, η στοχαστική συμπεριφορά των Α.Π.Ε. η σημαντική αύξηση της ζήτησης σε συνδυασμό με το γεγονός ότι αποτελεί ένα σημαντικά μεγάλο αυτόνομο ηλεκτρικό σύστημα το καθιστούν ιδανικό σύστημα μελέτης με όλες τις προκλήσεις για τη λειτουργία του.

4. Euro-Asia Interconnector

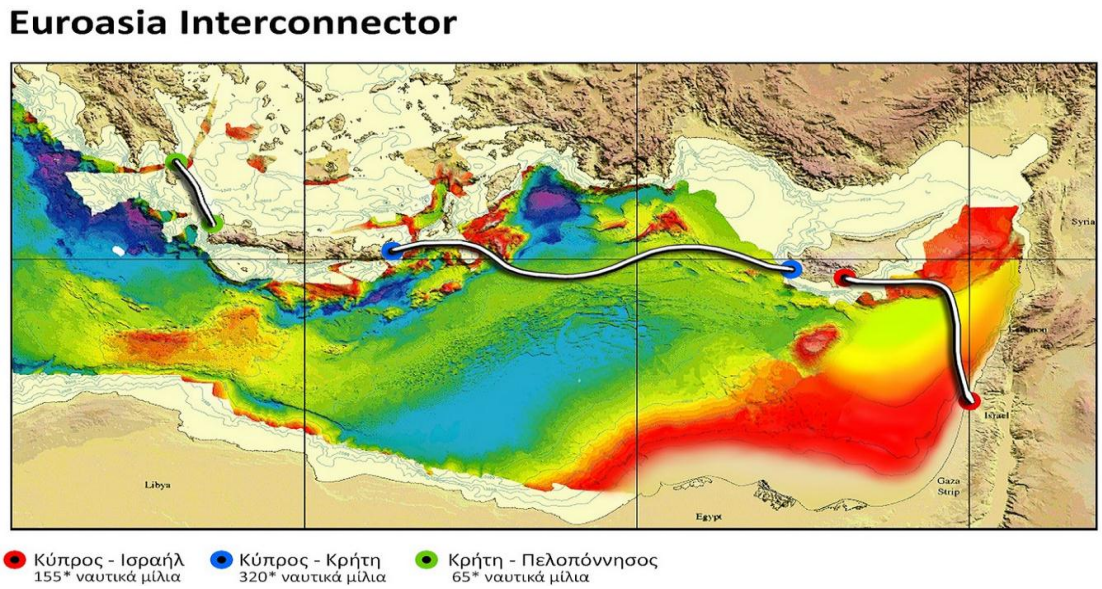
EuroAsia Interconnector είναι η πρώτη ενεργειακή γέφυρα μεταξύ της Ευρώπης και της Ασίας. Στις 23 Ιανουαρίου 2012 ένα φιλόδοξο όνειρο έκανε την πρώτη του δημόσια εμφάνιση. Το έργο αυτό έχει ως στόχο τη σύνδεση του Ισραήλ, της Κύπρου και της Ελλάδας με υποθαλάσσιο καλώδιο που στη συνέχεια θα συνδεθεί με το Πανευρωπαϊκό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.

Το έργο έχει ξεκινήσει την πορεία της εφαρμογής του και οι κυβερνήσεις του Ισραήλ, της Κύπρου και της Ελλάδας έχουν προσφέρει πλήρη υποστήριξη αλλά και τη δέσμευσή τους για την υλοποίηση του. Οι τεχνικές μελέτες έχουν ήδη ξεκινήσει και αναμένεται να ολοκληρωθούν εντός του έτους, οι οποίες θα παρουσιαστούν στις κυβερνήσεις των συνεργαζόμενων χωρών. Η DEH-Quantum Energy έχει αναλάβει το ρόλο της εξασφάλισης της χρηματοδότησης όλου του έργου. Το καλώδιο θα είναι 155 ναυτικά μίλια μεταξύ του Ισραήλ και της Κύπρου, 320 ναυτικά μίλια μεταξύ Κύπρου και Κρήτης, και 65 ναυτικά μίλια από την Κρήτη στην ηπειρωτική Ελλάδα (Πελοπόννησο). Ουσιαστικά το μήκος του καλωδίου θα εκτείνεται στα 540 ναυτικά μίλια (1.000 χλμ.),θα φθάνει σε βάθος 2000 μέτρων κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, και θα έχει ικανότητα μεταφοράς 2000MW.

Οι εταίροι του EuroAsia Interconnector είναι η ΔΕΗ στην Ελλάδα, οι θεσμικές αρχές του Ισραήλ και η ΔΕΗ Quantum Energy της Κύπρου.

Η ομάδα διαχείρισης του μεγάλου αυτού έργου θα περιλαμβάνει τεχνοκράτες από τις συνεργαζόμενες εταιρείες, καθώς και εκπρόσωπους των κρατών του Ισραήλ, της Κύπρου και τη Ελλάδας. Το κόστος εκτέλεσης του υπολογίζεται περίπου στο €1.5δις και την πλήρη χρηματοδότησή του αναλαμβάνει η ΔΕΗ - Quantum Energy. Το έργο υπολογίζεται να έχει απόσβεση σε 1500 μέρες από την μέρα λειτουργίας του ενώ τα έσοδα στη διάρκεια της ζωής του αναμένεται να ανέλθουν στα €17.5δις.

Τόσο η δυναμικότητα των 2000 MW όσο και το μήκος 540 ναυτικών μιλίων του καλωδίου καθώς και το μέγιστο βάθος των 2000 μέτρων που αυτό αναμένεται να φθάσει καθιστούν το όλο εγχείρημα την πιο μεγαλεπήβολη ηλεκτρική σύνδεση που έγινε μέχρι στιγμής στον κόσμο. Το EuroAsia Interconnector αποτελεί μια σημαντική πηγή ευημερίας και αισιοδοξίας για τις χώρες μας.[5]



Η εργασία αυτή με αφορμή το έργο EuroAsia Interconnector επικεντρώνεται στη διασύνδεση Κύπρου-Κρήτης και έχει ως κύριο στόχο την ανάλυση των οικονομικών επιπτώσεων στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας της Κύπρου και της Κρήτης λόγω της διασύνδεσης τους.

Ο πιο κάτω πίνακας παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά στοιχεία του καλωδίου διασύνδεσης των ενοποιημένων συστημάτων της Κύπρου και της Κρήτης.

Πίνακας 4-1:Χαρακτηριστικά στοιχεία καλωδίου διασύνδεσης.

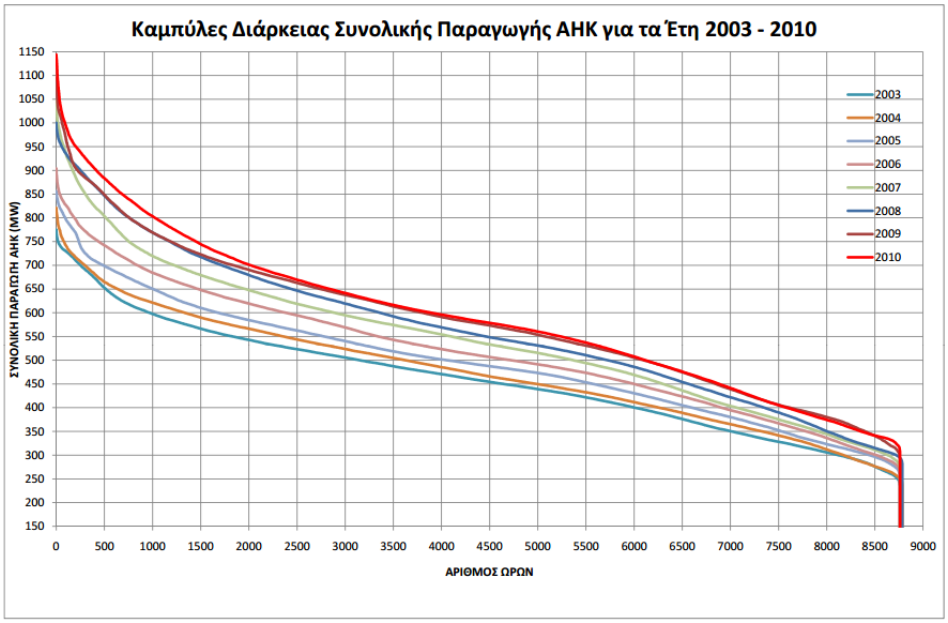
Τύπος καλωδίου	400KV single Core XPLE Cables with Copper Wire Screen and APL Sheath
Dimensions/Cross Sections (mm^2)	2000
Conductor, round, stranded, segmental (mm)	54,3
XPLE insulation (mm)	26
Screen, cooper wire, cross sections (mm^2)	170
Outer diameter (mm)	131
Cable weight(Cu)(Kg/m)	30
Permissible pulling force(Cu)(kN)	100
Electrical data	
DC Resistance (Cu) (Ω/Km)	0,009
AC Resistance (Cu)(Ω/Km)	0,0129
Field strength at Uo at conductor screen (Kv/mm)	12,4
Field strength at Uo at core screen (Kv/mm)	6,5
Capacitance per core (μF/Km)	0,209
Inductance (mH/Km)	0,5
Current Rating/Power Rating	
Cu contactor cables 1 circuit A/MVA	1212/840
Cu conductor cables 2 circuit A/MVA	1026/711

5. Χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου Διασυνδεόμενων Συστημάτων

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται συγκεκριμένα στοιχεία που αφορούν τη ζήτηση φορτίου τόσο στο Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης, όσο και στο ενιαίο Σ.Η.Ε που δημιουργείται. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η σχετική εργασία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από την περίοδο λειτουργίας του Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης για το έτος 2010 τα οποία συγκεντρωτικά αναφέρονται πιο κάτω.

5.1 Χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου της Κύπρου

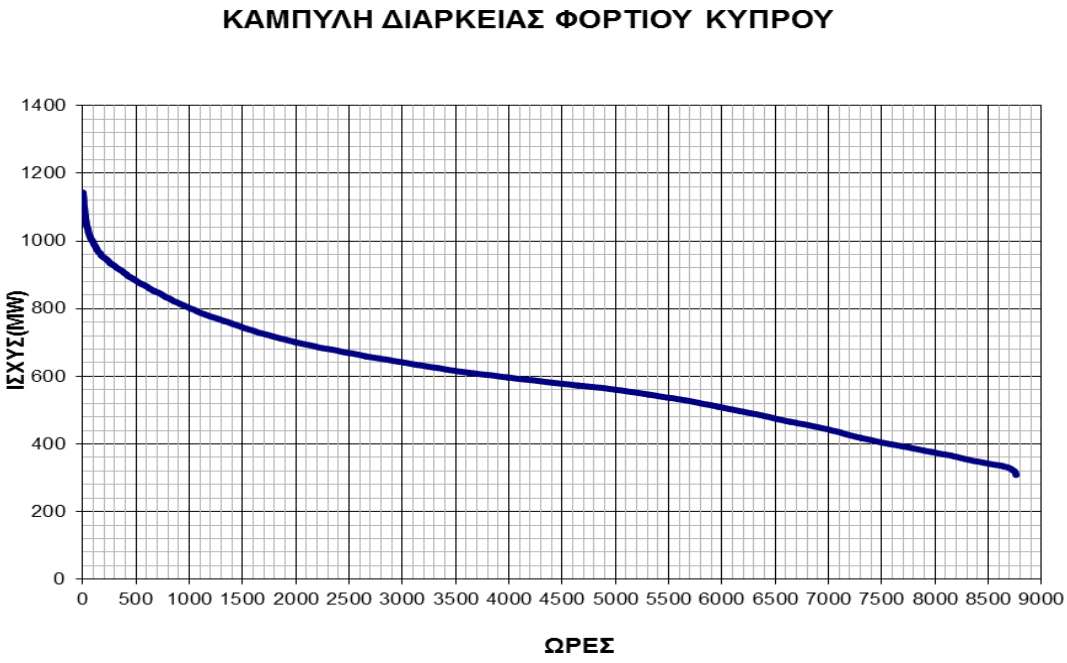
Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των πιο κάτω αποτελεσμάτων προέρχονται από την ΑΗΚ και από τον Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς Κύπρου.
Η αύξηση της ζήτησης και συνεπώς η παραγωγή της Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Κύπρο κατά την περίοδο 2003-2010 ήταν αρκετά μεγάλη, όπως φαίνεται και στις καμπύλες διάρκειας φορτίου πιο κάτω. Κατά την πάροδο των ετών είναι εμφανές η χωρική μετατόπιση προς τις υψηλότερες τιμές.



Γράφημα 5.1-1: Καμπύλες διάρκειας φορτίου του Σ.Η.Ε Κύπρου για τα έτη 2003-2010(Πηγή Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς Κύπρου)

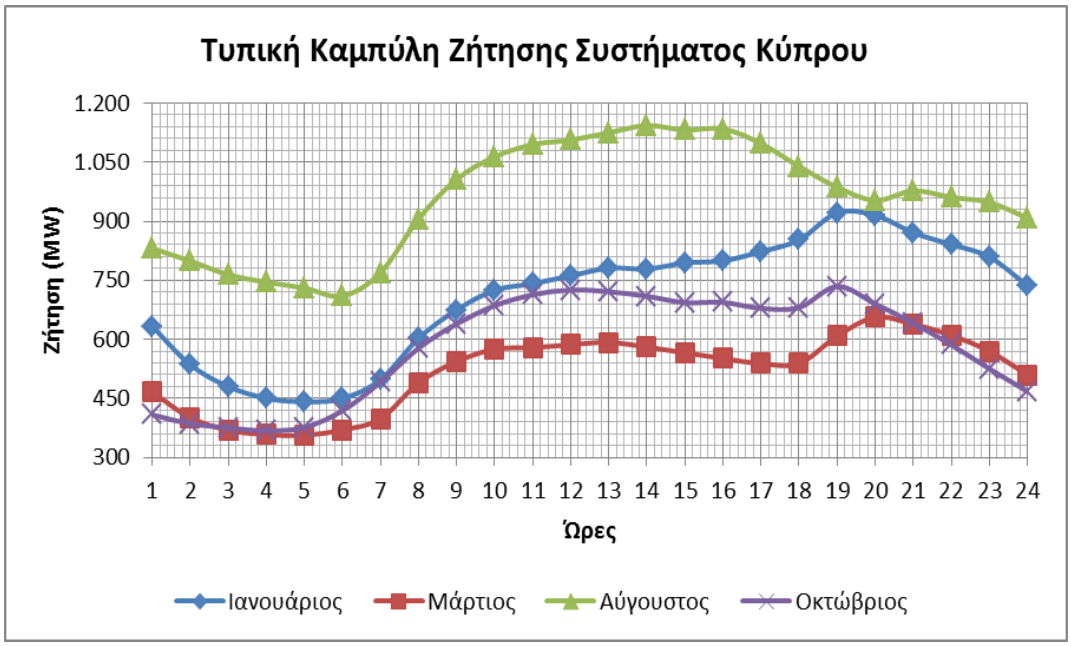
Κατά το 2010 όπου είναι το έτος που θεωρήθηκε για την προσομοίωση της παρούσας εργασίας το σύνολο της παραχθείσας ενέργειας ανήλθε σε 5,3 TWh. Το σύνολο της ενέργειας που εισήλθε στο Σύστημα Μεταφοράς, μετά την αφαίρεση των απωλειών στους Σταθμούς Παραγωγής ανήλθε σε 4,9 TWh.
Η αιχμή της ζήτησης κατά το 2010 ήταν ίση με 1143,20 MW όπως φαίνεται και πιο πάνω και σημειώθηκε την 3^{η} ημέρα του μήνα Αυγούστου στις 13:00.

Η καμπύλη διάρκειας φορτίου για το έτος 2010 παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα ενώ οι τυπικές καμπύλες ζήτησης για χαρακτηριστικές εποχές του ίδιου έτους παρουσιάζονται στο Γράφημα 5.1-3.



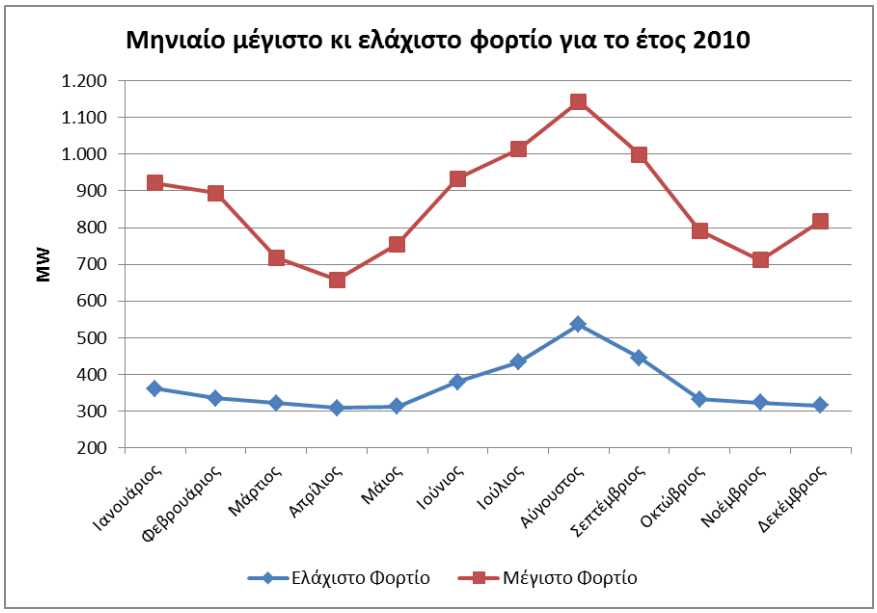
Γράφημα 5.1-1: : Καμπύλη διάρκειας φορτίου για το Σ.Η.Ε. της Κύπρου το 2010

Πιο πάνω φαίνεται η καμπύλη διάρκειας φορτίου το Σ.Η.Ε Κύπρου για το έτος 2010. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη ζήτηση για το 2010 ήταν 1143,20 MW και σημειώθηκε την 3^{η} ημέρα του μήνα Αυγούστου στις 13:00. ενώ η ελάχιστη ζήτηση ήταν 308,50 MW και σημειώθηκε την 5^{η} ημέρα του μήνα Απριλίου στις 05:00.



Γράφημα 5.1-2: Τυπικές καμπύλες ζήτησης για το Σ.Η.Ε. Κύπρου για διάφορους μήνες του έτους

Στο πιο πάνω γράφημα φαίνονται οι τυπικές καμπύλες ζήτησης του ΣΗΕ Κύπρου για τις ημερομηνίες 26 Αυγούστου, 10 Μαρτίου, 3 Αυγούστου και 19 Οκτωβρίου του 2010.Από την παραπάνω εικόνα είναι φανερό ότι, η ζήτηση φορτίου κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα κατά τους θερινούς μήνες, καθώς όπως φαίνεται το μήνα Αύγουστο σημειώνονται οι υψηλότερες τιμές της ζήτησης. Αντίστοιχα, κατά την εποχή της Άνοιξης και συγκεκριμένα τον μήνα Μάρτιο παρουσιάζεται η χαμηλότερη τιμή ζήτησης του συστήματος.
Στα παρακάτω γραφήματα παρουσιάζονται, το μηνιαίο μέγιστο και ελάχιστο φορτίο της Κύπρου για το έτος 2010, καθώς και η μηνιαία συνολική παραγωγή για το ίδιο έτος.
Επίσης και από τα δύο γραφήματα παρατηρούμε ότι υπάρχει αυξημένη ζήτηση κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό οφείλετε κυρίως στην αυξημένη θερμοκρασία, αλλά και στον τουρισμό.

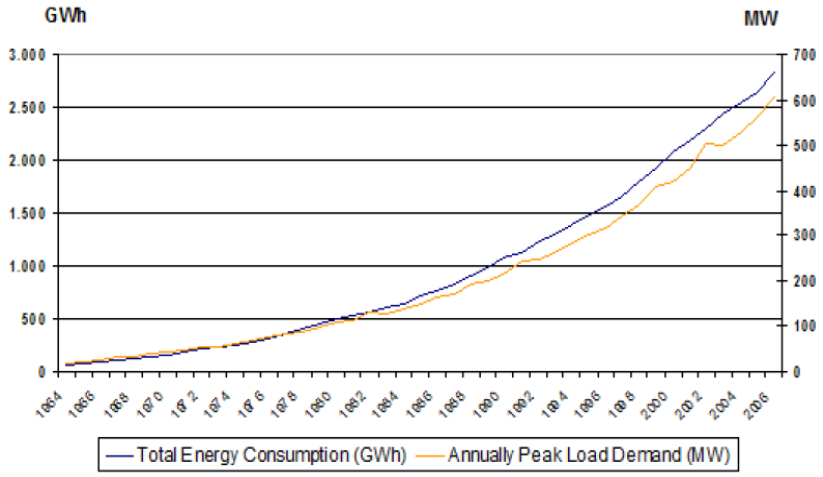


Γράφημα 5.1-3: Μηνιαίο μέγιστο κι ελάχιστο φορτίο για το Σ.Η.Ε Κύπρου το έτος 2010

Γράφημα 5.1-4: Μηνιαία συνολική παραγωγή για το Σ.Η.Ε Κύπρου το έτος 2010

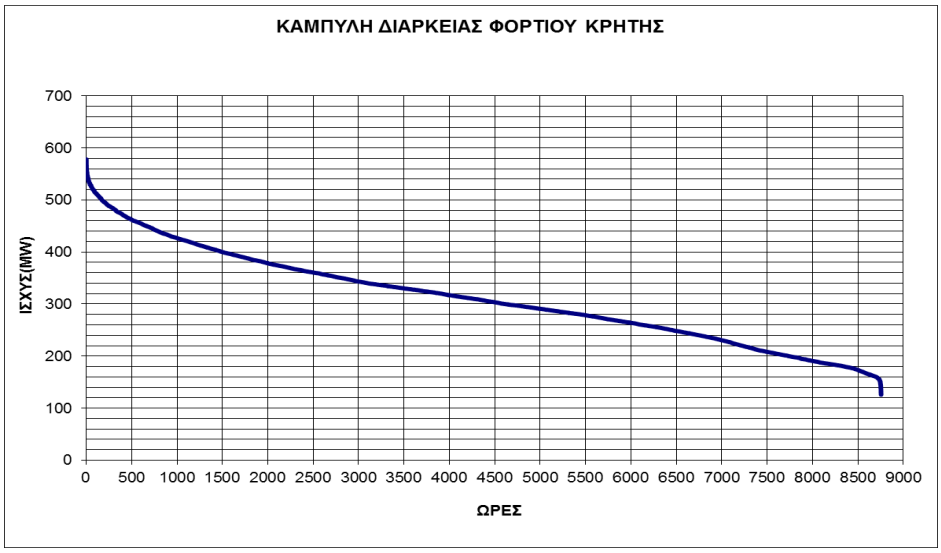
5.2 Χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου της Κρήτης

Η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας του Σ.Η.Ε. της Κρήτης μεταξύ των ετών 1998 και 2008, δηλαδή σε μία δεκαετία, αυξήθηκε κατά 84% όπως φαίνεται πιο κάτω, ενώ η αύξηση αυτή μεταξύ των ετών 1988 και 2008, δηλαδή μέσα σε είκοσι χρόνια, έφθασε το 235%.



Γράφημα 5.2-1 Διαχρονική εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος (MW) και της παραγόμενης ενέργειας (GWh) στο νησί της Κρήτης μέχρι και το 2006

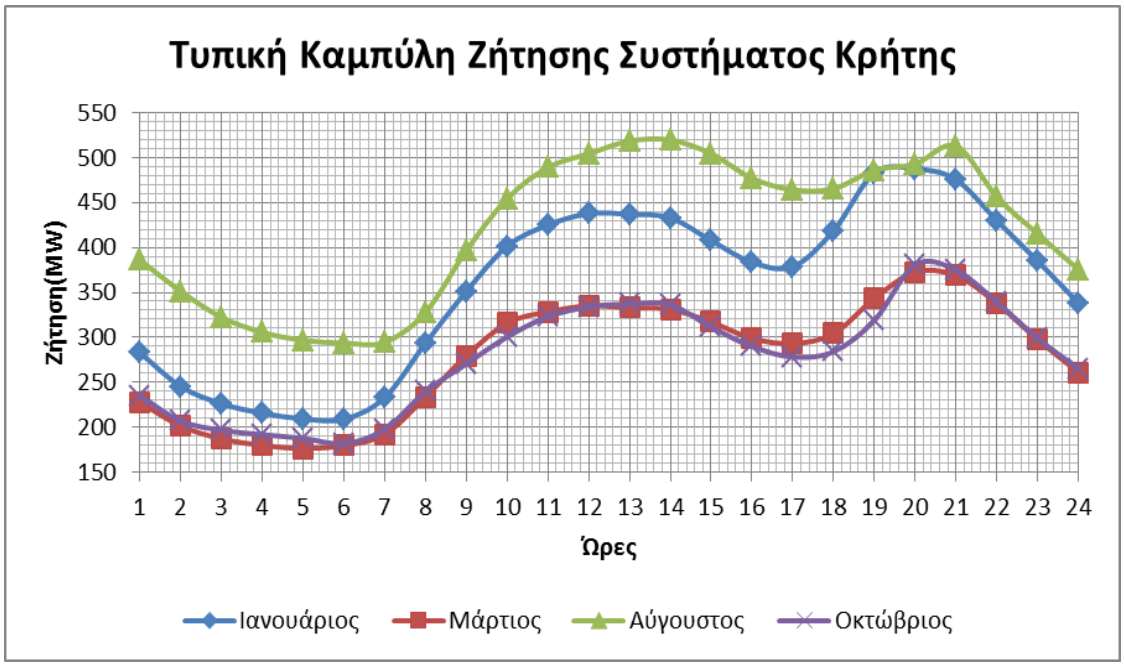
Η συνολική ζήτηση φορτίου για το έτος αυτό, έφτασε τις 2,7 TWh, η αιχμή της ζήτησης ήταν ίση με 577.9 MW και σημειώθηκε την 17η ημέρα του μήνα Ιουνίου στις 02:00 μ.μ. ενώ η ελάχιστη ζήτηση ήταν 126 MW και σημειώθηκε την 11η ημέρα του μήνα Δεκεμβρίου στις 05:00.
Η καμπύλη διάρκειας φορτίου για το έτος 2010 παρουσιάζεται στο Γράφημα 5.2-2 ενώ οι τυπικές καμπύλες ζήτησης για χαρακτηριστικές εποχές του ίδιου έτους παρουσιάζονται στο Γράφημα 5.2-3.



Γράφημα 5.2-2: Καμπύλη διάρκειας φορτίου για το Σ.Η.Ε. της Κρήτης το 2010

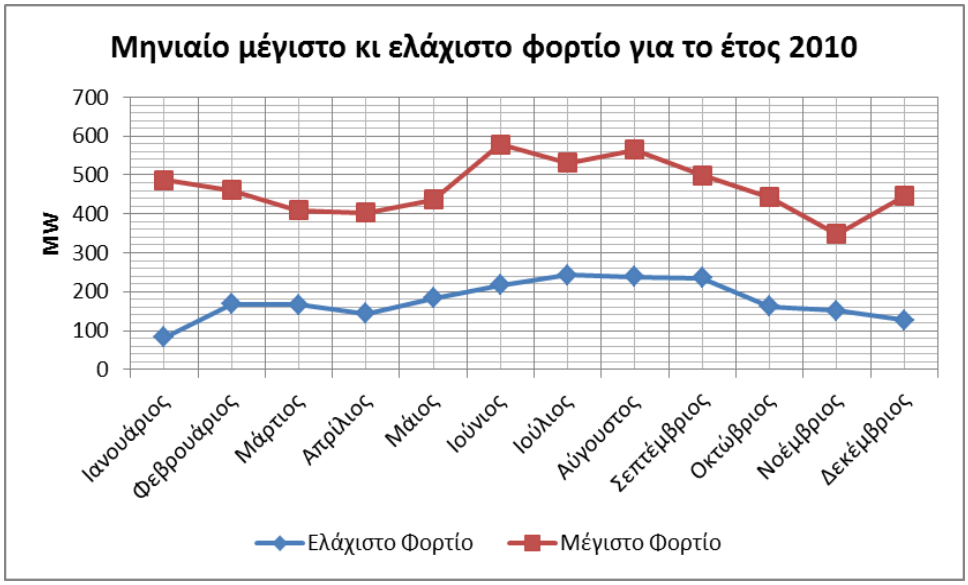
Πιο πάνω στο γράφημα φαίνεται η καμπύλη διάρκειας φορτίου το Σ.Η.Ε Κρήτης για το έτος 2010.Παρατηρούμε ότι η μέγιστη ζήτηση για το 2010 ήταν 577.9 MW και σημειώθηκε την 17η ημέρα του μήνα Ιουνίου στις 13:00, ενώ η ελάχιστη ζήτηση ήταν 126 MW και σημειώθηκε την 11η ημέρα του μήνα Δεκεμβρίου στις 05:00.Παραλείψαμε το ελάχιστο που ήταν την 18η ημέρα του Ιανουαρίου λόγω γενικής διακοπής.

Η γενική διακοπή ρεύματος είχε συμβεί στις 18 Ιανουαρίου 2010 η ώρα 02:03 στο νησί της Κρήτης, λόγω των σοβαρών και δυσμενών καιρικών συνθηκών που επικρατούσαν. Μέσα σε 19 λεπτά, 9 κεραυνοί είχαν κτυπήσει το σύστημα σε μια μικρή περιοχή κοντά στο Ηράκλειο. Το σύστημα είχε διαχωριστεί σε δύο τμήματα. Το δυτικό τμήμα του συστήματος είχε έλλειψη παραγωγής και επομένως, επικρατούσαν συνθήκες υποσυχνότητας. Η πλειοψηφία των μονάδων παραγωγής που τέθηκαν εκτός λειτουργίας ήταν στα Λινοπεράματα που βρίσκονταν κοντά στο σημείο που τέθηκε εκτός λειτουργίας. Επίσης το μεγαλύτερο τμήμα της ζήτησης φορτίου ήταν σε αυτό το μέρος του συστήματος. Η αποκατάσταση του συστήματος πήρε κάποιο χρόνο για να ολοκληρωθεί αλλά δεν προκάλεσε μεγάλη δυσφορία.[6]

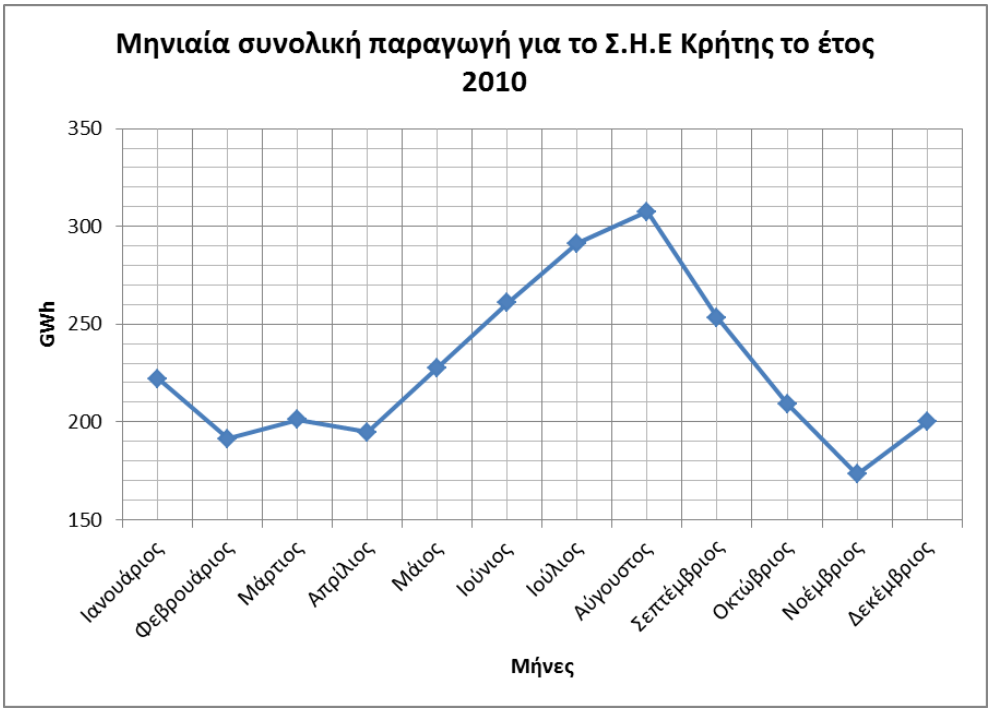


Γράφημα 5.2-3: Τυπικές καμπύλες ζήτησης για το Σ.Η.Ε. Κρήτης για διάφορους μήνες του έτους

Στο πιο πάνω γράφημα φαίνονται οι τυπικές καμπύλες ζήτησης του ΣΗΕ Κρήτης για τις ημερομηνίες 26 Αυγούστου, 10 Μαρτίου, 3 Αυγούστου και 19 Οκτωβρίου του 2010.Από τις καμπύλες αυτές φαίνεται ότι τον Αύγουστο και γενικά τους θερινούς μήνες κατά τις μεσημεριανές ώρες έχουμε την πιο μεγάλη ζήτηση, όπου αυτό είναι λογικό λόγω της υψηλής θερμοκρασίας. Επίσης παρατηρείται και επίδραση νυχτερινής αιχμής στο σύστημα. Τις ώρες 18:00 μέχρι 22:00 η ζήτηση είναι επίσης υψηλή. Ακόμα μπορούμε να δούμε ότι κατά τους μήνες Μάρτιο και Οκτώβριο, δηλαδή κατά τους μήνες της Άνοιξης και του Φθινοπώρου η ημερήσια ζήτηση είναι πιο χαμηλή και περίπου η ίδια.



Γράφημα 5.2-4: Μηνιαίο μέγιστο κι ελάχιστο φορτίο του Σ.Η.Ε Κρήτης για το έτος 2010



Γράφημα 5.2-5: Μηνιαία συνολική παραγωγή του Σ.Η.Ε Κρήτης για το έτος 2010

Στα πιο πάνω γραφήματα παρουσιάζονται, το μηνιαίο μέγιστο και ελάχιστο φορτίο της Κρήτης για το έτος 2010, καθώς και η μηνιαία συνολική παραγωγή για το ίδιο έτος.
Επίσης όμοια με το Σ.Η.Ε της Κύπρου και από αυτές τα δύο γραφήματα παρατηρούμε ότι υπάρχει αυξημένη ζήτηση κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αυξημένη θερμοκρασία, αλλά και στον τουρισμό.

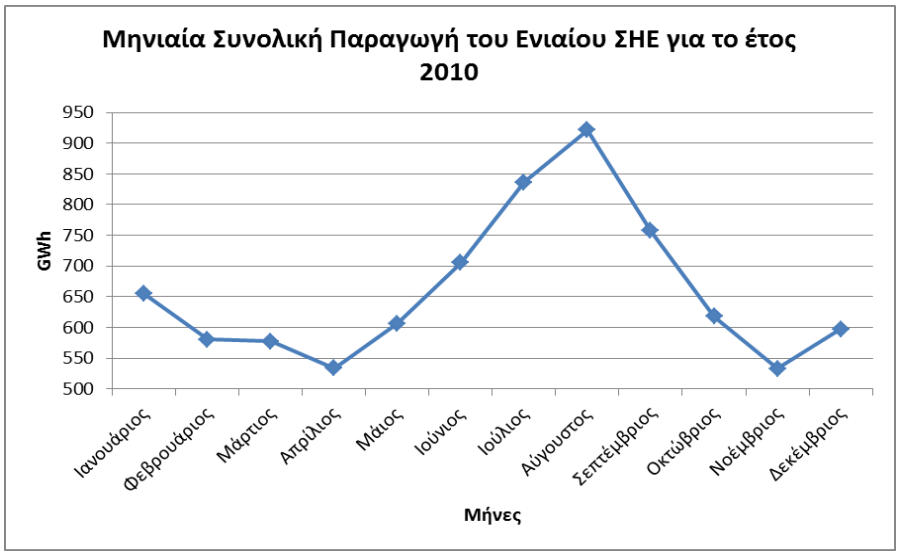
5.3 Χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης

Στο υποκεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης ως ένα ενιαίο Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας και θα παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά του για την από-κοινού λειτουργία. Η περιγραφή των χαρακτηριστικών αυτών είναι απολύτως απαραίτητη ούτως ώστε να χρησιμοποιηθούν αργότερα στις προσομοιώσεις που θα λάβουν χώρα για να λυθεί το πρόβλημα ένταξης μονάδων, το πρόβλημα της ροής φορτίου, η οικονομική ανάλυση του συστήματος, αλλά και για να γίνουν κατανοητά από τους αναγνώστες κάποια βασικά μεγέθη που αφορούν τα ΣΗΕ και την λειτουργία τους.
Ο πίνακας πιο κάτω παρουσιάζει τη Παραγόμενη ενέργεια ανά μήνα για το Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης και τη συνολική για το 2010

Πιν. 5.3-1: Ενέργεια ανά μήνα στο ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης

Ενέργεια ανά μήνα	Κρήτη (GWh)	Κύπρος (GWh)	Συνολική Ενέργεια(GWh)
Ιανουάριος	222,19	432,82	655,015
Φεβρουάριος	191,34	389,29	580,628
Μάρτιος	201,24	375,88	577,125
Απρίλιος	194,84	338,86	533,708
Μάιος	227,56	378,86	606,421
Ιούνιος	260,75	444,32	705,072
Ιούλιος	291,38	544,74	836,123
Αύγουστος	307,38	613,91	921,302
Σεπτέμβριος	253,45	504,21	757,663
Οκτώβριος	209,27	408,94	618,215
Νοέμβριος	173,30	359,82	533,122
Δεκέμβριος	199,93	397,49	597,420
Άθροισμα	**2732,64**	**5.189,18**	**7.921,819**

Στο Γράφημα 5.3-1 παρουσιάζεται η μηνιαία συνολική παραγωγή του ενιαίου ΣΗΕ για το έτος 2010



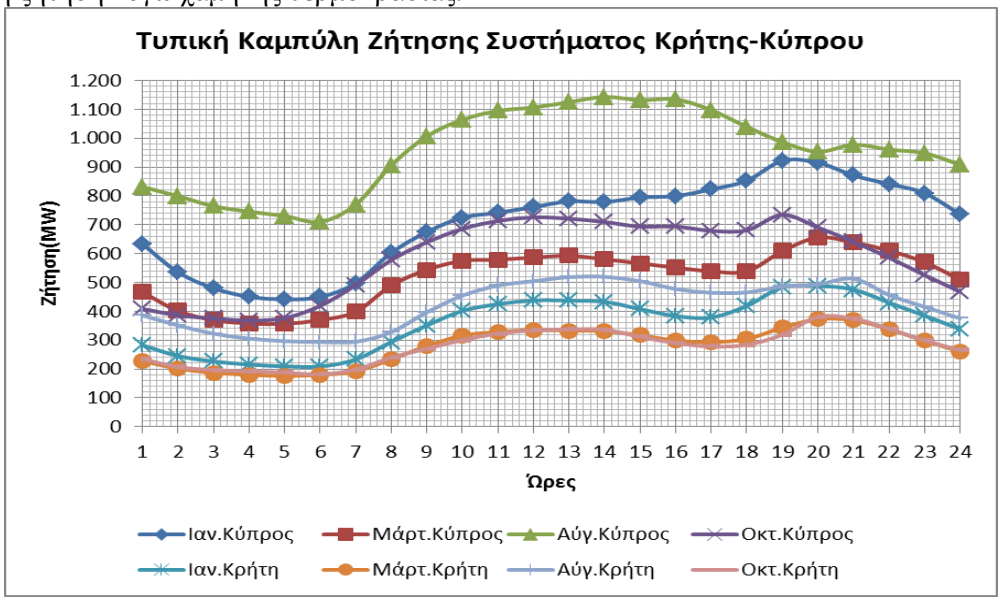
Γράφημα 5.3-1: Μηνιαία Συνολική Παραγωγή του Ενιαίου ΣΗΕ για το έτος 2010

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει την Αιχμή ανά μήνα για το Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης αλλά και για το ενιαίο Σ.Η.Ε. Παρατηρείται ότι η μέγιστη Αιχμή του ενιαίου Σ.Η.Ε παρουσιάζεται τον μήνα Αύγουστο στα 1.662,90 MW.

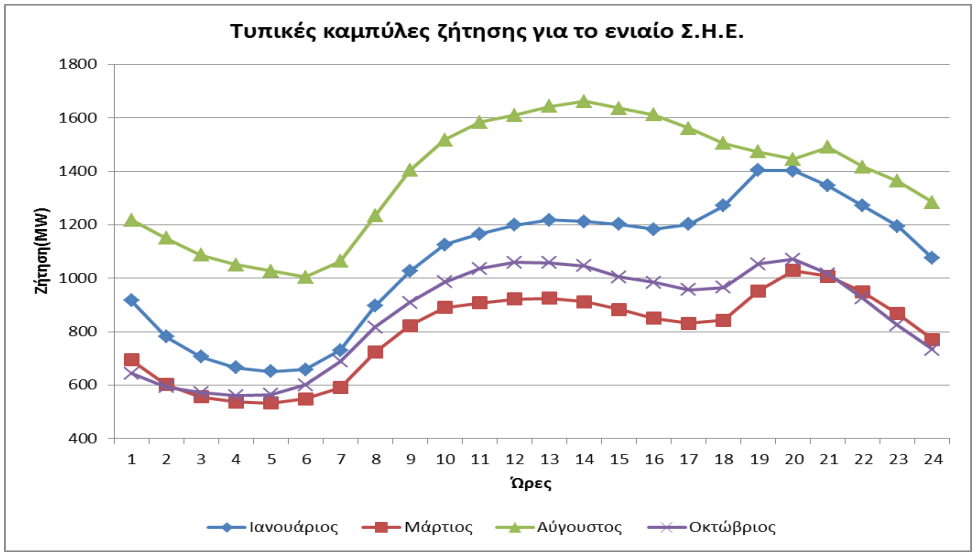
Πιν. 5.3-2: Αιχμή ανά μήνα στο ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης

Αιχμή ανά μήνα	Κρήτη (MW)	Κύπρος (MW)	Ενιαίο Σ.Η.Ε (MW)
Ιανουάριος	487,7	921,48	1404,57
Φεβρουάριος	460,6	894,03	1338,05
Μάρτιος	409,1	718,72	1.127,82
Απρίλιος	403,4	657,62	1.008,51
Μάιος	436,2	754,38	1.187,81
Ιούνιος	577,9	933,14	1.478,94
Ιούλιος	531,4	1.013,11	1.524,71
Αύγουστος	564,8	1.143,20	1.662,90
Σεπτέμβριος	499,7	998,56	1.460,86
Οκτώβριος	442,9	792,00	1.170,94
Νοέμβριος	348,2	710,95	1.016,51
Δεκέμβριος	446,1	818,26	1.242,35
Μέγιστο	**577,9**	**1.143,20**	**1.662,90**

Πιο κάτω φαίνονται οι τυπικές ημερήσιες καμπύλες ζήτησης του Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης για τις ημερομηνίες 26 Ιανουαρίου, 10 Μαρτίου, 8 Αυγούστου και 19 Οκτωβρίου. Από τις τυπικές καμπύλες ζήτησης των δύο Σ.Η.Ε μπορούμε εύκολα να παρατηρήσουμε ότι η ζήτηση φορτίου κατά τους θερινούς μήνες κυμαίνεται σε πιο υψηλά επίπεδα, χαρακτηριστικό, όπως έχουμε ξανά αναφέρει, κυρίως λόγω του τουρισμού και της υψηλής θερμοκρασίας. Για το μήνα Αύγουστο η Κύπρος για τις ώρες 15:00 μέχρι 18:00 έχει μεγάλη ζήτηση σε σχέση με τις αντίστοιχες ώρες τις Κρήτης. Από αυτό συνεπάγεται ότι η Κρήτη θα μπορούσε να παρέχει ισχύ στην Κύπρο αφού αυτή όπως φαίνεται και στην καμπύλη έχει κάποια πτώση στη ζήτηση. Επίσης και τους χειμερινούς μήνες παρουσιάζεται αυξημένη ζήτηση λόγω χαμηλής θερμοκρασίας.

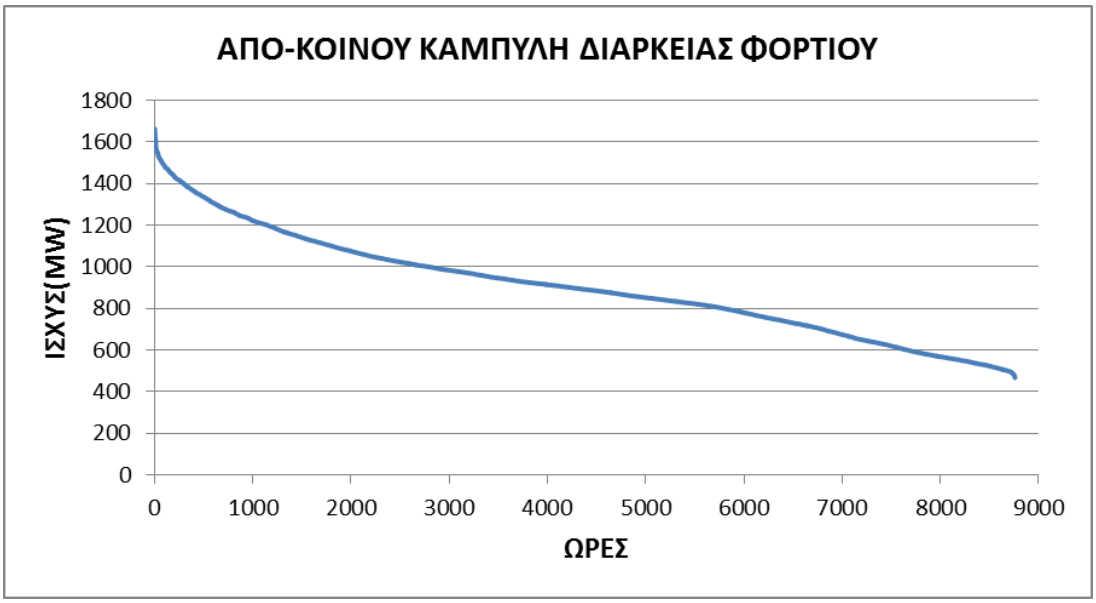


Γράφημα 5.3-2: Τυπικές καμπύλες ζήτησης για τα δύο Σ.Η.Ε. για διάφορους μήνες του έτους



Γράφημα 5.3-3 : Τυπικές καμπύλες ζήτησης για το ενιαίο Σ.Η.Ε. για διάφορους μήνες του έτους

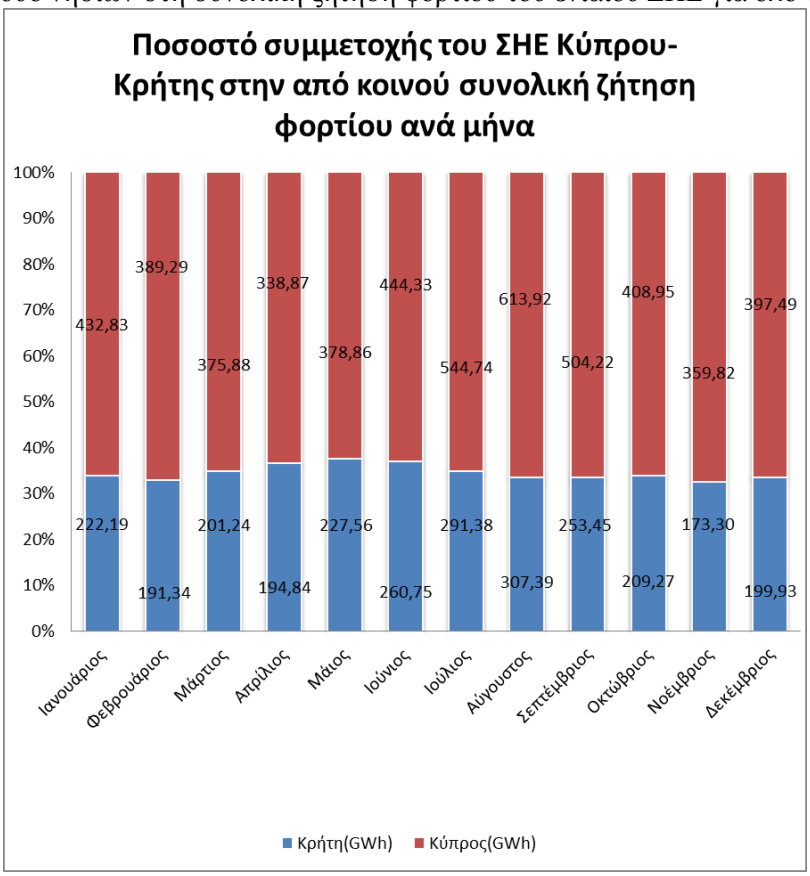
Από τις τυπικές καμπύλες ζήτησης φορτίου του Ενιαίου Σ.Η.Ε για του ίδιους μήνες φαίνεται και εδώ ότι τον μήνα Αύγουστο η ζήτηση κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες. Επίσης παρατηρείται ότι και τον μήνα Ιανουάριο παρουσιάζεται υψηλή ζήτηση κυρίως τις βραδινές ώρες.



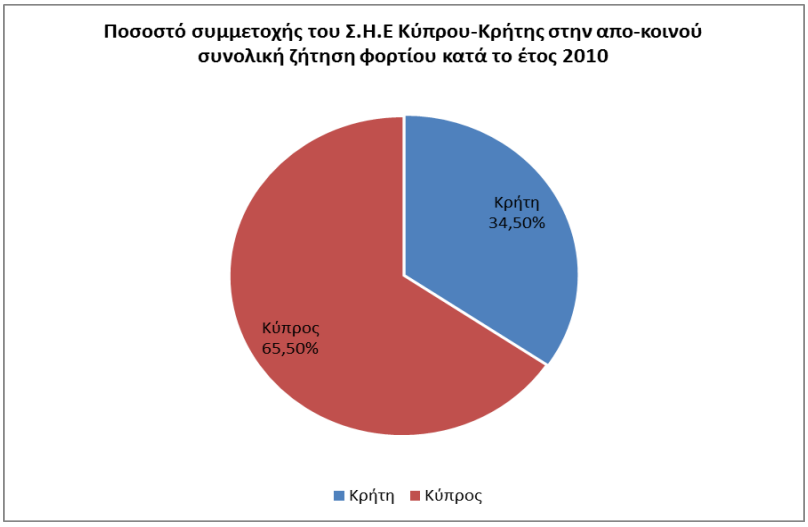
Γράφημα 5.3-4: Από-Κοινού Καμπύλη διάρκειας φορτίου για το ενιαίο Σ.Η.Ε. το έτος 2010

Πιο πάνω φαίνεται η από-κοινού καμπύλη διάρκειας φορτίου του Ενιαίου Σ.Η.Ε για το έτος 2010. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη ζήτηση είναι 1662,903 MW και σημειώθηκε στις 3/8 η ώρα 13:00 ενώ η ελάχιστη ζήτηση είναι 467,25 MW και σημειώθηκε στις 11/12 η ώρα 04:00.

Παρακάτω, στο Γράφημα 5.3-5, παρουσιάζεται το ποσοστό συμμετοχής των δύο νησιών στη συνολική ζήτηση φορτίου του ενιαίου ΣΗΕ, ανά μήνα, ενώ στο Γράφημα 5.3-6 το ποσοστό συμμετοχής των δύο νησιών στη συνολική ζήτηση φορτίου του ενιαίου ΣΗΕ για όλο το έτος 2010.

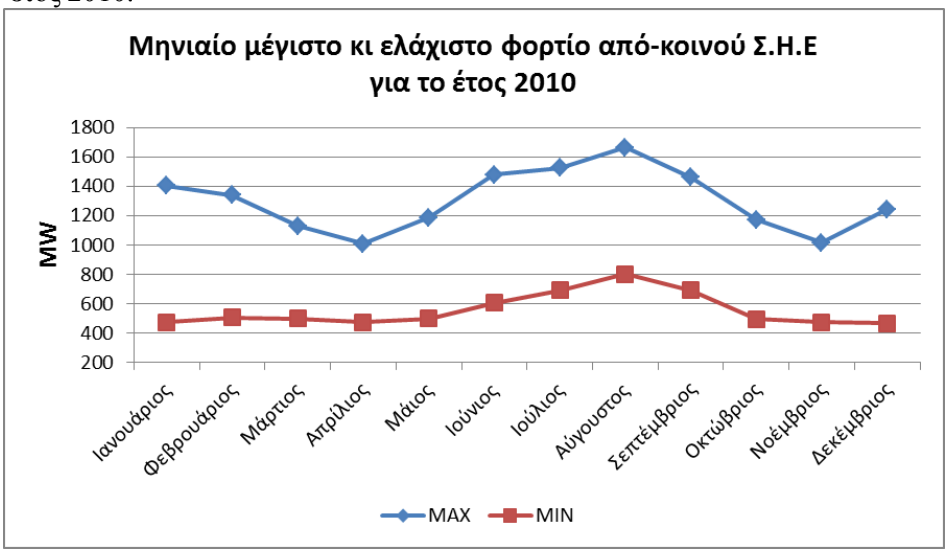


Γράφημα 5.3-5: Ποσοστό συμμετοχής του ΣΗΕ Κύπρου-Κρήτης στην από κοινού συνολική ζήτηση φορτίου ανά μήνα για το έτος 2010.



Γράφημα 5.3-6: Ποσοστό συμμετοχής του ΣΗΕ Κύπρου-Κρήτης στην από κοινού συνολική ζήτηση φορτίου το έτος 2010

Από τα πιο πάνω γραφήματα παρατηρείται ότι η συμμετοχή της Κύπρου στην από-κοινού συνολική ζήτηση φορτίου είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή της Κρήτης. Αυτό όπως θα δούμε και στο κεφάλαιο Προσομοιώσεις-Αποτελέσματα οφείλεται στο ότι η Κύπρος διαθέτει κυρίως οικονομικότερες αλλά και μεγαλύτερες μονάδες βάσης από την Κρήτη.
Στο παρακάτω Γράφημα 5.3-7 παρουσιάζεται, το μηνιαίο μέγιστο και ελάχιστο φορτίο του Ενιαίου ΣΗΕ για το έτος 2010.



Γράφημα 5.3-7: Μηνιαίο μέγιστο κι ελάχιστο φορτίο του ενιαίου ΣΗΕ για το έτος 2010

Παρατηρείται ότι τον μήνα Αύγουστο παρουσιάζεται τόσο το υψηλότερο μηνιαίο μέγιστο, τόσο και το υψηλότερο μηνιαίο ελάχιστο. Επίσης διαπιστώνεται ότι τους μήνες της Άνοιξης το φορτίο είναι το χαμηλότερο το έτους.

5.3.1 Ετεροχρονισμός και συντελεστής φορτίου

Παρακάτω, στον Πιν. 5.3-3 παρουσιάζεται ο μηνιαίος συντελεστής ετεροχρονισμού της Κύπρου-Κρήτης. Με βάση την Αιχμή ανά μήνα του Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης αλλά και την Αιχμή ανά μήνα του ενιαίου Σ.Η.Ε υπολογίσαμε το μηνιαίο συντελεστή ετεροχρονισμού.

Πιν. 5.3-3: Μηνιαίος συντελεστής ετεροχρονισμού της Κύπρου-Κρήτης

Μήνας	Συντελεστής Ετεροχρονισμού
Ιανουάριος	1,003275006
Φεβρουάριος	1,01238974
Μάρτιος	1
Απρίλιος	1,052072231
Μάιος	1,002334549
Ιούνιος	1,021708026
Ιούλιος	1,012986061
Αύγουστος	1,027121251
Σεπτέμβριος	1,025601383
Οκτώβριος	1,054617801
Νοέμβριος	1,041954333
Δεκέμβριος	1,017715034

Για να υπολογίσουμε τον ετήσιο συντελεστή ταυτοχρονισμού προσθέτουμε τη μέγιστη αιχμή ανά μήνα της Κύπρου με την αντίστοιχη της Κρήτης και διαιρούμε με τη μέγιστη αιχμή ανά μήνα του ενιαίου συστήματος. Ο ετήσιος συντελεστής ετεροχρονισμού του ενιαίου Σ.Η.Ε είναι **ε=1,0349**. Αυτό δείχνει ότι οι αιχμές ζήτησης των δύο νησιών είναι αρκετά ταυτοχρονισμένες, δηλαδή οι χρονικές στιγμές στις οποίες επιτυγχάνονται οι αιχμές ζήτησης των δύο νησιών, δεν απέχουν πολύ μεταξύ τους.

Ο συντελεστής φορτίου μας δείχνει το μέγεθος της διακύμανσης της ζήτησης σε ένα Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας. Συνήθως τα αυτόνομα νησιωτικά συστήματα έχουν αρκετά χαμηλό συντελεστή φορτίου. Ο συντελεστής φορτίου πρέπει να έχει τιμή όσο το δυνατόν πιο κοντά στη μονάδα.

- Η τιμή του συντελεστή φορτίου για το Σ.Η.Ε της Κύπρου για το έτος 2010 ήταν **0,5182** ενώ για το Σ.Η.Ε της Κρήτης ήταν **0,5397**.

Για να υπολογιστεί ο συντελεστής φορτίου του ενιαίου συστήματος θα πρέπει να διαιρεθεί η μέση τιμή του φορτίου του κοινού συστήματος όλου του έτους με την τιμή της αιχμής του κοινού συστήματος του έτους αυτού. Μετά την διαδικασία αυτή βρέθηκε πως η τιμή του είναι **0,5438**.

Ο Πιν. 5.3-4 παρουσιάζει το λόγο ελαχίστου/μεγίστου των δύο Σ.Η.Ε αλλά και του Ενιαίου Σ.Η.Ε που δημιουργείται.

Πιν. 5.3-4: : Λόγος ελαχίστου/μεγίστου φορτίου

Μήνες	Σ.Η.Ε Κρήτης	Σ.Η.Ε Κύπρου	Ενιαίο Σ.Η.Ε
Ιανουάριος	0,354	0,393	0,333
Φεβρουάριος	0,363	0,375	0,378
Μάρτιος	0,408	0,448	0,442
Απρίλιος	0,356	0,469	0,469
Μάιος	0,420	0,414	0,419
Ιούνιος	0,374	0,407	0,409
Ιούλιος	0,458	0,428	0,452
Αύγουστος	0,421	0,469	0,481
Σεπτέμβριος	0,471	0,446	0,473
Οκτώβριος	0,365	0,420	0,423
Νοέμβριος	0,434	0,454	0,467
Δεκέμβριος	0,282	0,386	0,376
Ετήσιο	**0,218**	**0,269**	**0,281**

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι ο συντελεστής ομοιομορφίας του Ενιαίου Σ.Η.Ε παρουσιάζεται αυξημένος σε αντίθεση με αυτούς των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε. Δηλαδή στο Ενιαίο Σ.Η.Ε το 28,1% του μέγιστου φορτίου θα είναι το φορτίο βάσης σε αντίθεση με 21,8% και 26,9% στο αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κρήτης και της Κύπρου αντίστοιχα.

6. Στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν τη παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας τόσο στο Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης, όσο και στο ενιαίο Σ.Η.Ε που δημιουργείται.
Όπως έχουμε προαναφέρει οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι το βασικότερο κομμάτι των ΣΗΕ. Εκεί γίνεται η μετατροπή μιας πρωτογενούς μορφής ενέργειας, σε ηλεκτρική. Οι Σταθμοί παραγωγής αποτελούνται από πολλές μονάδες που λειτουργούν παράλληλα.
Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατατάσσονται σε δυο κατηγορίες ανάλογα τον τρόπο λειτουργίας τους:

- Σταθμοί βάσης.
- Σταθμοί αιχμής.

Οι σταθμοί βάσης λειτουργούν συνήθως για μεγάλα χρονικά διαστήματα (λειτουργία επί 24ωρου βάσεως) και καλύπτουν τις βασικές ανάγκες της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ οι σταθμοί αιχμής λειτουργούν σε ώρες μεγάλης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ώρες αιχμής, όπως τονίζει και το όνομά τους. Η διαφοροποίηση των μονάδων βάσης από τις μονάδες αιχμής είναι ίδια με αυτή των σταθμών βάσης και αιχμής.
Σε κάθε μονάδα υπάρχει ένα ζεύγος κινητήριας μηχανής γεννήτριας που μετατρέπει τη πρωτογενή ενέργεια σε ηλεκτρική. Στο τομέα της παραγωγής, τα αυτόνομα συστήματα, όπως είναι μέχρι σήμερα η Κύπρος και η Κρήτη χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα (ντίζελ, μαζούτ) με σημαντικά υψηλή τιμή εισαγωγής που έχει ως άμεσο αποτέλεσμα το αυξημένο κόστος λειτουργίας τους.

6.1 Στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας για την Κύπρο

Η Κύπρος δεν διαθέτει πρωτογενείς πηγές ενέργειας, για αυτό η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ) βασίζεται για την παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας αποκλειστικά σε εισαγόμενα καύσιμα, κυρίως μαζούτ. Επί του παρόντος, στις ελεύθερες περιοχές της Κύπρου λειτουργούν τρεις Ηλεκτροπαραγωγοί Σταθμοί της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου, των οποίων η ιδιοκτησία και ευθύνη λειτουργίας ανήκει στην Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου. Επίσης λειτουργεί ένας Αυτοπαραγωγός με εγκατεστημένη ισχύ 11 MW και τέσσερα Αιολικά Πάρκα τα οποία παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 6.1.5.

Οι Σταθμοί Παραγωγής είναι:

- Ο Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Βασιλικού.
- Ο Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Δεκέλειας .
- Ο Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Μονής.

Οι τρείς Σταθμοί Παραγωγής του νησιού διαθέτουν σχεδόν όλα τα είδη συμβατικών μονάδων που υπάρχουν. Η βασική διαφορά ως προς τον τρόπο λειτουργίας τους, είναι ο τύπος της καύσιμης ύλης που χρησιμοποιούν. Επομένως, υπάρχει μια ποικιλομορφία των συμβατικών μονάδων παραγωγής καθώς περιλαμβάνονται συνολικά τα εξής είδη:

- Ατμοστροβιλικές Μονάδες (Μονάδες βάσης).
- Μηχανές Εσωτερικής Καύσης ή Μ.Ε.Κ. (Μονάδες βάσης, μεσαίου φορτίου).
- Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδες βάσης, μεσαίου φορτίου).
- Αεριοστροβιλικές Μονάδες (Μονάδες φορτίου αιχμής).

Ο Πιν. 6.1-1 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις μονάδες ανά Σταθμό Παραγωγής κατά το έτος 2010. Από τα είδη των θερμικών μονάδων που περιλαμβάνονται στους τρεις Σταθμούς Παραγωγής του συστήματος, μπορεί να προσδιοριστεί ουσιαστικά ο ρόλος της λειτουργίας τους στις ανάγκες ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας.

Πιν. 6.1-1: Μονάδες ανά σταθμό παραγωγής στο Σ.Η.Ε της Κύπρου

Σταθμός Παραγωγής	Αεριοστρόβιλος	Ατμοστρόβιλος	ΜΕΚ	Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς(MW)
Βασιλικού	1	3	-	1	647,5
Δεκέλεια	-	6	2	-	464,8
Μονή	4	6	-	-	330
Σύνολο					**1442,3**

Το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος του συστήματος βρίσκεται στο σταθμό παραγωγής του Βασιλικού, και προέρχεται από τους 3 ατμοστρόβιλους των 130 MW αλλά και από την μονάδα συνδυασμένου κύκλου. Η συνολική ισχύς του σταθμού είναι 647,5 MW. Ο σταθμός του Βασιλικού αποτελεί τον σημαντικότερο σταθμό Παραγωγής στο νησί.

Στον πιο κάτω πίνακα φαίνεται ο αριθμός των μονάδων κάθε σταθμού καθώς και η εγκατεστημένη ισχύς των σταθμών κατά το έτος 2010.

Πιν. 6.1-2: Μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Σ.Η.Ε Κύπρου

Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός	**Μονάδα Παραγωγής**	**Ονομαστική Ικανότητα Παραγωγής (MW)**	**Πραγματική Ικανότητα Παραγωγής κατά την περίοδο θερινής αιχμικής ζήτησης Α(MW)**
Βασιλικός	Μονάδα Αρ.1-Ατμοστροβιλική- Vass TG1	130	127
	Μονάδα Αρ.2-Ατμοστροβιλική- Vass TG2	130	127
	Μονάδα Αρ.3-Ατμοστροβιλική- Vass TG3	130	127
	Μονάδα Αεριοστροβιλική - Vass GT1	37.5	32
	Εγκατάσταση Συνδυασμένου Κύκλου ΕΣΚ4	220	210
Δεκέλεια	Μονάδα Αρ.1-Ατμοστροβιλική- Dhek TG1	60	60
	Μονάδα Αρ.2-Ατμοστροβιλική- Dhek TG2	60	60
	Μονάδα Αρ.3-Ατμοστροβιλική- Dhek TG3	60	60
	Μονάδα Αρ.4-Ατμοστροβιλική- Dhek TG4	60	60
	Μονάδα Αρ.5-Ατμοστροβιλική- Dhek TG5	60	60
	Μονάδα Αρ.6-Ατμοστροβιλική- Dhek TG6	60	60
	Μηχανές Εσωτερικής Καύσης- Dhek MEK 1	52,4	50
	Μηχανές Εσωτερικής Καύσης- Dhek MEK 2	52,4	50
	Μονάδα Αρ.1-Ατμοστροβιλική- Moni TG1	30	28
	Μονάδα Αρ.2-Ατμοστροβιλική-	30	28

Μονή	Moni TG2		
	Μονάδα Αρ.3-Ατμοστροβιλική-Moni TG3	30	28
	Μονάδα Αρ.4-Ατμοστροβιλική-Moni TG4	30	28
	Μονάδα Αρ.5-Ατμοστροβιλική-Moni TG5	30	28
	Μονάδα Αρ.6-Ατμοστροβιλική-Moni TG6	30	28
	Μονάδα Αεριοστροβιλική Αρ.1 - Moni GT1	37,5	32
	Μονάδα Αεριοστροβιλική Αρ.2 - Moni GT2	37,5	32
	Μονάδα Αεριοστροβιλική Αρ.3 - Moni GT3	37,5	32
	Μονάδα Αεριοστροβιλική Αρ.4 - Moni GT4	37,5	32
Σύνολο		1453,3	1384
Σύνολο Παραγωγής κατά την στιγμή της Μέγιστης Ζήτησης Συστήματος Β(MW)		1148	
Διαθέσιμο Περιθώριο Εφεδρείας (Α-Β)MW		236	
Διαθέσιμο Περιθώριο Εφεδρείας [(Α-Β)x 100 /Β]MW		21%	

6.1.1 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Βασιλικού

Εικόνα 6.1-1: Ο ΑΗΣ Βασιλικού

Ο Ηλεκτροπαραγωγός Σταθμός Βασιλικού αποτελεί το μεγαλύτερο έργο υποδομής που έγινε ποτέ στην Κύπρο. Η σημασία του βασικού αυτού έργου υποδομής είναι στενά συνυφασμένη με την ευρύτερη οικονομική ανάπτυξη της Κύπρου. Η λειτουργία του σταθμού αποτελείται από δύο φάσεις.
Ο Σταθμός είναι έργο ψηλής τεχνολογίας και η πρώτη φάση αποτελείται από δύο συμβατικές μονάδες παραγωγής ισχύος 130 MW η κάθε μία με χρησιμοποιούμενο καύσιμο το μαζούτ και ένα αεριοστρόβιλο ισχύος 38 MW με χρησιμοποιούμενο καύσιμο το ντίζελ. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι ατμολέβητες της πρώτης φάσης σχεδιάστηκαν με πρόνοια ώστε σε περίπτωση έλλειψης μαζούτ ή μεγάλη αύξηση της τιμής του, σε επίπεδα που θα το καθιστούν μη οικονομικό καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, να μετατραπούν σε μονάδες καύσης άνθρακα/μαζούτ. Η συνολική δαπάνη για την ανέγερση της πρώτης φάσης του σταθμού, η οποία περιλαμβάνει και έργα υποδομής για τις επόμενες φάσεις επέκτασης, ανήλθε περίπου στα 274 εκατ. €.
Η δεύτερη φάση του Ηλεκτροπαραγωγού Σταθμού του Βασιλικού ξεκίνησε το 2007 και αποτελείται από μία συμβατική μονάδα των 130 MW. Στη Μονάδα αυτή έχει εγκατασταθεί σύστημα αποθείωσης

των καυσαερίων για μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του θείου πιο κάτω από τα όρια που καθορίζονται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία για Μεγάλες Εγκαταστάσεις Καύσης. Το τελικό κόστος ανέγερσης της δεύτερης φάσης υπολογίστηκε περίπου στα 145 εκατ. €.
Ο Ηλεκτροπαραγωγός Σταθμός Βασιλικού παρήγαγε κατά το 2006 το 49,66% (2.293.410 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παρήχθη από τους Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς της Αρχής, ενώ κατά την ίδια περίοδο, εξήγαγε το 49,52% (2.160.237 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που εξήχθη από τους Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς της Αρχής.
Ο θερμικός βαθμός απόδοσης των Ατμοστροβίλων για μονάδες παραγωγής ανήλθε στο 39,22% και ο αντίστοιχος θερμικός βαθμός απόδοσης του Αεριοστρόβιλου ανήλθε στο 23,45%.Επίσης ο θερμικός βαθμός απόδοσης των Ατμοστροβίλων για μονάδες εξαγωγής ανήλθε στο 36,95% και ο αντίστοιχος θερμικός βαθμός απόδοσης του Αεριοστρόβιλου ανήλθε στο 20,49%. Ο Πιν. 6.1-3 παρουσιάζει τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Ατμοηλεκτρικών μονάδων του Σταθμού Βασιλικού, ενώ ο Πιν. 6.1-4 τα χαρακτηριστικά των Αεριοστροβιλικών μονάδων αντίστοιχα.

Πιν. 6.1-3: Τεχνικά χαρακτηριστικά Ατμοηλεκτρικών μονάδων (Πηγή: ΑΗΚ)

Εγκατεστημένη ισχύς μονάδας (MW)	130
Βαθμός απόδοσης μονάδας (%)	39
Είδος καυσίμου	Μαζούτ
Περιεκτικότητα σε θείο (%)	1
Πίεση ατμού (bar)	140
Θερμοκρασία ατμού (Βαθμοί κελσίου)	540
Θερμοκρασία καυσαερίων (Βαθμοί κελσίου)	130
Ροή νερού ψύξης	6

Πιν. 6.1-4: Τεχνικά χαρακτηριστικά Αεριοστροβιλικής μονάδας (Πηγή: ΑΗΚ)

Εγκατεστημένη ισχύς μονάδας (MW)	38
Βαθμός απόδοσης μονάδας (%)	29
Είδος καυσίμου	Ντίζελ(ακάθαρτο πετρέλαιο)
Περιεκτικότητα σε θείο (%)	0,2
Ροή αέρα	480
Θερμοκρασία εξόδου καυσαερίων (Βαθμοί κελσίου)	543

6.1.1.1 Η έκρηξη στο Μαρί και οι συνέπειες της

Αξιοσημείωτο είναι να αναφερθούμε στην έκρηξη που συγκλόνισε την Κύπρο στις 11 Ιουλίου το 2011.Η τεράστια έκρηξη που σημειώθηκε στις 05.40 το πρωί της Δευτέρας, 11 Ιουλίου 2011, στη ναυτική βάση «Ευάγγελος Φλωράκης» στο Μαρί, στη νότια ακτή της Κύπρου, είχε σαν συνέπεια το θάνατο 12 ανθρώπων και τον τραυματισμό περισσότερων από 60. Η έκρηξη προκλήθηκε από τα πυρομαχικά που υπήρχαν σε εμπορευματοκιβώτια στη ναυτική βάση στο Μαρί, τα οποία είχαν κατασχεθεί από ένα Ιρανικό πλοίο με προορισμό τη Συρία, πριν 3 χρόνια.
Το ωστικό κύμα, που δημιουργήθηκε από την έκρηξη, προκάλεσε σοβαρές ζημιές στον γειτονικό Ηλεκτροπαραγωγό Σταθμό Βασιλικού που είχε σαν αποτέλεσμα την ολοκληρωτική αναστολή λειτουργίας του. Συγκεκριμένα τέθηκαν εκτός λειτουργίας οι 3 μονάδες ατμού του Βασιλικού και εκείνη του συνδυασμένου κύκλου. Ως αποτέλεσμα, χάθηκε η δυναμικότητα 793 MW της παραγωγής της ΑΗΚ.
Αμέσως μετά το συμβάν, λήφθηκε μια σειρά αποφάσεων και ενεργειών με απώτερο σκοπό την εγκατάσταση προσωρινών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η εγκατάσταση και η λειτουργία των υφιστάμενων γεννητριών τέθηκε κάτω από την επίβλεψη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας. Για το σκοπό αυτό η ΑΗΚ συνεργάστηκε στενά με τους ιδιοκτήτες των γεννητριών προσφέροντας τεχνική υποστήριξη και προγραμματισμό.
Η Ισραηλινή κυβέρνηση πρόσφερε γεννήτριες, με συνολική ισχύ 15MW, οι οποίες εγκαταστάθηκαν εντός της 2^{ης} εβδομάδας μετά το συμβάν. Επήλθε συμφωνία με εταιρεία παραγωγής ηλεκτρικής

ενέργειας που εδρεύει στις τουρκοκρατούμενες περιοχές για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας δυναμικότητας μέχρι 120 MW. Η παροχή ενέργειας κατέστη δυνατή κάτω από τη συμφωνία πράσινης γραμμής ανάμεσα στις δυο κοινότητες. Η αρχική ένωση των δικτύων έγινε τη 16η Ιουλίου 2011 και η παρούσα συμφωνία έληξε την 29ηΦεβρουαρίου 2012.Η Ελληνική κυβέρνηση, δια μέσου της Δημόσιας Εταιρείας Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ), προμήθευσε προσωρινές γεννήτριες δυναμικότητας 71,6 MW. Οι μονάδες αυτές εγκαταστάθηκαν στην περιοχή του Ηλεκτροπαραγωγού Σταθμού Βασιλικού και είναι σε λειτουργία από την 14η Αυγούστου. Το συμβόλαιο έχει επεκταθεί από την ΑΗΚ για ακόμη 6 επιπρόσθετους μήνες. Ο Αεριοστρόβιλος δυναμικότητας 38 MW του Ηλεκτροπαραγωγού Σταθμού Βασιλικού επιδιορθώθηκε και τέθηκε σε λειτουργία την 17η Αυγούστου.
Η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου είχε συνάψει συμβόλαια, σύμφωνα με την απόφαση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας Κύπρου, για την εγκατάσταση και λειτουργία προσωρινών Μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δυναμικότητας 95 MW για περίοδο έξι μηνών. Οι συγκεκριμένες προσωρινές Μονάδες βρίσκονταν σε λειτουργία στους Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς Δεκέλειας και Μονής από τα τέλη Αυγούστου.
Ο συνδυασμός των πιο πάνω μέτρων διασφάλισε ότι το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας είχε αρκετή δυναμικότητα, αν και οριακή, για να αντιμετωπίσει τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και ως εκ τούτου η εκ περιτροπής διακοπή ενέργειας τερματίστηκε από τα μέσα Αυγούστου.
Η Αρχή Ηλεκτρισμού προχώρησε στην επιδιόρθωση του Ηλεκτροπαραγωγού Σταθμού Βασιλικού και προς το σκοπό αυτό είχε συσταθεί μια μεγάλη ομάδα με στόχο τη γρήγορη, ασφαλής και οικονομικά βιώσιμη επαναφορά του Σταθμού σε πλήρη λειτουργία.

6.1.2 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Δεκέλειας

Εικόνα 6.1-2: Ο ΑΗΣ Δεκέλειας

Ο Σταθμός αυτός βρίσκεται στη Νοτιοανατολική ακτή της Κύπρου. Ο ηλεκτροπαραγωγός σταθμός της Δεκέλειας Β τέθηκε σε λειτουργία το Δεκέμβριο του 1982 και είναι η εξέλιξη του Ηλεκτροπαραγωγού Σταθμού Δεκέλειας Α, που λειτούργησε από το 1953 μέχρι το 1994.
Αρχικά ο σταθμός λειτούργησε διαθέτοντας μια μονάδα των 60 MW.Ο Σταθμός Δεκέλειας αποτελείται από έξι (6) ατμοηλεκτρικές μονάδες των 60 MW η κάθε μία και δύο Μηχανές Εσωτερικής Καύσης των 50 MW με χρησιμοποιούμενο καύσιμο το μαζούτ. Η πρώτη μονάδα λειτούργησε το 1982, η δε τελευταία το 1993.Ο Ηλεκτροπαραγωγός Σταθμός Δεκέλειας παρήγαγε κατά το 2006 το 40,29% (1.860.781 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παρήχθη από τους Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς της Αρχής, ενώ κατά την ίδια περίοδο, εξήγαγε το 40,53% (1.768.290 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που εξήχθη από τους Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς της Αρχής.
Η τροφοδότηση του σταθμού με μαζούτ γίνεται μέσω δεξαμενόπλοιων και υποθαλάσσιου αγωγού. Ο σταθμός για την αποθήκευση του καυσίμου μαζούτ διαθέτει οκτώ δεξαμενές χωρητικότητας 12,000 tn

η κάθε μια. Ο θερμικός βαθμός απόδοσης του Σταθμού για μονάδες παραγωγής ανήλθε στο 31,26% και ο αντίστοιχος βαθμός απόδοσης για μονάδες εξαγωγής ανήλθε στο 29,70%.

Πιν. 6.1-5: Τεχνικά χαρακτηριστικά Ατμοηλεκτρικών μονάδων (Πηγή: ΑΗΚ)

Εγκατεστημένη ισχύς μονάδας (MW)	60
Πίεση ατμού-θερμοκρασίας ατμού 510 ° C (bar)	87
Θερμική ενέργεια ατμού(kj/kg)	3,415.1
Κατανάλωση θερμότητας(kj/kWh παραγωγής)	9,300
Θερμική απόδοση ατμοστρόβιλου(%)	38.5
Θερμική απόδοση ατμολέβητα(%)	88.7
Ταχύτητα ηλεκτρογεννήτριας(στροφές/λεπτό)	3,000
Τάση ηλεκτρογεννήτριας(V)	11.000
Βαθμός απόδοσης ηλεκτρογεννήτριας με n=0.8(%)	98.25

Πιν. 6.1-6: Τεχνικά χαρακτηριστικά ΜΕΚ (Πηγή: ΑΗΚ)

Εγκατεστημένη ισχύς μονάδας (MW)	52
Τεχνικό ελάχιστο(MW)	25
Θερμικός βαθμός απόδοσης(%)	42,16
Τάση ηλεκτρογεννήτριας(V)	11.000

6.1.3 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Μονής

Εικόνα 6.1-3: Ο ΑΗΣ Μονής

Ο Σταθμός αυτός αποτελείται από (6) συμβατικές μονάδες των 30 MW η κάθε μία με χρησιμοποιούμενο καύσιμο το μαζούτ και από τέσσερις (4) αεριοστρόβιλους των 37,5 MW με χρησιμοποιούμενο καύσιμο το ντίζελ. Οι δύο πρώτες μονάδες ατμού λειτούργησαν το 1966 και η τελευταία το 1976. Οι δύο αεριοστρόβιλοι προστέθηκαν στο σύστημα το 1992 και οι άλλοι δύο το 1995, και χρησιμοποιούνται κυρίως για αντιμετώπιση φορτίων αιχμής και για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Ο Ηλεκτροπαραγωγός Σταθμός Μονής παρήγαγε κατά το 2010 το 4,98% (259.247 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παρήχθη από τους Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς της Αρχής, ενώ κατά την ίδια περίοδο, εξήγαγε το 4,87% (240.675 MWh) της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που εξήχθη από τους Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς της Αρχής.

Ο θερμικός βαθμός απόδοσης των Ατμοστροβίλων για μονάδες παραγωγής ανήλθε στο 25,04% και ο αντίστοιχος θερμικός βαθμός απόδοσης των Αεροστροβίλων ανήλθε στο 23,42%.Επίσης ο θερμικός βαθμός απόδοσης των Ατμοστροβίλων για μονάδες εξαγωγής ανήλθε στο 23,42% και ο αντίστοιχος θερμικός βαθμός απόδοσης των Αεροστροβίλων ανήλθε στο 21,39%.3

Πιν. 6.1-7: Τεχνικά χαρακτηριστικά Ατμοηλεκτρικής μονάδας (Πηγή: ΑΗΚ)

Εγκατεστημένη ισχύς μονάδας (MW)	37.5
Σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 15° C(MW)	37.5
Σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 40° C(MW)	21
Αποδοτικότητα(%)	29.2
Ροή αέρα(τόνοι/ώρα)	480
Κατανάλωση ακάθαρτου πετρελαίου(τόνοι/ώρα)	9
Θερμοκρασία καυσαερίων(° C)	543
Ταχύτητα άξονα ηλε/τριας(στροφές/λεπτό)	3,000
Τάση(V)	11,000

Στα σχέδια της ΑΗΚ είναι η αποξήλωση του σταθμού. Επρόκειτο να τεθούν εκτός λειτουργίας οι παλιές ατμοηλεκτρικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρισμού. Θα καθαριστούν επίσης οι χώροι για να αξιοποιηθούν για μελλοντικές σύγχρονες αναπτύξεις.

6.1.4 Χαρακτηριστικά στοιχεία θερμικών μονάδων παραγωγής Σ.Η.Ε Κύπρου

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται χαρακτηριστικά στοιχεία για τις θερμικές μονάδες παραγωγής στο Σ.Η.Ε της Κύπρου, όπως ο βαθμός απόδοσης του κάθε υποσταθμού, χαρακτηριστικά στοιχεία των παραμέτρων κόστους και καμπύλες κατανάλωσης καυσίμου των θερμικών μονάδων του συστήματος. Επίσης γίνεται μία ειδική αναφορά στο Συνδυασμένο Κύκλο που βρίσκεται στο σταθμό Βασιλικού.

6.1.4.1 Βαθμός Απόδοσης των Ηλεκτροπαραγωγών Σταθμών

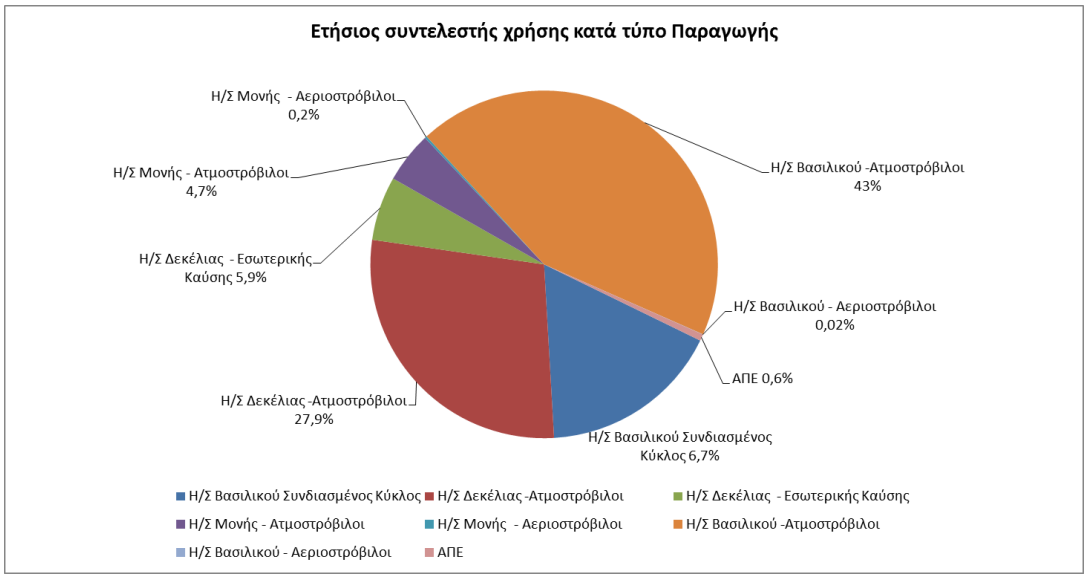
Όπως έχουμε αναφέρει πιο πάνω, για τον Ηλεκτροπαραγωγό Σταθμό Βασιλικού ο θερμικός βαθμός απόδοσης των Ατμοστροβίλων για μονάδες παραγωγής ανήλθε στο 39,22% και ο αντίστοιχος θερμικός βαθμός απόδοσης του Αεριοστρόβιλου ανήλθε στο 23,45%.Επίσης ο θερμικός βαθμός απόδοσης των Ατμοστροβίλων για μονάδες εξαγωγής ανήλθε στο 36,95% και ο αντίστοιχος θερμικός βαθμός απόδοσης του Αεριοστρόβιλου ανήλθε στο 20,49%.

Για τον Ηλεκτροπαραγωγό Σταθμό Δεκέλειας ο θερμικός βαθμός απόδοσης του Σταθμού για μονάδες παραγωγής ανήλθε στο 31,26% και ο αντίστοιχος βαθμός απόδοσης για μονάδες εξαγωγής ανήλθε στο 29,70%.

Για τον Ηλεκτροπαραγωγό Σταθμό Μονής ο θερμικός βαθμός απόδοσης των Ατμοστροβίλων για μονάδες εξαγωγής ανήλθε στο 23,42% και ο αντίστοιχος θερμικός βαθμός απόδοσης των Αεροστροβίλων ανήλθε στο 21,39%.

Ο μέσος βαθμός απόδοσης κατά το 2010, με βάση την ολική παραγωγή και από τους τρεις Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς ήταν 36,08% σε σύγκριση με 34,32% το 2009. Η απαιτούμενη μέση θερμότητα ανά παραγόμενη κιλοβατώρα ήταν 9 979 kJ/kWh, σε σύγκριση με 10 490 kJ/kWh το 2009. Στόχος ήταν η χρησιμοποίηση όσο το δυνατό περισσότερο των μονάδων ψηλού βαθμού απόδοσης των Σταθμών Βασιλικού και Δεκέλειας για την κάλυψη του βασικού φορτίου, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες για τη συντήρηση μηχανημάτων και τη ζήτηση φορτίου.

Στο γράφημα πιο κάτω παρουσιάζεται το ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας των Μονάδων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας στο Σ.Η.Ε της Κύπρου.



Γράφημα 6.1-1: Ποσοστό παραγόμενης ενέργειας των Μονάδων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας της Κύπρου κατά το 2010

Στο Σ.Η.Ε της Κύπρου παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό παραγόμενης ενέργειας εμφανίζεται στο σταθμό Βασιλικού με ποσοστό της τάξης του 60% της συνολικής παραγωγής του νησιού. Από το σταθμό το 43% εμφανίζεται στους ατμοστρόβιλους ενώ το 17% στον συνδυασμένο κύκλο. Όπως έχουμε προαναφέρει αυτό κυρίως οφείλεται στις οικονομικές μονάδες που διαθέτει ο σταθμός. Επίσης σημαντικό ποσοστό παραγωγής έχει και ο σταθμός της Δεκέλειας λόγω τον ατμοστρόβιλων που διαθέτει.

Η γενική μορφή της εξίσωσης κατανάλωσης καυσίμου, δίνεται από μία σχέση τρίτου βαθμού και φαίνεται στην 6-1. Σε αυτήν προσθέτουμε και το κόστος εκκίνησης start_up εάν αλλάξει λειτουργική κατάσταση η μονάδα.

$$f_i(x,t)=(cubcoeff_i x_i^3(t) + sqcoeff_i x_i^2(t) + lincoeff_i x_i(t) + constcoeff_i)* Fuel_cost_i \qquad \textbf{6-1}$$

Όπου:
$cubcoeff_i$: Κυβικός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (σε kg/MWh³).
$sqcoeff_i$: Τετραγωνικός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (σε kg/MWh²).
$lincoeff_i$: Γραμμικός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (σε kg/MWh).
$constcoeff_i$: Σταθερός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (σε kg).
$Fuel_cost_i$: Κόστος κιλού ή λίτρου καυσίμου (αλλαγή ανά μήνα) για κάθε μία μονάδα (σε €/kg-lt).
$startup_cost_i$: Κόστος εκκίνησης μονάδας (σε €).

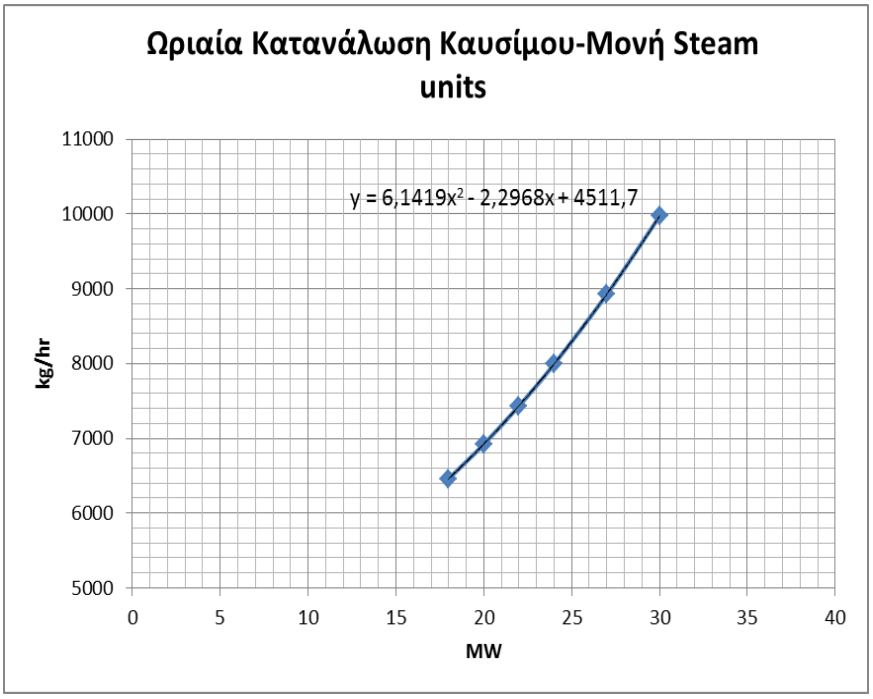
Τα περιεχόμενα του Πιν. 6.1-8 που ακολουθούν αποτελούν τα χαρακτηριστικά στοιχεία των παραμέτρων κόστους των θερμικών μονάδων του Σ.Η.Ε. της Κύπρου.

Πιν. 6.1-8: Συγκεντρωτικός πίνακας παραμέτρων κόστους των θερμικών μονάδων του συστήματος της Κύπρου(Πηγή ΑΗΚ)

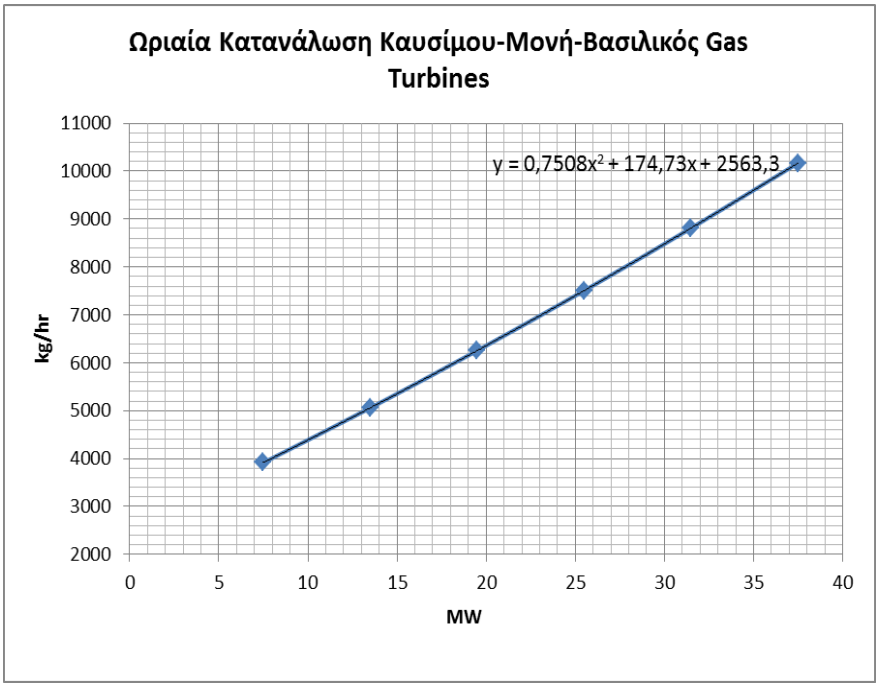
Συμβολισμός μονάδων	$cubcoeff_i$ (Kg/MWh³)	$sqcoeff_i$ (Kg/MWh²)	$lincoeff_i$ (Kg/MWh)	$constcoeff_i$ (Kg-lt)	Τιμή καυσίμου $fuel_cost_i$ (€/Kg-lt)	Κόστος εκκίνησης $startup_cost_i$ (€)
ΑΤΜ 1Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΤΜ 2 Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΤΜ 3 Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΤΜ 4 Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΤΜ 5 Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΤΜ 6 Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΕΡ 1 Μονή	0,0001	0,7508	174,73	2563,3	0,539	8
ΑΕΡ 2 Μονή	0,0001	0,7508	174,73	2563,3	0,539	8
ΑΕΡ 3 Μονή	0,0001	0,7508	174,73	2563,3	0,539	8
ΑΕΡ 4 Μονή	0,0001	0,7508	174,73	2563,3	0,539	8
ΑΤΜ 1 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΑΤΜ 2 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΑΤΜ 3 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΑΤΜ 4 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΑΤΜ 5 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΑΤΜ 6 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΜΕΚ 1 Δεκέλεια	0,0001	0.5319	158.57	721,5	0,359	270
ΜΕΚ 2 Δεκέλεια	0,0001	0.5319	153.57	721,5	0,359	270
ΑΤΜ 1 Βασιλικός	0,0001	0,1952	167,45	3627,8	0,359	10
ΑΤΜ 2 Βασιλικός	0,0001	0,1952	167,45	3627,8	0,359	10
ΑΤΜ 3 Βασιλικός	0,0001	0,1952	167,45	3627,8	0,359	10
ΑΕΡ 1 Βασιλικός	0,0001	0,7508	174,73	2563,3	0,539	8
ΑΕΡ 1 Σ.Κ Βασιλικός	0,0001	0,054	115,15	3833,7	0,539	440.01
ΑΕΡ 2 Σ.Κ Βασιλικός	0,0001	0,054	115,15	3833,7	0,539	440.41

Με την βοήθεια της εξίσωσης 6.1 μπορούμε να υπολογίσουμε την κατανάλωση καυσίμου σε Kg/h, σε μια μονάδα αν αντικαταστήσουμε την παράμετρο (x) της εξίσωσης με το φορτίο της γεννήτριας σε MW, μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Για τον υπολογισμό των εξισώσεων κατανάλωσης καυσίμου έγινε χρήση του λογισμικού Microsoft Excel.

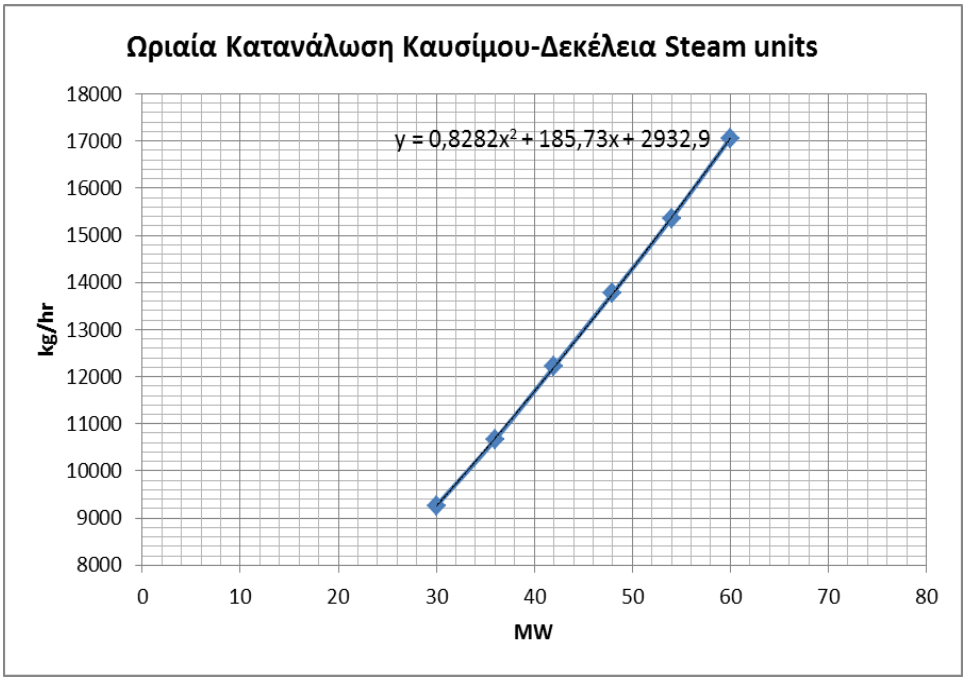
Παρακάτω ακολουθούν μερικές από τις καμπύλες κατανάλωσης καυσίμου των μονάδων του Σ.Η.Ε Κύπρου.



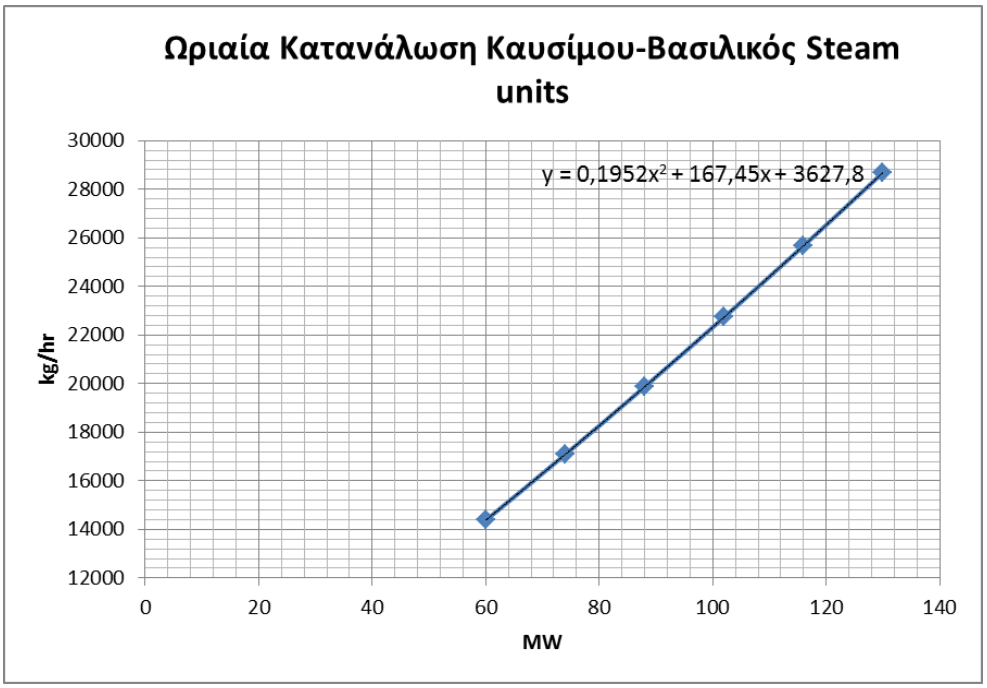
Γράφημα 6.1-2: Ωριαία Κατανάλωση Καυσίμου –Μονή Steam Units



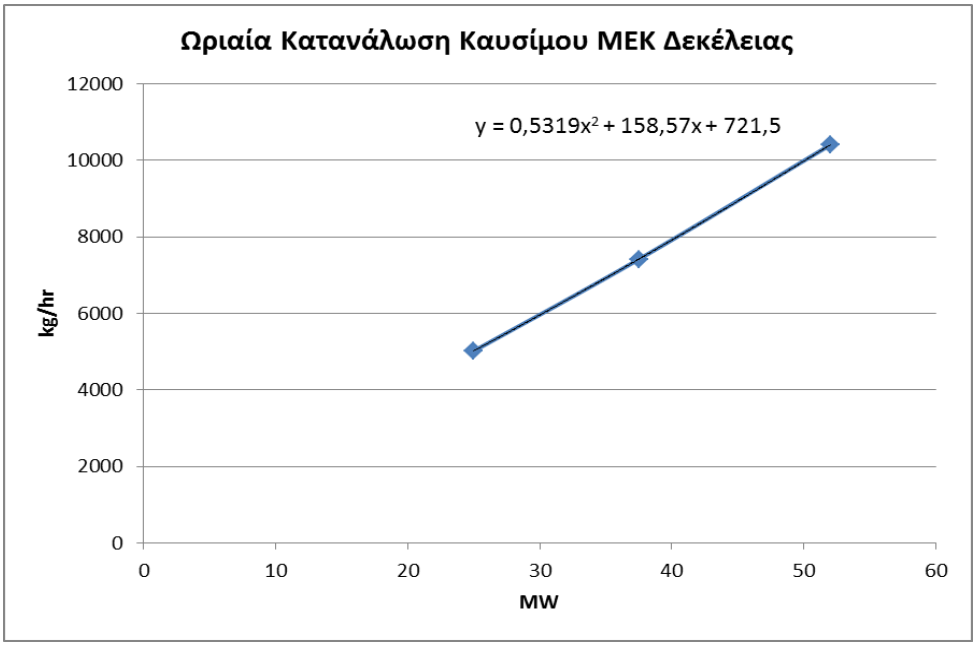
Γράφημα 6.1-3: Ωριαία Κατανάλωση Καυσίμου –Μονή-Βασιλικός Gas Turbines



Γράφημα 6.1-4: Ωριαία Κατανάλωση Καυσίμου –Δεκέλεια Steam Units



Γράφημα 6.1-5: Ωριαία Κατανάλωση Καυσίμου –Βασιλικός Steam Units



Γράφημα 6.1-6 : Ωριαία Κατανάλωση Καυσίμου ΜΕΚ Δεκέλειας

6.1.4.2 Συνδυασμένος Κύκλος στο Σταθμό βασιλικού

Η μονάδα Συνδυασμένου κύκλου Βασιλικού είναι η μεγαλύτερη μονάδα του συστήματος της Κύπρου ισχύος 220MW. Είναι μονάδα βάσης και αποτελείται από δύο αεριοστροβίλους τύπου **MS6001FA** και ένα ατμοστρόβιλο. Οι δύο πρώτοι καταναλώνουν Diesel λόγω έλλειψης Φυσικού αερίου για την ώρα και τα καυσαέρια της καύσης οδηγούνται στον ατμοστρόβιλο. Έτσι αντί τα καυσαέρια της καύσης να οδηγούνται άμεσα στην ατμόσφαιρα αποδίδουν έργο μέσω της κίνησης ατμοστροβίλου με αποτέλεσμα να αυξάνεται η συνολική απόδοση της μονάδας.
Ο MS6001FA είναι Α/Σ βραδέος τύπου όπου κλιμακώνεται αεροδυναμικά για την παραγωγή 75 MW υψηλής απόδοσης. Χρησιμοποιεί προηγμένη τεχνολογία κινητήρων αεροσκαφών στο σχεδιασμό του και μπορεί να εφαρμοστεί τόσο για 50 Hz και 60 Hz. Η MS6001FA παράγει 75 MW ισχύος σε απλό κύκλο με αποδοτικότητα μεγαλύτερη από 34% και δυο τέτοιες μονάδες 230 MW σε συνδυασμένο κύκλο με αποδοτικότητα μεγαλύτερη από 53%.[7-12]
Στον πιο κάτω πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αεριοστρόβιλου MS6001FA.

Πιν. 6.1-9: Τεχνικά χαρακτηριστικά αεριοστρόβιλου MS6001FA

MS6001FA	Output MW	Heat rate	Efficiency
2*OC open cycle	230	6.580	34%
SC	75	10.300	53%

Για την μοντελοποίηση της μονάδας αυτής για το πρόβλημά μας έγιναν κάποιες παραδοχές για την μονάδα Συνδυασμένου κύκλου λόγω της ιδιομορφίας της παραγωγής ισχύος.
Παραδοχή 1: Η μονάδα Συνδυασμένου κύκλου δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι λειτουργεί ενιαία, δηλαδή με μια ενιαία εξίσωση κατανάλωσης καυσίμου. Ο λόγος γι' αυτό είναι ότι η μονάδα μπορεί να λειτουργήσει ακόμη και εάν ο ένας από τους δύο Α/Σ είναι εκτός διαθεσιμότητας λόγω συντήρησης , οπότε τα καυσαέρια του ενός πλέον αεριοστροβίλου κινούν τον ατμοστρόβιλο. Έτσι απαιτείται να είναι γνωστή η διαθεσιμότητα ή μη του κάθε Α/Σ καθώς και να μη θεωρείται ενιαία η λειτουργία της μονάδας.
Παραδοχή 2: Ο ατμοστρόβιλος δεν μπορεί να θεωρηθεί ανεξάρτητη μονάδα γιατί το γεγονός αυτό θα είχε ως συνέπεια ανάμεσα στις εξισώσεις των μονάδων του συστήματος να υπάρχει κάποια μονάδα με

μηδενικό κόστος λειτουργίας. η οποία συνεχώς θα λειτουργούσε προφανώς στο τεχνικό της μέγιστο. Τούτο όμως δεν μπορεί να συμβεί καθώς η παραγωγή του ατμοστροβίλου εξαρτάται άμεσα από την παραγωγή των δύο Α/Σ.
Με βάση αυτές τις δύο παραδοχές η λύση που θεωρήθηκε είναι ότι η μονάδα Συνδυασμένου κύκλου αποτελείται από τις 2 αεριοστροβιλικές μονάδες τύπου MS6001FA με τροποποιημένα τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά ώστε να περιλαμβάνεται και η ισχύς του ατμοστρόβιλου.
Έτσι το τεχνικό μέγιστο των 2 αεριοστροβιλικών μονάδων θα προκύψει από το μέγιστο των μονάδων αυτών συν το μισό του μέγιστου του ατμοστρόβιλου και κάθε μονάδα θα ισοδυναμεί με μία μονάδα 115MW. Το τεχνικό ελάχιστο του κάθε Α/Σ δε θα είναι πλέον το τεχνικό ελάχιστο του αλλά μεγαλύτερο ώστε να συμπεριλάβει περίπου το μισό του τεχνικού ελάχιστου του ατμοστροβίλου. Ο λόγος για αυτό είναι ότι υπάρχει πιθανότητα να λειτουργεί ο ένας αεριοστρόβιλος μόνος του χωρίς ο ατμός του να παράγει έργο είτε διότι η ποσότητα ατμού που θα παράγεται θα είναι αρκετά μειωμένη λόγω της χαμηλής φόρτισης ενός μόνο Α/Σ.

Έτσι τα τεχνικά χαρακτηριστικά των δύο μονάδων που θα εισαχθούν αντί του Συνδυασμένου Κύκλου θα είναι βάσει του παρακάτω πίνακα :

Πιν. 6.1-10: Συγκεντρωτικός πίνακας στοιχείων μονάδων Συνδυασμένου Κύκλου Βασιλικού αν η ατμομονάδα αφομοιωθεί από τους δύο Α/Σ τύπου MS6001FA.

Συμβολισμός	Max MW	Min MW
ΑΕΡ 1	115	25
ΑΕΡ 2	115	25

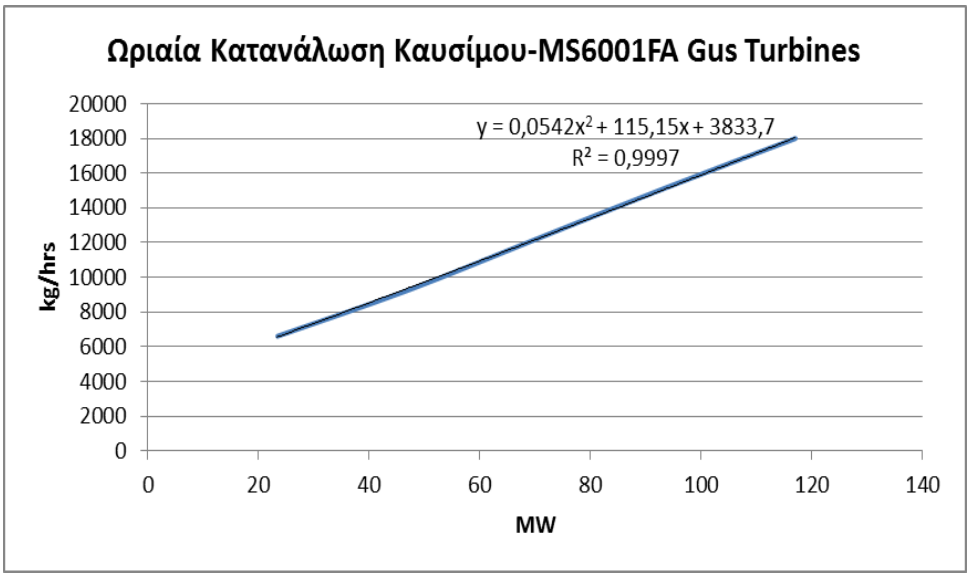
Η εξίσωση κόστους για κάθε μονάδα του Συνδιασμένου Κύκλου προέκυψε με βάση τα στοιχεία του πιο κάτω πίνακα:

Πιν. 6.1-11: Χαρακτηριστικά στοιχεία για τον υπολογισμό των παραμέτρων κόστους των Αεριοστρόβιλων

Ποσοστό Φόρτισης	Ισχύς(MW)	Ποσοστά απόδοσης	kJ/kWh	Kg/MWh
100%	117,00	1	6580,00	153,90
80%	93,60	0,95	6926,32	162,00
60%	70,20	0,885	7435,03	173,89
40%	46,80	0,78	8435,90	197,30
20%	23,40	0,545	12073,39	282,38

Για τον υπολογισμό kg/MWh χρησιμοποιήθηκε η τιμή 42756 kJ/Kg ως θερμογόνος δύναμη καυσίμου. Πολλαπλασιάζοντας τις τιμές ειδικής κατανάλωσης καυσίμου με το ύψος παραγωγής προκύπτει η συνάρτηση ωριαίας κατανάλωσης καυσίμου.[15]

Παρακάτω ακολουθεί η καμπύλη ωριαίας κατανάλωσης καυσίμου των δύο Αεριοστρόβιλων MS6001FA του Συνδυασμένου Κύκλου του σταθμού Βασιλικού.



Γράφημα 6.1-7:Ωριαία κατανάλωση καυσίμου- MS6001FA

6.1.5 Στοιχεία για μονάδες Α.Π.Ε στο νησί της Κύπρου

Έχει αναγνωριστεί ότι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας αποτελούν σημαντικό μέτρο μείωσης αερίων του θερμοκηπίου και κατ' επέκταση αντιμετώπισης των κλιματολογικών αλλαγών, από τις οποίες υποφέρει ολόκληρος ο πλανήτης με πιο έντονα και ακραία φαινόμενα να παρατηρούνται και στην Κύπρο την τελευταία εικοσαετία.

Το 2010 υπήρξε μια χρονιά σημαντικών προκλήσεων και εξελίξεων στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, ιδιαίτερα όσον αφορά τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Η εξάντληση των ενεργειακών πόρων και τα ακραία καιρικά φαινόμενα των τελευταίων χρόνων, που αποδίδονται κατά κύριο λόγο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, έφεραν επιτακτικά στο προσκήνιο το θέμα της προστασίας του περιβάλλοντος με τη χρήση φιλοπεριβαλλοντικών ενεργειακών τεχνολογιών. Η κυπριακή πολιτεία ανταποκρινόμενη στις ανάγκες των καιρών και για να εναρμονισθεί με τις οδηγίες της ΕΕ και τις δεσμεύσεις που έχει αναλάβει, έχει εκπονήσει Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ, θέτοντας ως στόχο την κάλυψη του 16 % στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ μέχρι το 2020.

Στον πιο κάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ΑΠΕ που ήταν συνδεδεμένες με το Δίκτυο της ΑΗΚ κατά την περίοδο 2010

Πιν. 6.1-12: ΑΠΕ-Εγκατεστημένη ισχύς και Παραγωγή κατά το 2010

ΜΟΝΑΔΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ/ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ MW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ MWh
10	7.2	24,802
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ MW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ MWh
647	5.5	4,839.445
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ MW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ MWh
1	82	31,370.2
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ MW	**ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ MWh**	
94.8	61,011.6	

Ο Πιν. 6.1-13 παρουσιάζει τις ΑΠΕ που είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο κατά το έτος 2012 και παρατηρείτε η έντονη αύξηση και χρησιμοποίηση τους στο νησί σε σχέση με το 2010.

Πιν. 6.1-13: ΑΠΕ που είναι συνδεδεμένες με το Δίκτυο της ΑΗΚ κατά το 2012

ΜΟΝΑΔΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ/ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ MW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ MWh
12	8.7	37,571.4
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ MW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ MWh
1039	16.4	19,729.2
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ MW	ΠΑΡΑΓΩΓΗ MWh
5	146.7	184,489.3
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ MW		**ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ MWh**
171.8		241,789.9

6.1.5.1 Αιολικά Συστήματα ηλεκτροπαραγωγής στο ΣΗΕ της Κύπρου

Το 2010 αποτελεί για την Κύπρο ορόσημο στον τομέα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, λόγω της ασφαλούς ένταξης του πρώτου αιολικού πάρκου «Ορείτες» δυναμικότητας 82 MW, στο Ηλεκτρικό Δίκτυο στις 21/7/2010.Έχουν επίσης ξεκινήσει οι κατασκευαστικές εργασίες για άλλα δύο Αιολικά Πάρκα.

Το Αιολικό Πάρκο «Ορείτες», ένα από τα μεγαλύτερα και πλέον σύγχρονα αιολικά πάρκα της Ανατολικής Μεσογείου, βρίσκεται μεταξύ των χωριών Πάνω Αρχιμανδρίτα, Κούκλια, Σουσκιού και Φασούλα στην Επαρχία Πάφου,ιδιοκτήτης είναι η εταιρία DK Windsupply Ltd ,διαθέτει συνολική εγκατεστημένη ισχύ 82MW και αποτελείται από 41 ανεμογεννήτριες δανέζικης κατασκευής και ονομαστικής ισχύος 2.0MW.Το Αιολικό Πάρκο στους Ορείτες, μέχρι το τέλος του 2010 παρήγαγε 33,28 GWh.

Σήμερα στο νησί βρίσκονται σε λειτουργία 5 Αιολικά Πάρκα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 146.7 MW. Ο Πιν. 6.1-14 παρουσιάζει τα Αιολικά πάρκα της Κύπρου και την εγκατεστημένη ισχύς τους. Μέχρι το τέλος του 2012 παρήγαγαν 184,052 GWh.

Πιν. 6.1-14: Αιολικά Πάρκα Κύπρου

Αιολικό Πάρκο	Εγκατεστημένη ισχύς
Ορείτες	82
Αλέξιγρος	31,5
Αγία Άννα	20
Κόσιη	10,8
Κάμπι	2,4

6.1.5.2 Φωτοβολταϊκά Συστήματα στο ΣΗΕ της Κύπρου

Μέχρι το τέλος του 2010 έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν 647 Φωτοβολταϊκά Συστήματα (Φ.Σ.), ισχύος μέχρι 150 kW (469 Φ.Σ. το τέλος του 2009, δηλαδή αύξηση 38 %), με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 5.5 MW (2,7 MW το τέλος του 2009, δηλαδή αύξηση 106.5 %) και συνολική παραγωγή 4,8 GWh (2,9 GWh το 2009, δηλαδή αύξηση 66.4%).

Μέχρι το τέλος του 2012 έχουν εγκατασταθεί στο νησί Φ/Β εγκατεστημένης ισχύς 16,36 MW τα οποία κατά το ίδιο έτος παρήγαγαν 19,82 GWh.

6.1.5.3 Βιομάζα/Βιοαέριο στο ΣΗΕ της Κύπρου

Επιπρόσθετα θα πρέπει να αναφέρουμε ότι κατά το τέλος του 2010 λειτουργούν και δέκα μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Βιομάζα/ Βιοαέριο με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 7,214 MW και συνολική παραγωγή 24,8 GWh. Μέχρι το έτος 2012 βρίσκονταν σε λειτουργία μονάδες με εγκατεστημένη ισχύ 8,76 MW και συνολική παραγωγή 37,63 GWh.
Γενικά υπάρχει αρκετό ενδιαφέρον για τη σύνδεση νέων Φωτοβολταϊκών Συστημάτων, παρά το συγκριτικά ψηλό κόστος της κεφαλαιουχικής δαπάνης που απαιτείται για εγκατάσταση τέτοιων Συστημάτων, ως επίσης και για Μονάδες Παραγωγής ΑΠΕ από Βιομάζα/ Βιοαέριο και Αιολικά Πάρκα.

6.2 Στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας για την Κρήτη

Στο Σ.Η.Ε της Κρήτης βρίσκονται σε λειτουργία 3 σταθμοί παραγωγής τους οποίους διαχειρίζεται αποκλειστικά η Δ.Ε.Η. και βρίσκονται:

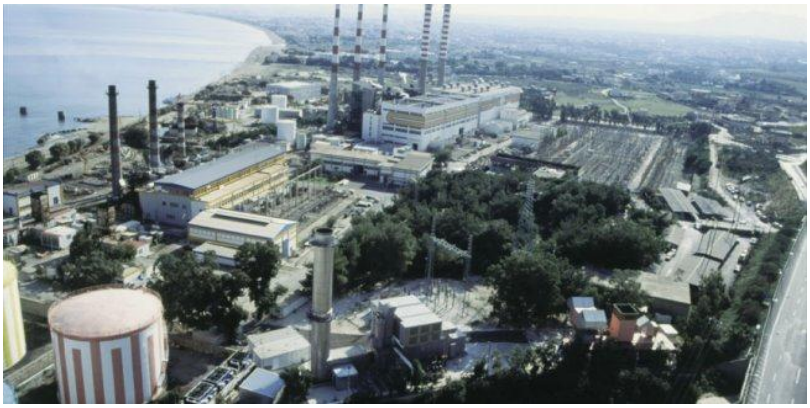
- Στα Λινοπεράματα του νομού Ηρακλείου, 6 χιλιόμετρα Δυτικά της πόλης του Ηρακλείου.
- Στη Ξυλοκαμάρα του νομού Χανίων, 6 χιλιόμετρα Ανατολικά της πόλης των Χανίων.
- Στον Αθερινόλακκο του νομού Λασιθίου, περίπου 25 χιλιόμετρα Νότια από τη πόλη της Σητείας.

Όπως και στο Σ.Η.Ε της Κύπρου, οι τρείς Σταθμοί Παραγωγής διαθέτουν σχεδόν όλα τα είδη συμβατικών μονάδων που υπάρχουν. Επομένως, υπάρχει μια ποικιλομορφία των συμβατικών μονάδων παραγωγής καθώς περιλαμβάνονται συνολικά τα εξής είδη:

- Ατμοστροβιλικές Μονάδες (Μονάδες βάσης).
- Μηχανές Εσωτερικής Καύσης ή Μ.Ε.Κ. (Μονάδες βάσης, μεσαίου φορτίου).
- Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου (Μονάδες βάσης, μεσαίου φορτίου).
- Αεριοστροβιλικές Μονάδες (Μονάδες φορτίου αιχμής).

Οι μονάδες αυτές αν συγκριθούν μεταξύ τους, εκτός από τον τύπο της καύσιμης ύλης, διαφέρουν και σε αλλά χαρακτηριστικά. Οι διαφοροποιήσεις των μονάδων παραγωγής σημειώνονται καταρχήν σε τεχνικά χαρακτηριστικά της παραγόμενης ισχύος και έχουν να κάνουν με: τη ονομαστική τους ισχύ, τη καθαρή τους ισχύ, την ισχύ σε υψηλές θερμοκρασίες (ισχύς θέρους) και την ελάχιστη δυνατή ισχύ (τεχνικό ελάχιστο).
Επίσης υπάρχουν και άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά που έχουν να κάνουν με τη λειτουργία των θερμικών μονάδων όπως, οι χρόνοι έναρξης και τερματισμού της λειτουργίας τους, η θερμοκρασία και η ταχύτητα λειτουργίας τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι κάθε μονάδα έχει τη δική της χρήση και το δικό της χρόνο λειτουργίας ανάλογα με τις απαιτήσεις του δικτύου. Έτσι, ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι το συνολικό κόστος των μονάδων αυτών , όπως είναι το κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης τους.
Τέλος, αναφέρεται ότι κάποιες μονάδες από το συνολικό σύστημα παραγωγής διατηρούνται σε ψυχρή εφεδρεία. Στο Σ.Η.Ε. της Κρήτης διατηρούνται συνολικά τρεις μονάδες σε ψυχρή εφεδρεία. Στον Α.Η.Σ. Λινοπεραμάτων ο ατμοστρόβιλος ΑΤΜ 1 και ο αεριοστρόβιλος ΑΕΡ 1 και στον Α.Η.Σ. Χανίων ο αεριοστρόβιλος ΑΕΡ 4.

6.2.1 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Λινοπεραμάτων Ηρακλείου



Εικόνα 6.2-1: Ο ΑΗΣ Λινοπεραμάτων Ηρακλείου

Τα Λινοπεράματα του Νομού Ηρακλείου βρίσκονται 6 χιλιόμετρα Δυτικά της πόλης του Ηρακλείου. Εκεί βρίσκεται εγκατεστημένος ο Α.Η.Σ. Παραγωγής Λινοπεραμάτων. Ο Σταθμός Παραγωγής διαθέτει συνολικά, έξι ατμοστροβιλικές μονάδες, τέσσερις Μ.Ε.Κ. Ντήζελ και πέντε αεριοστροβιλικές μονάδες. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στον υπάρχον Σταθμό Παραγωγής είναι περίπου 265MW.

6.2.2 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Ξυλοκαμάρας Χανίων

Εικόνα 6.2-2: Ο ΑΗΣ Ξυλοκαμάρας Χανίων

Η Ξυλοκαμάρα του Νομού Χανίων βρίσκεται 6 χιλιόμετρα Ανατολικά της πόλης των Χανίων και εκεί είναι εγκατεστημένος ο Α.Η.Σ. Παραγωγής Χανίων. Ο Σταθμός Παραγωγής αυτός διαθέτει συνολικά έξι αεριοστροβιλικές μονάδες και μια μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου η οποία αποτελείται από δύο αεριοστροβιλικές μονάδες και μία ατμοηλεκτρική μονάδα. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στον υπάρχον Σταθμό Παραγωγής είναι περίπου 348 MW.

6.2.3 Ηλεκτροπαραγωγός σταθμός Αθερινόλακκου Λασιθίου

Εικόνα 6.2-3: Ο ΑΗΣ Αθερινόλακκου Λασιθίου

Στον Αθερινόλακκο του Νομού Λασιθίου, περίπου 25 χιλιόμετρα Νότια της πόλης της Σητείας βρίσκεται ο Α.Η.Σ. Παραγωγής Αθερινόλακκου. Ο Σταθμός Παραγωγής διαθέτει συνολικά δύο Μ.Ε.Κ. Ντήζελ και δύο ατμοστροβιλικές μονάδες. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στο υπάρχον Σταθμό είναι περίπου 190 MW**.**

Ο Πιν. 6.2-1 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις θερμικές μονάδες ανά Σταθμό Παραγωγής. Από τα είδη των θερμικών μονάδων που περιλαμβάνονται στους τρεις Σταθμούς Παραγωγής του συστήματος, μπορεί να προσδιοριστεί ουσιαστικά ο ρόλος της λειτουργίας τους στις ανάγκες ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας.

Πιν. 6.2-1: Μονάδες ανά σταθμό παραγωγής στο Σ.Η.Ε Κρήτης

Σταθμός Παραγωγής	Αεριοστρόβιλος	Ατμοστρόβιλος	Μηχανή Ντήζελ	Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς(MW)
Ηρακλείου	5	6	4	-	265
Χανίων	6	-	-	1	348
Λασιθίου	-	2	2	-	190
Σύνολο					**803**

Το μεγαλύτερο μέρος (με 43%) της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος του συστήματος προερχόμενο από μονάδες θερμικής παραγωγής, βρίσκεται στο Σταθμό Παραγωγής των Χανίων και είναι της τάξεως των 348 MW. Ο συγκεκριμένος Σταθμός περιλαμβάνει τις περισσότερες αεριοστροβιλικές μονάδες του συστήματος από τις οποίες, οι έξι λειτουργούν αυτόνομα, ενώ άλλες δύο λειτουργούν συνδυασμένα με μια ατμοηλεκτρική μονάδα (λειτουργία Συνδυασμένου Κύκλου).
Οι αεριοστροβιλικές μονάδες είναι μονάδες μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος καθώς χρησιμοποιούνται ως μονάδες αιχμής. Επιπρόσθετα η μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου είναι η μεγαλύτερη θερμική μονάδα παραγωγής της Κρήτης και με τη συνεχή λειτουργία της, καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό ζήτησης φορτίου του συστήματος. [16]

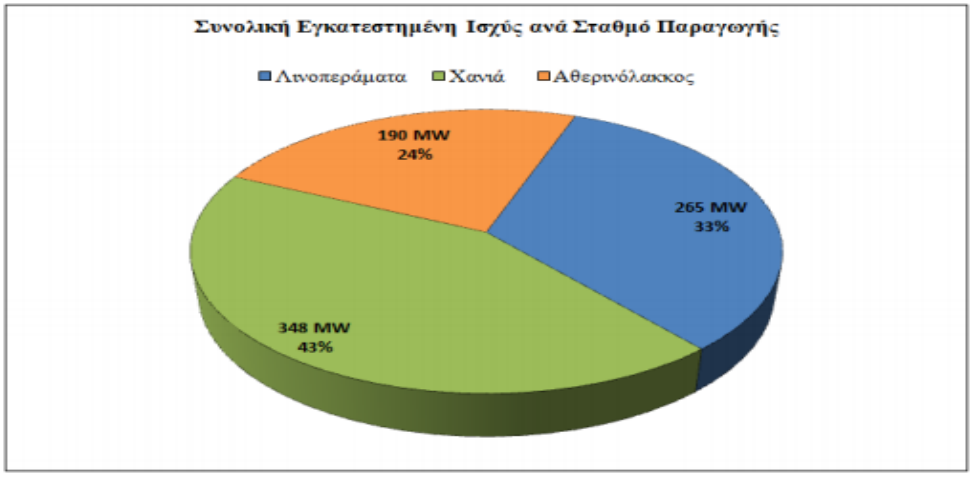
6.2.4 Χαρακτηριστικά στοιχεία για τις μονάδες παραγωγής του Σ.Η.Ε Κρήτης

Στον Πιν. 6.2-2 φαίνονται τα χαρακτηριστικά των συμβατικών μονάδων παραγωγής στο Σ.Η.Ε. της Κρήτης.

Πιν. 6.2-2: Χαρακτηριστικά των μονάδων παραγωγής του Σ.Η.Ε. της Κρήτης

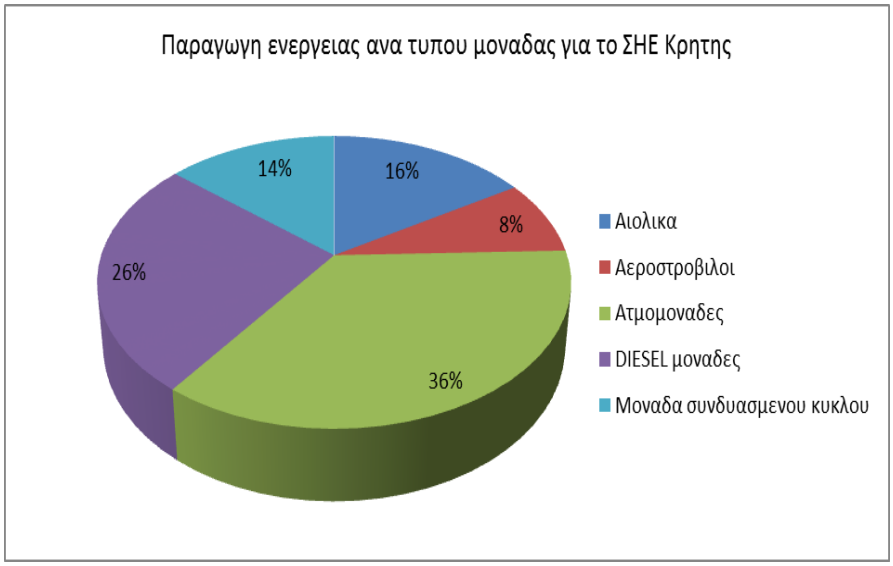
	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΚΑΘΑΡΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΟΥΣ (MW)	ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΛΑΧΙΣΤΟ(MW)	ΚΑΥΣΙΜΟ
Α.Η.Σ.ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ					
ΑΤΜ 1 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	6	6	6	4	Μαζούτ
ΑΤΜ 2 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	14	14	13	8	Μαζούτ
ΑΤΜ 3 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	14	14	13	8	Μαζούτ
ΑΤΜ 4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	24	24	23	18	Μαζούτ
ΑΤΜ 5 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	24	24	23	18	Μαζούτ
ΑΤΜ 6 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	24	24	23	18	Μαζούτ
DIESEL 1 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	3	Μαζούτ
DIESEL 2 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	3	Μαζούτ
DIESEL 3 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	6	Μαζούτ
DIESEL 4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	3	Μαζούτ
ΑΕΡ 1 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	15	15	13	3	Ντίζελ
ΑΕΡ 2 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	15	15	13	3	Ντίζελ
ΑΕΡ 3 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	43	43	41	5	Ντίζελ
ΑΕΡ 4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	14	14	13	3	Ντίζελ
ΑΕΡ 5 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	28	28	25	5	Ντίζελ
Α.Η.Σ. ΧΑΝΙΩΝ					
ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΣ ΚΥΚΛΟΣ	132	126	112	35	Ντίζελ
ΑΕΡ 1 ΧΑΝΙΩΝ	16	14	11	3	Ντίζελ
ΑΕΡ 4 ΧΑΝΙΩΝ	24	20	19	3	Ντίζελ
ΑΕΡ 5 ΧΑΝΙΩΝ	30	28	27	5	Ντίζελ
ΑΕΡ 11 ΧΑΝΙΩΝ	59	58	54	10	Ντίζελ
ΑΕΡ 12 ΧΑΝΙΩΝ	59	58	54	10	Ντίζελ
ΑΕΡ 13 ΧΑΝΙΩΝ	28	28	25	5	Ντίζελ
Α.Η.Σ. ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ					
DIESEL 1 ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	51	50	50	35	Μαζούτ
DIESEL 2 ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	51	50	50	25	Μαζούτ
ΑΤΜ 1 ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	44	43	44	22	Μαζούτ
ΑΤΜ 2 ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ	44	43	44	22	Μαζούτ
ΣΥΝΟΛΟ	**803**	**783**	**740**		

Στο Γράφημα 6.2-1, απεικονίζεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς (σε MW) ανά Σταθμό Παραγωγής.



Γράφημα 6.2-1: Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (MW) ανά Σταθμό Παραγωγής κατά το 2010

Αντίστοιχα στο Γράφημα 6.2-2 απεικονίζονται συγκεντρωτικά, τα ποσοστά παραγωγής ενέργειας ανά κατηγορία μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού, συμπεριλαμβανομένης και της αιολικής παραγωγής. Το μεγαλύτερο ποσοστό (με 36%) παραγωγής ενέργειας κατά το έτος 2010 παρατηρείται από τις ατμομονάδες.



Γράφημα 6.2-2: Ποσοστό παραγόμενης ενέργειας των Μονάδων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας της Κρήτης κατά το 2010

Η γενική μορφή της εξίσωσης κατανάλωσης καυσίμου, δίνεται από την σχέση τρίτου βαθμού όπου φαίνεται στην εξίσωση 6-1 .

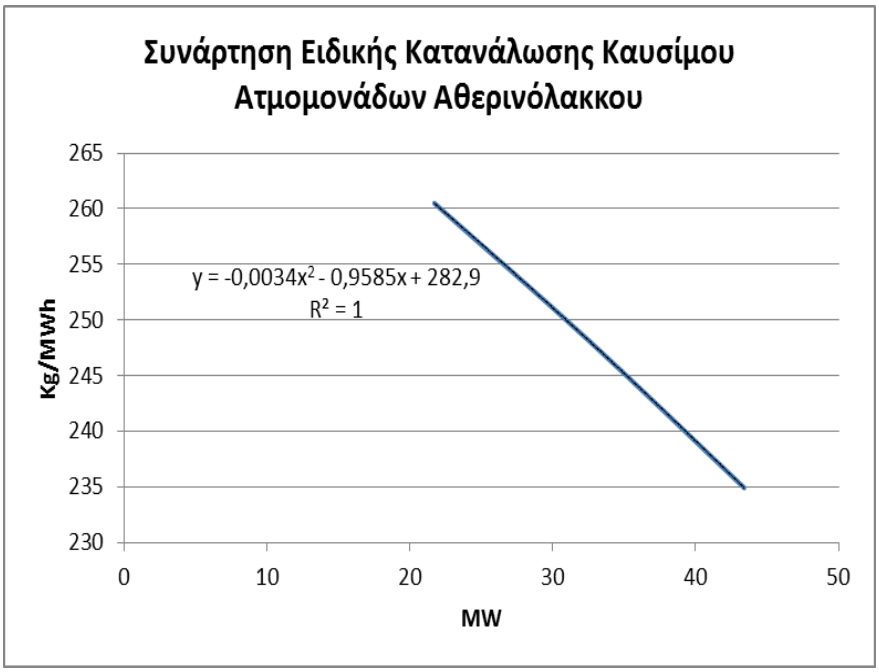
Τα περιεχόμενα του Πιν. 6.2-3 που ακολουθούν αποτελούν τα χαρακτηριστικά στοιχεία των παραμέτρων κόστους των θερμικών μονάδων του συστήματος. [15]

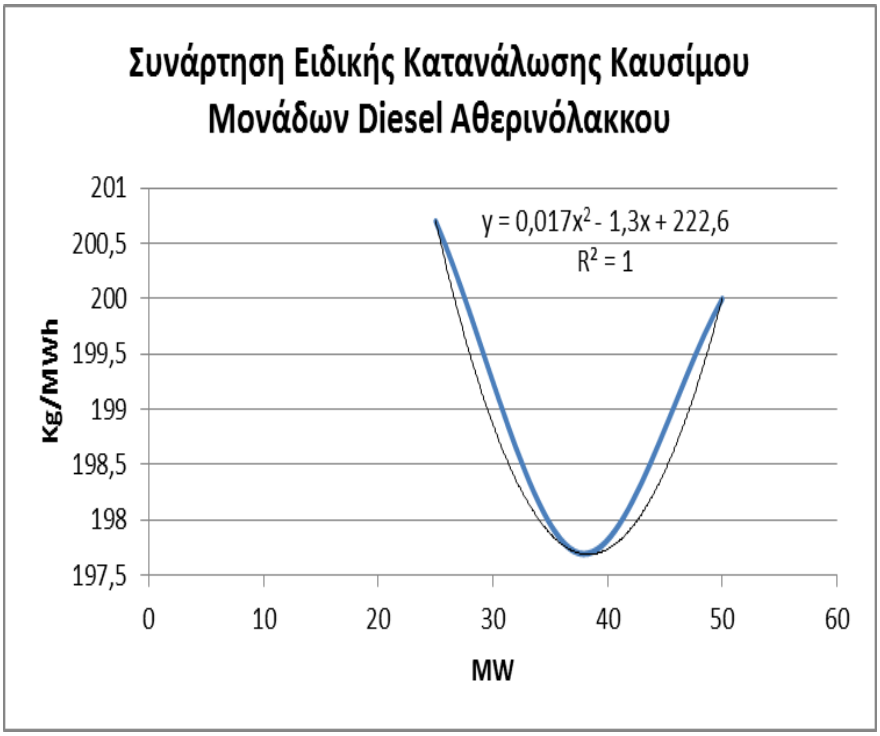
Πιν. 6.2-3: Συγκεντρωτικός πίνακας παραμέτρων κόστους των θερμικών μονάδων του συστήματος Κρήτης

Συμβολισμός μονάδων	$cubcoeff_i$ (Kg/MWh³)	$sqcoeff_i$ (Kg/MWh²)	$lincoeff_i$ (Kg/MWh)	$constcoeff_i$ (Kg-lt)	Τιμή καυσίμου $fuel_cost_i$ (€/Kg-lt)	Κόστος εκκίνησης $startup_cost_i$ (€)
ΑΤΜ 1ΛΙΝ	17,377	-167,2	727,6	0,001	0,4149	2,500
ΑΤΜ 2 ΛΙΝ	0,476	-11,824	378,937	0,001	0,4149	2,500
ΑΤΜ 3 ΛΙΝ	0,476	-11,824	378,937	0,001	0,4149	2,500
ΑΤΜ 4 ΛΙΝ	0,18	-8,053	355,088	0	0,4149	4,000
ΑΤΜ 5 ΛΙΝ	0,092	-4,166	300,58	0	0,4149	4,000
ΑΤΜ 6 ΛΙΝ	0,092	-4,166	300,58	0	0,4149	4,000
DIESEL1ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,368	0	0,4149	220
DIESEL2ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,369	0	0,4148	220
DIESEL3ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,368	0	0,4149	219
DIESEL4ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,369	0,01	0,4148	220
ΑΕΡ 1ΛΙΝ	2,48	-5,87	881,5	1,2	0,6982	179,1
ΑΕΡ 2ΛΙΝ	0,3195	-6,777	280,49	1622,8	0,6982	500
ΑΕΡ 3 ΛΙΝ	0,0001	0,2533	197,65	2418	0,6982	1413
ΑΕΡ 4 ΛΙΝ	0,0001	0,7913	234,95	1093,8	0,6982	858
ΑΕΡ 5 ΛΙΝ	0,001	0,3605	196,29	1675,8	0,6982	350
ΑΕΡ 6 Σ.Κ	0,001	0,01	145,54	5120	0,6962	440,01
ΑΕΡ 7Σ.Κ	0,001	0,01	145,64	5120	0,6962	440,41
ΑΕΡ 1 ΧΑΝ	0	0,01	267	2170	0,6962	99
ΑΕΡ 4 ΧΑΝ	0	0,01	219	2865	0,6962	1300
ΑΕΡ 5 ΧΑΝ	0	0,01	275	3757	0,6962	400
ΑΕΡ 11 ΧΑΝ	0,001	0,01	227	5000	0,6962	0,1
ΑΕΡ 12 ΧΑΝ	0,001	0,01	227	5000	0,6962	0,1
ΑΕΡ 13 ΧΑΝ	0,001	0,3605	196,29	1675,8	0,6962	858
DIESEL1ΑΘΕΡ	0,017	-1,3	222,6	0,27	0,3919	270
DIESEL2ΑΘΕΡ	0,017	-1,3	222,6	0,27	0,3919	270
ΑΤΜ 1 ΑΘΕΡ	-0,003	-0,958	282,91	0,8	0,3919	350
ΑΤΜ 2 ΑΘΕΡ	-0,003	-0,958	282,91	0,8	0,3919	350

Με τη βοήθεια της εξίσωσης πιο πάνω μπορούμε να υπολογίσουμε την ωριαία κατανάλωση καυσίμου σε Kg/h, σε μια μονάδα αν αντικαταστήσουμε την παράμετρο (x) της εξίσωσης με το φορτίο της γεννήτριας σε MW, μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Παρακάτω ακολουθούν μερικές από τις καμπύλες κατανάλωσης καυσίμου των μονάδων του Σ.Η.Ε Κρήτης.





6.2.5 Μονάδες Α.Π.Ε στο Νησί της Κρήτης

Σημαντικά είναι τα ποσοστά της εγκατεστημένης παραγωγής από μονάδες Α.Π.Ε. στη Κρήτη. Η Κρήτη είναι ένα νησί με πλούσιο ηλιακό και αιολικό δυναμικό. Συνεπώς αυτό αποτελεί σημαντικό κίνητρο για τους ενδιαφερόμενους που θέλουν να επενδύσουν στις Α.Π.Ε. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται συνοπτικά η εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων Α.Π.Ε., οι οποίες είναι διασυνδεδεμένες στο δίκτυο της Κρήτης, σύμφωνα με το πληροφοριακό δελτίο της Δ.Ε.Η. για το έτος 2012.[17]

Πιν. 6.2-4: Εγκατεστημένη Ισχύς Μονάδων ΑΠΕ στο νησί της Κρήτης

ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW)				
Α/Π	Φ/Β	ΒΙΟΜΑΖΑ	ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΕ
183,54	74,37	0,4	0,3	257,92

6.2.5.1 Μικρά Υδροηλεκτρικά

Αυτή τη στιγμή ο μοναδικός Μ.ΥΗ.Σ. που βρίσκεται σε λειτουργία είναι στη περιοχή του Αλμυρού, στο δήμο Γεωργιούπολης. Ο εν' λόγω Σταθμός Παραγωγής αποτέλεσε το δεύτερο έργο εκμετάλλευσης υδροηλεκτρικής ενέργειας στο νησί καθώς ξεκίνησε να λειτουργεί από το 1954. Ο Μ.ΥΗ.Σ Αλμυρού αξιοποιεί μέρος από τις απορροές των Λευκών Ορέων, οι οποίες συγκεντρώνονται στη λίμνη του Αλμυρού. Διαθέτει μία μονάδα των 0,30 MW της οποίας η μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας μπορεί να φτάσει και τις 1,25 GWh. Αξίζει να σημειωθεί πως τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη του υδροηλεκτρικού έργου είναι ιδιαίτερα σημαντικά καθώς στην περιοχή του φράγματος έχει δημιουργηθεί υδροβιότοπος, ενώ η λειτουργία του Μ.ΥΗ.Σ. συμβάλλει στην αποφυγή εκπομπής ρύπων CO_2 κατά 1.250 τόνους ετησίως.

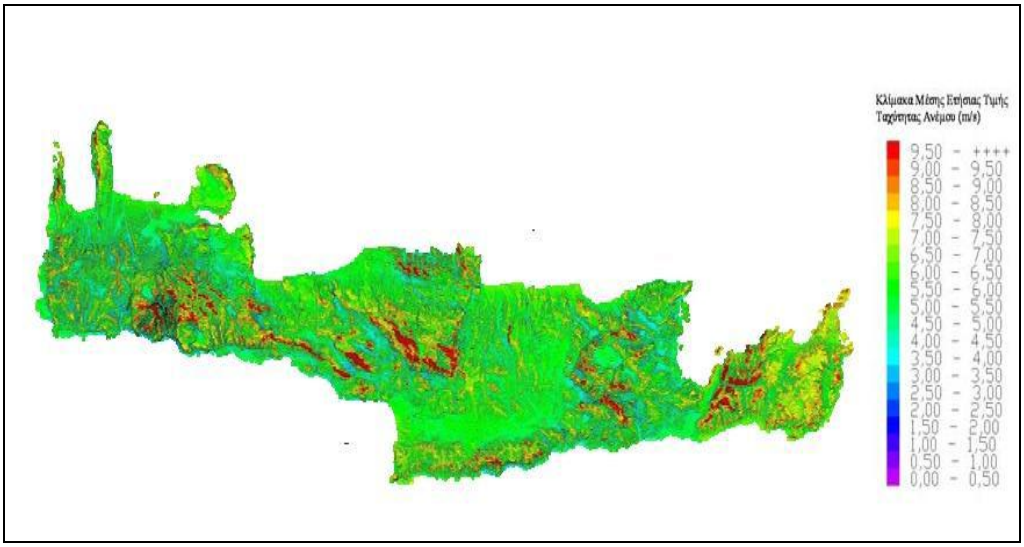
6.2.5.2 Μονάδες Παραγωγής Βιομάζας

Στην Κρήτη υπάρχουν δύο μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο και βρίσκονται εγκατεστημένες στους δύο βιολογικούς καθαρισμούς της Δημόσιας Επιχείρησης Ύδρευσης - Αποχέτευσης (Δ.Ε.Υ.Α) των Χανίων και του Ηρακλείου αντίστοιχα. Οι μονάδες αυτές συνεισφέρουν σημαντικά στην κάλυψη των εσωτερικών καταναλώσεων των δύο βιολογικών καθαρισμών. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των δύο αυτών μονάδων παραγωγής είναι ίση με 0,40 MW.

6.2.5.3 Αιολικά Πάρκα

Η Κρήτη είναι ένα νησί με αρκετά υψηλό αιολικό δυναμικό στο μεγαλύτερο μέρος της έκτασής της. Αυτό δικαιολογεί και τον μεγάλο αριθμό εγκαταστάσεων αιολικών πάρκων αλλά και το ενδιαφέρων επενδυτών για την εγκατάσταση ακόμη περισσότερων.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ο χάρτης του αιολικού δυναμικού της Κρήτης όπως αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας και Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων του Τ.Ε.Ι Κρήτης.



Εικόνα 6.2-4: Χάρτης του αιολικού δυναμικού της Κρήτης [18]

Στον παραπάνω χάρτη φαίνεται πως οι μεγαλύτερες τιμές μέσης ετήσιας ταχύτητας ανέμου απαντώνται στον νομό Λασιθίου. Αυτός είναι ο λόγος που η συντριπτική πλειονότητα των Α/Π είναι εγκατεστημένα στην περιοχή της Σητείας, καθώς οι ανεμολογικές συνθήκες που επικρατούν στη περιοχή όπως, η υψηλή μέση ταχύτητα ανέμου σε συνδυασμό με μικρές διακυμάνσεις ταχύτητας και της κατεύθυνσής του, αποτελούν εξαιρετικά ευνοϊκό παράγοντα υπένδυσης σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις.16

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ο αριθμός των Α/Π που βρίσκονται εγκατεστημένα στην Κρήτη ανά νομό καθώς και η εγκατεστημένη ισχύς του κάθε Α/Π.

Πιν. 6.2-5: Αριθμός Αιολικών Πάρκων στο Σ.Η.Ε Κρήτης ανά νομό.

Νομός	Αριθμός Πάρκων	Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Λασίθι	14	98,90
Ηράκλειο	6	41,40
Χανιά	4	26,45
Ρέθυμνο	1	7,20

Πρέπει να αναφέρουμε ότι ορισμένες από τις υπάρχουσες εγκατεστημένες μονάδες Α/Π ανήκουν στη Δ.Ε.Η. Ανανεώσιμες Α.Ε. και άλλες αποτελούν ιδιωτικές επενδύσεις, ενώ υπάρχει και ένα Α/Π το οποίο ανήκει σε φορέα της Τοπικής Αυτοδιοίκησης.

Πιν. 6.2-6: Αιολικά Πάρκα στο Σ.Η.Ε Κρήτης για το έτος 2012.

Α/Α	ΦΟΡΕΑΣ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ(MW)	
1	Δ.Ε.Η ΑΝΑΝΕΩΣΗΜΕΣ Α.Ε	Ι.Μ Τοπλού Σητείας Ν.Λασιθίου	17Χ0,30	5,10
			3Χ0,50	1,50
2	Δ.Ε.Η ΑΝΑΝΕΩΣΗΜΕΣ Α.Ε	Ξηρολίμνη Δ.Σητείας Ν.Λασιθίου	22Χ0,60	13,20
3	ΡΟΚΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗ ΑΒΕΕ	Ξηρολίμνη (Αγριλίδια Μητάτου) Ν.Λασιθίου	30Χ0,60	18,00
4	AEOLOS Α.Ε	Χανδράς Λεύκης Ν.Λασιθίου	18Χ0,55	9,90
5	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΡΥΩΝ Α.Ε	Μαρωνιά Σητείας Ν.Λασιθίου	20Χ0,50	10,00

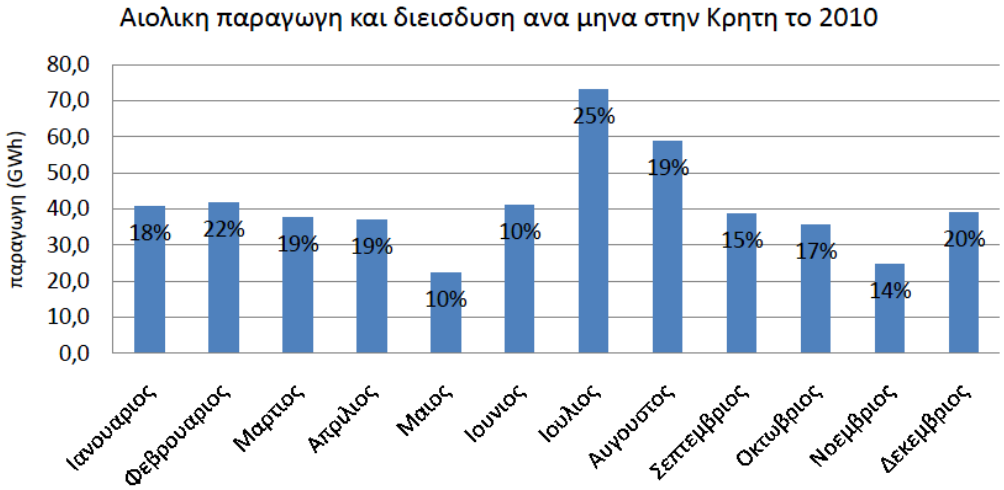
6	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΧΛΑΔΙΩΝ Α.Ε	Μαρωνιά Σητείας Ν.Λασιθίου	20Χ0,50	10,00
7	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΝΕΜΟΕΣΣΑ Α.Ε	Μαρωνιά Σητείας Ν.Λασιθίου	10Χ0,50	5,00
8	Ο.Α. ΣΗΤΕΙΑΣ Α.Ε	Καμινάκια-Χορδάκι Ν.Λασιθίου	1Χ0,50	0,50
			1Χ0,30	0,30
			1Χ0,90	0,90
9	IWECO Α.Ε	Μεγάλη Βρύση Ν.Ηρακλείου	9Χ0,55	4,95
10	ENERCON ΕΛΛΑΣ Α.Ε	Πλατύβολα Αχλαδίων Δ.Σητείας Ν.Λασιθίου	5Χ0,50	2,50
11	ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε	Βρουχάς Ν.Λασιθίου	14Χ0,85	11,90
12	WRE ΕΛΛΑΣ Α.Ε	Πλατύβολα Κρυών Δ.Σητείας Ν.Λασιθίου	4Χ0,75	3,00
13	ΔΟΜΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε	Βοσκερό Δ.Κρουσώνα Ν.Ηρακλείου	7Χ0,85	5,95
14	ΕΝΤΕΚΑ Α.Ε	Ξηρολίμνη Ι Δ.Σητείας Ν.Λασιθίου	3Χ0,90	2,70
15	ΥΔΡΟΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε	Ρόβας Καστελίου Ν.Χανίων	11Χ0,85	9,35
16	IWECO ΧΩΝΟΣ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε	Χώνος Σητείας Ν.Λασιθίου	6Χ0,75	4,50
17	ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε	Αγ.Βαρβάρα Ν.Ηρακλείου	17Χ0,85	14,45
18	ΜΟΙΡΩΝ Α.Ε (ΑΝΤΙΣΚΑΡΙ)	Αντισκάρι Δ.Μοιρών Ν.Ηρακλείου	7Χ0,75	5,25
19	ENVITEC Α.Ε	Βάρδια Ν.Χανίων	9Χ0,60	5,40
20	ENVITEC Α.Ε	Βατάλι Ν.Χανίων	9Χ0,60	5,40
21	ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε	Αγ.Κύριλλος Δ.Γόρτυνας	8Χ0,90	7,20
22	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ	Καλόγηρος Δ.Γαζίου Ν.Ηρακλείου	6Χ0,60	3,60
23	ΑΝΕΜΟΣ ΑΛΚΥΟΝΙΟΣ Α.Ε.Ε	Προφήτης Ηλίας Ν.Χανίων	7Χ0,90	6,30
24	Δ.Ε.Η ΑΝΑΝΕΩΣΗΜΕΣ Α.Ε	Ακούμια Δ.Λάμπης Ν.Ρεθύμνου	8Χ0,90	7,20
ΣΥΝΟΛΟ				173,94

Το πρώτο αιολικό πάρκο που κατασκευάστηκε στη Κρήτη ήταν από τη Δ.Ε.Η. στη Μονή Τοπλού Σητείας το 1993. Το αιολικό πάρκο Τοπλού αποτελείται σήμερα από 17 Ανεμογεννήτριες των 0,30 MW και από 3 ανεμογεννήτριες των 0,50 MW η κάθε μία, με συνολική εγκαταστημένη ισχύ που ανέρχεται σε 6,6 MW. Το αιολικό πάρκο Ξηρολίμνης αποτέλεσε το δεύτερο κατά σειρά έργο της Δ.Ε.Η. και βρίσκεται αρκετά κοντά στον Αθερινόλακκο, στην ομώνυμη περιοχή του Δήμου Ιτάνου της Σητείας, έχει συνολική εγκατεστημένη ισχύ 13,2 MW δηλαδή 22 ανεμογεννήτριες ισχύος 0,60 MW η κάθε μία και η ετήσια παραγωγή του ανέρχεται σε 42.000 MWh.

Η εγκατεστημένη ισχύς αιολικών πάρκων στο νησί αντιστοιχεί σε 173,94 MW ενώ αναμένεται να φτάσει τα 200 MW μέσα στην επόμενη τετραετία. Η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Α/Π σύμφωνα με το έτος 2010 ήταν ίση με 477.938,8 MWh και η συνεισφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην ικανοποίηση της ζήτησης για το ίδιο έτος αντιστοιχεί σε ποσοστό 16,7% περίπου.16

6.2.5.3.1 Στοιχεία Παραγωγής Αιολικών Πάρκων

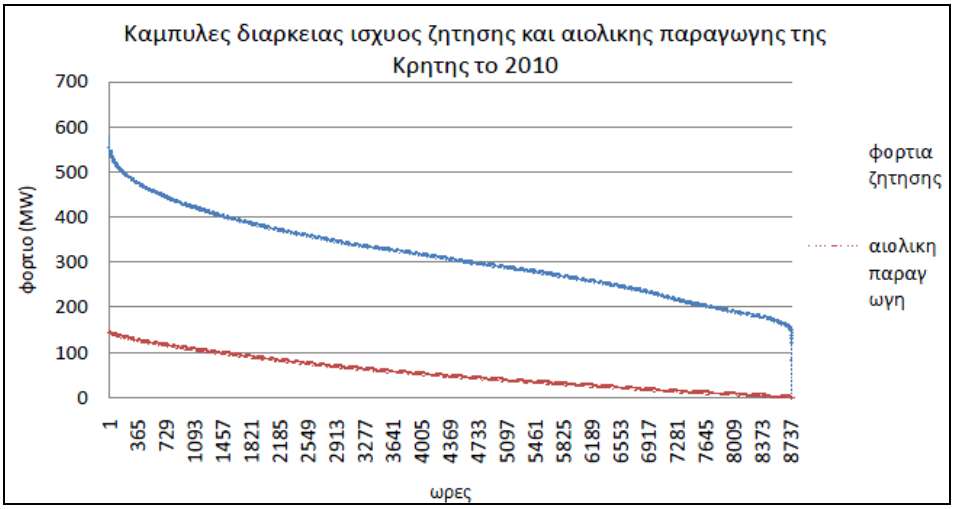
Με βάση την ανάλυση πραγματικών μετρήσεων κατά το έτος 2010 η συνολική αιολική παραγωγή της Κρήτης ήταν 477.9 GWh που αντιπροσωπεύει το 16,7% της συνολικής ετήσιας ζήτησης του Σ.Η.Ε Κρήτης.
Στο πιο κάτω γράφημα παρουσιάζεται η αιολική παραγωγή και διείσδυση ανά μήνα για το έτος 2010.



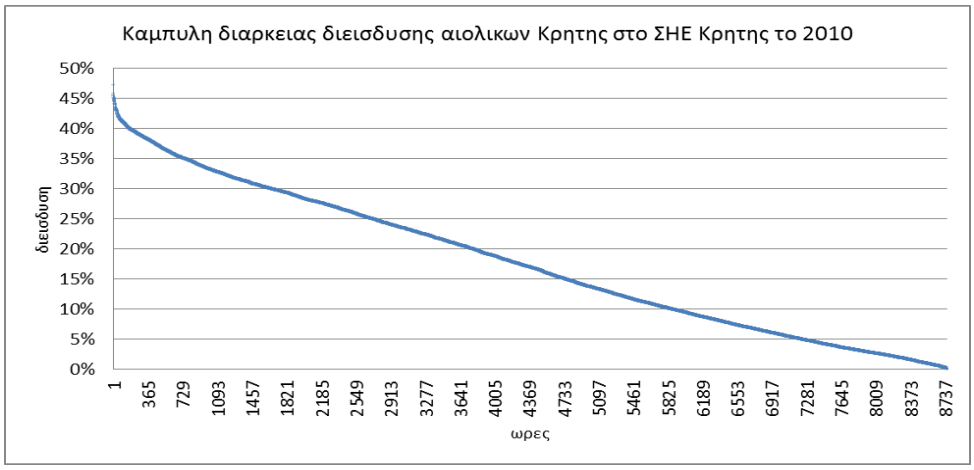
Γράφημα 6.2-3: Αιολική παραγωγή και διείσδυση ανά μήνα για το έτος 2010

Από την πιο πάνω εικόνα παρατηρούμε ότι ο μήνας με την μεγαλύτερη αιολική παραγωγή είναι ο Ιούλιος της τάξεως των 73180 MWh και παρουσιάζει και την μεγαλύτερη διείσδυση της τάξης του 25%.Αυτό οφείλεται στο ότι τον μήνα Ιούλιο και Αύγουστο η Κρήτη παρουσιάζει το υψηλότερο αιολικό δυναμικό του έτος.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι καμπύλες διάρκειας παραγωγής και διείσδυσης στα γραφήματα πιο κάτω.



Γράφημα 6.2-4: Καμπύλες διάρκειας ισχύος ζήτησης και αιολικής παράγωγης



Γράφημα 6.2-5: Καμπύλη διάρκειας διείσδυσης αιολικών Κρήτης στο ΣΗΕ Κρήτης για το 2010

Στο σημείο αυτό αξίζει να επισημάνουμε ότι οι τιμές της αιολικής παραγωγής στην Κρήτη, δεν έχουν μεγάλες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της μέρας κάτι που είναι θετικό γιατί διευκολύνει το πρόβλημα ένταξης μονάδων παραγωγής. [16]

6.2.5.4 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Όπως είναι γνωστό, η Κρήτη όπως και η Κύπρος είναι ένα νησί με πλούσιο ηλιακό δυναμικό. Έτσι ο μεγάλος αριθμός Φ/Β εγκαταστάσεων που έχει αδειοδοτηθεί με το παρόν θεσμικό πλαίσιο (κυρίως του Ν.3468/2006) από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.) πρόκειται να αλλάξει σημαντικά το ενεργειακό κατεστημένο του νησιού, με την διείσδυση των φωτοβολταϊκών στο ΣΗΕ της Κρήτης να αυξάνεται συνεχώς. Το ενδιαφέρον των επενδυτών για είναι μεγάλο με αποτέλεσμα η εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στο νησί, να έχει αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια.
Στον Πιν. 6.2-7 παρουσιάζεται η αδειοδοτημένη ισχύς για Φωτοβολταϊκά Συστήματα ανά νομό.

Πιν. 6.2-7: Αδειοδοτημένη ισχύς για Φωτοβολταϊκά Συστήματα ανά νομό το έτος 2010

Νομός	Αριθμός Αδειοδοτημένων Φ/Β	Ισχύς Αδειοδοτημένων Φ/Β
Ηράκλειο	501	35,91
Χανιά	200	14,75
Λασίθι	262	19,9
Ρέθυμνο	241	18,26
Σύνολο	**1.204**	**88,82**

Μέχρι το τέλος του 2010 από τα 88,82 MW της συνολικής αδειοδοτημένης ισχύος Φωτοβολταϊκών Συστημάτων, είχαν εγκατασταθεί τα 38,17 MW. Η Συνολική παραγόμενη ενέργεια από τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα για το έτος 2010 έφτασε τις 25,7 GWh.
Το 2012 η εγκατεστημένη ισχύς των Φ/Β συστημάτων έφτασε τα 74,08 MW και η συνολική παραγόμενη ενέργεια από αυτά, τις 183,6 GWh. Κατά το ίδιο έτος με βάση του ειδικού προγράμματος είχαν εγκατασταθεί στο νησί 14,28 MW Φ/Β σε στέγες ενώ η αιτούμενη νέα ισχύς ανέρχεται στα 18,6 MW.17

6.3 Στοιχεία Παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε

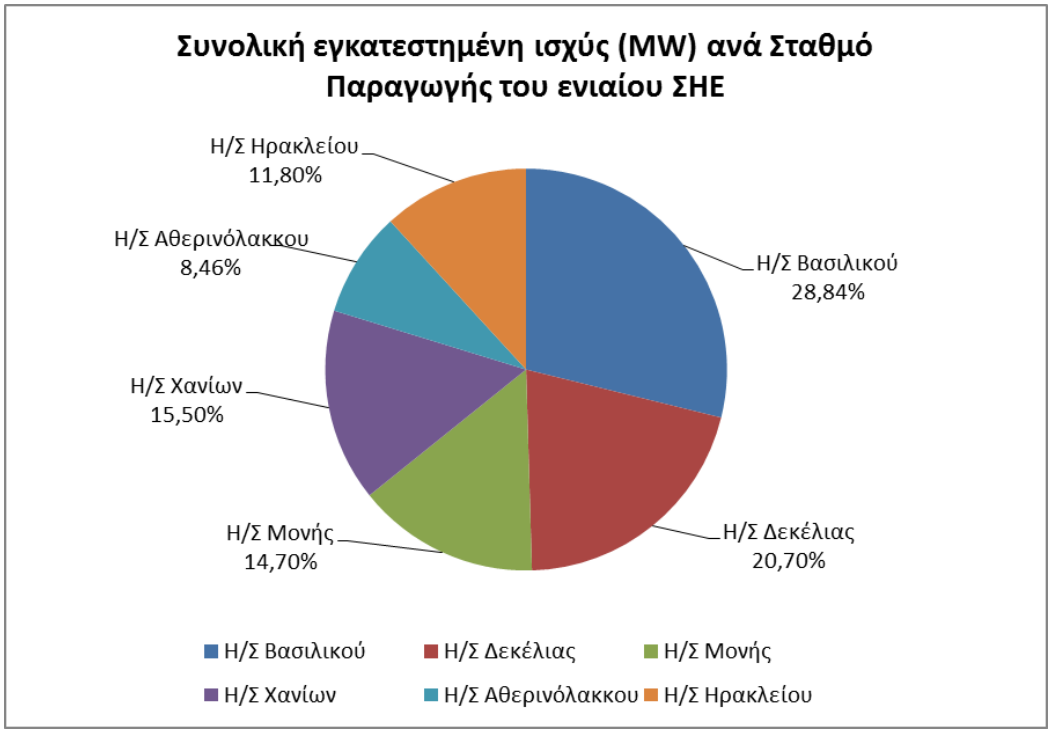
6.3.1 Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας του Ενιαίου ΣΗΕ Κύπρου-Κρήτης

Όπως έχουμε αναφέρει πιο πάνω με τη διασύνδεση των δύο νησιών θα έχουμε στην διάθεσή μας συνολικά 49 συμβατικές μονάδες και 6 σταθμούς Παραγωγής οι οποίοι φαίνονται στον πιο κάτω Πίνακα:

Πιν. 6.3-1: Σταθμοί Παραγωγής και οι μονάδες του Ενιαίου Σ.Η.Ε

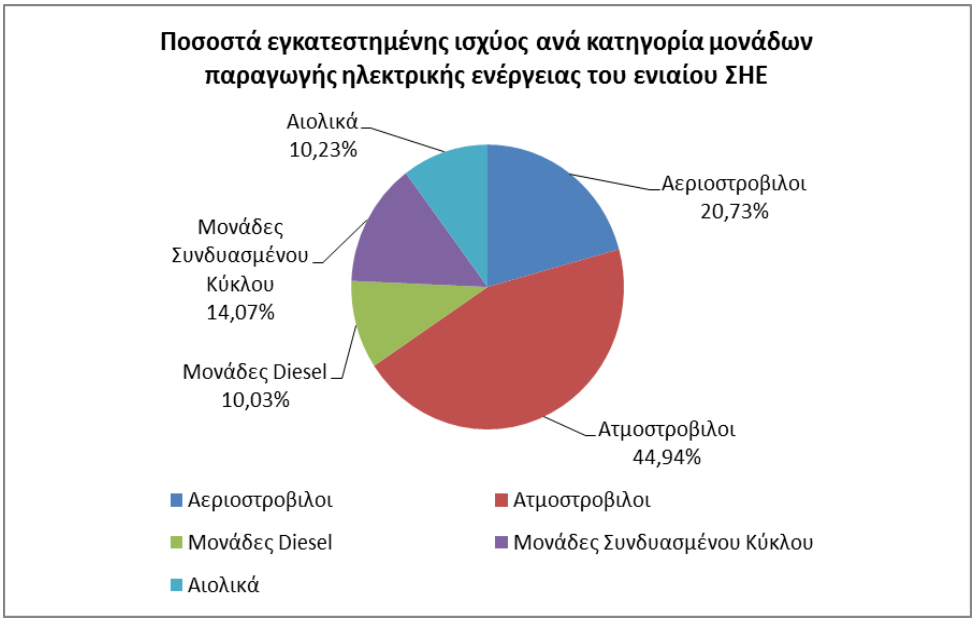
Σταθμός Παραγωγής	Αεριοστρόβιλος	Ατμοστρόβιλος	Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου	ΜΕΚ	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς(MW)
Ηρακλείου	5	6	-	4	265
Χανίων	6	-	1	-	348
Λασιθίου	-	2	-	2	190
Δεκέλειας	-	6	-	2	464,8
Μονής	4	6	-	-	330
Βασιλικός	1	3	1	-	647,5
Σύνολο	**16**	**23**	**2**	**8**	**2245,3**

Το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος του συστήματος, με ποσοστό 28,83%, βρίσκεται στο σταθμό παραγωγής του Βασιλικού, και προέρχεται κυρίως από τη μονάδα συνδυασμένου κύκλου αλλά και από τους 3 ατμοστρόβιλους. Η συνολική τους ισχύς είναι 647,5 MW. Στο Γράφημα 6.3-1, παρουσιάζεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς (σε MW) και το ποσοστό ανά Σταθμό Παραγωγής του ενιαίου ΣΗΕ.



Γράφημα 6.3-1: Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (MW) ανά Σταθμό Παραγωγής του ενιαίου ΣΗΕ.

Στο Γράφημα 6.3-2 απεικονίζονται συγκεντρωτικά, τα ποσοστά εγκατεστημένης ισχύος ανά κατηγορία μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του ενιαίου ΣΗΕ, συμπεριλαμβανομένης και της αιολικής παραγωγής. Το μεγαλύτερο ποσοστό, το οποίο ανέρχεται στο 45%, εγκατεστημένης ισχύος παρατηρείται από τις ατμοστροβιλικές μονάδες.



Γράφημα 6.3-2: Ποσοστό Εγκατεστημένης Ισχύος των Μονάδων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας του Ενιαίου ΣΗΕ

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται αναλυτικά οι μονάδες παραγωγής του ενιαίου Σ.Η.Ε με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, ανά τύπο μονάδας.

Πίνακας 6.3-1: Τεχνικά χαρακτηριστικά Αεριοστροβιλικών μονάδων του Ενιαίου Σ.Η.Ε

ΜΟΝΑΔΑ	ΟΝ.ΙΣΧΥΣ (MW)	ΚΑΘΑΡΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΟΥΣ(MW)	ΤΕΧΝ.ΕΛΑΧ (MW)
ΑΕΡ 1 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	15	15	13	3
ΑΕΡ 2 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	15	15	13	3
ΑΕΡ 3 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	43	41	41	7
ΑΕΡ 4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	14	13	13	3
ΑΕΡ 5 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	28	28	25	5
ΑΕΡ 1 ΧΑΝΙΩΝ	16	18.8	11	3
ΑΕΡ 4 ΧΑΝΙΩΝ	24	20	19	3
ΑΕΡ 5 ΧΑΝΙΩΝ	30	28	27	5
ΑΕΡ 11 ΧΑΝΙΩΝ	59	58	54	10
ΑΕΡ 12 ΧΑΝΙΩΝ	59	58	54	10
ΑΕΡ 13 ΧΑΝΙΩΝ	28	28	25	5
ΑΕΡ 1 ΜΟΝΗΣ	37.5	36	32	4
ΑΕΡ 2 ΜΟΝΗΣ	37.5	36	32	4
ΑΕΡ 3 ΜΟΝΗΣ	37.5	36	32	4
ΑΕΡ 4 ΜΟΝΗΣ	37.5	36	32	4
ΑΕΡ 1 ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ	37.5	36	32	4
Σύνολο	**518,5**	**501**	**455**	

Πίνακας 6.3-2: Τεχνικά χαρακτηριστικά Ατμοστροβιλικών μονάδων του Ενιαίου Σ.Η.Ε

ΜΟΝΑΔΑ	ΟΝ.ΙΣΧΥΣ (MW)	ΚΑΘΑΡΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΟΥΣ(MW)	ΤΕΧΝ.ΕΛΑΧ (MW)
ΑΤΜ 1 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	6	6	6	4
ΑΤΜ 2 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	14	14	13	8
ΑΤΜ 3 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	14	14	13	8
ΑΤΜ 4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	24	24	23	18
ΑΤΜ 5 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	24	24	23	18
ΑΤΜ 6 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	24	24	23	18
ΑΤΜ 1 ΑΘΕΡ/ΚΟΥ	44	43	44	22
ΑΤΜ 2 ΑΘΕΡ/ΚΟΥ	44	43	44	22
ΑΤΜ 1 ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ	130	130	127	60
ΑΤΜ 2 ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ	130	130	127	60
ΑΤΜ 3 ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ	130	130	127	60
ΑΤΜ 1 ΜΟΝΗΣ	30	30	28	18
ΑΤΜ 2 ΜΟΝΗΣ	30	30	28	18
ΑΤΜ 3 ΜΟΝΗΣ	30	30	28	18
ΑΤΜ 4 ΜΟΝΗΣ	30	30	28	18
ΑΤΜ 5 ΜΟΝΗΣ	30	30	28	18
ΑΤΜ 6 ΜΟΝΗΣ	30	30	28	18
ΑΤΜ 1ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	60	60	60	30
ΑΤΜ 2 ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	60	60	60	30
ΑΤΜ 3 ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	60	60	60	30
ΑΤΜ 4 ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	60	60	60	30
ΑΤΜ 5 ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	60	60	60	30
ΑΤΜ 6 ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	60	60	60	30
Σύνολο	**1124**	**1122**	**1098**	

Πίνακας 6.3-3: Τεχνικά χαρακτηριστικά Μονάδων Diesel του Ενιαίου Σ.Η.Ε

ΜΟΝΑΔΑ	ΟΝ.ΙΣΧΥΣ (MW)	ΚΑΘΑΡΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΟΥΣ(MW)	ΤΕΧΝ.ΕΛΑΧ (MW)
DIESEL 1 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	3
DIESEL 2 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	3
DIESEL 3 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	4.5
DIESEL 4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ	11	11	11	3
DIESEL 1 ΑΘΕΡ/ΚΟΥ	51	50	50	25
DIESEL 1 ΑΘΕΡ/ΚΟΥ	51	50	50	25
ΜΕΚ 1 ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	52,4	-	50	-
ΜΕΚ 2 ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	52,4	-	50	-
Σύνολο	**250,8**	**144**	**244**	

Πίνακας 6.3-4: Τεχνικά χαρακτηριστικά Μονάδων Συνδυασμένου Κύκλου του Ενιαίου Σ.Η.Ε

ΜΟΝΑΔΑ	ΟΝ.ΙΣΧΥΣ (MW)	ΚΑΘΑΡΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΙΣΧΥΣ ΘΕΡΟΥΣ(MW)	ΤΕΧΝ.ΕΛΑΧ (MW)
ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΕΣΚ4 ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	220	210	210	60
ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΧΑΝΙΩΝ	132	123	112	50
Σύνολο	**352**	**333**	**322**	

Όπως έχει προαναφερθεί οι αεριοστροβιλικές μονάδες και οι μονάδες συνδυασμένου κύκλου καταναλώνουν καύσιμο Diesel, ενώ οι ατμομονάδες και οι μηχανές εσωτερικής καύσης καταναλώνουν μαζούτ.

6.3.2 Συγκεντρωτικά χαρακτηριστικά παραμέτρων κόστους του Ενιαίου Σ.Η.Ε

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά παραμέτρων κόστους ανά τύπο μονάδας παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε.

Αεριοστροβιλικές μονάδες:

Πίνακας 6.3-5: Παράμετροι κόστους των Αεριοστροβιλικών μονάδων του ενιαίου Σ.Η.Ε

Συμβολισμός μονάδων	$cubcoeff_i$ (Kg/MWh³)	$sqcoeff_i$ (Kg/MWh²)	$lincoeff_i$ (Kg/MWh)	$constcoeff_i$ (Kg-lt)	Τιμή καυσίμου $fuel_cost_i$ (€/Kg-lt)	Κόστος εκκίνησης $startup_cost_i$ (€)
ΑΕΡ 1 Λιν	2,48	-5,87	881,5	1,2	0,6982	179,1
ΑΕΡ 2 Λιν	0,3195	-6,777	280,49	1622,8	0,6982	500
ΑΕΡ 3 Λιν	0,0001	0,2533	197,65	2418	0,6982	1413
ΑΕΡ 4 Λιν	0,0001	0,7913	234,95	1093,8	0,6982	858
ΑΕΡ 5 Λιν	0,001	0,3605	196,29	1675,8	0,6982	350
ΑΕΡ 6 Σ.Κ Χανίων	0,001	0,01	145,54	5120	0,6962	440.01
ΑΕΡ 7 Σ.Κ Χανίων	0,001	0,01	145,64	5120	0,6962	440.41
ΑΕΡ 1 Χανίων	0	0,01	267	2170	0,6962	99
ΑΕΡ 4 Χανίων	0	0,01	219	2865	0,6962	1300
ΑΕΡ 5 Χανίων	0	0,01	275	3757	0,6962	400
ΑΕΡ 11 Χανίων	0,001	0,01	227	5000	0,6962	0,1
ΑΕΡ 12 Χανίων	0,001	0,01	227	5000	0,6962	0,1
ΑΕΡ 13 Χανίων	0,001	0,3605	196,29	1675,8	0,6962	858
ΑΕΡ 1 Μονή	0,0001	0,7508	174,73	2563,3	0,539	8
ΑΕΡ 2 Μονή	0,0001	0,7508	174,73	2563,3	0,539	8
ΑΕΡ 3 Μονή	0,0001	0,7508	174,73	2563,3	0,539	8
ΑΕΡ 4 Μονή	0,0001	0,7508	174,73	2563,3	0,539	8
ΑΕΡ 1 Βασιλικός	0,0001	0,7508	174,73	2563,3	0,539	8
ΑΕΡ 1 Σ.Κ Βασιλικός	0,0001	0,054	115,15	3833,7	0,539	440.01
ΑΕΡ 2 Σ.Κ Βασιλικός	0,0001	0,054	115,15	3833,7	0,539	440.41

Μονάδες Diesel:

Πίνακας 6.3-6: Παράμετροι κόστους των μονάδων Diesel του ενιαίου Σ.Η.Ε

Συμβολισμός μονάδων	$cubcoeff_i$ (Kg/MWh³)	$sqcoeff_i$ (Kg/MWh²)	$lincoeff_i$ (Kg/MWh)	$constcoeff_i$ (Kg-lt)	Τιμή καυσίμου $fuel_cost_i$ (€/Kg-lt)	Κόστος εκκίνησης $startup_cost_i$ (€)
DIESEL 1 ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,368	0	0,4149	220
DIESEL 2 ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,369	0	0,4148	220
DIESEL 3 ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,368	0	0,4149	219
DIESEL 4 ΛΙΝ	0,421	-8,378	230,369	0,01	0,4148	220
DIESEL1ΑΘ	0,017	-1,3	222,6	0,27	0,3919	270
DIESEL2ΑΘ	0,017	-1,3	222,6	0,27	0,3919	270
ΜΕΚ 1 Δεκέλεια	0,0001	0.5319	158.57	721,5	0,359	270
ΜΕΚ 2 Δεκέλεια	0,0001	0.5319	153.57	721,5	0,359	270

Ατμοστροβιλικές Μονάδες:

Πίνακας 6.3-7: Παράμετροι κόστους των Ατμοστροβιλικών μονάδων του ενιαίου Σ.Η.Ε

Συμβολισμός μονάδων	$cubcoeff_i$ (Kg/MWh³)	$sqcoeff_i$ (Kg/MWh²)	$lincoeff_i$ (Kg/MWh)	$constcoeff_i$ (Kg-lt)	Τιμή καυσίμου $fuel_cost_i$ (€/Kg-lt)	Κόστος εκκίνησης $startup_cost_i$ (€)
ΑΤΜ 1Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΤΜ 2 Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΤΜ 3 Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΤΜ 4 Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΤΜ 5 Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΤΜ 6 Μονή	0,0001	6,148	-2,644	4516	0,359	10
ΑΤΜ 1 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΑΤΜ 2 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΑΤΜ 3 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΑΤΜ 4 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΑΤΜ 5 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΑΤΜ 6 Δεκέλεια	0,0001	0,8282	185,73	2932,9	0,359	10
ΑΤΜ 1 Βασιλικός	0,0001	0,1952	167,45	3627,8	0,359	10
ΑΤΜ 2 Βασιλικός	0,0001	0,1952	167,45	3627,8	0,359	10
ΑΤΜ 3 Βασιλικός	0,0001	0,1952	167,45	3627,8	0,359	10
ΑΤΜ 1 ΛΙΝ	17,377	-167,2	727,6	0,001	0,4149	2,500
ΑΤΜ 2 ΛΙΝ	0,476	-11,824	378,937	0,001	0,4149	2,500
ΑΤΜ 3 ΛΙΝ	0,476	-11,824	378,937	0,001	0,4149	2,500
ΑΤΜ 4 ΛΙΝ	0,18	-8,053	355,088	0	0,4149	4,000
ΑΤΜ 5 ΛΙΝ	0,092	-4,166	300,58	0	0,4149	4,000
ΑΤΜ 6 ΛΙΝ	0,092	-4,166	300,58	0	0,4149	4,000
ΑΤΜ 1ΑΘΕΡ	-0,003	-0,958	282,91	0,8	0,3919	350
ΑΤΜ 2ΑΘΕΡ	-0,003	-0,958	282,91	0,8	0,3919	350

6.3.3 Μονάδες ΑΠΕ στο Ενιαίο Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας

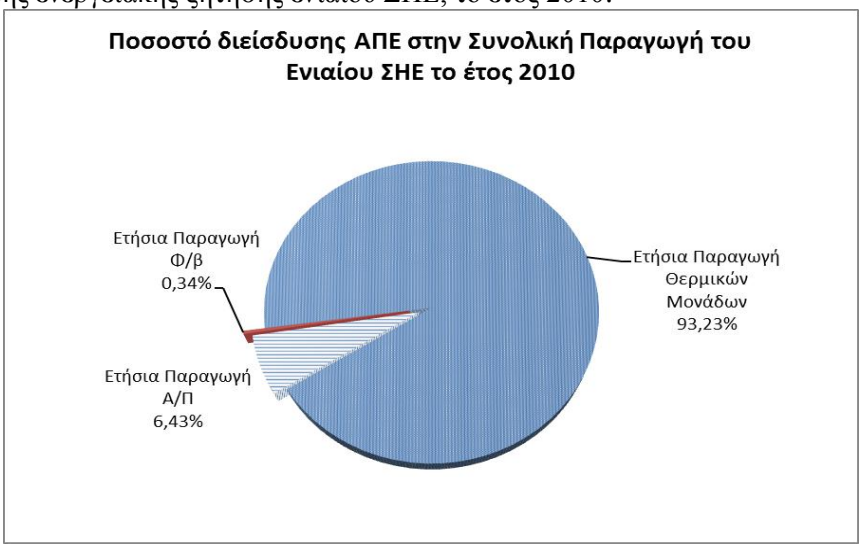
Οι μονάδες ΑΠΕ συνεισφέρουν σε μεγάλο βαθμό στην κάλυψη της ενεργειακής ζήτησης στο Σ.Η.Ε της Κρήτης. Ωστόσο στο νησί της Κύπρου οι ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να έχουν ραγδαία ανάπτυξη.

Πιο κάτω παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονάδων ΑΠΕ του ενιαίου Σ.Η.Ε κατά το έτος 2010.

Πίνακας 6.3-8: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων ΑΠΕ στο ενιαίο Σ.Η.Ε

ΜΟΝΑΔΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ(MW)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (MWh)
ΒΙΟΜΑΖΑΣ/ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ	2	0.4	-
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΡΗΤΗΣ	-	30.75	22,314.93
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΡΗΤΗΣ	24	174	477,938.8
ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ	1	0.3	1,250
ΒΙΟΜΑΖΑΣ/ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΚΥΠΡΟΥ	10	7.2	24,802
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΥΠΡΟΥ	647	5,5	4,839.445
ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΥΠΡΟΥ	1	82	31,370.2
ΣΥΝΟΛΙΚΑ		**300.15**	**562,515.4**

Παρατηρούμε ότι στη Κύπρο το έτος 2010 βρισκόταν σε λειτουργία μόνο ένα αιολικό πάρκο σε αντίθεση με την Κρήτη η οποία είχε 24 αιολικά πάρκα συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 174 MW. Από αυτό μπορούμε να καταλάβουμε ότι τα αιολικά πάρκα στην Κρήτη συνεισφέρουν σε μεγάλο βαθμό στην κάλυψη της ενεργειακής της ζήτησης.
Στο Γράφημα 6.3-3 που ακολουθεί παρουσιάζεται το ποσοστό της συνολικής συνεισφοράς των ΑΠΕ στην κάλυψη της ενεργειακής ζήτησης ενιαίου ΣΗΕ, το έτος 2010.



Γράφημα 6.3-3: Ποσοστό διείσδυσης ΑΠΕ στην Συνολική Παραγωγή του Ενιαίου ΣΗΕ το έτος 2010

Λόγω μη εύρεσης των δεδομένων που αφορούν την ωριαία παραγωγή των Φωτοβολταϊκών της Κύπρου για το έτος 2010 στις προσομοιώσεις χρησιμοποιήθηκε η ωριαία παραγωγή των Φωτοβολταϊκών της Κρήτης. Στο υποκεφάλαιο 9.1.1 παρουσιάζεται πιο αναλυτικά ο τρόπος χρήσης των δεδομένων.

7. Στοιχεία διανομής και μεταφοράς Ηλεκτρικής ενέργειας

Το δίκτυο μεταφοράς είναι η «ραχοκοκαλιά» ενός Σ.Η.Ε. Είναι υπεύθυνο για τη διασύνδεση των υφισταμένων σταθμών παραγωγής (συμβατικών και μη) με τα αστικά κέντρα, τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις και τις λοιπές καταναλώσεις.
Το σύστημα μεταφοράς περιλαμβάνει τα δίκτυα των γραμμών μεταφοράς υψηλής (150kV) ή υπερύψηλης (400kV) τάσης, τους υποσταθμούς ζεύξης και τους υποσταθμούς υποβιβασμού σε μέση τάση (15/20kV). Συνεπώς, μέσω του συστήματος μεταφοράς πραγματοποιείται η διάχυση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τους σταθμούς παραγωγής στο φορτίο, ενώ το σύστημα διανομής περιλαμβάνει το λοιπό δίκτυο τροφοδοσίας της μέσης (15/20kV) και χαμηλής τάσης (380V) προς του τελικούς καταναλωτές.
Υποσταθμός γενικά ονομάζεται η ηλεκτρική εγκατάσταση στην οποία γίνεται μετασχηματισμός τάσης ή κατανομή ή η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως με τη χρήση κατάλληλων μετασχηματιστών. Έτσι η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από σύγχρονες γεννήτριες μέσω των μετασχηματιστών, ανυψώνεται σε επίπεδο Υ.Τ. ώστε να μπορέσει να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις με τις δυνατόν λιγότερες απώλειες στη συνέχεια υποβιβάζεται στο επίπεδο Μ.Τ. για να γίνει τελικά η διανομή μέσω της Χ.Τ όπου είναι και το επιθυμητό επίπεδο της τάσης για τα φορτία κατανάλωσης.
Οι υποσταθμοί ανάλογα με τη τάση τροφοδοσίας τους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Σε υποσταθμούς διανομής και σε υποσταθμούς μεταφοράς. Οι υποσταθμοί διανομής βρίσκονται στο επίπεδο της Μ.Τ. του δικτύου με σκοπό τον υποβιβασμό της τάσης στο σημείο κατανάλωσης. Πιο συγκεκριμένα υποβιβάζουν τη Μ.Τ. των 15 ή 20 kV στη Χ.Τ. κατανάλωσης των 230/380 V. Οι υποσταθμοί μεταφοράς βρίσκονται στο επίπεδο Υ.Τ. και ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν διακρίνονται σε:

- Υποσταθμούς ανυψώσεως: Βρίσκονται κοντά στο σταθμό παραγωγής. Προορισμός τους είναι η ανύψωση της τάσεως παραγωγής στην Υ.Τ. μεταφοράς του δικτύου.
- Υποσταθμούς υποβιβασμού: Σκοπός τους είναι ο υποβιβασμός της Υ.Τ. μεταφοράς των 150 ή 400 kV στη Μ.Τ. διανομής των 15 ή 20 kV.
- Υποσταθμούς ζεύξεως: Στους συγκεκριμένους υποσταθμούς γίνεται μόνο η ζεύξη ηλεκτρικών κυκλωμάτων (στο επίπεδο Υ.Τ.) χωρίς απαραίτητα να γίνεται μετασχηματισμός τάσεως. Ο κύριος εξοπλισμός τους είναι οι αποζεύκτες και οι ζυγοί μεταφοράς. Συνήθως όμως οι υποσταθμοί είναι μικτοί, δηλαδή ανυψώσεως και ζεύξεως συγχρόνως ή υποβιβασμού και ζεύξεως κ.λπ.[19]

7.1 Στοιχεία διανομής και μεταφοράς Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο

Η Ηλεκτρική Ενέργεια που παράγεται από τους τρεις Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου μεταφέρεται μέσω του δικτύου Μεταφοράς υψηλής τάσης (132kV και 66kV) σε Υποσταθμούς Μεταφοράς κοντά στα αστικά και βιομηχανικά ή άλλα κέντρα ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Στους υποσταθμούς Μεταφοράς η υψηλή τάση μετατρέπεται σε μέση τάση 11kV η οποία με εναέρια και υπόγεια όδευση καταλήγει σε Υποσταθμούς Διανομής για την τροφοδοσία των πλείστων καταναλωτών σε τάση 230V, και συχνότητα 50Hz.[20]

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Πίνακας 7.1-1: Εναέριες Γραμμές και καλώδια

Περιγραφή	Τέθηκαν σε λειτουργία το 2010	Τέθηκαν εκτός λειτουργίας το 2010	Σε λειτουργία 31.12.2012
Εναέριες Γραμμές Μέσης Τάσης (11 KV)	164,37 km	37,22 km	5482,38 km
Υπόγεια Καλώδια Μέσης Τάσης (11 KV)	243,11 km	25,87 km	3305,38 km
Εναέριες Γραμμές Χαμηλής Τάσης (415/240V)	266,96 km	39,38 km	9205,98 km
Υπόγεια Καλώδια Χαμηλής Τάσης (415/240V)	481,79 km	0,52 km	4433,90 km

Πίνακας 7.1-2: Εναέριοι και Επίγειοι Μετασχηματιστές

Περιγραφή	Τέθηκαν σε λειτουργία το 2010	Τέθηκαν εκτός λειτουργίας το 2010	Σε λειτουργία 31.12.2012
Εναέριοι Μετασχηματιστές			
22 000-11 000/433/250V (Αρ.)	408	113	9267
kVA	61 819	31 670	862 234
Επίγειοι Μετασχηματιστές			
22 000-11 000/433V (Αρ.)	321	6	5 507
kVA	228 845	42 480	3 083 700

Ο παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν αναλυτικότερα στοιχεία για τις γραμμές μεταφοράς ως προς τους ζυγούς σύνδεσης και την ονομαστική τους τάση.

Πίνακας 7.1-3: Στοιχεία γραμμών μεταφοράς δικτύου Κύπρου (132kV)

Ζυγός Αναχώρησης	Ζυγός Άφιξης	Ονομαστική Τάση (kV)	Αριθμός Γραμμών
ΔΕΚΕΛΕΙΑ	ΑΛΑΜΠΡΑ	132	2
ΔΕΚΕΛΕΙΑ	Ε.Β.ΖΩΝΗ	132	1
ΔΕΚΕΛΕΙΑ	ΛΑΡΝΑΚΑ	132	1
ΔΕΚΕΛΕΙΑ	ΑΓΙΑ ΝΑΠΑ	132	1
ΔΕΚΕΛΕΙΑ	ΣΩΤΗΡΑ	132	1
ΣΩΤΗΡΑ	ΠΡΩΤΑΡΑΣ	132	1
ΑΓΙΑ ΝΑΠΑ	ΜΕΛΙΖΟΝΑ	132	1
ΜΕΛΙΖΟΝΑ	ΠΡΩΤΑΡΑΣ	132	1
ΛΑΡΝΑΚΑ	ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ	132	2
Ε.Β.ΖΩΝΗ	ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ	132	2
ΛΑΡΝΑΚΑ	Ε.Β.ΖΩΝΗ	132	1
Ε.Β.ΖΩΝΗ	ALEXIGROS	132	1
Ε.Β.ΖΩΝΗ	ΨΕΥΔΑΣ	132	1
Ε.Β.ΖΩΝΗ	ΑΛΑΜΠΡΑ	132	1
ΑΛΑΜΠΡΑ	ΑΘΑΛΑΣΣΑ	132	2
ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	ΑΛΑΜΠΡΑ	132	2
ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	ΤΣΕΡΙ	132	2
ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ	132	2
ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	ΜΟΝΗ	132	2

ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	ΤΣΙΜΕΝΤΟΠΟΙΙΑ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ	132	2
ΑΘΑΛΑΣΣΑ	TSERI	132	1
ΑΘΑΛΑΣΣΑ	ΣΤΡΟΒΟΛΟΣ	132	1
ΑΘΑΛΑΣΣΑ	ΠΑΠΑΚΩΣΤΑΣ	132	2
ΑΘΑΛΑΣΣΑ	ΔΑΣΟΥΠΟΛΙΣ	132	2
ΣΤΡΟΒΟΛΟΣ	ΔΑΣΟΥΠΟΛΙΣ	132	1
ΣΤΡΟΒΟΛΟΣ	ΙΕΡΑΤΙΚΗ ΣΧΟΛΗ	132	2
ΙΕΡΑΤΙΚΗ ΣΧΟΛΗ	ΠΡΕΝΤΖΑΣ	132	1
ΠΡΕΝΤΖΑΣ	ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ	132	1
ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ	ΠΑΠΑΚΩΣΤΑΣ	132	1
ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ	ΔΑΣΟΥΠΟΛΙΣ	132	1
ΑΘΑΛΑΣΣΑ	ΛΑΤΣΙΑ	132	1
ΤΣΕΡΙ	ΛΑΤΣΙΑ	132	1
ΤΣΕΡΙ	ΛΑΚΑΤΑΜΙΑ	132	2
ΛΑΚΑΤΑΜΙΑ	ΚΟΚΚΙΝΟΤΡΙΜΙΘΙΑ	132	1
ΛΑΚΑΤΑΜΙΑ	ΕΡΓΑΤΕΣ	132	1
ΚΟΚΚΙΝΟΤΡΙΜΙΘΙΑ	ΟΡΟΥΝΤΑ	132	1
ERGATES	ΟΡΟΥΝΤΑ	132	1
ΜΟΝΗ	ΑΜΑΘΟΥΣ	132	1
ΜΟΝΗ	ΓΕΡΜΑΣΟΓΙΑ	132	1
ΜΟΝΗ	ΑΓΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	132	1
ΑΜΑΘΟΥΣ	ΓΕΡΜΑΣΟΓΙΑ	132	1
ΓΕΡΜΑΣΟΓΙΑ	ΑΓΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	132	1
ΓΕΡΜΑΣΟΓΙΑ	ΑΓΙΑ ΦΥΛΑ	132	1
ΑΓΙΑ ΦΥΛΑ	ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ	132	1
ΑΓΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ	132	1
ΑΓΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	ΠΑΛΙΟ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ	132	1
ΠΑΛΙΟ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ	ΟΜΟΝΟΙΑ	132	1
ΟΜΟΝΟΙΑ	ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ	132	1
ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	132	1
ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ	ΟΡΕΙΤΕΣ	132	1
ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ	ΚΟΛΟΣΣΙ	132	1
ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ	ΕΠΙΣΚΟΠΗ	132	1
ΟΡΕΙΤΕΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	132	1
ΚΟΛΟΣΣΙ	ΑΦΡΟΔΙΤΗ	132	1
ΑΦΡΟΔΙΤΗ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	132	1
ΕΠΙΣΚΟΠΗ	ΠΙΣΣΟΥΡΙ	132	1
ΠΙΣΣΟΥΡΙ	ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ	132	1
ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	132	1
ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	ΧΑΤΖΗΠΑΣΧΑΛΗΣ	132	2
ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	ΝΕΑ ΠΑΦΟΣ	132	2
ΠΟΛΙΣ	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	132	1

Πίνακας 7.1-4: : Στοιχεία γραμμών μεταφοράς δικτύου Κύπρου (66kV)

Ζυγός Αναχώρησης	Ζυγός Άφιξης	Ονομαστική Τάση (kV)	Αριθμός Γραμμών
ΔΕΚΕΛΕΙΑ	ΤΡΟΥΛΛΟΙ	66	1
ΔΕΚΕΛΕΙΑ	ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	66	2
ΔΕΚΕΛΕΙΑ	ΠΥΛΑ	66	2
ΤΡΟΥΛΛΟΙ	ΑΘΑΛΑΣΣΑ	66	1
ΟΡΟΥΝΤΑ	ΤΕΜΒΡΙΑ	66	1
ΤΕΜΒΡΙΑ	ΚΑΡΒΟΥΝΑΣ	66	1
ΚΑΡΒΟΥΝΑΣ	ΤΡΙΜΙΚΛΙΝΗ	66	1
ΤΡΙΜΙΚΛΙΝΗ	ΥΨΩΝΑΣ	66	1
ΥΨΩΝΑΣ	ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ	66	2
ΜΟΝΗ	ΠΥΡΓΟΣ	66	1
ΠΥΡΓΟΣ	ΚΟΦΙΝΟΥ	66	1
ΚΟΦΙΝΟΥ	ΜΑΡΙ	66	1
ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	ΔΡΟΜΟΣ ΑΚΟΥΡΣΟΥ	66	1
ΔΡΟΜΟΣ ΑΚΟΥΡΣΟΥ	ΠΟΛΙΣ	66	1

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ:

Πίνακας 7.1-5: Εναέριες Γραμμές

Περιγραφή	Τέθηκαν σε λειτουργία το 2010	Τέθηκαν εκτός λειτουργίας το 2010	Σε λειτουργία 31.12.2012
Γραμμές Μεταφοράς 220kV που λειτουργούν σε 132kV			
Μήκος Διαδρομής km	-	-	45,40
Μήκος Κυκλώματος km	-	-	90,80
Γραμμές Μεταφοράς 132kV που λειτουργούν σε 66kV			
Μήκος Διαδρομής km	5,77	34,78	140,95
Μήκος Κυκλώματος km	9,88	43,48	235,83
Γραμμές Μεταφοράς 132kV			
Μήκος Διαδρομής km	66,47	41,38	426,17
Μήκος Κυκλώματος km	68,14	41,37	773,88
Γραμμές Μεταφοράς 66kV			
Μήκος Διαδρομής km	-	1,68	288,20
Μήκος Κυκλώματος km	-	1,68	288,20

Πίνακας 7.1-6: Υπόγεια Καλώδια

Περιγραφή	Τέθηκαν σε λειτουργία το 2010	Τέθηκαν εκτός λειτουργίας το 2010	Σε λειτουργία 31.12.2012
Υπόγεια Καλώδια 132kV			
Μήκος Διαδρομής km	0,24	-	81,67
Μήκος Κυκλώματος km	0,24	-	105,95
Υπόγεια Καλώδια 132kV που λειτουργούν σε 66kV			
Μήκος Διαδρομής km	7,89	-	16,22
Μήκος Κυκλώματος km	7,89	-	19,93
Υπόγεια Καλώδια 66kV			
Μήκος Διαδρομής km	-	-	1,68
Μήκος Κυκλώματος km	-	-	1,68

Πίνακας 7.1-7: Υποσταθμοί Μεταφοράς

Περιγραφή	Τέθηκαν σε λειτουργία το 2010	Τέθηκαν εκτός λειτουργίας το 2010	Σε λειτουργία 31.12.2012
Ολικός Αριθμός Υποσταθμών Μεταφοράς(Αρ.)	1	-	58
Μετασχηματιστές 132/11 kV (Αρ.)	1	1	78
MVA	40	16	2463
Μετασχηματιστές 66/11 kV (Αρ.)	1	1	67
MVA	10	5	695,5
Μετασχηματιστές 132/66 kV (Αρ.)	-	-	13
MVA	-	-	648
Μετασχηματιστές 11/132 kV (Αρ.)	1	-	18
MVA	65	-	1191
Μετασχηματιστές 11/66 kV (Αρ.)	-	-	4
MVA	-	-	150

Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν αναλυτικότερα στοιχεία για τους υποσταθμούς.

Πίνακας 7.1-8: Χαρακτηριστικά στοιχεία υποσταθμών 132/11 kV

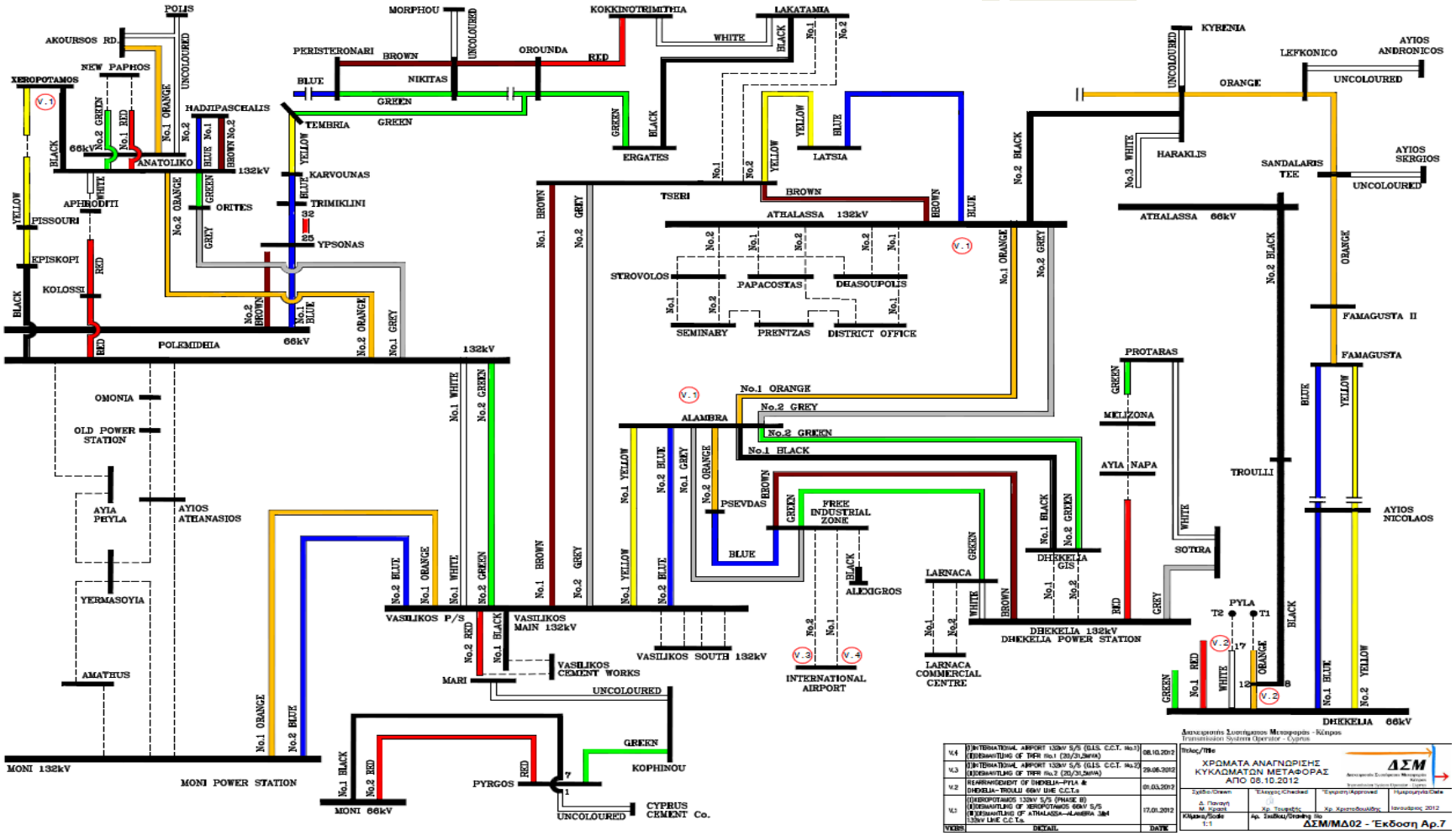
ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ(MVA)	ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ(kV/kV)
ΑΓΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	80	132/11
ΑΓΙΑ ΝΑΠΑ	80	132/11
ΑΓΙΑ ΦΥΛΑ	90	132/11
ΑΘΑΛΑΣΣΑ	63	132/11
ΑΛΑΜΠΡΑ	46	132/11
ΑΜΑΘΟΥΣ	80	132/11
ΑΦΡΟΔΙΤΗ	32	132/11
ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ	32	132/11
ΓΕΡΜΑΣΟΓΙΑ	63	132/11
ΔΑΣΟΥΠΟΛΙΣ	120	132/11
ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ	80	132/11
Ε.Β.ΖΩΝΗ	80	132/11
ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ	120	132/11
ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ	63	132/11
ΕΡΓΑΤΕΣ	63	132/11
ΕΠΙΣΚΟΠΗ	32	132/11
ΙΕΡΑΤΙΚΗ ΣΧΟΛΗ	94,5	132/11
ΚΟΚΚΙΝΟΤΡΙΜΙΘΙΑ	63	132/11
ΚΟΛΟΣΣΙ	80	132/11
ΛΑΡΝΑΚΑ	94,5	132/11
ΛΑΚΑΤΑΜΙΑ	80	132/11
ΛΑΤΣΙΑ	63	132/11
ΜΕΛΙΖΟΝΑ	80	132/11
ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ	32	132/11
ΟΜΟΝΟΙΑ	80	132/11
ΟΡΟΥΝΤΑ	32	132/11
ΠΡΩΤΑΡΑΣ	94,5	132/11
ΠΑΠΑΚΩΣΤΑΣ	94,5	132/11
ΠΡΕΝΤΖΑΣ	120	132/11
ΠΑΛΙΟ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ	63	132/11
ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ	80	132/11

ΠΙΣΣΟΥΡΙ	32	132/11
ΣΩΤΗΡΑ	63	132/11
ΣΤΡΟΒΟΛΟΣ	94,5	132/11
ΤΣΙΜΕΝΤΟΠΟΙΙΑ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ	80	132/11
ΨΕΥΔΑΣ	40	132/11

Πίνακας 7.1-9 : Χαρακτηριστικά στοιχεία υποσταθμών 66/11 kV

ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ(MVA)	ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ(kV/kV)
ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	20	66/11
ΔΡΟΜΟΣ ΑΚΟΥΡΣΟΥ	48	66/11
ΚΑΡΒΟΥΝΑΣ	31	66/11
ΚΟΦΙΝΟΥ	30	66/11
ΜΑΡΙ	30	66/11
ΠΥΛΑ	20	66/11
ΠΥΡΓΟΣ	35	66/11
ΠΟΛΙΣ	30	66/11
ΤΡΟΥΛΛΟΙ	10	66/11
ΤΕΜΒΡΙΑ	25	66/11
ΤΡΙΜΙΚΛΙΝΗ	10	66/11
ΥΨΩΝΑΣ	20	66/11

7.1.1 Μονογραμμικό διάγραμμα Ηλεκτρικού Δικτύου της Κύπρου



Εικόνα 7.1-1: Μονογραμμικό διάγραμμα ηλεκτρικού δικτύου Κύπρου[21]

7.2 Στοιχεία διανομής και μεταφοράς Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη

Οι γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Κρήτης είναι γραμμές μεταφοράς Υ.Τ. των 150 και 66 kV αντίστοιχα. Αναλυτικότερα στοιχεία για τις γραμμές μεταφοράς ως προς τους ζυγούς σύνδεσης φαίνονται στο Πίνακας 7.2-1. Σημειώνεται ότι, στο τύπο της γραμμής όπου διακρίνεται ο αριθμός (2) αναφέρεται σε γραμμές διπλού κυκλώματος. Επίσης στα στοιχεία των γραμμών περιλαμβάνονται οι συνολικές τιμές των αντιστάσεων, των επαγωγικών αντιδράσεων και των χωρητικών ως προς γη ανά φάση, σε φυσικά μεγέθη και πολική την αντίστοιχη ονομαστική τάση της γραμμής.

Πίνακας 7.2-1: Στοιχεία γραμμών μεταφοράς δικτύου Κρήτης

ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ								
Ζυγός Αναχώρησης	Ζυγός Άφιξης	Ονομ. Τάση (kV)	Τύπος γραμμής	Μήκος (km)	Ικανότ. Φόρτισης (MVA)	R (Ω)	L (mH)	C (μF)
ΧΑΝΙΑ	ΑΓΥΙΑ	150	Βαρέως	11,22	168,90	1,0938	15,0848	0,0978
ΑΓΥΙΑ	ΚΑΣΤΕΛΛΙ	150	Βαρέως	21,619	168,90	2,1075	29,0625	0,1885
ΒΡΥΣΕΣ	ΧΑΝΙΑ	150	Βαρέως	18,84	168,90	1,8288	23,4707	0,1750
ΡΕΘΥΜΝΟ	ΒΡΥΣΕΣ	150	Βαρέως	33,76	168,90	3,2772	42,0579	0,3136
ΧΑΝΙΑ	ΡΕΘΥΜΝΟ	150	Βαρέως	52,603	168,90	5,1064	65,5324	0,4887
ΡΕΘΥΜΝΟ	ΛΙΝΟΠΕΡ	150	Βαρέως	46,741	168,90	4,5336	58,1818	0,4339
ΧΑΝΙΑ	ΛΙΝΟΠΕΡ	150	Βαρέως	100,002	168,90	9,7041	124,5366	0,9287
ΛΙΝΟΠΕΡ.	ΑΓ.ΒΑΡΒΑΡΑ	150	Ελαφρώς	24,03	116,90	4,4055	34,1428	0,1978
ΑΓ.ΒΑΡΒΑΡΑ	ΜΟΙΡΕΣ	150	Ελαφρώς	14,22	116,90	2,6070	20,2043	0,1171
ΜΟΙΡΕΣ	ΠΡΑΙΤΩΡΙΑ	150	Ελαφρώς	25,91	116,90	4,7429	36,7582	0,2130
ΠΡΑΙΤΩΡΙΑ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	150	Ελαφρώς	54,40	116,90	9,9582	77,1766	0,4472
ΛΙΝΟΠΕΡ.	ΗΡΑΚΛ.Ι (a)	66	Ελαφρώς	6,788	51,40	1,2430	8,6688	0,0615
ΛΙΝΟΠΕΡ.	ΗΡΑΚΛ.Ι (b)	66	Ελαφρώς	8,633	51,40	1,5903	11,0910	0,0787
ΛΙΝΟΠΕΡ.	ΗΡΑΚΛ.ΙΙΙ	150	Βαρέως (2)	10,67	168,90	5,0565	39,1882	0,2271
ΗΡΑΚΛ ΙΙΙ	ΗΡΑΚΛ ΙΙ	150	Βαρέως (2)	10,67	168,90	5,0565	39,1882	0,2271
ΛΙΝΟΠΕΡ.	ΗΡΑΚΛ.ΙΙ	150	Βαρέως (2)	19,202	168,90	1,8639	23,9206	0,1783
ΛΙΝΟΠΕΡ.	ΣΤΑΛΙΔΑ	150	Βαρέως (2)	39,165	168,90	7,1775	55,6257	0,3224
ΣΤΑΛΙΔΑ	ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ	150	Βαρέως (2)	28,847	168,90	5,2732	40,8679	0,2368
ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	150	Βαρέως (2)	80,319	168,90	3,8451	29,7995	0,1727
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	ΜΑΡΩΝΙΑΣ	150	Βαρέως	33,402	142,90	6,1193	47,4250	0,2754
ΜΑΡΩΝΙΑΣ	ΣΗΤΕΙΑΣ	150	Βαρέως	8,076	142,90	1,4795	11,4817	0,0664
ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚ.	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	150	Βαρέως (2)	37,148	168,90	6,8078	52,7609	0,3057
ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚ.	ΣΗΤΕΙΑ	150	Βαρέως	23,218	168,90	2,2530	28,9068	0,2156

Υποσταθμοί

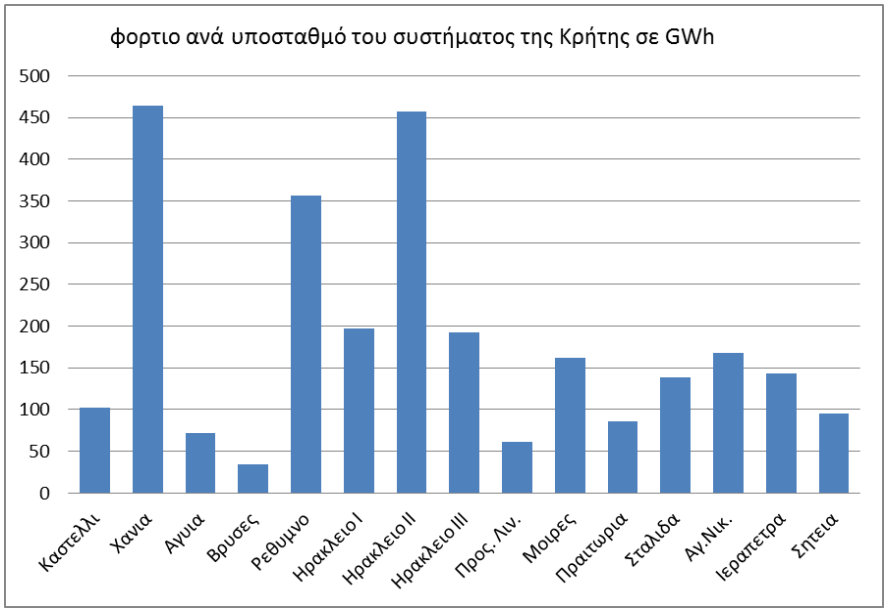
Στο ηλεκτρικό δίκτυο της Κρήτης βρίσκονται συνολικά 17 υποσταθμοί Υ.Τ/Μ.Τ.. Η εγκατεστημένη ισχύς μετασχηματισμού ανύψωσης της τάσης είναι [820.35MVA] και υποβιβασμού της τάσης [810MVA]. Όσο για τους Μ/Σ και ΑΜ/Σ ζεύξεως η συνολική τους ισχύς είναι ίση με [125 MVA]. Παρακάτω παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των υποσταθμών του Σ.Η.Ε. της Κρήτης μαζί με τα επίπεδα τάσεως των μετασχηματιστών τους . Επίσης στο Γράφημα 7.2-1 απεικονίζεται η ενεργειακή ζήτηση ανά υποσταθμό για το έτος του 2010 .

Πίνακας 7.2-2: Χαρακτηριστικά υποσταθμών ανυψώσεως του συστήματος της Κρήτης

ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΥΨΩΣΕΩΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MVA)	ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ (kV/kV)
ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ	1x25	20/150
ΣΗΤΕΙΑ	1x50	20/150
ΜΑΡΩΝΙΑ	1x50	20/150

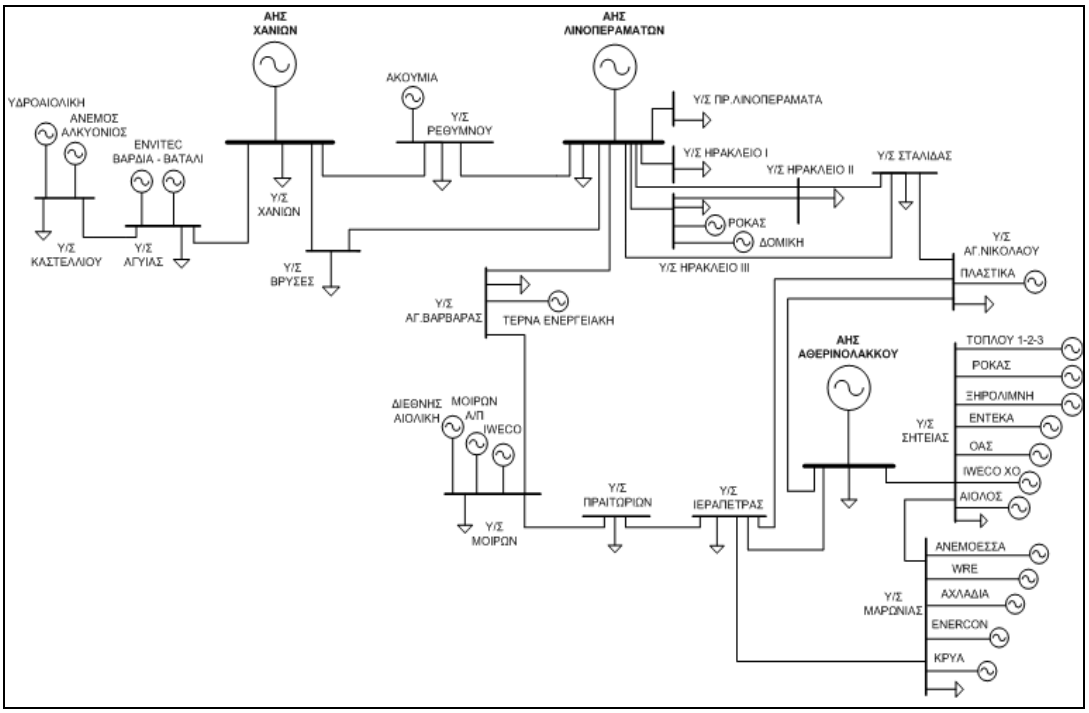
Πίνακας 7.2-3: Χαρακτηριστικά υποσταθμών υποβιβασμού του συστήματος της Κρήτης

ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MVA)	ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ (kV/kV)
ΣΗΤΕΙΑ	2x12,50	150/20
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	2x25	150/20
ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	2x25	150/20
ΣΤΑΛΙΔΑ	2x25	150/20
ΠΡΑΙΤΩΡΙΑ	2x25	150/20
ΜΟΙΡΕΣ	2x25	150/20
ΗΡΑΚΛΕΙΟ Ι (υπό αναβάθμιση)	2x25	66/20
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΙΙ	3x50	150/20
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΙΙΙ	2x50	150/20
ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ	1x25	150/20
ΡΕΘΥΜΝΟ	2x25	150/20
	1x50	150/20
ΧΑΝΙΑ	3x50	150/20
ΑΓΥΙΑ	2x50	150/20
ΒΡΥΣΕΣ	2x25	150/20
ΚΑΣΤΕΛΙ	2x25	150/20



Γράφημα 7.2-1: Η ενεργειακή ζήτηση ανά υποσταθμό του συστήματος της Κρήτης για το έτος 2010

7.2.1 Μονογραμμικό διάγραμμα Ηλεκτρικού Δικτύου Κρήτης



Εικόνα 7.2-1: Μονογραμμικό διάγραμμα ηλεκτρικού δικτύου Κρήτης.

Μια προσεγγιστική απεικόνιση του μονογραμμικού διαγράμματος του ηλεκτρικού δικτύου της Κρήτης, παρουσιάζεται από την Εικόνα 7.2-1. Το εν' λόγω διάγραμμα απεικονίζει την διασύνδεση των ζυγών μεταφοράς του συστήματος με τους αντίστοιχους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού. Επίσης, διακρίνεται και η συνεισφορά των διασυνδεδεμένων Α/Π στους ζυγούς μεταφοράς του συστήματος.2

8. Μεθοδολογία Επίλυσης

8.1 Περιγραφή Αλγόριθμου

Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η μεθοδολογία του αλγόριθμου επίλυσης του Προβλήματος Οικονομικής Λειτουργίας των Σ.Η.Ε όπως αυτή αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας. Θα αναλυθούν οι σημαντικότερες παράμετροι οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν για την σωστή αντιμετώπιση του και την όσο το δυνατότερο ασφαλή και σταθερή λειτουργία του συστήματος.
Για την εκτέλεση των απαραίτητων προσομοιώσεων της λειτουργίας των υπό εξέταση Σ.Η.Ε., κρίθηκε αναγκαία η εφαρμογή του αλγόριθμου σε περιβάλλον λογισμικού MATLAB. Για την εφαρμογή του αλγορίθμου, απαιτείται η γνώση της χρονοσειράς ζήτησης φορτίου των υπό εξέταση συστημάτων και της εκτιμούμενης παραγωγής Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (στη προκειμένη περίπτωση τις παραγωγής από Φ/Β και Α/Π). Επίσης για τις συμβατικές μονάδες παραγωγής που θα χρησιμοποιηθούν απαιτείται κυρίως:

- Το τεχνικό ελάχιστο και μέγιστο τους(MW)
- Χαρακτηριστικά στοιχεία των παραμέτρων κόστους όπως παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 6.
- Η διαθεσιμότητα τους για την περίοδο μελέτης (έτος 2010).

Έτσι λοιπόν, ο αλγόριθμος της επίλυσης του προβλήματος ένταξης μονάδων(unit commitment) και της οικονομικής κατανομής (Economic Dispatch), μπορεί να υπολογίσει την βέλτιστη παραγωγή των συμβατικών μονάδων αλλά και ΑΠΕ, συμφώνα πάντα με τους περιορισμούς οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω. Μέσω του προγράμματος, προσομοιώθηκαν 12 μήνες για το έτος 2010 με δεδομένα που αντιστοιχούν σε κάθε μήνα ξεχωριστά, έτσι ώστε να υπάρχει ευκολία στη διαχείριση των αποτελεσμάτων και στη παρατήρηση της συμπεριφοράς του εξεταζόμενου συστήματος ανά μήνα. Για την εξαγωγή των συμπερασμάτων προσομοιώθηκαν το αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου, το αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κρήτης και το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης που δημιουργείται με τη διασύνδεση. Επιδιωκόμενος στόχος, είναι η μεγιστοποίηση του κέρδους για το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης που προκύπτει από τη διασύνδεση.

8.2 Επεξήγηση της πορείας επίλυσης

Η πορεία επίλυσης του προβλήματος αυτού αποτελείται από τα παρακάτω βασικά μέρη:

1. Είσοδος δεδομένων.
2. Αρχικοποίηση μεταβλητών και Αποσφαλμάτωση αρχείων.
3. Καθορισμός φορτίου του συστήματος.
4. Καθορισμός των αναγκών στρεφόμενης εφεδρείας του συστήματος και ορίων μεταβολής παραγωγής των ΑΠΕ.
5. Καθορισμός το φορτίου Pl που οι συμβατικές μονάδες πρέπει να μπορούν να ικανοποιήσουν σύμφωνα με όσα προηγήθηκαν στο βήμα 4.
6. Καθορισμός των μονάδων που πρέπει να ενταχθούν (Unit Commitment).
7. Οικονομικά Κατανομή μονάδων(Economic Dispatch).
8. Υπολογισμός και εξαγωγή αποτελεσμάτων.

8.2.1 Είσοδος δεδομένων

Η κυρίως υπορουτίνα που είναι υπεύθυνη τόσο για την ανάγνωση των δεδομένων εισόδου όσο και για τη δημιουργία αρχείων εξόδου είναι η **gk_ecdis3_097_bins**.
Τα αρχεία που φορτώνονται στο κώδικα προσομοίωσης είναι τα ακόλουθα:

1. Το αρχείο **indat.txt**, μέσω του οποίου περιλαμβάνονται τα χαρακτηριστικά στοιχεία των θερμικών μονάδων του συστήματος που θα χρησιμοποιηθούν. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα αλλαγής των στοιχείων αυτών σύμφωνα με τις ανάγκες των προσομοιώσεων. Επίσης τα στοιχεία των μονάδων που βρίσκονται σε αυτό το txt. αρχείο μεταβάλλονται σύμφωνα με τα

τεχνικά χαρακτηριστικά των θερμικών μονάδων που παρουσιάστηκαν στους πίνακες του κεφαλαίου 6 .

Τα στοιχεία αυτά είναι τα εξής:

- $Pg_i^{\min}$: Τεχνικό ελάχιστο (σε MW) που μπορεί να λειτουργήσει μια μονάδα.
- Pg_i^{MAX} : Τεχνικό μέγιστο (σε MW) που μπορεί να λειτουργήσει μια μονάδα.
- $cubcoeff_i$: Κυβικός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (σε kg/MWh³).
- $sqcoeff_i$: Τετραγωνικός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (σε kg/MWh²).
- $lincoeff_i$: Γραμμικός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (σε kg/MWh).
- $constcoeff_i$: Σταθερός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας (σε kg).
- $fuel_\cos t_i$: Κόστος καυσίμου για κάθε τύπο μονάδας (σε €/kg-lt).
- $startup_\cos t_i$: Κόστος εκκίνησης μονάδας (σε €).
- *Περιθώριο Ισχύος*: Περιθώριο ώστε να μην μπορεί να τερματίσει πλήρως την ισχύ της η μονάδα για να υπάρχει ένα μικρό ποσό εφεδρείας (σε MW/h).
- *Down_rate*: Ο μέγιστος ρυθμός μείωσης ισχύος μιας μονάδας (σε MW/h).
- *Up_rate*: Ο μέγιστος ρυθμός αύξησης ισχύος μιας μονάδας (σε MW/h).
- *Διαθεσιμότητα*: Οι τιμές είναι 0 ή 1 με την τιμή 0 να συμβολίζει την πλήρως διαθέσιμη μονάδα και την τιμή 1 να συμβολίζει τη μη διαθέσιμη μονάδα όπου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Η διαθεσιμότητα των μονάδων για το έτος 2010 παρουσιάζεται στους Πίνακες 9.1 και 9.2.
- *Τύπος μονάδας*: Οι μονάδες χωρίζονται ανά τύπο και ανά σταθμό παραγωγής στον οποίο βρίσκονται ανάλογα με το υποεξέταση σύστημα.
- *Αύξον αριθμός*: Για να γνωρίζουμε των αριθμό των συμβατικών μονάδων ανάλογα με το υποεξέταση σύστημα.

2. Το αρχείο με το φορτίο του υποεξέταση συστήματος (Στην περίπτωση του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης φορτώνονται δύο αρχεία, ένα για κάθε νησί).

3. Το αρχείο με την ωριαία παραγωγή των Φ/Β ανά μήνα με τις παραδοχές που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 9.(Στην περίπτωση του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης φορτώνονται δύο αρχεία, ένα για κάθε νησί.

4. Το αρχείο με την θεωρούμενη ωριαία παραγωγή των αιολικών ανά μήνα (Στην περίπτωση του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης φορτώνονται δύο αρχεία, ένα για κάθε νησί).

5. Τα αρχεία με την κατανομή σφάλματος για το φορτίο, την αιολική παραγωγή και την παραγωγή από Φ/Β.

Το χρονικό διάστημα των αρχείων αυτών είναι ανάλογα με τις ώρες του κάθε μήνα. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου σύμφωνα με τη διαθεσιμότητα των μονάδων τα αρχεία αυτά διαιρούνται σε μικρότερα χρονικά διαστήματα.

Η μορφή ενός τυπικού αρχείου ***indat.txt*** φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα.

File Edit Format View Help

30	60	0.0001	0.8552	183	2983	0.359	10	0.02	21	25	0	9	1
30	60	0.0001	0.8552	183	2983	0.359	10	0.02	21	25	0	9	2
30	60	0.0001	0.8552	183	2983	0.359	10	0.02	21	25	0	9	3
30	60	0.0001	0.8552	183	2983	0.359	10	0.02	21	25	0	9	4
30	60	0.0001	0.8552	183	2983	0.359	10	0.02	21	25	0	9	5
30	60	0.0001	0.8552	183	2983	0.359	10	0.02	21	25	0	9	6
25	52	0.0001	0.5802	153.7	833.16	0.359	270	0.01	50	52	0	10	7
25	52	0.0001	0.5802	153.7	833.16	0.359	270	0.01	50	52	0	10	8
60	130	0.0001	0.1954	167	3630	0.359	10	0.02	55	65	0	11	9
60	130	0.0001	0.1954	167	3630	0.359	10	0.02	55	65	0	11	10
60	130	0.0001	0.1954	167	3630	0.359	10	0.02	55	68	0	11	11
18	30	0.0001	6.147	-2.587	4515	0.359	10	0.1	15	27	1	12	12
18	30	0.0001	6.147	-2.587	4515	0.359	10	0.1	15	27	1	12	13
18	30	0.0001	6.147	-2.587	4515	0.359	10	0.1	15	28	1	12	14
18	30	0.0001	6.147	-2.587	4515	0.359	10	0.1	15	28	1	12	15
18	30	0.0001	6.147	-2.587	4515	0.359	10	0.1	15	28	1	12	16
18	30	0.0001	6.147	-2.587	4515	0.359	10	0.1	15	28	0	12	17
4	37.5	0.0001	0.7508	175	2563	0.539	8	0.05	67	40	0	13	18
4	37.5	0.0001	0.7508	175	2563	0.539	8	0.05	67	40	0	13	19
4	37.5	0.0001	0.7508	175	2563	0.539	8	0.05	67	40	0	13	20
4	37.5	0.0001	0.7508	175	2563	0.539	8	0.05	67	40	0	13	21
4	38	0.0001	0.7508	175	2563	0.539	8	0.05	67	40	0	13	22
25	115	0.0001	0.0533	115.01	3893	0.539	440.01	0.02	60	84	0	14	23
25	115	0.0001	0.0533	115.01	3893	0.539	440.41	0.02	60	84	0	14	24

Εικόνα 8.2-1: Αρχείο Εισόδου indat για τον μήνα Ιούλιο στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου

8.2.2 Αρχικοποίηση μεταβλητών και Αποσφαλμάτωση αρχείων

Στη συνέχεια αρχικοποιούνται οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στους περαιτέρω υπολογισμούς. Μερικές από τις μεταβλητές που αρχικοποιούνται στην τιμή 0 είναι το **cost**, **fuel_mazout**, **fuel_diesel**, **act_gen_cap**. Η μεταβλητή ***gen_max_num*** δίνει το μέγιστο αριθμό των συμβατικών μονάδων που υπάρχουν στο σύστημα. Η μεταβλητή **set** δίνει το διάστημα στο οποίο εφαρμόζεται ο αλγόριθμος (ουσιαστικά το σύνολο των ωρών ανά μήνα που γίνεται η προσομοίωση.)

Στη συνέχεια γίνεται αποσφαλμάτωση των αρχείων. Λόγω προβλημάτων του συστήματος τηλεμετρήσεων υπάρχουν περιπτώσεις που δεν καταγράφηκαν τα φορτία του συστήματος ή τα φορτία κάποια χρονική στιγμή παρουσιάστηκαν πάρα πολύ χαμηλά τότε εφαρμόζεται αποσφαλμάτωση αυτών των αρχείων. Η λογική της αποσφαλμάτωσης των αρχείων εισόδου με τα φορτία είναι ότι, εάν η τιμή του φορτίου για κάποια χρονική στιγμή (ανά μία ώρα) , είναι μικρότερη από 100 MW (πολύ χαμηλή τιμή φορτίου στις περιπτώσεις όπου αναλύονται) τότε την συγκεκριμένη ώρα λαμβάνεται το φορτίο της προηγούμενης ώρας.
Επίσης στην περίπτωση όπου εμφανιστεί αρνητική αιολική παραγωγή τότε η αποσφαλμάτωση γίνεται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο. Δηλαδή την συγκεκριμένη ώρα λαμβάνεται η αιολική παραγωγή της προηγούμενης ώρας.

8.2.3 Καθορισμός φορτίου του συστήματος.

Το πρώτο σημαντικό βήμα για τον προγραμματισμό της λειτουργίας ενός Σ.Η.Ε είναι η εκτίμηση του φορτίου που πρέπει να ικανοποιηθεί. Εάν το προς βελτιστοποίηση δίκτυο δεν διαθέτει ΑΠΕ, τότε το φορτίο συμπίπτει με τη ζήτηση του συστήματος, ειδάλλως ανάλογα με την πολιτική που ακολουθείται για την απορρόφηση της παραγωγής από ΑΠΕ πρέπει να καθοριστεί το φορτίο που θα κατανεμηθεί στις υπόλοιπες μονάδες του συστήματος.
Έτσι το φορτίο του συστήματος καθορίζεται από :

1. Τη ζήτηση από τους συνδεόμενους καταναλωτές
2. Την πρόβλεψη παραγωγής από ΑΠΕ.

Το φορτίο λοιπόν του συστήματος αν εφαρμόζεται το μοντέλο FIM για τις ΑΠΕ θα είναι για κάθε διάστημα t

$$Pl(t)=Pd(t)-RES_prod(t) \qquad 8\text{-}1$$

όπου

Pl(t): Το Φορτίο για ικανοποίηση από τις μονάδες του συστήματος. Στη συγκεκριμένη περίπτωση μόνο από τις συμβατικές μονάδες του συστήματος, και

RES_prod(t): Η παραγόμενη ισχύς από ΑΠΕ(στη συγκεκριμένη περίπτωση την παραγωγή Φ/Β και Αιολικών).

Pd(t): Η συνολική αρχική ζήτηση του συστήματος.

Αν δεν εφαρμόζεται αυτό το μοντέλο αγοράς για τις ΑΠΕ, τότε το αντίστοιχο φορτίο προς ικανοποίηση από τις μονάδες θα είναι :

$$Pl(t)=Pd(t) \qquad 8\text{-}2$$

ενώ η πρόβλεψη των ΑΠΕ χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της αναμενόμενης μέγιστης παραγωγής των μονάδων ΑΠΕ στον οικονομικό προγραμματισμό του συστήματος.

8.2.4 Καθορισμός των αναγκών στρεφόμενης εφεδρείας του συστήματος και ορίων μεταβολής παραγωγής των ΑΠΕ

Αφού έχει καθοριστεί το φορτίο προς ικανοποίηση από τις μονάδες παραγωγής *Pl(t),* θα πρέπει να καθοριστεί και η επιπλέον ισχύς που θα πρέπει οι μονάδες που θα ενταχθούν με βάση το πρόγραμμα ένταξης μονάδων, να είναι σε θέση ανά πάσα στιγμή να ικανοποιήσουν. Θα πρέπει λοιπόν στο πρόγραμμα ένταξης μονάδων να έχουμε με κάποια μορφή, ποσοτικοποιήσει τις σημαντικότερες από τις αβεβαιότητες που υπάρχουν πριν αποφασίσουμε ποιες από τις μονάδες πρόκειται να ενταχθούν.
Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επιδρούν στην αβεβαιότητα σε ένα αυτόνομο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας ή στην περίπτωση όπου αναλύεται το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης είναι:

1. Η αρχική εκτίμηση του φορτίου και το σφάλμα της
2. Η πρόβλεψη της παραγωγής από μονάδες ΑΠΕ
3. Σφάλμα κάποιας μονάδας από εκείνες που πρόκειται να ενταχθούν βάση του προγράμματος ένταξης μονάδων ή κάποιας διασυνδετικής γραμμής είτε με μονάδες ΑΠΕ είτε με κάποιο άλλο σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αβεβαιότητα έχει επίδραση και σε συστήματα όπως είναι το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης που δημιουργήθηκε από τη διασύνδεση, όπου υπάρχει και η δυνατότητα ανταλλαγής ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των δύο συστημάτων παρόλα αυτά εξακολουθούν να λειτουργούν σαν ένα ενιαίο αυτόνομο Σ.Η.Ε. Σε περίπτωση υποεκτίμησης του φορτίου ή υπερεκτίμησης της παραγωγής από ΑΠΕ μπορεί να οδηγηθούμε σε απόρριψη παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ ειδικά σε συστήματα με υψηλή διείσδυση από ΑΠΕ όπως στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης. Και στις δύο περιπτώσεις θα οδηγηθούμε λόγω της ανάγκης για άμεση λήψη μέτρων για τον περιορισμό του προβλήματος σε αντιοικονομική λειτουργία του συστήματος.
Επίσης ένα σημαντικό πρόβλημα που παρουσιάζεται στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης με μεγάλη διείσδυση παραγωγής από ΑΠΕ, είναι η διατήρηση των τεχνικών ελαχίστων των μονάδων που πρέπει να ενταχθούν ιδιαίτερα όταν αυξηθεί ξαφνικά η παραγωγή των ΑΠΕ για κάποια χρονική περίοδο, σε περιόδους χαμηλής φόρτισης του ενιαίου δικτύου. Το πρόβλημα αυτό γίνεται περισσότερο οξύ στην περίπτωση που όχι μόνο οι εγκατεστημένες μονάδες έχουν μεγάλους χρόνους εκκίνησης και σβέσης, οπότε πρακτικά οι μονάδες αυτές συνήθως λειτουργούν καθ' όλη την εξεταζόμενη περίοδο, αλλά και όταν οι μονάδες έχουν σχετικά μεγάλους χρόνους απόκρισης και μεταβολής της παραγόμενης ισχύος τους. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων περιπτώσεων είναι οι ατμοστρόβιλοι που αντιπροσωπεύουν το 45% της συνολικής ισχύος και οι μονάδες Συνδυασμένου κύκλου που

αντιπροσωπεύουν το 14% της συνολικής ισχύος του Ενιαίου συστήματος όπως παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 6.
Για να αντιμετωπιστούν οι αβεβαιότητες σε ένα τέτοιο σύστημα οι χειριστές των συστημάτων φροντίζουν να υπάρχει επαρκής στρεφόμενη εφεδρεία στο σύστημα ώστε να περιορισθεί το ενδεχόμενο διακοπής καταναλωτών.
Δύο ομάδες τεχνικών καθορισμού της στρεφόμενης εφεδρείας αναφέρονται πιο κάτω:
Α) Η ντετερμινιστικά καθοριζόμενη στρεφόμενη εφεδρεία και
Β) Η πιθανοτικά καθοριζόμενη στρεφόμενη εφεδρεία.

A. Η ντετερμινιστικά καθοριζόμενη στρεφόμενη εφεδρεία έχει ώς πιο συνηθισμένη στρατηγική τη διατήρηση τουλάχιστον ενός συγκεκριμένου ποσοστού στρεφόμενης εφεδρείας σε σχέση με το φορτίο. Οι μονάδες που θα ενταχθούν θα πρέπει να μπορούν να ικανοποιήσουν όχι μόνο το καθορισμένο φορτίο του συστήματος αλλά και το επιπλέον αυτό ποσοστό.

Ένας άλλος τρόπος καθορισμού της στρεφόμενης εφεδρείας είναι να διατηρείται συνολική εφεδρεία ίση με την ισχύ της μεγαλύτερης μονάδας παραγωγής που είναι ενταγμένη, ώστε σε περίπτωση βλάβης ακόμη και αυτής της μονάδας το σύστημα να μπορεί να ικανοποιήσει τη ζήτηση ή ίσης με την απώλεια ισχύος σε περίπτωση απώλειας διασυνδετικής γραμμής. Με την μεθοδολογία αυτή οι χειριστές φροντίζουν έτσι ώστε η στρεφόμενη εφεδρεία να είναι ίση με την ζήτηση του εκάστοτε ΣΗΕ, συν την ισχύ της μεγαλύτερης μονάδας η οποία είναι ενταγμένη στο σύστημα. Με τον τρόπο αυτό, αν υπάρξει οποιοδήποτε πρόβλημα της μεγαλύτερης σε ισχύ μονάδας, το οποίο θα την θέσει εκτός λειτουργίας, η ζήτηση του ΣΗΕ θα μπορεί να καλυφθεί. Ωστόσο ο τρόπος αυτός καθορισμού της στρεφόμενης εφεδρείας δεν είναι ο ασφαλέστερος δυνατός, και παρουσιάζει αρκετά μειονεκτήματα σε σχέση με τον πιθανοτικό τρόπο καθορισμού στρεφόμενης εφεδρείας. Ένα από τα βασικά μειονεκτήματα είναι η δαπάνη καυσίμου η οποία αυξάνει το κόστος λειτουργίας του ΣΗΕ.

B. Η πιθανοτικά καθοριζόμενη στρεφόμενη εφεδρεία έχει προταθεί σε αντίθεση με την ντετερμινιστικά καθοριζόμενη εφεδρεία. Σε αυτήν αξιοποιήται η διαθέσιμη πληροφορία για το σφάλμα της αιολικής παραγωγής για τον προγραμματισμό λειτουργίας του Σ.Η.Ε μοντελοποιώντας αυτήν την πληροφορία με τυχαίες μεταβλητές. Είναι ασφαλέστερη τεχνική και εγγυάται καλύτερα την λειτουργία των ΣΗΕ καθώς λαμβάνει υπ όψιν τις περισσότερες παραμέτρους.

8.2.4.1 Αξιοποίηση της πληροφορίας των σφαλμάτων πρόβλεψης

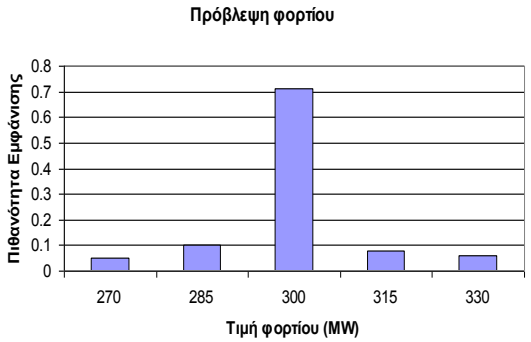
Η γνώση της επίδοσης των μοντέλων πρόβλεψης φορτίου και ΑΠΕ μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην εκτίμηση τόσο της απαραίτητης στρεφόμενης εφεδρείας όσο και της πιθανότητας παραβίασης των τεχνικών ελαχίστων των μονάδων, είτε με ντετερμινιστικό τρόπο, είτε με πιθανοτικό τρόπο ανάλογα με τη γνώση για τις επιδόσεις του μοντέλου.
Σε αυτήν την ενότητα εξετάζεται πως από την πληροφορία για την επίδοση των μοντέλων πρόβλεψης φορτίου και ΑΠΕ μπορεί να εξαχθεί η εκτίμηση του εύρους διακύμανσης του τελικού φορτίου προς κατανομή στις τοπικές μονάδες.

Δύο ενδεχόμενα μπορούν να υπάρχουν σχετικά με τη διαθέσιμη πληροφοριών προβλέψεων και σφαλμάτων.

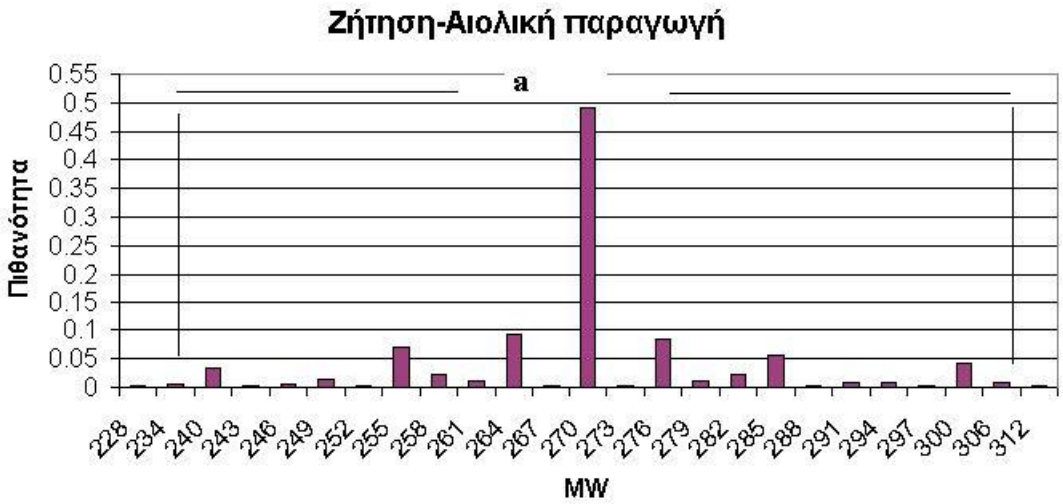
1. Να θεωρηθεί ότι τόσο η πρόβλεψη της ζήτησης όσο και η πρόβλεψη της παραγωγής από ΑΠΕ δίνονται με την μορφή μίας πιθανοτικής κατανομής κατά τα πρότυπα των παρακάτω γραφημάτων γύρω από μία επικρατούσα τιμή $\overline{L}$ και $\overline{W}$, αντίστοιχα.

Το φορτίο προς κατανομή του συστήματος θα είναι σε μία τέτοια περίπτωση μία τυχαία μεταβλητή (τ.μ.) η οποία θα δίνεται από την 8-3

$$Pl(t) = \overline{L} - \overline{W} \qquad 8\text{-}3$$



Σε μία τέτοια περίπτωση η συνέλιξη των δύο κατανομών L και (-W), υπό την προϋπόθεση ότι οι κατανομές αυτές είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, θα δίνει την κατανομή της τ.μ. Pl(t), όπως ενδεικτικά παρουσιάζεται στο Γράφημα 8.2-1. Η τιμή με την υψηλότερη πιθανότητα είναι εκείνη που καθορίζει το φορτίο προς εξυπηρέτηση από τις θερμικές μονάδες. Αν ορίσουμε ως a το διάστημα εμπιστοσύνης που επιθυμούν οι χειριστές του συστήματος, τότε είναι δυνατόν να καθοριστεί από τα άκρα του διαστήματος εμπιστοσύνης τόσο η ανάγκη για στρεφόμενη εφεδρεία όσο και η μικρότερη δυνατή τιμή του φορτίου προς κατανομή ώστε να ληφθεί υπ' όψιν για την εκτίμηση κινδύνου αποκοπής παραγωγής από ΑΠΕ. Το διάστημα εμπιστοσύνης δεν είναι απαραίτητο να είναι συμμετρικό γύρω από την αναμενόμενη τιμή, όπως στο Γράφημα 8.2-1, αλλά μπορεί να λαμβάνει τις κατάλληλες τιμές άκρων, ανάλογα με το ενδεχόμενο στο οποίο οι χειριστές θεωρούν ότι το σύστημά τους είναι περισσότερο ευάλωτο. Αν η παραγόμενη κατανομή δίνεται από κάποια συνάρτηση γνωστής μορφής, π.χ και οι δύο κατανομές είναι κανονικές με μέση τιμή την προβλεπόμενη τιμή $\overline{L}$ και $\overline{W}$, αντίστοιχα, τότε η διαδικασία της συνέλιξης απλοποιείται σημαντικά ενώ και τα διαστήματα εμπιστοσύνης προκύπτουν αρκετά εύκολα από δεδομένους πίνακες Τυποποιημένης Κανονικής Κατανομής. [22]



Γράφημα 8.2-1: Κατανομή της διαφοράς ζήτησης-αιολικής παραγωγής μετά από συνέλιξή τους.

2. Να χρησιμοποιείται η πληροφορία για τις κατανομές του σφάλματος πρόβλεψης φορτίου και ΑΠΕ.

Σε αυτήν την περίπτωση σε κάθε χρονική περίοδο t το φορτίο το οποίο κατανέμεται στις θερμικές μονάδες θα δίνεται από την διαφορά load(t)-WP(t)-PVP(t), όπου load(t) είναι η έξοδος του μοντέλου πρόβλεψης φορτίου, WP(t) η έξοδος του μοντέλου πρόβλεψης αιολικής παραγωγής και PVP(t) η έξοδος του μοντέλου πρόβλεψης παραγωγής Φ/Β αντίστοιχα. Το σφάλμα για το εκτιμούμενο φορτίο προς κατανομή στις θερμικές μονάδες για τη χρονική περίοδο t, θεωρείται μία τυχαία μεταβλητή (τ.μ.), η οποία παριστάνεται με lwe(t). Το σφάλμα αυτό προέρχεται από τα σφάλματα προβλέψεων φορτίου $l_e(t)$, αιολικής παραγωγής $w_e(t)$ και παραγωγής Φ/Β $pv_e(t)$ όπως παρουσιάζεται στην 8-4. Αυτά τα σφάλματα θεωρούνται τυχαίες μεταβλητές οι οποίες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι δυνατή η απλοποίηση της συνέλιξης των τυχαίων αυτών μεταβλητών.

$$lw_e(t) = l_e(t) - w_e(t). - \mathrm{pv}_e(\mathrm{t}), \qquad 8\text{-}4$$

Επομένως απαιτείται η γνώση των συναρτήσεων πυκνότητας πιθανότητας (σ.π.π) των τ.μ. le(t) και we(t) ώστε να εξαχθεί η αντίστοιχη σ.π.π, flwe(t)(lwe(t)), που ακολουθεί η τ.μ. lwe(t). Στη συνέχεια οι χειριστές μπορούν να λάβουν εκατοστημόρια (percentiles) του σφάλματος για να καθορίσουν τα όρια στα οποία αναμένεται να βρίσκεται το φορτίο προς κατανομή στις θερμικές μονάδες του υπό εξέταση ΣΗΕ. Ένα εκατοστημόριο q, perc(q,lwe(t)), της αθροιστικής συνάρτησης πιθανότητας $F_{lwe(t)}(lw_e(t))$, της σ.π.π $lw_e(t)$ είναι η λύση της εξίσωσης 8-5.

$$F_{lwe(t)}(lw_e(t)) = q. \qquad 8\text{-}5$$

Θεωρούμε ότι οι χειριστές ενδιαφέρονται για 2 εκατοστημόρια το p και τα q, όπου το q αναφέρεται στο εκατοστημόριο που θα χρησιμοποιηθεί στην εκτίμηση των αναγκών για στρεφόμενη εφεδρεία, ενώ το p θα χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των αναγκών σε αποκοπή αιολικής παραγωγής.
Για την πρώτη περίπτωση το φορτίο που οι μονάδες θα πρέπει να είναι ικανές να ικανοποιήσουν UCload_1(t) σε κάθε βήμα της προσομοίωσης t, στην προκειμένη περίπτωση 1 ώρα, δίνεται από την 8-6. Οι υψηλότερες τιμές της συνάρτησης $F_{lwe(t)}(lw_e(t))$ αντιπροσωπεύουν το συνδυασμό υπερεκτίμησης αιολικής παραγωγής και υπο εκτίμησης του φορτίου. Σε ένα τέτοιο συνδυασμό η ποσότητα της στρεφόμενης εφεδρείας πρέπει να επαρκεί. Για αυτό το λόγο το εκατοστημόριο q επιλέγεται να είναι υψηλό (εδώ 97.5%) έτσι ώστε το ρίσκο μη ύπαρξης ενταγμένων μονάδων με ικανή ισχύ να είναι το πολύ 2.5%.

Στην πραγματικότητα και επειδή α) Οι μονάδες που εντάσσονται έχουν αθροιστικά μεγαλύτερη ισχύ από την τιμή *UCload_1(t)*και β) Λάβαμε κατά 1-2% μικρότερη ικανότητα παραγωγής στις θερμικές μονάδες στις προσομοιώσεις μας για να επιτρέπει την αύξηση της παραγωγής τους σε περίπτωση έκτακτου συμβάντος, π.χ απώλεια μονάδας, το ποσοστό αυτό ρίσκου είναι σημαντικά μικρότερο.

$$UCload_1(t) = perc(q, lw_e(t)) + load(t) - WP(t) - PVP(t) \qquad 8\text{-}6$$

Επίσης στις προσομοιώσεις λάβαμε και το ενδεχόμενο να χαθεί η μεγαλύτερη μονάδα παραγωγής του συστήματος σε κάθε βήμα της προσομοίωσης t την προηγούμενη ώρα.

$$\begin{aligned} &UCload_3(t) = load(t) - WP(t) - PVP(t) \\ &\text{Εάν } t>1 \\ &UCload_3(t) = UCload_3(t) + max(Pg_i(t-1)) \end{aligned} \qquad 8\text{-}7$$

Όπου max ($Pg_i(t-1)$) η μεγαλύτερη μονάδα του συστήματος την προηγούμενη ώρα.

8.2.4.1.1 Παραδοχές σφαλμάτων πρόβλεψης (σε 3 επίπεδα).

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι παραδοχές σφαλμάτων πρόβλεψης της παραγωγής από ΑΠΕ. Για κάθε χρονική περίοδο της προσομοίωσης γίνεται διαχωρισμός της αιολική παραγωγής σε 3 επίπεδα με βάση την εγκατεστημένη ισχύ των αιολικών (ανάλογα με το Σ.Η.Ε που προσομοιώνεται) και την επίδοση του μοντέλου [23]. Αυτό γίνεται για να καθοριστεί η κατανομή του σφάλματος πρόβλεψης ανάλογα με κάθε επίπεδο εκτιμούμενης παραγωγής.
Τα 3 αυτά επίπεδα συνδυάζουν χαμηλή (LW), μεσαία (MW) και υψηλή (HW) αιολική παραγωγή. Η χρονοσειρά της αιολική παραγωγής ταξινομείται στα 3 αυτά επίπεδα ως εξής:

- HW: μεγαλύτερη από το 80% της εγκατεστημένης ισχύς των αιολικών.
- MW: μεταξύ 30% - 67% της εγκατεστημένης ισχύς των αιολικών.
- LW: μικρότερη από το 30% της εγκατεστημένης ισχύς των αιολικών.

Στη συνέχεια αφού διαχωριστεί η χρονοσειρά της αιολικής παραγωγής επιλέγεται η αντίστοιχη κατανομή σφαλμάτων πρόβλεψης ανάλογα με κάθε επίπεδο.

Για τα σφάλματα προβλέψεων της παραγωγής Φ/Β γίνεται διαχωρισμός της ετήσιας χρονοσειράς σε 2 εποχές (Θερινή και Χειμερινή περίοδος) έτσι ώστε στο ένα διάστημα να έχουμε μεγαλύτερη μέρα από νύχτα και στο άλλο μεγαλύτερη νύχτα από μέρα. Για κάθε εποχή υπολογίζεται η κατανομή σφαλμάτων πρόβλεψης της παραγωγής Φ/Β από την εγκατεστημένη ισχύ των Φ/Β και τα ποσοστά σφάλματος με βάση το μοντέλο [24]. Τα ποσοστά σφάλματος πρόβλεψης της παραγωγής Φ/Β που χρησιμοποιήθηκαν για τη θερινή περίοδο είναι 22% και για τη χειμερινή περίοδο 10%.
Για κάθε εξεταζόμενη εποχή επιλέγεται η ελάχιστη τιμή μεταξύ της παραγωγής Φ/Β και της αντίστοιχης παραγωγής Φ/Β με το ποσοστό πρόβλεψης σφάλματος.

8.2.5 Καθορισμός του φορτίου που οι συμβατικές μονάδες πρέπει να μπορούν να ικανοποιήσουν

Στις προσομοιώσεις υπολογίζονται το φορτίο που πρέπει να ικανές οι μονάδες να ικανοποιήσουν μαζί με την ποσότητα στρεφόμενης εφεδρείας που συνυπολογίζεται, και το φορτίο σε περίπτωση που χαθεί η μεγαλύτερη μονάδα του συστήματος την επόμενη ώρα. Έτσι το φορτίο που οι συμβατικές μονάδες πρέπει να μπορούν να ικανοποιούν παρουσιάζεται στην 8-8.

$$Ld2Units(t)=max\{ UCload_1(t), UCload_3(t)\} \qquad 8\text{-}8$$

Το φορτίο Ld2Units(t) που πρέπει να ικανοποιούν οι συμβατικές μονάδες είναι το μέγιστο ανάμεσα στο φορτίο *UCload_1(t)* μαζί με τη στρεφόμενη εφεδρεία που υπολογίστηκε και στο φορτίο *UCload_3(t)* που συμπεριλαμβάνει και το ενδεχόμενο να χαθεί η μεγαλύτερη συμβατική μονάδα του συστήματος που λειτουργούσε μέχρι εκείνη τη στιγμή.

8.2.6 Καθορισμός των μονάδων που πρέπει να ενταχθούν (unit commitment)

Αφού έχει καθοριστεί το φορτίο και η εφεδρεία για το εξεταζόμενο δίκτυο, το επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός των θερμικών ή και των μονάδων ΑΠΕ οι οποίες πρέπει να λειτουργήσουν σε κάθε υπό-διάστημα t της εξεταζόμενης περιόδου βελτιστοποίησης Τ.
Πρέπει να λυθεί το πρόβλημα του καθορισμού της ένταξης των μονάδων παραγωγής στο εξεταζόμενο δίκτυο ώστε να ελαχιστοποιείται το κόστος παραγωγής του, ικανοποιώντας συνάμα τους περιορισμούς τόσο των μονάδων όσο και της λειτουργίας του δικτύου για δεδομένο επίπεδο ασφάλειας δικτύου.
Το παραπάνω πρόβλημα είναι γνωστό ως πρόβλημα ένταξης μονάδων και στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ως **Unit Commitment** (UC) . [25]

Οι μέθοδοι επίλυσης του προβλήματος της ένταξης μονάδων είναι με Ευρετικούς Αλγόριθμους, με Λίστα Προτεραιότητας, με μέθοδο Πολλαπλασιαστών Lagrange, με μεθόδους τεχνητής Νοημοσύνης και μέθοδο Ant colony. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στη προκειμένη περίπτωση είναι με Λίστα Προτεραιότητας (**priority list Method**) και αναλύεται στο υποκεφάλαιο 8.2.6.1.

Η μαθηματική διατύπωση του προβλήματος της ένταξης μονάδων έχει ως εξής :
Για την περίοδο T διαστημάτων και για τις N μονάδες του δικτύου-Θερμικές και μη στην περίπτωση που δεν εφαρμόζεται το μοντέλο FIM - να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό κόστος λειτουργίας του συστήματος , δηλαδή Min(TC), όπου

$$\mathrm{TC}=\sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{N}\left(u_{i,t}\cdot \mathrm{FC}(Pg_i(t))+u_{i,t}\cdot(1-u_{i,t-1})\cdot \mathrm{SUC}(i,t)+u_{i,t-1}\cdot(1-u_{i,t})\cdot \mathrm{SDC}(i,t)\right) \quad 8\text{-}9$$

όπου

$u_{i,t}$: Μεταβλητή που αναπαριστά την κατάσταση της μονάδας i για το διάστημα t λαμβάνοντας την τιμή 1 αν η μονάδα είναι εκτός ή 0 αν είναι εντός.

$FC(Pg_i(t))$: η συνάρτηση κόστους παραγωγής της συγκεκριμένης μονάδας i για το διάστημα t, το οποίο μπορεί να αντικατοπτρίζει το κόστος παραγωγής της μονάδας ή το κόστος προσφοράς από τη μονάδα i για τη χρονική στιγμή t σε περίπτωση εφαρμογής συστήματος προσφορών. Γενικά είναι συνάρτηση της παραγωγής της μονάδας , $Pg_i(t)$.

SUC(i,t) : το κόστος εκκίνησης της μονάδας το οποίο πρέπει να καταβληθεί εάν η μονάδα i εκκινήσει στο διάστημα t.

SDC(i,t) : το κόστος σβέσης της μονάδας το οποίο πρέπει να καταβληθεί εάν η μονάδα i υποχρεωθεί να σταματήσει στο διάστημα t.

Η λύση του προβλήματος θα καθορίσει αν η μονάδα i θα λειτουργήσει το διάστημα t, δηλαδή την τιμή της μεταβλητής $u_{i,t}$.

Για κάθε διάστημα λειτουργίας ορίζουμε την συνάρτηση Interval Operating Cost (IOC) , για την διευκόλυνση της διατύπωσης του κόστους για συγκεκριμένο διάστημα.

$$\mathrm{IOC}(t)=\sum_{i=1}^{N}\left(u_{i,t}\cdot \mathrm{FC}(Pg_i(t))+u_{i,t}\cdot(u_{i,t}-1)\cdot \mathrm{SUC}(i,t)+u_{i,t}\cdot(1-u_{i,t})\cdot \mathrm{SDC}(i,t)\right) \quad 8\text{-}10$$

Οι περιορισμοί του προβλήματος και οι μαθηματικές του διατυπώσεις είναι οι εξής :

1. Η ικανοποίηση του φορτίου Pl και της στρεφόμενης εφεδρείας

$$\sum_{i=1}^{N} u_{i,t}\cdot P_i^{MAX}(t)\geq Pl(t)+spin_res(t) \quad 8\text{-}11$$

όπου $P_i^{MAX}(t)$, το μέγιστο της μονάδας i για το διάστημα t.

2. Ικανοποίηση του αθροίσματος των τεχνικών ελαχίστων των μονάδων.

$$\sum_{i=1}^{N} u_{i,t}\cdot P_i^{\min}(t)\leq Pl(t)-down_res(t) \quad 8\text{-}12$$

όπου $P_i^{\min}(t)$ το ελάχιστο της μονάδας i για το διάστημα t.

Εάν παραβιάζεται αυτός ο περιορισμός τότε πρέπει να αποκοπεί ισχύς από ΑΠΕ η οποία θα είναι RES_rej(t), προκειμένου ακόμη και στην περίπτωση αύξησης παραγωγής από ΑΠΕ ή μείωσης φορτίου, να μπορούν οι μονάδες που πρέπει να ενταχθούν να ικανοποιούν τους υπόλοιπους περιορισμούς για να μην παραβιάζουν τα τεχνικά τους ελάχιστα.

$$RES_rej(t) = \sum_{i=1}^{N} u_{i,t} \cdot P_i^{\min}(t) + down_res(t) - Pl(t) \quad 8\text{-}13$$

3. Τα όρια φόρτισης των μονάδων δηλαδή το μέγιστο και το ελάχιστο της κάθε μονάδας για το διάστημα t.

$$P_i^{\min}(t) \le Pg_i(t) \le P_i^{MAX}(t) \qquad 8\text{-}14$$

4. Περιορισμοί για τις μονάδες οι οποίες πάντα πρέπει να είναι ενταγμένες (Must run) ή μονάδες που πρέπει να είναι εκτός –πιθανόν λόγω συντήρησης (Must out).Τότε η τιμή της μεταβλητής $u_{i,t}$ λαμβάνει τις τιμές 1 ή 0,αντίστοιχα .

5. Η ικανοποίηση περιορισμών όπως ο ρυθμός μεταβολής φορτίου .

Δηλαδή πόσο μπορεί να μεταβάλλει η κάθε μονάδα τη φόρτιση της σε σχέση με το προηγούμενο διάστημα. Για να λάβουμε υπ ‘όψιν τον περιορισμό καθορίζουμε το μέγιστο της μονάδας για το τρέχον διάστημα ως :

$$P_i^{MAX}(t) = \min\left\{P_i^{CAP}(t), Pg_i(t-1) + UR(i,t), P_i^{FRC}(t)\right\} \quad 8\text{-}15$$

όπου : $P_i^{CAP}(t)$ η εγκατεστημένη ισχύς της μονάδας i την ώρα t,
UR(i,t) ο ρυθμός ανάληψης φορτίου της μονάδας εκφραζόμενος σε μονάδα ισχύος/χρονική μονάδα π.χ kW/min
$P_i^{FRC}(t)$ η προβλεπόμενη παραγωγή της μονάδας εάν πρόκειται για μονάδα ΑΠΕ σε μοντέλο ανοικτής αγοράς. Σε διαφορετική περίπτωση ισούται με την εγκατεστημένη ισχύ της μονάδας.

ενώ

$$P_i^{\min}(t) = \max\left\{P_i^{LIM}(t), Pg_i(t-1) - DR(i,t), P_i^{FRC}(t)\right\} \quad 8\text{-}16$$

όπου $P_i^{LIM}(t)$ το τεχνικό ελάχιστο της μονάδας i την ώρα t,
DR(I,t) ο ρυθμός μείωσης φορτίου της μονάδας εκφραζόμενος σε μονάδα ισχύος/χρονική μονάδα για τον τρέχον διάστημα t.

Για την περίπτωση του FIM και με τις μονάδες που συνήθως διαθέτουν τα υπό μελέτη συστήματα δηλαδή σχετικά γρήγορης ταχύτητας απόκρισης, αναμένονται τα μέγιστα και τα ελάχιστα των συμβατικών μονάδων να συμπίπτουν με τα $P_i^{CAP}(t)$ και $P_i^{LIM}(t)$ αντίστοιχα.[26]

Η μέθοδος επίλυσης του προβλήματος της ένταξης μονάδων που χρησιμοποιήθηκε, όπως έχουμε προαναφέρει είναι με Λίστα Προτεραιότητας, με ορισμένες παραδοχές που έχουμε ορίσει και παρουσιάζονται στο παρακάτω υποκεφάλαιο.

8.2.6.1 Μέθοδος Λίστας Προτεραιότητας (priority list Method)

Αν και η αρχική ιδέα για τη δημιουργία της λίστας προτεραιότητας ήταν μόνο να δώσει έναν πρόχειρο τρόπο σχεδιασμού, παραμένει μία από τις βασικότερες μεθόδους αντιμετώπισης προβλημάτων ένταξης μονάδων, γιατί ελαττώνει πολύ τις διαστάσεις και την πολυπλοκότητα του προβλήματος, σε σχέση με άλλους πιο πολύπλοκους μηχανισμούς προγραμματισμού. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται πολλά χρόνια από τις Ηλεκτρικές Εταιρίες ειδικά σε τέτοιου είδους συστήματα τα οποία μελετούμε. Επίσης οι περισσότερες μακροπρόθεσμες μελέτες αλλά και οι μελέτες με μεθόδους της πιθανοτικής ανάλυσης χρησιμοποιούν αυτήν την μέθοδο ένταξης μονάδων.
Οι μονάδες κατατάσσονται σε μία λίστα προτεραιότητας ανάλογα με κάποια παράμετρο, συνήθως το λειτουργικό κόστος, και επιλέγονται με τη σειρά όσες απαιτούνται για την ικανοποίηση του φορτίου αλλά και των περιορισμών.
Τα βήματα για τον αλγόριθμο συνοψίζονται στα εξής:

1. Υπολογισμός της τιμής του κριτηρίου σύγκρισης για κάθε μία μονάδα.

Το κριτήριο σύγκρισης μπορεί να διαφέρει από εφαρμογή σε εφαρμογή. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται το κόστος καυσίμου της μονάδας υπολογισμένο σε κάποιο ποσοστό εξόδου της μονάδας ή στην πλήρη ισχύ της κάθε μονάδας.
Επίσης οι μονάδες βάσης οι οποίες θέλουμε να χρησιμοποιούνται για όλη την διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου π.χ ατμοστρόβιλοι πριμοδοτούνται στην λίστα προτεραιότητας, λαμβάνουν δηλαδή έναν συντελεστή μείωσης του κόστους ώστε να εντάσσονται συνεχώς και να επιλέγονται σε σχέση με τις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης όπου είναι εξίσου φθηνές μονάδες. Με παρόμοιο τρόπο, πριμοδοτούνται μονάδες οι οποίες επιλέχθηκαν να λειτουργήσουν το προηγούμενο χρονικό διάστημα κι επιθυμούμε να λειτουργήσουν και το επόμενο.

2. Ταξινόμηση των μονάδων σε αύξουσα σειρά βασιζόμενη στις παραπάνω υπολογιζόμενες τιμές.

Επειδή η τιμή του κριτηρίου είναι ανεξάρτητη του χρόνου τότε η ταξινόμηση αυτή πραγματοποιείται πριν την εκτέλεση του αλγορίθμου της βελτιστοποίησης, οπότε για κάθε ύψος φορτίου να μπορεί να χρησιμοποιηθεί συγκεκριμένος αριθμός και τύπος μονάδων.

3. Σταδιακή ένταξη των μονάδων ώστε να ικανοποιείται τόσο το φορτίο όσο και η απαίτηση της στρεφόμενης εφεδρείας. Δηλαδή το φορτίο που καθορίζει η μεταβλητή *Ld2Units(t).*

Στα συστήματα τα οποία εξετάζονται στην παρούσα εργασία, υπάρχει ο κίνδυνος να μην ικανοποιείται η συνθήκη των τεχνικών ελαχίστων των μονάδων. Μετά την ένταξη κάποιας μονάδας, το μέγιστο φορτίο προς ικανοποίηση από τις υπόλοιπες μονάδες είναι η διαφορά του ελάχιστου αναμενόμενου φορτίου για την τρέχουσα χρονική στιγμή μείον το άθροισμα των τεχνικών ελαχίστων των μονάδων που εντάχθηκαν. Πιο συγκεκριμένα σε κάθε χρονική στιγμή θα πρέπει να ελέγχεται αν έχοντας ενταχθεί k μονάδες επαληθεύεται η παρακάτω συνθήκη πριν από την ένταξη της k+1-οστής μονάδας.

$$\mathrm{Pl(t)-down_res(t)}-\sum_{i=1}^{k}P_i^{min}\le P_{k+1}^{min} \qquad 8\text{-}17$$

Αν επαληθεύεται αυτή η συνθήκη τότε η συγκεκριμένη k+1 μονάδα δεν μπορεί να επιλεγεί ως η επόμενη προς ένταξη μονάδα διότι παραβιάζεται κάποιο από τα τεχνικά ελάχιστα των μονάδων, άρα θα πρέπει να επιλεγεί κάποια μονάδα με μικρότερο τεχνικό ελάχιστο με την οποία να μην ικανοποιείται η συνθήκη, διαφορετικά θα πρέπει , αν είναι εφικτό, να αποκοπεί παραγωγή από μονάδες ΑΠΕ.

Στην περίπτωση όπου έχουν ενταχθεί k μονάδες και υπάρχει κάποια μονάδα m από τις διαθέσιμες και μη ενταγμένες για την οποία ισχύει

$$\mathrm{Pl(t)-down_res(t)}-\sum_{i=1}^{k}P_i^{min}\le P_m^{MAX} \qquad 8\text{-}18$$

τότε η μονάδα αυτή m δε θα μπορεί να λειτουργήσει σε πλήρη ισχύ για να αποφευχθεί παραβίαση του τεχνικού ελαχίστου κάποιας από τις ήδη ενταγμένες μονάδες. Επομένως ως τιμή σύγκρισης δε θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκείνη που αντιστοιχεί στο μέγιστο της ισχύος της συγκεκριμένης μονάδας αλλά η μέγιστη η οποία μπορεί με ασφάλεια να επιτευχθεί από την συγκεκριμένη μονάδα χωρίς να παραβιαστούν τα τεχνικά ελάχιστα των υπολοίπων μονάδων.
Είναι λοιπόν ασφαλέστερο κριτήριο , εκτός από την ανά διάστημα ανανέωση των τιμών των κριτηρίων της κατάταξης, να δίνεται η δυνατότητα ανανέωσης της τιμής μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα ώστε να αποφεύγονται τέτοιου είδους παράδοξα.

- Γενικά στις προσομοιώσεις ορίζει ο χρήστης των αριθμό των μονάδων βάσης οι οποίες θα πρέπει να ενταχθούν στο σύστημα. Επίσης οι μονάδες βάσης που πρέπει να ενταχθούν στο σύστημα ανάλογα με τη διαθεσιμότητα τους πριμοδοτούνται με ένα συντελεστή βάρους στην λίστα προτεραιότητας. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζουμε ότι όλες οι μονάδες βάσης που είναι διαθέσιμες θα προηγηθούν στη Λίστα. Συγκεκριμένα οι μονάδες βάσης που πριμοδοτούνται στην λίστα προτεραιότητας είναι όλες οι ατμομονάδες και οι Συνδυασμένοι Κύκλοι του συστήματος το οποίο εξετάζεται.

8.2.7 Οικονομική Κατανομή μονάδων (*economic dispatch*).

Σε αυτήν την περίπτωση πρέπει να καθοριστεί το σημείο λειτουργίας κάθε μίας από τις k μονάδες οι οποίες εντάχθηκαν μετά από την επίλυση του προβλήματος το οποίο διατυπώθηκε στο υποκεφάλαιο 8.2.6 με ταυτόχρονη ικανοποίηση κάποιων των τεχνικών περιορισμών των μονάδων και λειτουργικών περιορισμών του δικτύου.
Το σύνολο των μονάδων αυτών ορίζεται ως $IN(t) = \{i \in N \wedge u_{i,t} = 1\}$
Το πρόβλημα αυτό της οικονομικής κατανομής είναι γνωστό στη διεθνή βιβλιογραφία με τον όρο Economic Dispatch.[27] Ο στόχος είναι να βρεθεί εκείνο το ύψος παραγωγής της κάθε μονάδας το οποίο ελαχιστοποιεί το κόστος παραγωγής του συστήματος σύμφωνα με τους περιορισμούς του συστήματος Οι μέθοδοι επίλυσης αυτού του προβλήματος βελτιστοποίησης είναι με Ευρετικές μεθόδους, Μαθηματικές μεθόδοι-γραμμικός και τετραγωνικός προγραμματισμός και μεθόδοι τεχνητής νοημοσύνης.[28,29,30]
Ο αλγόριθμος επίλυσης που χρησιμοποιήθηκε στη προκειμένη περίπτωση είναι με Σειριακό Τετραγωνικό Προγραμματισμό **(Sequential Quadratic Programming)** όπου εγγυάται το βέλτιστο σημείο λειτουργίας για κυρτές συναρτήσεις, και αναλύεται στο υποκεφάλαιο 8.2.7.1.

Η μαθηματική του διατύπωση έχει ως εξής :
Να ελαχιστοποιηθεί το λειτουργικό κόστος του δικτύου για κάθε χρονικό διάστημα t από τα συνολικά T για τα οποία υπάρχει πρόγραμμα ένταξης μονάδων. Δηλαδή
Min(OC),
όπου

$$OC(t) = \sum_{j \in IN(t)} FC(Pg_j(t)) \qquad 8\text{-}19$$

όπου μία τυπική καμπύλη κόστους για μία θερμική μονάδα δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$FC(Pg_j(t)) = a_j \cdot (Pg_j(t))^2 + b_j \cdot Pg_j(t) + c_j \qquad 8\text{-}20$$

όπου οι συντελεστές a_j,b_j και c_j είναι κατάλληλα ορισμένοι συντελεστές ώστε να δίνουν το κόστος παραγωγής σε χρηματικές μονάδες /ανά χρονικό διάστημα.
Οι τεχνικοί και λειτουργικοί περιορισμοί είναι οι παρακάτω :

1. Το ισοζύγιο ενεργού ισχύος στο δίκτυο, η οποία περιλαμβάνει και το τυχόν αποκοπτόμενο φορτίο.

$$\sum_{j \in IN(t)} Pg_j(t) = Pl(t) + RES_rej(t) \qquad 8\text{-}21$$

2. Τα όρια φόρτισης των μονάδων δηλαδή το τεχνικό μέγιστο και το τεχνικό ελάχιστο της κάθε μονάδας.

$$P_i^{\min} \le Pg_i(t) \le P_i^{MAX} \qquad 8\text{-}22$$

3. Η ικανοποίηση περιορισμών όπως ο ρυθμός ανάληψης φορτίου με βάση τις εξισώσεις 8-15 και 8-16.

Το σημείο λειτουργίας των ΑΠΕ θα είναι μετά από αυτήν την διαδικασία εφ' όσον χρησιμοποιούμε FIM ως εξής :

RES_prod(t)=RES_prod(t)-RES_rej(t) 8-23

Εάν οι μονάδες ΑΠΕ δεν θεωρούνται μονίμως ενταγμένες τότε η παραγωγή τους θα προκύπτει από την επίλυση του προβλήματος της ένταξης μονάδων και της οικονομικής κατανομής.

Εναλλακτική μέθοδος επίλυσης είναι η μέθοδος τεχνητής Νοημοσύνης.[31]

8.2.7.1 Σειριακό Τετραγωνικό Προγραμματισμό (Sequential Quadratic Programming)

Ο αλγόριθμος του Σειριακού Τετραγωνικού προγραμματισμού είναι μία γενίκευση της μεθόδου Newton για μη περιορισμένα προβλήματα βελτιστοποίησης καθώς βρίσκει ένα βήμα μακρύτερα από το τρέχον σημείο ελαχιστοποιώντας ένα τετραγωνικό μοντέλο του προβλήματος. Δηλαδή η αντικειμενική συνάρτηση προσεγγίζεται με την παρακάτω τετραγωνική μορφή :

$$q_k(d) = \nabla f(x_k)^T \cdot d + \frac{1}{2} \cdot \nabla_{xx}^2 \cdot L(x_k, \lambda_k) \cdot d \qquad 8\text{-}24$$

και αντικαθιστά τις συναρτήσεις περιορισμών με γραμμικές προσεγγίσεις- στην περίπτωση του προβλήματος που εξετάζουμε οι περιορισμοί είναι γραμμικοί και η μορφοποίηση του προβλήματος θα είναι :

$$\min\left\{ f(x) : c_i(x) \le 0, i \in I, c_i(x) = 0, i \in E \right\} \qquad 8\text{-}25$$

Το βήμα d_k υπολογίζεται λύνοντας το τετραγωνικό υποπρόγραμμα :

$$\min\left\{ q_k(d) : c_i(x) + \nabla c_i(x_k)^T \cdot d \le 0, i \in I, c_i(x) + \nabla c_i(x_k)^T \cdot d = 0, i \in E \right\} \qquad 8\text{-}26$$

Οι ιδιότητες τοπικής σύγκλισης του σειριακού τετραγωνικού προγραμματισμού είναι κατανοητές όταν το ζεύγος τιμών (x*, λ*) ικανοποιεί τις ικανές συνθήκες δευτέρας τάξεως. Εάν το αρχικό σημείο x_0 είναι αρκετά κοντά στο x* και οι εκτιμητές του πολλαπλασιαστή Lagrange παραμένουν αρκετά κοντά στο λ*, τότε η ακολουθία που δημιουργείται θέτοντας $x_{k+1} = x_k + d_k$ συγκλίνει στο x* με τετραγωνικό ρυθμό. Σε διαφορετική περίπτωση δε μπορούν να ληφθούν τέτοια συμπεράσματα. Οι εκτιμητές των πολλαπλασιαστών Lagrange είναι αναγκαίοι για να ορίσουν το δευτεροβάθμιο όρο της συνάρτησης q_k είναι δυνατόν να βρεθούν είτε λύνοντας ένα βοηθητικό πρόγραμμα είτε χρησιμοποιώντας τους βέλτιστους εκτιμητές για το τετραγωνικό πρόγραμμα όπως αυτοί προκύπτουν

από την αμέσως προηγούμενη επανάληψη. Αν και η πρώτη μέθοδος δίνει ακριβέστερες εκτιμήσεις εντούτοις η απλότητα της άλλης είναι ελκυστικότερη για τους περισσότερους κώδικες.

Ο σειριακός Τετραγωνικός Προγραμματισμός που περιγράφηκε παραπάνω απαιτεί τον υπολογισμό της παράστασης $\nabla^2_{xx} L(x_k, \lambda_k)$. Οι περισσότεροι κώδικες που εφαρμόζονται αντικαθιστούν αυτή τη μήτρα με την προσέγγιση BROYDEN-FLETCHER-GOLDFRAB-SHANNO (BFGS), B_k , η οποία ενημερώνεται σε κάθε επανάληψη. Μια προφανής στρατηγική ,συνεπής με τη μέθοδο BFGS όπως χρησιμοποιείται στα προβλήματα χωρίς περιορισμούς , θα είναι να οριστούν οι παραστάσεις :

$$s_k = x_{k+1} - x_k, \quad y_k = \nabla_x L(x_{k+1}, \lambda_k) - \nabla_x L(x_k, \lambda_k) \qquad 8\text{-}27$$

και να τροποποιηθεί η μήτρα B_k χρησιμοποιώντας τον τύπο της μεθόδου BFGS δηλαδή:

$$B_{k+1} = B_k - \frac{B_k \cdot s_k \cdot s_k^T \cdot B_k}{s_k^T \cdot B_k \cdot s_k} + \frac{y_k \cdot y_k^T}{y_k^T \cdot s_k} \qquad 8\text{-}28$$

Με τον τρόπο αυτό όμως δεν εξασφαλίζεται ένα πλεονέκτημα της μεθόδου BFGS ότι δηλαδή ο πίνακας B_k θα διατηρείται θετικά ορισμένος καθώς η παράσταση $\nabla^2_{xx} L(x_k, \lambda_k)$ είναι συνήθως θετικά ορισμένη μόνο σε ένα υπό-διάστημα. Για να αμβλυνθεί αυτό το πρόβλημα τροποποιείται η μήτρα y_k . Οποτεδήποτε το γινόμενο $y_k^T \cdot s_k$ δεν είναι επαρκώς θετικά ορισμένη η μήτρα y_k τροποποιείται ώστε να γίνει :

$$y_k \leftarrow y_k \theta_k + (1 - \theta_k) B_k \cdot s_k \qquad 8\text{-}29$$

όπου $\theta_k \in [0,1)$ είναι ο αριθμός πλησιέστερα στο 1 τέτοιος ώστε $y_k^T s_k \geq \sigma s_k^T B_k s_k$ για κάποιο $\sigma \in [0,1)$. Ο λόγος που επιλέγεται το πλησιέστερο θ_k ως προς τη μονάδα είναι για να μην μεταβάλλεται πολύ η μήτρα y_k

Οι ιδιότητες σύγκλισης του βασικού αλγορίθμου Σειριακού Τετραγωνικού Προγραμματισμού μπορεί να βελτιωθεί χρησιμοποιώντας γραμμική αναζήτηση. Η επιλογή της απόστασης για τη μετακίνηση προς την κατεύθυνση που παράγεται από το υπό-πρόβλημα δεν είναι τόσο σαφής όπως στην περίπτωση του προβλήματος χωρίς περιορισμούς όπου απλά επιλέγεται ένα βήμα μεγέθους το οποίο ελαχιστοποιεί τη συνάρτηση f προς την κατεύθυνση αναζήτησης. Για προβλήματα με περιορισμούς σε κάθε επανάληψη θα ήταν επιθυμητή όχι μόνο η μείωση της τιμής της f αλλά και η κατά το δυνατόν καλύτερη προσέγγιση των περιορισμών. Επειδή αυτοί οι δύο στόχοι συχνά αντιτίθενται ο ένας του άλλου είναι απαραίτητο να λαμβάνεται υπ όψιν η σχετική συνεισφορά του κάθε ενός και να καθοριστεί μία συνάρτηση ποινής οι οποία θα αποφασίζει ποιο από τα επιλεγόμενα σημεία προσεγγίζει καλύτερα την f αλλά και τους περιορισμούς. Μια τέτοιας μορφής συνάρτηση είναι η παρακάτω:

$$P_1(x, \nu) = f(x) + \sum_{i \in E} \nu_i |c_i(x)| + \sum_{i \in I} \nu_i \max(c_i(x), 0) \qquad 8\text{-}30$$

όπου $\nu_i > 0$ είναι κατάλληλοι συντελεστές ποινής

8.2.7.1.1 Διαδικασία επίλυσης του Αλγορίθμου Σειριακού τετραγωνικού προγραμματισμού.

Για το πρόβλημα της οικονομικής κατανομή το οποίο δίνεται σύμφωνα με την παρακάτω διατύπωση:

Να βρεθεί το διάνυσμα X το οποίο ελαχιστοποιεί τη συνάρτηση :

$$Q = \nabla f^T \Delta X + \frac{1}{2} \Delta X^T \left[\nabla^2 L\right] \Delta X \qquad 8\text{-}31$$

Υπό τους περιορισμούς :

$$g_j + \nabla g\, h_j^T \Delta X \le 0 \quad j = 1,2,...,m \qquad 8\text{-}32$$

$$h_k + \nabla h_k^T \Delta X = 0 \quad k = 1,2,...,p \qquad 8\text{-}33$$

με τη συνάρτηση Lagrange να δίνεται από τη σχέση :

$$\tilde{L} = f(X) + \sum_{j=1}^{m} \lambda_j h_k(X) + \sum_{\kappa=1}^{p} \lambda_{m+k} h_k(X) \qquad 8\text{-}34$$

η διαδικασία επίλυσης που ακολουθείται είναι η παρακάτω :

<u>Α. Εύρεση της κατεύθυνσης αναζήτησης</u>

Το διάνυσμα ΔX αντιμετωπίζεται σαν ένα διάνυσμα κατεύθυνσης S το οποίο αποτελεί πλέον το διάνυσμα το οποίο πρέπει πλέον να υπολογιστεί. Έτσι το πρόβλημα βελτιστοποίησης το οποίο περιγράφηκε παραπάνω θα τροποποιηθεί σε :

Να βρεθεί το διάνυσμα S το οποίο βελτιστοποιεί τη συνάρτηση :

$$Q(S) = \nabla f(X)^T S + \frac{1}{2} S^T \left[\nabla^2 L\right] S \qquad 8\text{-}35$$

Υπό τους περιορισμούς :

$$\beta_j g_j(X) + \nabla g_j(X)^T S \le 0, \qquad j = 1,2,...,m \qquad 8\text{-}36$$

$$\bar{\beta} h_k(X) + \nabla h_k(X)^T S = 0, \quad k = 1,2,...,p \qquad 8\text{-}37$$

όπου [H] είναι ένας θετικά ορισμένος πίνακας ο οποίος λαμβάνεται αρχικά ως ο μοναδιαίος πίνακας [I] και ενημερώνεται σε κάθε επανάληψη ώστε να συγκλίνει στον πίνακα Hess της εξίσωσης Lagrange ενώ οι τελεστές β_j και $\bar{\beta}$ είναι σταθερές που χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν ότι οι περιορισμοί δεν αποκόπτουν το εφικτό χώρο λύσεων εντελώς. Τυπικές τιμές αυτών των σταθερών θα είναι :

$$\bar{\beta} \approx 0.9; \qquad \beta_j = \begin{Bmatrix} 1 \text{ εάν } g_j(X) \le 0 \\ \bar{\beta} \text{ εάν } g_j(X) \ge 0 \end{Bmatrix} \qquad 8\text{-}38$$

Το υπό- πρόβλημα 8-36 υπό τους περιορισμούς 8-37 είναι απλό πρόβλημα τετραγωνικού προγραμματισμού και επιλύεται με έναν απλό κώδικα τέτοιου είδους.

<u>Β. Υπολογισμός Πολλαπλασιαστών Lagrange</u>

Επειδή οι πολλαπλασιαστές Lagrange είναι απαραίτητοι για την εξίσωση περιορισμών του προβλήματος 8-37 μπορούν να υπολογιστούν χρησιμοποιώντας την παρακάτω εξίσωση $\lambda = (G^{\mathrm{T}} G)^{-1} G^{\mathrm{T}} F$ όπου G είναι η πρώτη παράγωγος του σετ των ενεργών περιορισμών j , $\left(\frac{\partial g_j}{\partial x_i}\right)$ και F η πρώτη παράγωγος της αντικειμενικής συνάρτησης $\left(-\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)$. Ένας περιορισμός g_j, θεωρείται ότι είναι ενεργός στο σημείο X όταν ικανοποιείται η σχέση $\left|g_j(X)\right| \le \varepsilon$ όπου ε μία πολύ μικρή τιμή της τάξης 10^{-2} έως 10^{-6}.

Γ. Ενημέρωση του διανύσματος X

Μετά την εύρεση της κατεύθυνσης αναζήτησης το διάνυσμα X ενημερώνεται ως εξής :

$$X_{j+1} = X_j + \alpha^* \cdot S \qquad 8\text{-}39$$

όπου α* είναι το βέλτιστο βήμα μετακίνησης κατά την κατεύθυνση S το οποίο υπολογίζεται ελαχιστοποιώντας την παρακάτω συνάρτηση :

$$\phi = f(X) + \sum_{j=1}^{m} \lambda_j (\max[0, g_j(X)]) + \sum_{\kappa=1}^{p} \lambda_{m+k} \left|h_k(\mathrm{X})\right| \qquad 8\text{-}40$$

Όπου

$$\lambda_j = \begin{cases} \left|\lambda_j\right|, \mathrm{j} = 1,2,\ldots \mathrm{m+p} \ \textit{στην πρώτη επανάληψη} \\ \max\left\{\left|\lambda_j\right|, \frac{1}{2}(\lambda_j, \left|\lambda_j\right|)\right\} \textit{στις επόμενες επαναλήψεις} \end{cases} \qquad 8\text{-}41$$

όπου $\tilde{\lambda}_j = \lambda_j$ της προηγούμενης επανάληψης το μονοδιάστατο μήκος βήματος α* μπορεί να υπολογιστεί με τη μέθοδο Quasi-Newton.

Δ. Τροποποίηση πίνακα Hess

Αφού στο προηγούμενο βήμα έχει ενημερωθεί το X_{j+1} για την επόμενη επανάληψη θα πρέπει να ενημερωθεί ο πίνακας Hess [H] για να βελτιωθεί η τετραγωνική προσέγγιση της 8-35.

Γι' αυτό το σκοπό χρησιμοποιείται ένας τροποποιημένος τύπος της μεθόδου BFGS ο οποίος είναι :

$$[\mathrm{H}_{i+1}] = [\mathrm{H}_i] - \frac{[\mathrm{H}_i] P_i P_i^T [H_i]}{P_i^T [H_i] P_i} + \frac{\gamma \gamma^{\mathrm{T}}}{P_i^T P_i} \qquad 8\text{-}42$$

$$P_i = X_{k+1} - X_k \qquad 8\text{-}43$$

$$\gamma = \theta Q_i + (1-\theta)[\mathrm{H}_i] P_i \qquad 8\text{-}44$$

$$Q_i = \nabla_{\mathrm{x}} \tilde{L}(x_{i+1}, \lambda_i) - \nabla_{\mathrm{x}} \tilde{L}(x_i, \lambda_i) \qquad 8\text{-}45$$

$$\theta = \begin{cases} 1.0 \ \text{εάν} \ P_i^T Q_i \ge 0.2 P_i^T [H_i] P_i \\ \frac{0.8 P_i^T [H_i] P_i}{P_i^T [H_i] P_i - P_i^T Q_i} \ \text{εάν} \ P_i^T Q_i \ge 0.2 P_i^T [H_i] P_i \end{cases} \qquad 8\text{-}46$$

8.2.8 Υπολογισμός και Εξαγωγή Αποτελεσμάτων

Στο τέλος κάθε υλοποίησης γίνεται υπολογισμός των αποτελεσμάτων εξόδου. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων αποθηκεύονται σε αρχεία τύπου .txt για τη δυνατότητα περαιτέρω αναλύσεων.
Υπολογίζονται και αποθηκεύονται:

- Το συνολικό κόστος των θερμικών μονάδων του συστήματος που προσομοιώθηκε.
- Η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και diesel των θερμικών μονάδων σε Kg.
- Η παραγωγή των θερμικών μονάδων ανά σταθμό παραγωγής σε MWh.
- Η παραγωγή ανά τύπο θερμικής μονάδας(π.χ ατμομονάδες, αεριοστρόβιλοι.) σε MWh.
- Η παραγωγή των ΑΠΕ (Α/Π και Φ/Β) σε MWh.
- Η συνολική παραγωγή μαζί με την παραγωγή των ΑΠΕ (Φ/Β και Α/Π) σε MWh.
- Στην προσομοίωση του Ενιαίου Σ.Η.Ε υπολογίζεται και αποθηκεύεται η ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ των δύο συστημάτων.(Από την συνολική παραγωγή κάθε συστήματος αφαιρείται η ζήτησή του)

Επίσης αποθηκεύονται στοιχεία όπως:

- Η ωριαία αποκοπή ΑΠΕ σε MWh αλλά και η μέγιστη ανά μήνα σε MW.
- Πόσες ώρες έχουν τεθεί σε λειτουργία οι θερμικές μονάδες.
- Η ωριαία εφεδρεία στο σύστημα σε MWh.

Με βάση αυτά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται και αναλύονται οι συγκρίσεις των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε με το Ενιαίο Σ.Η.Ε που δημιουργήται από τη διασύνδεση.

9. Προσομοιώσεις - Αποτελέσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων που πραγματοποιήθηκαν με βάση τον αλγόριθμο που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο8, τα οποία αφορούν τόσο το Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης σαν δύο Αυτόνομα Συστήματα όσο και το Ενιαίο Σύστημα που δημιουργήθηκε λόγω της διασύνδεσης.

9.1 Προσομοιώσεις – Αποτελέσματα για το Σ.Η.Ε Κύπρου

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από τις προσομοιώσεις για το Σ.Η.Ε της Κύπρου με βάση τα δεδομένα που λήφθηκαν από την ΑΗΚ και το Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς Κύπρου.

9.1.1 Παραγωγή θερμικών μονάδων και ΑΠΕ

Ο Πίνακας 9.1-1 παρουσιάζει τη διαθεσιμότητα των θερμικών μονάδων του Σ.Η.Ε της Κύπρου ανά μήνα, όπως έχουν υλοποιηθεί στον κώδικα προσομοίωσης. Για την εξαγωγή του πίνακα αυτού ελήφθη υπόψιν το πρόγραμμα συντήρησης των μονάδων καθώς και το γεγονός της σχεδιαζόμενης σταδιακής αποξήλωσης του ΑΗΣ της Μονής. Μετά την πλήρη επαναλειτουργία του ΑΗΣ στο Βασιλικό, θα τεθούν εκτός λειτουργίας οι παλιές ατμοηλεκτρικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρισμού στη Μονή και τη Δεκέλεια. Γι'αυτό το λόγω στις προσομοιώσεις τέθηκαν εκτός 5 ατμομονάδες του ΑΗΣ Μονής.[32]

Πίνακας 9.1-1: : Διαθεσιμότητα των θερμικών μονάδων του Σ.Η.Ε της Κύπρου για το έτος 2010

ΜΗΝΑΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ		1 Σ.Κ ΒΑΣ	1 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ			1 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΒΑΣ
ΜΑΡΤΙΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	1 ΑΕΡ ΜΟΝΗΣ		1 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΒΑΣ
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	1 ΑΕΡ ΜΟΝΗΣ	1 Σ.Κ ΒΑΣ	1 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΒΑΣ
ΜΑΙΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ			1 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΒΑΣ
ΙΟΥΝΙΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ			1 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	
ΙΟΥΛΙΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ					
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ					
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ				1 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	1 ΑΕΡ ΜΟΝΗΣ		1 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΒΑΣ
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ	1 ΑΕΡ ΜΟΝΗΣ		1 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΒΑΣ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	5 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ		1 Σ.Κ ΒΑΣ	1 ΑΤΜ ΜΟΝΗΣ	1 ΑΤΜ ΒΑΣ

Για τον υπολογισμό της παραγωγής από ΑΠΕ έγιναν οι εξής παραδοχές όπου και εφαρμόστηκαν στις προσομοιώσεις:

Παραδοχή 1:Λόγω δυσκολίας στην εύρεση της πραγματικής ωριαίας παραγωγής των Φωτοβολταϊκών της Κύπρου με σκοπό να χρησιμοποιηθεί στην προσομοίωση χρησιμοποιήθηκε η ωριαία παραγωγή των Φωτοβολταϊκών της Κρήτης. Η εγκατεστημένη ισχύς των Φωτοβολταϊκών στην Κύπρο το 2010 ήταν 5,5 MW ενώ το 2012 16,5 MW. Παρατηρείται αύξηση των 11 MW. Στην Κρήτη η εγκατεστημένη ισχύς των Φωτοβολταϊκών το 2010 ήταν 30 MW ενώ το 2012 71 MW με αύξηση 41 MW. Οπότε με την επιπλέον αύξηση της εγκατεστημένης ισχύς, για την ωριαία παραγωγή της Κύπρου διαιρέθηκε η κάθε ωριαία παραγωγή της Κρήτης διά τέσσερα όπως και χρησιμοποιήθηκε στις προσομοιώσεις.

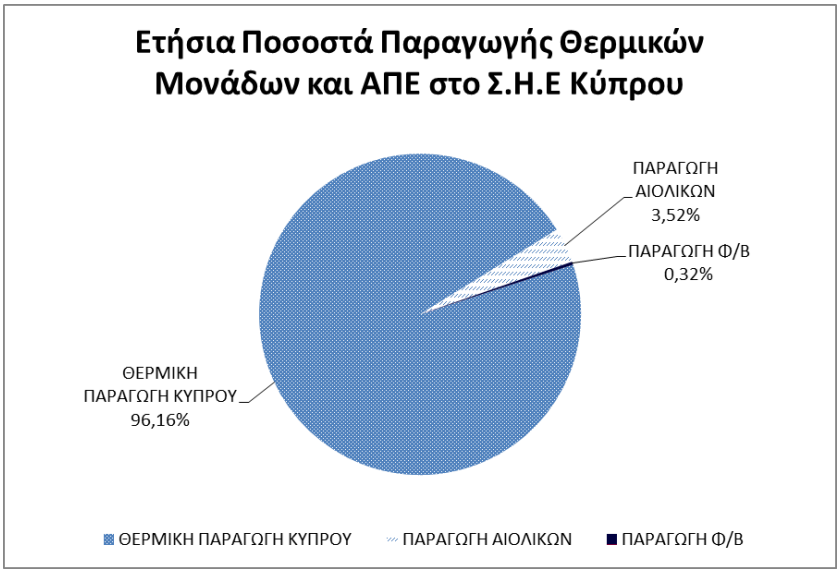
Παραδοχή 2:Για την αιολική παραγωγή χρησιμοποιήθηκε η ωριαία παραγωγή για το έτος 2012 όπου ήταν σε λειτουργία και τα πέντε Αιολικά πάρκα της Κύπρου. Η εγκατεστημένη ισχύς για το έτος 2012 είναι 146.7 MW. Οπότε για την πραγματική παραγωγή των αιολικών πολλαπλασιάστηκε η ωριαία παραγωγή ανά μήνα με 146,7 MW και διαιρέθηκε με την εγκατεστημένη ισχύ του αντίστοιχου μήνα.

Ο Πίνακας 9.1-2 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της προσομοίωσης σχετικά με την παραγωγή ανά μήνα τόσο των θερμικών μονάδων όσο και των ΑΠΕ που αφορούν το Σ.Η.Ε της Κύπρου.

Πίνακας 9.1-2: Παραγωγή των θερμικών μονάδων και ΑΠΕ του Σ.Η.Ε της Κύπρου για το έτος 2010

ΜΗΝΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΥΠΡΟΥ(MWh)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΥΠΡΟΥ(MWh)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ(MWh)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ Φ/Β(MWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΕ(MWh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	456.414,870	430.914,860	25.921,395	983,121	26.904,52
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	412.982,489	386.232,655	26.033,480	1.014,589	27.048,07
ΜΑΡΤΙΟΣ	393.817,780	374.216,820	19.708,348	1.350,658	21.059,01
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	351.200,310	336.813,430	13.553,542	1.578,560	15.132,10
ΜΑΙΟΣ	393.726,600	378.246,300	14.898,467	1.726,766	16.625,23
ΙΟΥΝΙΟΣ	454.444,340	443.337,600	10.139,736	1.835,865	11.975,60
ΙΟΥΛΙΟΣ	559.672,100	543.261,870	14.961,596	1.909,973	16.871,57
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	630.626,400	612.020,850	16.744,242	1.861,305	18.605,55
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	514.982,780	502.632,130	10.789,064	1.683,364	12.472,43
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	418.749,630	406.963,400	10.773,384	1.246,932	12.020,32
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	368.617,950	359.350,690	9.663,519	966,713	10.630,23
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	412.652,140	395.847,340	16.03,706	835,484	16.869,19
Σύνολο	**5.367,887 GWh**	**5.169,837 GWh**	**189,220 GWh**	**16,993 GWh**	**206,213 GWh**

Στο Γράφημα 9.1-1 παρουσιάζεται σε ποσοστά η ετήσια παραγωγή θερμικών μονάδων και ΑΠΕ.



Γράφημα 9.1-1: Ετήσια Ποσοστά Παραγωγής θερμικών μονάδων και ΑΠΕ στο Σ.Η.Ε Κύπρου

Στο Γράφημα 9.1-1 παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο οφείλεται στις θερμικές μονάδες. Επίσης το 3.5 % της παραγωγής οφείλεται στην παραγωγή των αιολικών πάρκων και ένα πολύ μικρό ποσοστό παραγωγής στα Φωτοβολταϊκά συστήματα του νησιού.

Στον πιο κάτω Πίνακα παρουσιάζεται ανά μήνα η μέγιστη θερμική των μονάδων του Σ.Η.Ε της Κύπρου όπως έχει προκύψει από τις προσομοιώσεις.

Πίνακας 9.1-3: Μέγιστη Θερμική Παραγωγή και Ζήτηση ανά Μήνα στο Σ.Η.Ε Κύπρου

ΜΗΝΑΣ	Μέγιστη Θερμική Παραγωγή (MW)	Μέγιστη Ζήτηση (MW)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	916,83	968,48
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	892,74	950,52
ΜΑΡΤΙΟΣ	718,62	787,48
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	655,15	682,62
ΜΑΙΟΣ	746,55	771,45
ΙΟΥΝΙΟΣ	928,86	957,14
ΙΟΥΛΙΟΣ	1004,80	1.026,11
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	1140,48	1.162,50
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	990,86	1.019,05
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	783,13	795,00
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	709,37	726,95
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	817,27	828,26
Μέγιστο	**1.140,48**	**1.162,50**

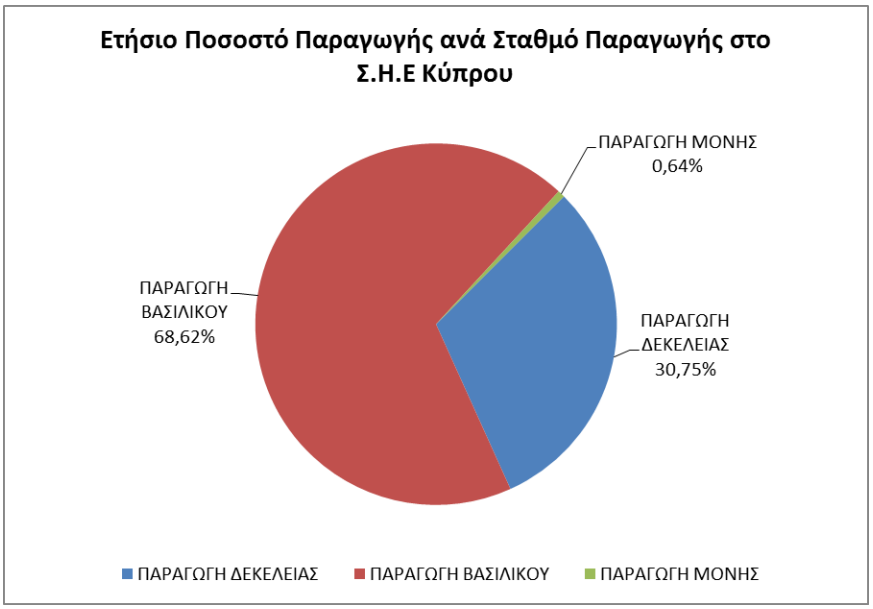
Η μεγαλύτερη θερμική παραγωγή παρατηρείται τον μήνα Αύγουστο και η μικρότερη τον μήνα Απρίλιο. Ο μήνας Αύγουστος όπως έχει προαναφερθεί και στο Υποκεφάλαιο , είναι ο μήνας με το μέγιστο φορτίο και την αιχμή του συστήματος. Ενώ ο μήνας Απρίλιος παρουσιάζει το χαμηλότερο φορτίο και την ελάχιστη αιχμή του έτους. Επίσης παρατηρείται και η συνεισφορά των ΑΠΕ στην αιχμή ανά μήνα. Στην αιχμή του έτους συμμετέχουν κατά περίπου 2%.

Πίνακας 9.1-4: Μέγιστη Θερμική παραγωγή ανά τύπο μονάδας ανά μήνα στο Σ.Η.Ε Κύπρου.

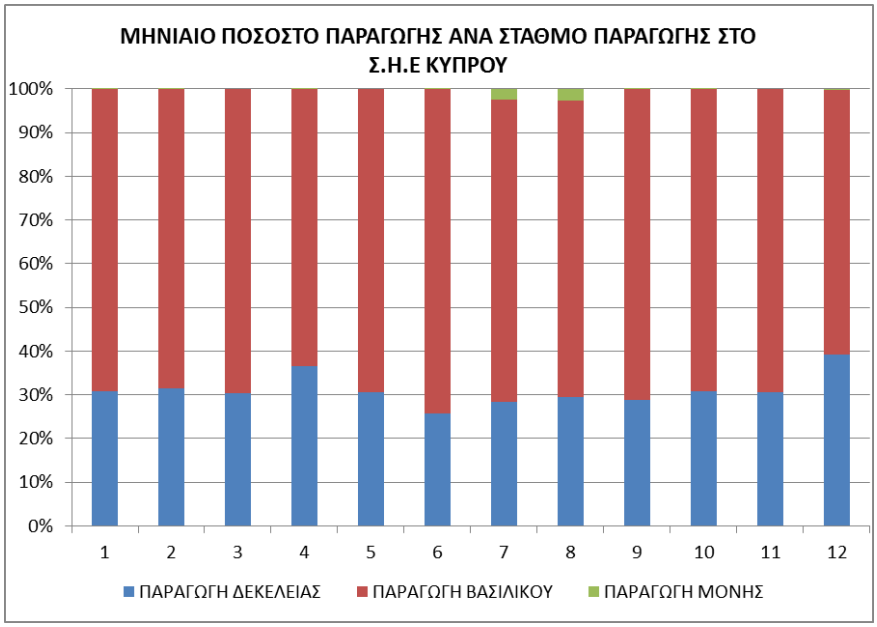
ΜΗΝΑΣ	Ατμοί Δεκέλειας	ΜΕΚ Δεκέλειας	Ατμοί Βασιλικού	Ατμοί Μονής	ΑΕΡ Μονής	Σ.Κ Βασιλικού
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	280,77	102,96	382,20	0,00	38,20	112,70
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	277,81	102,96	254,80	0,00	34,11	225,40
ΜΑΡΤΙΟΣ	179,10	101,48	254,80	0,00	0,00	225,40
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	182,17	102,96	254,80	0,00	4,00	112,70
ΜΑΙΟΣ	174,66	102,96	254,80	0,00	0,00	225,40
ΙΟΥΝΙΟΣ	210,30	102,96	382,20	0,00	8,00	225,40
ΙΟΥΛΙΟΣ	264,96	102,96	382,20	21,28	8,00	225,40
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	352,80	102,96	382,20	23,54	53,58	225,40
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	268,30	102,96	382,20	0,00	12,00	225,40
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	195,97	102,96	254,80	0,00	4,00	225,40
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	178,29	101,48	254,80	0,00	0,00	225,40
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	294,00	102,96	254,80	0,00	52,81	112,70
Μέγιστο	352,80	102,96	382,20	23,54	53,58	225,40

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι όλοι οι τύποι μονάδων του Σ.Η.Ε Κύπρου τερματίζουν την ισχύ τους εκτός από τους αεριοστρόβιλους του συστήματος.

Στο Γράφημα 9.1-2 παρουσιάζεται το ετήσιο ποσοστό παραγωγής ανά σταθμό παραγωγής και αντίστοιχα στο Γράφημα 9.1-3 το μηνιαίο ποσοστό παραγωγής ανά σταθμό παραγωγής.



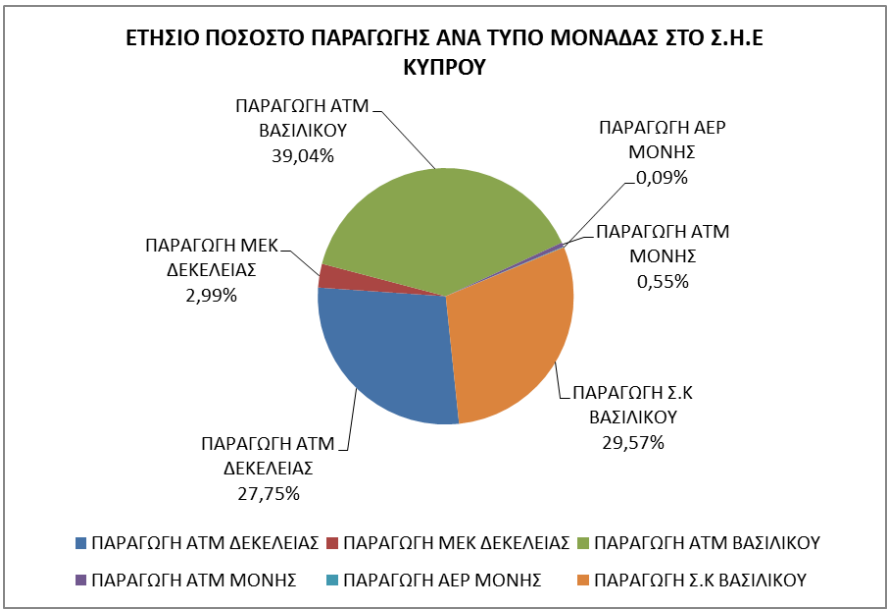
Γράφημα 9.1-2: Ετήσιο Ποσοστό Παραγωγής ανά σταθμό Παραγωγής στο Σ.Η.Ε Κύπρου



Γράφημα 9.1-3: Μηνιαίο Ποσοστό Παραγωγής ανά σταθμό Παραγωγής στο Σ.Η.Ε της Κύπρου

Στα πιο πάνω γραφήματα παρατηρείται ότι την μεγαλύτερη παραγωγή την παρουσιάζει ο σταθμός του Βασιλικού, και αυτό οφείλεται στο Συνδυασμένο Κύκλο που βρίσκεται στο σταθμό αλλά και στους τρείς μεγάλους Ατμοστρόβιλους των 130 MW όπου είναι οι οικονομικότερες μονάδες παραγωγής. Ο σταθμός της Μονής παρατηρείται ότι έχει μικρό ετήσιο ποσοστό παραγωγής για τον λόγο ότι έχουμε εκτός λειτουργίας σχεδόν όλο το χρόνο τις έξι ατμομονάδες του. Μόνο κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο βρίσκεται σε λειτουργία μία ατμομονάδα του Σταθμού. Οι Αεριοστρόβιλοι της Μονής τέθηκαν σε λειτουργία μερικές ώρες τις περιόδους υψηλής ζήτησης σε χειμώνα και καλοκαίρι. Αυτό συμβαίνει γιατί ο χρόνος ανταπόκρισης του αεριοστρόβιλου στην μεταβολή του φορτίου είναι της τάξης κάποιων λεπτών και ακολουθεί εύκολα τις διακυμάνσεις του φορτίου.

Στο Γράφημα 9.1-4 παρουσιάζεται το ετήσιο ποσοστό παραγωγής ανά τύπο μονάδας παραγωγής και το μηνιαίο ποσοστό παραγωγής ανά τύπο μονάδας παραγωγής.

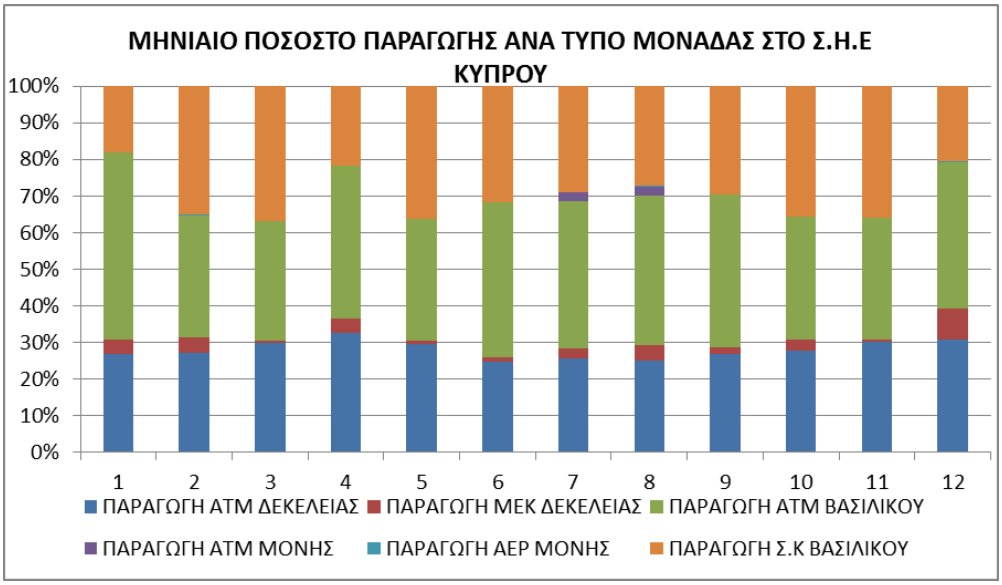


Γράφημα 9.1-4: Ετήσιο ποσοστό παραγωγής ανά τύπο μονάδας στο Σ.Η.Ε της Κύπρου

Στο πιο πάνω γράφημα παρατηρείται ότι οι μονάδες που έχουν το μεγαλύτερο ετήσιο ποσοστό παραγωγής είναι οι Ατμοί Βασιλικού, οι Ατμοί Δεκέλειας και ο Συνδυασμένος Κύκλος Βασιλικού. Αυτό οφείλεται στο ότι αυτές οι μονάδες είναι μονάδες βάσης στο σύστημα και είναι οι μεγαλύτερες μονάδες στο Σ.Η.Ε της Κύπρου. Επίσης φαίνεται ότι οι ΜΕΚ Δεκέλειας έχουν ένα μικρό ποσοστό παραγωγής της τάξης του 3%.

Ακόμα παρατηρείται ότι δεν έγινε σχεδόν καθόλου χρήση των αεροστρόβιλων της Μονής. Οι αεριοστρόβιλοι της Μονής τέθηκαν σε λειτουργία τις ώρες που το σύστημα ήταν υπερφορτισμένο και η ζήτηση ήταν αυξημένη. Δηλαδή τέθηκαν σε λειτουργία κάποιες ώρες κατά τους θερινούς και χειμερινούς μήνες, για να καλύψουν τη ζήτηση. Όπως έχουμε προαναφέρει αυτούς τους μήνες λόγω της θερμοκρασίας η ζήτηση είναι η μεγαλύτερη του έτους.

Στο Γράφημα 9.1-5 παρουσιάζεται το μηνιαίο ποσοστό παραγωγής ανά τύπο μονάδας του Σ.Η.Ε της Κύπρου.



Γράφημα 9.1-5: Μηνιαίο ποσοστό παραγωγής ανά τύπο μονάδας στο Σ.Η.Ε της Κύπρου

Στον πιο κάτω πίνακα παρουσιάζονται συνολικά ανά μήνα οι ώρες λειτουργίας των ΜΕΚ του ΑΗΣ Δεκέλειας και των αεριοστρόβιλων του ΑΗΣ Μονής.

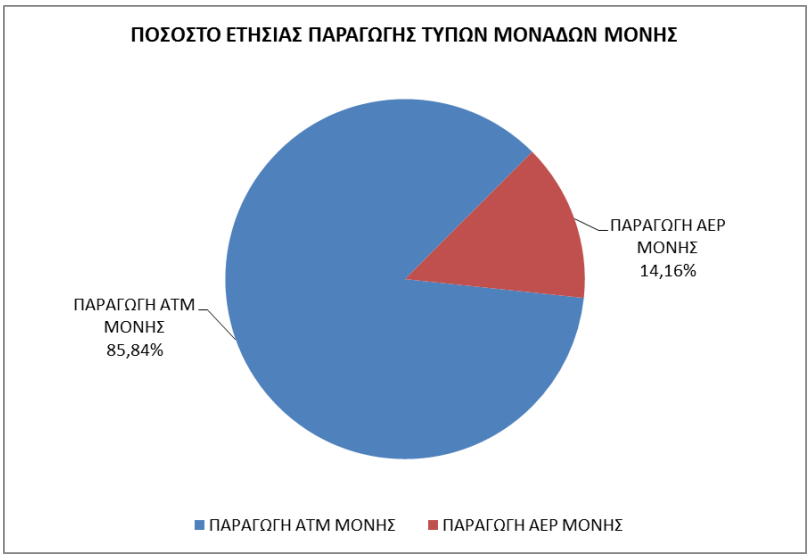
Πίνακας 9.1-5: Ώρες λειτουργίας των Μονάδων Ενδιάμεσου και Υψηλού φορτίου στο Σ.Η.Ε της Κύπρου

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΚ Δεκέλειας(ώρες)	ΑΕΡ Μονής(ώρες)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	203	68
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	199	65
ΜΑΡΤΙΟΣ	28	0
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	213	1
ΜΑΙΟΣ	58	0
ΙΟΥΝΙΟΣ	65	28
ΙΟΥΛΙΟΣ	173	31
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	307	144
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	142	4
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	181	9
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	34	0
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	398	144
Σύνολο	**2001**	**494**

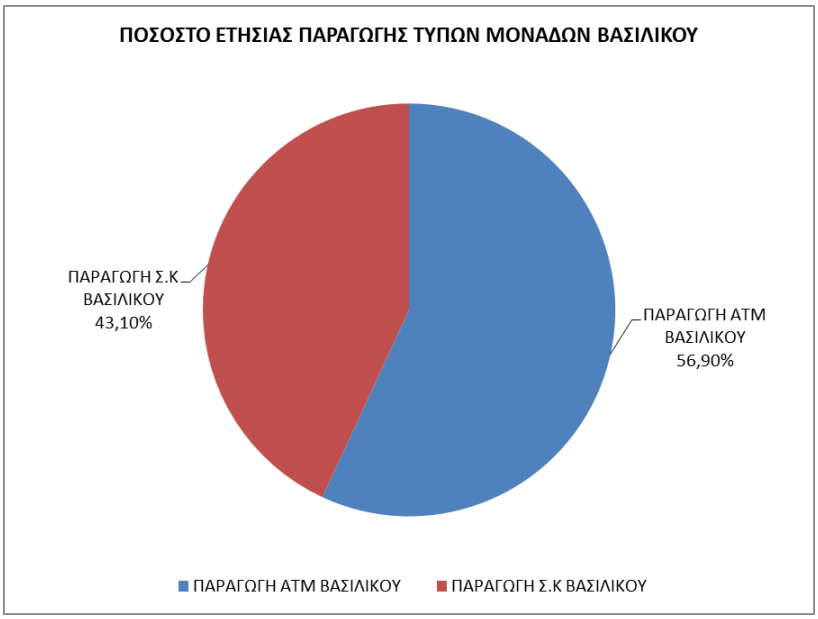
Στον Πίνακας 9.1-5 παρατηρείται ότι τον Αύγουστο και τον Δεκέμβριο οι αεριοστροβιλικές μονάδες του ΑΗΣ της Μονής παρουσιάζουν τις περισσότερες ώρες λειτουργίας. Αυτό οφείλεται στο ότι είναι μήνες υψηλού φορτίου και επίσης τον μήνα Αύγουστο παρουσιάζεται η αιχμή του έτους. Το μήνα Δεκέμβριο βρίσκονταν σε συντήρηση οι περισσότερες μονάδες Βάσης, οπότε χρησιμοποιήθηκαν περισσότερες ώρες οι αεριοστρόβιλοι του συστήματος. Τους μήνες όπου το φορτίο είναι χαμηλό παρατηρείται ότι οι ώρες λειτουργίας των Αεριοστρόβιλων είναι χαμηλές. Γενικά οι ένταξη των αεροστροβίλων στο σύστημα παρουσιάζεται σε κάποιες ώρες του μήνα όπου η ζήτηση είναι αυξημένη.

Στα πιο κάτω γραφήματα παρουσιάζεται το ετήσιο ποσοστό παραγωγής ανά τύπο μονάδας σε κάθε ένα σταθμό παραγωγής.

Γράφημα 9.1-6: Ποσοστό ετήσιας παραγωγής τύπων μονάδων Δεκέλειας



Γράφημα 9.1-7 Ποσοστό ετήσιας παραγωγής τύπων μονάδων Μονής



Γράφημα 9.1-8 Ποσοστό ετήσιας παραγωγής τύπων μονάδων Βασιλικού

9.1.2 Αποκοπή και πραγματική Διείσδυση ΑΠΕ

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν την αποκοπή της παραγωγής των ΑΠΕ από το σύστημα καθώς και τη πραγματική διείσδυση τους Σ.Η.Ε της Κύπρου. Γενικά υπάρχει το ενδεχόμενο η παραγωγή από ΑΠΕ να υπερβαίνει τη ζήτηση, οπότε θα πρέπει να αποκοπεί μέρος της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ μειώνοντας έτσι τα έσοδα για τον επενδυτή σε ΑΠΕ. Αν το σύστημα δεν μπορεί να απορροφήσει την παραγωγή Α.Π.Ε. χωρίς να παραβιαστούν τα τεχνικά ελάχιστα των ενταγμένων μονάδων πρέπει να περιοριστεί η παραγωγή Α.Π.Ε. Περαιτέρω ανάπτυξη παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 8.

Πίνακας 9.1-6: Μηνιαία Αποκοπή παραγωγής και πραγματικής διείσδυσης των ΑΠΕ στο Σ.Η.Ε της Κύπρου

ΜΗΝΑΣ	ΑΠΟΚΟΠΗ ΑΠΕ (MWh)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΚΟΠΗ (MW)	ΑΠΟΚΟΠΗ ΑΠΕ(%)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ(%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1404.51	46.78	5.22	5.59
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	298.235	30.106	1.10	6.48
ΜΑΡΤΙΟΣ	1458.04	49.43	6.92	4.98
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	745.220	35.573	4.92	4.10
ΜΑΙΟΣ	1144.932	47.099	6.89	3.93
ΙΟΥΝΙΟΣ	868.865	35.522	7.26	2.44
ΙΟΥΛΙΟΣ	461.343	54.176	2.73	2.93
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.000	0.000	0.00	2.95
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	121.781	13.316	0.98	2.40
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	234.088	26.373	1.95	2.81
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1362.975	34.533	12.82	2.51
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	64.391	12.088	0.38	4.07
Σύνολο	**8164.38**	**Μέγιστο**: 54,176	**3.96**	**3.69**

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται το μήνα Ιούλιο παρουσιάστηκε μέγιστη αποκοπή ΑΠΕ και αυτό οφείλεται στο ότι τον μήνα αυτό ήταν διαθέσιμες οι περισσότερες θερμικές μονάδες βάσης, και ταυτόχρονα έτυχε συγκυρία χαμηλής ζήτησης με υψηλό άνεμο. Τον μήνα Αύγουστο δεν προέκυψε αποκοπή παραγωγής από ΑΠΕ γιατί είναι ο μήνας με τη μεγαλύτερη ζήτηση και σε αυτόν τον μήνα εμφανίζεται και η αιχμή ζήτησης ολόκληρου του έτους.

Ο Πίνακας 9.1-7 παρουσιάζει τη μέση κατανομή αποκοπής ΑΠΕ από το σύστημα.

Πίνακας 9.1-7: Κατανομή Αποκοπής ΑΠΕ σε Φ/Β και Αιολικά στο Σ.Η.Ε της Κύπρου

ΜΗΝΑΣ	ΑΠΟΚΟΠΗ ΑΠΕ (MWh)	ΑΠΟΚΟΠΗ Φ/Β (MWh)	ΑΠΟΚΟΠΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ (MWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΚΟΠΗΣ Φ/Β(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΚΟΠΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ(%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1404.51	5,10	1399,41	0,36	99,64
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	298.235	0,16	298,08	0,05	99,95
ΜΑΡΤΙΟΣ	1458.04	0,67	1457,37	0,05	99,95
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	745.220	3,13	742,09	0,42	99,58
ΜΑΙΟΣ	1144.932	4,13	1140,81	0,36	99,64
ΙΟΥΝΙΟΣ	868.865	4,50	864,36	0,52	99,48
ΙΟΥΛΙΟΣ	461.343	0,95	460,39	0,21	99,79
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0.000	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	121.781	0,98	120,80	0,81	99,19
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	234.088	0,02	234,07	0,01	99,99
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1362.975	0,00	1362,98	0,00	100,00
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	64.391	0,00	64,39	0,00	100,00
Σύνολο	8164.38	19,65	8144,73	0,24	99,76

Στο Πίνακας 9.1-7 παρατηρείται ότι η αποκοπή ΑΠΕ αφορά εξολοκλήρου την αιολική παραγωγή για τον λόγω ότι η αποκοπή συμβαίνει όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω κυρίως τις πρωινές ώρες. Το 99,7% της αποκοπής αφορά την Αιολική παραγωγή ενώ το 0,3% αφορά την παραγωγή από Φ/Β. Άρα στο Σ.Η.Ε της Κύπρου γίνεται καλύτερη αξιοποίηση των Φ/Β συστημάτων.

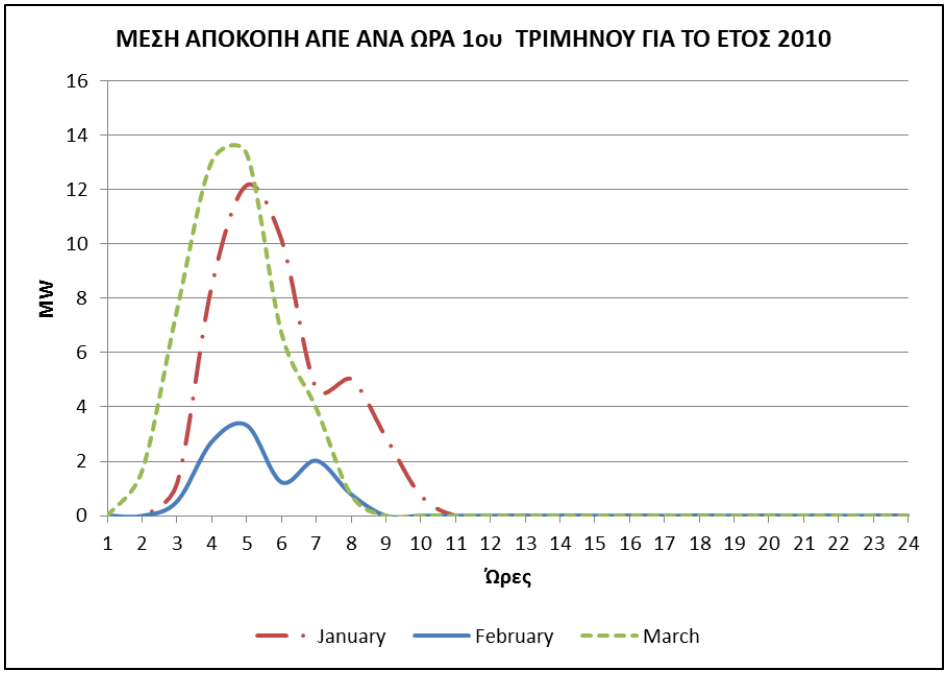
Στο πιο κάτω γράφημα παρουσιάζεται το μηνιαίο ποσοστό αποκοπής των ΑΠΕ στο Σύστημα.

Γράφημα 9.1-9: Μηνιαίο ποσοστό αποκοπής ΑΠΕ στο Σ.Η.Ε Κύπρου

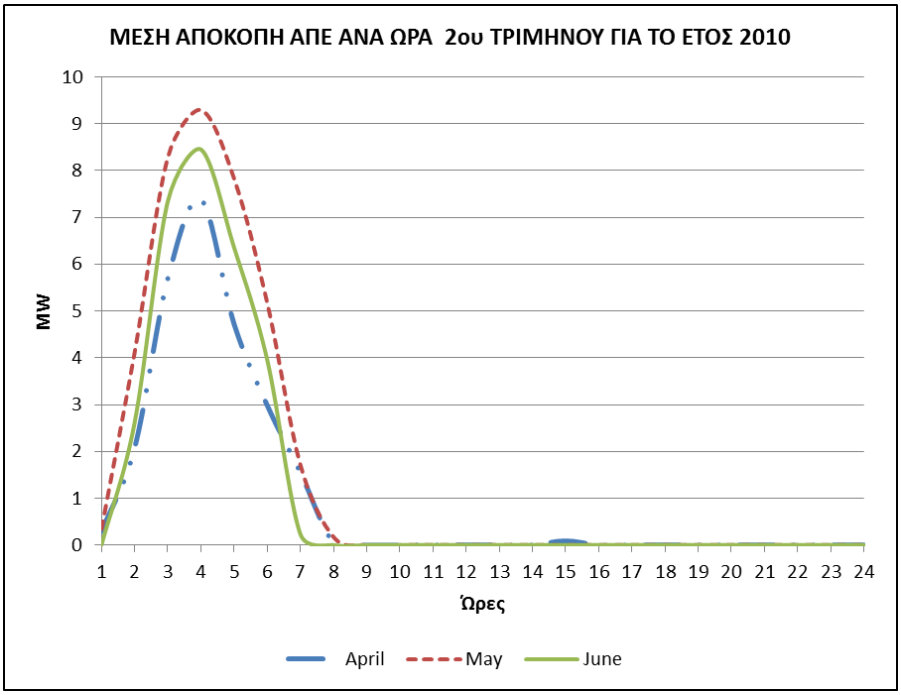
Είναι φανερό ότι κατά τους μήνες της Άνοιξης και γενικά τις ώρες χαμηλού φορτίου παρουσιάζεται έντονη αποκοπή παραγωγής ΑΠΕ.
Στο πιο κάτω γράφημα παρουσιάζεται το μηνιαίο ποσοστό πραγματικής διείσδυσης των ΑΠΕ στο Σύστημα.

Γράφημα 9.1-10: Μηνιαίο ποσοστό πραγματικής διείσδυσης ΑΠΕ στο Σύστημα

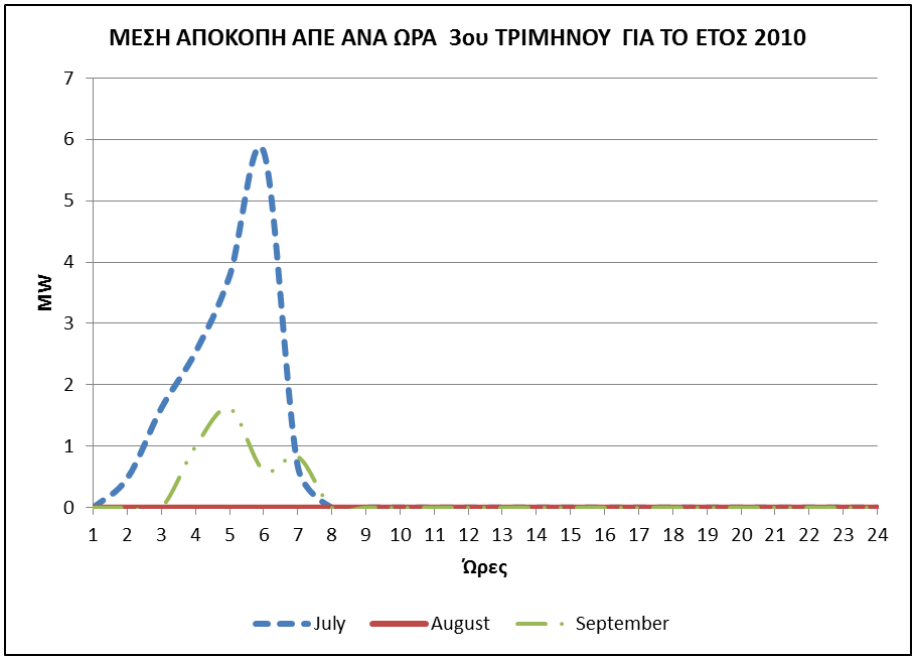
Στα πιο κάτω γραφήματα παρουσιάζεται η μέση αποκοπή ΑΠΕ από το Σ.Η.Ε της Κύπρου ανά τρίμηνο και ανά ώρα.



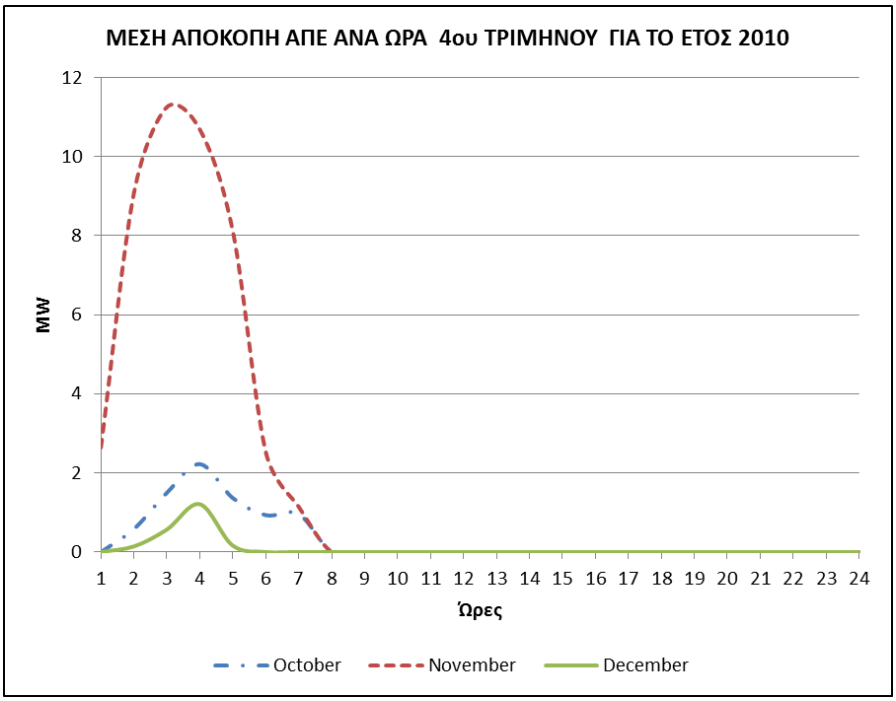
Γράφημα 9.1-11: Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 1^{ο} τρίμηνο



Γράφημα 9.1-12: : Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 2^{ο} τρίμηνο



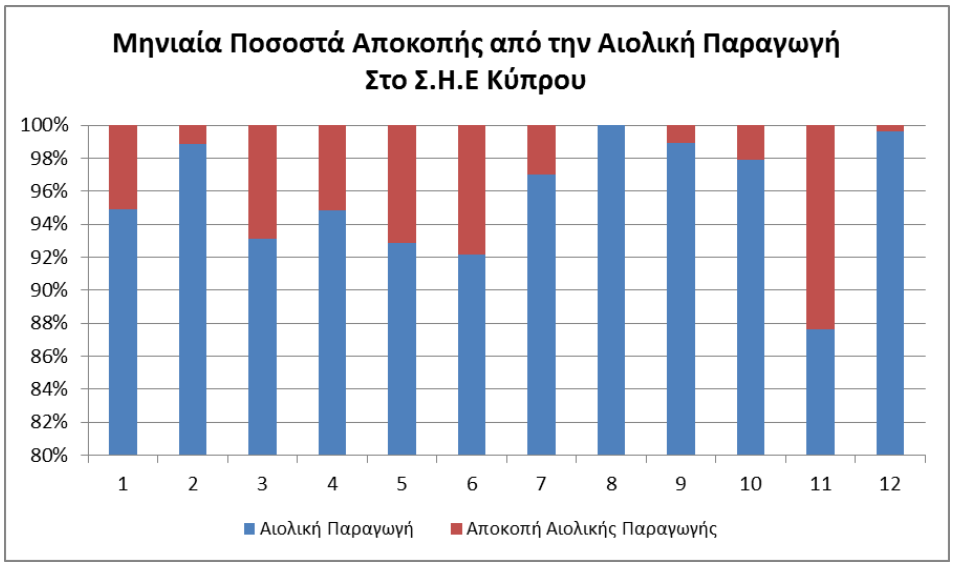
Γράφημα 9.1-13: : Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 3^{ο} τρίμηνο



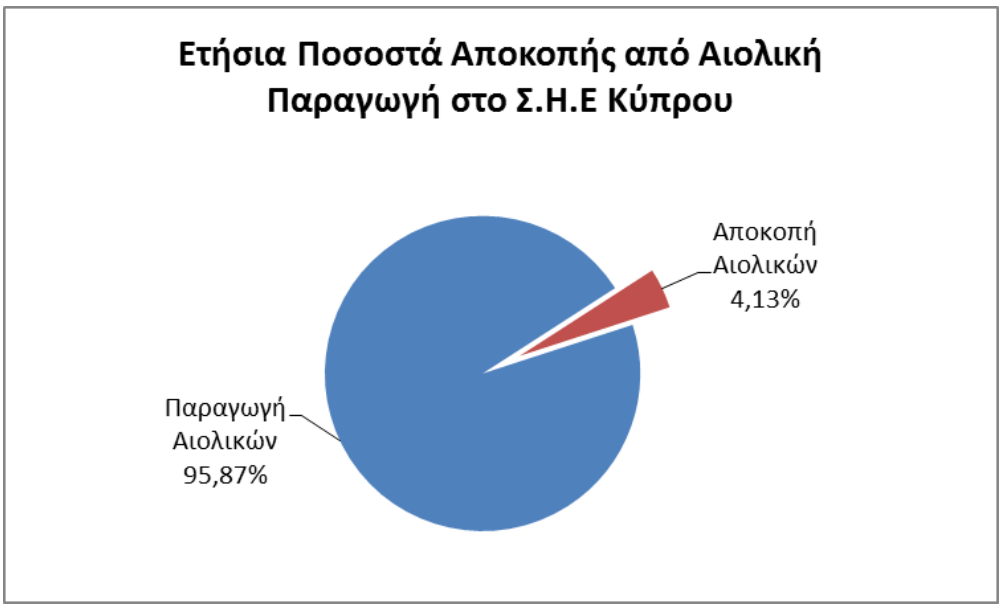
Γράφημα 9.1-14: : Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 4^{ο} τρίμηνο

Στα πιο πάνω γραφήματα παρατηρείται ότι η αποκοπή των ΑΠΕ συμβαίνει κυρίως τους μήνες της Άνοιξης και τις πρωινές ώρες. Από αυτό συμπεραίνεται ότι αποκοπή γίνεται σχεδόν εξ' ολοκλήρου στην αιολική παραγωγή και όχι στα Φωτοβολταϊκά γιατί τις πρωινές ώρες δεν έχουμε παραγωγή από Φ/Β. Η διαφορετικά αποκοπτόμενη ενέργεια από Αιολικά πάρκα σε μονάδες αφαλάτωσης στην Κύπρο [33].

Πιο κάτω παρουσιάζονται τα γραφήματα τα οποία απεικονίζουν το ποσοστό αποκοπής ενέργειας από την αιολική παραγωγή και αντίστοιχα από την παραγωγή Φ/Β.



Γράφημα 9.1-1:Μηνιαίο Ποσοστό Αποκοπής από Αιολική παραγωγή στο Σ.Η.Ε Κύπρου



Γράφημα 9.1-2: Ετήσιο Ποσοστό Αποκοπής από Αιολική παραγωγή στο Σ.Η.Ε Κύπρου

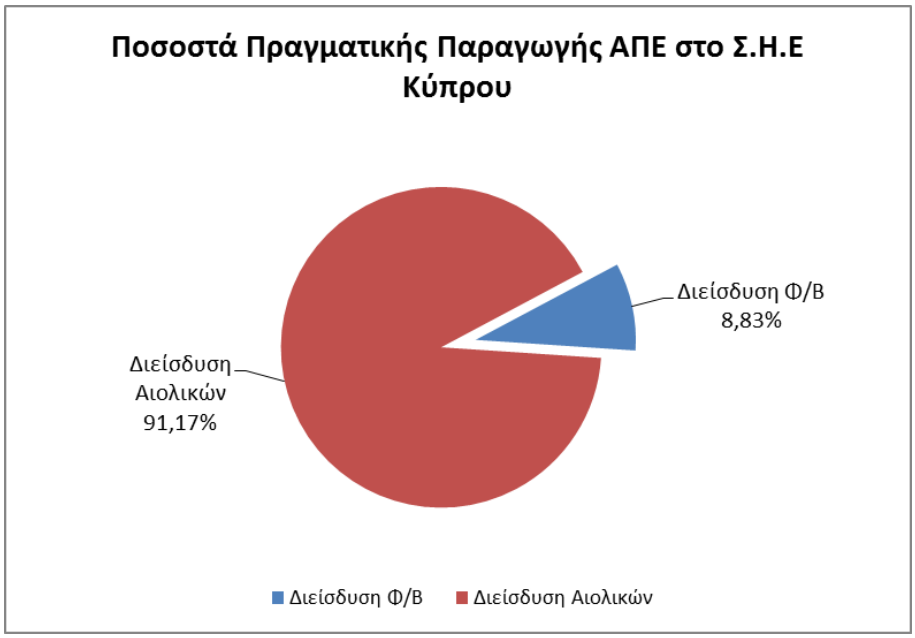
Διαπιστώνεται ότι το 4,13% της συνολικής παραγωγής από αιολικά αποκόπτεται από το σύστημα. Ο μήνας με τη υψηλότερη αποκοπή από την αιολική παραγωγή παρουσιάζεται ο Νοέμβριος με ποσοστό περίπου 12% ενώ ο μήνας Αύγουστος δεν παρουσιάζει καθόλου αποκοπή ΑΠΕ. Επίσης παρατηρείται ότι η ετήσια αποκοπή της παραγωγής από Φ/Β είναι ελάχιστη περίπου 0,12%.

Στον πιο κάτω πίνακα παρουσιάζεται η κατανομή πραγματικής παραγωγής των ΑΠΕ.

Πίνακας 9.1-8: Κατανομή πραγματικής παραγωγής ΑΠΕ σε Φ/Β και Αιολικά

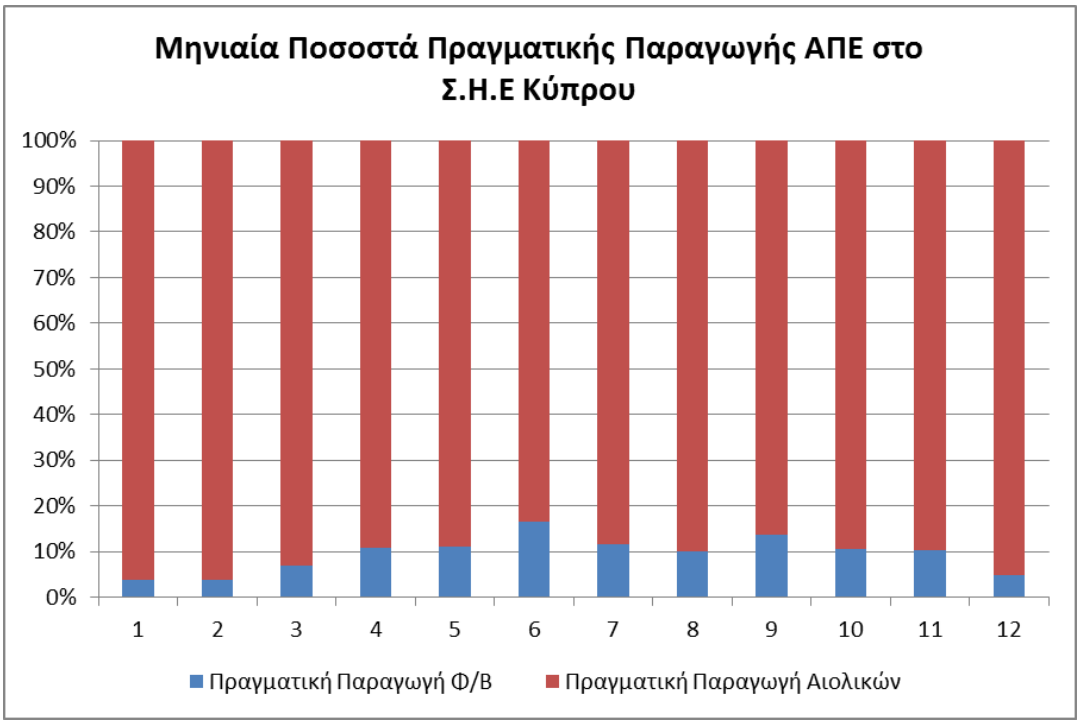
ΜΗΝΑΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΕ (MWh)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ Φ/Β(MWh)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ(MWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ Φ/Β(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ(%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	25.500,01	978,02	24.521,99	3,84	96,16
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	26.749,83	1.014,43	25.735,40	3,79	96,21
ΜΑΡΤΙΟΣ	19.600,96	1.349,98	18.250,98	6,89	93,11
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	14.386,88	1.575,43	12.811,45	10,95	89,05
ΜΑΙΟΣ	15.480,30	1.722,64	13.757,66	11,13	88,87
ΙΟΥΝΙΟΣ	11.106,74	1.831,36	9.275,38	16,49	83,51
ΙΟΥΛΙΟΣ	16.410,23	1.909,02	14.501,20	11,63	88,37
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	18.605,55	1.861,30	16.744,24	10,00	90,00%
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	12.350,65	1.682,38	10.668,27	13,62	86,38
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	11.786,23	1.246,91	10.539,32	10,58	89,42
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	9.267,26	966,71	8.300,54	10,43	89,57
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	16.804,80	835,48	15.969,31	4,97	95,03
Σύνολο	**198.049,44**	**16.973,67**	**181.075,75**	**8,57**	**91,43**

Στο πιο κάτω γράφημα παρουσιάζονται τα ποσοστά πραγματικής διείσδυσης των ΑΠΕ στο Σύστημα.



Γράφημα 9.1-15: Ποσοστά Πραγματικής Παραγωγής ΑΠΕ στο Σ.Η.Ε της Κύπρου

Το πιο πάνω γράφημα απεικονίζει το ετήσιο ποσοστό της πραγματικής διείσδυσης Φ/Β και Αιολικών σε σχέση με τη παραγωγή ΑΠΕ.



Γράφημα 9.1-3: Μηνιαία Ποσοστά Πραγματικής Παραγωγής στο Σ.Η.Ε Κύπρου

Στο πιο πάνω γράφημα παρατηρείται το μηνιαίο ποσοστό πραγματικής παραγωγής ΑΠΕ στο Σ.Η.Ε Κύπρου. Κατά τους θερινούς μήνες διαπιστώνεται υψηλότερη πραγματική παραγωγή Φ/Β στο σύστημα.

9.1.3 Κατανάλωση και Κόστος Καυσίμων

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται η μηνιαία κατανάλωση καυσίμου των θερμικών μονάδων, το μηνιαίο κόστος καυσίμου αλλά και το συνολικό κόστος καυσίμων για ολόκληρο το έτος 2010 για το Σ.Η.Ε της Κύπρου.

Στον Πίνακας 9.1-9 παρουσιάζονται η κατανάλωση καυσίμου σε καύσιμο μαζούτ και diesel, και το κόστος καυσίμου ανά μήνα. Η τιμή που χρησιμοποιήθηκε στις προσομοιώσεις για το καύσιμο μαζούτ είναι 359 € / Τ ενώ για το καύσιμο diesel είναι 539 €/ Τ.

Πίνακας 9.1-9 :Κατανάλωση και Κόστος καυσίμου

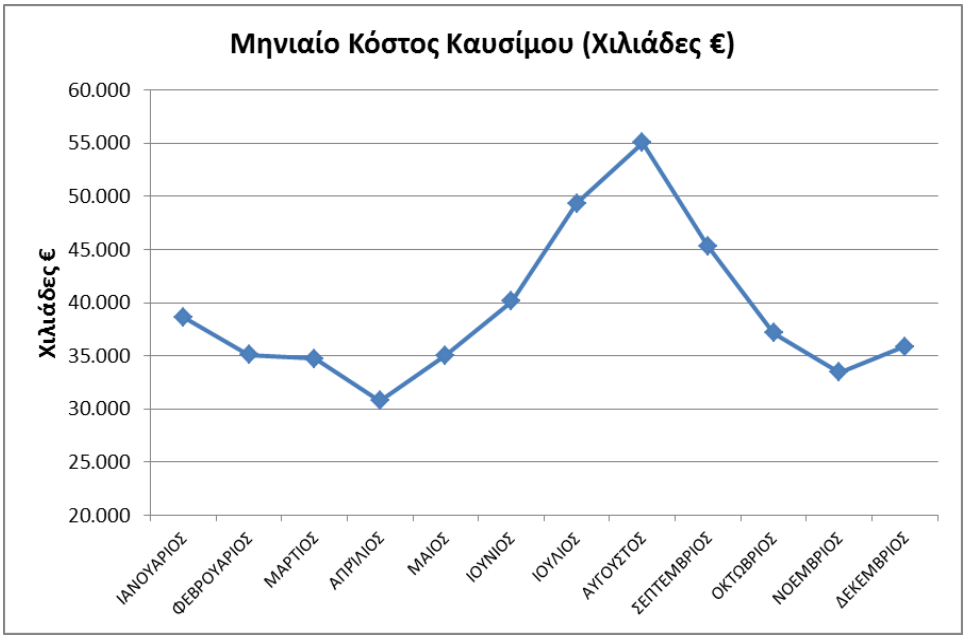
ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ(ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	ΚΑΥΣΙΜΟ ΜΑΖΟΥΤ(Τ)	ΚΑΥΣΙΜΟ DIESEL(Τ)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	38.652,59	88.423,37	12.798,18
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	35.112,502	64.541,98	22.138,25
ΜΑΡΤΙΟΣ	34.743,492	62.881,87	22.570,70
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	30.781,708	68.048,55	11.758,31
ΜΑΙΟΣ	35.058,041	63.988,55	22.416,45
ΙΟΥΝΙΟΣ	40.149,320	77.670,81	22.749,79
ΙΟΥΛΙΟΣ	49.327,148	99.785,79	25.039,35
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	55.052,261	112.202,60	27.381,73
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	45.303,871	90.480,70	23.774,89
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	37.148,876	68.198,83	23.475,79
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	33.457,752	61.285,07	21.247,03
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	35.839,930	79.156,25	13.741,12
Σύνολο	470.627,490	936.664,38	249.091,58

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι το συνολικό ετήσιο κόστος κατανάλωσης καυσίμων μαζούτ και Diesel για το έτος 2010 είναι 470,6 εκατομμύρια €. Η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ είναι πολύ μεγαλύτερη από την κατανάλωση καυσίμου Diesel. Αυτό δικαιολογείται γιατί οι μονάδες βάσης που χρησιμοποιούνται στο σύστημα καταναλώνουν καύσιμο μαζούτ, εκτός από τους αεριοστρόβιλους του συνδυασμένου κύκλου που καταναλώνει diesel. Ουσιαστικά η κατανάλωση καυσίμου diesel οφείλεται ως επί τω πλείστον στην ένταξη του συνδυασμένου κύκλου στο σταθμό του Βασιλικού.
Ο Πίνακας 9.1-10 παρουσιάζει το μηνιαίο κόστος σε €/MWh της θερμικής παραγωγής.

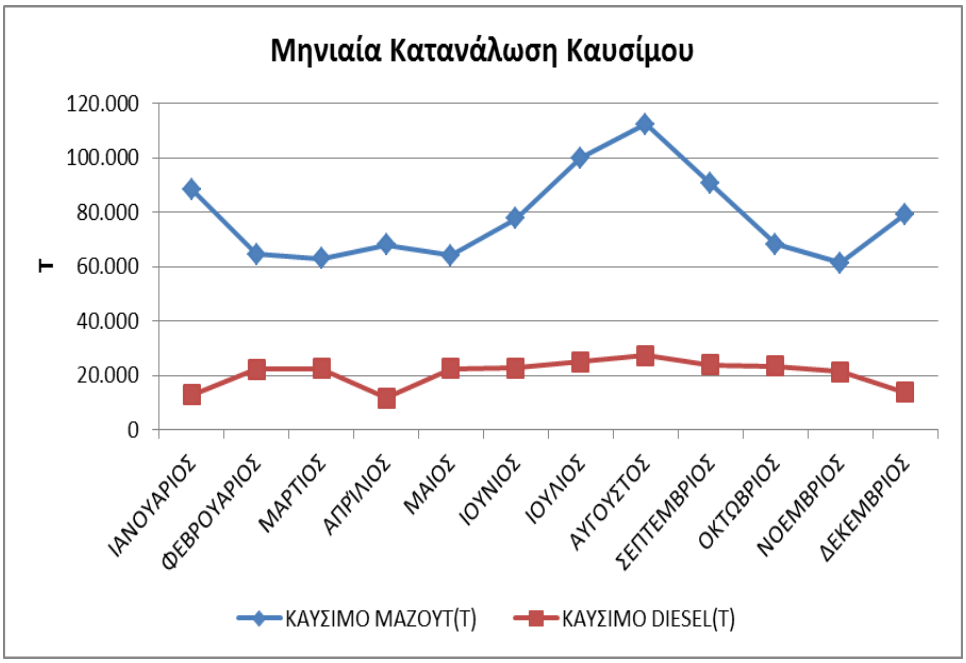
Πίνακας 9.1-10:Μηνιαίο Κόστος €/MWh της Θερμικής Παραγωγής

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	89,70
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	90,91
ΜΑΡΤΙΟΣ	92,84
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	91,39
ΜΑΙΟΣ	92,69
ΙΟΥΝΙΟΣ	90,56
ΙΟΥΛΙΟΣ	90,80
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	89,95
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	90,13
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	91,28
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	93,11
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	90,54
Μέσο ετήσιο Κόστος	**91,03**

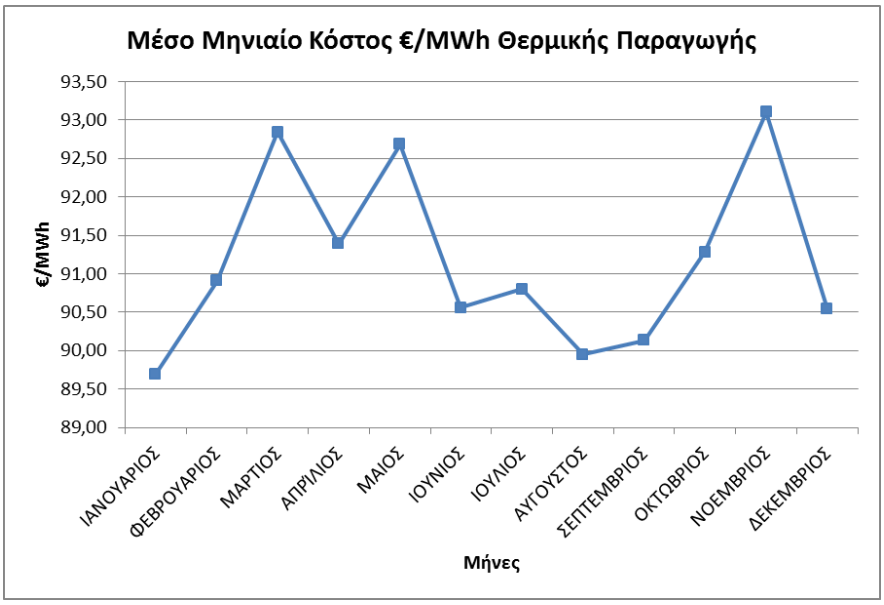
Πιο κάτω παρουσιάζονται το μηνιαίο κόστος καυσίμου , η μηνιαία κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και diesel και το μηνιαίο κόστος σε €/MWh.



Γράφημα 9.1-16: Μηνιαίο Κόστος Καυσίμου



Γράφημα 9.1-17: Μηνιαία Κατανάλωση Καυσίμου



Γράφημα 9.1-18: Μηνιαίο Κόστος €/MWh

Από το Γράφημα 9.1-17 παρατηρείται ότι τους θερινούς μήνες έχουμε την περισσότερη κατανάλωση καυσίμου, που συνεπάγεται και το μεγαλύτερο κόστος. Επίσης παρατηρείται ότι η κατανάλωση καυσίμου σε μαζούτ είναι πολύ μεγαλύτερη από τη diesel γιατί στο σύστημα οι μονάδες βάσης που χρησιμοποιούνται είναι οι Ατμομονάδες. Η κατανάλωση καυσίμου σε diesel οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη ένταξη του συνδυασμένου κύκλου.

Κατά τον μήνα Αύγουστο όπως φαίνεται στο Γράφημα 9.1-16 όπου παρουσιάζεται και η αιχμή της ζήτησης για το έτος 2010 έχουμε το μέγιστο κόστος κατανάλωσης καυσίμου του έτους που φτάνει τα 55 εκατομμύρια €.

Στο Γράφημα 9.1-18 παρουσιάζεται η διακύμανση του Μέσου μηνιαίου κόστους σε €/MWh. Η μέση τιμή MWh για το έτος 2010 είναι 91 €/MWh ενώ το μήνα Ιανουάριο παρουσιάζεται η χαμηλότερη τιμή που φτάνει τα 89,7 €/MWh. Τον μήνα Αύγουστο το μέσο κόστος είναι χαμηλό παρά το γεγονός του υψηλού κόστους θερμικής παραγωγής, γιατί είναι ο μήνας με τη υψηλότερο φορτίο.

9.1.4 Συνολικό κόστος Συστήματος

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζεται το συνολικό κόστος του συστήματος που αποτελείται από το κόστος κατανάλωσης καυσίμου και το κόστος αποζημίωσης για την πραγματική διείσδυση των ΑΠΕ. Στον πιο κάτω Πίνακα παρουσιάζεται η τιμολόγηση ενέργειας από ΑΠΕ για το έτος 2010 με βάση το άρθρο 22 της οδηγίας 2009/28/ΕΚ στα μεγάλα εμπορικά Φ/Β και στα μεγάλα εμπορικά αιολικά συστήματα.

Πίνακας 9.1-11: Τιμολόγηση Ενέργειας από ΑΠΕ.[34]

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)
Εμπορικά Φ/Β συστήματα	340
Εμπορικά αιολικά συστήματα	129

Η πραγματική διείσδυση Φ/Β στο σύστημα για το έτος 2010 παρουσιάστηκε στον Πίνακας 9.1-8.

Ο Πίνακας 9.1-12 παρουσιάζει το συνολικό Κόστος του Συστήματος στο οποίο συμπεριλαμβάνονται και οι αποζημιώσεις των ΑΠΕ που χρησιμοποιήθηκαν.

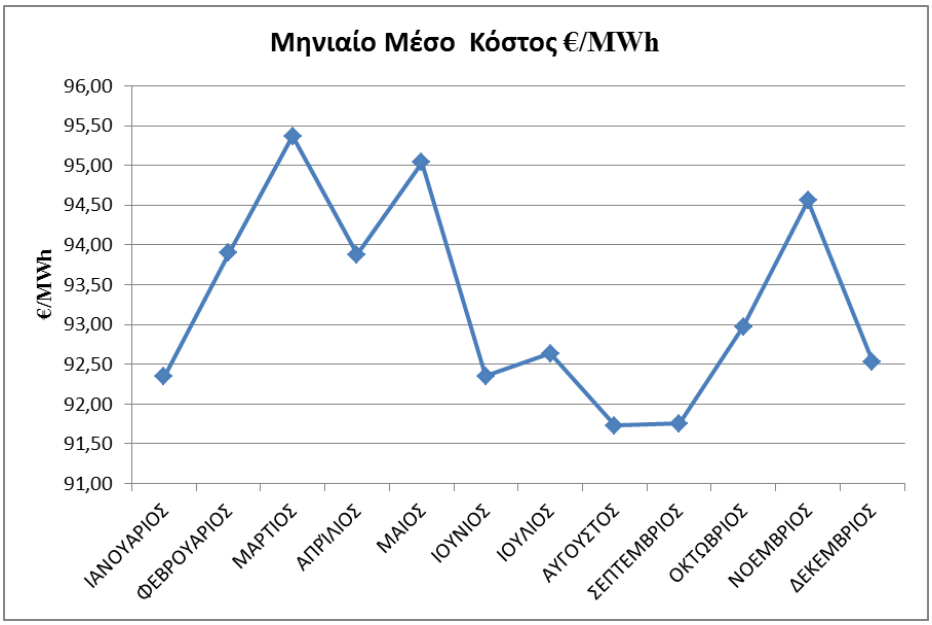
Πίνακας 9.1-12: Συνολικό Κόστος Σ.Η.Ε Κύπρου για το έτος 2010 συμπεριλαμβανομένου και Αποζημίωσης παραγωγών ΑΠΕ

ΜΗΝΑΣ	Κόστος Αποζημίωσης Φ/Β(Χιλιάδες €)	Κόστος Αποζημίωσης Αιολικών(Χιλιάδες €)	Κόστος Κατανάλωσης Καυσίμου(Χιλιάδες €)	Συνολικό Κόστος(Χιλιάδες €)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	332,527	3.163,337	38.652,59	42.148,45
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	344,906	3.319,867	35.112,502	38.777,28
ΜΑΡΤΙΟΣ	458,993	2.354,376	34.743,492	37.556,86
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	535,646	1.652,678	30.781,708	32.970,03
ΜΑΙΟΣ	585,698	1.774,738	35.058,041	37.418,48
ΙΟΥΝΙΟΣ	622,662	1.196,523	40.149,320	41.968,51
ΙΟΥΛΙΟΣ	649,067	1.870,655	49.327,148	51.846,87
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	632,842	2.160,007	55.052,261	57.845,11
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	572,009	1.376,206	45.303,871	47.252,09
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	423,949	1.359,572	37.148,876	38.932,40
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	328,681	1.070,770	33.457,752	34.857,20
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	284,063	2.060,042	35.839,930	38.184,03
Ετήσιο	5.771,044	23.358,772	470.627,490	499.757,31

Το συνολικό κόστος του Σ.Η.Ε της Κύπρου για το έτος 2010 συμπεριλαμβανομένου και τις αποζημιώσεις των ΑΠΕ που διείσδυσαν στο σύστημα είναι 499.757 εκατομμύρια €.

Πίνακας 9.1-13:Μηνιαίο Μέσο Κόστος €/MWh συμπεριλαμβανομένου και Αποζημίωσης παραγωγών ΑΠΕ

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	92,35
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	93,90
ΜΑΡΤΙΟΣ	95,37
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	93,88
ΜΑΙΟΣ	95,04
ΙΟΥΝΙΟΣ	92,35
ΙΟΥΛΙΟΣ	92,64
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	91,73
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	91,75
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	92,97
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	94,56
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	92,53
Μέσο ετήσιο Κόστος	93,26



Γράφημα 9.1-19: Μηνιαίο Μέσο Κόστος €/MWh

Υψηλό κόστος παρατηρείται στους μήνες με χαμηλό φορτίο όπου παρουσιάζεται έντονη αποκοπή ΑΠΕ σε συνδυασμό κατανάλωσης ακριβότερου καυσίμου. Το μηνιαίο μέσο κόστος συμπεριλαμβανομένου και τις αποζημίωσης των παραγωγών από ΑΠΕ είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο θερμικό. Επίσης χαμηλό κόστος παρατηρείται τους θερινούς μήνες με υψηλό φορτίο.

9.2 Προσομοιώσεις – Αποτελέσματα για το Σ.Η.Ε Κρήτης

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από τις προσομοιώσεις για το Σ.Η.Ε της Κρήτης με βάση τα δεδομένα που λήφθηκαν από την ΔΕΗ.

9.2.1 Παραγωγή θερμικών μονάδων και ΑΠΕ

Στους Πίνακας 9.1-1 και Πίνακας 9.2-2 παρουσιάζεται η διαθεσιμότητα των θερμικών μονάδων του Σ.Η.Ε της Κρήτης ανά μήνα για το έτος 2010, όπως έχουν υλοποιηθεί στον κώδικα προσομοίωσης. Για την εξαγωγή του πίνακα αυτού ελήφθη υπόψιν το πρόγραμμα συντήρησης των μονάδων για το έτος 2010.

Πίνακας 9.2-1: Διαθεσιμότητα των θερμικών μονάδων το 1^{ο} εξάμηνο του 2010

ΜΗΝΑΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ
Ιανουάριος (1-550wres)	Ατμ4 Λιν			Diesel 1,2 Λιν	Αερ4 Χαν				
Ιανουάριος (551-739wres)	Ατμ4 Λιν			Diesel 1,2 Λιν	Αερ4 Χαν	Σ.Κ 6			
Φεβρουάριος	Ατμ4 Λιν			Diesel 1 Λιν	Αερ4 Χαν	Σ.Κ 6			
Μάρτιος		Ατμ2 Λιν		Diesel 1 Λιν	Αερ4 Χαν	Σ.Κ 7	Αερ4 Λιν	Αερ12 Χαν	Ατμ1Αθερ
Απρίλιος	Ατμ4 Λιν		Ατμ3 Λιν	Diesel 1,2 Λιν	Αερ4 Χαν	Σ.Κ 7			
Μάϊος			Ατμ3 Λιν	Diesel 1,2 Λιν	Αερ4 Χαν	Σ.Κ 6	Αερ3 Λιν	Αερ12 Χαν	
Ιούνιος (1-360)	Ατμ5 Λιν			Diesel 1 Λιν	Αερ4 Χαν	Σ.Κ 6	Αερ3 Λιν	Αερ12 Χαν	
Ιούνιος (361-720)	Ατμ5 Λιν			Diesel 1 Λιν	Αερ4 Χαν		Αερ3 Λιν		

Πίνακας 9.2-2: Διαθεσιμότητα των θερμικών μονάδων το 2^{ο} εξάμηνο του 2010

ΜΗΝΑΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ	ΕΚΤΟΣ
Ιούλιος				Diesel 1 Λιν	Αερ 4 Χαν			
Αύγουστος (1-360)				Diesel1,4 Λιν	Αερ 4 Χαν			
Αύγουστος (361-744)				Diesel 1 Λιν	Αερ 4 Χαν			
Σεπτέμβριος (1-504)				Diesel1 Λιν	Αερ 4 Χαν			
Σεπτέμβριος (505-720)	Ατμ 4 Λιν	Ατμ 2 Λιν	Ατμ 6 Λιν	Diesel1 Λιν	Αερ 4 Χαν		Diesel 1 Αθερ	
Οκτώβριος				Diesel1 Λιν	Αερ 4 Χαν	Σ.Κ 6		
Νοέμβριος (1-360)	Ατμ 5 Λιν			Diesel1 Λιν	Αερ 4 Χαν	Σ.Κ 6		ΑΤΜ 2 Αθερ
Νοέμβριος (361-528)	Ατμ 5 Λιν			Diesel1 Λιν	Αερ 4 Χαν	Σ.Κ 6		ΑΤΜ 1,2 Αθερ
Νοέμβριος (529-720)	Ατμ 5 Λιν			Diesel1 Λιν	Αερ 4 Χαν	Σ.Κ 6		ΑΤΜ 2 Αθερ
Δεκέμβριος				Diesel1 Λιν	Αερ 4 Χαν	Σ.Κ6 ,Σ.Κ 7		

Παραδοχή 1: Στις προσομοιώσεις έχουν τεθεί εκτός οι ώρες 411-415 του blackout που συνέβηκε στις 18 Ιανουαρίου στο νησί όπως παρουσιάστηκε στο Υποκεφάλαιο 5.2.

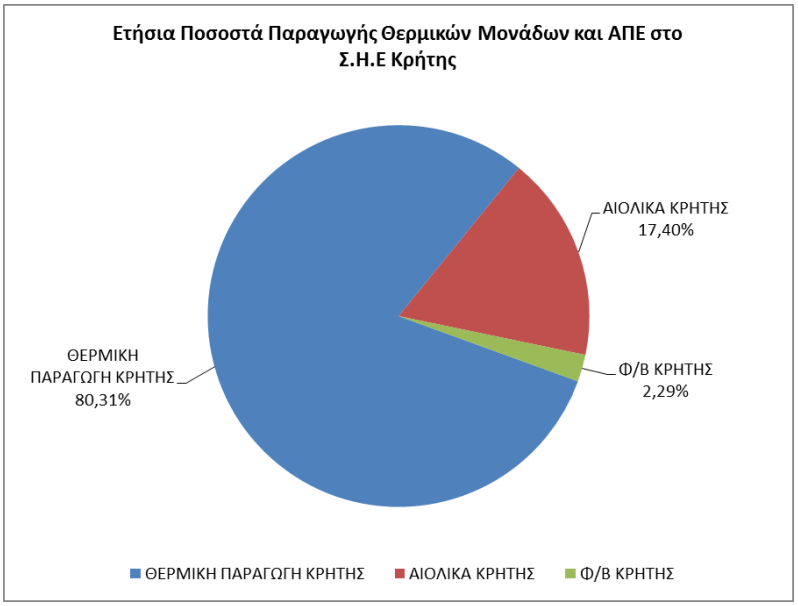
Παραδοχή 2: Λόγο του ότι είχαμε στη διάθεση μας ωριαία παραγωγή των Φωτοβολταϊκών της Κρήτης για το έτος 2012 που ήταν 71 MW και η εγκατεστημένη ισχύς των Φωτοβολταϊκών το 2010 ήταν 30 MW διαιρέθηκε η κάθε ωριαία παραγωγή του έτους 2012 διά δύο όπως και χρησιμοποιήθηκε στις προσομοιώσεις.

Ο Πίνακας 9.2-3 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της προσομοίωσης σχετικά με την παραγωγή ανά μήνα τόσο των θερμικών μονάδων όσο και των ΑΠΕ που αφορούν το Σ.Η.Ε της Κρήτης.

Πίνακας 9.2-3: Παραγωγή των θερμικών μονάδων και ΑΠΕ του Σ.Η.Ε της Κρήτης για το έτος 2010

ΜΗΝΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΗΤΗΣ(MWh)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΗΤΗΣ(MWh)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ(MWh)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ Φ/Β(MWh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	231.222,60	185.211,18	43.970,33	3.932,49
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	196.563,10	147.849,34	45.282,43	4.058,36
ΜΑΡΤΙΟΣ	212.560,80	166.567,87	40.700,85	5.402,63
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	200.070,00	153.723,69	40.139,35	6.314,24
ΜΑΙΟΣ	233.959,70	202.747,53	24.341,97	6.907,06
ΙΟΥΝΙΟΣ	274.903,90	237.896,85	29.663,12	7.343,94
ΙΟΥΛΙΟΣ	332.854,00	246.100,40	79.133,88	7.639,89
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	349.240,10	278.010,66	63.792,02	7.445,22
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	275.946,60	227.388,13	41.910,01	6.733,46
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	224.492,70	181.181,95	38.473,25	4.987,73
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	216.421,40	185.639,10	26.915,45	3.866,85
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	217.145,30	171.668,14	42.308,88	3.341,94
Σύνολο	**2.965,380 GWh**	**2.383,984 GWh**	**516,631 GWh**	**67,973 GWh**

Στο Γράφημα 9.2-1 παρουσιάζονται τα ετήσια ποσοστά παραγωγής των θερμικών μονάδων και των ΑΠΕ.



Γράφημα 9.2-1: Ετήσια Ποσοστά Παραγωγής Θερμικών Μονάδων και ΑΠΕ

Στο πιο πάνω γράφημα παρατηρείται ότι στο Σ.Η.Ε της Κρήτης τα αιολικά πάρκα εμφανίζουν υψηλό ετήσιο ποσοστό παραγωγής της τάξης του 17.40% της συνολικής παραγωγής, ενώ το υψηλότερο ποσοστό παραγωγής κατέχουν οι θερμικές μονάδες του νησιού.

Στο πιο κάτω Πίνακα παρουσιάζεται ανά μήνα η μέγιστη θερμική των μονάδων του Σ.Η.Ε της Κρήτης όπως έχει προκύψει από τις προσομοιώσεις και η μέγιστη ζήτηση.

Πίνακας 9.2-4: Μέγιστη Θερμική Παραγωγή Ανά Μήνα στο Σ.Η.Ε Κρήτης

ΜΗΝΑΣ	Μέγιστη Θερμική Παραγωγή (MW)	Μέγιστη Ζήτηση (MW)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	450,02	521,43
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	430,33	492,71
ΜΑΡΤΙΟΣ	389,06	437,38
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	415,98	418,94
ΜΑΙΟΣ	419,27	448,04
ΙΟΥΝΙΟΣ	533,89	578,85
ΙΟΥΛΙΟΣ	506,62	580,83
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	560,86	630,47
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	514,01	530,68
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	464,18	470,13
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	414,55	428,77
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	424,53	481,83
Μέγιστο	**560,86**	**630,47**

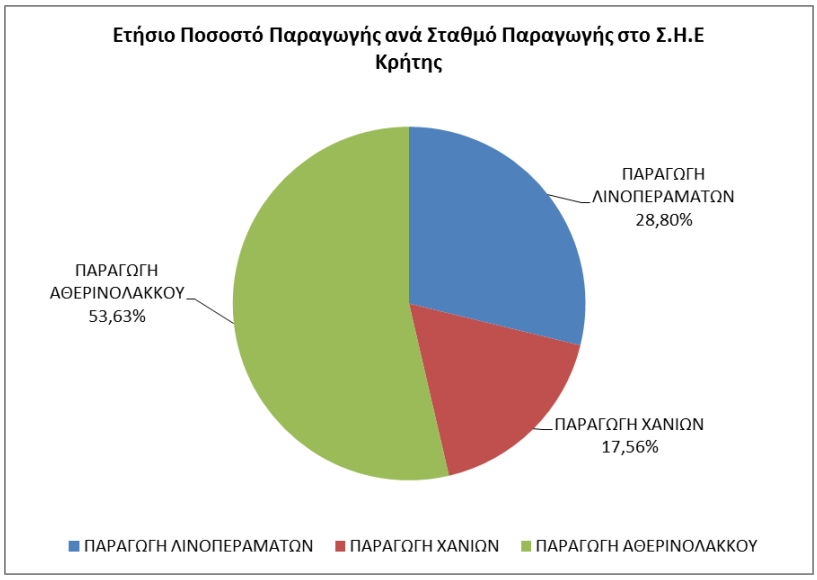
Όπως διαπιστώνεται από τον πιο πάνω πίνακα η μεγαλύτερη θερμική παραγωγή παρατηρείται τον μήνα Αύγουστο και η μικρότερη τον μήνα Μάρτιο. Ο μήνας Αύγουστος είναι ο μήνας με το μέγιστο φορτίο και την αιχμή του συστήματος. Επίσης από τον πίνακα παρατηρείται ότι η παραγωγή από ΑΠΕ συμβάλλει στην κάλυψη της μέγιστης ζήτησης σε όλους τους μήνες του έτους. Στην αιχμή του έτους συμμετέχουν κατά περίπου 11%. Η συμμετοχή των ΑΠΕ στο Σ.Η.Ε της Κρήτης στην αιχμή του έτους είναι σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με την αντίστοιχη στο Σ.Η.Ε της Κύπρου που είναι 2%.

Πίνακας 9.2-5:Μέγιστη Θερμική παραγωγή ανά τύπο μονάδας ανά μήνα στο Σ.Η.Ε Κρήτης

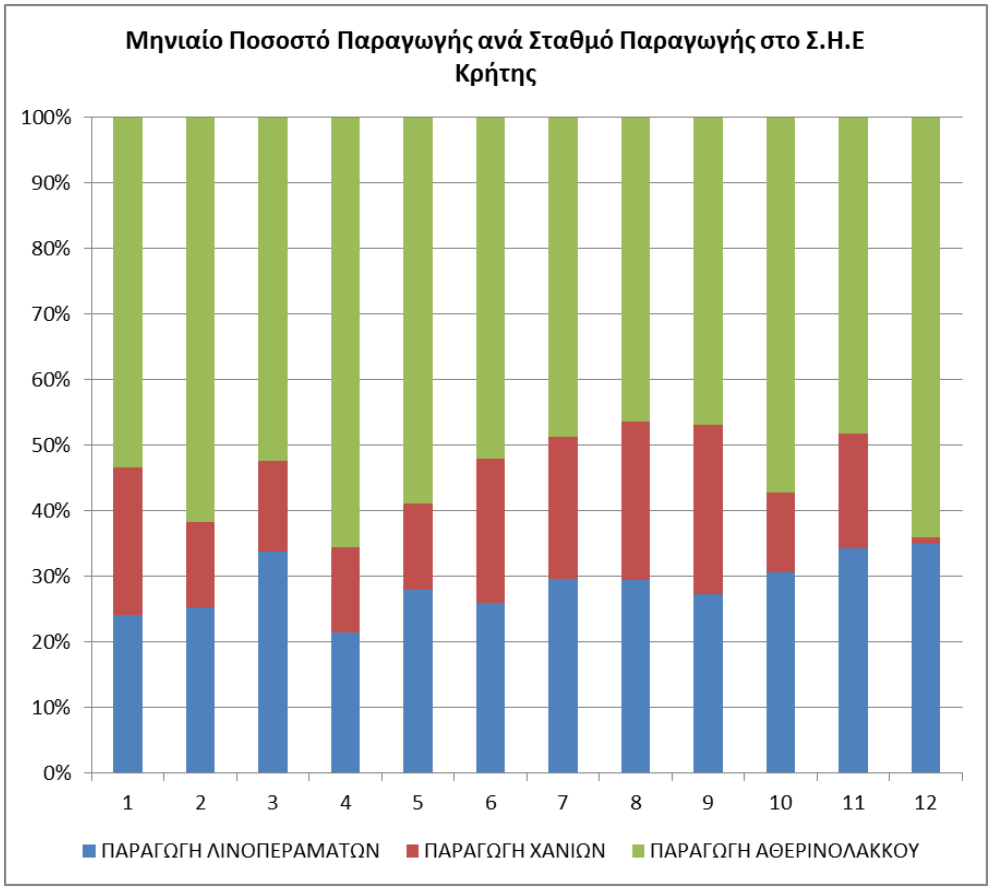
ΜΗΝΑΣ	Ατμοί Λινοπερ.	ΜΕΚ Λινοπερ.	ΑΕΡ Λινοπερ.	Σ.Κ Χανίων	ΑΕΡ 1,4,5 Χανίων	ΑΕΡ 11,12,13 Χανίων	ΜΕΚ Αθεριν.	Ατμοί Αθεριν.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	77,70	22,89	59,25	120,54	0,00	37,93	99,00	86,37
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	77,70	34,34	46,77	60,27	0,00	25,88	99,00	86,37
ΜΑΡΤΙΟΣ	87,60	34,34	41,00	60,27	0,00	23,66	99,00	43,18
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	62,85	22,89	55,43	60,27	0,00	29,18	99,00	86,37
ΜΑΙΟΣ	87,60	22,89	30,01	60,27	0,00	33,13	99,00	86,37
ΙΟΥΝΙΟΣ	77,70	34,34	42,30	120,54	8,00	84,98	99,00	86,37
ΙΟΥΛΙΟΣ	102,45	34,34	40,47	120,54	0,00	23,45	99,00	86,37
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	102,45	34,34	67,82	120,54	0,00	61,79	99,00	86,37
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	102,45	34,34	73,82	120,54	0,00	84,83	99,00	86,37
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	102,45	34,34	53,36	60,27	0,00	28,39	99,00	86,37
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	77,70	34,34	67,82	60,27	0,00	70,92	99,00	43,18
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	102,45	34,34	63,02	0,00	0,00	39,35	99,00	86,37
Μέγιστο	102,45	34,34	73,82	120,54	8,00	84,98	99,00	86,37

Στον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι όλοι οι τύποι μονάδων του Σ.Η.Ε Κρήτης τερματίζουν την ισχύ τους εκτός από τους αεριοστρόβιλους Λινοπεραμάτων και τους αεριοστρόβιλους Χανίων όπου οι τελευταίοι δεν χρησιμοποιήθηκαν σχεδόν καθόλου για ολόκληρο το έτος.

Στο Γράφημα 9.2-2 παρουσιάζεται το ετήσιο ποσοστό παραγωγής ανά σταθμό παραγωγής και αντίστοιχα στο Γράφημα 9.2-3 το μηνιαίο ποσοστό παραγωγής ανά σταθμό παραγωγής.

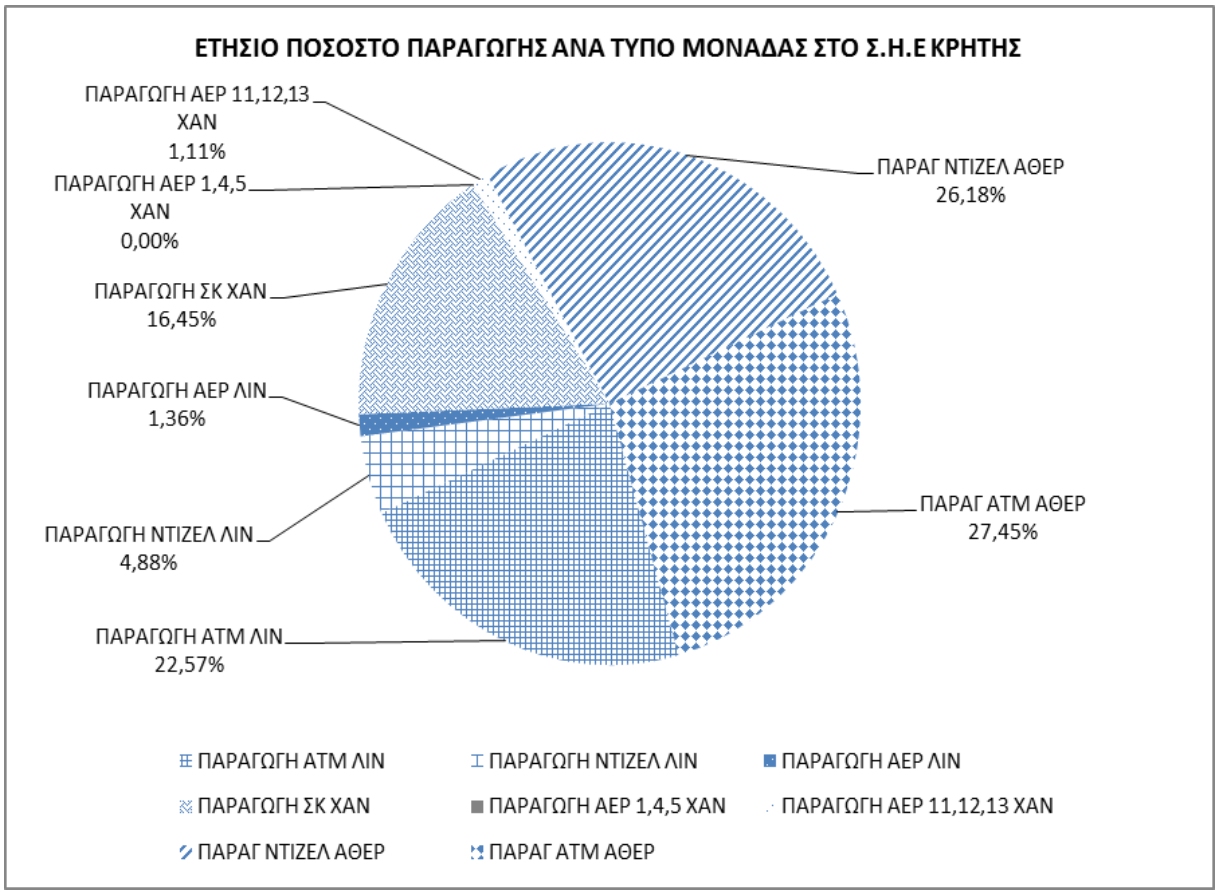


Γράφημα 9.2-2: Ετήσιο Ποσοστό Παραγωγής ανά Σταθμό Παραγωγής



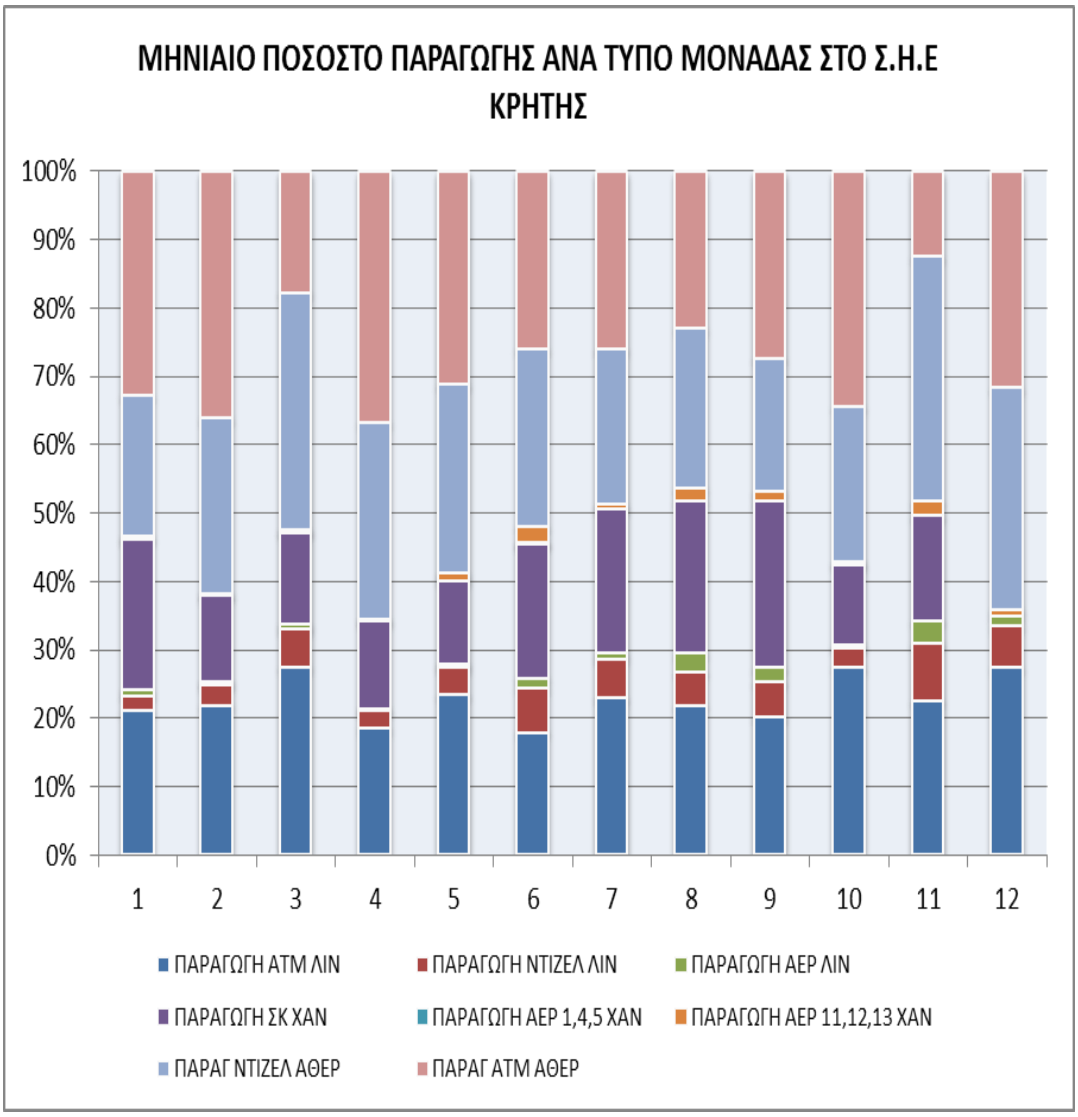
Γράφημα 9.2-3: Μηνιαίο Ποσοστό Παραγωγής ανά Σταθμό Παραγωγής

Από τα πιο πάνω γραφήματα παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ετήσιο αλλά και μηνιαίο ποσοστό παραγωγής εμφανίζεται στο ΑΗΣ Αθερινόλακκου. Επίσης παρατηρείται ότι ο ΑΗΣ των Χανίων εμφανίζει έντονη παραγωγή κατά τους θερινούς μήνες λόγω του Σ.Κ και των Αεροστρόβιλων.
Στο Γράφημα 9.2-4 παρουσιάζεται το ετήσιο ποσοστό παραγωγής ανά τύπο μονάδας παραγωγής και στο Γράφημα 9.2-5 το μηνιαίο ποσοστό παραγωγής ανά τύπο μονάδας παραγωγής.



Γράφημα 9.2-4: Ετήσιο Ποσοστό Παραγωγής ανά τύπο μονάδας

Στο Γράφημα 9.2-4 παρατηρείται ότι οι μονάδες Diesel και οι ατμομονάδες του ΑΗΣ στον Αθερινόλακκου εμφανίζουν το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής. Επίσης παρατηρείται ότι οι ατμομονάδες στα Λινοπεράματα που είναι και αυτές εξίσου σημαντικές μονάδες για το Σ.Η.Ε της Κρήτης εμφανίζουν ετήσιο ποσοστό παραγωγής της τάξης του 23%. Η συνολική παραγωγή του συστήματος κατά μεγαλύτερο ποσοστό μοιράζεται από τους σταθμούς παραγωγής των Λινοπεραμάτων και του Αθερινόλακκου. Χαρακτηριστική είναι και η παραγωγή του Συνδυασμένου Κύκλου στον ΑΗΣ Χανίων με ετήσιο ποσοστό 17%. Επίσης παρατηρείται ότι οι Αεροστρόβιλοι υπ' αριθμών 1,4,5 των Χανίων δεν εμφανίζουν παραγωγή.



Γράφημα 9.2-5: Μηνιαίο Ποσοστό Παραγωγής ανά τύπο μονάδας

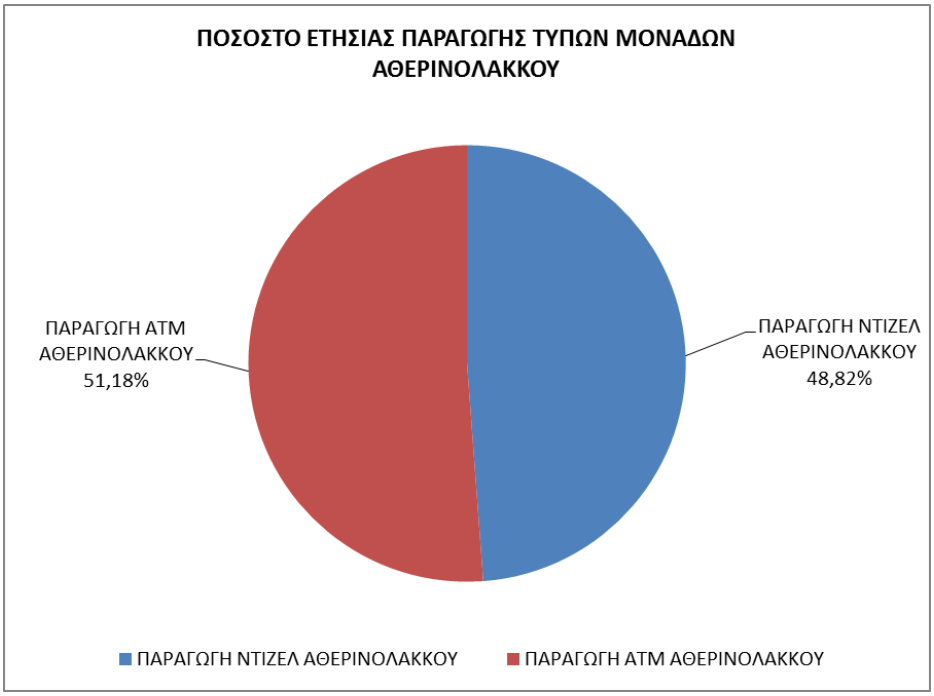
Στο Γράφημα 9.2-5 παρατηρείται ότι οι Αεριοστρόβιλοι των Λινοπεραμάτων αλλά και οι Αεριοστρόβιλοι 11,12,13 των Χανίων εμφανίζουν το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγωγής τους κατά τους μήνες όπου η ζήτηση είναι μεγάλη αφού οι αεριοστροβιλικές μονάδες είναι μονάδες μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος καθώς χρησιμοποιούνται ως μονάδες αιχμής.

Στο πιο κάτω πίνακα παρουσιάζονται συνολικά ανά μήνα οι ώρες λειτουργίας των μονάδων ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου του Σ.Η.Ε Κρήτης.

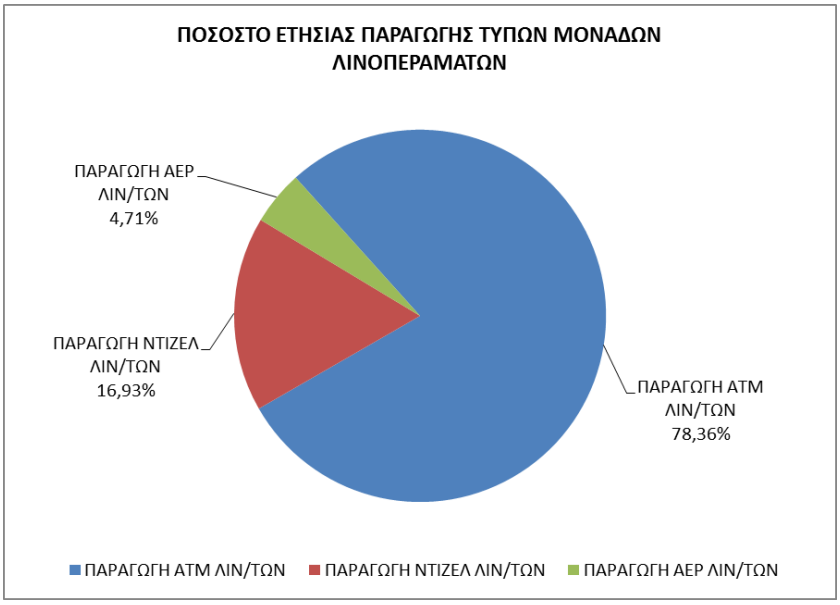
Πιν.: Ώρες λειτουργίας των Μονάδων Ενδιάμεσου και Υψηλού φορτίου στο Σ.Η.Ε της Κρήτης

ΜΗΝΑΣ	Diesel Λιν.	ΑΕΡ Λιν.	ΑΕΡ Παλιοί Χαν.	ΑΕΡ Νέοι Χαν.	Diesel Αθερ.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	196	99	0	147	438
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	173	47	0	88	467
ΜΑΡΤΙΟΣ	319	102	0	183	673
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	194	48	0	115	554
ΜΑΙΟΣ	376	176	0	294	652
ΙΟΥΝΙΟΣ	471	314	15	389	685
ΙΟΥΛΙΟΣ	436	249	0	356	614
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	503	361	0	433	703
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	381	204	0	275	588
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	188	60	0	101	513
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	500	287	0	362	716
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	345	159	0	240	699
Σύνολο	**4082**	**2106**	**15**	**2983**	**7302**

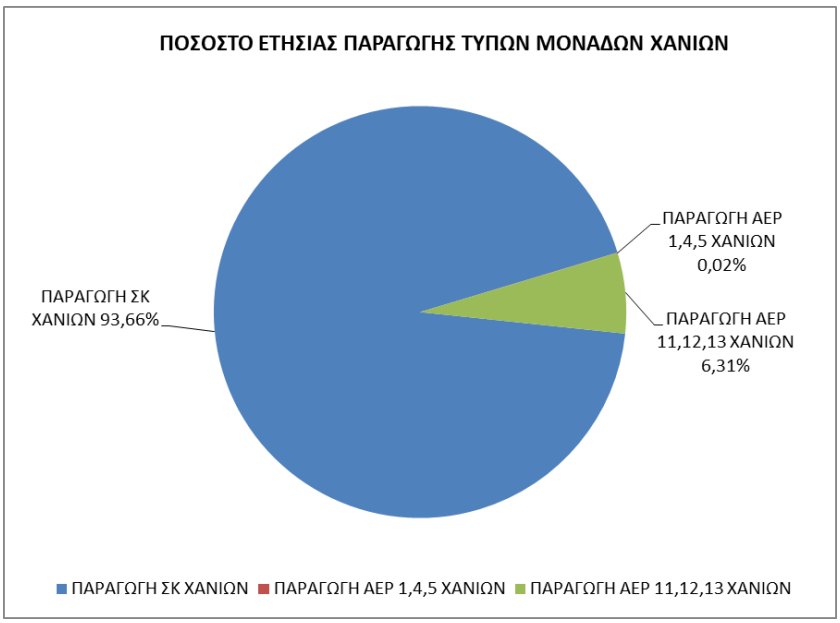
Στα πιο κάτω γραφήματα παρουσιάζεται το ετήσιο ποσοστό παραγωγής ανά τύπο μονάδας σε κάθε ένα σταθμό παραγωγής.



Γράφημα 9.2-6:Ποσοστό Ετήσιας Παραγωγής τύπων μονάδων του ΑΗΣ Αθερινόλακκου



Γράφημα 9.2-7: Ποσοστό Ετήσιας Παραγωγής τύπων μονάδων του ΑΗΣ Λινοπεραμάτων



Γράφημα 9.2-8: Ποσοστό Ετήσιας Παραγωγής τύπων μονάδων του ΑΗΣ Χανίων

9.2.2 Αποκοπή και πραγματική Διείσδυση ΑΠΕ

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν την αποκοπή της παραγωγής των ΑΠΕ από το σύστημα καθώς και τη πραγματική διείσδυση τους Σ.Η.Ε της Κρήτης. Αν το σύστημα δεν μπορεί να απορροφήσει την παραγωγή Α.Π.Ε. χωρίς να παραβιαστούν τα τεχνικά ελάχιστα των ενταγμένων μονάδων πρέπει να περιοριστεί η παραγωγή Α.Π.Ε. Γενικά υπάρχει το ενδεχόμενο η παραγωγή από ΑΠΕ να υπερβαίνει τη ζήτηση, οπότε θα πρέπει να αποκοπεί μέρος της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ. Πρέπει να σημειωθεί ακόμη ότι, αυτό το γεγονός προφανώς θα έχει άμεση επίπτωση στους παραγωγούς ΑΠΕ, καθώς το ποσό της ενέργειας που δεν θα απορροφηθεί την ώρα της αποκοπής, δεν θα πουληθεί προς τη Δ.Ε.Η.

Πίνακας 9.2-6: Μηνιαία Αποκοπή παραγωγής των ΑΠΕ και πραγματικής διείσδυσης τους.

ΜΗΝΑΣ	ΑΠΟΚΟΠΗ ΑΠΕ (MWh)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΚΟΠΗ (MW)	ΑΠΟΚΟΠΗ ΑΠΕ(%)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ(%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1891,39	80,31	3,95	19,90
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	627,03	25,21	1,27	24,78
ΜΑΡΤΙΟΣ	110,55	9,65	0,24	21,64
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	107,28	14,43	0,23	23,17
ΜΑΙΟΣ	36,86	12,79	0,12	13,34
ΙΟΥΝΙΟΣ	0,00	0,00	0,00	13,46
ΙΟΥΛΙΟΣ	20,17	8,93	0,02	26,06
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7,80	4,73	0,01	20,40
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	84,99	13,47	0,17	17,60
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	150,23	15,39	0,35	19,29
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,00	0,00	0,00	14,22
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	173,66	14,99	0,38	20,94
Σύνολο	3209,96	**Μέγιστο**: 80,31	0,55	19,61

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι ο μήνας με την μέγιστη αποκοπή ΑΠΕ είναι ο Ιανουάριος. Γενικά τους μήνες με χαμηλό φορτίο εμφανίζεται μεγάλη αποκοπή ΑΠΕ. Τους καλοκαιρινούς μήνες η αποκοπή παραγωγής από ΑΠΕ είναι χαμηλή γιατί είναι μήνες με υψηλή ζήτηση οπότε παρουσιάζεται μεγαλύτερη πραγματική διείσδυση ΑΠΕ στο σύστημα.

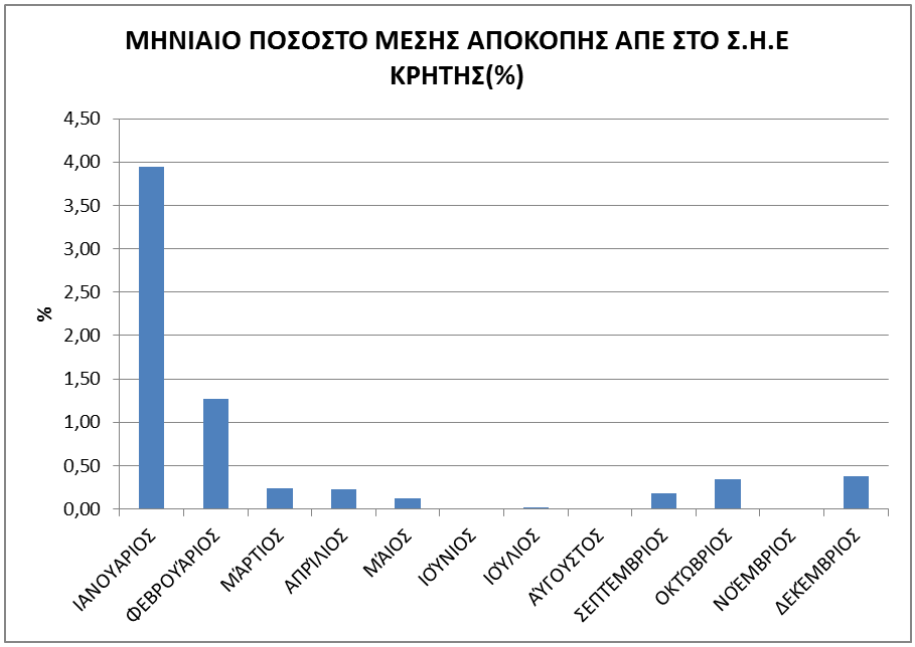
Ο Πίνακας 9.2-7 παρουσιάζει τη κατανομή Αποκοπής ΑΠΕ σε Αιολικά και Φ/Β.

Πίνακας 9.2-7: Κατανομή Αποκοπής ΑΠΕ

ΜΗΝΑΣ	ΑΠΟΚΟΠΗ ΑΠΕ (MWh)	Αποκοπή Φωτοβολταϊκών (MWh)	Αποκοπή Αιολικών (MWh)	Ποσοστά Αποκοπής Φ/Β(%)	Ποσοστά Αποκοπής Αιολικών(%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1891,39	46,43	1844,96	2,45	97,55
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	627,03	20,25	606,77	3,23	96,77
ΜΑΡΤΙΟΣ	110,55	15,73	94,82	14,23	85,77
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	107,28	19,85	87,43	18,50	81,50
ΜΑΙΟΣ	36,86	0,00	36,86	0,00	100,00
ΙΟΥΝΙΟΣ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΙΟΥΛΙΟΣ	20,17	0,25	19,92	1,25	98,75
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7,80	0,22	7,58	2,79	97,21
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	84,99	0,82	84,17	0,97	99,03
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	150,23	3,37	146,86	2,24	97,76
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	173,66	17,22	156,44	9,92	90,08
Σύνολο	3209,96	124,15	3085,81	3,87	96,13

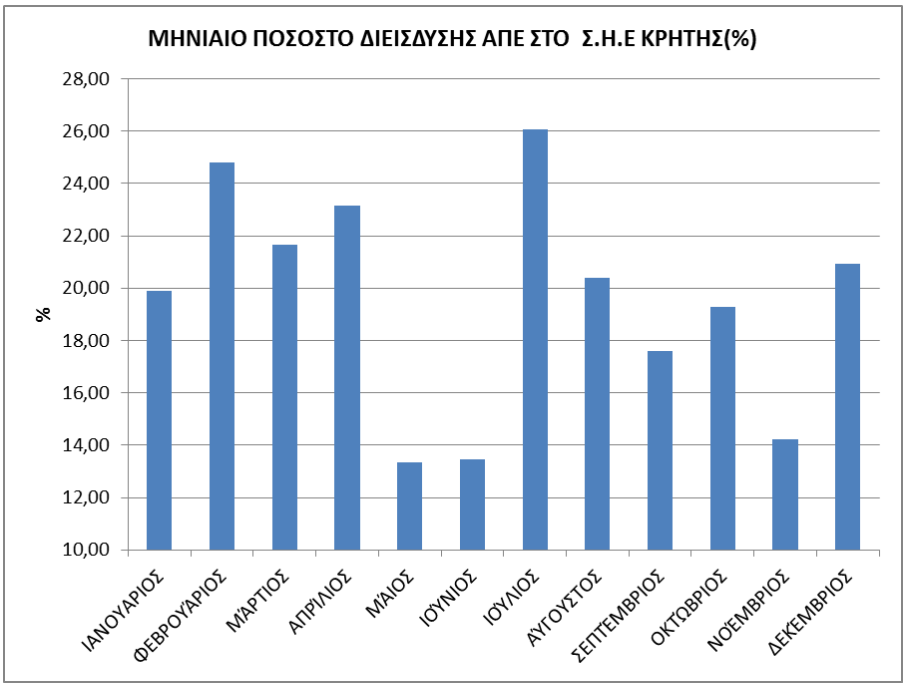
Από τον πιο πάνω πίνακα κατανομής παρατηρείται ότι η αποκοπή Φ/Β είναι πολύ μικρότερη από την αποκοπή των αιολικών για τον λόγω που αναφέρθηκε και πιο πάνω. Τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Νοέμβριο δεν παρουσιάστηκε καθόλου αποκοπή σε Φ/Β λόγω υψηλού φορτίου, ενώ τον μήνα Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Οκτώβριο παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη αποκοπή σε αιολικά.

Στο πιο κάτω γράφημα παρουσιάζεται το μηνιαίο ποσοστό αποκοπής των ΑΠΕ από το Σύστημα.



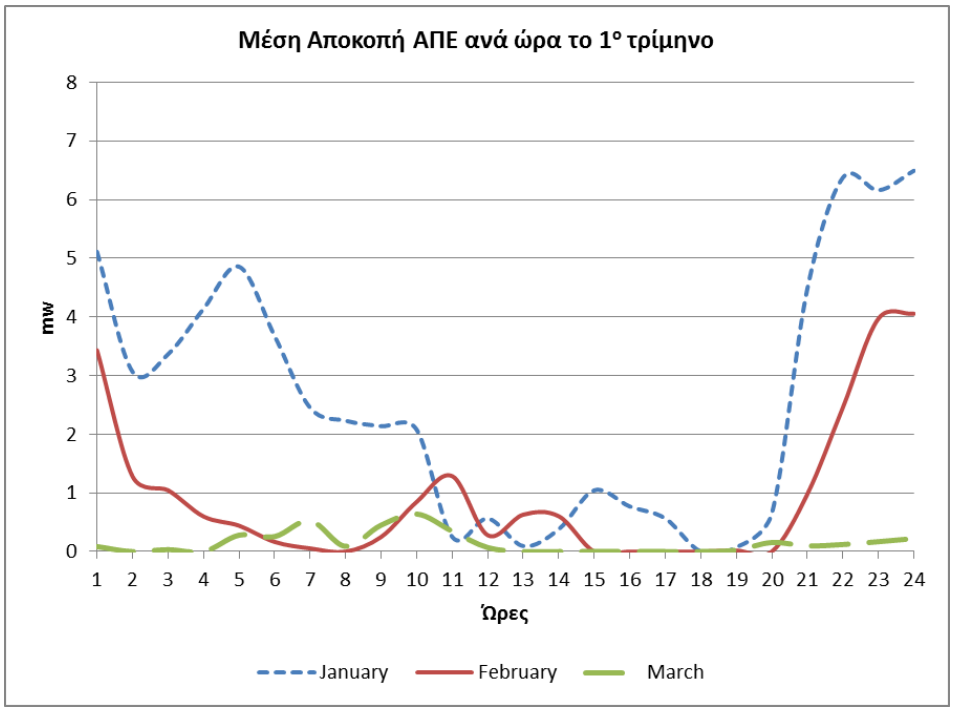
Γράφημα 9.2-9: Μηνιαίο ποσοστό αποκοπής των ΑΠΕ

Στο πιο κάτω γράφημα παρουσιάζεται το μηνιαίο ποσοστό πραγματικής διείσδυσης των ΑΠΕ στο Σύστημα.

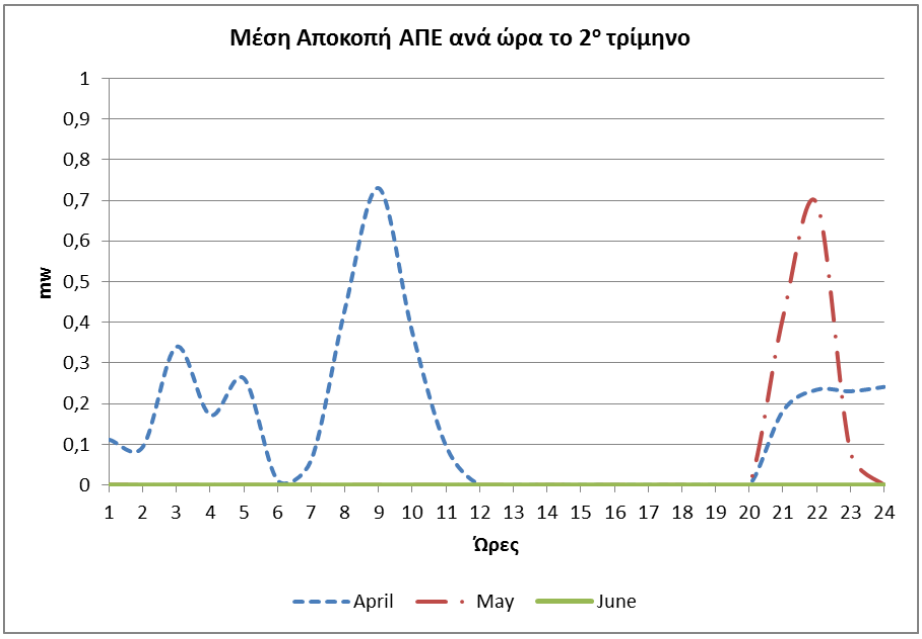


Γράφημα 9.2-10: Μηνιαίο ποσοστό πραγματικής διείσδυσης των ΑΠΕ

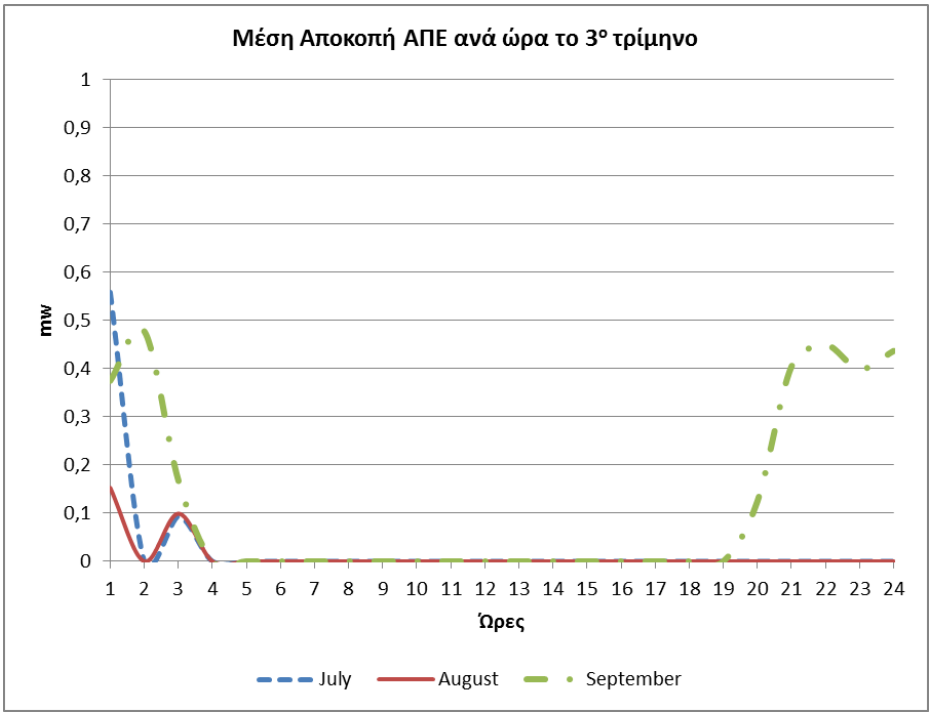
Στα πιο κάτω γραφήματα παρουσιάζεται η μέση αποκοπή των ΑΠΕ από το σύστημα ανά τρίμηνο και ανά ώρα.



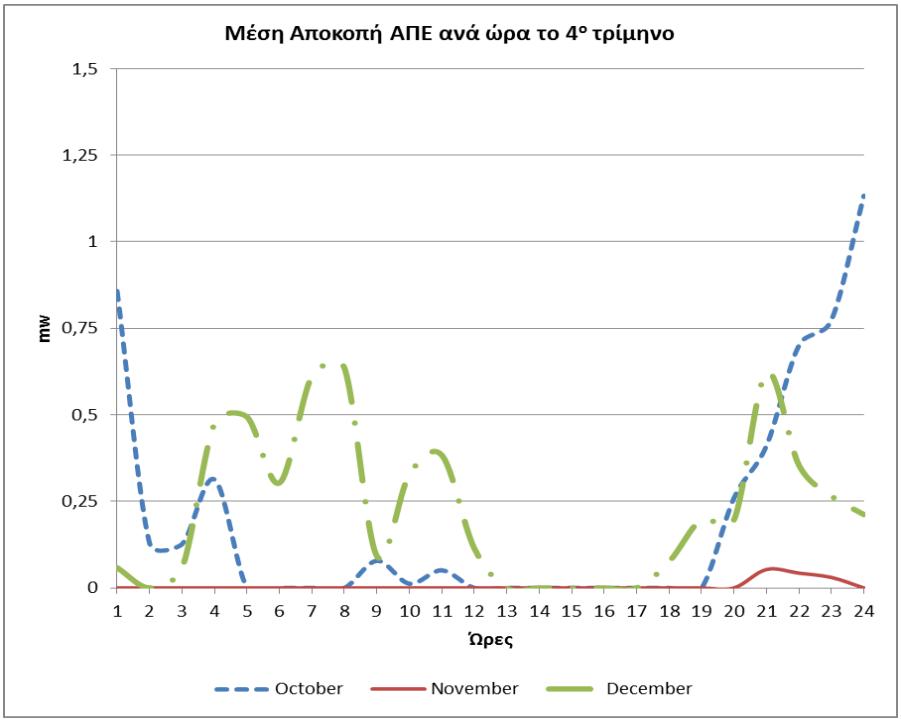
Γράφημα 9.2-11:Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 1° τρίμηνο του 2010



Γράφημα 9.2-12:Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 2° τρίμηνο του 2010



Γράφημα 9.2-13:Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 3° τρίμηνο του 2010

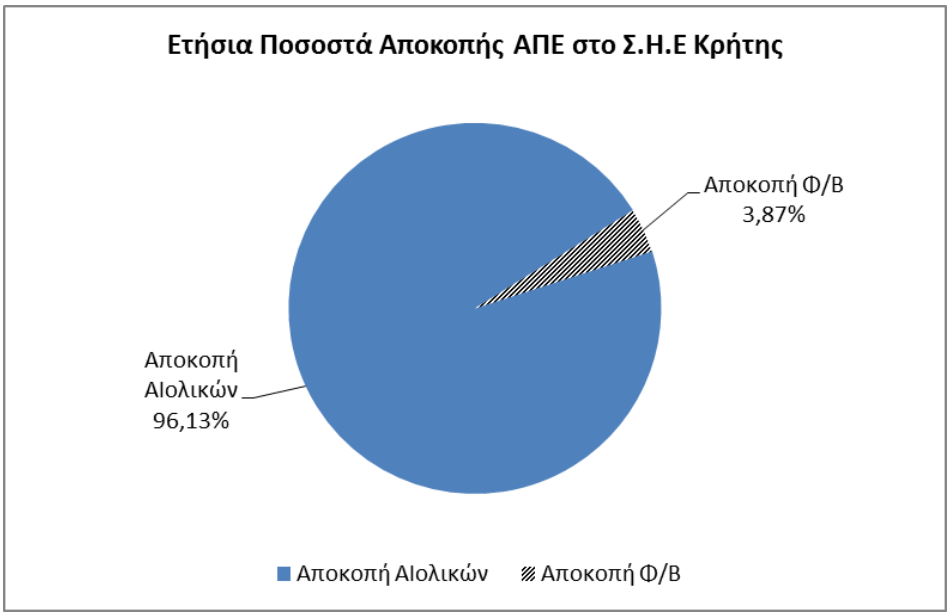


Γράφημα 9.2-14:Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 4° τρίμηνο του 2010

Από τα πιο πάνω γραφήματα παρατηρείται ότι το 1ο τρίμηνο του 2010 εμφανίζεται η μεγαλύτερη αποκοπή από ΑΠΕ. Επίσης παρατηρείται ότι η αποκοπή εμφανίζεται κυρίως το βράδυ και τις πρωινές ώρες. Αυτό συνεπάγει ότι η αποκοπή όπως θα παρουσιαστεί και πιο κάτω αφορά την αιολική παραγωγή κατά το πλείστον και όχι τα Φ/Β.

Το ετήσιο ποσοστό που έχει αποκοπεί από την παραγωγή των αιολικών στο Σ.Η.Ε της Κρήτης είναι 0,6% ενώ το ετήσιο ποσοστό αποκοπής από την παραγωγή των Φ/Β στο νησί είναι περίπου 0,2%. Ποσοστά πολύ χαμηλά σε σχέση με τις παραγωγές των αντίστοιχων ΑΠΕ.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται σε ποσοστά η ετήσια κατανομή της αποκοπής των ΑΠΕ από το σύστημα.



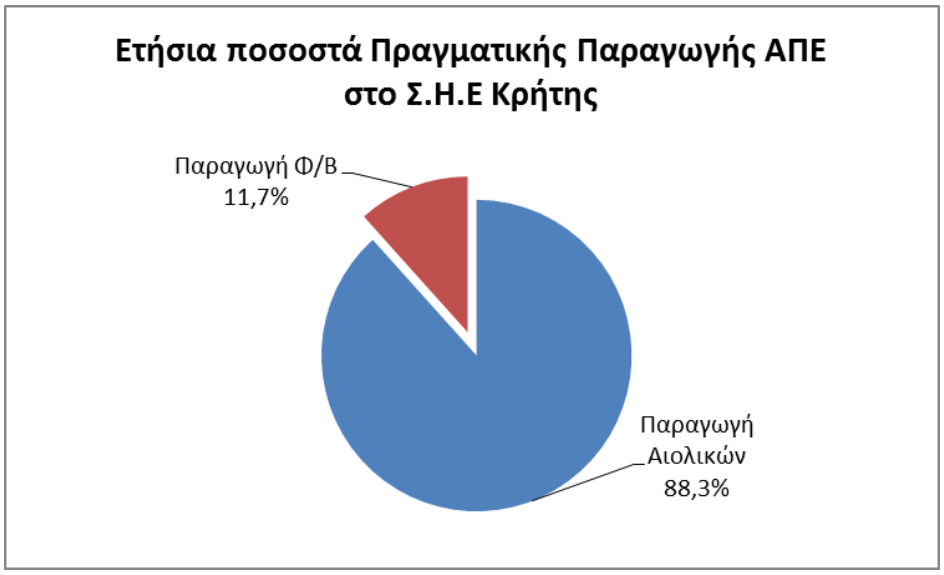
Γράφημα 9.2-15:Ετήσια ποσοστά Αποκοπής ΑΠΕ

Από τη συνολική αποκοπή των ΑΠΕ, η μέση αποκοπή των αιολικών φτάνει το 96,13% ενώ των Φ/Β το 3,87%. Είναι προφανές ότι η αποκοπή αφορά περισσότερο την αιολική παραγωγή και όχι την παραγωγή Φ/Β.

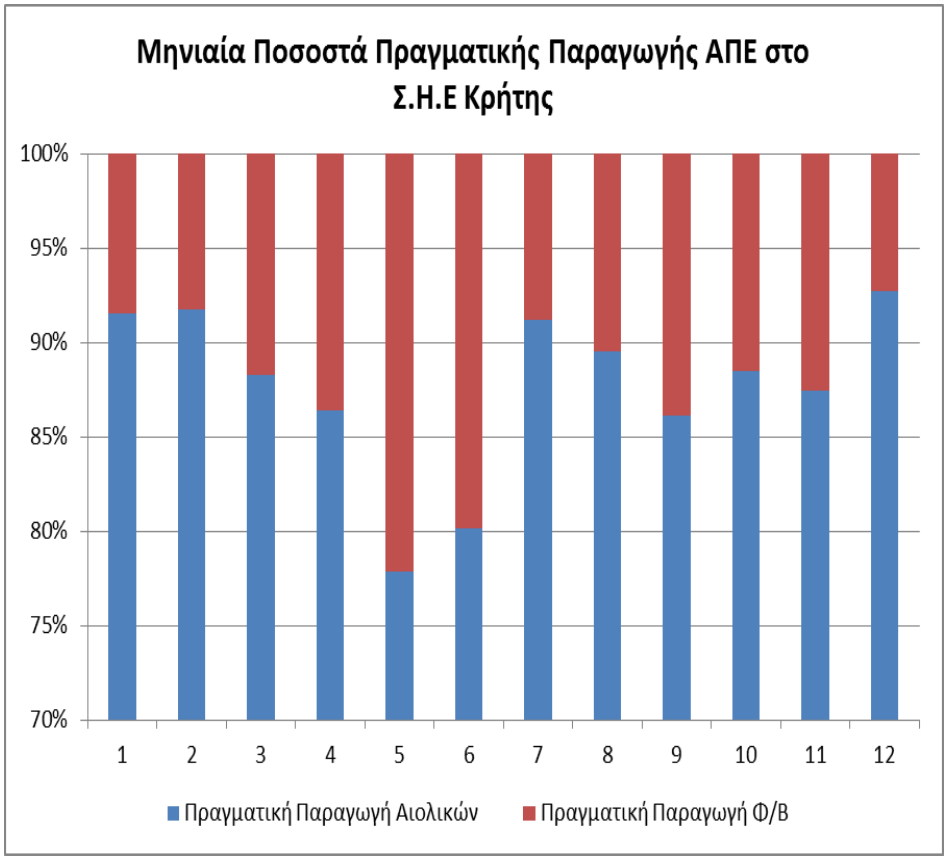
Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τη κατανομή της Παραγωγής ΑΠΕ στο σύστημα.

Πίνακας 9.2-8: Κατανομή της Παραγωγής ΑΠΕ στο αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κρήτης

ΜΗΝΑΣ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΕ (MWh)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ Φ/Β(MWh)	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ(MWh)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΉΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ Φ/Β(%)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ(%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	46011,42	3886,05	42125,37	8,45	91,55
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	48713,76	4038,10	44675,65	8,29	91,71
ΜΑΡΤΙΟΣ	45992,93	5386,90	40606,02	11,71	88,29
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	46346,31	6294,39	40051,92	13,58	86,42
ΜΑΙΟΣ	31212,17	6907,06	24305,11	22,13	77,87
ΙΟΥΝΙΟΣ	37007,05	7343,94	29663,12	19,84	80,16
ΙΟΥΛΙΟΣ	86753,60	7639,64	79113,96	8,81	91,19
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	71229,44	7445,00	63784,44	10,45	89,55
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	48558,47	6732,63	41825,84	13,86	86,13
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	43310,75	4984,36	38326,40	11,51	88,49
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	30782,30	3866,85	26915,45	12,56	87,44
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	45477,16	3324,71	42152,44	7,31	92,69
Σύνολο	581.395,36	67.849,64	513.545,72	11,67	88,33



Γράφημα: Ετήσια Ποσοστά Πραγματικής Παραγωγής ΑΠΕ στο Σ.Η.Ε Κρήτης



Γράφημα: Μηνιαία Ποσοστά Πραγματικής Παραγωγής ΑΠΕ στο Σ.Η.Ε Κρήτης

9.2.3 Κατανάλωση και Κόστος Καυσίμων

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται η μηνιαία κατανάλωση καυσίμου των θερμικών μονάδων, το μηνιαίο κόστος καυσίμου αλλά και το συνολικό κόστος καυσίμων για ολόκληρο το έτος 2010 στο Σ.Η.Ε Κρήτης.
Ο Πίνακας 9.2-9 παρουσιάζει τη κατανάλωση καυσίμου σε καύσιμο μαζούτ και diesel, και το κόστος καυσίμου ανά μήνα. Η τιμή το 2010 για το καύσιμο μαζούτ ήταν 415 € / Τ ενώ για το καύσιμο diesel ήταν 698 €/ Τ.

Πίνακας 9.2-9: Μηνιαία Κατανάλωση και Κόστος Καυσίμων

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ(ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	ΚΑΥΣΙΜΟ ΜΑΖΟΥΤ(Τ)	ΚΑΥΣΙΜΟ DIESEL(Τ)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	23.114,71	33.512,83	13.790,90
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	16.802,28	30.100,97	6.730,79
ΜΑΡΤΙΟΣ	18.939,39	32.559,67	8.192,55
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	17.317,30	30.727,98	7.135,65
ΜΑΙΟΣ	22.736,63	40.353,82	9.308,45
ΙΟΥΝΙΟΣ	28.758,29	41.702,22	17.159,64
ΙΟΥΛΙΟΣ	30.168,92	44.174,52	17.596,27
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	34.827,56	47.175,66	22.598,93
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	28.625,68	38.145,20	18.917,07
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	20.448,27	37.622,48	7.556,63
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	22.058,61	33.365,02	12.186,72
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	17.250,07	39.188,80	2.018,13
Σύνολο	281.047,72	448.629,18	143.191,72

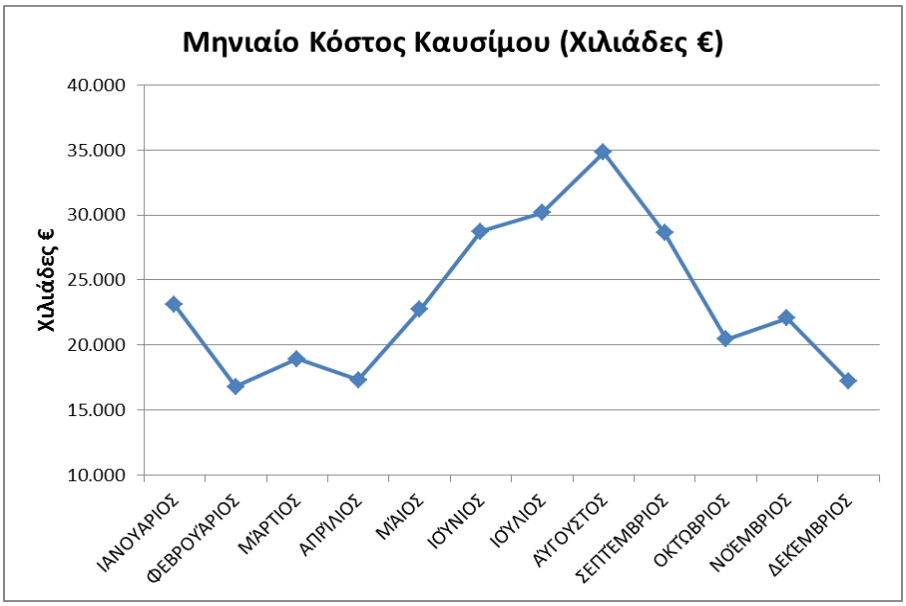
Παρατηρείται ότι το ετήσιο κόστος κατανάλωσης καυσίμων είναι 281 εκατομμύρια €. Κατά τους πολύ θερινούς μήνες, κυρίως τον Ιούλιο και Αύγουστο παρατηρείται η μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμων. Η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ είναι πολύ μεγαλύτερη από την κατανάλωση καυσίμου Diesel. Αυτό δικαιολογείται γιατί οι μονάδες βάσης που χρησιμοποιούνται στο Σ.Η.Ε της Κρήτης καταναλώνουν καύσιμο μαζούτ.

Ο Πίνακας 9.2-10 παρουσιάζει το μηνιαίο κόστος σε €/MWh της θερμικής παραγωγής.

Πίνακας 9.2-10:Μηνιαίο Κόστος €/MWh Θερμικής Παραγωγής του Σ.Η.Ε Κρήτης

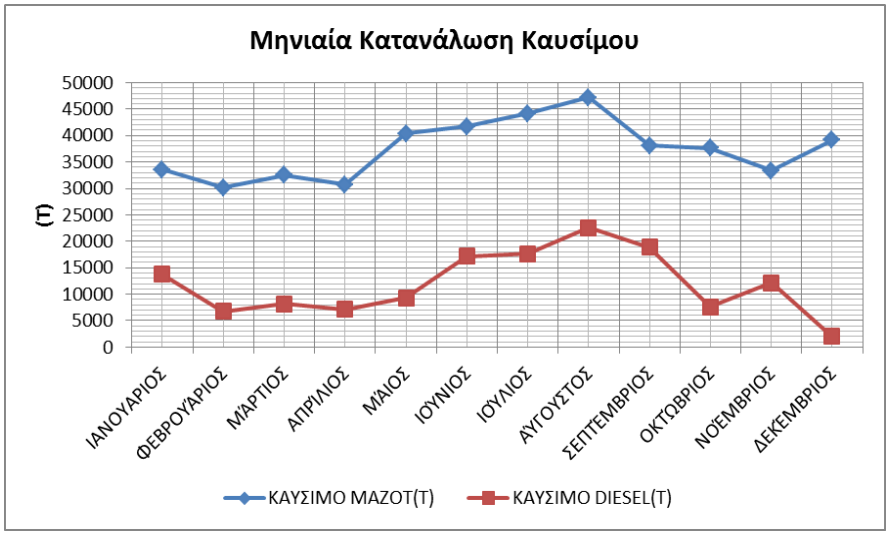
ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	124,80
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	113,64
ΜΑΡΤΙΟΣ	113,70
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	112,65
ΜΑΙΟΣ	112,14
ΙΟΥΝΙΟΣ	120,89
ΙΟΥΛΙΟΣ	122,59
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	125,27
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	125,89
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	112,86
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	118,83
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	100,48
Μέσο ετήσιο Κόστος	116,98

Πιο κάτω παρουσιάζονται το μηνιαίο κόστος καυσίμου , η μηνιαία κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και diesel και το μηνιαίο κόστος σε €/MWh.



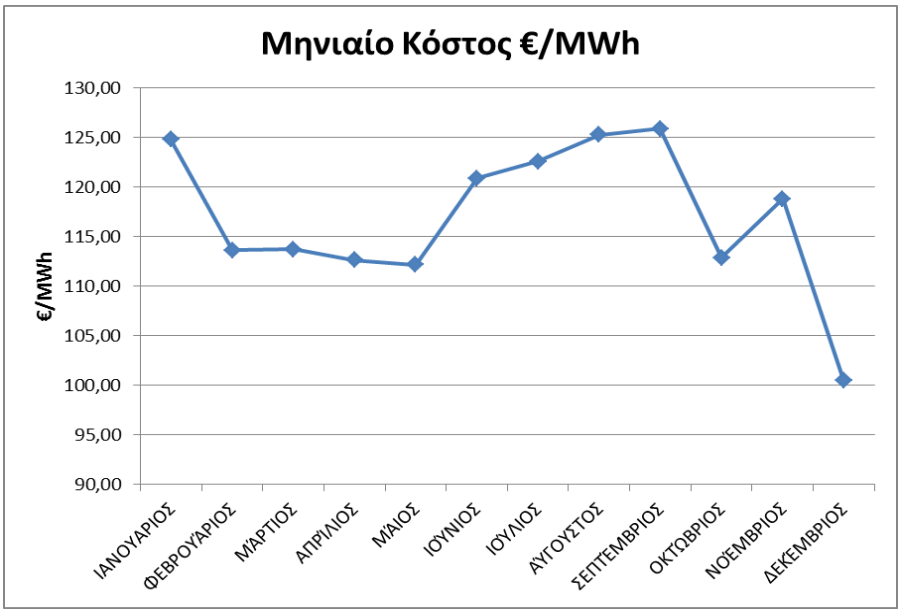
Γράφημα 9.2-16: Μηνιαίο Κόστος Καυσίμου στο Σ.Η.Ε Κρήτης

Κατά τον μήνα Αύγουστο όπως φαίνεται στο πιο πάνω γράφημα όπου παρουσιάζεται και η αιχμή της ζήτησης για το έτος 2010 έχουμε το μέγιστο κόστος κατανάλωσης καυσίμου του έτους που φτάνει τα 35 εκατομμύρια €. Γενικά τους θερινούς μήνες παρουσιάζεται υψηλό το κόστος κατανάλωσης καυσίμου λόγω υψηλής ζήτησης, σε σχέση με τους μήνες χαμηλού φορτίου.



Γράφημα 9.2-17: Μηνιαία Κατανάλωση Καυσίμου στο Σ.Η.Ε Κρήτης

Στο πιο πάνω γράφημα παρατηρείται ότι τους θερινούς μήνες έχουμε την περισσότερη κατανάλωση καυσίμου, που συνεπάγεται και το μεγαλύτερο κόστος. Επίσης παρατηρείται ότι η κατανάλωση καυσίμου σε μαζούτ είναι πολύ μεγαλύτερη από τη diesel γιατί στο σύστημα οι μονάδες βάσης που χρησιμοποιούνται είναι οι Ατμομονάδες. Η κατανάλωση καυσίμου σε diesel οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη ένταξη του συνδυασμένου κύκλου.



Γράφημα 9.2-18: Μηνιαίο Κόστος €/MWh Θερμικής Παραγωγής στο Σ.Η.Ε Κρήτης

Στο πάνω γράφημα παρουσιάζεται η διακύμανση του Μέσου μηνιαίου κόστους σε €/MWh. Η μέση τιμή MWh για το έτος 2010 είναι 117,89 €/MWh ενώ το μήνα Δεκέμβριο παρουσιάζεται η χαμηλότερη τιμή που φτάνει τα 100,48 €/MWh. Τον μήνα αυτό δεν ήταν διαθέσιμες λόγω συντήρησης οι μονάδες του συνδυασμένου κύκλου των Χανίων και γι'αυτό το λόγο αυξήθηκε η παραγωγή των οικονομικότερων ατμομονάδων του ΑΗΣ Αθερινόλακκου και Λινοπεραμάτων.
Η μέση τιμή MWh στο Σ.Η.Ε της Κρήτης παρουσιάζεται αυξημένη σε σχέση με το Σ.Η.Ε της Κύπρου για το 2010 όπως έχει προαναφερθεί στο υποκεφάλαιο 9.1.3. Η μέση τιμή MWh στη Κρήτη παρουσιάζεται υψηλότερη κατά 26,86 €/MWh.

9.2.4 Συνολικό κόστος Συστήματος

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζεται το συνολικό κόστος του συστήματος που περιλαμβάνει το κόστος κατανάλωσης καυσίμου μαζί με το κόστος αποζημίωσης για τις ΑΠΕ.
Στον πιο κάτω Πίνακα παρουσιάζεται η τιμολόγηση ενέργειας από ΑΠΕ που χρησιμοποιήθηκε στις προσομοιώσεις.

Πίνακας 9.2-11: Τιμολόγηση Ενέργειας από ΑΠΕ.[35]

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)
Αιολική Παραγωγή	99,45
Φ/Β Συστήματα	305,60

Η πραγματική διείσδυση Φ/Β στο σύστημα για το έτος 2010 είναι 67.8GWh ενώ η πραγματική διείσδυση αιολικής παραγωγής για το ίδιο έτος είναι 513.54,GWh.

Στον Πίνακας 9.2-12 παρουσιάζεται το συνολικό Κόστος του Συστήματος στο οποίο περιλαμβάνονται και οι αποζημιώσεις των ΑΠΕ που χρησιμοποιήθηκαν.

Πίνακας 9.2-12: Συνολικό Κόστος Σ.Η.Ε Κρήτης συμπεριλαμβανομένου και Αποζημίωσης παραγωγών ΑΠΕ

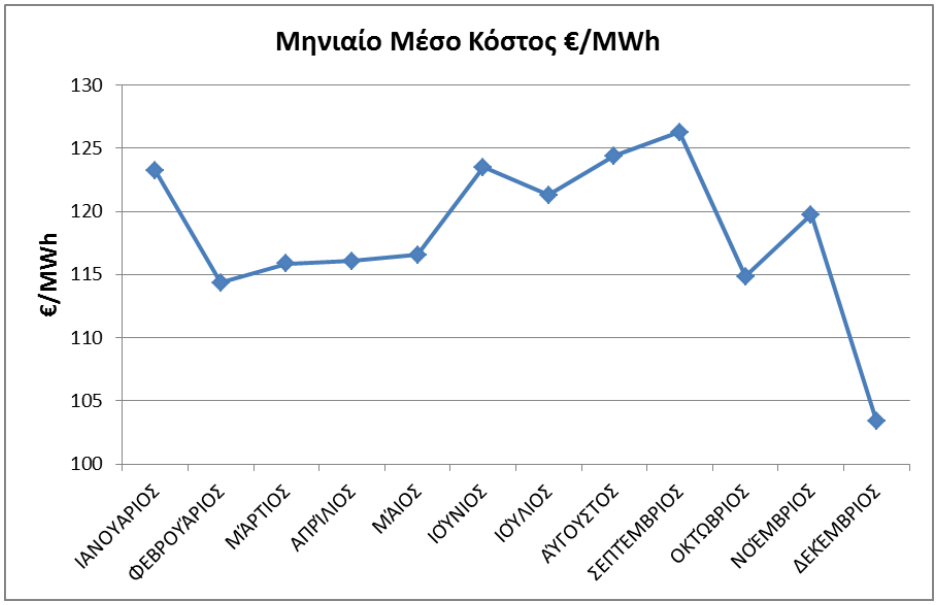
ΜΗΝΑΣ	Κόστος Αποζημίωσης Πραγματικής Διείσδυσης Φ/Β(Χιλιάδες €)	Κόστος Αποζημίωσης Πραγματικής Διείσδυσης Αιολικών(Χιλιάδες €)	Κόστος Κατανάλωσης Καυσίμου (Χιλιάδες €)	Συνολικό Κόστος (Χιλιάδες€)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1.187,578	4.189,368	23.114,71	28.491,66
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	1.234,044	4.442,994	16.802,28	22.479,32
ΜΑΡΤΙΟΣ	1.646,237	4.038,269	18.939,39	24.623,90
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	1.923,565	3.983,163	17.317,30	23.224,03
ΜΑΙΟΣ	2.110,799	2.417,143	22.736,63	27.264,57
ΙΟΥΝΙΟΣ	2.244,307	2.949,997	28.758,29	33.952,59
ΙΟΥΛΙΟΣ	2.334,674	7.867,883	30.168,92	40.371,48
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	2.275,193	6.343,363	34.827,56	43.446,12
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2.057,492	4.159,579	28.625,68	34.842,75
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1.523,219	3.811,560	20.448,27	25.783,05
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1.181,710	2.676,741	22.058,61	25.917,06
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1.016,032	4.192,060	17.250,07	22.458,16
Ετήσιο	**20.734,850**	**51.072,121**	**281.047,72**	**352.854,69**

Επομένως το συνολικό κόστος για το Σ.Η.Ε της Κρήτης για ολόκληρο το έτος 2010 συμπεριλαμβανόμενο και το κόστος αποζημίωσης των ΑΠΕ ανέρχεται στα 352,854 εκατομμύρια €.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει το μηνιαίο μέσο κόστος €/MWh το οποίο συμπεριλαμβάνει και τις αποζημιώσεις των παραγωγών από ΑΠΕ.

Πίνακας 9.2-13 Μηνιαίο Μέσο Κόστος €/MWh συμπεριλαμβανομένου και Αποζημίωσης παραγωγών ΑΠΕ

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	123,22
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	114,36
ΜΑΡΤΙΟΣ	115,84
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	116,08
ΜΑΙΟΣ	116,54
ΙΟΥΝΙΟΣ	123,51
ΙΟΥΛΙΟΣ	121,29
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	124,40
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	126,27
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	114,85
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	119,75
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	103,42
Μέσο ετήσιο Κόστος	**118,29**



Γράφημα 9.2-19: Μηνιαίο Μέσο Κόστος €/MWh συμπεριλαμβανομένου και Αποζημίωσης παραγωγών ΑΠΕ στο Σ.Η.Ε Κρήτης

Παρατηρείται ότι το μέσο ετήσιο κόστος με τις αποζημιώσεις των παραγωγών ΑΠΕ έχει αυξηθεί κατά 1,31 €/MWh.. Το υψηλότερο παρουσιάζεται τον μήνα Σεπτέμβριο ενώ το χαμηλότερο τον μήνα Δεκέμβριο.

9.3 Προσομοιώσεις – Αποτελέσματα για το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από τις προσομοιώσεις για το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης.

9.3.1 Παραγωγή θερμικών μονάδων και ΑΠΕ

Για τη διαθεσιμότητα των μονάδων που αφορά το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης χρησιμοποιήθηκαν ο Πίνακας 9.1-1 που αφορά τη διαθεσιμότητα των θερμικών μονάδων του Σ.Η.Ε της Κύπρου και ο Πίνακας 9.2-1 και Πίνακας 9.2-2 που αφορά τη διαθεσιμότητα των θερμικών μονάδων του Σ.Η.Ε της Κρήτης το 1^{ο} και το 2^{ο} εξάμηνο αντίστοιχα για το έτος 2010.
Σχετικά με τη διαθεσιμότητα των μονάδων του Ενιαίου Σ.Η.Ε έγιναν οι εξής παραδοχές όπου και εφαρμόστηκαν στις προσομοιώσεις:
Παραδοχή 1: Για ολόκληρο το έτος αυξήσαμε το τεχνικό ελάχιστο της κάθε μονάδας του Συνδυασμένου Κύκλου της Κύπρου από 25 MW σε 30 MW.
Παραδοχή 2: Για ολόκληρο το έτος τέθηκαν εκτός λειτουργίας 4 ατμομονάδες του ΑΗΣ Μονής.

Για τον υπολογισμό της παραγωγής από ΑΠΕ έγιναν οι εξής παραδοχές όπου αναφέρονται στο υποκεφάλαιο 9.1.1.

Ο Πίνακας 9.3-1 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της προσομοίωσης σχετικά με την παραγωγή ανά μήνα των θερμικών μονάδων και τη συνολική παραγωγή που αφορούν το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης.

Πίνακας 9.3-1: Θερμική και Συνολική Παραγωγή στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

ΜΉΝΕΣ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΥΠΡΟΥ (GWh)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΗΤΗΣ (GWh)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΙΑΙΟΥ (GWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΥΠΡΟΥ (GWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΗΤΗΣ (GWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΙΑΙΟΥ(GWh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	495,40	121,21	614,67	520,61	167,17	687,80
ΦΕΒΡΟΥΆΡΙΟΣ	432,30	102,60	534,90	458,67	151,14	609,82
ΜΆΡΤΙΟΣ	459,67	81,69	541,37	479,98	126,90	606,89
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	395,89	95,21	491,10	410,46	140,99	551,45
ΜΆΙΟΣ	474,09	107,19	581,29	490,12	137,74	627,87
ΙΟΎΝΙΟΣ	562,45	119,57	682,02	574,07	156,16	730,24
ΙΟΎΛΙΟΣ	640,33	149,25	789,58	657,12	235,93	893,05
ΆΥΓΟΥΣΤΟΣ	709,78	180,84	890,63	728,38	252,08	980,47
ΣΕΠΤΈΜΒΡΙΟΣ	598,13	132,67	730,80	610,41	181,09	791,50
ΟΚΤΏΒΡΙΟΣ	473,89	115,21	589,11	485,42	158,09	643,52
ΝΟΈΜΒΡΙΟΣ	470,17	73,99	544,17	480,71	104,65	585,36
ΔΕΚΈΜΒΡΙΟΣ	446,76	121,04	567,80	463,52	166,56	630,08
Σύνολο	6.156,96	1.400,52	7.559,43	6.359,52	1.978,57	8.338,10

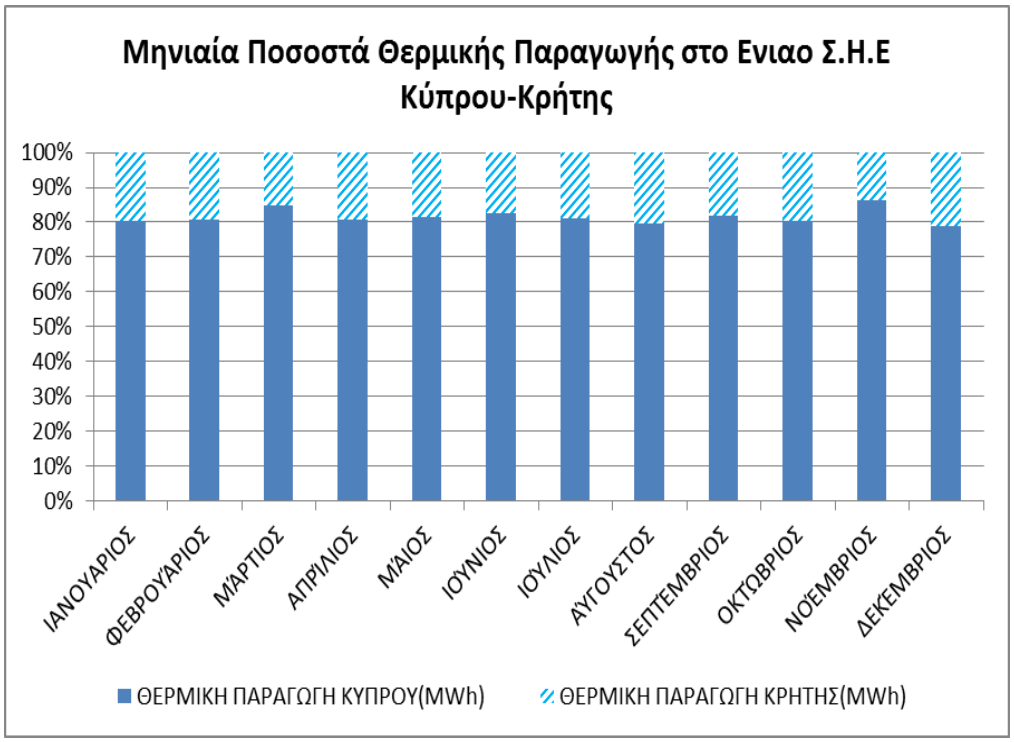
Ο μήνας με τη μεγαλύτερη θερμική παραγωγή στο Ενιαίο Σ.Η.Ε είναι ο Αύγουστος ενώ ο μήνας με την ελάχιστη είναι ο Απρίλιος

.

Στο Γράφημα 9.3-1 παρουσιάζεται σε ποσοστά η ετήσια παραγωγή θερμικών μονάδων ανά νησί του Ενιαίου Σ.Η.Ε.

Γράφημα 9.3-1:Ετήσια Ποσοστά Θερμικής Παραγωγής ανά νησί του Ενιαίου Σ.Η.Ε

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται σε ποσοστά η μηνιαία θερμική παραγωγή ανά νησί του Ενιαίου Σ.Η.Ε.



Γράφημα 9.3-2: Μηνιαία Ποσοστά Θερμικής Παραγωγής ανά νησί του Ενιαίου Σ.Η.Ε

Στα πιο πάνω γραφήματα παρατηρείται ότι η θερμική παραγωγή της Κύπρου είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή της Κρήτης για τον λόγω ότι η Κύπρος διαθέτει μεγαλύτερες και οικονομικότερες μονάδες βάσης. Η θερμική παραγωγή της Κύπρου κυμαίνεται στο 80% της συνολικής παραγωγής.
Στον πιο κάτω Πίνακα παρουσιάζεται ανά μήνα η μέγιστη θερμική παραγωγή των μονάδων του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης όπως έχει προκύψει από τις προσομοιώσεις.

Πίνακας 9.3-2 : Μέγιστη Θερμική Παραγωγή Ανά Μήνα στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

ΜΗΝΑΣ	Μέγιστη Θερμική Παραγωγή (MW)	Μέγιστη Ζήτηση (MW)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1305,78	1478,737
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	1294,42	1.394,81
ΜΑΡΤΙΟΣ	1056,49	1.202,97
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	997,47	1.053,15
ΜΑΙΟΣ	1153,79	1.217,25
ΙΟΥΝΙΟΣ	1410,39	1.530,51
ΙΟΥΛΙΟΣ	1474,18	1.607,49
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	1598,94	1.732,04
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	1392,92	1.504,34
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1180,68	1.208,62
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1092,14	1.109,41
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1212,16	1.283,31
Μέγιστο	**1598,94**	**1.732,04**

Ο μήνας με την υψηλότερη θερμική παραγωγή είναι ο Αύγουστος αφού τον μήνα αυτό παρουσιάζεται η υψηλότερη ζήτηση στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης. Στην αιχμή του έτους οι ΑΠΕ συμμετέχουν κατά περίπου 7,6%

Πίνακας 9.3-3:Μέγιστη Θερμική παραγωγή ανά τύπο μονάδας ανά μήνα στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

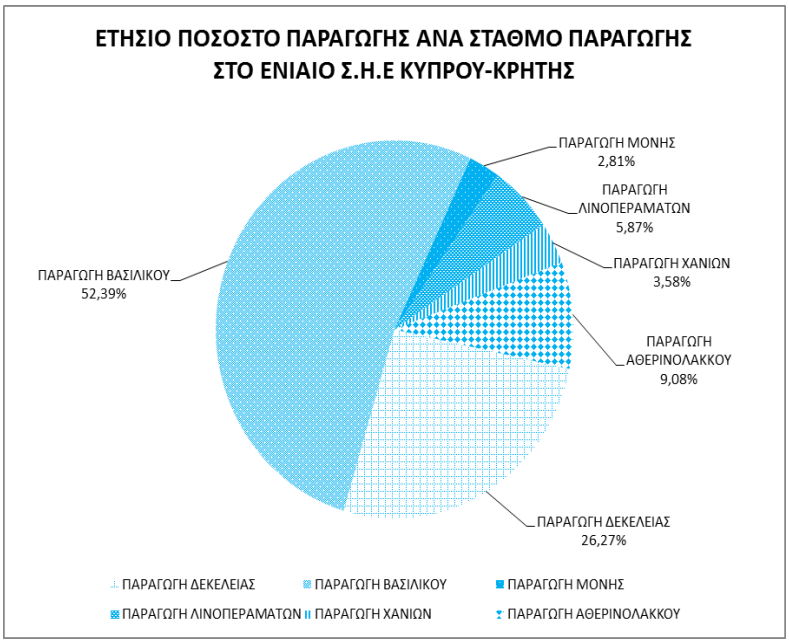
ΜΗΝΑΣ	Ατμοί Δεκέλειας	ΜΕΚ Δεκέλειας	Ατμοί Βασιλικού	Ατμοί Μονής	ΑΕΡ Μονής	Σ.Κ Βασιλικού
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	294,00	102,96	382,20	24,12	69,32	112,70
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	294,00	102,96	254,80	23,98	65,51	225,40
ΜΑΡΤΙΟΣ	245,70	102,96	254,80	21,98	4,00	225,40
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	234,84	102,96	254,80	21,67	4,00	112,70
ΜΑΙΟΣ	258,44	102,96	254,80	22,34	8,39	225,40
ΙΟΥΝΙΟΣ	294,00	102,96	382,20	23,57	54,45	225,40
ΙΟΥΛΙΟΣ	339,11	102,96	382,20	46,05	38,70	225,40
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	352,80	102,96	382,20	48,55	73,62	225,40
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	316,05	102,96	382,20	22,48	14,87	225,40
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	261,90	102,96	254,80	22,44	9,45	225,40
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	268,08	102,96	254,80	22,61	11,37	225,40
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	294,00	102,96	254,80	25,33	102,12	112,70
Μέγιστο	352,80	102,96	382,20	48,55	102,12	225,40

Πίνακας 9.3-4: Μέγιστη Θερμική παραγωγή ανά τύπο μονάδας ανά μήνα στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

ΜΗΝΑΣ	Ατμοί Λινοπερ.	ΜΕΚ Λινοπερ.	ΑΕΡ Λινοπερ.	Σ.Κ Χανίων	ΑΕΡ 1,4,5 Χανίων	ΑΕΡ 11,12,13 Χανίων	ΜΕΚ Αθεριν.	Ατμοί Αθεριν.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	60,18	22,89	7,00	44,00	0,00	3,50	99,00	86,37
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	59,46	34,34	7,00	38,10	0,00	3,50	99,00	86,37
ΜΑΡΤΙΟΣ	48,20	33,00	0,00	25,00	0,00	0,00	99,00	43,18
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	35,20	22,45	0,00	25,00	0,00	0,00	99,00	86,37
ΜΑΙΟΣ	48,20	22,89	0,00	25,00	0,00	0,00	99,00	86,37
ΙΟΥΝΙΟΣ	55,73	34,34	0,00	52,38	0,00	3,50	99,00	86,37
ΙΟΥΛΙΟΣ	71,92	34,34	0,00	50,00	0,00	0,00	99,00	86,37
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	82,09	34,34	12,00	90,60	0,00	9,01	99,00	86,37
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	59,25	34,34	0,00	50,00	0,00	0,00	99,00	86,37
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	59,02	34,34	0,00	25,00	0,00	0,00	99,00	86,37
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	48,58	34,34	0,00	25,00	0,00	0,00	99,00	43,18
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	85,05	34,34	12,00	0,00	0,00	3,50	99,00	86,37
Μέγιστο	85,05	34,34	12,00	90,60	0	9,01	99,00	86,37

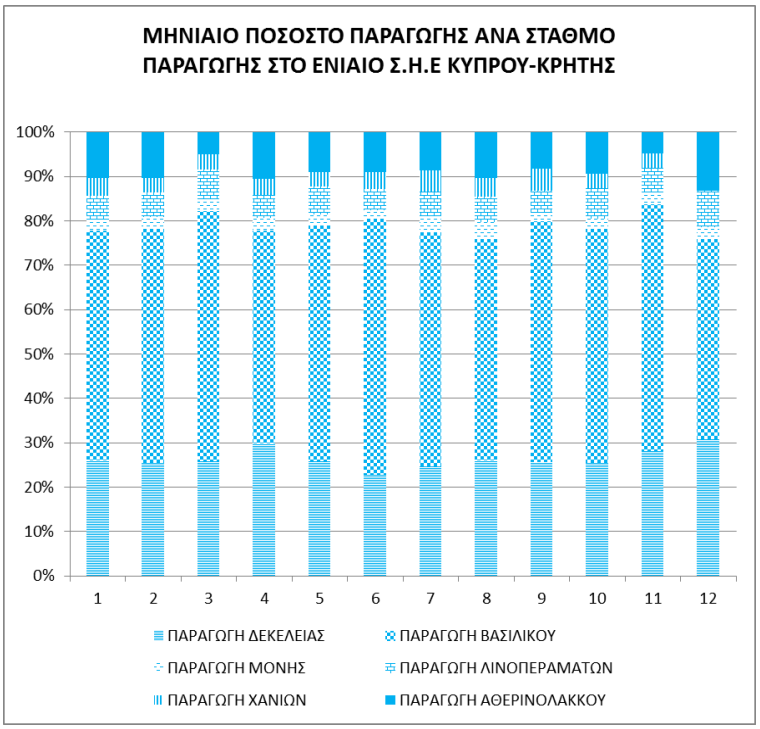
Από τους πιο πάνω πίνακες και με βάση τους αντίστοιχους πίνακες που παρουσιάζονται στα υποκεφάλαια 9.1.1 και 9.2.1 παρατηρείται ότι η μέγιστη ισχύς στις ατμομονάδες Λινοπεραμάτων έχει μειωθεί περίπου 17%, στους αεριοστρόβιλους Λινοπεραμάτων έχει μειωθεί 83,7% και στις μονάδες Συνδυασμένου Κύκλου έχει μειωθεί 24,8%. Οι παλιοί αεριοστρόβιλοι των Χανίων δεν τέθηκαν σε λειτουργία καθόλη τη διάρκεια του έτους ενώ οι νέοι μείωσαν την μέγιστη ισχύ τους περίπου 90%.
Από αυτό συμπεραίνεται ότι με τη διασύνδεση οι ακριβές μονάδες της Κρήτης έχουν μείωση την μέγιστη ισχύ τους.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται σε ποσοστά η ετήσια παραγωγή ανά Σταθμό Παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε.



Γράφημα 9.3-3: Ετήσιο Ποσοστό Παραγωγής ανά σταθμό Παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται σε ποσοστά η μηνιαία παραγωγή ανά σταθμό παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε.



Γράφημα 9.3-4: Μηνιαίο Ποσοστό Παραγωγής ανά Σταθμό Παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε

Από τα πιο πάνω γραφήματα παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής εμφανίζεται στο Σταθμό του Βασιλικού με ποσοστό 52,39%. Αυτό οφείλεται στις μεγάλης ισχύς οικονομικότερες μονάδες βάσης, του Συνδυασμένου Κύκλου και στις ατμομονάδες που διαθέτει ο σταθμός. Γενικά ο ΑΗΣ του Βασιλικού είναι ο σημαντικότερος σταθμός του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης. Επίσης

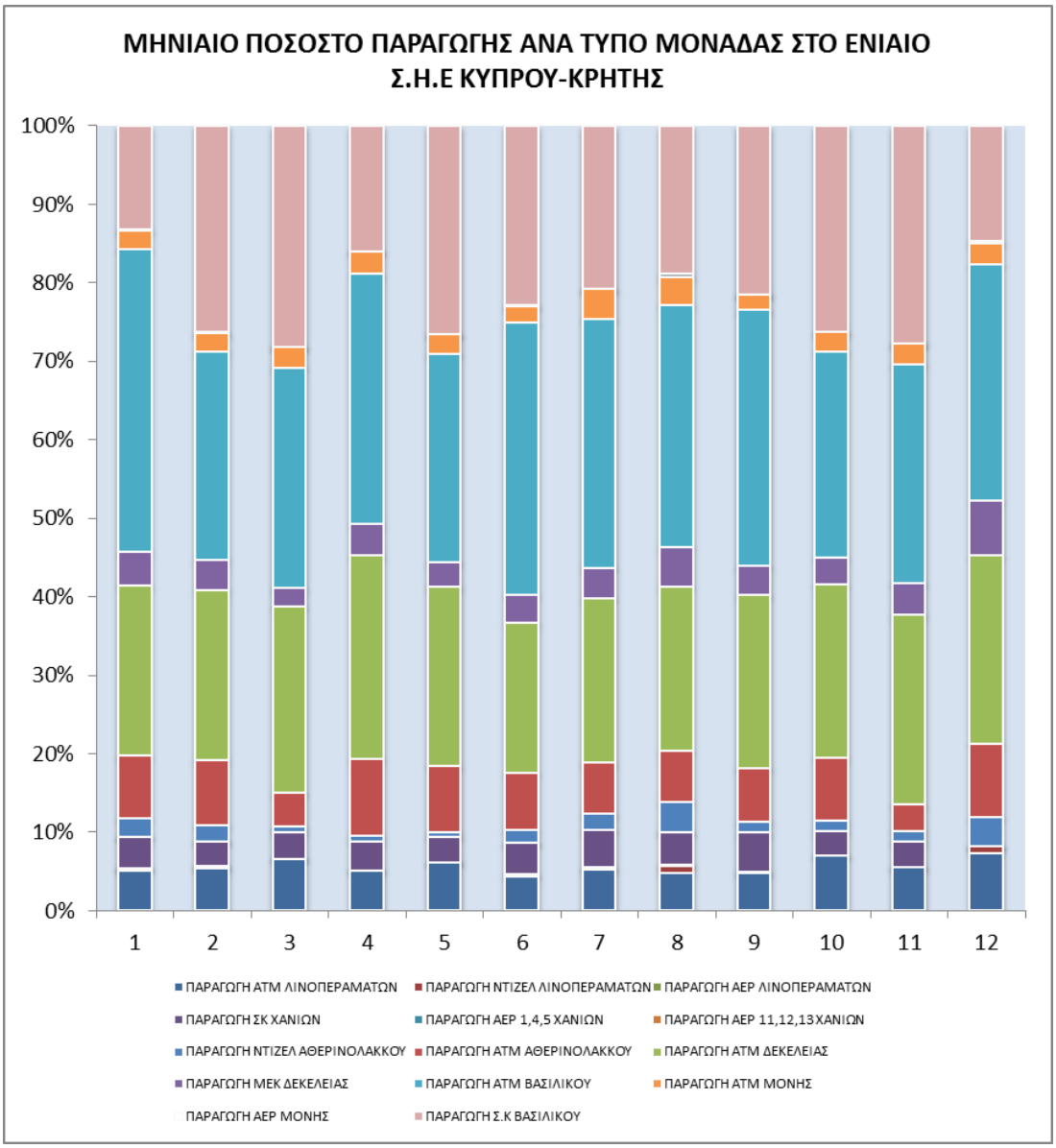
σημαντικοί σταθμοί είναι ο ΑΗΣ Δεκέλειας με ποσοστό 26,27% και ο ΑΗΣ Αθερινόλακκου με ποσοστό 9,08%.

Στο Γράφημα 9.3-5 παρουσιάζεται σε ποσοστά η Ετήσια παραγωγή ανά τύπο Μονάδας του Ενιαίου Σ.Η.Ε.

Γράφημα 9.3-5: Ετήσιο Ποσοστό Παραγωγής ανά τύπο Μονάδας του Ενιαίου Σ.Η.Ε

Από το Γράφημα 9.3-5 παρατηρείται ότι οι σημαντικότερες θερμικές μονάδες του Ενιαίου Σ.Η.Ε είναι οι Ατμομονάδες και ο Συνδυασμένος Κύκλος του ΑΗΣ Βασιλικού, και οι ατμομονάδες του ΑΗΣ Δεκέλειας. Συνολικά αυτές οι μονάδες εμφανίζουν το 75% ολόκληρης της παραγωγής του συστήματος. Επίσης σημαντικό ποσοστό παραγωγής έχουν οι ατμομονάδες του ΑΗΣ Αθερινόλακκου, οι ατμομονάδες του ΑΗΣ Λινοπεραμάτων, οι μηχανές εσωτερικής καύσης του ΑΗΣ Δεκέλειας και ο Συνδυασμένος Κύκλος του ΑΗΣ Χανίων. Παρατηρείται ότι οι παλιοί Αεριοστρόβιλοι του ΑΗΣ Χανίων δεν τέθηκαν σε λειτουργία ενώ οι υπόλοιποι Αεριοστρόβιλοι του Ενιαίου Σ.Η.Ε παρουσιάζουν πολύ χαμηλά ποσοστά παραγωγής αφού δεν είναι μονάδες βάσης και τέθηκαν σε λειτουργία μερικές ώρες όπου η ζήτηση ήταν μεγάλη.

Στο Γράφημα 9.3-6 παρουσιάζεται σε ποσοστά η Μηνιαία Παραγωγή ανά τύπο Μονάδας του Ενιαίου Σ.Η.Ε



Γράφημα 9.3-6: Μηναίο Ποσοστό Παραγωγής ανά τύπο Μονάδας του Ενιαίου Σ.Η.Ε

Είναι εμφανές ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά παραγωγής προέρχονται κυρίως από τις ατμομονάδες βάσης του ΑΗΣ Δεκέλειας και Βασιλικού. Σημαντικό ποσοστό παραγωγής έχει και ο Συνδυασμένος κύκλος του Βασιλικού. Οι Αεριοστρόβιλοι του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης εμφανίζουν εξαιρετικά χαμηλά ποσοστά παραγωγής.

Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ώρες λειτουργίας των μονάδων ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

Πιν. 9.3: : Ώρες λειτουργίας των Μονάδων Ενδιάμεσου και Υψηλού φορτίου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

ΜΗΝΑΣ	Diesel Λιν.	ΑΕΡ Λιν.	ΑΕΡ Παλιοί Χαν.	ΑΕΡ Νέοι Χαν.	Diesel Αθερ.	ΜΕΚ Δεκέλειας (ώρες)	ΑΕΡ Μονής (ώρες)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	88	3	0	6	172	277	72
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	61	4	0	6	122	237	40
ΜΑΡΤΙΟΣ	4	0	0	0	51	157	1
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	5	0	0	0	59	247	1
ΜΑΙΟΣ	6	0	0	0	54	233	5
ΙΟΥΝΙΟΣ	54	0	0	1	139	281	41
ΙΟΥΛΙΟΣ	82	0	0	0	197	334	50
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	266	20	0	29	376	456	217
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	63	0	0	0	150	299	27
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	11	0	0	0	96	233	3
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	19	0	0	0	103	257	7
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	145	5	0	12	252	421	116
Σύνολο	**804**	**32**	**0**	**54**	**1771**	**3432**	**580**

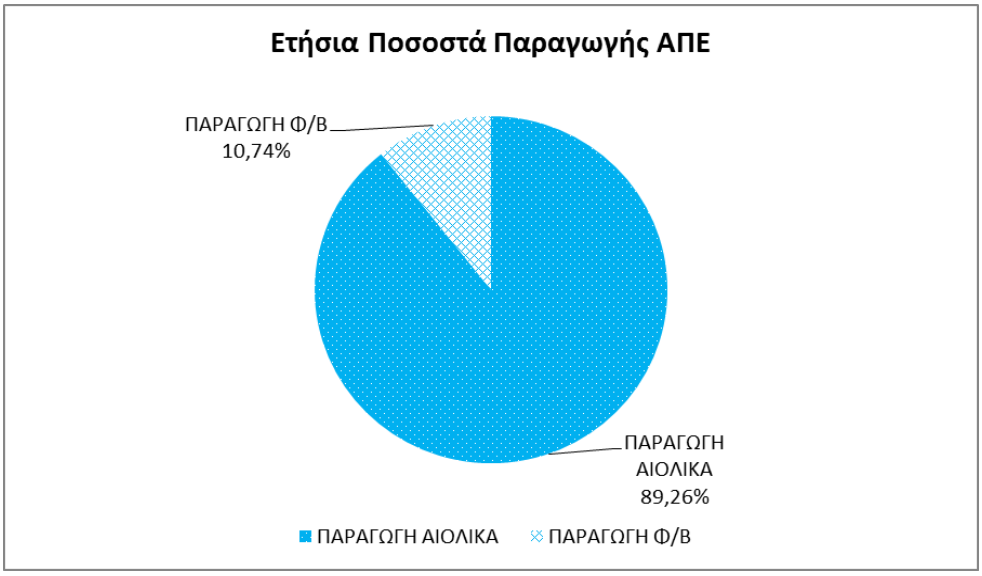
Στον Πίνακας 9.3-5 παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν την παραγωγή ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε.

Πίνακας 9.3-5: Παραγωγή ΑΠΕ για το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης

Μήνας	Παραγωγή Φ/Β Κρήτης (MWh)	Παραγωγή Φ/Β Κύπρου (MWh)	Παραγωγή Αιολικών Κύπρου (MWh)	Παραγωγή Αιολικών Κρήτης (MWh)	Συνολική Παραγωγή Αιολικών (GWh)	Συνολική Παραγωγή Φ/Β (GWh)	Συνολική Παραγωγή ΑΠΕ (GWh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	3.932,49	983,12	25.886,23	43.970,33	69,85	4,91	74,77
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	4.058,36	1.014,59	26.033,48	45.282,43	71,31	5,07	76,38
ΜΑΡΤΙΟΣ	5.402,63	1.350,66	19.708,35	40.700,85	60,40	6,75	67,16
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	6.314,24	1.578,56	13.553,54	40.139,35	53,69	7,89	61,58
ΜΑΙΟΣ	6.907,06	1.726,77	14.898,47	24.341,97	39,24	8,63	47,87
ΙΟΥΝΙΟΣ	7.343,63	1.835,91	10.139,74	29.663,12	39,80	9,17	48,98
ΙΟΥΛΙΟΣ	7.639,89	1.909,97	14.961,60	79.133,88	94,09	9,54	103,64
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7.445,22	1.861,30	16.744,24	63.792,02	80,53	9,30	89,84
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	6.733,46	1.683,36	10.789,06	41.910,01	52,69	8,41	61,11
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	4.987,73	1.246,93	10.773,38	38.473,25	49,24	6,23	55,48
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	3.866,85	966,71	9.663,52	26.915,45	36,57	4,83	41,41
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	3.341,94	835,48	16.033,71	42.308,88	58,34	4,17	62,52
Σύνολο	**67.973,49**	**16.993,37**	**189.185,32**	**516.631,53**	**705,81**	**84,96**	**790,783**

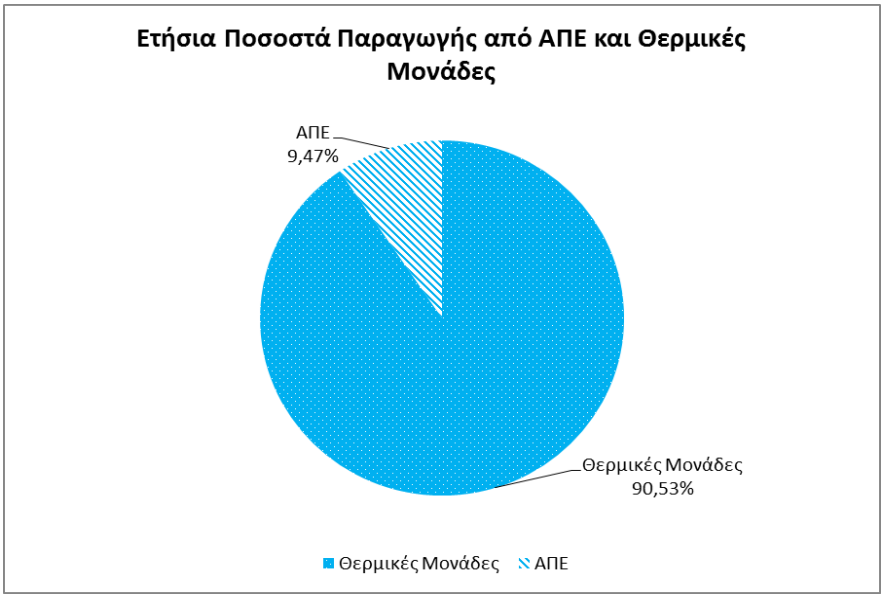
Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι η παραγωγή από ΑΠΕ στη Κρήτη είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή της Κύπρου. Αυτό οφείλεται στο ότι αφενός η Κρήτη διαθέτει περισσότερες μονάδες ΑΠΕ καθώς και μεγαλύτερης ισχύος.Το γεγονός αυτό επίσης οφείλεται στο ότι το αιολικό δυναμικό της Κρήτης είναι υψηλότερο από αυτό της Κύπρου. Ο μήνας με την μεγαλύτερη παραγωγή αιολικών αλλά Φ/Β είναι ο Ιούλιος. Η συνολική παραγωγή ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε κυμαίνεται στις 790 GWh και συνεισφέρει στη συνολική παραγωγή κατά 9,5%.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται σε ποσοστά η ετήσια παραγωγή ΑΠΕ του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης.



Γράφημα 9.3-7: Ετήσια Ποσοστά Παραγωγής ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

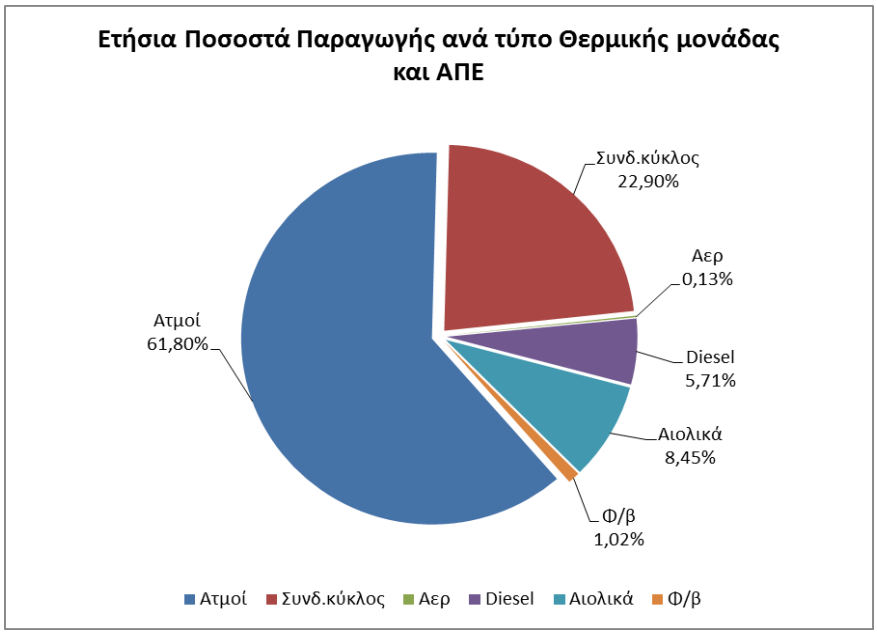
Η ετήσια παραγωγή από ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης, όπως παρουσιάζεται στο πιο πάνω γράφημα, αφορά κατά κύριο λόγο την αιολική παραγωγή που ανέρχεται στο 89% της συνολικής παραγωγής των ΑΠΕ, σε σύγκριση με την παραγωγή Φ/Β όπου ανέρχεται στο 11%.
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται σε ποσοστά η ετήσια παραγωγή από ΑΠΕ και Θερμικές μονάδες στο Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης.



Γράφημα 9.3-8: Ετήσια Ποσοστά Παραγωγής από ΑΠΕ και Θερμικές Μονάδες

Στο πιο πάνω γράφημα παρατηρείται ότι οι ΑΠΕ συμβάλλουν στην συνολική παραγωγή του συστήματος με ποσοστό περίπου της τάξης του 10%.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται σε ποσοστά η ετήσια παραγωγή από ΑΠΕ και θερμικές μονάδες στο Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης.



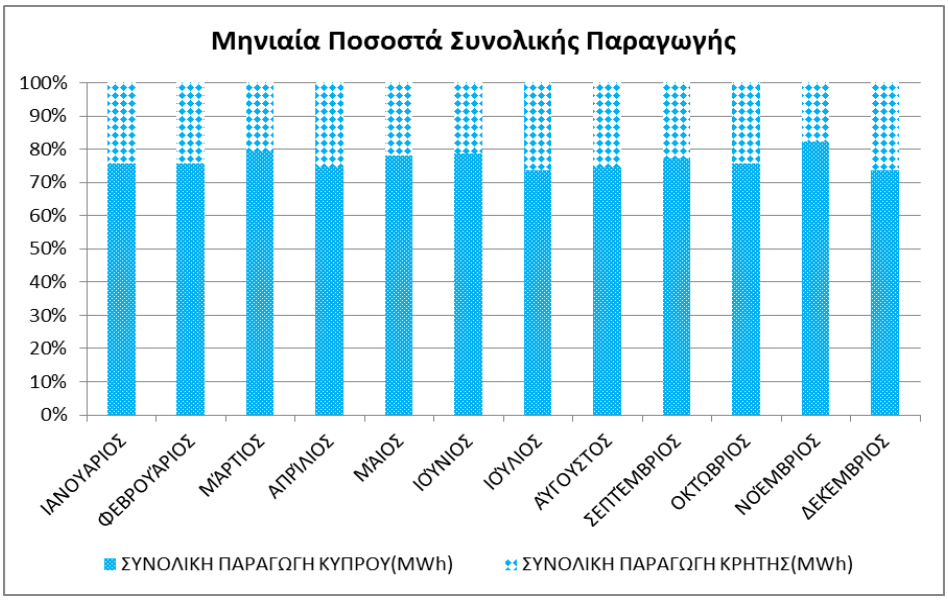
Γράφημα 9.3-9: Ετήσια Ποσοστά Παραγωγής ανά τύπο Μονάδας και ΑΠΕ

Στο πιο πάνω γράφημα παρατηρείται ότι οι σημαντικότερες και οικονομικότερες θερμικές μονάδες του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης που εμφανίζουν και το υψηλότερο ποσοστό παραγωγής είναι οι Ατμομονάδες και οι μονάδες Συνδυασμένου Κύκλου. Επίσης παρατηρείται ότι η παραγωγή από Αιολικά εμφανίζει μεγαλύτερο ποσοστό από τους αεριοστρόβιλους και τις μηχανές εσωτερικής καύσης.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται σε ποσοστά η ετήσια συνολική παραγωγή ανά νησί του Ενιαίου Σ.Η.Ε. Το Σ.Η.Ε της Κύπρου συμβάλλει στην συνολική παραγωγή του Ενιαίου Σ.Η.Ε με ποσοστό της τάξης του 76%.

Γράφημα 9.3-10: Ετήσια Ποσοστά Συνολικής Παραγωγής

Στο πιο κάτω γράφημα παρουσιάζεται σε ποσοστά η μηνιαία συνολική παραγωγή ανά νησί του Ενιαίου Σ.Η.Ε.



Γράφημα 9.3-11: Μηνιαία Ποσοστά Συνολικής Παραγωγής

Η παραγωγή της Κύπρου συμβάλλει με ποσοστό που κειμένεται στο 75% της συνολικής παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε για κάθε μήνα. Η μέγιστη συνεισφορά της Κρήτης στη συνολική παραγωγή του Ενιαίου Σ.Η.Ε παρουσιάζεται το μήνα Δεκέμβριο και Ιούλιο με ποσοστό που κυμαίνεται στο 26% ενώ της Κύπρου αντίστοιχα τον μήνα Νοέμβριο με ποσοστό 82% στη συνολική παραγωγή.

9.3.2 Αποκοπή και πραγματική Διείσδυση ΑΠΕ

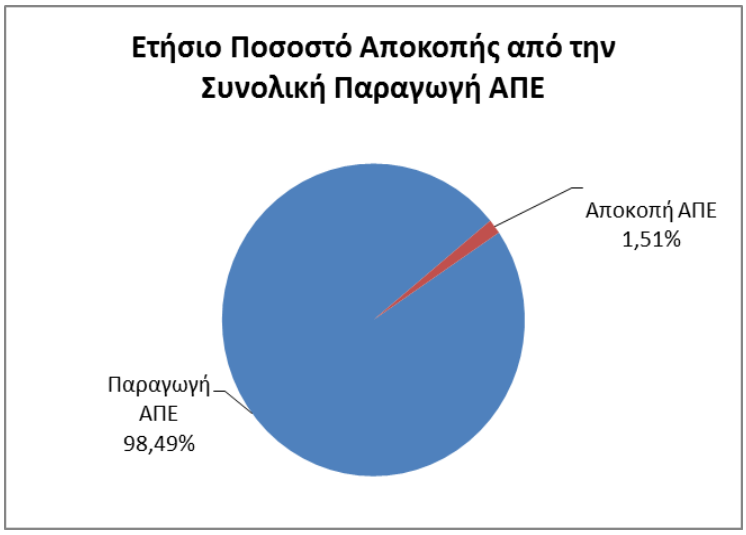
Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν την αποκοπή της παραγωγής των ΑΠΕ καθώς και τη πραγματική διείσδυση τους στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης.

Πίνακας 9.3-6: Αποκοπή και πραγματική Διείσδυση ΑΠΕ

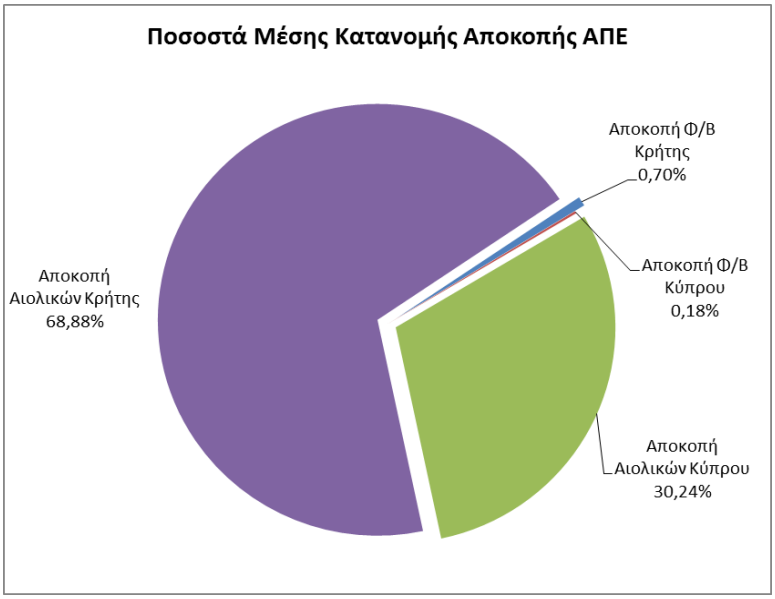
ΜΗΝΑΣ	ΑΠΟΚΟΠΗ ΑΠΕ (MWh)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΠΟΚΟΠΗ (MW)	ΑΠΟΚΟΠΗ ΑΠΕ(%)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ(%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	3.588,05	91,97	4,80	10,38
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	1.472,04	70,55	1,93	12,29
ΜΑΡΤΙΟΣ	1.645,78	61,20	2,45	10,80
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	1.238,83	72,40	2,01	10,94
ΜΑΙΟΣ	1.290,50	59,40	2,70	7,42
ΙΟΥΝΙΟΣ	763,57	53,01	1,56	6,60
ΙΟΥΛΙΟΣ	179,57	28,32	0,17	11,59
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,00	0,00	0,00	9,16
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	418,74	38,48	0,69	7,67
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	1.070,51	63,26	1,93	8,46
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	216,28	25,56	0,52	7,04
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	242,33	30,99	0,39	9,88
Σύνολο	12.126,20	**Μέγιστο**: 91,97	1,53	9,35

Από τη συνολική παραγωγή ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε που είναι 790,783 GWh έχουν αποκοπεί από το σύστημα οι 12.126 GWh σε σχέση με 11.374 GWh που έχουν αποκοπεί στα δύο αυτόνομα Σ.Η.Ε. Με τη διασύνδεση προκύπτει αύξηση της αποκοπής των ΑΠΕ κατά 6,2%.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται το ετήσιο ποσοστό μέσης αποκοπής από την συνολική παραγωγή ΑΠΕ. Από τη συνολική παραγωγή ΑΠΕ έχει αποκοπή το 1,5%.



Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η μέση κατανομή αποκοπής των ΑΠΕ.



Γράφημα 9.3-12: Ποσοστά κατανομής Αποκοπής ΑΠΕ

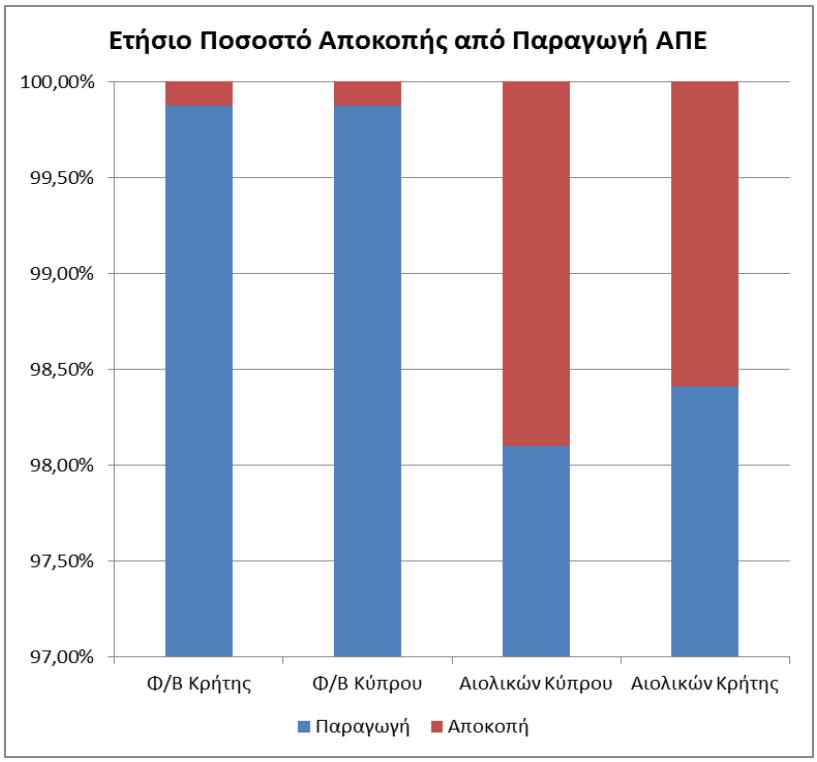
Η αποκοπή των ΑΠΕ επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την αιολική παραγωγή της Κρήτης αλλά και της Κύπρου. Διαπιστώνεται ότι δεν γίνεται καλή αξιοποίηση της αιολικής παραγωγής από το σύστημα λόγω του ότι η αποκοπή συμβαίνει κυρίως τις πρωινές ώρες οπότε το φορτίο είναι χαμηλό.

Ο Πίνακας 9.3-7 παρουσιάζει τη μέση κατανομή αποκοπής ΑΠΕ από το σύστημα.

Πίνακας 9.3-7: Μέση Κατανομή Αποκοπής ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης

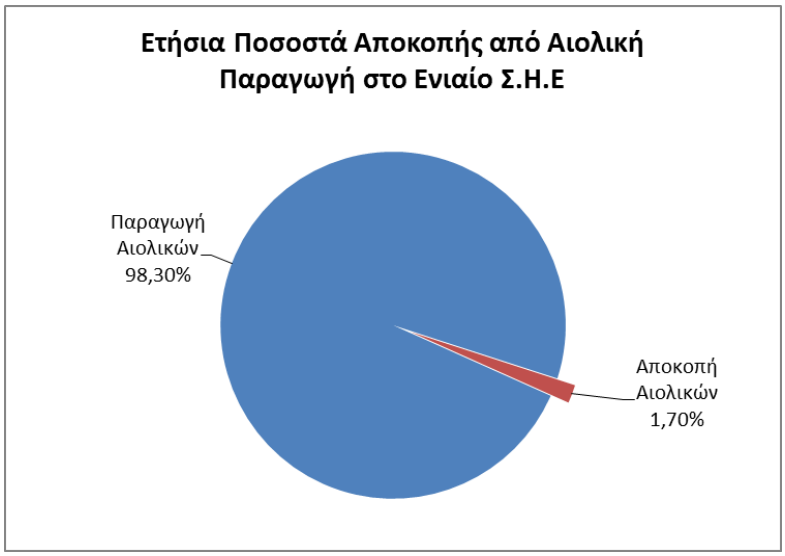
ΜΗΝΑΣ	Αποκοπή Φ/Β Κύπρου (MWh)	Αποκοπή Αιολικών Κύπρου (MWh)	Αποκοπή Φ/Β Κρήτης (MWh)	Αποκοπή Αιολικών Κρήτης (MWh)	Ποσοστό Αποκοπής Φ/Β Κύπρου(%)	Ποσοστό Αποκοπής Αιολικών Κύπρου(%)	Ποσοστό Αποκοπής Φ/Β Κρήτης(%)	Ποσοστό Αποκοπής Αιολικών Κρήτης(%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	10,86	1291,11	43,44	2242,64	0,30%	35,98%	1,21%	62,50%
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	1,12	504,87	4,48	961,57	0,08%	34,30%	0,30%	65,32%
ΜΑΡΤΙΟΣ	0,62	480,48	2,49	1162,18	0,04%	29,19%	0,15%	70,62%
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	4,24	385,44	16,95	832,20	0,34%	31,11%	1,37%	67,18%
ΜΑΙΟΣ	2,52	359,98	10,10	917,90	0,20%	27,89%	0,78%	71,13%
ΙΟΥΝΙΟΣ	1,09	149,68	4,36	608,45	0,14%	19,60%	0,57%	79,68%
ΙΟΥΛΙΟΣ	0,20	74,94	0,78	103,65	0,11%	41,73%	0,44%	57,72%
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0,53	64,65	2,14	351,41	0,13%	15,44%	0,51%	83,92%
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0,05	269,37	0,21	800,87	0,01%	25,16%	0,02%	74,81%
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,00	40,33	0,00	175,95	0,00%	18,65%	0,00%	81,35%
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,00	46,62	0,00	195,70	0,00%	19,24%	0,00%	80,76%
Σύνολο	21,24	3667,46	84,96	8352,53	0,18%	30,24%	0,70%	68,88%

Στον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αποκοπής εμφανίζεται στα αιολικά της Κύπρου και της Κρήτης. Γενικά η αποκοπή δεν αφορά την παραγωγή από Φ/Β συστήματα.



Γράφημα 9.3-1: Ετήσιο ποσοστό αποκοπής από την αναμενόμενη παραγωγή ΑΠΕ

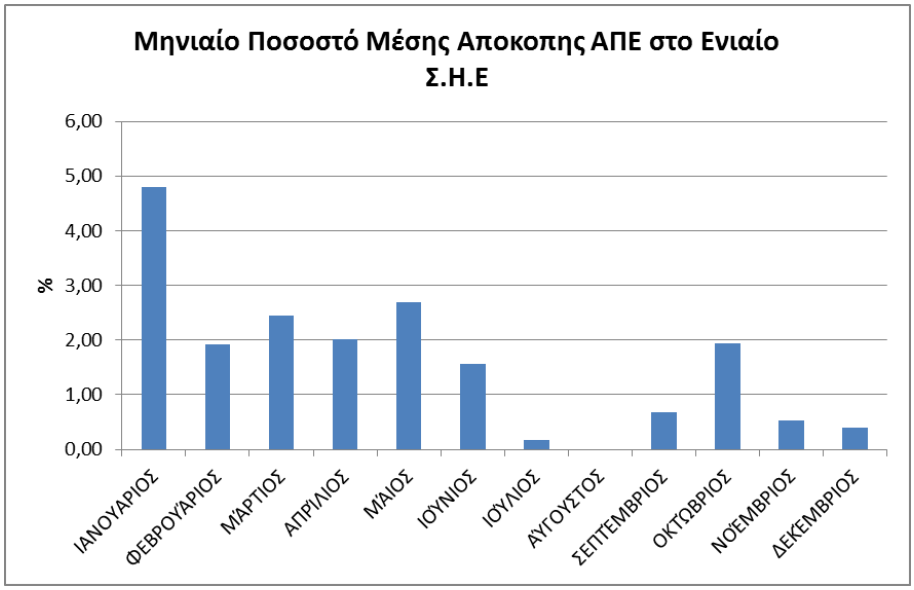
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται το ποσοστό αποκοπής από την αιολική παραγωγή του συστήματος.



Γράφημα: Ετήσια Ποσοστά Αποκοπής από Αιολική Παραγωγή

Το ποσοστό αποκοπής από την παραγωγή Φ/Β στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης από την παραγωγή Φ/Β είναι εξαιρετικά χαμηλό και κυμαίνεται περίπου στο 0,12%

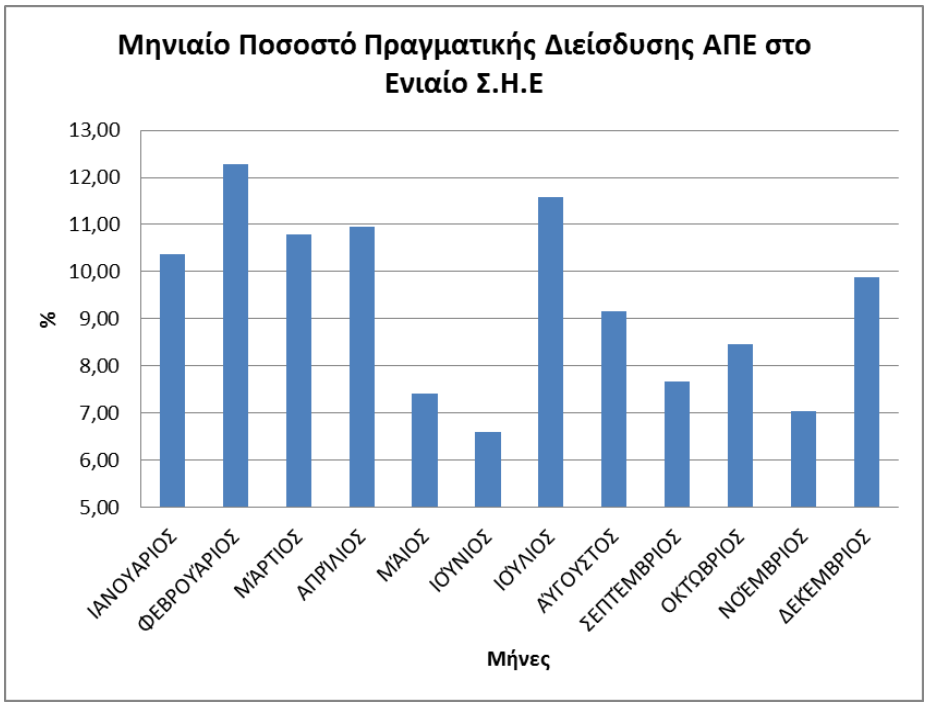
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται το μηνιαίο ποσοστό αποκοπής ΑΠΕ από τη συνολική παραγωγή τους.



Γράφημα 9.3-13: Μηνιαίο Ποσοστό Αποκοπής ΑΠΕ

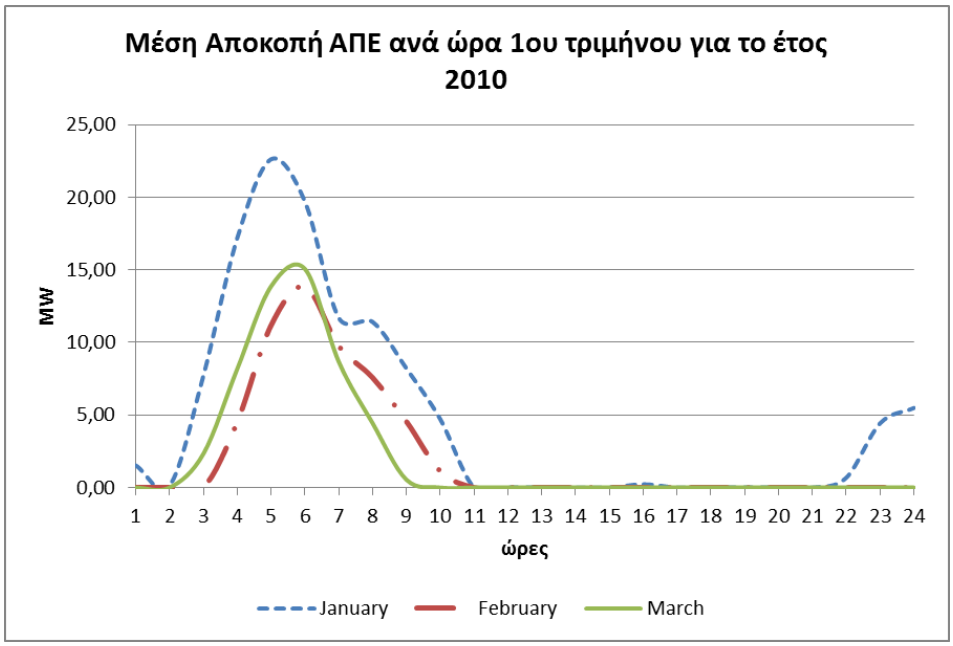
Τον μήνα Ιανουάριο όπου η παραγωγή ΑΠΕ είναι 74,77 GWh παρατηρείται το μεγαλύτερο ποσοστό αποκοπής. Τον μήνα Αύγουστο δεν έχει παρουσιαστεί αποκοπή στο σύστημα και η παραγωγή των ΑΠΕ που κυμαίνεται στις 89,84 GWh έχει διεισδύση στο σύστημα.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται το μηνιαίο ποσοστό πραγματικής διείσδυσης ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης σε σχέση με την συνολική παραγωγή του συστήματος.

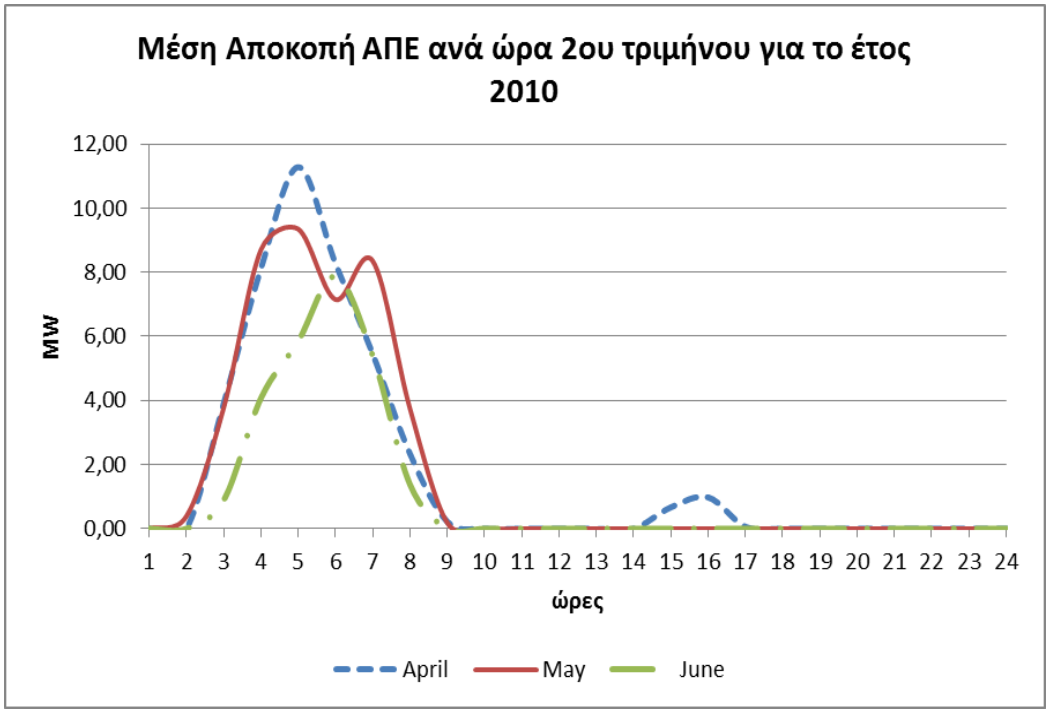


Γράφημα 9.3-14: Μηνιαίο Ποσοστό Πραγματικής Διείσδυσης ΑΠΕ

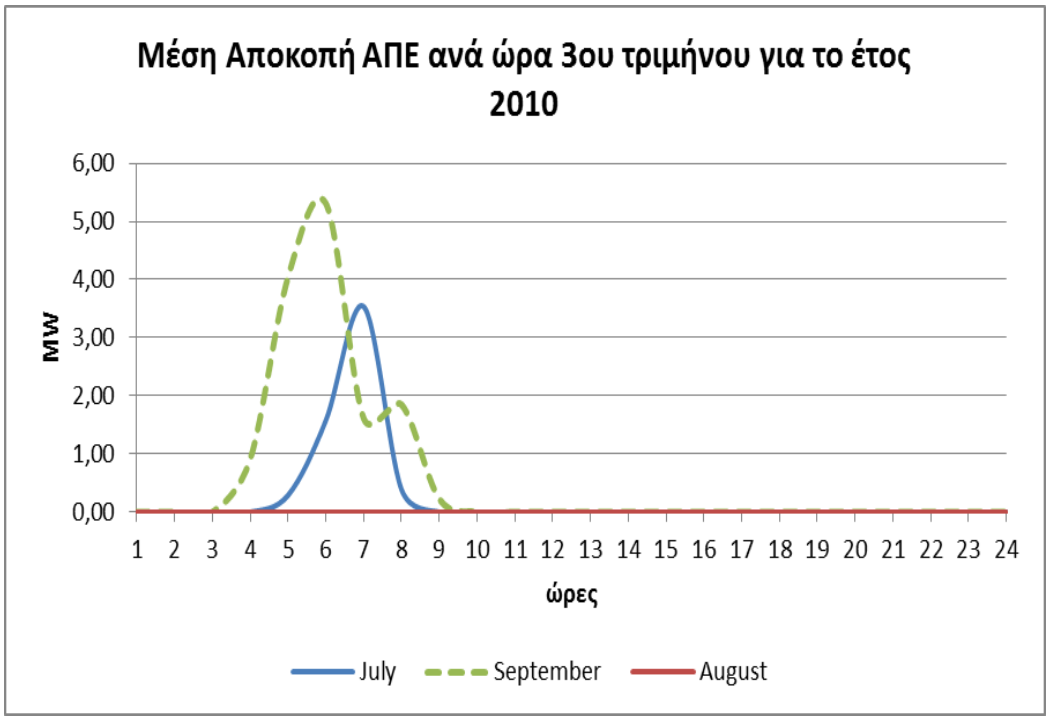
Στα πιο κάτω γραφήματα παρουσιάζονται οι αποκοπές ΑΠΕ από το σύστημα ανά τρίμηνο και ανά ώρα.



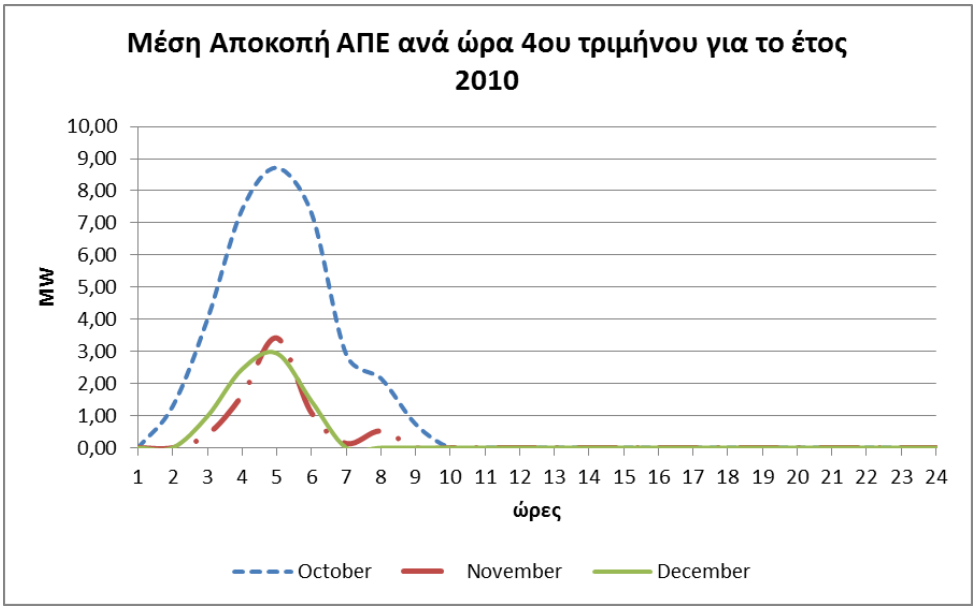
Γράφημα 9.3-15: Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 1ο τρίμηνο του έτους



Γράφημα 9.3-16: Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 2^{ο} τρίμηνο του έτους.



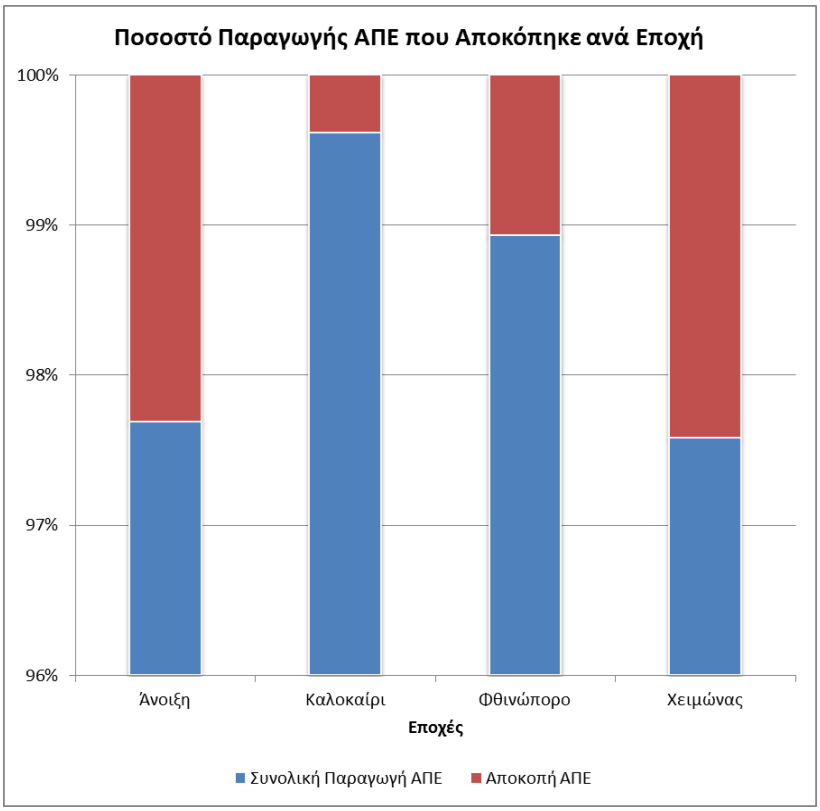
Γράφημα 9.3-17: Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 3^{ο} τρίμηνο του έτους



Γράφημα 9.3-18: Αποκοπή ΑΠΕ ανά ώρα το 4^{ο} τρίμηνο του έτους

Από τα πιο πάνω γραφήματα διαπιστώνεται ότι αποκοπή ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε παρουσιάζεται τις πρωινές ώρες

Στο πιο κάτω γράφημα παρουσιάζεται το ποσοστό της παραγωγής των ΑΠΕ που αποκοπήκε ανά εποχή του έτους.



Γράφημα 9.3-19: Ποσοστό Παραγωγής ΑΠΕ που Αποκόπηκε από το Σύστημα

Στο πιο πάνω γράφημα παρατηρείται ότι τους μήνες της Άνοιξης αλλά και του Χειμώνα, όπου το φορτίο είναι χαμηλό, προκύπτει μεγαλύτερη αποκοπή ΑΠΕ από το σύστημα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η κατανομή πραγματικής παραγωγής των ΑΠΕ στο σύστημα.

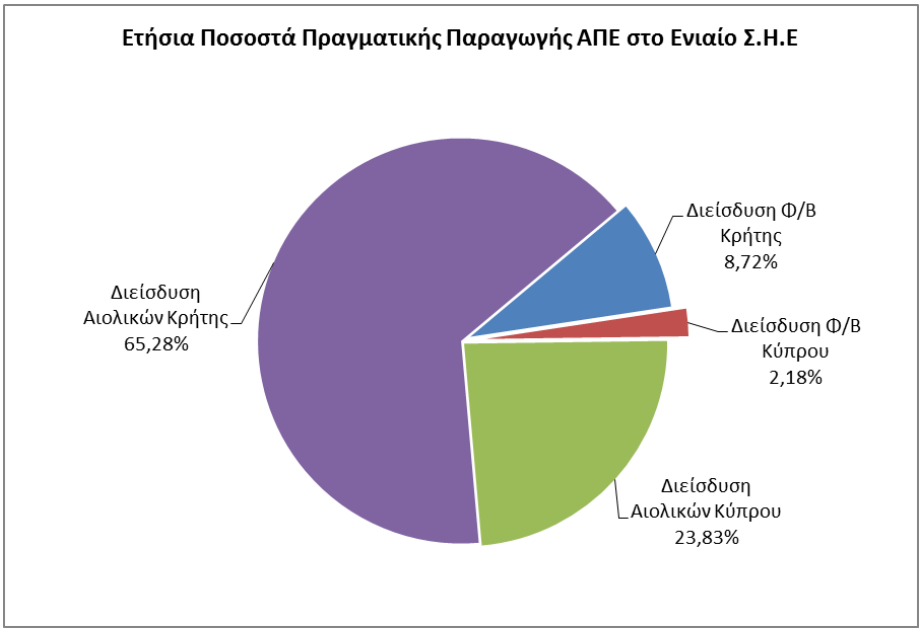
Πίνακας 9.3-8: Κατανομή πραγματικής Παραγωγής ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης

ΜΗΝΑΣ	Πραγματική Παραγωγή ΑΠΕ (MWh)	Πραγματική Παραγωγή Φ/Β Κύπρου(MWh)	Πραγματική Παραγωγή Αιολικών Κύπρου(MWh)	Πραγματική Παραγωγή Φ/Β Κρήτης(MWh)	Πραγματική Παραγωγή Αιολικών Κρήτης(MWh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	71.184,11	972,26	24.595,12	3.889,04	41.727,69
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	74.916,81	1.013,47	25.528,61	4.053,88	44.320,86
ΜΑΡΤΙΟΣ	65.516,71	1.350,03	19.227,87	5.400,14	39.538,67
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	60.346,86	1.574,32	13.168,10	6.297,29	39.307,15
ΜΑΙΟΣ	46.583,76	1.724,24	14.538,49	6.896,97	23.424,06
ΙΟΥΝΙΟΣ	48.219,08	1.834,82	9.990,06	7.339,28	29.054,67
ΙΟΥΛΙΟΣ	103.465,77	1.909,78	14.886,66	7.639,11	79.030,22
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	89.842,79	1.861,30	16.744,24	7.445,22	63.792,02
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	60.697,15	1.682,83	10.724,41	6.731,32	41.558,59
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	54.410,78	1.246,88	10.504,01	4.987,51	37.672,38
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	41.196,25	966,71	9.623,19	3.866,85	26.739,50
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	62.277,68	835,48	15.987,08	3.341,94	42.113,18
Σύνολο	778.657,76	16.972,13	185.517,85	67.888,53	508.278,99

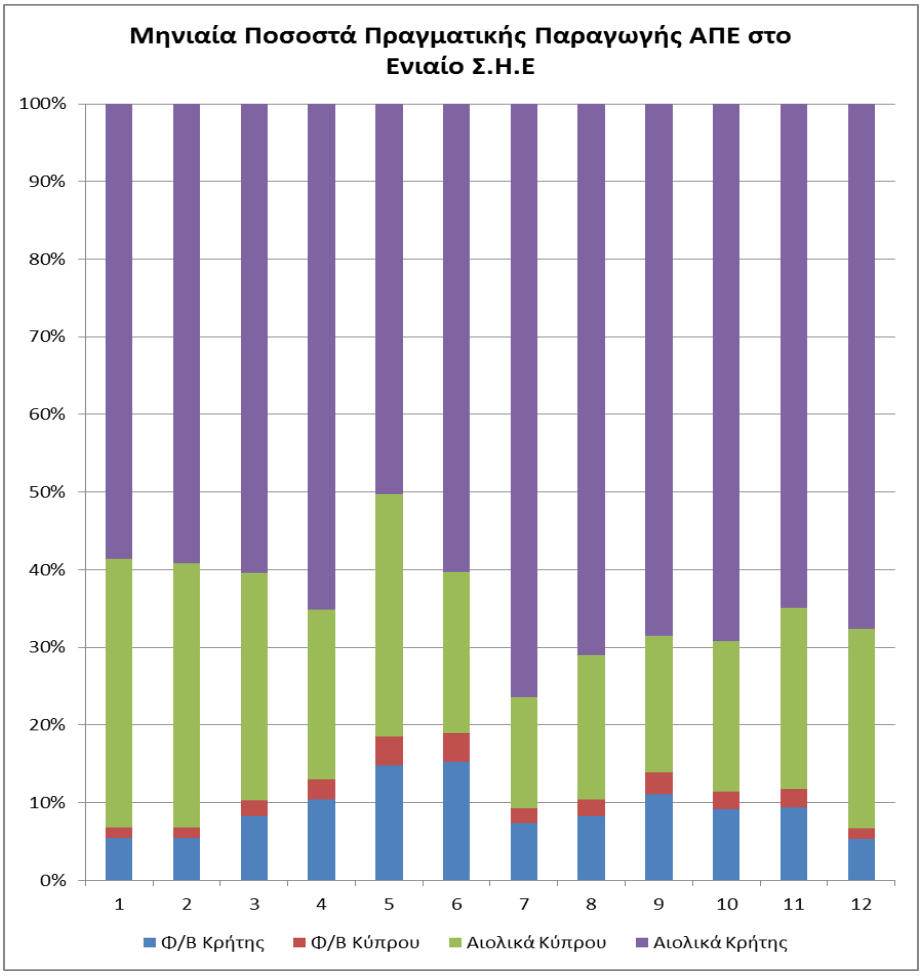
Πίνακας 9.3-9: Ποσοστό Κατανομής Πραγματικής Παραγωγής ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης

ΜΗΝΑΣ	Ποσοστό Πραγματικής Παραγωγής Φ/Β Κύπρου(%)	Ποσοστό Πραγματικής Παραγωγής Αιολικών Κύπρου(%)	Ποσοστό Πραγματικής Παραγωγής Φ/Β Κρήτης(%)	Ποσοστό Πραγματικής Παραγωγής Αιολικών Κρήτης(%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	1,37	34,55	5,46	58,62
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	1,35	34,08	5,41	59,16
ΜΑΡΤΙΟΣ	2,06	29,35	8,24	60,35
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	2,61	21,82	10,44	65,14
ΜΑΙΟΣ	3,70	31,21	14,81	50,28
ΙΟΥΝΙΟΣ	3,81	20,72	15,22	60,26
ΙΟΥΛΙΟΣ	1,85	14,39	7,38	76,38
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	2,07	18,64	8,29	71,00
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2,77	17,67	11,09	68,47
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	2,29	19,31	9,17	69,24
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	2,35	23,36	9,39	64,91
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1,34	25,67	5,37	67,62
Σύνολο	2,18	23,83	8,72	65,28

Στο πιο κάτω γράφημα παρουσιάζεται η κατανομή της πραγματικής διείσδυσης στο σύστημα.



Γράφημα 9.3-20: Ετήσια Ποσοστά Κατανομής Πραγματικής Παραγωγής ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε.



Γράφημα 9.3-2: Μηνιαία Ποσοστά Πραγματικής Παραγωγής ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

9.3.3 Κατανάλωση και Κόστος Καυσίμων

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται η μηνιαία κατανάλωση καυσίμου των θερμικών μονάδων, το μηνιαίο κόστος καυσίμου αλλά και το συνολικό κόστος καυσίμων για το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης για ολόκληρο το έτος 2010.
Ο Πίνακας 9.3-10 παρουσιάζει τη κατανάλωση καυσίμου σε καύσιμο μαζούτ και diesel, και το κόστος καυσίμου ανά μήνα. Η τιμή στο Σ.Η.Ε της Κύπρου το 2010 για το καύσιμο μαζούτ ήταν 359 € / Τ ενώ για το καύσιμο diesel ήταν 539 €/ Τ, ενώ η αντίστοιχη τιμή στο Σ.Η.Ε της Κρήτης το 2010 για το καύσιμο μαζούτ ήταν 415 € / Τ ενώ για το καύσιμο diesel ήταν 698 €/ Τ.

Πίνακας 9.3-10: Κατανάλωση και Κόστος Καυσίμου

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ(ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	ΚΑΥΣΙΜΟ ΜΑΖΟΥΤ(Τ)	ΚΑΥΣΙΜΟ DIESEL(Τ)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	60.378,951	127.355,818	22.580,98
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	52.040,635	96.669,855	28.695,351
ΜΑΡΤΙΟΣ	53.168,513	96.677,016	30.885,365
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	48.253,359	101.210,94	18.743,991
ΜΑΙΟΣ	56.710,981	105.579,29	31.155,343
ΙΟΥΝΙΟΣ	65.963,581	124.857,34	34.609,451
ΙΟΥΛΙΟΣ	78.010,595	149.305,71	39.202,077
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	87.067,75	169.376,84	42.058,008
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	72.019,594	135.720,501	37.566,5269
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	57.557,305	107.519,35	31.214,816
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	52.909,029	97.043,417	30.369,413
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	52.597,442	121.370,23	14.281,093
Σύνολο	**736.677,735**	**1.432.686,307**	**361.362,4149**

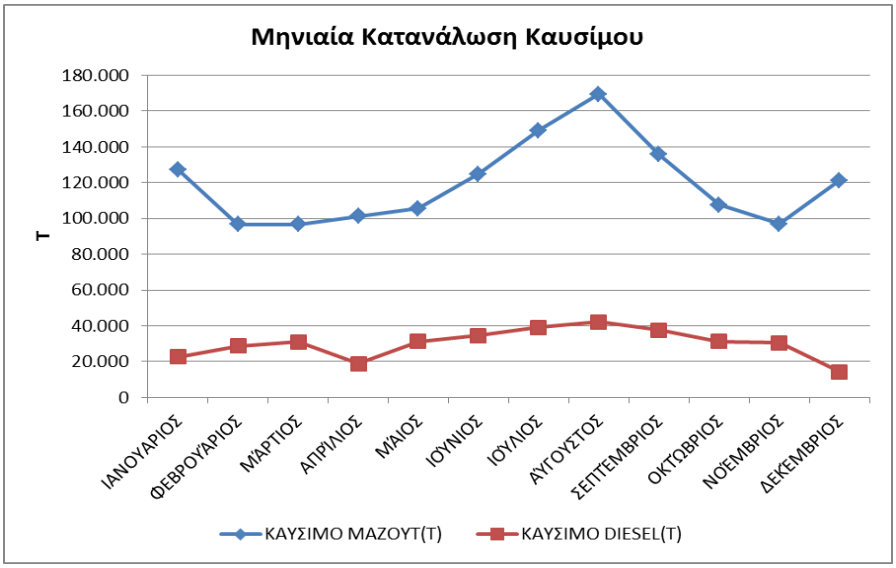
Παρατηρείται ότι το ετήσιο κόστος κατανάλωσης καυσίμων είναι 736,67 εκατομμύρια €. Κατά τους θερινούς μήνες, κυρίως τον Ιούλιο και Αύγουστο παρατηρείται η μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμων. Η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ είναι πολύ μεγαλύτερη από την κατανάλωση καυσίμου Diesel. Αυτό δικαιολογείται γιατί οι μονάδες βάσης που χρησιμοποιούνται στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης καταναλώνουν καύσιμο μαζούτ.

Ο Πίνακας 9.3-11 παρουσιάζει το μηνιαίο κόστος σε €/MWh της θερμικής παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε. Κύπρου-Κρήτης

Πίνακας 9.3-11:Μηνιαίο Κόστος €/MWh Θερμικής Παραγωγής στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	98,23
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	97,29
ΜΑΡΤΙΟΣ	98,21
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	98,25
ΜΑΙΟΣ	97,56
ΙΟΥΝΙΟΣ	96,72
ΙΟΥΛΙΟΣ	98,80
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	97,76
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	98,55
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	97,70
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	97,23
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	92,63
Μέσο ετήσιο Κόστος	**97,48**

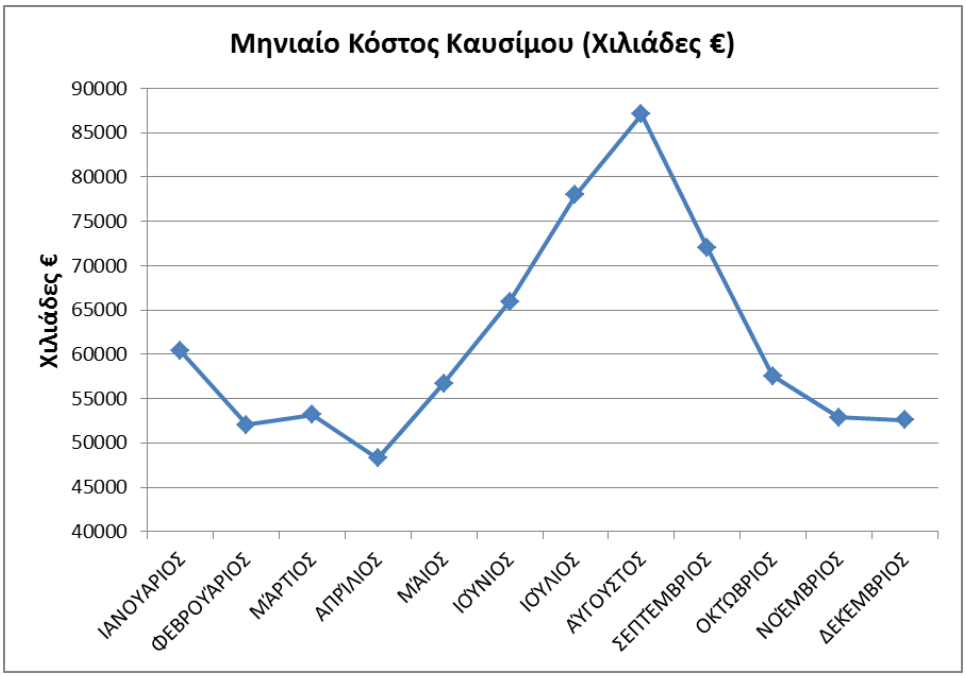
Πιο κάτω παρουσιάζεται η μηνιαία κατανάλωση καυσίμου τύπου μαζούτ και diesel.



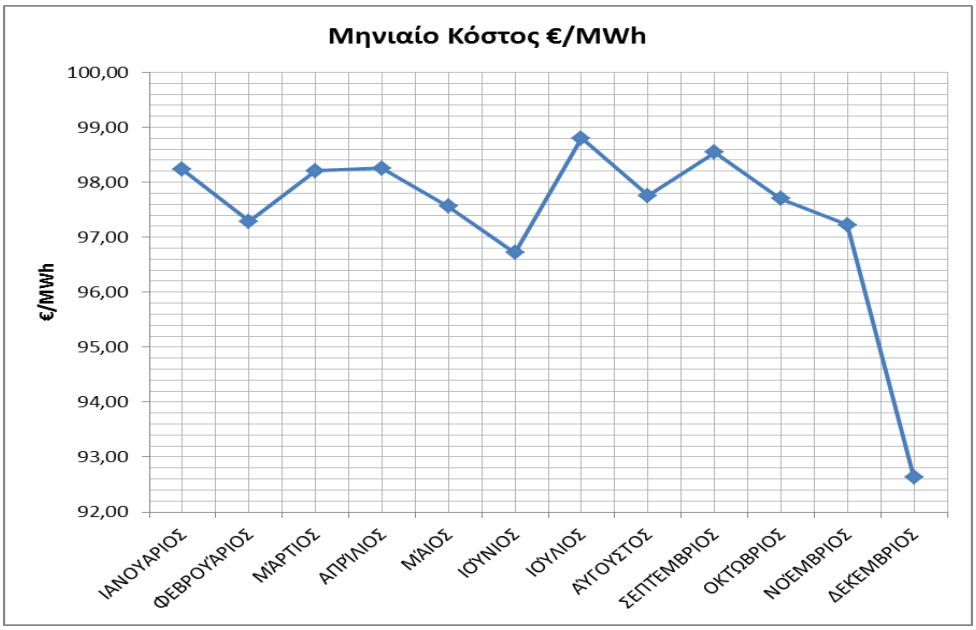
Γράφημα 9.3-21:Μηνιαία Κατανάλωση Καυσίμου Ενιαίου Σ.Η.Ε

Παρατηρείται ότι η μέγιστη κατανάλωση καυσίμου εμφανίζεται τον Αύγουστο και γενικά τους θερινούς μήνες. Η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε είναι μεγαλύτερη από την κατανάλωση diesel γιατί οι μονάδες βάσης του συστήματος καταναλώνουν καύσιμο μαζούτ.

Πιο κάτω παρουσιάζεται το συνολικό μηνιαίο κόστος καυσίμου για το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης.



Γράφημα 9.3-22: Μηνιαίο Κόστος Καυσίμου για το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης



Γράφημα 9.3-23: Μηνιαίο Κόστος €/ MWh Θερμικής Παραγωγής

9.3.4 Συνολικό κόστος Συστήματος

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζεται το συνολικό κόστος του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης που αποτελείται από το κόστος κατανάλωσης καυσίμου και το κόστος αποζημίωσης για την πραγματική διείσδυση των ΑΠΕ στο σύστημα.
Στον πιο κάτω Πίνακα παρουσιάζεται συγκεντρωτικά η τιμολόγηση ενέργειας από ΑΠΕ για το έτος 2010 στο Ενιαίο Σ.Η.Ε.

Πίνακας 9.3-12: Τιμολόγηση Ενέργειας από ΑΠΕ

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)
Εμπορικά Φ/Β Συστήματα Κύπρου	340
Εμπορικά Αιολικά Συστήματα Κύπρου	129
Εμπορικά Αιολικά Συστήματα Κρήτης	99,45
Εμπορικά Φ/Β Συστήματα Κρήτης	305,60

Ο Πίνακας 9.3-13 παρουσιάζει το συνολικό Κόστος του Συστήματος στο οποίο περιλαμβάνονται και οι αποζημιώσεις των ΑΠΕ που χρησιμοποιήθηκαν.

Πίνακας 9.3-13: Συνολικό Κόστος Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης για το έτος 2010

ΜΗΝΑΣ	Κόστος Αποζημίωσης Φ/Β Κύπρου (Χιλιάδες €)	Κόστος Αποζημίωσης Αιολικών Κύπρου (Χιλιάδες €)	Κόστος Αποζημίωσης Φ/Β Κρήτης (Χιλιάδες €)	Κόστος Αποζημίωσης Αιολικών Κρήτης(Χιλιάδες €)	Συνολικό Κόστος Κατανάλωσης Καυσίμου (Χιλιάδες €)	Συνολικό Κόστος (Χιλιάδες €)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	330,57	3.172,77	1.188,49	4.149,82	60.378,95	69.220,60
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	344,58	3.293,19	1.238,86	4.407,71	52.040,64	61.324,98
ΜΑΡΤΙΟΣ	459,01	2.480,40	1.650,28	3.932,12	53.168,51	61.690,32
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	535,27	1.698,68	1.924,45	3.909,10	48.253,36	56.320,86
ΜΑΙΟΣ	586,24	1.875,47	2.107,71	2.329,52	56.710,98	63.609,92
ΙΟΥΝΙΟΣ	623,84	1.288,72	2.242,88	2.889,49	65.963,58	73.008,51
ΙΟΥΛΙΟΣ	649,32	1.920,38	2.334,51	7.859,56	78.010,60	90.774,37
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	632,84	2.160,01	2.275,26	6.344,12	87.067,75	98.479,98
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	572,16	1.383,45	2.057,09	4.133,00	72.019,59	80.165,29
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	423,94	1.355,02	1.524,18	3.746,52	57.557,31	64.606,97
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	328,68	1.241,39	1.181,71	2.659,24	52.909,03	58.320,06
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	284,06	2.062,33	1.021,30	4.188,16	52.597,44	60.153,29
Ετήσιο	**5.770,53**	**23.931,80**	**20.746,74**	**50.548,35**	**736.677,74**	**837.675,15**

Ο Πίνακας 9.3-14 παρουσιάζει το Μηνιαίο Κόστος €/MWh συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αποζημίωσης των παραγωγών από ΑΠΕ.

Πίνακας 9.3-14:Μηνιαίο Κόστος €/MWh συμπεριλαμβανόμενου και του κόστους αποζημίωσης από ΑΠΕ

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	100,93
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	100,56
ΜΑΡΤΙΟΣ	101,65
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	102,13
ΜΑΙΟΣ	101,31
ΙΟΥΝΙΟΣ	99,98
ΙΟΥΛΙΟΣ	101,65
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	100,44
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	101,28
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	100,40
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	99,63
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	95,47
Μέσο ετήσιο Κόστος	100,45

9.3.5 Ανταλλαγή Ενέργειας μεταξύ Συστημάτων Κύπρου-Κρήτης και Απώλειες Καλωδίου

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με την ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ των δύο συστημάτων αλλά και οι απώλειες καλωδίου διασύνδεσης.

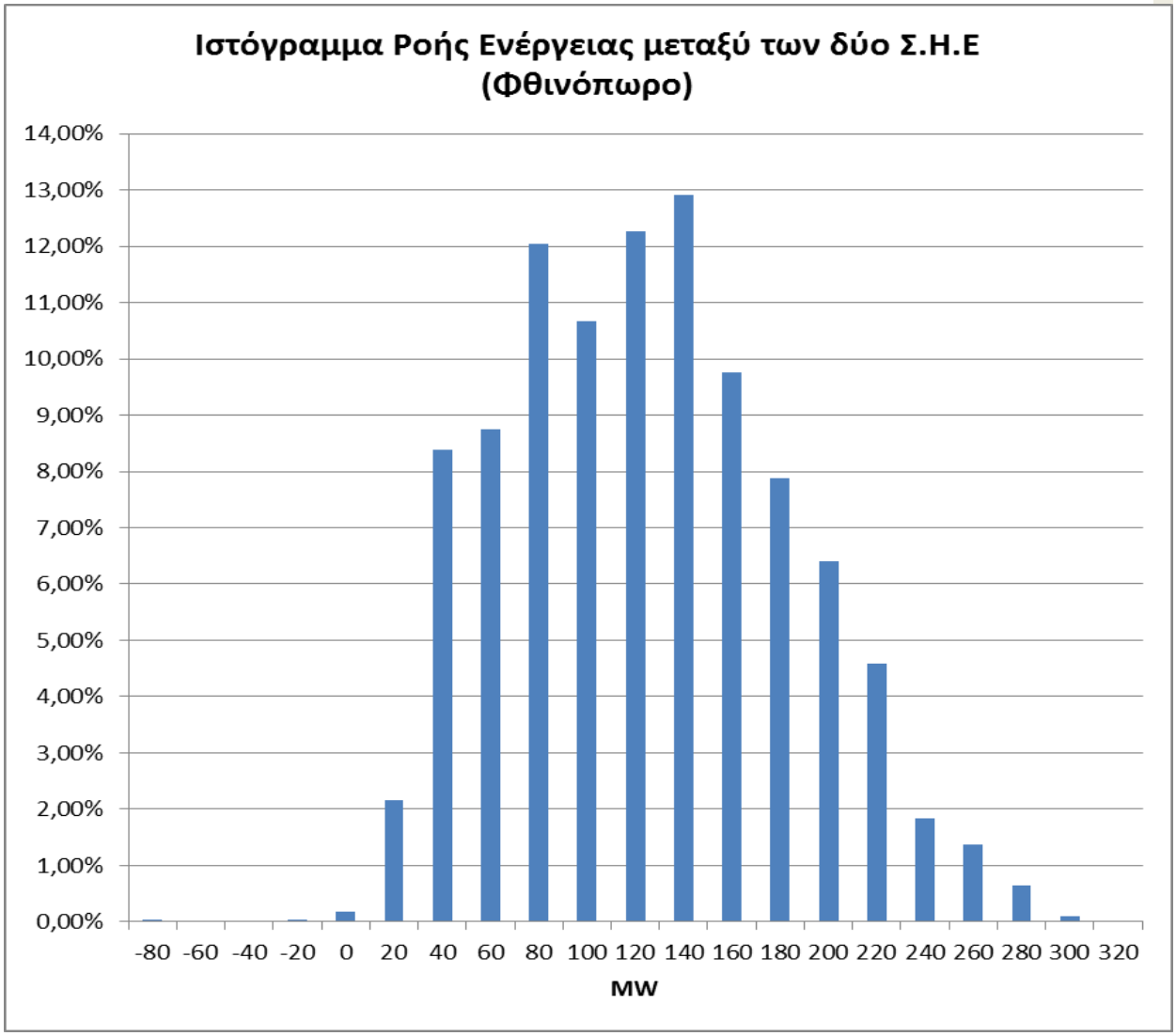
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η ροή ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των διασυνδεόμενων Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης.

Πιν: Ροή Ενέργειας μεταξύ των διασυνδεόμενων Σ.Η.Ε

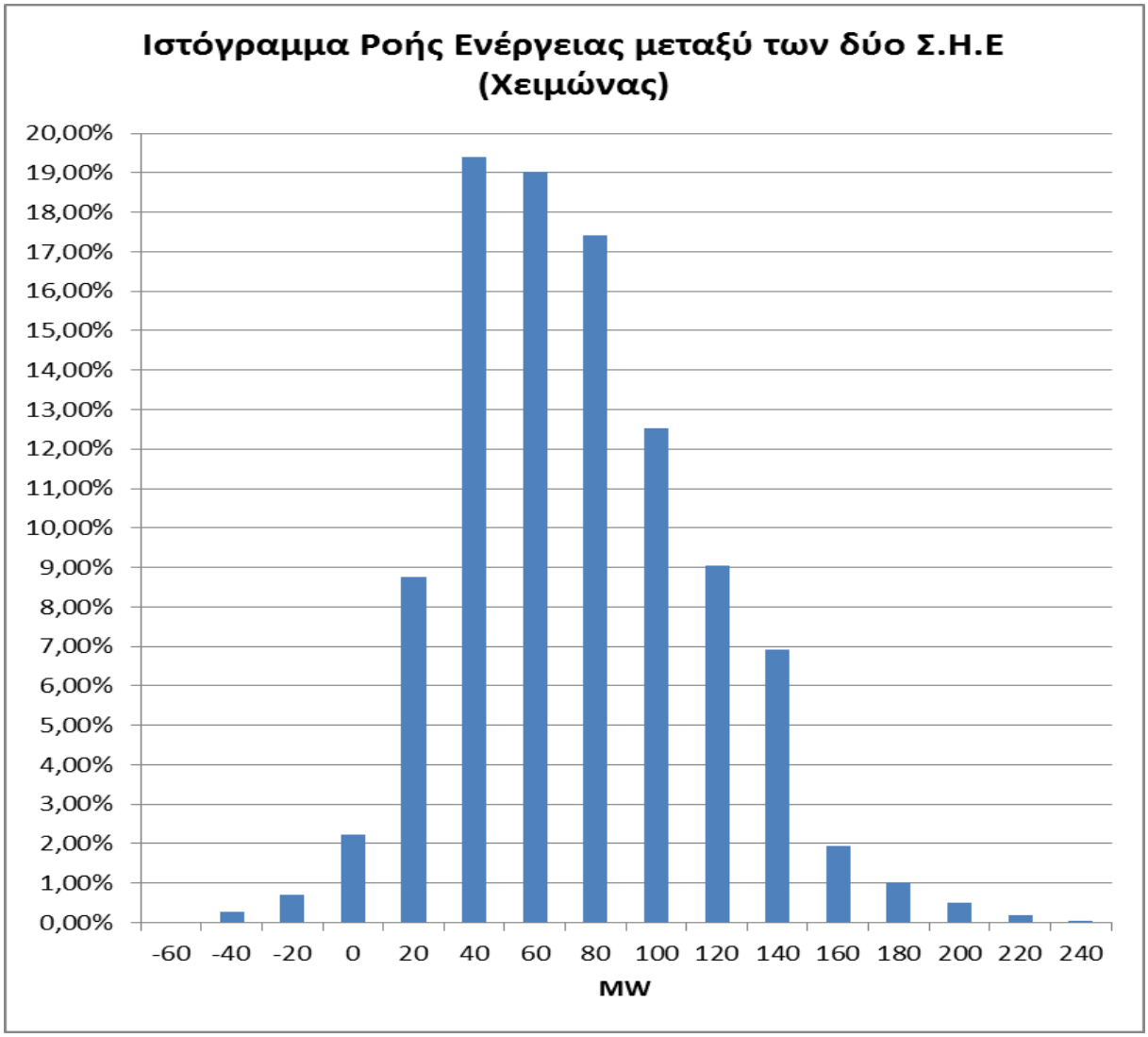
ΜΗΝΑΣ	Εισροή Ενέργειας προς Κρήτη(MWh)	Εισροή Ενέργειας προς Κύπρο(MWh)	Συνολική Ροή Ενέργειας (MWh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	64.263,93	220,45	64,484,38
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	45.557,75	139,65	45,697,40
ΜΑΡΤΙΟΣ	85.652,61	0,00	85,652,61
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	59.298,88	136,90	59,435,78
ΜΑΙΟΣ	96.004,42	100,63	96,105,05
ΙΟΥΝΙΟΣ	118.739,49	0,00	118,739,49
ΙΟΥΛΙΟΣ	96.923,01	0,00	96,923,01
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	97.256,33	103,13	97,359,47
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	94.852,78	0,00	94,852,78
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	66.414,38	19,52	66,433,90
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	111.623,16	79,83	111,702,99
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	50.821,35	238,85	51,060,21
Σύνολο	**987.408,10**	**1.038,97**	**988.447,07**

Παρατηρείται ότι η ροή ενέργειας προς την Κρήτη κυμαίνεται στις 987 GWh ετησίως ενώ προς την Κύπρο στις 1 GWh. Η υψηλότερη ροή ενέργειας προς την Κρήτη παρουσιάζεται τον μήνα Ιούνιο ενώ προς την Κύπρο τον μήνα Δεκέμβριο.

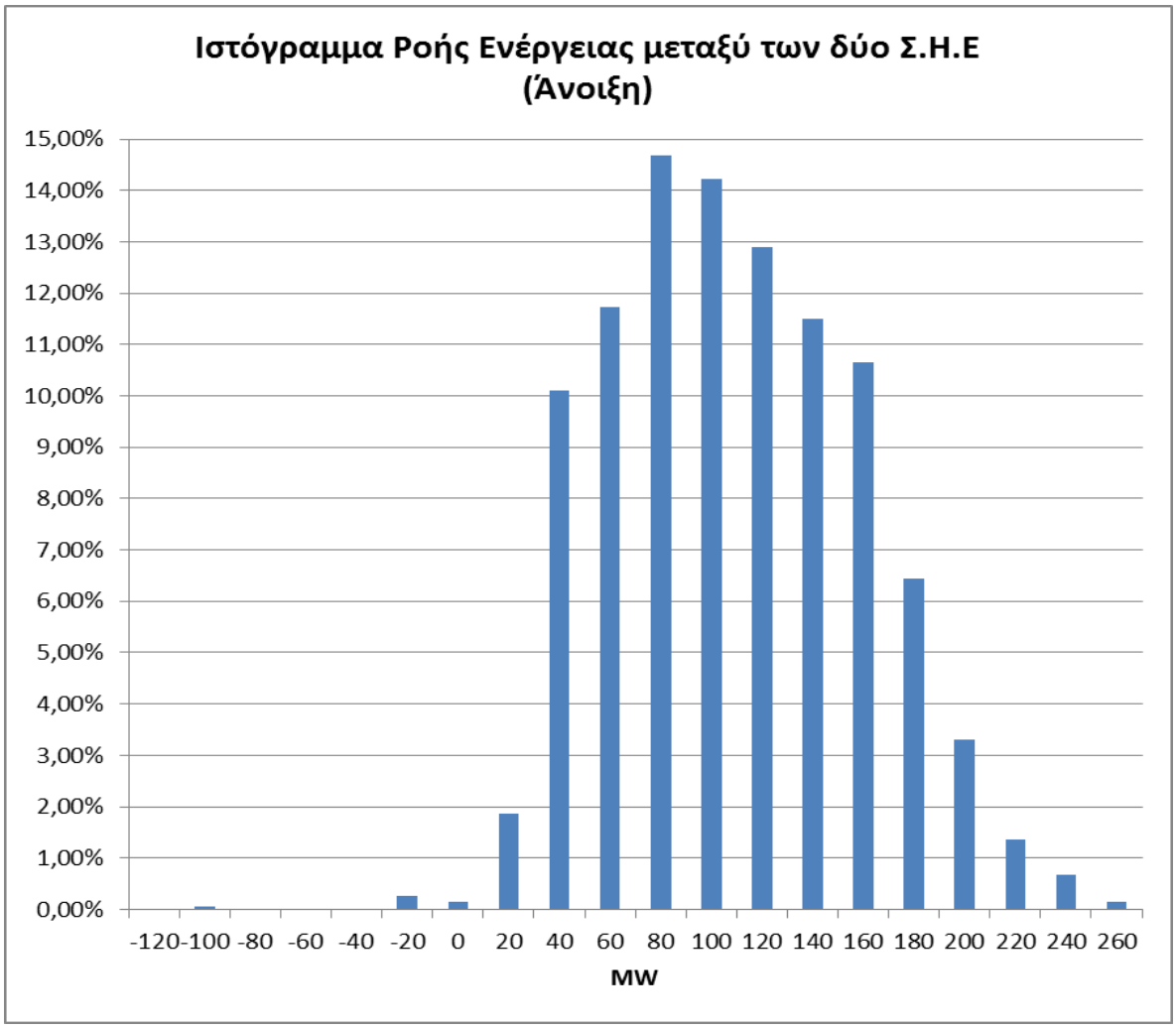
Στα παρακάτω γραφήματα παρουσιάζεται το Ιστόγραμμα ροής ενέργειας μεταξύ των δύο νησιών ανά εποχή του χρόνου. Οι αρνητικές τιμές αναφέρονται στο ποσοστό ροής ενέργειας από την Κρήτη προς την Κύπρο, ενώ οι θετικές τιμές στο ποσοστό ροής ενέργειας από την Κύπρο προς την Κρήτη.



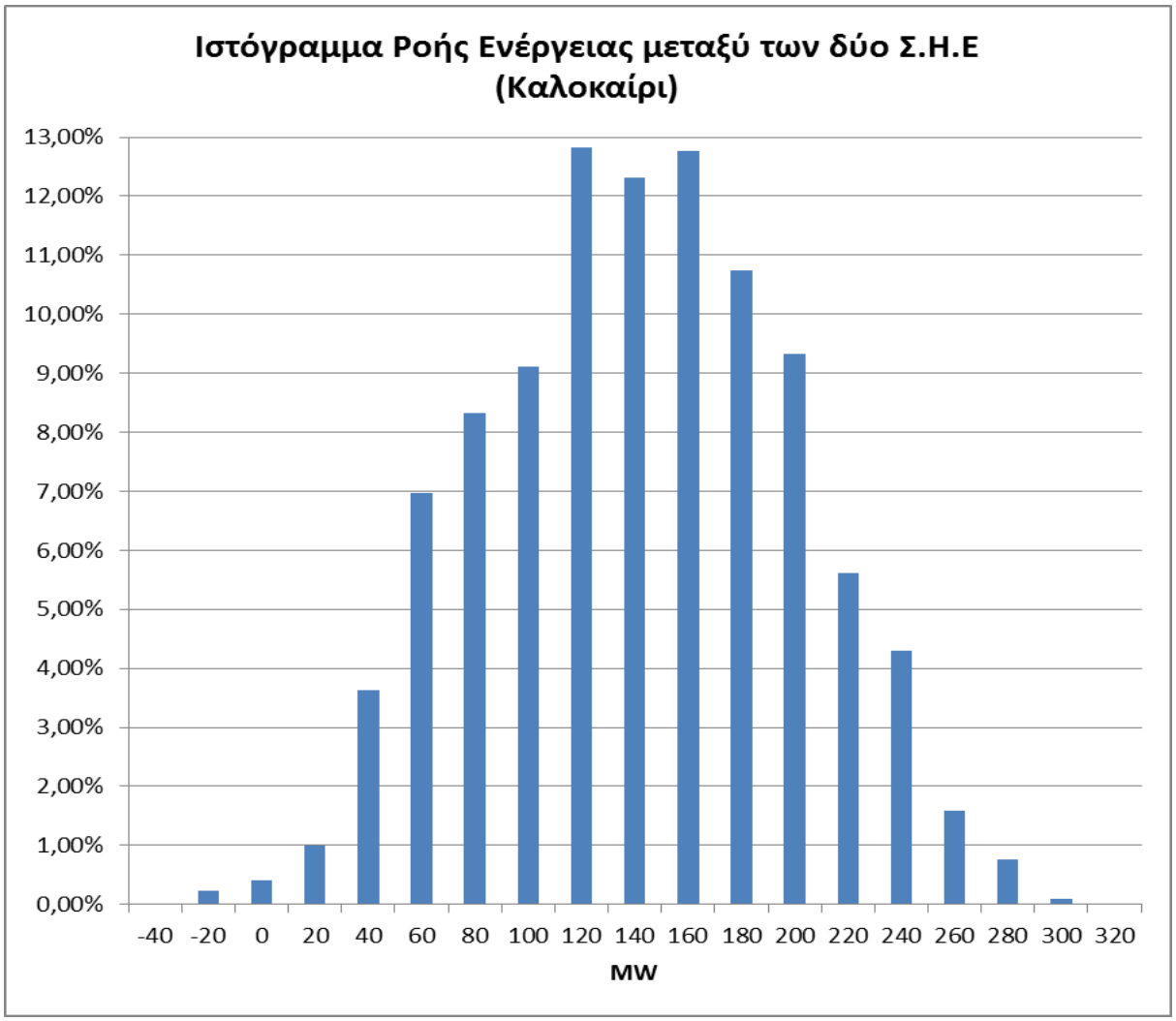
Γράφημα: Ιστόγραμμα Ροής Ενέργειας το Φθινόπωρο



Γράφημα: Ιστόγραμμα Ροής Ενέργειας το Χειμώνα



Γράφημα: Ιστόγραμμα Ροής Ενέργειας την Άνοιξη



Γράφημα: Ιστόγραμμα Ροής Ενέργειας το Καλοκαίρι

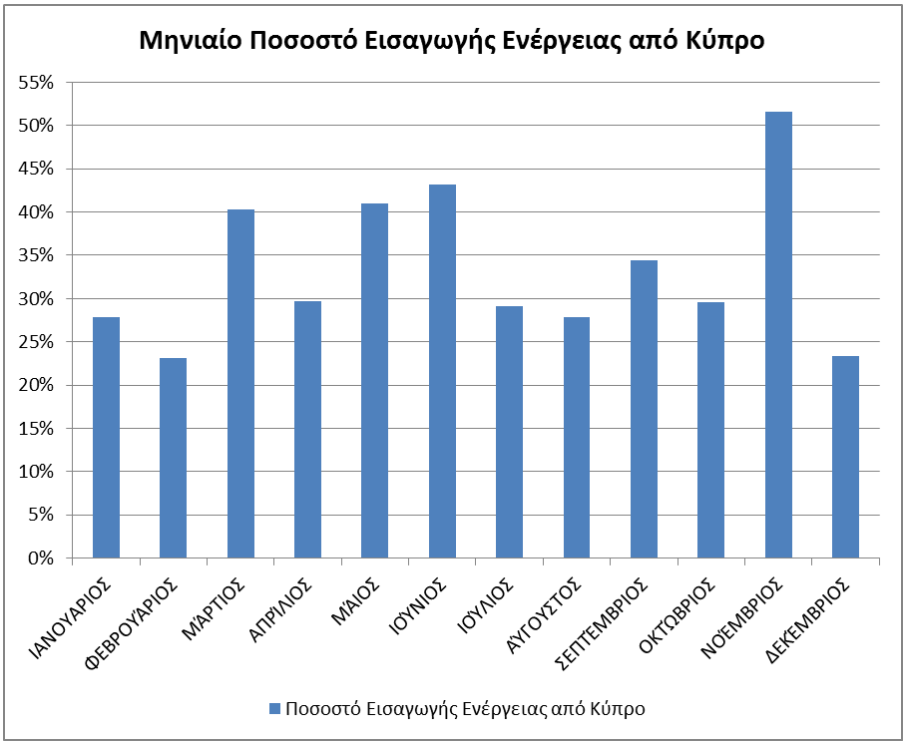
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέγιστη μηνιαία ροή ενέργειας μεταξύ των δύο νησιών.

Πιν: Μηνιαία Μέγιστη Ανταλλαγή Ενέργειας μεταξύ των 2 νησιών

ΜΗΝΑΣ	Μέγιστη μηνιαία ροή από Κύπρο σε Κρήτη(MW)	Μέγιστη μηνιαία ροή από Κρήτη σε Κύπρο(MW)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	234,59	34,49
ΦΕΒΡΟΥΆΡΙΟΣ	187,29	47,96
ΜΆΡΤΙΟΣ	250,42	0,00
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	204,30	23,00
ΜΆΙΟΣ	253,57	100,63
ΙΟΎΝΙΟΣ	308,77	0,00
ΙΟΎΛΙΟΣ	285,08	0
ΑΎΓΟΥΣΤΟΣ	270,74	21,40
ΣΕΠΤΈΜΒΡΙΟΣ	303,49	0
ΟΚΤΏΒΡΙΟΣ	298,92	10,31
ΝΟΈΜΒΡΙΟΣ	300,69	79,83
ΔΕΚΈΜΒΡΙΟΣ	170,85	46,31
Μέγιστο	**308,77**	**100,63**

Η μέγιστη αποστολή ενέργειας από την Κύπρο προς την Κρήτη παρουσιάζεται την 13η ημέρα Ιουνίου η ώρα 22:00 ενώ η αντίστοιχη από την Κρήτη στην Κύπρο την 3η ημέρα Μαΐου η ώρα 19:00.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται το μηνιαίο ποσοστό εισαγωγής ενέργειας στην Κρήτη από την Κύπρο σε σχέση με την μηνιαία ζήτηση της Κρήτης.



Γράφημα: Μηνιαίο Ποσοστό Εισαγωγής Ενέργειας από την Κύπρο

Παρατηρείται ότι η Κύπρος συμβάλλει στην κάλυψη της ζήτησης της Κρήτης σε μεγάλο ποσοστό με την διασύνδεσή τους. Τον μήνα Νοέμβριο η Κύπρος καλύπτει περίπου το 52% της ζήτησης της Κρήτης. Η ετήσια κάλυψη της ζήτησης της Κρήτης από την Κύπρο κυμαίνεται στο 33%.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ώρες εξαγωγής ενέργειας από την Κρήτη προς την Κύπρο.

Πιν: Σύνολο ωρών εξαγωγής Ενέργειας προς την Κύπρο

ΜΗΝΑΣ	Ώρες εξαγωγής Ενέργειας από Κρήτη σε Κύπρο
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	17
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	9
ΜΑΡΤΙΟΣ	0
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	7
ΜΑΙΟΣ	1
ΙΟΥΝΙΟΣ	0
ΙΟΥΛΙΟΣ	0
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	8
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	3
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	12
Σύνολο	**58**

Οι μήνες με τις περισσότερες ώρες εξαγωγής ενέργειας από την Κρήτη προς την Κύπρο είναι ο Ιανουάριος και ο Δεκέμβριος.

Οι πραγματικές απώλειες καλωδίου έχουν υπολογιστεί με βάση τη ροή ισχύος μεταξύ των δύο νησιών και βασίζονται στα αποτελέσματα της προσομοίωσης 4^{ων}-ζυγών που εξήχθησαν από την πτυχιακή εργασία του Θεοδώρου Νικόλα με θέμα «Διασύνδεση ΣΗΕ Κύπρου-Κρήτης. Μελέτη στη μόνιμη κατάσταση λειτουργίας».[36]

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μηνιαίες απώλειες κατά τη ροή ενέργειας διαμέσου του υποβρύχιου καλωδίου.

Πιν: Απώλειες καλωδίου διασύνδεσης

ΜΗΝΑΣ	Συνολικές Απώλειες Καλωδίου (MWh)	Μέγιστες Απώλειες Καλωδίου (MW)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	344,23	1,88
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	275,81	1,66
ΜΑΡΤΙΟΣ	511,83	2,40
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	279,20	1,92
ΜΑΙΟΣ	498,57	1,94
ΙΟΥΝΙΟΣ	892,99	3,67
ΙΟΥΛΙΟΣ	526,33	2,67
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	606,32	3,85
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	576,82	3,72
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	281,71	1,62
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	549,11	3,27
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	289,23	1,63
Σύνολο	**5.632,15**	**Μέγιστη: 3,85**

Οι ετήσιες απώλειες καλωδίου είναι 5,6 GWh ενώ η μέγιστη του έτους είναι 3,85 MW και παρουσιάζεται τον μήνα Αύγουστο.

Στα παρακάτω γραφήματα παρουσιάζονται οι συνολικές και οι μέγιστες μηνιαίες απώλειες καλωδίου.

Γράφημα: Συνολικές Μηνιαίες Απώλειες Καλωδίου

Γράφημα: Μέγιστες Μηνιαίες Απώλειες Καλωδίου

Παρατηρείται ότι οι υψηλότερες μηνιαίες απώλειες παρουσιάζονται τον μήνα Ιούνιο όπου η ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ των δύο νησιών είναι η μεγαλύτερη του έτους. Επίσης τον μήνα αυτό παρουσιάζεται η υψηλότερη ροή ενέργειας προς την Κρήτη που φτάνει τις 118 GWh.
Οι μέγιστες μηνιαίες απώλειες καλωδίου παρουσιάζονται κυρίως τους θερινούς μήνες όπου η ροή ενέργειας είναι υψηλότερη.

Γράφημα: Μηνιαίο Ποσοστό Απωλειών σε σχέση με τη Μηνιαία Ροή Ενέργειας

Παρατηρείται ότι το ποσοστό απωλειών καλωδίου είναι πολύ χαμηλό σε σχέση με τη ροή ενέργειας και από αυτό συμπεραίνεται ότι υπάρχει οικονομικό όφελος. Το ετήσιο ποσοστό απωλειών κυμαίνεται στο 0,57% της ετήσιας ροής ενέργειας.

9.4 Σύγκριση Αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ του Ενιαίου Σ.Η.Ε και των αυτόνομων Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης. Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν μέσω αυτής της εργασίας αφορούν κυρίως τις επιπτώσεις στην οικονομική λειτουργία των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας Κύπρου και Κρήτης που πρόκειται να επιφέρει η διασύνδεσή τους.

9.4.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων που αφορούν την παραγωγή θερμικών μονάδων και ΑΠΕ

Σε αυτό το υποκεφάλαιο γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων που αφορά τη παραγωγή του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης και των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε. Επίσης γίνεται ανάλυση των αποτελεσμάτων σχετικά με την αποκοπή και τις ώρες λειτουργίας των μονάδων ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου.

Πιν. 9.4-1: Συνολική Παραγωγή Ενιαίου και Αυτόνομων Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης

ΜΗΝΑΣ	Συνολική Παραγωγή Αυτόνομου Σ.Η.Ε Κύπρου(GWh)	Συνολική Παραγωγή Αυτόνομου Σ.Η.Ε Κρήτης (GWh)	Συνολική Παραγωγή Κύπρου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε(GWh)	Συνολική Παραγωγή Κρήτη στο Ενιαίο Σ.Η.Ε(GWh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	456,414	231,222	520,61	167,17
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	412,982	196,563	458,67	151,14
ΜΑΡΤΙΟΣ	393,817	212,560	479,98	126,9
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	351,200	200,070	410,46	140,99
ΜΑΙΟΣ	393,726	233,959	490,12	137,74
ΙΟΥΝΙΟΣ	454,444	274,903	574,07	156,16
ΙΟΥΛΙΟΣ	559,672	332,854	657,12	235,93
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	630,626	349,240	728,38	252,08
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	514,982	275,946	610,41	181,09
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	418,749	224,492	485,42	158,09
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	368,617	216,421	480,71	104,65
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	412,652	217,145	463,52	166,56
Σύνολο	**5.367,89**	**2.965,38**	**6.359,52**	**1.978,57**

Παρατηρείται ότι η συνεισφορά της Κύπρου στην συνολική παραγωγή του Ενιαίου Σ.Η.Ε έχει αυξηθεί σε σχέση με την συνολική παραγωγή ως αυτόνομο Σ.Η.Ε. Η Κύπρος ως αυτόνομο Σ.Η.Ε παρουσιάζει συνολική ετήσια παραγωγή της τάξης των 5367 GWh, ενώ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε η ετήσια συνολική παραγωγή της φτάνει τις 6359 GWh. Παρουσιάζεται δηλαδή αύξηση της τάξης του 18,5%.

- Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι η Κύπρος συνεισφέρει και στην κάλυψη της ζήτησης της Κρήτης.

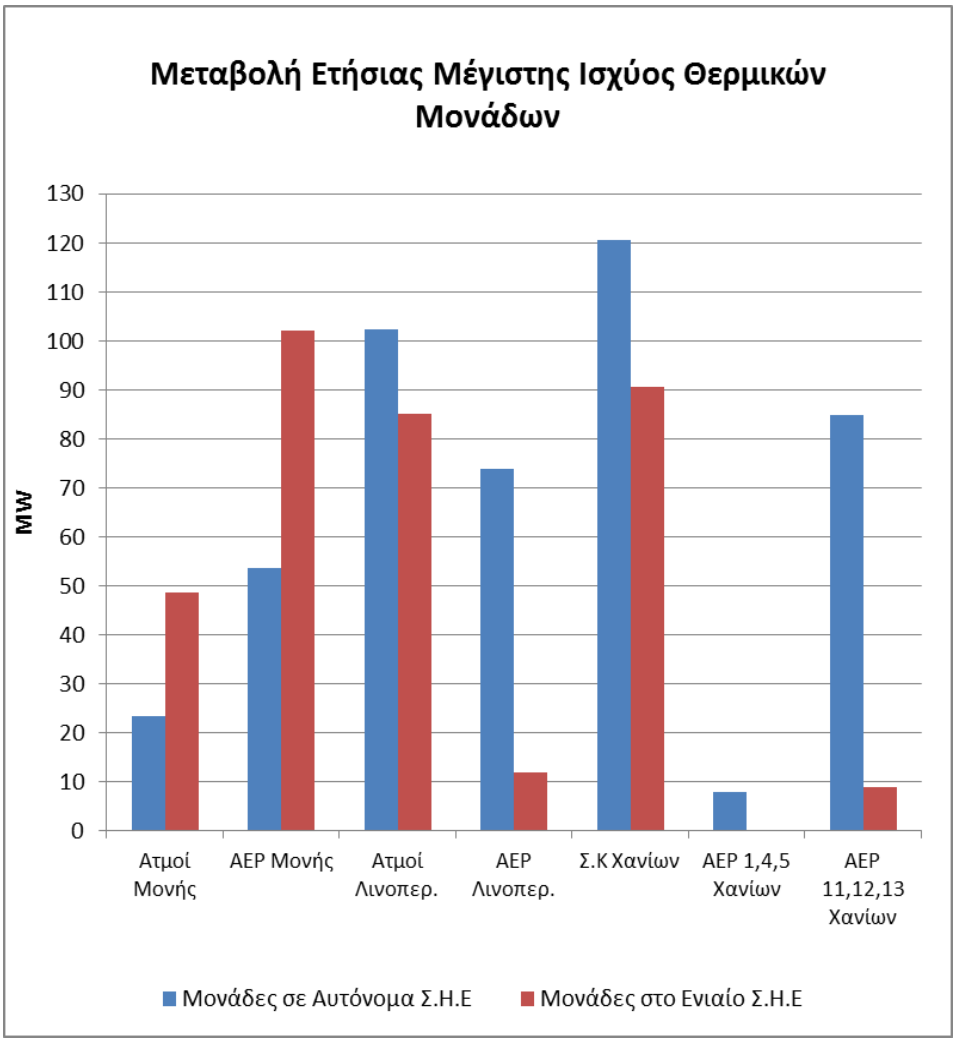
Πιν. 9.4-2:Συνολική Θερμική Παραγωγή Ενιαίου και Αυτόνομων Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης

ΜΗΝΑΣ	Συνολική Θερμική Παραγωγή Αυτόνομου Σ.Η.Ε Κύπρου(GWh)	Συνολική Θερμική Παραγωγή Αυτόνομου Σ.Η.Ε Κρήτης (GWh)	Συνολική Θερμική Παραγωγή Κύπρου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε(GWh)	Συνολική Θερμική Παραγωγή Κρήτης στο Ενιαίο Σ.Η.Ε(GWh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	430,914	185,211	495,40	121,21
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	386,232	147,849	432,30	102,60
ΜΑΡΤΙΟΣ	374,216	166,567	459,67	81,69
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	336,813	153,723	395,89	95,21
ΜΑΙΟΣ	378,246	202,747	474,09	107,19
ΙΟΥΝΙΟΣ	443,337	237,896	562,45	119,57
ΙΟΥΛΙΟΣ	543,261	246,100	640,33	149,25
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	612,020	278,010	709,78	180,84
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	502,632	227,388	598,13	132,67
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	406,963	181,181	473,89	115,21
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	359,350	185,639	470,17	73,99
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	395,847	171,668	446,76	121,04
Σύνολο	**5.169,837**	**2.383,984**	**6.158,90**	**1.400,52**

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι η θερμική παραγωγή της Κύπρου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε έχει αυξηθεί σε σχέση με τη θερμική παραγωγή της, ως αυτόνομο Σ.Η.Ε. Η Κύπρος στο Ενιαίο Σ.Η.Ε έχει καλύψη τη ζήτηση της και επιπρόσθετα έχει συνεισφέρει και στην κάλυψη της ζήτησης της Κρήτης. Για τον λόγο αυτό η Κρήτη στο Ενιαίο Σ.Η.Ε παρουσιάζει μειωμένη θερμική παραγωγή σε σχέση ως προς τη λειτουργία της ως αυτόνομο Σ.Η.Ε.

- Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι η Κύπρος διαθέτει μεγαλύτερης ισχύος οικονομικότερες θερμικές μονάδες από την Κρήτη, οπότε για την κάλυψη του συνολικού φορτίου στο ενιαίο Σ.Η.Ε, η Κύπρος παρουσιάζει αυξημένα ποσοστά θερμικής παραγωγής.
- Επίσης παρατηρείται ότι η συνολική ετήσια θερμική παραγωγή του Ενιαίου Σ.Η.Ε είναι 7559,42 GWh ενώ η ετήσια θερμική παραγωγή των ενοποιημένων Σ.Η.Ε είναι 7553,82 GWh. Παρουσιάζεται αύξηση 5,64 GWh στην ετήσια θερμική παραγωγή, οπότε με τη διασύνδεση των δύο Σ.Η.Ε αυξάνεται η θερμική παραγωγή του συστήματος.
- Οι απώλειες καλωδίου κατά την ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ των δύο νησιών στο Ενιαίο Σ.Η.Ε είναι 5,64 GWh για ολόκληρο το έτος. Με βάση την αύξηση της θερμικής παραγωγής στο Ενιαίο Σ.Η.Ε όπως παρουσιάζεται πιο πάνω οι απώλειες καλωδίου καλύφθηκαν εξολοκλήρου από τη θερμική παραγωγή.

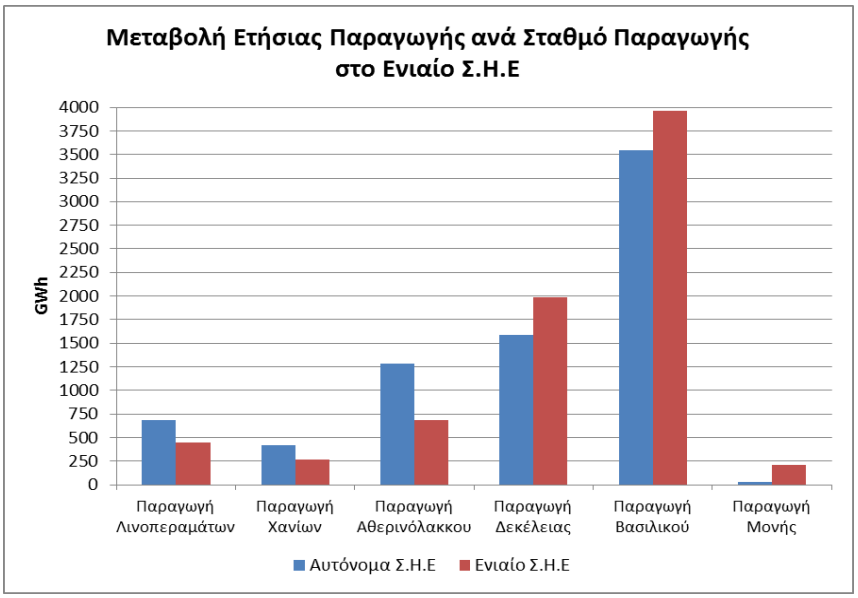
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η μεταβολή της ετήσιας μέγιστης ισχύς των θερμικών μονάδων. Οι θερμικές μονάδες οι οποίες δεν παρουσιάζονται στο γράφημα δεν παρουσιάζουν μεταβολή στη μέγιστη ισχύ τους.



Γράφημα 9.4-1: Μεταβολή ετήσιας μέγιστης ισχύος θερμικών μονάδων

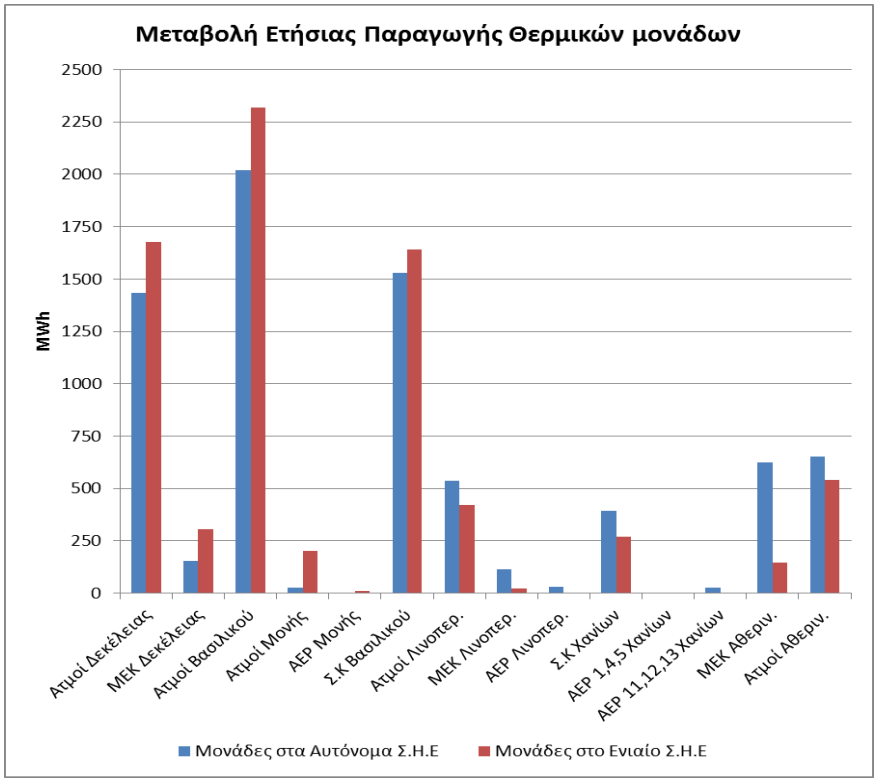
- Το συμπέρασμα που προκύπτει από το πιο πάνω γράφημα είναι ότι με τη διασύνδεση και τη δημιουργία ενός Ενιαίου Σ.Η.Ε όλες οι ακριβότερες μονάδες της Κρήτης παρουσιάζουν μειωμένη την μέγιστη ισχύ τους ενώ αντίθετα οι ατμομονάδες του ΑΗΣ Μονής και οι αεριοστρόβιλοι της Κύπρου παρουσιάζουν αυξημένη την μέγιστη ισχύ τους περίπου στο διπλάσιο σε σχέση με το αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου. Στους ατμούς Λινοπεραμάτων μειώθηκε η μέγιστη ισχύς τους κατά 16,6% , στους αεριοστρόβιλους Λινοπεραμάτων κατά 83%, στο Συνδυασμένο Κύκλο Χανίων κατά 25%, στους καινούριους αεριοστρόβιλους Χανίων κατά 89% ενώ οι παλιοί αεριοστρόβιλοι Χανίων δεν παρουσιάζουν καθόλου παραγωγή.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η μεταβολή της ετήσιας παραγωγής ανά Σταθμό Παραγωγής στο Ενιαίο Σ.Η.Ε.



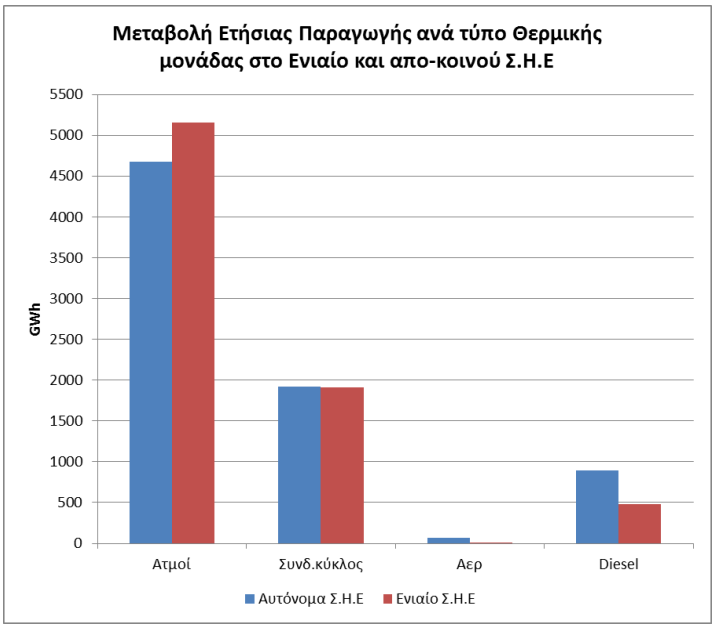
Γράφημα 9.4-2: Μεταβολή Ετήσιας Παραγωγής ανά Σταθμό Παραγωγής στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

Σε όλους τους ΑΗΣ της Κρήτης έχει μειωθεί η συνολική ετήσια θερμική τους παραγωγή στο Ενιαίο Σ.Η.Ε. Στον ΑΗΣ Λινοπεραμάτων μειώθηκε η παραγωγή περίπου 28%, στον ΑΗΣ Χανίων 40% στον ΑΗΣ Αθερινόλακκου περίπου 45%. Αντίθετα οι ΑΗΣ της Κύπρου έχουν αυξήσει την παραγωγή. Στον ΑΗΣ Δεκέλειας αυξήθηκε περίπου 26% ενώ στον ΑΗΣ της Μονής 14%.
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η μεταβολή της ετήσιας παραγωγής των θερμικών μονάδων.



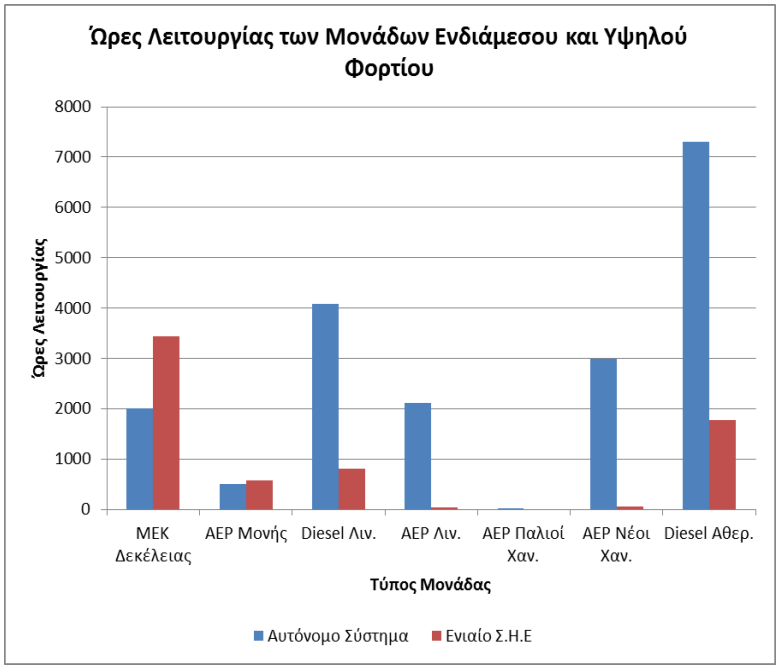
Γράφημα 9.4-3: Μεταβολή Ετήσιας Παραγωγής Θερμικών Μονάδων

Από το πιο πάνω γράφημα παρατηρείται ότι όλες οι θερμικές μονάδες της Κύπρου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε έχουν αυξημένη παραγωγή σε σχέση με το Αυτόνομο Σ.Η.Ε Κύπρου. Αντίστοιχα οι θερμικές μονάδες της Κρήτης παρουσιάζουν μειωμένη παραγωγή στο Ενιαίο Σ.Η.Ε. Ειδικότερα οι μηχανές εσωτερικής καύσης του Αθερινόλακκου παρουσιάζουν μείωση περίπου 74%.
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η μεταβολή της ετήσιας παραγωγής ανά τύπο θερμικής μονάδας στο Ενιαίο και απο-κοινού Σ.Η.Ε.



Γράφημα 9.4-4: Μεταβολή Ετήσιας Παραγωγής ανά τύπο Θερμικής Μονάδας στο Ενιαίο και από-κοινού Σ.Η.Ε

Από το πιο πάνω γράφημα διαπιστώνεται ότι τη μεγαλύτερη μεταβολή συνολικής ετήσιας παραγωγής παρουσιάζουν οι ατμομονάδες και οι μηχανές diesel του συστήματος. Οι ατμομονάδες παρουσιάζουν αύξηση της παραγωγής περίπου 10% ενώ οι μηχανές εσωτερικής καύσης παρουσιάζουν μείωση περίπου 46% .
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζονται οι ώρες λειτουργίας των μονάδων ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου στα αυτόνομα Σ.Η.Ε σε σύγκριση με το Ενιαίο.



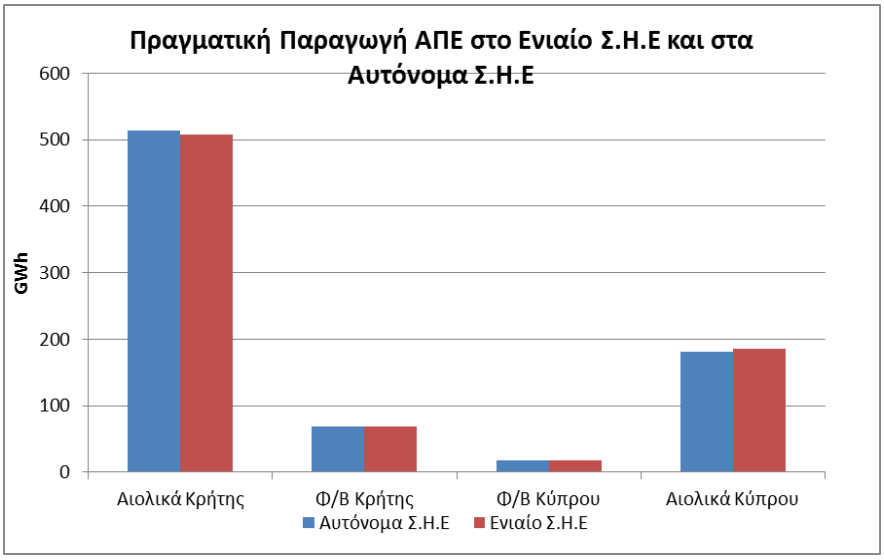
Γράφημα 9.4-5: Ώρες λειτουργίας μονάδων Ενδιάμεσου και Υψηλού Φορτίου

Στο πιο πάνω γράφημα παρατηρείται ότι όλες οι μονάδες ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου της Κρήτης όπου είναι και οι ακριβότερες, παρουσιάζουν έντονη μείωση στις ώρες λειτουργίας τους στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης σε σχέση με τις ώρες λειτουργίας τους στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε Κρήτης. Έντονη μείωση παρουσιάζουν οι αεριοστρόβιλοι του ΑΗΣ Χανίων και Λινοπεραμάτων και οι μονάδες diesel του ΑΗΣ Αθερινόλακκου και Λινοπεραμάτων.
Συγκεκριμένα οι αεριοστρόβιλοι Λινοπεραμάτων από τις 2106 ώρες λειτουργίας στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε Κρήτης έχει μειωθεί η λειτουργία τους στις 32 ώρες στο Ενιαίο Σ.Η.Ε. Επίσης οι νέοι αεριοστρόβιλοι Χανίων από τις 2983 ώρες λειτουργίας , στο Ενιαίο Σ.Η.Ε παρουσιάζουν μείωση στις 54 ώρες λειτουργίας. Οι μονάδες diesel των Λινοπεραμάτων από τις 4082 ώρες λειτουργίας στο αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κρήτης, έχουν λειτουργήσει 804 ώρες στο Ενιαίο Σ.Η.Ε. Οι μονάδες diesel του Αθερινόλακκου από τις 7302 ώρες λειτουργίας έχει μειωθεί η λειτουργία τους στις 1771 ώρες στο Ενιαίο Σ.Η.Ε
Οι μονάδες ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου της Κύπρου παρουσιάζουν σχετική αύξηση στις ώρες λειτουργίας τους. Οι ΜΕΚ της Δεκέλειας στο αυτόνομο Σ.Η.Ε Κύπρου έχουν λειτουργήσει 2001 ώρες ολόκληρο το έτος, ενώ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε παρουσιάζουν αύξηση στις 3432 ώρες λειτουργίας. Οι αεριοστρόβιλοι της Μονής παρουσιάζουν μια μικρή αύξηση στις ώρες λειτουργίας από τις 494 στις 580.

Τα συμπεράσματα που αφορούν τις μονάδες ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου παρουσιάζονται πιο κάτω:

- Με τη διασύνδεση των δύο νησιών και τη δημιουργία του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης οι ακριβές μονάδες υψηλού φορτίου της Κρήτης παρουσιάζουν μειωμένες ώρες λειτουργίας και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστος που αφορά τις θερμικές μονάδες.
- Με τη διασύνδεση οι μονάδες diesel της Κρήτης παρουσιάζουν μειωμένες ώρες λειτουργίας όπου και αυτό επιφέρει τη μείωση του κόστους του συστήματος
- Στο Ενιαίο Σ.Η.Ε επιβαρύνονται οι μηχανές εσωτερικής καύσης του ΑΗΣ Δεκέλειας όπου είναι πιο οικονομικές μονάδες από αυτές τις Κρήτης.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η πραγματική παραγωγή ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε και στα δύο αυτόνομα Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης.



Γράφημα 9.4-6: Πραγματική Παραγωγή ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε και στα Αυτόνομα Σ.Η.Ε

Παρατηρείται ότι έχει μειωθεί η πραγματική παραγωγή αιολικών στην Κρήτη με τη διασύνδεση, ενώ έχει αυξηθεί η παραγωγή των αιολικών στην Κύπρο. Η πραγματική παραγωγή των Φ/Β κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα και στο Ενιαίο Σ.Η.Ε αλλά και στα αυτόνομα Σ.Η.Ε. Οι λόγοι της μεταβολής της παραγωγής των ΑΠΕ παρουσιάζονται στο επόμενο υποκεφάλαιο.

9.4.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων που αφορούν την αποκοπή των ΑΠΕ

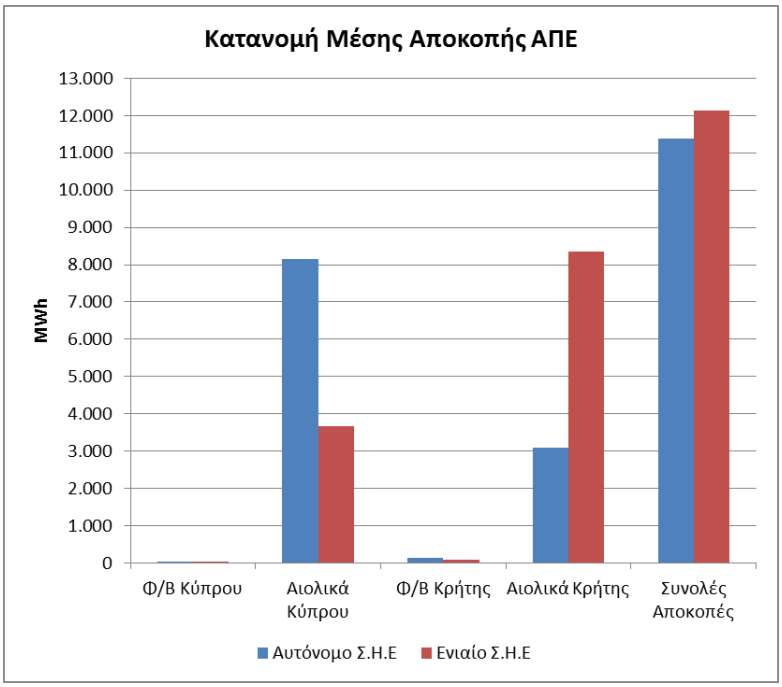
Στον πιο κάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέση αποκοπή του Ενιαίου Σ.Η.Ε και των δύο ενοποιημένων αυτόνομών Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης.

Πιν. 9.4-3: Αποκοπή ΑΠΕ Ενιαίου Σ.Η.Ε και των δύο Αυτόνομων Σ.Η.Ε

ΜΗΝΑΣ	Αποκοπή ΑΠΕ στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε Κύπρου+Κρήτης (MWh)	Αποκοπή ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης (MWh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	3.295,9	3.588,05
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	925,265	1.472,04
ΜΑΡΤΙΟΣ	1.568,59	1.645,78
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	852,5	1.238,83
ΜΑΙΟΣ	1.181,792	1.290,50
ΙΟΥΝΙΟΣ	868,865	763,57
ΙΟΥΛΙΟΣ	481,513	179,57
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7,8	0
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	206,771	418,74
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	384,318	1.070,51
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1.362,975	216,28
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	238,051	242,33
Σύνολο	**11,374,34**	**12.126,20**

Παρατηρείται ότι η συνολική ετήσια αποκοπή ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε παρουσιάζεται αυξημένη σε σχέση αυτή των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε με ποσοστό 6,2%. Τους μήνες του καλοκαιριού και γενικά τους μήνες υψηλού φορτίου η μέση αποκοπή στο Ενιαίο Σ.Η.Ε μειώνεται σε σχέση με αυτή των δύο αυτόνομων.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η κατανομή της αποκοπής ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε σε σχέση με αυτή των αυτόνομων Σ.Η.Ε.



Γράφημα 9.4-7: Κατανομή Μέσης αποκοπής ΑΠΕ

Στο Ενιαίο Σ.Η.Ε έχει μειωθεί η αποκοπή της παραγωγής των αιολικών της Κύπρου ενώ έχει αυξηθεί αυτή των αιολικών της Κρήτης. Επίσης παρατηρείται ελαφρά αύξηση της συνολικής αποκοπής ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης.

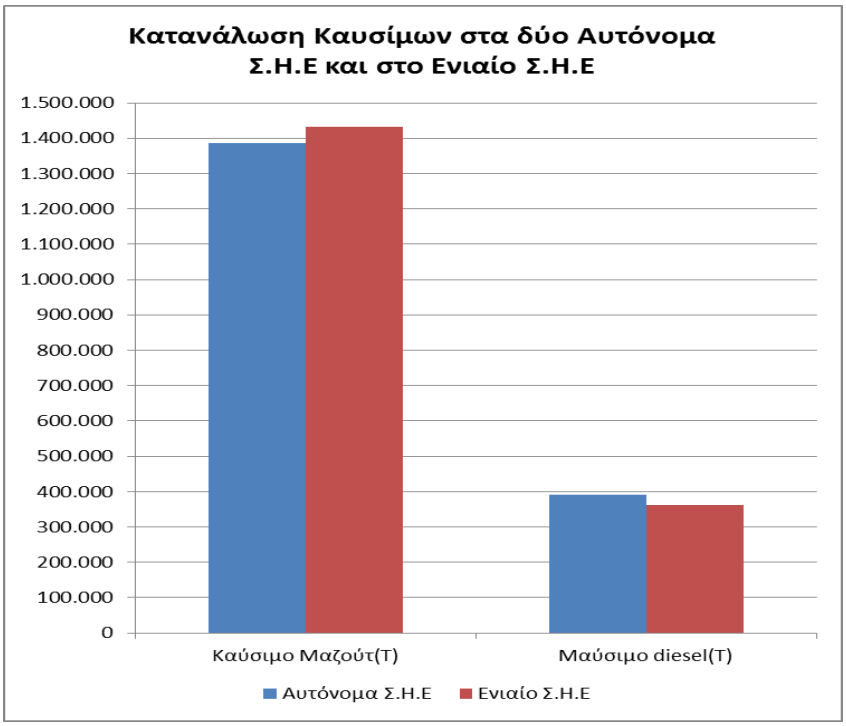
9.4.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων για την κατανάλωση και το κόστος Καυσίμων

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ του Ενιαίου Σ.Η.Ε και των αυτόνομων Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης που αφορά την κατανάλωση και το κόστος καυσίμου.

Πιν. 9.4-4: Σύγκριση Κατανάλωσης Καυσίμου

ΜΗΝΑΣ	Αυτόνομο Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης- Καύσιμο Μαζούτ(Τ)	Αυτόνομο Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης- Καύσιμο diesel(Τ)	Ενιαίο Σ.Η.Ε-Καύσιμο Μαζούτ (Τ)	Ενιαίο Σ.Η.Ε-Καύσιμο diesel(Τ)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	121.936,20	26.589,08	127.355,818	22.580,98
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	94.642,95	28.869,04	96.669,855	28.695,351
ΜΑΡΤΙΟΣ	95.441,54	30.763,25	96.677,016	30.885,365
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	98.776,53	18.893,96	101.210,94	18.743,991
ΜΑΙΟΣ	104.342,37	31.724,90	105.579,29	31.155,343
ΙΟΥΝΙΟΣ	119.373,03	39.909,43	124.857,34	34.609,451
ΙΟΥΛΙΟΣ	143.960,31	42.635,62	149.305,71	39.202,077
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	159.378,26	49.980,66	169.376,84	42.058,008
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	128.625,90	42.691,96	135.720,501	37.566,5269
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	105.821,31	31.032,42	107.519,35	31.214,816
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	94.650,09	33.433,75	97.043,417	30.369,413
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	118.345,05	15.759,25	121.370,23	14.281,093
Σύνολο	**1.385.293,56**	**392.283,30**	**1.432.686,307**	**361.362,4149**

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης έχει αυξηθεί κατά 3,42 % σε σχέση με την κατανάλωση καυσίμου μαζούτ των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε. Αντίθετα η κατανάλωση καυσίμου diesel στο Ενιαίο Σ.Η.Ε παρουσιάζει μείωση της τάξης του 7,9% σε σχέση με την κατανάλωσης καυσίμου diesel των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε.
Επίσης παρατηρείται ότι τους μήνες υψηλού φορτίου, όπως για παράδειγμα τους θερινούς μήνες, παρουσιάζεται μεγαλύτερη αύξηση στη κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και μείωση στη κατανάλωση καυσίμου diesel.



Γράφημα 9.4-8: Κατανάλωση καυσίμων στα Αυτόνομα Σ.Η.Ε και στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου είναι:

- Με τη διασύνδεση της Κύπρου και της Κρήτης παρουσιάζεται αύξηση στην ετήσια κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και μείωση στην κατανάλωση καυσίμου diesel.Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστους στο Ενιαίο Σ.Η.Ε για τον λόγο ότι το καύσιμο μαζούτ είναι φθηνότερο από το καύσιμο diesel.

Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το κόστος κατανάλωσης καυσίμου στα δύο αυτόνομα Σ.Η.Ε και στο Ενιαίο Σ.Η.Ε.

Πιν. 9.4-5: Κόστος Κατανάλωσης Καυσίμου Ενιαίου και των δύο Αυτόνομων Σ.Η.Ε

ΜΗΝΑΣ	Κόστος Κατανάλωσης Καυσίμου στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης (ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	Κόστος Κατανάλωσης Καυσίμου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε (ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	61.767,30	60.378,951
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	51.914,78	52.040,635
ΜΑΡΤΙΟΣ	53.682,88	53.168,513
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	48.099,01	48.253,359
ΜΑΙΟΣ	57.794,67	56.710,981
ΙΟΥΝΙΟΣ	68.907,61	65.963,581
ΙΟΥΛΙΟΣ	79.496,07	78.010,595
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	89.879,82	87.067,75
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	73.929,55	72.019,594
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	57.597,15	57.557,305
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	55.516,36	52.909,029
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	53.090,00	52.597,442
Σύνολο	**751.675,21**	**736.677,735**

Το συμπέρασμα που προκύπτει σχετικά με το κόστος κατανάλωσης καυσίμου μαζούτ και diesel είναι:

- Το συνολικό κόστος κατανάλωσης καυσίμου μαζούτ και diesel στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης είναι φθηνότερο σε σχέση με το κόστος των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε. Το συνολικό θερμικό κόστος για το έτος 2010 στο Ενιαίο Σ.Η.Ε είναι 736,677 εκατομμύρια € ενώ στα δύο αυτόνομα Σ.Η.Ε αγγίζει τα 751,675 εκατομμύρια €. Δηλαδή με τη διασύνδεση επιτυγχάνεται μείωση του κόστους κατανάλωσης καυσίμου της τάξης των 15 εκατομμυρίων.

Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το κόστος σε €/MWh της θερμικής παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε. Κύπρου-Κρήτης αλλά και των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε.

Πιν. 9.4-6: Κόστος €/MWh της Θερμικής Παραγωγής Ενιαίου-Κύπρου-Κρήτης-Από κοινού

ΜΗΝΑΣ	Κόστος €/MWh στο Σ.Η.Ε της Κύπρου	Κόστος €/MWh στο Σ.Η.Ε της Κρήτης	Κόστος €/MWh στο από-κοινού Σ.Η.Ε χωρίς τη διασύνδεση	Κόστος €/MWh στο Ενιαίο Σ.Η.Ε
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	89,70	124,8	100,25	98,23
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	90,91	113,64	97,20	97,29
ΜΑΡΤΙΟΣ	92,84	113,7	99,27	98,21
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	91,39	112,65	98,05	98,25
ΜΑΙΟΣ	92,69	112,14	99,48	97,56
ΙΟΥΝΙΟΣ	90,56	120,89	101,15	96,72
ΙΟΥΛΙΟΣ	90,80	122,59	100,71	98,8
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	89,95	125,27	100,98	97,76
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	90,13	125,89	101,27	98,55
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	91,28	112,86	97,93	97,7
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	93,11	118,83	101,87	97,23
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	90,54	100,48	93,55	92,63
Μέσο	**91,03**	**117,89**	**99,51**	**97,48**

Το μέσο κόστος θερμικής παραγωγής σε €/MWh για το έτος 2010 παρουσιάζεται φθηνότερο 19,52 €/MWh στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης απ' ότι στο Σ.Η.Ε της Κρήτης ενώ 6,43 €/MWh ακριβότερο από το Σ.Η.Ε της Κύπρου. Επίσης παρουσιάζεται κατά 2,03 €/MWh φθηνότερο και από το κόστος του από-κοινού Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης. Οπότε η διασύνδεση των δύο συστημάτων επιφέρει κέρδος 2,03 €/MWh.

9.4.4 Σύγκριση αποτελεσμάτων για το Συνολικό Κόστος

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η σύγκριση του συνολικού κόστους των Σ.Η.Ε Κύπρου, Κρήτης, του Από-κοινού Σ.Η.Ε και του Ενιαίου Σ.Η.Ε που δημιουργείται με τη διασύνδεση.

Πιν. 9.4-7: Συνολικό Κόστος Ενιαίου Σ.Η.Ε, Κύπρου, Κρήτης και από-κοινού.

ΜΗΝΑΣ	Συνολικό Κόστος Σ.Η.Ε της Κύπρου (ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	Συνολικό Κόστος Σ.Η.Ε της Κρήτης (ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	Συνολικό Κόστος από-κοινού Σ.Η.Ε χωρίς τη διασύνδεση (ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	Συνολικό Κόστος Ενιαίο Σ.Η.Ε (ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	42.148,45	28.491,66	70.640,11	69.220,60
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	38.777,28	22.479,32	61.256,60	61.324,98
ΜΑΡΤΙΟΣ	37.556,86	24.623,90	62.180,76	61.690,32
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	32.970,03	23.224,03	56.194,06	56.320,86
ΜΑΙΟΣ	37.418,48	27.264,57	64.683,05	63.609,92
ΙΟΥΝΙΟΣ	41.968,51	33.952,59	75.921,10	73.008,51
ΙΟΥΛΙΟΣ	51.846,87	40.371,48	92.218,35	90.774,37
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	57.845,11	43.446,12	101.291,23	98.479,98
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	47.252,09	34.842,75	82.094,84	80.165,29
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	38.932,40	25.783,05	64.715,45	64.606,97
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	34.857,20	25.917,06	60.774,26	58.320,06
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	38.184,03	22.458,16	60.642,19	60.153,29
Σύνολο	**499.757,31**	**352.854,69**	**852.612,00**	**837.675,15**

Το συνολικό κόστος του Ενιαίου Σ.Η.Ε όπου συμπεριλαμβάνει και το κόστος αποζημίωσης των παραγωγών από ΑΠΕ είναι 837,675 εκατομμύρια €. Η αποζημίωση των παραγωγών ΑΠΕ στο σύστημα είναι 100,997 εκατομμύρια €. Στο από-κοινού Σ.Η.Ε το συνολικό κόστος κειμένεται στα 852,612 εκατομμύρια € με κόστος αποζημίωσης παραγωγών ΑΠΕ 100,937 εκατομμύρια €.

Το συμπέρασμα που προκύπτει σχετικά με το συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αποζημίωσης των παραγωγών ΑΠΕ είναι:

- Το συνολικό κόστος στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης είναι φθηνότερο σε σχέση με το κόστος των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε. Με τη διασύνδεση των δύο Σ.Η.Ε επιτυγχάνεται μείωση του συνολικού κόστους της τάξης των 14,9 εκατομμυρίων.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η σύγκριση του κόστους σε €/MWh των Σ.Η.Ε Κύπρου, Κρήτης, του Από-κοινού Σ.Η.Ε και του Ενιαίου Σ.Η.Ε που δημιουργείται με τη διασύνδεση.

Πιν. 9.4-8: Μηνιαίο Κόστος €/MWh συμπεριλαμβανόμενου και του κόστους αποζημίωσης από ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε, Κύπρου, Κρήτης και από-κοινού.

ΜΗΝΑΣ	Κόστος €/MWh στο Σ.Η.Ε της Κύπρου	Κόστος €/MWh στο Σ.Η.Ε της Κρήτης	Κόστος €/MWh στο από-κοινού Σ.Η.Ε χωρίς τη διασύνδεση	Κόστος €/MWh στο Ενιαίο Σ.Η.Ε
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	92,35	123,22	102,73	100,93
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	93,90	114,36	100,50	100,56
ΜΑΡΤΙΟΣ	95,37	115,84	102,54	101,65
ΑΠΡΊΛΙΟΣ	93,88	116,08	101,94	102,13
ΜΑΙΟΣ	95,04	116,54	103,05	101,31
ΙΟΥΝΙΟΣ	92,35	123,51	104,09	99,98
ΙΟΥΛΙΟΣ	92,64	121,29	103,32	101,65
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	91,73	124,40	103,37	100,44
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	91,75	126,27	103,80	101,28
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	92,97	114,85	100,61	100,4
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	94,56	119,75	103,88	99,63
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	92,53	103,42	96,29	95,47
Μέσο	**93,26**	**118,29**	**102,18**	**100,45**

Το μέσο ετήσιο κόστος για το Σ.Η.Ε Κύπρου είναι 93,26 €/MWh και για το Σ.Η.Ε της Κρήτης 118,29 €/MWh, δηλαδή παρουσιάζεται ακριβότερο κατά 25,03 €/MWh. Το μέσο ετήσιο κόστος για το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης είναι 100,45 €/MWh το οποίο είναι φθηνότερο κατά 1,73 €/MWh σε σύγκριση με το μέσο ετήσιο κόστος του από-κοινού συστήματος της Κύπρου και της Κρήτης.

9.4.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων που αφορούν τις Εκπομπές Ρύπων

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν τις εκπομπές ρύπων ανά τύπο καυσίμου στα δύο αυτόνομα Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης αλλά και στο Ενιαίο Σ.Η.Ε που δημιουργείται με τη διασύνδεση.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέση εκπομπή ρύπων ανά τύπο καυσίμου σε Kg/Tn.

Πίνακας: Μέση εκπομπή ρύπων ανά τύπο καυσίμου(Kg/Tn)

	Μαζούτ	**Diesel**
	Μέση Εκπομπή Ρύπων (Kg/Tn)	Μέση Εκπομπή Ρύπων (Kg/Tn)
Σωματίδια	1.86	1.19
CO_2	3200	2445
NO_x	11.4	4.67

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ετήσιες εκπομπές ρύπων ανά τύπο καυσίμου στο **Αυτόνομο Σ.Η.Ε. της Κύπρου** για το έτος 2010. Η συνολική ετήσια κατανάλωση καυσίμου μαζούτ στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου είναι 936,664.38 Tn ενώ diesel 249,091.58 Tn.

Πίνακας: Ετήσιες Εκπομπές Ρύπων(Tn) ανά τύπο Καυσίμου στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε Κύπρου

	Μαζούτ	**Diesel**	**Σύνολο**
Σωματίδια(Tn)	1,742.19	296.42	**2.038,61**
CO_2(Tn)	2,997,326.01	609,028.91	**3,606,354.92**
NO_x(Tn)	10,677.97	1,163.26	**11,841.23**

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ετήσιες εκπομπές ρύπων ανά τύπο καυσίμου στο **Αυτόνομο Σ.Η.Ε. της Κρήτης** για το έτος 2010. Η συνολική ετήσια κατανάλωση καυσίμου μαζούτ στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κρήτης είναι 448,629.18 Tn ενώ diesel 143,191.72 Tn.

Πίνακας : Ετήσιες Εκπομπές Ρύπων(Tn) ανά τύπο Καυσίμου στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε Κρήτης

	Μαζούτ	Diesel	Σύνολο
Σωματίδια(Tn)	834.45	170.39	**1004,84**
CO_2(Tn)	1,435,613.37	350,103.75	**1,785,717.12**
NO_x(Tn)	5,114.37	668.70	**5783,07**

Παρατηρείται ότι οι συνολικές εκπομπές CO_2 στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου είναι εξαιρετικά μεγαλύτερες σε σύγκριση με το Αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κρήτης. Κυρίως γιατί η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και diesel είναι διπλάσια απ' ότι στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κρήτης.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ετήσιες εκπομπές ρύπων ανά τύπο καυσίμου στο **Από-κοινού Σ.Η.Ε.** της Κύπρου και της Κρήτης για το έτος 2010. Η συνολική ετήσια κατανάλωση καυσίμου μαζούτ είναι 1,385,293.56 Tn ενώ diesel 390,283.30 Tn.

Πίνακας : Ετήσιες Εκπομπές Ρύπων(Tn) ανά τύπο Καυσίμου στο Από-κοινού Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης

	Μαζούτ	Diesel	Σύνολο
Σωματίδια(Tn)	2,576.64	464.43	**3041,07**
CO_2(Tn)	4,432,939.39	954,242.67	**5,387,182.06**
NO_x(Tn)	15,792.34	1,822.62	**17.614,96**

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ετήσιες εκπομπές ρύπων ανά τύπο καυσίμου στο **Ενιαίο Σ.Η.Ε. Κύπρου-Κρήτης** για το έτος 2010. Η συνολική ετήσια κατανάλωση καυσίμου μαζούτ είναι 1,432,686,31 Tn ενώ diesel 361,362,41 Tn.

Πίνακας: Ετήσιες Εκπομπές Ρύπων(Tn) ανά τύπο Καυσίμου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης

	Μαζούτ	Diesel	Σύνολο
Σωματίδια(Tn)	2,664,79	430,12	**3.094,91**
CO_2(Tn)	4,584,596,19	830,531,10	**5.415.127,29**
NO_x(Tn)	16,332.62	1,687.57	**18.020,19**

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέση ετήσια εκπομπή ρύπων CO_2 σε Kg/MWh για τα δύο αυτόνομα συστήματα και για το Ενιαίο Σ.Η.Ε.

Πίνακας: Μέση ετήσια εκπομπή ρύπων(Tn) CO_2

	Αυτόνομο Σ.Η.Ε Κύπρου	Αυτόνομο Σ.Η.Ε Κρήτης	Από-Κοινού Σ.Η.Ε	Ενιαίο Σ.Η.Ε
CO_2 (Kg/MWh)	697,57	749,04	713,17	716,33

Στο αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου οι ετήσιες εκπομπές ρύπων CO_2 είναι 3,606,354.92 Tn ενώ με τη διασύνδεση οι ετήσιες εκπομπές ρύπων CO_2 της Κύπρου είναι 4,411,876.50 Tn. Οπότε με τη διασύνδεση των δύο συστημάτων στην Κύπρο αυξάνονται κατά 805,521.58 Tn. Οπότε η ΑΗΚ θα πρέπει να αγοράσει δικαιώματα εκπομπής CO_2 από την ΔΕΗ. Στο αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κρήτης οι ετήσιες εκπομπές ρύπων CO_2 είναι 1,785,717.12 Tn ενώ με τη διασύνδεση των δύο συστημάτων και τη δημιουργία ενός Ενιαίου Σ.Η.Ε οι ετήσιες εκπομπές ρύπων CO_2 της Κρήτης είναι 1,003,250.78 Tn. Σε αυτή την περίπτωση για την Κρήτη, παρουσιάζεται μείωση στην ετήσια εκπομπή ρύπων CO_2 782,466.23 Tn. Οπότε η ΔΕΗ θα πρέπει να αγοράσει λιγότερα δικαιώματα εκπομπής ρύπων.

10. Αναλύσεις Ευαισθησίας

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων που αφορούν μερικές αναλύσεις ευαισθησίας οι οποίες έγιναν στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης που προκύπτει από τη διασύνδεση των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε, της Κύπρου και της Κρήτης.
Αναλύονται τα παρακάτω σενάρια:

A. Για οποιονδήποτε λόγο να τερματιστεί η λειτουργία ΑΗΣ στο Βασιλικό όπου είναι ο σημαντικότερος σταθμός παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε.
B. Να χρησιμοποιηθεί μια ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel στις θερμικές μονάδες στους ΑΗΣ της Κύπρου και της Κρήτης.
C. Να αυξηθεί το τεχνικό ελάχιστο του συνδιασμένου κύκλου του ΑΗΣ Χανίων κατά 10 MW.

Οι παραπάνω προσομοιώσεις έγιναν ενδεικτικά για ένα μήνα, τον Ιούλιο.

10.1 Σενάριο Α : Τερματισμός λειτουργίας ΑΗΣ Βασιλικού

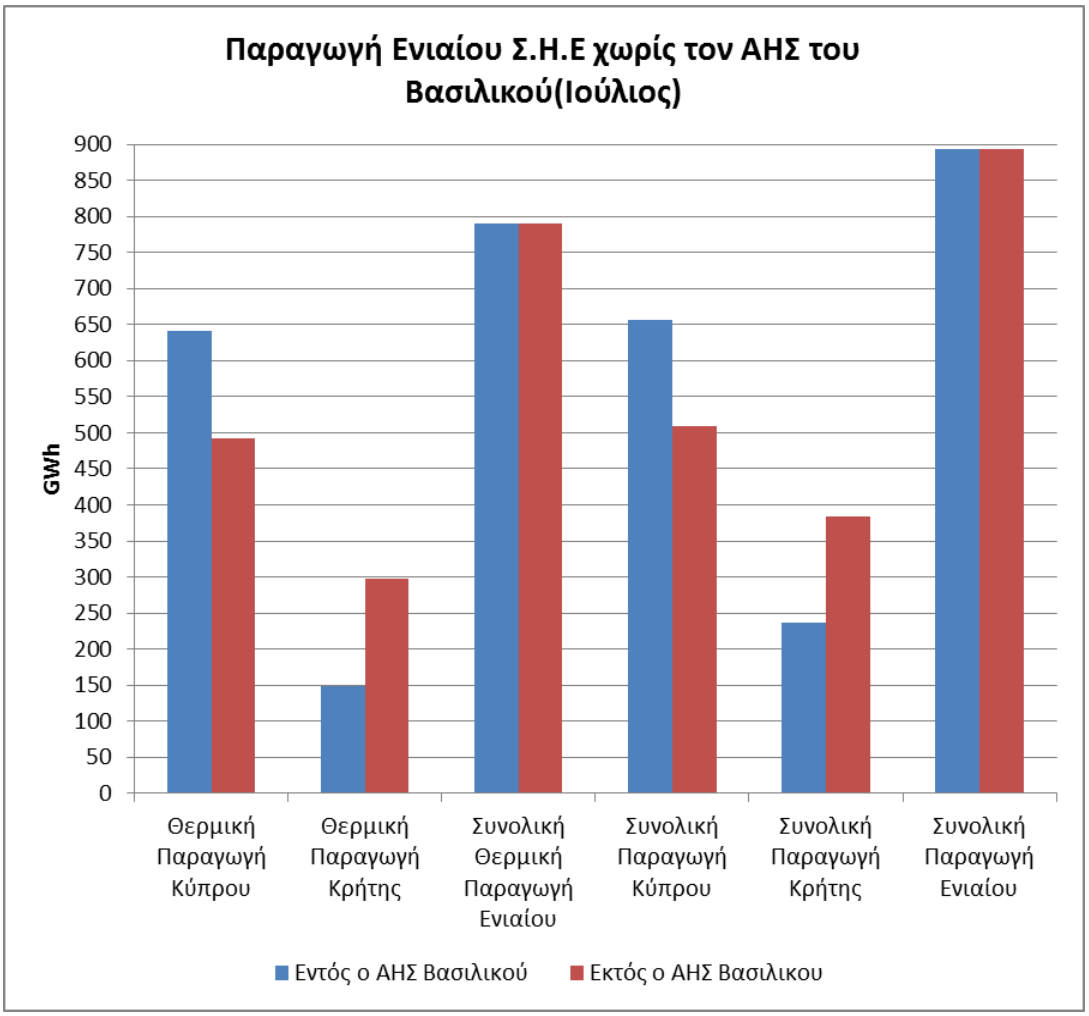
Στο σενάριο αυτό υποθέσαμε ότι αν τεθεί εκτός ο ΑΗΣ του Βασιλικού όπου είναι και ο σημαντικότερος σταθμός παραγωγής, τι αλλαγές θα προκύψουν στη λειτουργία του Ενιαίου Σ.Η.Ε. Στη προσομοίωση τέθηκαν μή διαθέσιμες οι 3 ατμομονάδες, ο ένας αεριοστρόβιλος και ο συνδυασμένος κύκλος του σταθμού. Επίσης τέθηκαν διαθέσιμες όλες οι θερμικές μονάδες του ΑΗΣ Μονής. Το σενάριο αυτό προσομοιώνει την έκρηξη που έγινε στην περιοχή Μαρί στην Κύπρο με καταστροφικές συνέπειες στον ΑΗΣ του Βασιλικού που παρουσιάστηκε στο υποκεφάλαιο 6.1.1.1
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης σχετικά με την παραγωγή των θερμικών μονάδων και τη συνολική παραγωγή του Ενιαίου Σ.Η.Ε για τον μήνα Ιούλιο χωρίς των ΑΗΣ του Βασιλικού.

Πιν. 10.1-1: Θερμική και Συνολική Παραγωγή Ενιαίου Σ.Η.Ε για τον μήνα Ιούλιο χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού

ΜΗΝΑΣ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΥΠΡΟΥ (GWh)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΗΤΗΣ (GWh)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΙΑΙΟΥ (GWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΥΠΡΟΥ (GWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΗΤΗΣ (GWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΙΑΙΟΥ(GWh)
Ιούλιος χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού	491,800	297,606	789,406	508,672	384,379	893,052
Ιούλιος με τον ΑΗΣ Βασιλικού	640,332	149,254	789,586	657,121	235,930	893,052

Η συνολική θερμική παραγωγή για τον μήνα όπου έγινε η προσομοίωση χωρίς τον ΑΗΣ του Βασιλικού έχει μειωθεί 179,57 MWh οπότε δεν παρουσιάστηκε καθόλου αποκοπή από ΑΠΕ σε σχέση με 179,57 MWh που αποκόπηκαν όταν ο ΑΗΣ βασιλικού είναι εντός.

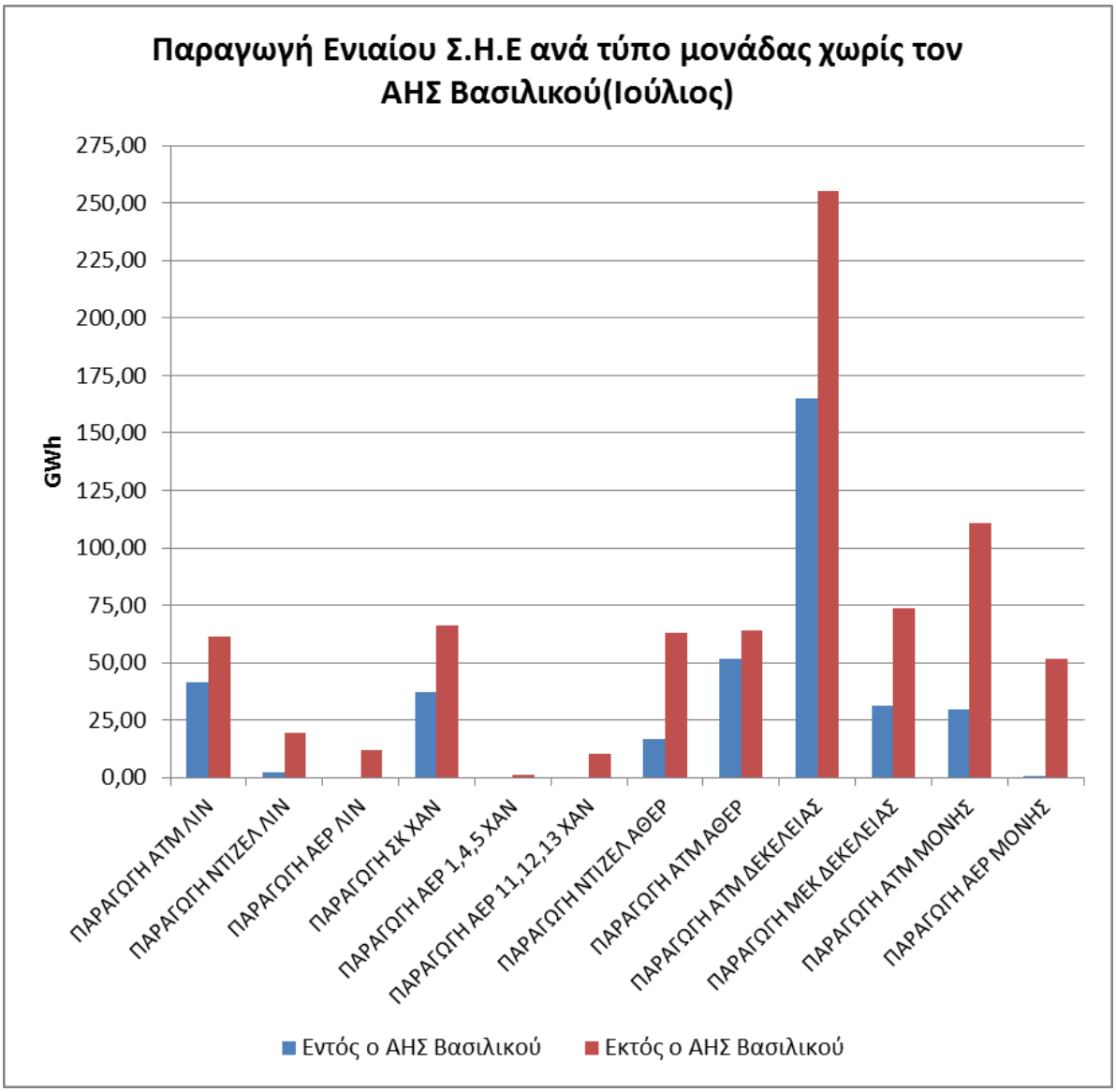
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η θερμική και η συνολική παραγωγή του Ενιαίου Σ.Η.Ε με και χωρίς τον ΑΗΣ του Βασιλικού για τον μήνα Ιούλιο.



Γράφημα 10.1-1: Παραγωγή Ενιαίου Σ.Η.Ε χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού των μήνα Ιούλιο

Από το πιο πάνω γράφημα παρατηρείται ότι η θερμική παραγωγή της Κύπρου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε έχει μειωθεί αισθητά για τον λόγο ότι δεν είναι διαθέσιμες οι 3 ατμομονάδες και ο συνδυασμένος κύκλος του Βασιλικού, ενώ έχει αυξηθεί η θερμική παραγωγή της Κρήτης. Η θερμική παραγωγή της Κύπρου έχει μειωθεί κατά 23%, ενώ η θερμική παραγωγή της Κρήτης αυξήθηκε κατά περίπου 50%.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η θερμική παραγωγή ανά τύπο μονάδας του Ενιαίου Σ.Η.Ε με και χωρίς τον ΑΗΣ του Βασιλικού για τον μήνα Ιούλιο.



Γράφημα 10.1-2: Παραγωγή Ενιαίου Σ.Η.Ε ανά τύπο μονάδας χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού(Ιούλιος)

Στο πιο πάνω γράφημα διαπιστώνεται ότι χωρίς τον ΑΗΣ του Βασιλικού παρουσιάζεται αύξηση της παραγωγής όλων των θερμικών μονάδων του Ενιαίου Σ.Η.Ε. Μονάδες οι οποίες παρουσίασαν ελάχιστη ή καθόλου παραγωγή όπως οι μονάδες ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου, τώρα βλέπουμε ότι αυξήθηκε αισθητά η παραγωγή τους.

Επίσης τερματίστηκε η ισχύς όλων των μονάδων τον μήνα αυτό, εκτός από τους παλιούς αεριοστρόβιλους Χανίων. Είναι εμφανές ότι με την απουσία του ΑΗΣ Βασιλικού επιβαρύνονται όλες οι θερμικές μονάδες του συστήματος.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τη κατανάλωση καυσίμου σε καύσιμο μαζούτ και Diesel, και το κόστος καυσίμου τον μήνα Ιούλιο με και χωρίς τον ΑΗΣ του Βασιλικού.

Πιν. 10.1-2: Κατανάλωση και Κόστος Καυσίμου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ(ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	ΚΑΥΣΙΜΟ ΜΑΖΟΥΤ(Τ)	ΚΑΥΣΙΜΟ DIESEL(Τ)
ΙΟΥΛΙΟΣ ΜΕ ΤΟΝ ΑΗΣ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ	78.010,595	149.305,71	39.202,077
ΙΟΥΛΙΟΣ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΗΣ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ	93.463,370	172.756,470	45.365,670

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης χωρίς τον ΑΗΣ του Βασιλικού παρουσιάζεται εξαιρετικά αυξημένη κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και diesel. Η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και diesel έχει αυξηθεί σε σχέση με πριν σε ποσοστό 15.7%.
Το συνολικό θερμικό κόστος του συστήματος από 78 εκατομμύρια € αυξήθηκε σε 93,4 εκατομμύρια €.Αύξηση του κόστους της τάξεως του 20%, δηλαδή 15,4 εκατομμύρια € .

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το κόστος σε €/MWh της θερμικής παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε. Κύπρου-Κρήτης για τον μήνα Ιούλιο με και χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού.

Πιν. 10.1-3: Θερμικό Κόστος €/MWh στο Ενιαίο Σ.Η.Ε με και χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh με τον ΑΗΣ Βασιλικού	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού
ΙΟΥΛΙΟΣ	98,80	118,39

Παρατηρείται ότι το κόστος €/MWh για τον μήνα Ιούλιο όπου έγινε η προσομοίωση αυξήθηκε σημαντικά σε σχέση με πριν. Από 98,80 €/MWh αυξήθηκε σε 118,39 €/MWh. Αύξηση της τάξεως του 20%.

Ο παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το κόστος €/MWh συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αποζημίωσης των παραγωγών από ΑΠΕ για τον μήνα Ιούλιο με και χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού.

Πιν. 10.1-4: Συνολικό Κόστος €/MWh συμπεριλαμβανόμενου και του κόστους αποζημίωσης από ΑΠΕ

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh με τον ΑΗΣ Βασιλικού	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού
ΙΟΥΛΙΟΣ	101,65	118,90

Παρατηρείται ότι το κόστος €/MWh συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αποζημίωσης των παραγωγών από ΑΠΕ για τον μήνα Ιούλιο όπου έγινε η προσομοίωση αυξήθηκε σημαντικά σε σχέση με πριν. Από 101,65 €/MWh αυξήθηκε σε 118,90 €/MWh. Αύξηση της τάξεως του 17%.

Από την εξαγωγή των πιο πάνω αποτελεσμάτων διαπιστώνεται ο ΑΗΣ Βασιλικού είναι ο σημαντικότερος σταθμός του Ενιαίου Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης και με την απουσία του σταθμού το κόστος του συστήματος αυξάνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό. Η θερμική παραγωγή της Κύπρου για τον μήνα Ιούλιο μειώθηκε αισθητά με την απουσία του σταθμού, ενώ αυξήθηκε στο διπλάσιο η αντίστοιχη της Κρήτης. Τόσο οι μονάδες βάσεις όσο και οι μονάδες ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου όπου είναι και οι ακριβότερες του συστήματος αύξησαν την παραγωγή τους για να ικανοποιηθεί η ζήτηση. Από αυτό συνεπάγεται και η μεγάλη αύξηση του κόστους του συστήματος με την απουσία του ΑΗΣ Βασιλικού.
Ένα σημαντικό πλεονέκτημα, όχι από πλευράς οικονομικής λειτουργίας είναι ότι με την απουσία του ΑΗΣ Βασιλικού δεν καταρρέει το σύστημα χωρίς να επηρεάζονται οι καταναλωτές στην Κύπρο. Επιβαρύνεται ωστόσο το σύστημα και οι καταναλωτές στη Κρήτη.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η ροή ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των διασυνδεόμενων Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης δεδομένου ότι ο ΑΗΣ Βασιλικού δεν είναι διαθέσιμος για τον μήνα Ιούλιο.

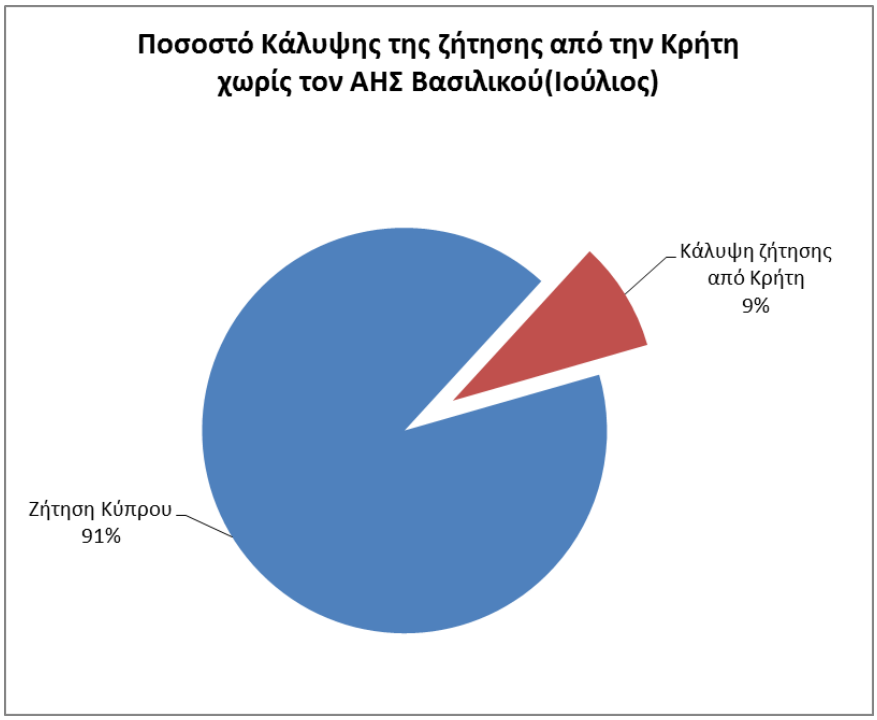
Πιν: Ροή Ενέργειας μεταξύ των διασυνδεόμενων Σ.Η.Ε με τον ΑΗΣ Βασιλικού εκτός

ΜΗΝΑΣ	Εισροή Ενέργειας προς Κρήτη(MWh)	Εισροή Ενέργειας προς Κύπρο(MWh)	Συνολική Ροή Ενέργειας (MWh)
Ιούλιος χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού	2.153,477	53.679,44	55832,92
Ιούλιος με τον ΑΗΣ Βασιλικού	96.923,01	0,00	96,923,01

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι η εισροή ενέργειας στην Κρήτη έχει μειωθεί εξαιρετικά χωρίς τον ΑΗΣ του Βασιλικού στο Ενιαίο Σ.Η.Ε σε σχέση με πριν. Μειώθηκε κατά 97,8%. Ενώ παρατηρείται αυξημένη εισροή ενέργειας προς την Κύπρο σε σχέση με μηδενική όπου ήταν εντός ο ΑΗΣ Βασιλικού. Γενικά η συνολική ροή ενέργειας για τον μήνα Ιούλιο έχει μειωθεί κατά περίπου 43%.

Το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κρήτης από την εισροή ενέργειας της Κύπρου ανέρχεται στο 0,65%. Ποσοστό πάρα πολύ χαμηλό σε σχέση με 29% όταν ο ΑΗΣ του Βασιλικού είναι διαθέσιμος. Το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κύπρου από την εισροή ενέργειας από την Κρήτη αντίστοιχα, ανέρχεται περίπου στο 10%, ενώ όταν ο ΑΗΣ του Βασιλικού είναι εντός δεν παρουσιάζεται καθόλου εισροή ενέργειας από την Κρήτη προς την Κύπρου

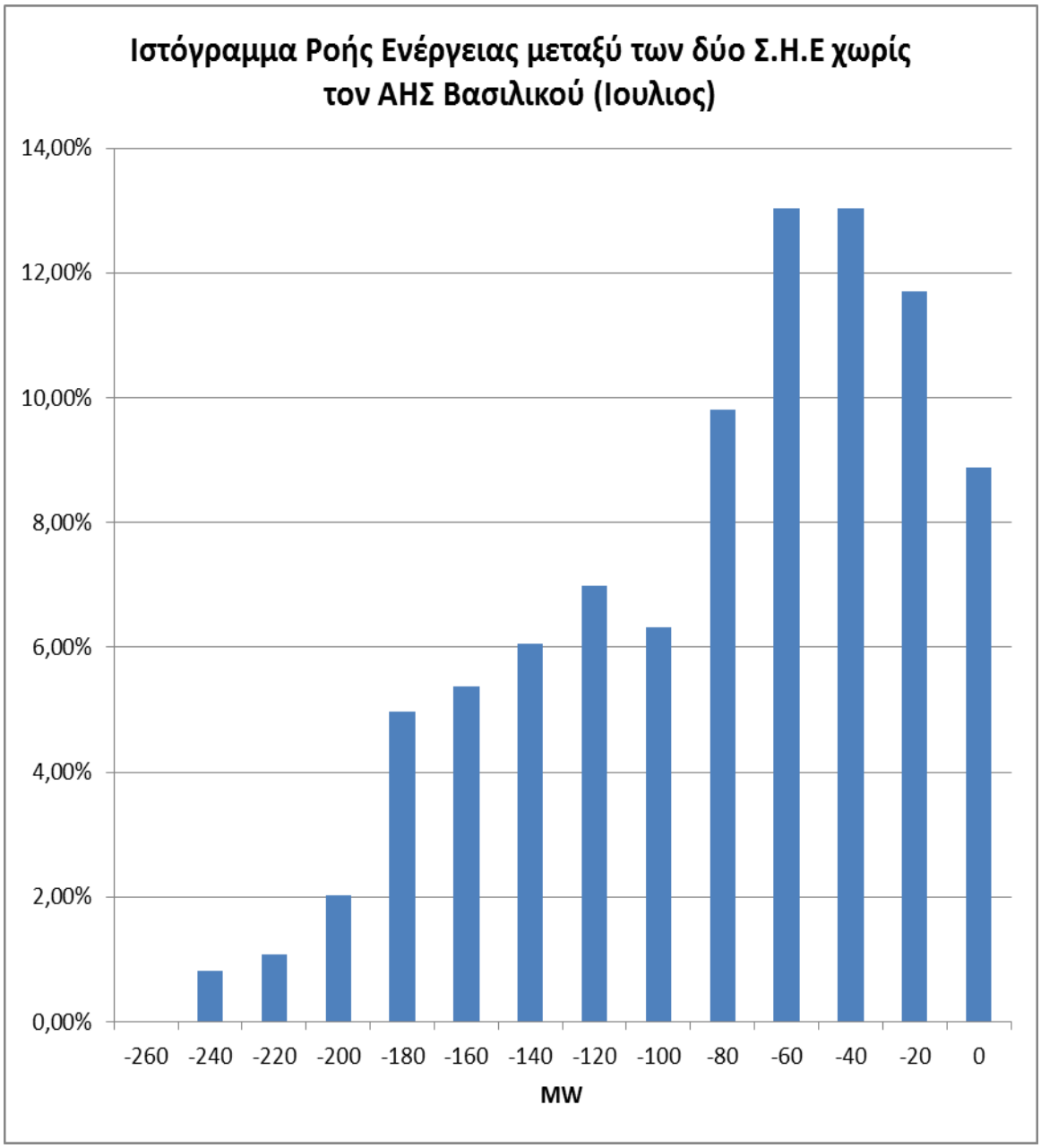
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κύπρου από την Κρήτη χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού για τον μήνα Ιούλιο.



Γράφημα 10.1-3: Ποσοστό Κάλυψης ζήτησης της Κύπρου από την Κρήτη χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού τον μήνα Ιούλιο

Γενική με τη διασύνδεση των δύο νησιών μπορεί να κρατηθεί ασφαλές το σύστημα αν χαθεί κάποιος από του μεγαλύτερους ΑΗΣ του συστήματος ή κάποια από της σημαντικότερες μονάδες. Παρόλο το τεράστιο οικονομικό κόστος που επιφέρει τέτοιου είδους επιπλοκή όπως αναλύθηκε στο σενάριο αυτό, μπορεί να κρατηθεί ασφαλές η λειτουργία του Ενιαίο Σ.Η.Ε. χωρίς να παρουσιαστεί πρόβλημα εξυπηρέτησης των καταναλωτών των δύο νησιών.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται το ιστόγραμμα ροής ενέργειας μεταξύ των δύο Σ.Η.Ε χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού τον μήνα Ιούλιο. Οι αρνητικές τιμές αναφέρονται στο ποσοστό εισροής ενέργειας από την Κρήτη προς την Κύπρο.



Γράφημα 10.1-4: Ιστόγραμμα ροής ενέργειας μεταξύ των δύο Σ.Η.Ε χωρίς τον ΑΗΣ Βασιλικού τον μήνα Ιούλιο

10.2 Σενάριο Β : Ενιαία τιμή Καυσίμου

Στο σενάριο αυτό υποθέσαμε ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel στη Κύπρο και στην Κρήτη αντίστοιχα. Η τιμή καυσίμου μαζούτ θεωρήθηκε 341 € / Τ και diesel 482 € / Τ για τις αντίστοιχες θερμικές μονάδες στο Ενιαίο Σ.Η.Ε. Οι τιμές αυτές αντιπροσωπεύουν τις τιμές καυσίμου στο Σ.Η.Ε της Κύπρου, με βάση την ΑΗΚ. Η προσομοίωση με την ενιαία τιμή καυσίμου πραγματοποιήθηκε ενδεικτικά για τον μήνα Ιούλιο.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η θερμική και συνολική παραγωγή του Ενιαίου Σ.Η.Ε με την ενιαία τιμή καυσίμου σε σύγκριση με την παραγωγή του Ενιαίου Σ.Η.Ε με τις τιμές καυσίμων που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 9.

Πιν. 10.2-1: Συνολική Παραγωγή στο Ενιαίο Σ.Η.Ε με ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel σε σχέση με τις παλιές τιμές

ΜΗΝΑΣ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΥΠΡΟΥ ΣΤΟ ΕΝΙΑΙΟ (GWh)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΗΤΗΣ ΣΤΟ ΕΝΙΑΙΟ (GWh)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΙΑΙΟΥ (GWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΥΠΡΟΥ (GWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΗΤΗΣ (GWh)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΙΑΙΟΥ(GWh)
Ιούλιος με ενιαία τιμή καυσίμου	586,93	202,66	789,58	603,72	289,33	893,05
Ιούλιος	640,33	149,25	789,58	657,12	235,93	893,05

Με την ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel παρατηρείται ότι μειώθηκε η θερμική παραγωγή της Κύπρου και αυξήθηκε της Κρήτης. Επειδή η τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel στην Κρήτη μειώθηκε σε μεγάλο βαθμό, στην ένταξη μονάδων επιλέγονται και μονάδες της Κρήτης.
Η πραγματική παραγωγή των ΑΠΕ και η Αποκοπή δεν επηρεάστηκαν από την Ενιαία τιμή καυσίμου στο σύστημα καθώς αυτή συμβαίνει σε περιόδους που δουλεύουν μόνο οι μονάδες βάσης του συστήματος.
Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η μέγιστη θερμική παραγωγή ανά τύπο μονάδας με ενιαία τιμή καυσίμου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε τον μήνα Ιούλιο.

Πίνακας 10.2-2 : Μέγιστη Θερμική παραγωγή (MW) ανά τύπο μονάδας με ενιαία τιμή καυσίμου τον μήνα Ιούλιο στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

ΜΗΝΑΣ	Ατμοί Δεκέλειας	ΜΕΚ Δεκέλειας	Ατμοί Βασιλικού	Ατμοί Μονής	ΑΕΡ Μονής	Σ.Κ Βασιλικού
Ιούλιος με ενιαία τιμή καυσίμων	269,30	102,96	382,20	42,76	12,24	225,40
Ιούλιος με διαφορετικές τιμές καυσίμων	339,11	102,96	382,20	46,05	38,70	225,40

Πίνακας 10.2-3 :Μέγιστη Θερμική παραγωγή ανά τύπο μονάδας με ενιαία τιμή καυσίμου τον μήνα Ιούλιο στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

ΜΗΝΑΣ	Ατμοί Λινοπερ.	ΜΕΚ Λινοπερ.	ΑΕΡ Λινοπερ.	Σ.Κ Χανίων	ΑΕΡ 11,12,13 Χανίων	ΜΕΚ Αθεριν.	Ατμοί Αθεριν.
Ιούλιος με ενιαία τιμή καυσίμων	83,58	34,34	12,00	120,54	3,50	99,00	86,37
Ιούλιος με διαφορετικές τιμές καυσίμων	71,92	34,34	0,00	50,00	0,00	99,00	86,37

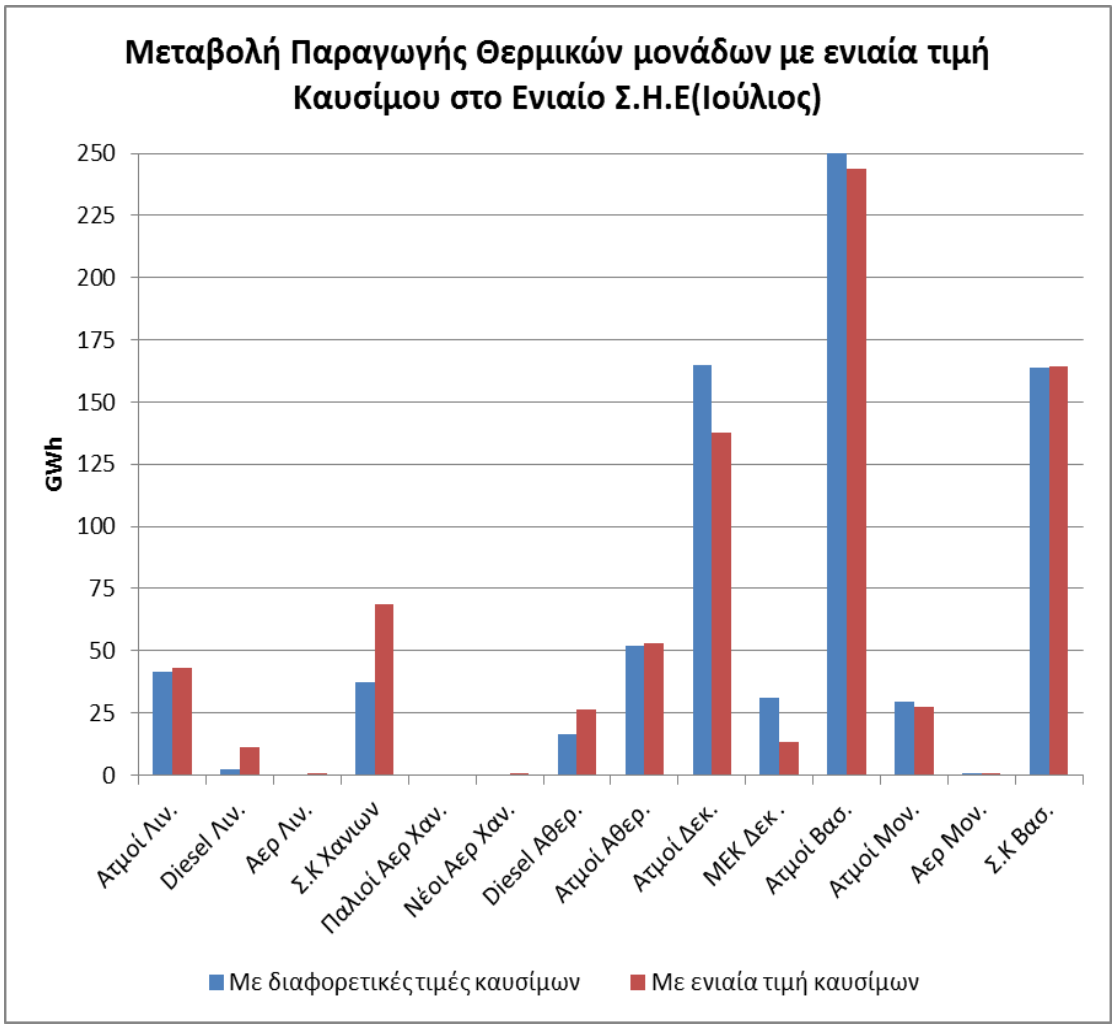
Παρατηρείται ότι στις ατμομονάδες του ΑΗΣ Λινοπεραμάτων αυξάνεται η μέγιστη ισχύ τους 16%, στον συνδιασμένο κύκλο του ΑΗΣ Χανίων αυξάνεται η μέγιστη ισχύ του στο 140%. Επίσης παρατηρείται και μικρή εμφάνιση στους αεροστρόβιλους της Κρήτης. Αντίθετα στην Κύπρο οι ατμομονάδες του ΑΗΣ Δεκέλειας μείωσαν την μέγιστη ισχύ τους κατά 20% και οι αεριοστρόβιλοι του ΑΗΣ Μονής κατά περίπου 68%.
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ώρες λειτουργίας των μονάδων ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου με ενιαία τιμή καυσίμου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης τον μήνα Ιούλιο.

Πίνακας 10.2-4: Ώρες λειτουργίας των Μονάδων Ενδιάμεσου και Υψηλού φορτίου με ενιαία τιμή καυσίμου τον μήνα Ιούλιο στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΚ Λιν.	ΑΕΡ Λιν.	ΑΕΡ Παλιοί Χαν.	ΑΕΡ Νέοι Χαν.	Diesel Αθερ.	ΜΕΚ Δεκέλειας	ΑΕΡ Μονής
Ιούλιος με ενιαία τιμή καυσίμων	334	50	0	24	299	158	5
Ιούλιος με διαφορετικές τιμές καυσίμων	82	0	0	0	197	334	50

Παρατηρείται ότι με ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel τον μήνα Ιούλιο όπου έγινε η προσομοίωση του σεναρίου αυτού, οι μονάδες Ενδιάμεσου φορτίου της Κρήτης γίνονται πιο ελκυστικές ως προς την ένταξη τους για παραγωγή. Οι μηχανές εσωτερικής καύσης του ΑΗΣ Λινοπεραμάτων τέθηκαν σε λειτουργία 250 ώρες περισσότερο με την ενιαία τιμή καυσίμων. Ποσοστό αύξησης 307%. Οι αντίστοιχες μηχανές του ΑΗΣ Αθερινόλακκου τέθηκαν σε λειτουργία 102 ώρες περισσότερο σε σχέση με τη λειτουργία τους όταν οι τιμές καυσίμων είναι διαφορετικές στα δύο νησιά. Ποσοστό αύξησης 52%. Οι μονάδες υψηλού φορτίου της Κρήτης, συγκεκριμένα οι αεριοστρόβιλοι Λινοπεραμάτων και οι νέοι αεριοστρόβιλοι Χανίων, με τη χρήση ενιαίας τιμής καυσίμων παρατηρείται ότι τέθηκαν σε λειτουργία ελάχιστες, ενώ όταν η τιμή καυσίμων καυσίμων ήταν διαφορετική στα δύο νησιά δεν τέθηκαν σχεδόν καθόλου σε λειτουργία.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η μεταβολή της θερμικής παραγωγής ανά τύπο μονάδας στο Ενιαίο Σ.Η.Ε με ενιαία τιμή καυσίμου.



Γράφημα 10.2-1: Παραγωγή ανά τύπο Μονάδας στο Ενιαίο Σ.Η.Ε με ενιαία τιμή καυσίμου(Ιούλιος)

Από το πιο πάνω γράφημα παρατηρείται ότι με ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel παρουσιάζεται μείωση στην παραγωγή των μονάδων βάσης και των μονάδων ενδιάμεσου φορτίου της Κύπρου, ενώ αυξάνεται η παραγωγή των μονάδων στην Κρήτη, ειδικά στο συνδιασμένο κύκλο Χανίων και στις μονάδες ενδιάμεσου φορτίου. Στο συνδιασμένο κύκλο Χανίων αυξήθηκε η παραγωγή του για τον μήνα Ιούλιο περίπου 85% , στις μηχανές εσωτερικής καύσης Λινοπεραμάτων αυξήθηκε 350% και στις αντίστοιχες μονάδες του Αθερινόλακκου αυξήθηκε 58%.

Πιν. 10.2-5: Κόστος και κατανάλωση καυσίμου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε με ενιαία τιμή καυσίμου

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ(ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	ΚΑΥΣΙΜΟ ΜΑΖΟΥΤ(Τ)	ΚΑΥΣΙΜΟ DIESEL(Τ)
Ιούλιος με ενιαία τιμή καυσίμου	69499,65	141389,59	44040,23
Ιούλιος με διαφορετική τιμή καυσίμου ανα νησί	78010,60	149305,71	39202,08

Είναι προφανές ότι με την ενιαία τιμή καυσίμου , όπου είναι και φθηνότερη σε σχέση με την τιμή που χρησιμοποιήθηκε στις προσομοιώσεις του κεφαλαίου 9 το κόστος κατανάλωσης καυσίμου για τον

μήνα Ιούλιο είναι πολύ φθηνότερο σε σχέση με το προηγούμενο. Παρουσιάζεται μείωση του κόστους περίπου 11%.Επίσης παρατηρείται μείωση της κατανάλωσης καυσίμου μαζούτ και αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου diesel.Αυτό οφείλεται κυρίως στην αυξημένη παραγωγή του συνδιασμένου κύκλου των Χανίων και στην μείωση της παραγωγής των ατμομονάδων της Κύπρου.
Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει το κόστος σε €/MWh της θερμικής παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε. Κύπρου-Κρήτης με την ενιαία τιμή καυσίμου για τον μήνα Ιούλιο.

Πιν. 10.2-6 Κόστος €/MWh Θερμικής Παραγωγής στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης με ενιαία τιμή καυσίμου(Ιούλιος)

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh
Ιούλιος με ενιαία τιμή καυσίμου	88,00
Ιούλιος με διαφορετική τιμή καυσίμου ανα νησί	98,80

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει το Κόστος €/MWh συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αποζημίωσης των παραγωγών από ΑΠΕ για τον μήνα Ιούλιο.

Πίνακας 10.2-7:Μηνιαίο Κόστος €/MWh συμπεριλαμβανόμενου και του κόστους αποζημίωσης από ΑΠΕ

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ €/MWh
Ιούλιος με ενιαία τιμή καυσίμου	92,11
Ιούλιος με διαφορετική τιμή καυσίμου ανα νησί	101,65

Στη συνέχεια έγινε προσομοίωση με τις καινούριες τιμές καυσίμων που αναφέρονται στην αρχή του κεφαλαίου στο αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων που αφορούν την κατανάλωση και το κόστος καυσίμου στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης. Επίσης γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων του Ενιαίου Σ.Η.Ε με το από-κοινού σύστημα της Κύπρου με της Κρήτης όσο αφορά το κόστος και την κατανάλωση καυσίμου με την ενιαία τιμή καυσίμου.
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα Σ.Η.Ε της Κύπρου που αφορούν την κατανάλωση και το κόστος καυσίμου με τις καινούριες τιμές καυσίμων.

Πίνακας 10.2-8: Κόστος και κατανάλωση καυσίμου στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου με τις νέες τιμές καυσίμου

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ(ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	ΚΑΥΣΙΜΟ ΜΑΖΟΥΤ(Τ)	ΚΑΥΣΙΜΟ DIESEL(Τ)
Ιούλιος	46100,00	99589,20	25171,45

Το κόστος κατανάλωσης καυσίμου από 49,327 εκατομμύρια € που παρουσιάστηκε στις προσομοιώσεις του υποκεφαλαίου 9.1.3 μειώθηκε κατά 3,227 εκατομμύρια €. Η τιμή €/MWh της θερμικής παραγωγής μειώθηκε από 90,80 €/MWh σε 84,86 €/MWh και η τιμή €/MWh της συνολικής παραγωγής συμπεριλαμβανομένου και της αποζημίωσης των παραγωγών ΑΠΕ μειώθηκε από 92,64 €/MWh σε 86,87 €/MWh.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα Σ.Η.Ε της Κρήτης που αφορούν την κατανάλωση και το κόστος καυσίμου.

Πίνακας 10.2-9: : Κόστος και κατανάλωση καυσίμου στο Αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κρήτης με τις νέες τιμές καυσίμου

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ(ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	ΚΑΥΣΙΜΟ ΜΑΖΟΥΤ(Τ)	ΚΑΥΣΙΜΟ DIESEL(Τ)
Ιούλιος	23567,625	38040,139	21709,736

Το κόστος κατανάλωσης καυσίμου από 30,168 εκατομμύρια € που παρουσιάστηκε στις προσομοιώσεις του υποκεφαλαίου 9.2.3 για τον μήνα Ιούλιο μειώθηκε κατά 6,6 εκατομμύρια €. Η τιμή €/MWh της θερμικής παραγωγής μειώθηκε από 122,59 €/MWh σε 95,76 €/MWh και η τιμή €/MWh της συνολικής παραγωγής συμπεριλαμβανομένου και της αποζημίωσης των παραγωγών ΑΠΕ μειώθηκε από 121,29 €/MWh σε 101,45 €/MWh.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του από-κοινού Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης σε σχέση με το Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης για τον μήνα Ιούλιο.

Πίνακας 10.2-10: Κόστος και κατανάλωση καυσίμου στο από-κοινού Σ.Η.Ε και στο Ενιαίο Σ.Η.Ε με τις νέες τιμές καυσίμου

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ(ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	ΚΑΥΣΙΜΟ ΜΑΖΟΥΤ(Τ)	ΚΑΥΣΙΜΟ DIESEL(Τ)
Ιούλιος (από-κοινού Σ.Η.Ε)	69667,625	137629,3	46881,19
Ιούλιος (Ενιαίο Σ.Η.Ε)	69499,65	141389,59	44040,23

Με την ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel στις αντίστοιχες θερμικές μονάδες επιτυγχάνεται μείωση του κόστους κατανάλωσης καυσίμου στη διασύνδεση των δύο νησιών της τάξης των 168 χιλιάδων € για τον μήνα Ιούλιο. Επίσης η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ αυξάνεται στο Ενιαίο Σ.Η.Ε ενώ μειώνεται η κατανάλωση καυσίμου diesel.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η ροή ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των διασυνδεόμενων Σ.Η.Ε Κύπρου και Κρήτης με ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel .

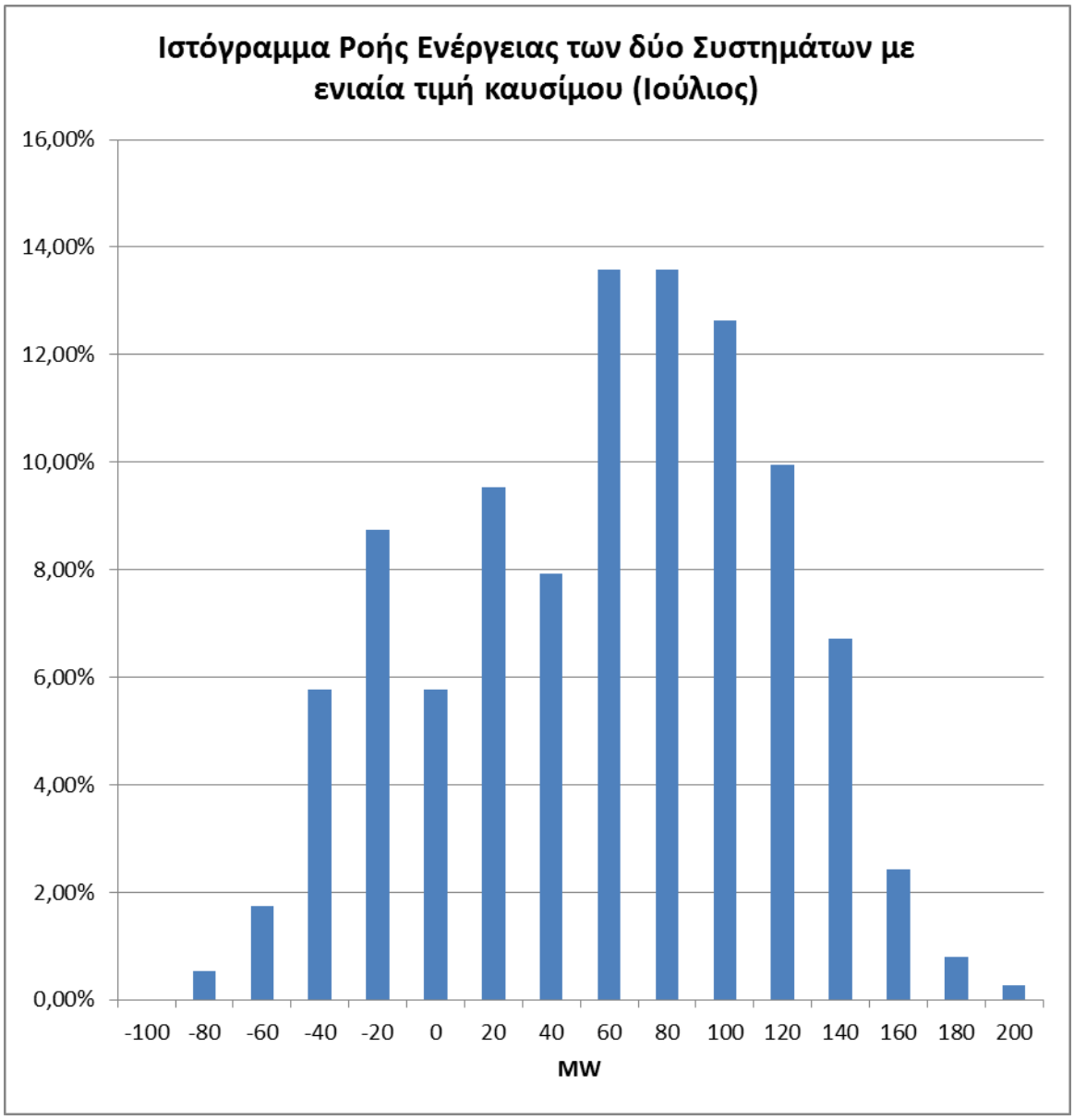
Πιν. 10.2-11: Ροή Ενέργειας μεταξύ των διασυνδεόμενων Σ.Η.Ε με τον ΑΗΣ Βασιλικού εκτός

ΜΗΝΑΣ	Εισροή Ενέργειας προς Κρήτη(MWh)	Εισροή Ενέργειας προς Κύπρο(MWh)	Συνολική Ροή Ενέργειας (MWh)
Ιούλιος με ενιαία τιμή καυσίμου	47689,8	4169,58	51859,34
Ιούλιος με διαφορετικές τιμές καυσίμου	96923,01	0,00	96923,01

Παρατηρείται ότι η συνολική ροή ενέργειας ανάμεσα στα δύο νησιά με ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel έχει μειωθεί 45063,67 MWh ποσοστό 46% σε σύγκριση με τις ροή ενέργειας όταν οι τιμές καυσίμων μαζούτ και diesel είναι διαφορετικές στα δύο νησιά. Επίσης μειώθηκε στο 51% η εισροή ενέργειας προς την Κρήτη και εμφανίστηκε εισροή ενέργειας προς την Κύπρο 4169,58 MWh.

Το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κύπρου από την εισροή ενέργειας από την Κρήτη είναι 0,74% ενώ το αντίστοιχο ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κρήτης από την εισροή ενέργειας από την Κύπρο είναι 14,3% σε σχέση με 29% όταν οι τιμές καυσίμων μαζούτ και diesel είναι διαφορετικές σε κάθε νησί.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται το ιστόγραμμα ροής ενέργειας μεταξύ των δύο Σ.Η.Ε με ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel τον μήνα Ιούλιο. Οι αρνητικές τιμές αναφέρονται στο ποσοστό εισροής ενέργειας από την Κρήτη προς την Κύπρο.



Γράφημα 10.2-2: Ιστόγραμμα Ροής ενέργειας μεταξύ των δύο συστημάτων με ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel τον μήνα Ιούλιο

- Το συμπέρασμα που προκύπτει από την προσομοίωση αυτού του σεναρίου, είναι ότι με φθηνότερη ενιαία τιμή καυσίμων μαζούτ και diesel στο Ενιαίο Σ.Η.Ε, οι θερμικές μονάδες της Κρήτης και κυρίως οι μονάδες ενδιάμεσου φορτίου, γίνονται πιο ελκυστικές προς ένταξη από τον κώδικα προσομοίωσης. Επίσης με την ενιαία τιμή καυσίμου το κόστος κατανάλωσης καυσίμου είναι φθηνότερο. Η εισροή ενέργειας από την Κύπρο προς την Κρήτη σε μια τέτοια περίπτωση μειώνεται εξαιρετικά. Γενικά η ενιαία τιμή καυσίμου επηρεάζει τη ροή ισχύος αλλά και τα ποσοστά κάλυψης της ζήτησης.

10.3 Σενάριο Γ : Αύξηση θεωρούμενου τεχνικού ελάχιστου του Σ.Κ των Χανίων κατά 10 MW.

Στο σενάριο αυτό απαιτούμε την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του συνδυασμένου κύκλου του ΑΗΣ Χανίων από 50 MW σε 60 MW (5 MW ανά μονάδα) λόγω του ότι 212 ώρες τον μήνα Ιούλιο οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης ήταν κάτω από το 98% της ονομαστικής τους, σύμφωνα με τα αποτελέσματα τις προσομοίωσης [36]. Γενικά το σενάριο αυτό εξετάζεται σε περίπτωση που υπάρχει κάποιος περιορισμός στο ενιαίο δίκτυο της διασύνδεσης.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η θερμική παραγωγή ανά τύπο μονάδας στο Ενιαίο Σ.Η.Ε με αύξηση στο τεχνικό ελάχιστο του Σ.Κ Χανίων 10 MW.

Πίνακας 10.3-1: Θερμική παραγωγή ανά τύπο μονάδας στο Ενιαίο Σ.Η.Ε με αύξηση στο τεχνικό ελάχιστο του Σ.Κ Χανίων 10 MW(GWh)

ΜΗΝΑΣ	Ατμοί Λιν.	Diesel Λιν.	Αερ Λιν.	Σ.Κ Χανίων	Παλιοί Αερ Χαν.	Νέοι Αερ Χαν.	Diesel Αθερ.	Ατμοί Αθερ.
Ιούλιος με τεχ. Ελάχιστο Σ.Κ Χαν. 60 MW	11,82	1,88	0	12,72	0	0	8,66	18,25
Ιούλιος με τεχ. Ελάχιστο Σ.Κ Χαν. 50 MW	11,85	1,88	0	10,6	0	0	8,66	18,25

ΜΗΝΑΣ	Ατμοί Δεκ.	ΜΕΚ Δεκ .	Ατμοί Βασ.	Ατμοί Μον.	Αερ Μον.	Σ.Κ Βασ.
Ώρες Ιουλίου με τεχ. Ελάχιστο Σ.Κ Χαν. 60 MW	52,29	16,71	81,00	8,83	0,39	47,78
Ώρες Ιουλίου με τεχ. Ελάχιστο Σ.Κ Χαν. 50 MW	54,25	16,71	81,02	8,93	0,41	47,78

Με την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του συνδιασμένου κύκλου του ΑΗΣ Χανίων η παραγωγή του τις ώρες αυτές του μήνα Ιουλίου, με βάση τα αποτελέσματα της προσομοίωσης ήταν 12.720 GWh. Αύξηση 20% σε σχέση με 10.600 GWh όταν το τεχνικό του ελάχιστο είναι 50 MW τις αντίστοιχες ώρες του μήνα. Η παραγωγή των ατμομονάδων του ΑΗΣ Δεκέλειας μειώθηκε 1.954 GWh, ποσοστό 3.7% σε σχέση με την παραγωγή τους όταν το τεχνικό ελάχιστο του Σ.Κ των Χανίων είναι 50 MW. Επίσης στους αεριοστρόβιλους του ΑΗΣ Μονής, στους ατμούς του ΑΗΣ Βασιλικού και στους ατμούς του ΑΗΣ Λινοπεραμάτων μειώθηκε ελάχιστα η παραγωγή με την εφαρμογή αυτού του σεναρίου. Στις υπόλοιπες θερμικές μονάδες του Ενιαίου συστήματος η παραγωγή τους ήταν η ιδία.
Οι ώρες λειτουργίας των θερμικών μονάδων του συστήματος παρουσιάζονται ίδιες και στις δύο περιπτώσεις.
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και diesel και το κόστος κατανάλωσης καυσίμου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε τον μήνα Ιούλιο με αύξηση 10 MW στο τεχνικό ελάχιστο του Σ.Κ Χανίων.

Πίνακας 10.3-2: Κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και diesel και κόστος κατανάλωσης καυσίμου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε τον μήνα Ιούλιο με αύξηση 10 MW στο τεχνικό ελάχιστο του Σ.Κ Χανίων

ΜΗΝΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ(ΧΙΛΙΑΔΕΣ €)	ΚΑΥΣΙΜΟ ΜΑΖΟΥΤ(Τ)	ΚΑΥΣΙΜΟ DIESEL(Τ)
Ιούλιος με τεχ. Ελάχιστο Σ.Κ Χαν. 60 MW	25129,353	49295,421	11814,27
Ιούλιος με τεχ. Ελάχιστο Σ.Κ Χαν. 50 MW	25104,382	49829,351	11503,463

Παρατηρείται ότι με την αύξηση 10 MW στο τεχνικό ελάχιστο του συνδιασμένου κύκλου Χανίων αυξάνεται το θερμικό κόστος κατανάλωσης καυσίμου σε 25.129 εκατομμύρια €, δηλαδή αύξηση περίπου 25000 €. Η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ μειώθηκε 534 Τn ενώ η κατανάλωση καυσίμου

diesel αυξήθηκε 311 tn. Αυτό οφείλεται στο ότι η ελάχιστη ένταξη του συνδιασμένου κύκλου γίνεται στα 60 MW.Αυτό αυξάνει την κατανάλωση καυσίμου diesel του συνδιασμένου κύκλου , άρα και το θερμικό κόστος του συστήματος
Το κόστος σε €/MWh της θερμικής παραγωγής του Ενιαίου Σ.Η.Ε. Κύπρου-Κρήτης με τον πιο πάνω περιορισμό ανέρχεται στα 96,51 €/MWh σε σχέση με 96,41 €/MWh όταν το τεχνικό ελάχιστο του Σ.Κ Χανίων είναι 50MW.

Η συνολική ροή ενέργειας τις 212 ώρες του Ιουλίου, μεταξύ των ενοποιημένων συστημάτων με την αύξηση 10 MW στο τεχνικό ελάχιστο του συνδιασμένου κύκλου Χανίων είναι 32,7 GWh. Η ροή αυτή παρουσιάζεται εξολοκλήρου από την Κύπρο προς την Κρήτη και επίσης παρουσιάζεται μειωμένη 2,1 GWh σε σχέση με τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων όταν το τεχνικό ελάχιστο του συνδιασμένου κύκλου Χανίων είναι 50 MW όπου η συνολική ροή ενέργειας είναι 34,8 GWh. Το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κρήτης από την Κύπρο τις 212 ώρες του Ιουλίου όπου έγινε η προσομοίωση αυτή ανέρχεται στο 29,2% σε σύγκριση με 31,7% όταν το τεχνικό ελάχιστο του συνδιασμένου κύκλου είναι 50 MW.

Το βασικό συμπέρασμα που διαπιστώνεται είναι ότι, τις 212 ώρες του μήνα Ιουλίου όπου αυξήθηκε το τεχνικό ελάχιστο του Σ.Κ των Χανίων 10MW, μειώνεται η θερμική παραγωγή των ατμομονάδων του ΑΗΣ της Δεκέλειας. Επίσης οι μονάδες αυτές επηρεάζονται στη συντριπτική πλειονότητα των ωρών λειτουργίας τους για το διάστημα αυτό της προσομοίωσης. Ακόμα η συνολική ροή ενέργειας μεταξύ των ενοποιημένων συστημάτων με την αύξηση 10 MW στο τεχνικό ελάχιστο του συνδυασμένου κύκλου Χανίων μειώνεται ελαφρά.

11. Συμπεράσματα

Με αφορμή το έργο EuroAsia interconnector που έχει ως σκοπό την ενεργειακή διασύνδεση των Σ.Η.Ε του Ισραήλ, της Κύπρου και της Κρήτης πραγματοποιείται η παρούσα εργασία. Το έργο έχει ξεκινήσει την πορεία της εφαρμογής του. Το μήκος του καλωδίου που θα χρησιμοποιηθεί για τη διασύνδεση θα εκτείνεται στα 540 ναυτικά μίλια (1.000 χλμ.),θα φθάνει σε βάθος 2000 μέτρων κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, και θα έχει ικανότητα μεταφοράς 2000MW. Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στο κομμάτι της διασύνδεσης μεταξύ της Κύπρου με την Κρήτη και κύριος στόχος αυτής, η μελέτη των επιπτώσεων στην οικονομική λειτουργία των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας της Κύπρου με της Κρήτη, λόγω της διασύνδεσης τους.
Η διασύνδεση δημιουργεί ένα μεγάλο Ενιαίο Σ.Η.Ε με συνολική ετήσια ζήτηση 7,9 TWh για το 2010 και αιχμή ζήτησης 1662,90 MW. Το σύστημα αυτό αποτελείται από 6 θερμοηλεκτρικούς σταθμούς όπου λειτουργούν με υδρογονάνθρακες, με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 2245 MW. Σχεδόν το ήμισυ της παραγωγής προέρχεται από τις ατμομονάδες, ενώ επιπλέον 360MW προέρχονται από τις μονάδες Συνδυασμένου Κύκλου. Οι μονάδες βάσης αποτελούν το σημαντικότερο μέρος της εγκατεστημένης ισχύος του ενοποιημένου συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Μια επιπλέον σημαντική πρόκληση είναι οι ΑΠΕ των δύο νησιών. Στο ενοποιημένο σύστημα ενέργειας θα είναι συνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά συστήματα με εγκατεστημένη ισχύς 90 MW και Α/Π με εγκατεστημένη ισχύς 330MW. Η παραγωγή φωτοβολταϊκών και αιολικών καλύπτει το 1,02% και 8,45% αντίστοιχα της συνολικής παραγωγής συστήματος για το έτος 2010.
Στην παρούσα εργασία προσομοιώθηκαν, το αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου, το αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κρήτης και το Ενιαίο σύστημα που δημιουργείται από τη διασύνδεση τους. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων αυτών παρουσιάστηκαν στα κεφάλαιο 9.
Οι απαιτούμενες προσομοιώσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του πακέτου MATLAB με στόχο τη βέλτιστη ένταξη των θερμικών μονάδων (unit commitment) αλλά και την κάλυψη του φορτίου του ενιαίου συστήματος, με το χαμηλότερο δυνατό κόστος (economic dispatch). Για την εκτίμηση των αναγκών στρεφόμενης εφεδρείας συνεκτιμήθηκαν τα ποσοστά σφάλματος εργαλείων πρόβλεψης ΑΠΕ και φορτίου καθώς και το ενδεχόμενο διακοπής λειτουργίας της μεγαλύτερης λειτουργούσας μονάδας του συστήματος.
Τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης και του Ενιαίου Σ.Η.Ε παρουσιάζονται πιο κάτω.

11.1 Επίπτωση στην παραγόμενη ενέργεια των ενοποιημένων συστημάτων

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που αφορούν την παραγόμενη ενέργεια των δύο ενοποιημένων συστημάτων για το διάστημα όπου πραγματοποιήθηκαν οι προσομοιώσεις.

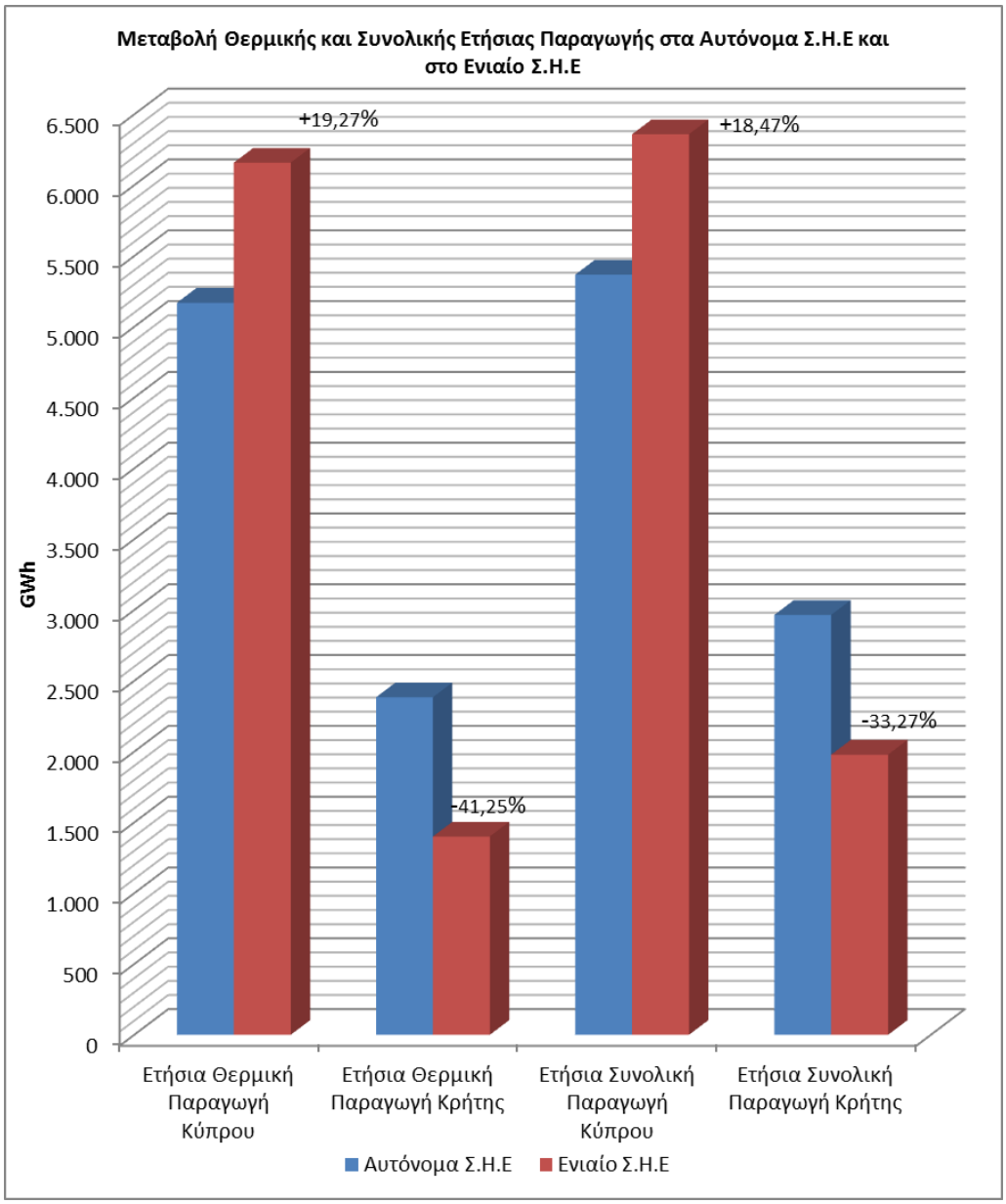
Τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν είναι:

- Η ετήσια θερμική παραγωγή της Κύπρου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε αυξάνεται σε σχέση με τη θερμική της παραγωγής ως αυτόνομο συστήματα. Η Κρήτη αντίθετα, στο Ενιαίο Σ.Η.Ε παρουσιάζει μειωμένη θερμική παραγωγή σε σχέση ως προς τη λειτουργία της ως αυτόνομο Σ.Η.Ε. Η συνολική ετήσια θερμική παραγωγή του Ενιαίου Σ.Η.Ε παρουσιάζει αύξηση 5,64 GWh σε σχέση με την από-κοινού ετήσια θερμική παραγωγή των διασυνδεόμενων συστημάτων. Η αύξηση αυτή της θερμικής παραγωγής στο Ενιαίο Σ.Η.Ε οφείλεται στις απώλειες καλωδίου.
- Με τη διασύνδεση όλες οι θερμικές μονάδες της Κρήτης παρουσιάζουν μειωμένη παραγωγή ενώ οι αντίστοιχες μονάδες της Κύπρου παρουσιάζουν αυξημένη παραγωγή. Επίσης με τη διασύνδεση παρουσιάζεται αύξηση της παραγωγής των ατμομονάδων του συστήματος κατά 10%, ενώ παρουσιάζεται μείωση της παραγωγής των μηχανών εσωτερικής καύσης κατά 46%. Γενικά, λόγω της υψηλότερης τιμής καυσίμων στην Κρήτη συγκριτικά με την Κύπρο και ότι οι θερμικές μονάδες της Κύπρου είναι εν γένει αποδοτικότερες, γίνονται πιο ελκυστικές για παραγωγή. Αυτό

έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κόστους του συστήματος σε σύγκριση με την απομονωμένη λειτουργία..

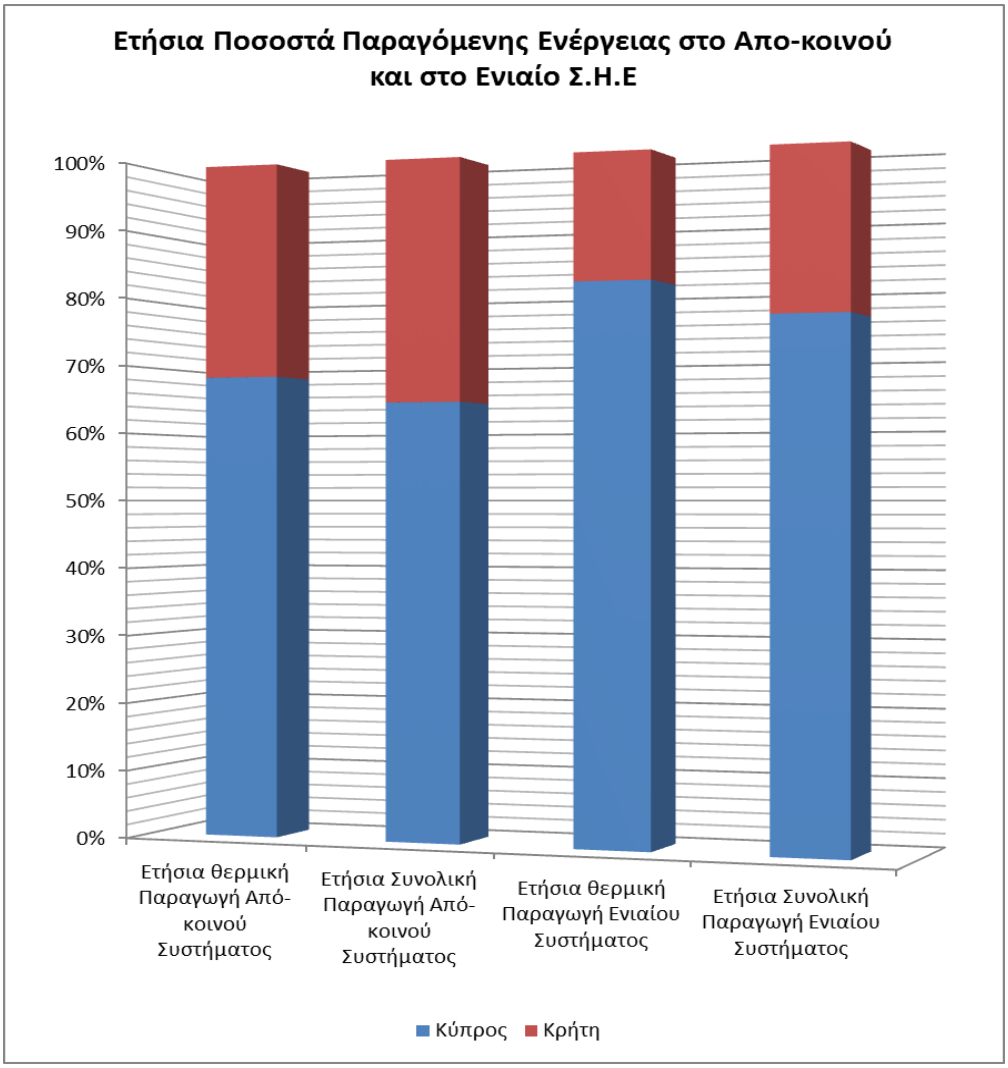
- Οι ώρες λειτουργίας των μονάδων ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου της Κρήτης, παρουσιάζουν έντονη μείωση στο Ενιαίο σύστημα. Επίσης η παραγωγή των μονάδων αυτών μειώνεται σημαντικά με τη διασύνδεση. Οι μονάδες ενδιάμεσου φορτίου της Κύπρου αυξάνουν τις ώρες λειτουργίας τους, δηλαδή εντάσσονται συχνότερα σε σχέση με το αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου, καθώς αυξάνεται και η παραγωγή τους.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η μεταβολή της θερμικής και συνολικής παραγωγής στα αυτόνομα Σ.Η.Ε και στο Ενιαίο Σ.Η.Ε για το έτος 2010.



Γράφημα 11.1-1: Μεταβολή της θερμικής και συνολικής παραγωγής στα αυτόνομα Σ.Η.Ε και στο Ενιαίο Σ.Η.Ε για το έτος 2010

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζονται τα ετήσια ποσοστά παραγόμενης ενέργειας στο Από-κοινού σύστημα και στο Ενιαίο Σ.Η.Ε που δημιουργείται για το έτος 2010.



Γράφημα 11.1-2: Ετήσια ποσοστά παραγόμενης ενέργειας στο από-κοινού και στο Ενιαίο Σ.Η.Ε

Με βάση τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο υποκεφάλαιο (9.4.5) για τις **ετήσιες εκπομπές ρύπων** στο Ενιαίο Σ.Η.Ε παρουσιάζονται τα εξής συμπεράσματα:

- Στο αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κύπρου οι ετήσιες εκπομπές ρύπων CO_2 για το έτος 2010 είναι περίπου 3,606 εκατομμύρια Τn. Με τη διασύνδεση και τη δημιουργία ενός Ενιαίου συστήματος, οι ετήσιες εκπομπές ρύπων CO_2 της Κύπρου είναι 4,411 εκατομμύρια Τn. Συνεπώς παρατηρείται αύξηση των εκπομπών ρύπων CO_2 περίπου 22%,οπότε η ΑΗΚ με τη διασύνδεση των δύο συστημάτων θα πρέπει να αγοράσει δικαιώματα εκπομπής CO_2 από την ΔΕΗ.
- Στην αντίθετη περίπτωση η ΔΕΗ θα πρέπει να αγοράσει λιγότερα δικαιώματα εκπομπής ρύπων CO_2. Ο λόγος είναι γιατί με τη διασύνδεση, η Κρήτη εκπέμπει λιγότερους ρύπους CO_2. Στο αυτόνομο Σ.Η.Ε της Κρήτης οι ετήσιες εκπομπές ρύπων CO_2 για το έτος 2010 είναι περίπου 1,785 εκατομμύρια Τn. Με τη διασύνδεση, οι ετήσιες εκπομπές ρύπων CO_2 της Κρήτης είναι 1,003 εκατομμύρια Τn. Παρουσιάζεται δηλαδή μείωση εκπομπής ρύπων περίπου 43%.

11.2 Επίπτωση στην Αποκοπή και Διείσδυση ΑΠΕ

Τα συμπεράσματα που αφορούν την **αποκοπή ΑΠΕ** στο Ενιαίο Σ.Η.Ε που προέκυψαν από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων είναι:

- Η συνολική ετήσια αποκοπή ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε είναι 12,1GWh και έχει αυξηθεί ελαφρά με ποσοστό περίπου 6,2% σε σχέση με την αποκοπή του από-κοινού συστήματος της Κύπρου και της Κρήτης όπως παρουσιάστηκε στο υποκεφάλαιο 9.4.2. Επίσης τους μήνες του καλοκαιριού και γενικά τους μήνες υψηλού φορτίου η μέση αποκοπή ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε μειώνεται σε σχέση με αυτή των δύο αυτόνομων συστημάτων. Το ετήσιο ποσοστό αποκοπής από τη συνολική παραγωγή ΑΠΕ είναι περίπου 1,51%.
- Από τα αποτελέσματα για το Ενιαίο σύστημα, παρατηρήθηκε ότι έχει μειωθεί η αποκοπή της παραγωγής των αιολικών της Κύπρου περίπου 53% ενώ έχει αυξηθεί η αποκοπή της παραγωγής των αιολικών της Κρήτης στο 176% για το Ενιαίο Σ.Η.Ε.
- Η αποκοπή ΑΠΕ στο Ενιαίο σύστημα παρουσιάζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό τις πρωινές ώρες. Από αυτό συμπεραίνεται ότι δεν γίνεται καλή αξιοποίηση της αιολικής παραγωγής από το σύστημα. Επίσης η μη ευέλικτη συμπεριφορά των θερμικών μονάδων βάσης επηρεάζει εξίσου την αποκοπή των ΑΠΕ.
- Λόγω του ότι η αποκοπή ΑΠΕ παρουσιάζεται τους χειμερινούς και τους μήνες της Άνοιξης, και κυρίως τις πρωινές ώρες που το φορτίο είναι χαμηλό καλό θα ήταν η επένδυση σε ΑΠΕ να γίνεται σε περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό, κυρίως το καλοκαίρι και τις ώρες αιχμής.

Οι κύριοι λόγοι που παρουσιάζεται αυξημένη η αποκοπή της παραγωγής των αιολικών της Κρήτης αλλά και ελαφρά αυξημένη, η συνολική παραγωγή ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε είναι:

1) Δεν έχουμε λάβει υπόψη τη γεωγραφική διασπορά στις προσομοιώσεις μας, όπου μειώνει την αβεβαιότητα.
2) Δεν γνωρίζουμε ακριβώς τη συμπεριφορά του μοντέλου πρόβλεψης φορτίου και ΑΠΕ με τα δύο μεγάλα συστήματα διασυνδεδεμένα.
3) Στη διαθεσιμότητα των μονάδων για το Ενιαίο Σ.Η.Ε τέθηκαν εκτός 4 ατμομονάδες του ΑΗΣ Μονής. Δηλαδή για ολόκληρο το έτος είχαμε διαθέσιμη μιά ατμομονάδα περισσότερο στο Ενιαίο Σ.Η.Ε.
4) Στις προσομοιώσεις είμαστε περισσότερο συντηρητικοί για το ενδεχόμενο ξαφνικής παραγωγής και ο λόγος είναι για να κρατηθεί το σύστημα ασφαλές και να προσομοιώσουμε τη συμπεριφορά ακόμα και του πιο συντηρητικού χειριστή.

Με τη δημιουργία του Ενιαίου Σ.Η.Ε το μέσο ετήσιο ποσοστό διείσδυσης ΑΠΕ στο σύστημα όπως παρουσιάστηκε στο 9.3.2 είναι 9.35% της συνολικής παραγωγής. Ο μήνας με το μέγιστο ποσοστό πραγματικής παραγωγής παρουσιάζεται ο Φεβρουάριος, ενώ ο μήνας με το ελάχιστο ο Ιούνιος.

- Το μεγαλύτερο ποσοστό πραγματικής παραγωγής ΑΠΕ έχουν τα αιολικά της Κρήτης με μέσο ετήσιο ποσοστό περίπου 65,2% και τα αιολικά της Κύπρου με ποσοστό 23,8%. Επίσης έχει μειωθεί ελάχιστα η πραγματική παραγωγή αιολικών στην Κρήτη με τη διασύνδεση, ενώ έχει αυξηθεί η παραγωγή των αιολικών στην Κύπρο λόγω της ανακατανομής της αποκοπής ισχύος. Η πραγματική παραγωγή των Φ/Β κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα και στο Ενιαίο Σ.Η.Ε αλλά και στα αυτόνομα Σ.Η.Ε.

11.3 Επίπτωση στο Κόστος Λειτουργίας του Ενιαίου συστήματος

Σε αυτό το υποκεφάλαιο συνοψίζονται τα συμπεράσματα της προσομοίωσης που αφορούν το κόστος λειτουργίας του Ενιαίου Σ.Η.Ε και παρουσιάστηκαν στο υποκεφάλαιο 9.4.3.

Πιο κάτω αναφέρονται τα συμπεράσματα που αφορούν την **κατανάλωση καυσίμου** μαζούτ και diesel των θερμικών μονάδων του Ενιαίου συστήματος:

- Με τη διασύνδεση των δύο συστημάτων η ετήσια κατανάλωση καυσίμου μαζούτ αυξάνεται. Για ολόκληρο το έτος η κατανάλωση μαζούτ ανέρχεται στους 1,432 εκατομμύρια Τn σε σχέση με 1,385 εκατομμύρια Τn στην από-κοινού λειτουργία των δύο αυτόνομων συστημάτων. Παρουσιάζεται αύξηση περίπου 3,5% της κατανάλωσης μαζούτ. Από αυτό συμπεραίνεται ότι με τη διασύνδεση χρησιμοποιούνται περισσότερο οι μονάδες που καταναλώνουν μαζούτ. Ουσιαστικά αυτές οι μονάδες επί το πλείστο, είναι και οι μονάδες βάσης του Ενιαίου συστήματος.
- Επίσης με τη διασύνδεση παρουσιάζεται μειωμένη ετήσια κατανάλωση καυσίμου diesel. Η κατανάλωση καυσίμου diesel για το έτος 2010 στο Ενιαίο Σ.Η.Ε ανέρχεται περίπου στις 361 χιλιάδες Τn σε σχέση με 392 χιλιάδες Τn που καταναλώνονται στην από-κοινού λειτουργία των δύο συστημάτων. Παρουσιάζεται δηλαδή μείωση περίπου 8%. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι με την ενοποίηση των δύο συστημάτων μειώνεται η κατανάλωση καυσίμου diesel γιατί κυρίως οι μονάδες υψηλού φορτίου που χρησιμοποιούν καύσιμο diesel, παρουσιάζουν πάρα πολύ χαμηλές ώρες λειτουργίας.

Πιο κάτω αναφέρονται τα συμπεράσματα που αφορούν το **κόστος κατανάλωσης καυσίμου** μαζούτ και diesel των θερμικών μονάδων του Ενιαίου συστήματος:

- Λόγω του ότι η ετήσια κατανάλωση καυσίμου diesel στο Ενιαίο Σ.Η.Ε, όπου είναι ακριβότερο καύσιμο, μειώνεται, αυτό έχει και ως αποτέλεσμα την μείωση του συνολικού θερμικού κόστους. Το συνολικό κόστος κατανάλωσης καυσίμου μαζούτ και diesel για το έτος 2010 στο Ενιαίο σύστημα ανέρχεται περίπου στα 736,6 εκατομμύρια €. Ενώ το αντίστοιχο κόστος στο από-κοινού σύστημα της Κύπρου και της Κρήτης ανέρχεται περίπου στα 751,6 εκατομμύρια €. Δηλαδή με τη διασύνδεση των δύο συστημάτων επιτυγχάνεται φθηνότερο κόστος κατανάλωσης καυσίμου μαζούτ και diesel της τάξης περίπου των 15 εκατομμυρίων €.
- Το μέσο κόστος σε €/MWh της θερμικής παραγωγής του Ενιαίου συστήματος είναι 97.48 €/MWh και παρουσιάζεται κατά 2,03 €/MWh φθηνότερο από το μέσο κόστος του από-κοινού Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης που είναι 99,51 €/MWh. Το μέσο κόστος σε €/MWh της θερμικής παραγωγής του αυτόνομου Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης είναι 91.03 €/MWh και 117.89 €/MWh αντίστοιχα. Δηλαδή με τη διασύνδεση των δύο συστημάτων επωφελούνται σε πολύ μεγάλο βαθμό οι καταναλωτές της Κρήτης, περίπου 20 €/MWh. Ενώ οι καταναλωτές της Κύπρου επιβαρύνονται και θα πρέπει να πληρώνουν περισσότερο 6.45 €/MWh.

Πιο κάτω αναφέρονται τα συμπεράσματα που αφορούν το **συνολικό κόστος** του Ενιαίου συστήματος συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αποζημίωσης των παραγωγών ΑΠΕ είναι:

- Το ετήσιο συνολικό κόστος του Ενιαίου συστήματος ανέρχεται στα 837,67 εκατομμύρια € σε σχέση με το ετήσιο συνολικό κόστος του από-κοινού συστήματος που είναι 852,61 εκατομμύρια €. Δηλαδή το συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αποζημίωσης των παραγωγών ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε Κύπρου-Κρήτης είναι φθηνότερο σε σχέση με το κόστος των δύο αυτόνομων Σ.Η.Ε. Με τη διασύνδεση των δύο Σ.Η.Ε επιτυγχάνεται μείωση του συνολικού κόστους της τάξης των 14,9 εκατομμυρίων.
- Το μέσο κόστος σε €/MWh συμπεριλαμβανόμενου και του κόστους αποζημίωσης από ΑΠΕ στο Ενιαίο Σ.Η.Ε είναι 100,45 €/MWh και παρουσιάζεται κατά 1,73 €/MWh φθηνότερο από το μέσο κόστος του από-κοινού Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης. Το μέσο κόστος σε €/MWh συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αποζημίωσης των παραγωγών ΑΠΕ του αυτόνομου Σ.Η.Ε της Κύπρου και της Κρήτης είναι 93,26 €/MWh και 118.29 €/MWh αντίστοιχα. Επομένως στη Κρήτη οι καταναλωτές θα επωφελούνται κατά 17,84 €/MWh, ενώ στην Κύπρο θα επιβαρύνονται κατά 7,19 €/MWh.

Από την εξίσωση 11-1 υπολογίζεται το κεφάλαιο για την επένδυση της διασύνδεσης των δύο συστημάτων.

$$K = KTP \cdot \frac{1}{i} \cdot \left[1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right] \qquad 11\text{-}1$$

Όπου K = Το κεφάλαιο για την επένδυση.
KTP = Η καθαρή ταμειακή ροή του έτους.
i = Το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία.
n = Χρόνος ζωής

Για τον υπολογισμό του κεφαλαίου θέσαμε 30 χρόνια με επιτόκιο 6%. Το κεφάλαιο με αυτά τα δεδομένα, υπολογίζεται στα 206,47 εκατομμύρια €. Οπότε αν το κόστος υλοποίησης της διασύνδεσης τον δύο συστημάτων ξεπερνάει το κεφάλαιο αυτό, τότε δεν μπορεί να αποπληρωθεί, και η επένδυση δεν συμφέρει.

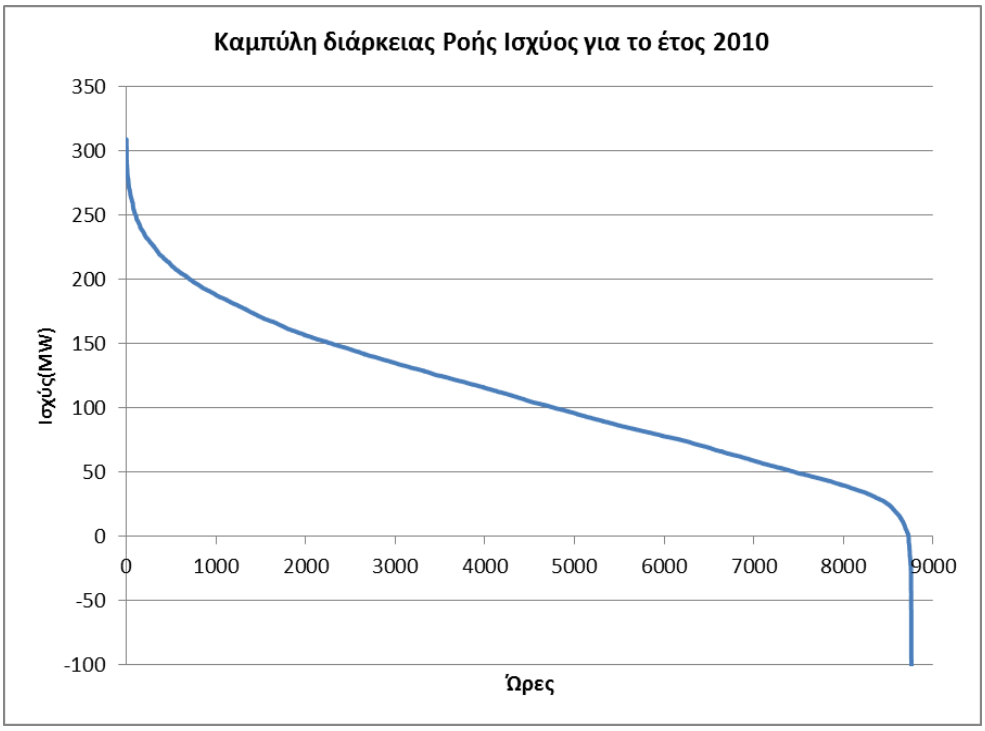
11.4 Ανταλλαγή Ισχύος μεταξύ των Ενοποιημένων Συστημάτων

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται συγκεντρωμένα τα συμπεράσματα που αφορούν την ανταλλαγή ισχύος μεταξύ των ενοποιημένων συστημάτων όπως παρουσιάστηκαν και στο υποκεφάλαιο 9.3.5.
Η ετήσια συνολική ροή ενέργειας μεταξύ των δύο συστημάτων με βάση τα αποτελέσματα της προσομοίωσης είναι 988.447 GWh και η μέγιστη είναι 118.739 GWh και παρουσιάζεται τον μήνα Ιούνιο. Η ετήσια συνολική ροή ενέργειας από την Κύπρο προς την Κρήτη είναι 987.408 GWh με μέγιστη ροή 308.77 MW και παρουσιάζεται την 13^{η} ημέρα Ιουνίου η ώρα 22:00. Αντίθετα, η ετήσια συνολική ροή από την Κρήτη προς την Κύπρο είναι πολύ πιο χαμηλή και ανέρχεται στις 1.039 GWh, με μέγιστη ροή 100.63 MW την 3^{η} ημέρα Μαΐου η ώρα 19:00.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την διασύνδεση των δύο συστημάτων και αφορούν την ανταλλαγή ισχύος μεταξύ τους είναι:

- Με τη διασύνδεση, το Σ.Η.Ε της Κύπρου συμβάλλει στην κάλυψη της ετήσιας ζήτησης της Κρήτης σε μεγάλο ποσοστό, της τάξεως του 33%. Τον μήνα Νοέμβριο η Κύπρος καλύπτει περίπου το 52% της ζήτησης της Κρήτης.
- Η Κρήτη συμβάλλει ελάχιστα στην ετήσια κάλυψη της ζήτησης της Κύπρου. Η συνολικές ετήσιες ώρες εξαγωγής ενέργειας από την Κρήτη προς την Κύπρο είναι 58.Οι μήνες με τις περισσότερες ώρες εξαγωγής ενέργειας είναι ο Ιανουάριος και ο Δεκέμβριος.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η καμπύλη διάρκειας ροής ισχύος μεταξύ των δύο συστημάτων. Οι αρνητικές τιμές αναφέρονται στη ροή ισχύος



Γράφημα 11.4-1: Καμπύλη Διάρκειας Ροής Ισχύος μεταξύ των δύο συστημάτων

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι με τη διασύνδεση των δύο Σ.Η.Ε, η Κύπρος συμβάλλει στην κάλυψη της ζήτησης της Κρήτης σε μεγάλο ποσοστό (33%).

11.5 Αναλύσεις Ευαισθησίας

Στο κεφάλαιο 10 πραγματοποιήθηκε ανάλυση 3 Σεναρίων ευαισθησίας που αφορούν: **Α)** Την επίπτωση της διασύνδεσης σε ενδεχόμενη πολύ σοβαρή καταστροφή όπως η έκρηξη στο Μαρί, **Β)** Την επίπτωση της υιοθέτησης ενιαίας τιμής καυσίμων μαζούτ και diesel στα δύο διασυνδεόμενα συστήματα και **Γ)** την επίπτωση αύξησης της ελάχιστης παραγωγής μίας μονάδας λόγω περιορισμών δικτύου.

Τα συμπεράσματα που αφορούν το **Σενάριο Α** που προσομοιώνει την έκρηξη στο Μαρί είναι:

- Ο ΑΗΣ Βασιλικού είναι ο σημαντικότερος σταθμός του Ενιαίου συστήματος. Με την απώλεια του σταθμού η θερμική παραγωγή της Κύπρου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε μειώνεται αισθητά. Ενδεικτικά για τον μήνα Ιούλιο όπου πραγματοποιήθηκε η προσομοίωση μειώνεται από 640,332 GWh σε 491,800 GWh, ποσοστό 23%. Αυτό έχει ως επακόλουθο και τη μείωση της συνολικής παραγωγής της Κύπρου στο Ενιαίο Σ.Η.Ε από 657,121 GWh σε 508,672 GWh. Ποσοστό μείωσης της συνολικής παραγωγής περίπου 22,5%.
- Με την απώλεια του σταθμού το σύστημα της Κρήτης αυξάνει τη θερμική παραγωγή του περίπου στο διπλάσιο. Από 149,254 GWh σε 297,606 GWh. Δηλαδή σε μιά τέτοια περίπτωση η Κρήτη βοηθάει και στην κάλυψη της ζήτησης της Κύπρου.
- Δεν παρουσιάστηκε καθόλου αποκοπή ΑΠΕ από το σύστημα τον μήνα αυτό, σε σχέση με 179.57 MWh που αποκόπηκαν όταν ο ΑΗΣ Βασιλικού ήταν εντός. Στο σύστημα παρουσιάζεται πλήρες διείσδυση ΑΠΕ. Οπότε και η συνολική θερμική παραγωγή του Ενιαίου συστήματος μειώθηκε κατά 179.57MWh.

- Γενικά με την απώλεια του ΑΗΣ Βασιλικού παρουσιάζεται αύξηση της παραγωγής όλων των θερμικών μονάδων του Ενιαίου συστήματος. Μονάδες οι οποίες παρουσίασαν ελάχιστη ή καθόλου παραγωγή όταν ο ΑΗΣ Βασιλικού ήταν εντός, όπως οι μονάδες ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου, τώρα αυξήθηκε αισθητά η παραγωγή τους. Ουσιαστικά επιβαρύνονται όλες οι θερμικές μονάδες του συστήματος.
- Η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και diesel αυξάνεται σε μια τέτοια περίπτωση. Το καύσιμο μαζούτ και diesel παρουσιάζουν αύξηση περίπου 15%. Αυτό έχει ως συνέπεια και την αύξηση του κόστους του συστήματος.
- Είναι προφανές ότι λόγο της αύξησης της θερμικής παραγωγής του συστήματος της Κρήτης , θα αυξηθεί και το κόστος του συστήματος. Το θερμικό κόστος ανέρχεται στα 78 εκατομμύρια €. Παρουσιάζεται αύξηση της τάξεως του 20%, δηλαδή 15,4 εκατομμύρια €. Το θερμικό κόστος σε €/MWh ανέρχεται στα 118.39 €/MWh σε σχέση με 98.80 €/MWh όταν ο ΑΗΣ Βασιλικού είναι διαθέσιμος. Επίσης το συνολικό κόστος συμπεριλαμβανομένου και του κόστους αποζημίωσης των παραγωγών από ΑΠΕ τον μήνα αυτό, ανέρχεται στα 118.90 €/MWh σε σχέση με 101,65 €/MWh.
- Η συνολική ροή ενέργειας μεταξύ των δύο συστημάτων για τον μήνα Ιούλιο, έχει μειωθεί κατά περίπου 43%. Η εισροή ενέργειας προς την Κρήτη έχει μειωθεί αισθητά, χωρίς τον ΑΗΣ του Βασιλικού στο Ενιαίο Σ.Η.Ε, σε σχέση με πριν. Παρουσιάζει μείωση της τάξεως του 97,8%.Αντίθετα παρουσιάζεται μεγάλη εισροή ενέργειας προς την Κύπρο, περίπου 53,679.44 MWh. Το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κρήτης από την Κύπρο ανέρχεται σε 0.65% σε σχέση με 29% όταν ο ΑΗΣ Βασιλικού είναι εντός. Το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κύπρου από την εισροή ενέργειας από την Κρήτη αντίστοιχα, ανέρχεται περίπου στο 10%, ενώ όταν ο ΑΗΣ Βασιλικού είναι εντός δεν παρουσιάζεται καθόλου εισροή ενέργειας από την Κρήτη προς την Κύπρου.

Γενική με τη διασύνδεση των δύο νησιών μπορεί να κρατηθεί ασφαλές το σύστημα αν χαθεί κάποιος από του μεγαλύτερους ΑΗΣ ή κάποια από της σημαντικότερες μονάδες του συστήματος. Παρόλο το τεράστιο οικονομικό κόστος που επιφέρει τέτοιου είδους επιπλοκή, μπορεί να κρατηθεί ασφαλές η λειτουργία του Ενιαίο Σ.Η.Ε. χωρίς να παρουσιαστεί πρόβλημα εξυπηρέτησης των καταναλωτών των δύο νησιών.

Τα συμπεράσματα του **Σενάριο Β** που αφορά την υιοθέτηση ενιαίας τιμής καυσίμων μαζούτ και diesel στα δύο διασυνδεόμενα συστήματα είναι:

- Μειώνεται η θερμική παραγωγή της Κύπρου και παρουσιάζεται αύξηση στην θερμική παραγωγή της Κρήτης λόγω του ότι η ενιαία τιμή καυσίμου που θεωρήθηκε για την προσομοίωση του σεναρίου αυτού είναι φθηνότερη.
- Η αποκοπή και η διείσδυση ΑΠΕ στο σύστημα δεν επηρεάζονται από την ενιαία τιμή καυσίμου.
- Γενικά οι μονάδες της Κρήτης αύξησαν την ισχύς τους σε σχέση με πριν. Ενδιαφέρον παρουσιάζεται κυρίως στο συνδυασμένο κύκλο του ΑΗΣ Χανίων όπου παρουσιάζει αύξηση στη μέγιστη ισχύς του, στο 140%.
- Οι θερμικές μονάδες της Κύπρου μειώνουν την ισχύς τους. Παράδειγμα, οι ατμομονάδες του ΑΗΣ Δεκέλειας οι οποίες παρουσιάζουν μειωμένη μέγιστη ισχύς κατά 20% και οι αεριοστρόβιλοι του νησιού κατά 68%.
- Οι μονάδες ενδιάμεσου και υψηλού φορτίου της Κρήτης γίνονται πιο ελκυστικές ως προς την ένταξη τους για παραγωγή και ο λόγος είναι η φθηνότερη τιμή καυσίμου.
- Η συνολική ροή ενέργειας ανάμεσα στα δύο νησιά, με ενιαία τιμή καυσίμου μαζούτ και diesel έχει μειωθεί 45063,67 MWh, ποσοστό 46% σε σύγκριση με τη ροή ενέργειας όταν οι τιμές καυσίμων μαζούτ και diesel είναι διαφορετικές στα δύο νησιά. Επίσης μειώθηκε στο 51% η εισροή ενέργειας προς την Κρήτη και εμφανίστηκε εισροή ενέργειας προς την Κύπρο 4169,58 MWh. Το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κύπρου από την εισροή ενέργειας από την Κρήτη είναι 0,74% ενώ το αντίστοιχο ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κρήτης από την

εισροή ενέργειας από την Κύπρο είναι 14,3% σε σχέση με 29% όταν οι τιμές καυσίμων μαζούτ και diesel είναι διαφορετικές σε κάθε νησί.

Γενικά το συμπέρασμα που προκύπτει από την προσομοίωση αυτού του σεναρίου, είναι ότι με φθηνότερη ενιαία τιμή καυσίμων μαζούτ και diesel στο Ενιαίο Σ.Η.Ε, οι θερμικές μονάδες της Κρήτης και κυρίως οι μονάδες ενδιάμεσου φορτίου, γίνονται πιο ελκυστικές προς ένταξη από τον κώδικα προσομοίωσης. Επίσης με την ενιαία τιμή καυσίμου το κόστος κατανάλωσης καυσίμου είναι φθηνότερο. Η εισροή ενέργειας από την Κύπρο προς την Κρήτη σε μια τέτοια περίπτωση μειώνεται εξαιρετικά. Γενικά η ενιαία τιμή καυσίμου επηρεάζει τη ροή ισχύος αλλά και τα ποσοστά κάλυψης της ζήτησης.

Τα συμπεράσματα του **Σενάριο Γ** που αφορά την αύξηση της ελάχιστης παραγωγής του Συνδιασμένου κύκλου του ΑΗΣ Χανίων κατά 10 MW, για τις 212 ώρες τον μήνα Ιούλιο, λόγω περιορισμών του δικτύου είναι:

- Με την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του συνδυασμένου κύκλου του ΑΗΣ Χανίων μειώθηκαν οι 212 ώρες όπου οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης ήταν κάτω από το 98% της ονομαστικής τους σε μόλις 68 ώρες με γενικά υψηλότερες τάσεις.
- Αυξάνεται η παραγωγή του Συνδιασμένου Κύκλου των Χανίων κατά 20%. Με την αύξηση του τεχνικού του ελαχίστου επηρεάζονται κυρίως οι ατμομονάδες του ΑΗΣ Δεκέλειας. Η παραγωγή των ατμομονάδων Δεκέλειας μειώθηκε περίπου 4%. Οι μονάδες αυτές επηρεάζονται στη συντριπτική πλειονότητα των ωρών λειτουργίας τους για το διάστημα αυτό της προσομοίωσης.
- Το θερμικό κόστος κατανάλωσης καυσίμου αυξάνεται σε 25.129 εκατομμύρια €, δηλαδή αύξηση περίπου 25000 €. Η κατανάλωση καυσίμου μαζούτ και diesel επηρεάστηκαν ελάχιστα. Παρουσιάστηκε αύξηση κατανάλωσης diesel περίπου 311 Tn και μείωση κατανάλωσης μαζούτ 534 Tn.
- Η συνολική ροή ενέργειας, μεταξύ των ενοποιημένων συστημάτων με την αύξηση 10 MW στο τεχνικό ελάχιστο του συνδυασμένου κύκλου Χανίων είναι 32,7 GWh. Η ροή αυτή παρουσιάζεται εξολοκλήρου από την Κύπρο προς την Κρήτη και επίσης παρουσιάζεται μειωμένη 2,1 GWh σε σχέση με τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων όταν το τεχνικό ελάχιστο του συνδιασμένου κύκλου Χανίων είναι 50 MW όπου η συνολική ροή ενέργειας είναι 34,8 GWh.
- Το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κρήτης από την Κύπρο ανέρχεται στο 29,2% σε σύγκριση με 31,7% όταν το τεχνικό ελάχιστο του συνδιασμένου κύκλου είναι 50 MW.

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι με την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του Συνδυασμένου Κύκλου του ΑΗΣ Χανίων 10 MW περιορίζονται οι ώρες κατά τις οποίες οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης είναι κάτω από το 98% της ονομαστικής τους ισχύς. Επίσης επηρεάζεται η παραγωγή των ατμομονάδων του ΑΗΣ της Δεκέλειας. Οι μονάδες αυτές επηρεάζονται στη συντριπτική πλειονότητα των ωρών λειτουργίας του και παρουσιάζουν μειωμένη παραγωγή. Επίσης η ροή ενέργειας μεταξύ των δύο συστημάτων και το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης της Κρήτης από την Κύπρο μειώνονται.

11.6 ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από την εργασία αυτή, είναι ότι η διασύνδεση των δύο αυτόνομων συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας της Κύπρου και της Κρήτης επιφέρει κυρίως θετικά αποτελέσματα στα δύο ενοποιημένα συστήματα. Το πρώτο σημαντικό πλεονέκτημα που επιφέρει η διασύνδεση αυτή, είναι ότι τα ενοποιημένα συστήματα είναι προστατευμένα από ενδεχόμενη σημαντική διαταραχή του συστήματος. Σημαντικό πλεονέκτημα επίσης είναι ότι με τη διασύνδεση κερδίζουμε συνολικά 15 εκατομμύρια € το χρόνο από το κόστος καυσίμου. Οι σημαντικότερες θερμικές μονάδες του Ενιαίου Σ.Η.Ε είναι οι μονάδες ατμού του ΑΗΣ Δεκέλειας και Βασιλικού καθώς επίσης και ο συνδυασμένος κύκλος του ΑΗΣ Βασιλικού. Συνολικά αυτές οι μονάδες εμφανίζουν περίπου το 75% ολόκληρης της παραγωγής του συστήματος.

Επίσης διαπιστώνεται ότι η Κρήτη βρίσκεται σε πλεονεκτική θέση από την Κύπρο, γιατί το 33% της ετήσιας ζήτησης της, καλύπτεται από αυτή. Η θερμική παραγωγή της Κύπρου με τη διασύνδεση αυξάνεται. Οι καταναλωτές στη Κρήτη θα επωφελούνται κατά 17,84 €/MWh, ενώ στην Κύπρο θα επιβαρύνονται κατά 7,19 €/MWh. Η μέγιστη ροή ισχύος μεταξύ των ενοποιημένων συστημάτων δεν ξεπερνά τελικά τα 310 MW. Επίσης όσον αφορά τη διείσδυση ΑΠΕ στο Ενιαίο σύστημα θα πρέπει να εξεταστούν εκ νέου καινούρια σενάρια που αφορούν τη παραγωγή ΑΠΕ. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να πλησιάζει τις ανάγκες του συνολικού φορτίου του συστήματος.

12. Βιβλιογραφία

[1] Βιβλίο «Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας» κ. Γαβριήλ Γιαννακόπουλος, Νικόλαος Α. Βοβός.Εκδόσεις ΖΗΤΗ

[2]Τσακρίδης Απόστολος «Επίπτωση της Διείσδυσης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στο Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα Ηλεκτρικής Ενεργείας της Κρήτης» Πτυχιακή Εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης Τμήμα Ηλεκτρολογίας

[3] Πηγή ΑΗΚ: http://www.eac.com.cy

[4] A.Tsikalakis, N. Hatziargyriou, K. Papadogiannis, A.Gigantidou, J. Stefanakis, E.Thalassinakis "Financial Contribution of Wind Power on the Island System of Crete", Proc of RES for islands conference, Crete, May 2003, pp 21-31.

[5] Πηγή EuroAsia Interconnector: http://www.euroasia-interconnector.com/Index.aspx

[6] Emmanuel J. Thalassinakis, Thales M. Papazoglou «Brownout in the System of Crete in 2010»,DEMSEE 2010, 5th International Conference on Deregulated Electricity Market issues in South-Eastern Europe September 23-24, 2010 Sitia – Greece

[7] GE Power Systems «GAS TURBINES AND COMBINED CYCLE».

[8] Timothy Ginter and Oliver Crabos . GE Energy «Uprate Options for the MS6001 Heavy-Duty Gas Turbine» GER-4217B(06/2010).

[9] Frank J. Brooks GE Power Systems « GE Gas Turbines Performance Characteristics» Schenectady, NY.

[10] J. Ramachandran and M.C. Conway GE Power Systems «MS6001FA – AN ADVANCED-TECHNOLOGY 70-MW CLASS 50/60... Hz GAS TURBINE» Schenectady, NY.

[11] Timothy Ginter and Oliver Crabos . GE Energy «Uprate Options for the MS6001 Heavy-Duty Gas Turbine» GER-4217B(06/2010).

[12] Frank J. Brooks GE Power Systems « GE Gas Turbines Performance Characteristics» Schenectady, NY.

[13] Timothy Ginter and Oliver Crabos . GE Energy «Uprate Options for the MS6001 Heavy-Duty Gas Turbine» GER-4217B(06/2010).

[14]Frank J. Brooks GE Power Systems « GE Gas Turbines Performance Characteristics» Schenectady, NY.

[15] Αντώνιος Γ. Τσικαλάκης : «Μέθοδοι Οικονομικής Αποτίμησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Νησιωτικά Δίκτυα. Εφαρμογή στο Δίκτυο της Κρήτης το Έτος 2000», Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ, Αθήνα, Ιούλιος 2002,Καθ. Ν.Χατζηαργυρίου.

[16]Αψούρης Νικόλαος «Repowering Αιολικών πάρκων και επιπτώσεις από την αλλαγή διασύνδεσης» Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης,Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών.

[17] ΔΕΔΔΗΕ, Πληροφοριακό Δελτίο Παραγωγής στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, Δεκέμβριος 2012

[18] Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας και Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων του Τ.Ε.Ι Κρήτης

[19]Γαβριήλ Β. Γιαννακόπουλος, Νικόλαος Α. Βοβός, «Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας» εκδόσεος ΖΗΤΗ, 2008

[20] Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου, Ετήσια Έκθεση 2010

[21] Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς Κύπρου, http://www.dsm.org.cy

[22] Athanasios Papoulis, Probability & statistics,Englewood Cliffs, NJ.Prentice Hall,1990

[23] Antonis G. Tsikalakis , Nikos D. Hatziargyriou, Yiannis A. Katsigiannis ,Pavlos S. Georgilakis «Impact of Wind Power Forecasting Error Bias on the Economic Operation of Autonomous Power Systems» Wind Energ. (2008).

[24] Μιχελογιαννάκης Θεοχάρης, Διπλωματική Εργασια «Πρόβλεψη Παραγωγής Φωτοβολταϊκού Πλαισίου με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων» ,Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Πολυτεχνείο Κρήτης

[25] Natayanna P.Padhly, "Unit Commitment- A Bibliographical Survey", IEEE Trans. on Power Systems, Vol 19,No2 ,May 2004, pp1196-1205

[26] Αντώνιος Γ. Τσικαλάκης, Διδακτορική διατριβή «Συμβολή στον Προγραμματισμό Λειτουργίας Δικτύων Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας με Μεγάλη Διείσδυση Διεσπαρμένης και Ανανεώσιμης Παραγωγής και Συσκευών Αποθήκευσης», Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ, Αθήνα Ιούλιος 2008. Τριμελής Συμβουλευτική επιτροπή: Καθ. Ν.Χατζηαργυρίου, καθ. Κων.Βουρνάς,Καθ. Ευ. Διαλυνάς
[27] Αναστάσιου Γ. Μπακιρτζή, «Οκονομική Λειτουργία Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας»Εκδόσεις ΖΗΤΗ, 1998,
[28] Singirescu S.Rao ,Engineering Optimization ,Theory and Practice 3rd Edition, , John Willey &sons, 1996
[29] J.L de Jong, K.C.P Machielsen, « On the application of sequential quadratic programming to state constrained optimal control problems» Annual Review in Automatic Programming, Volume 13, Part 2, 1985, Pages 31-39
[30] Hadi Hamedi, «Solving the combined economic load and emission dispatch problems using new heuristic algorithm», International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Volume 46, March 2013, Pages 10-16.
[31] I.G. Damousis, A.G. Bakirtzis, P.S. Dokopoulos , "A Solution for the Network-Constrained Economic Dispatch Problem using Real-coded Genetic Algorithm",MEDPOWER
[32] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας Κύπρου : http://www.cera.org.cy
[33] Antonios G. Tsikalakis, Nikos D. Hatziargyriou, George Caralis, Arthouros Zervos, Emmanouel Zoulias, Emmanouel Stamatakis, George Tsamalis,Olga Parissis, Salvador Suarez Garcia, Daniel Henríquez Alamo "Impact of different applications of Storage Systems in island power systems", DISTRES Conference (Conference on the promotion of Distributed Renewable Energy Sources in the Mediterranean region). Cyprus 11-12 December 2009, paper no 131.
[34] Αριθμός 33(Ι) νόμος του 2003, ΝΟΜΟΣ ΠΟΥ ΠΡΟΝΟΕΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΘΑΡΥΝΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ,ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΙΔΙΚΟΥ ΤΑΜΕΙΟΥ ΕΠΙΔΟΤΗΣΗΣ Ή ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ ΑΥΤΩΝ, ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΓΙΑ ΑΛΛΑ ΣΥΝΑΦΗ ΘΕΜΑΤΑ.
[35] Νόμος 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» (Α΄ 85).)
[36] Θεοδώρου Νικόλας «Διασύνδεση ΣΗΕ Κύπρου-Κρήτης. Μελέτη στη μόνιμη κατάσταση λειτουργίας» Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης,Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών.