

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**



**Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών**

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Διασύνδεση ΣΗΕ Κύπρου-Κρήτης. Μελέτη στη μόνιμη κατάσταση λειτουργίας.**

**Θεοδώρου Νικόλας**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**Καθηγητής: Καλαϊτζάκης Κωνσταντίνος(Επιβλέπων)**

**Καθηγητής: Σταυρακάκης Γεώργιος**

**Διδάσκων ΠΔ 407/80: Τσικαλάκης Αντώνιος**

**Χανιά, Ιούλιος, 2013**

### **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ.Καλαϊτζακη Κωνσταντίνο. Επίσης, ευχαριστώ θερμά τον κ.Τσικαλάκη Αντώνιο για την πολύτιμη βοήθειά που μου πρόσφερε και το χρόνο που μου διέθεσε για την ολοκλήρωση της εργασίας

Ευχαριστώ τον κ. Εμμανουήλ Θαλασσινάκη Διευθυντή της ΔΕΗ Κρήτης, τον κ.Αντρέα Πουλλικά Βοηθό Διευθυντή Έρευνας και Ανάπτυξης της ΑΗΚ, τον κ.Χριστοφή του Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς Κύπρου και τον κ.Μεσημέρη της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου για την παροχή όλων των απαραίτητων δεδομένων που αφορούν την εργασία μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την πολύτιμη στήριξη που μου προσφέρουν καθημερινώς και το συμφοιτητή μου Αντωνίου Αντώνη για την άριστη συνεργασία που είχαμε στην αποπεράτωση της παρούσας Διπλωματικής εργασίας.

## Περίληψη

---

Το έργο **Euro-Asia Interconnector** είναι το πρώτο εγχείρημα ενεργειακής σύνδεσης μεταξύ των δύο ηπείρων Ασίας-Ευρώπης, που σκοπό θα έχει τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας, με πόντιση υποθαλάσσιου καλωδίου το οποίο θα ξεκινά από το Ισραήλ, θα φτάνει στη Κύπρο, ακολούθως στη Κρήτη και από εκεί στη Πελοπόννησο, διοχετεύοντας ηλεκτρική ενέργεια σε Ισραήλ, Κύπρο και Ελλάδα.

Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στη μελέτη των συνεπειών της Διασύνδεσης Κρήτης-Κύπρου αναφορικά με το δίκτυο μεταφοράς και πιο συγκεκριμένα την απαίτηση αναβαθμίσεων δικτύου μεταφοράς και την εκτίμηση τάσεων και απωλειών ισχύος. Το έτος που θεωρήθηκε για την προσομοίωση της παρούσας εργασίας είναι το 2010.

Με τη διασύνδεση δημιουργείται ένα μεγάλο Ενιαίο ΣΗΕ, το οποίο αποτελείται από 77 υποσταθμούς. Για τις ανάγκες της Διπλωματικής εργασίας απλοποιήσαμε το Ενιαίο ΣΗΕ των 77 υποσταθμών και προέκυψε ένα σύστημα 37 υποσταθμών το οποίο και αποτελεί την διασύνδεση των δύο ΣΗΕ. Η συνολική ετήσια ζήτηση του Ενιαίου ΣΗΕ ανέρχεται στις 7,9 TWh με αιχμή ζήτησης 1662,90 MW. Το σύστημα αυτό αποτελείται από 6 θερμοηλεκτρικούς σταθμούς με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 2245.3 MW και ΑΠΕ της τάξης των 450MW.

Για τη μελέτη των αναγκαίων αναβαθμίσεων δικτύων, της εκτιμώμενης τάσης των ζυγών και των απωλειών ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς του ενιαίου ΣΗΕ μοντελοποιήθηκε το δίκτυο των νησιών και η DC γραμμή διασύνδεσης με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης PowerWorld Simulator. Αξιοποιήθηκαν ρεαλιστικές είσοδοι για την παραγωγή των μονάδων Θερμικών και ΑΠΕ καθώς και για τη ζήτηση ανά υποσταθμό και των δύο συστημάτων.

Παρατηρήθηκε ότι, για να είναι εφικτή η διασύνδεση πρέπει να γίνουν πρόσθετα έργα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο της δυτικής Κύπρου τα οποία και προτείνονται στην εργασία.

Από τις προσομοιώσεις του Ενιαίου συστήματος μετά από αυτές τις προσθήκες παρατηρήθηκαν:

- A. Όχι σπάνια προβλήματα τάσης κατά τη θερινή περίοδο στους ζυγούς του δικτύου της δυτικής Κρήτης.
- B. Σπάνια ζητήματα τάσης στο δίκτυο της Κύπρου που με τις ήδη προγραμματιζόμενες αναβαθμίσεις θα αντιμετωπιστούν.
- C. Οι ετήσιες συνολικές απώλειες ροής ισχύος στην Κύπρο και την Κρήτη ήταν 22873,21MWh και 35215,87 MWh αντίστοιχα. Οι απώλειες ήταν σαφώς υψηλότερες τη θερινή περίοδο.

Τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την ανάλυση 2 σεναρίων ευαισθησίας για την αντιμετώπιση της πτώσης τάσης που παρουσιάζουν οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης:

- A. Αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων τουλάχιστον κατά 10MW κατά τις ώρες χαμηλής τάσης.
- B. Επίπτωση κατασκευής καινούργιας γραμμής μεταφοράς μεταξύ των ζυγών Μοίρες-Ρέθυμνο.

## Abstract

The project Euro-Asia Interconnector is the first venture energy link between two continents, Asia and Europe. Its goal is the transmission of electricity via HVDC sub-marine cable from Israel to Cyprus and via Crete to Peloponnese and the continental Europe.

This work focuses on studying the effects of Interconnection Crete and Cyprus with respect to the transmission network and more specifically the required transmission network construction, voltage profile and power losses. For the simulation, data from 2010 regarding demand, Renewable Energy Sources (RES) production and inputs for the expected production of each generator of the interconnected power system were used.

Interconnection creates a large power system, consisting of 77 substations. For the purposes of this thesis the Unified Power System was simplified to a system of 37 buses. The total demand for the Unified Power System is 7,9 TWh with peak demand 1662,90 MW. The production will be based on 6 thermal Power Stations with a total installed capacity 2245.3 MW and 450 MW RES.

To study the necessary network upgrades, the estimated bus voltage and lost power flow of transmission lines of the power system the network of islands and DC Interconnection was modeled with the aid of PowerWorld Simulator software. Realistic inputs for the production of the thermal station and Renewable Energy Source and for the demand per substation for each system were used.

The Interconnection between these two power systems cannot be feasible unless additional electricity transmission network facilities are built in Western Cyprus as presented in the thesis.

Taking into account the simulations of the unified power system after the proposed additions, the following observations were made:

- A. Quite a few hours with voltage problems during the summer season in the Transmission network of Western Crete.
- B. Rare issues regarding voltage on Cyprus, mainly in areas with already planned upgrades regardless the interconnection.
- C. The total annual active power losses in Cyprus and Crete are 22873,21 MWh and 35215,87 MWh, respectively. Losses are expected to be much higher in the summer season.

Finally, the results from the two scenarios sensitivity analysis to address the voltage drop showing in Western Crete are presented:

- A. Increase of the technical minimum of Chania power station by 10 MW.
- B. Construction of a new transmission line between Moires-Rethymnon substations.

## Περιεχόμενα

|           |                                                                                  |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.        | Συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας και σκοπός της Εργασίας .....                     | 6  |
| 1.1       | Ορισμός Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ).....                               | 6  |
| 1.2       | Δομή λειτουργίας Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας .....                           | 7  |
| 1.3       | Στοιχεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ενός ΣΗΕ .....                           | 7  |
| 1.4       | Στοιχεία διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας ενός ΣΗΕ .....              | 8  |
| 1.5       | Στοιχεία αντιστάθμισης ενός ΣΗΕ .....                                            | 9  |
| 1.6       | Κατηγοριοποίηση των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας .....                        | 9  |
| 1.6.1     | Αυτόνομα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας.....                                     | 9  |
| 1.6.2     | Διασυνδεδεμένα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας .....                              | 10 |
| 1.7       | Σκοπός της εργασίας .....                                                        | 11 |
| 1.7.1     | Δομή της εργασίας.....                                                           | 11 |
| 2.        | Διασυνδέσεις Υψηλής Τάσης Συνεχούς Ρεύματος (HVDC).....                          | 13 |
| 2.1       | Τεχνολογία Διασύνδεσης HVDC .....                                                | 14 |
| 2.1.1     | Βασικοί τύποι DC διασυνδέσεων .....                                              | 15 |
| 2.1.2     | Συνιστώσες ενός συστήματος HVDC .....                                            | 16 |
| 2.1.3     | Κόστος ενός συστήματος μεταφοράς HVDC.....                                       | 17 |
| 2.1.4     | Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της HVDC μεταφοράς σε σχέση με την HVAC μεταφορά | 20 |
| 2.2       | Euro-Asia Interconnector.....                                                    | 20 |
| 3.        | Γενική περιγραφή των Διασυνδεόμενων Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας(ΣΗΕ) .....   | 22 |
| 3.1       | Το ΣΗΕ Κύπρου .....                                                              | 22 |
| 3.1.1     | Γενική περιγραφή της Κύπρου .....                                                | 22 |
| 3.1.2     | Ιστορική αναδρομή της Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο.....                       | 23 |
| 3.1.3     | Γενικά χαρακτηριστικά Ηλεκτρικού Δικτύου της Κύπρου .....                        | 24 |
| 3.1.4     | Χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου της Κύπρου .....                                  | 25 |
| 3.1.5     | Στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας για το ΣΗΕ Κύπρου.....                   | 27 |
| 3.1.5.1   | Στοιχεία για τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του ΣΗΕ Κύπρου .....   | 27 |
| 3.1.5.2   | Στοιχεία για μονάδες Α.Π.Ε της Κύπρου .....                                      | 30 |
| 3.1.5.2.1 | Αιολικά Συστήματα ηλεκτροπαραγωγής στο ΣΗΕ της Κύπρου .....                      | 31 |
| 3.1.5.2.2 | Φωτοβολταϊκά Συστήματα στο ΣΗΕ της Κύπρου .....                                  | 32 |
| 3.1.5.2.3 | Βιομάζα/Βιοαέριο στο ΣΗΕ της Κύπρου .....                                        | 32 |
| 3.1.1     | Στοιχεία διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας για το ΣΗΕ Κύπρου .....     | 32 |
| 3.1.1.1   | Υποσταθμοί .....                                                                 | 32 |
| 3.1.1.2   | Γραμμές μεταφοράς .....                                                          | 35 |
| 3.1.1.3   | Στοιχεία αντιστάθμισης.....                                                      | 37 |
| 3.1.2     | Μονογραμμικό διάγραμμα Ηλεκτρικού Δικτύου της Κύπρου .....                       | 37 |
| 3.2       | Το ΣΗΕ Κρήτης .....                                                              | 39 |
| 3.2.1     | Γενική περιγραφή της Κρήτης.....                                                 | 39 |
| 3.2.2     | Ιστορική αναδρομή της Ηλεκτρικής ενέργειας στην Κρήτη .....                      | 40 |
| 3.2.3     | Γενικά χαρακτηριστικά Ηλεκτρικού Δικτύου Κρήτης .....                            | 41 |
| 3.2.4     | Χαρακτηριστικά ζήτηση φορτίου της Κρήτης .....                                   | 42 |
| 3.2.5     | Στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας για τη Κρήτη.....                        | 44 |
| 3.2.5.1   | Στοιχεία για τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη Κρήτη .....        | 44 |
| 3.2.5.2   | Στοιχεία για της μονάδες Α.Π.Ε της Κρήτης .....                                  | 48 |
| 3.2.5.2.1 | Αιολικά Συστήματα ηλεκτροπαραγωγής στο ΣΗΕ της Κρήτης .....                      | 48 |
| 3.2.5.2.2 | Φωτοβολταϊκά Συστήματα στο ΣΗΕ της Κρήτης .....                                  | 52 |
| 3.2.5.2.3 | Βιομάζα/Βιοαέριο στο ΣΗΕ της Κρήτης .....                                        | 52 |
| 3.2.5.2.4 | Μικρά Υδροηλεκτρικά στο ΣΗΕ της Κρήτης .....                                     | 53 |
| 3.2.6     | Στοιχεία διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας για το ΣΗΕ Κρήτης .....     | 53 |
| 3.2.6.1   | Υποσταθμοί .....                                                                 | 53 |

|           |                                                                                                               |     |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.6.2   | Γραμμές μεταφοράς .....                                                                                       | 55  |
| 3.2.6.3   | Στοιχεία αντιστάθμισης.....                                                                                   | 57  |
| 3.2.7     | Μονογραμμικό διάγραμμα του Ηλεκτρικού Δικτύου της Κρήτης .....                                                | 57  |
| 4.        | Λογισμικό προσομοίωσης .....                                                                                  | 58  |
| 4.1       | Εισαγωγή στοιχείων/κατασκευή του συστήματος (edit mode).....                                                  | 59  |
| 4.1.1     | Ζυγός.....                                                                                                    | 59  |
| 4.1.2     | Γεννήτρια .....                                                                                               | 61  |
| 4.1.3     | Γραμμή μεταφοράς εναλλασσόμενου ρεύματος (AC).....                                                            | 63  |
| 4.1.4     | Γραμμή μεταφοράς συνεχούς ρεύματος(DC).....                                                                   | 67  |
| 4.1.5     | Εισαγωγή Μετασχηματιστή .....                                                                                 | 70  |
| 4.1.6     | Εισαγωγή ζυγού φορτίου .....                                                                                  | 72  |
| 4.1.7     | Εγκάρσια αντιστάθμιση αέργου ισχύος .....                                                                     | 74  |
| 4.2       | Σύνοψη edit mode .....                                                                                        | 76  |
| 4.3       | Επίλυση του δικτύου (Run Mode).....                                                                           | 77  |
| 4.4       | Το εργαλείο Time Step Simulator .....                                                                         | 79  |
| 4.4.1     | Οδηγός χρήσης του εργαλείου time step simulator .....                                                         | 79  |
| 5.        | Προσομοίωση Συστήματος Τεσσάρων-ζυγών.....                                                                    | 90  |
| 5.1       | Σχεδιασμός του συστήματος Τεσσάρων-ζυγών .....                                                                | 90  |
| 5.1.1     | Παράδειγμα .....                                                                                              | 91  |
| 5.2       | Περιγραφή προσομοίωσης Τεσσάρων-ζυγών.....                                                                    | 93  |
| 5.3       | Παρουσίαση των αποτελεσμάτων από τη προσομοίωση των Τεσσάρων-ζυγών.....                                       | 93  |
| 6.        | Προσομοίωση Συστήματος 37-ζυγών .....                                                                         | 99  |
| 6.1       | Σχεδιασμός του συστήματος 37-ζυγών .....                                                                      | 99  |
| 6.1.1     | Απαραίτητες προσθήκες στο δίκτυο της Κύπρου.....                                                              | 102 |
| 6.1.1.1   | Αποτελέσματα προσομοιώσεων πριν και μετά από τις προσθήκες .....                                              | 102 |
| 6.2       | Περιγραφή προσομοίωσης 37-ζυγών .....                                                                         | 109 |
| 6.3       | Παρουσίαση αποτελεσμάτων από τη προσομοίωση των 37-ζυγών .....                                                | 109 |
| 6.3.1     | Παρουσίαση αποτελεσμάτων για τις τάσεις των ζυγών του δικτύου .....                                           | 109 |
| 6.3.1.1   | Αποτελέσματα για τις τάσεις των ζυγών όταν έχουμε ροή ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη.<br>110                     |     |
| 6.3.1.1.1 | Αποτελέσματα Τάσεων του ΣΗΕ Κύπρου. ....                                                                      | 110 |
| 6.3.1.1.2 | Αποτελέσματα Τάσεων του ΣΗΕ Κρήτης.....                                                                       | 118 |
| 6.3.1.2   | Αποτελέσματα για τις τάσεις των ζυγών όταν έχουμε ροή ισχύος από Κρήτη προς Κύπρο.<br>129                     |     |
| 6.3.1.2.1 | Αποτελέσματα τάσεων του ΣΗΕ της Κύπρου. ....                                                                  | 129 |
| 6.3.1.2.2 | Αποτελέσματα τάσεων του ΣΗΕ της Κρήτης.....                                                                   | 134 |
| 6.3.2     | Παρουσίαση αποτελεσμάτων για τις απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς του δικτύου. 139                  |     |
| 6.3.2.1   | Παρουσίαση αποτελεσμάτων για την ενιαία επεξεργασία των απωλειών των γραμμών μεταφοράς του κάθε δικτύου ..... | 140 |
| 6.3.2.2   | Παρουσίαση αποτελεσμάτων για το ανατολικό και δυτικό τμήμα δικτύου της Κύπρου και της Κρήτης.....             | 143 |
| 7.        | Αναλύσεις ευαισθησίας στο δίκτυο της Κρήτης.....                                                              | 148 |
| 7.1       | Σενάριο Α: Αύξηση θεωρούμενου τεχνικού ελάχιστου του Σ.Κ του ΑΗΣ Χανίων κατά 10MW ...                         | 148 |
| 7.2       | Σενάριο Β: Κατασκευή καινούργιας γραμμής μεταξύ των ζυγών Μοιρών και Ρεθύμνου .....                           | 150 |
| 8.        | Συμπεράσματα.....                                                                                             | 152 |
| 8.1       | Αναγκαίες προσθήκες γραμμών μεταφοράς στο δίκτυο της Κύπρου .....                                             | 152 |
| 8.2       | Επιπτώσεις των απωλειών ροής ισχύος των DC transmission lines της διασύνδεσης.....                            | 153 |
| 8.3       | Επιπτώσεις των τάσεων των ζυγών των δύο ΣΗΕ .....                                                             | 154 |
| 8.3.1     | Συμπεράσματα κατά τη Μεταφορά Ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη .....                                               | 154 |
| 8.3.2     | Συμπεράσματα κατά τη Μεταφορά Ισχύος από Κρήτη προς Κύπρο .....                                               | 155 |
| 8.4       | Επιπτώσεις των απωλειών ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς των δύο ΣΗΕ .....                                   | 156 |
| 8.5       | Ανάλυση ευαισθησίας στο Σύστημα Μεταφοράς του ΣΗΕ Κρήτης.....                                                 | 158 |
| 8.5.1     | Σενάριο Α: Αύξηση τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων κατά 10MW.....                                            | 158 |

|       |                                                                                                                           |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.5.2 | Σενάριο Β: Κατασκευή καινούργιας γραμμής Υψηλής Τάσης Εναλλασσόμενου Ρεύματος 150kV μεταξύ των ζυγών Μοίρες-Ρέθυμνο ..... | 158 |
| 8.6   | ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....                                                                                                    | 160 |
| 9.    | Βιβλιογραφία.....                                                                                                         | 161 |

# 1. Συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας και σκοπός της Εργασίας

## 1.1 Ορισμός Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ)

Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας ονομάζεται το σύνολο των εγκαταστάσεων (**γεννήτριες, μετασχηματιστές, γραμμές μεταφοράς**) και μέσων που χρησιμοποιούνται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα σύνολο καταναλωτών.

Η ηλεκτρική ενέργεια από τη στιγμή που παράγεται μέχρι τη στιγμή που καταναλώνεται βρίσκεται σε μια συνεχή ροή. Επίσης η ηλεκτρική ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί, η παραγωγή της πρέπει να γίνεται τη συγκεκριμένη στιγμή 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 **220KV**) και υπερύψηλης (έως **500KV**) τάσεως, οι οποίες μεταφέρουν την ενέργεια σε κεντρικά σημεία του δικτύου τους υποσταθμούς, από όπου ξεκινούν τα δίκτυα διανομής μέσης τάσεως τα οποία διανέμουν την ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές δια μέσου των υποσταθμών διανομής και των γραμμών χαμηλής τάσης **380/220V**.

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.

Συνεπώς ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί έτσι ώστε να εξασφαλίζονται και να ικανοποιούνται οι πιο κάτω απαιτήσεις:

- Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας οπουδήποτε υπάρχει ζήτηση.
- Το σύστημα πρέπει να ικανοποιεί την οποιαδήποτε μεταβολή στη ζήτηση ενεργού και άεργου ισχύος.
- Η παρεχόμενη ενέργεια πρέπει να ικανοποιεί ορισμένους όρους ποιότητας. Οι τρεις βασικοί παράγοντες που συνιστούν την ποιότητα αυτή είναι:
  - 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 σε σχέση με την έκταση τους κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- **Εθνικά Συστήματα** αν καλύπτουν το σύνολο μιας χώρας.
- **Περιφερειακά Συστήματα** αν καλύπτουν το σύνολο μιας γεωγραφικής περιοχής.
- **Ιδιωτικά Συστήματα** αν καλύπτουν τις ανάγκες ενός 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. Οποσδήποτε όμως ακόμη και το μικρότερο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα πολύπλοκο ηλεκτρικό δίκτυο. [23]

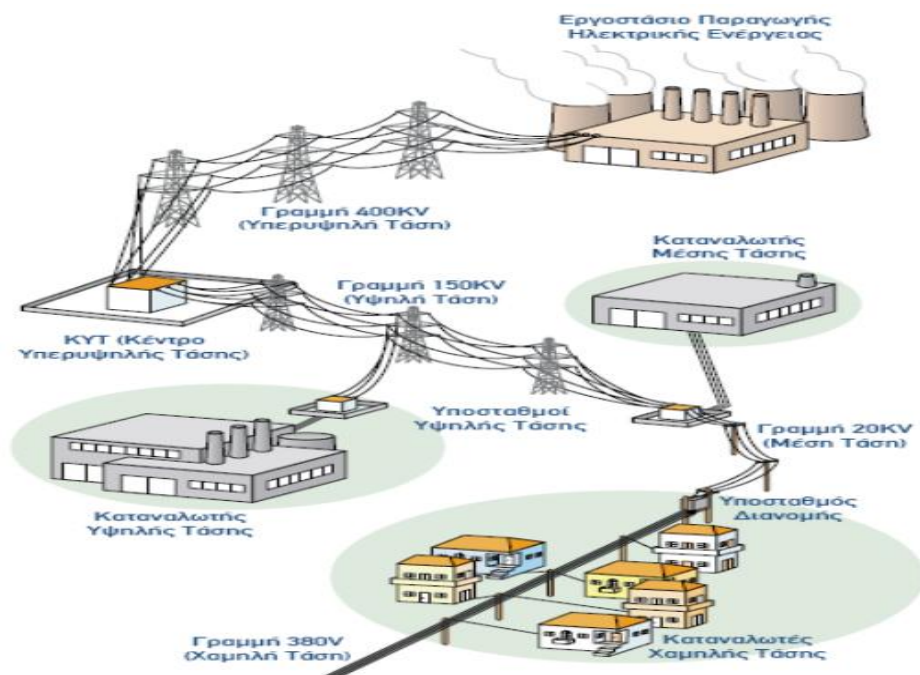
## 1.2 Δομή λειτουργίας Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας

Το ΣΗΕ αποτελείται από ένα σύνολο εγκαταστάσεων και σταθερών μέσων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα σύνολο καταναλωτών. Οι εγκαταστάσεις αυτές ταξινομούνται σε τρία επιμέρους υποσυστήματα ως εξής:

- **Σύστημα Παραγωγής:** Το οποίο περιλαμβάνει τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, συμβατικούς ή ανανεώσιμους καθώς και τους υποσταθμούς ανυψώσεως της τάσης του δικτύου.
- **Σύστημα Μεταφοράς:** Το οποίο 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 η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται από τους σταθμούς παραγωγής προς τις περιοχές καταναλώσεως.
- **Σύστημα Διανομής:** Το οποίο περιλαμβάνει το λοιπό δίκτυο τροφοδοσίας της μέσης και χαμηλής τάσης προς τους τελικούς καταναλωτές.

Ένα σύστημα παραγωγής μπορεί να λειτουργεί μεμονωμένο ή διασυνδεδεμένο με ένα ή περισσότερα άλλα γειτονικά συστήματα. Επίσης σε ένα καινούριο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας δεν υπάρχει σύστημα υπομεταφοράς.

Στην πιο κάτω Εικόνα 1-1 παρουσιάζεται η σχηματική αναπαράσταση ενός ΣΗΕ.



Εικόνα 1-1 Δομή του συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας.

## 1.3 Στοιχεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ενός ΣΗΕ

Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι το βασικότερο κομμάτι των ΣΗΕ. Αποτελούνται από πολλές μονάδες που λειτουργούν παράλληλα, και εκεί γίνεται η μετατροπή μιας πρωτογενούς μορφής ενέργειας, σε ηλεκτρική.

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.[17]

#### **1.4 Στοιχεία διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας ενός ΣΗΕ**

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:

- Υποσταθμοί ανυψώσεως οι οποίοι βρίσκονται κοντά στο σταθμό παραγωγής. Προορισμός τους είναι η ανύψωση της τάσεως παραγωγής στην Υ.Τ. μεταφοράς του δικτύου.
- Υποσταθμοί υποβιβασμού όπου σκοπός τους είναι ο υποβιβασμός της Υ.Τ. μεταφοράς των 150 ή 400 kV στη Μ.Τ. διανομής των 15 ή 20 kV.
- Υποσταθμοί ζεύξεως όπου 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. [17]

## 1.5 Στοιχεία αντιστάθμισης ενός ΣΗΕ

Στα ΣΗΕ λόγου του ότι οι γραμμές μεταφοράς έχουν μεγάλο μήκος, η ροή μεγάλων ποσών ισχύος δημιουργεί προβλήματα όπως υψηλό ρεύμα, σημαντικές απώλειες, μεγάλες πτώσεις τάσης και μείωση του ορίου ευστάθειας μεταβατικής κατάστασης του συστήματος. Φυσικά, είναι αδύνατο να περιοριστεί η ροή πραγματικής ισχύος αφού αυτή είναι η ωφέλιμη ισχύς για τη μεταφορά της οποίας υπάρχει το δίκτυο. Η άεργος ισχύς όμως, είναι ένα μέγεθος που ρέει μεταξύ των παθητικών στοιχείων του δικτύου και δεν συμβάλλει στην παραγωγή ωφέλιμου έργου. Για τους παραπάνω λόγους, επιδιώκεται όσο το δυνατόν να περιορίζεται η ροή της άεργου ισχύος στις γραμμές.

Η ζήτησή της άεργου ισχύος ικανοποιείται με διατάξεις αντιστάθμισης που εγκαθίστανται κοντά στα φορτία και παράγουν τη ζητούμενη από αυτά άεργο ισχύ τοπικά ώστε να μην απαιτείται μεταφορά άεργου ισχύος μέσω των γραμμών. Επειδή τα περισσότερα φορτία έχουν επαγωγικό χαρακτήρα, οι αντισταθμίσεις είναι συνήθως διατάξεις πυκνωτών που συνδέονται παράλληλα στο φορτίο ώστε να διορθώσουν τον επαγωγικό συντελεστή ισχύος τους.<sup>1</sup>

## 1.6 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**.

### 1.6.1 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 σημαντικότερα από αυτά τα προβλήματα μπορεί να είναι:

- Η μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση από το πετρέλαιο (ντήζελ, μαζούτ), σε σχέση με την ηπειρωτική Ελλάδα για τον λόγο 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, λόγω της υπερλειτουργίας ορισμένων συμβατικών μονάδων παραγωγής με υψηλό κόστος λειτουργίας 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).

### 1.6.2 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 επεβλήθησαν 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 ( $\geq 400\text{KV}$ ).
- 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.

## 1.7 Σκοπός της εργασίας

Ένα φιλόδοξο όνειρο κάνει την εμφάνισή του στις αρχές του 2012 με το όνομα Euro-Asia Interconnector, στόχος του οποίου είναι η δημιουργία μιας ολοκληρωμένης ενεργειακής γέφυρας μεταξύ Ισραήλ, Κύπρου και Ελλάδας δια μέσου της Κρήτης με υποθαλάσσιο καλώδιο Υψηλής Τάσης Συνεχούς Ρεύματος (HVDC), με ευρύτερο στόχο την διασύνδεση με το πανευρωπαϊκό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Ο παγκόσμιος ενεργειακός χάρτης αλλάζει, καθώς Ελλάδα, Κύπρος και Ισραήλ εντάσσονται σε αυτόν.

Σκοπός της εν λόγω Διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη των δύο ηλεκτρικών δικτύων της Κύπρου και της Κρήτης, στη μόνιμη κατάσταση λειτουργίας τους. Θα εξεταστούν τα τυχόν αναγκαία πρόσθετα έργα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στα δύο νησιά. Επίσης θα εξεταστούν ζητήματα που έχουν να κάνουν με τις απώλειες ροής ισχύος και τις τάσεις των ζυγών. Επίσης θα μελετήσουμε και τις απώλειες ροής ισχύος που παρουσιάζει η διασύνδεση.

Η αποπεράτωση της εν λόγω διπλωματικής έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης Power World Simulator, το οποίο είναι ένα πρόγραμμα προσομοίωσης συστημάτων ισχύος με σκοπό να λύνει το πρόβλημα της ροής φορτίου και προβλήματα οικονομικής κατανομής, σχεδιασμένο έτσι ώστε να είναι ιδιαίτερα αλληλεπιδραστικό και φιλικό προς το χρήστη.

Τέλος γίνεται παρουσίαση αλλά και ανάλυση των αποτελεσμάτων για τις απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς των δύο ΣΗΕ, των τάσεων των ζυγών των δύο ΣΗΕ και των απωλειών ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς της διασύνδεσης.

### 1.7.1 Δομή της εργασίας

Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια σύντομη περίληψη για τα περιεχόμενα κάθε κεφαλαίου:

Κεφάλαιο 1: Στο κεφάλαιο αυτό έγινε γενική αναφορά για τα στοιχεία των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας. Περιγράφηκε η δομή λειτουργίας τους, τα στοιχεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα στοιχεία διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας καθώς επίσης και οι δύο κατηγορίες ΣΗΕ(αυτόνομα συστήματα, διασυνδεδεμένα συστήματα ).

Κεφάλαιο 2: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά για τις διασυνδέσεις Υψηλής Τάσης Συνεχούς Ρεύματος (HVDC). Περιγράφεται η τεχνολογία διασύνδεσης HVDC(High Voltage Direct Current) και παρουσιάζονται οι βασικοί τύποι DC διασυνδέσεων, οι κύριες συνιστώσες της DC διασύνδεσης, το κόστος της καθώς επίσης και τα πλεονεκτήματα της σε σχέση με την Υψηλής Τάσης Εναλλασσόμενου Ρεύματος (HVAC) διασύνδεση. Επίσης γίνεται αναφορά για το έργο Euro-Asia Interconnector όπου είναι και η αφορμή για την υλοποίηση αυτής της εργασίας.

Κεφάλαιο 3: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται γενική περιγραφή των δύο διασυνδεδεμένων συστημάτων της Κύπρου και της Κρήτης. Παρουσιάζονται ιστορικά στοιχεία που αφορούν την ηλεκτρική ενέργεια στα δύο συστήματα. Επίσης γίνεται αναφορά στα γενικά χαρακτηριστικά των δικτύων τους για τα οποία παρουσιάζονται: τα στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας των δύο διασυνδεδεμένων συστημάτων της Κύπρου και της Κρήτης (γίνεται αναφορά στους σταθμούς παραγωγής και ειδικότερα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά στοιχεία των θερμικών μονάδων αλλά και στοιχεία για μονάδες ΑΠΕ), τα στοιχεία διανομής και μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας των δύο διασυνδεδεμένων συστημάτων (συγκεντρωτικά στοιχεία για τις γραμμές μεταφοράς αλλά και για τους υποσταθμούς των δύο συστημάτων).

Κεφάλαιο 4: Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται το λογισμικό προσομοίωσης Power World το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τις προσομοιώσεις του δικτύου. Γίνεται λεπτομερής αναφορά για την εισαγωγή στοιχείων και κατασκευή του δικτύου καθώς επίσης και για την επίλυση του. Επίσης ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη μοντελοποίηση της DC transmission line, για την οποία γίνεται λεπτομερής αναφορά για το σχεδιασμό της. Τέλος περιγράφεται το εργαλείο Time Step Simulator το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τις προσομοιώσεις του συστήματος.

Κεφάλαιο 5: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται παρουσίαση της προσομοίωσης του συστήματος των τεσσάρων-Ζυγών, το οποίο δημιουργήθηκε για να υπολογιστούν οι απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς της διασύνδεσης. Γίνεται αναφορά για το σχεδιασμό του συστήματος και περιγραφή της προσομοίωσης του. Τέλος παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα τα οποία εξήχθησαν από τα αποτελέσματα τις προσομοίωσης.

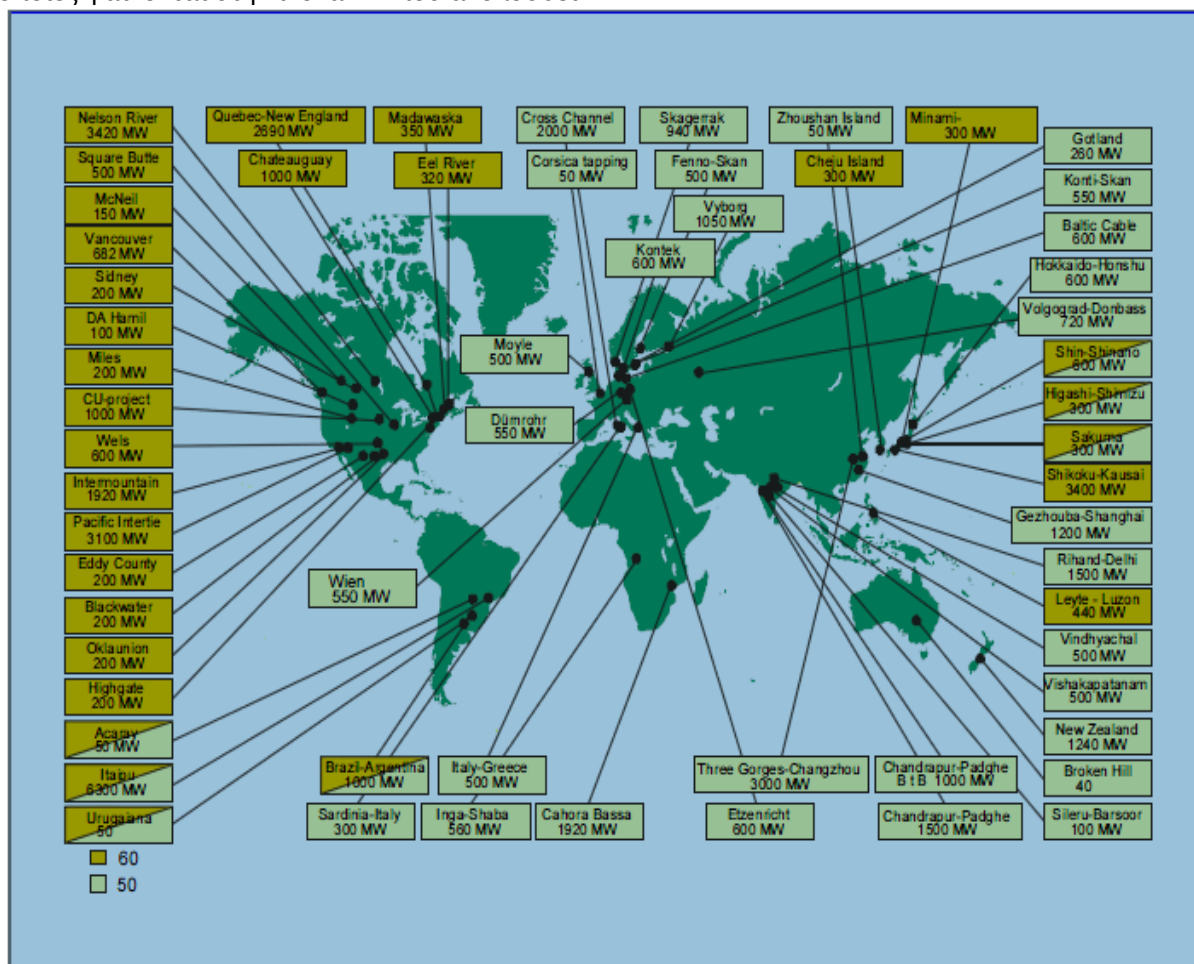
Κεφάλαιο 6: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται παρουσίαση της προσομοίωσης του συστήματος των 37-Ζυγών, το οποίο υλοποιήθηκε για να υπολογιστούν οι απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς των δύο νησιών καθώς επίσης και οι τάσεις των ζυγών τους. Γίνεται αναφορά για το σχεδιασμό του συστήματος και περιγραφής της προσομοίωσης του. Παρουσιάστηκαν οι αδυναμίες των συστημάτων για την από κοινού λειτουργία τους και προτάθηκαν λύσεις αντιμετώπισης τους με αυτές τις λύσεις και τα αποτελέσματα φόρτισης των γεννητριών από την Διπλωματική εργασία του Αντωνίου Αντώνη[23]. Τέλος παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα τα οποία εξήχθησαν από τα αποτελέσματα της προσομοίωσης και αφορούν τις απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς των δύο νησιών, τις τάσεις των ζυγών τους και τις απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς της διασύνδεσης.

Κεφάλαιο 7: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται ανάλυση δύο σεναρίων ευαισθησίας για τη πτώση τάση που παρατηρήθηκε στους ζυγούς της δυτικής Κρήτης: Α) Αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων κατά 10MW, Β) Κατασκευή καινούργιας γραμμής Υψηλής Τάσης Εναλλασσόμενου Ρεύματος 150kV με μήκος 97km μεταξύ των ζυγών Μοίρες-Ρέθυμνο. Τέλος παρουσίαση αποτελεσμάτων των τάσεων των ζυγών, και των απωλειών ροής ισχύος σε σύγκριση με πριν κάνουμε τις αλλαγές σε κάθε σενάριο και εξαγωγή συμπερασμάτων για κάθε σενάριο.

Κεφάλαιο 8: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται παρουσίαση των συγκεντρωτικών συμπερασμάτων της εργασίας. Τα συμπεράσματα αφορούν τις αναγκαίες αναβαθμίσεις των συστημάτων μεταφοράς των δύο νησιών, τα επίπεδα τάσης και τις απώλειες των δικτύων καθώς και προτάσεις για την ανάλυση ευαισθησίας.

## 2. Διασυνδέσεις Υψηλής Τάσης Συνεχούς Ρεύματος (HVDC)

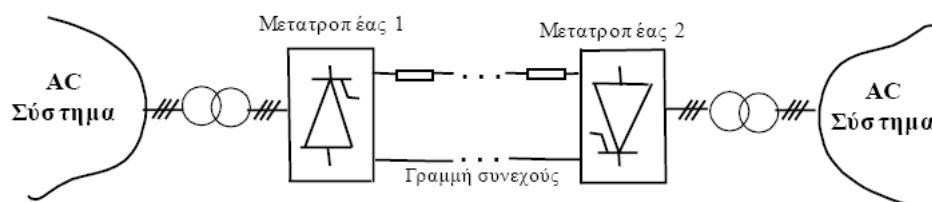
Η **HVDC (High-Voltage Direct Current)** διασύνδεση είναι μια αποτελεσματική τεχνολογία που έχει σχεδιαστεί για να μεταφέρει μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας για μεγάλες αποστάσεις. Επίσης είναι ένα βασικό κλειδί για τα μελλοντικά ενεργειακά συστήματα που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ανάπτυξη των συστημάτων μεταφοράς υψηλής τάσης συνεχούς ρεύματος (**HVDC**) άρχισε στις αρχές της δεκαετίας του 1930. Κατά τη διάρκεια των πρώτων τριάντα χρόνων ήταν μια εξειδικευμένη τεχνολογία με περιορισμένο αριθμό έργων ανά έτος, αλλά με τις αλλαγές στις απαιτήσεις λόγω των εξελισσόμενων περιβαλλοντικών αναγκών η **HVDC** τεχνολογία έχει γίνει ένα κοινό εργαλείο στο μελλοντικό σχεδιασμό των παγκόσμιων δικτύων μεταφοράς. Η πρώτη διασύνδεση **HVDC** έγινε το 1954 στη Σουηδία όπου διασυνδέθηκε η ηπειρωτική χώρα της Σουηδίας με τη νήσο Gotland με υποθαλάσσιο καλώδιο. Το έργο αυτό ονομάστηκε **HVDC Gotland link**. Στη συνέχεια ακολούθησαν και άλλες διασυνδέσεις **HVDC** στο κόσμο οι οποίες φαίνονται στη Εικόνα 2-1 που ακολουθεί.



Εικόνα 2-1 HVDC διασυνδέσεις ανά τον κόσμο.

## 2.1 Τεχνολογία Διασύνδεσης HVDC

Η θεμελιώδης διαδικασία που γίνεται σε ένα σύστημα **HVDC** είναι η μετατροπή του ηλεκτρικού ρεύματος από εναλλασσόμενο(AC) σε συνεχές(DC)(**rectifier**) στο άκρο της μετάδοσης και από συνεχές(DC) σε εναλλασσόμενο(AC) (**inverter**) στο άκρο λήψης. Η γενική μορφή της διασύνδεσης **HVDC** παρουσιάζεται στην Εικόνα 2-2.



Εικόνα 2-2 Γενική μορφή HVDC διασύνδεσης.

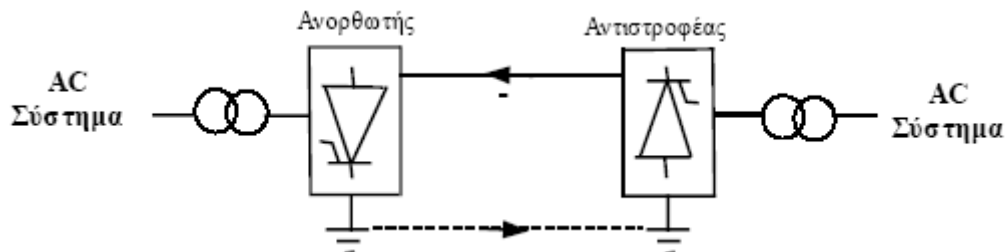
Η επίτευξη της πιο πάνω μετατροπής γίνεται με τους εξής τρεις τρόπους<sup>2</sup>:

- **Natural Commutated Converters:** Οι οποίοι άρχισαν να χρησιμοποιούνται στα συστήματα **HVDC** τα τελευταία χρόνια. Το δομικό στοιχείο που επιτρέπει αυτή τη διαδικασία μετατροπής είναι το θυρίστορ, το οποίο είναι ένας ελεγχόμενος ημιαγωγός που μπορεί να μεταφέρει υψηλά ρεύματα(4000A) και είναι σε θέση να μπλοκάρει πολύ υψηλές τάσεις(έως 10KV). Διαμέσου της σύνδεσης θυρίστορ σε σειρά δημιουργείται μια βαλβίδα θυρίστορ η οποία λειτουργεί σε πολύ υψηλές τάσεις, σε συχνότητα 50HZ ή 60HZ και με τον έλεγχο γωνιάς που γίνεται μπορεί να αλλάξει το επίπεδο της DC τάσης της γέφυρας. Η ικανότητα αυτή είναι ο τρόπος με τον οποίο η μεταδιδόμενη ισχύς ελέγχεται ταχέως και αποτελεσματικά.
- **Capacitor Commutated Converters (CCC):** Είναι μια βελτίωση του θυρίστορ που βασίζεται στη μετατροπή. Οι **CCC** χαρακτηρίζονται από τη χρήση των πυκνωτών εναλλαγής οι οποίοι εισάγονται σε σειρά μεταξύ του μετατροπέα μετασχηματιστών και των βαλβίδων θυρίστορ. Οι πυκνωτές εναλλαγής βελτιώνουν την αποτυχημένη απόδοση μετατροπής των μετατροπέων όταν συνδεθούν σε ασθενή δίκτυα.
- **Voltage Source Converters (VSC):** Αυτός ο τύπος των μετατροπέων εισάγει ένα φάσμα πλεονεκτημάτων: τροφοδοσία των παθητικών δικτύων χωρίς παραγωγή, ανεξάρτητος έλεγχος της ενεργού και άεργου ισχύος, ποιότητα της ισχύος. Οι βαλβίδες αυτών των μετατροπέων δημιουργήθηκαν με ημιαγωγούς που έχουν την ικανότητα να τίθενται εντός και εκτός λειτουργίας. Δύο τύποι ημιαγωγών που χρησιμοποιούνται συνήθως στους **VSC** είναι: **GTO** (Gate Turn-off Thyristor) ή το **IGBT** (Insulated Gate Bipolar Transistor). Η λειτουργία των **VSC** επιτυγχάνεται με **Pulse Width Modulation (PWM)** όπου μπορεί να δημιουργήσει οποιαδήποτε γωνία φάσης ή πλάτους αλλάζοντας το μοτίβο **PWM**. Έτσι το **PWM** προσφέρει τη δυνατότητα να ελέγχει τόσο την ενεργό και άεργο ισχύ ανεξάρτητα. Από τη πλευρά του δικτύου μεταφοράς δρα ως γεννήτρια ή κινητήρας χωρίς μάζα όπου μπορεί να ελέγχει σχεδόν ακαριαία την ενεργό και άεργο ισχύ.

### 2.1.1 Βασικοί τύποι DC διασυνδέσεων

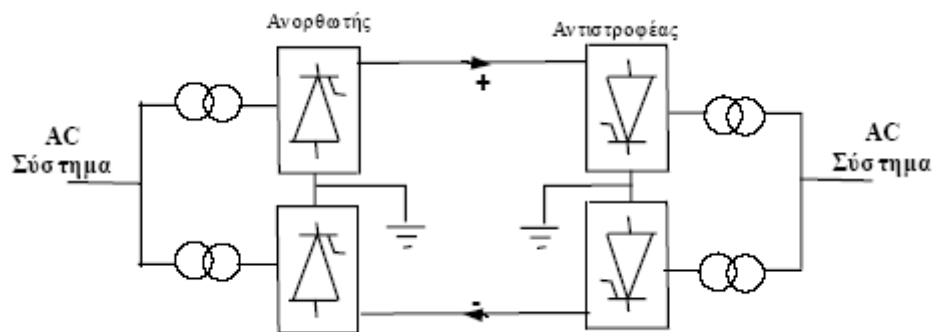
Οι DC διασυνδέσεις ταξινομούνται σε τρεις τύπους οι οποίοι περιγράφονται πιο κάτω:

**Μονοπολική διασύνδεση:** Έχει ένα αγωγό αρνητικής πολικότητας και επιστροφή μέσα από τη θάλασσα ή τη γη.



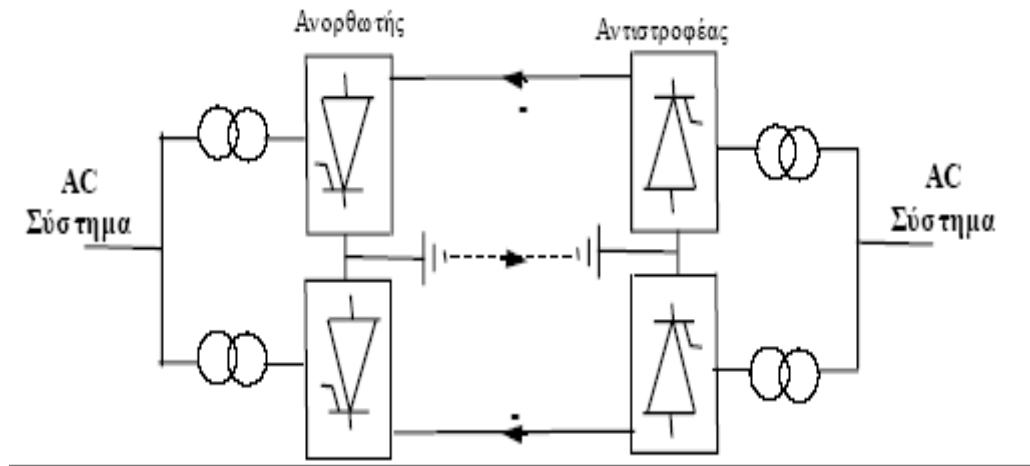
Εικόνα 2-3 Μορφή μονοπολικής διασύνδεσης.

**Διπολική διασύνδεση:** Έχει δύο αγωγούς ένα θετικό και ένα αρνητικό. Σε κάθε άκρο της διασύνδεσης υπάρχουν δύο μετατροπείς ίσης ονομαστικής τάσης σε σειρά. Τα ουδέτερα σημεία (τα σημεία ένωσης των δύο μετατροπέων) γειώνονται στο ένα ή και στα δύο άκρα της διασύνδεσης. Αν και τα δύο σημεία είναι γειωμένα τότε οι αγωγοί DC λειτουργούν ανεξάρτητα ο κάθε ένας. Οι διασυνδέσεις αυτές πλεονεκτούν διότι σε περίπτωση σφάλματος στον ένα αγωγό ο άλλος αγωγός συνεχίζει να παρέχει τη μισή ονομαστική ισχύ χρησιμοποιώντας ως επιστροφή τη γη.



Εικόνα 2-4 Μορφή διπολικής διασύνδεσης.

**Ομοπολική διασύνδεση:** Έχει δύο ή περισσότερους αγωγούς ίδιας πολικότητας, συνήθως αρνητικής και λειτουργία πάντα με επιστροφή ρεύματος από τη γη. Κάθε αγωγός με επιστροφή τη γη δρα ως ένα ανεξάρτητο κύκλωμα. Σε περίπτωση σφάλματος στον έναν αγωγό ο άλλος αγωγός (έχοντας μια ικανότητα υπερφόρτισης) συνεχίζει να παρέχει περισσότερη από τη μισή ονομαστική ισχύ χρησιμοποιώντας ως επιστροφή πάντα τη γη.<sup>3</sup>



Εικόνα 2-5 Μορφή ομοπολικής διασύνδεσης.

### 2.1.2 Συνιστώσες ενός συστήματος HVDC

Κύριες συνιστώσες μιας DC διασύνδεσης αποτελούν οι σταθμοί μετατροπής, το μέσο μετάδοσης και οι σταθμοί ηλεκτροδίων.

**Σταθμοί μετατροπής:** Τα βασικά στοιχεία από τα οποία αποτελούνται οι σταθμοί μετατροπής είναι: βαλβίδες θυρίστορ, VSC βαλβίδες, μετασχηματιστές, AC φίλτρα, πυκνωτές και DC φίλτρα. Η βασική μονάδα κάθε σταθμού μετατροπής είναι ο μετατροπέας, ο οποίος όταν έχει σαν είσοδο το εναλλασσόμενο ρεύμα και έξοδο το ελεγχόμενο συνεχές ρεύμα λέγεται ανορθωτής, ενώ όταν λειτουργεί αντίστροφα ονομάζεται αντιστροφέας. Οι μετατροπείς που χρησιμοποιούνται στην πράξη είναι γέφυρες 6 παλμών με θυρίστορ. Για την αύξηση της ισχύος μετατροπής χρησιμοποιούνται περισσότερες από μία γέφυρες. Η πιο συνηθισμένη είναι η 12-παλμών. Η πρόοδος των ημιαγωγικών στοιχείων οδήγησε σε ακόμη μεγαλύτερη διακοπτική ισχύ και ταχύτερη απόκριση όποτε αυτό ήταν απαραίτητο, έτσι στις μέρες μας χρησιμοποιούνται περισσότερο Transistor-IGBT.

**Μέσο μετάδοσης:** Όταν θέλουμε να μεταφέρουμε ηλεκτρική ενέργεια πάνω από το έδαφος το πιο συχνό μέσο μετάδοσης είναι η εναέρια γραμμή, η οποία είναι συνήθως διπολική δηλαδή έχει δύο αγωγούς με διαφορετική πολικότητα. Ενώ για υποβρύχια μετάδοση χρησιμοποιούμε τα DC καλώδια. Οι πιο γνωστοί τύποι καλωδίων είναι: solid και oil-filled. Τα τελευταία χρόνια έχει επιταχυνθεί η κατασκευή καινούργιων καλωδίων ισχύος τα οποία είναι διαθέσιμα για υπόγειες ή υποθαλάσσιες **HVDC** μεταδόσεις ισχύος. Ένα τυπικό καλώδιο DC φαίνεται στη πιο κάτω Εικόνα 2-6.

|                                                                                   |                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|  |                                                               |
|                                                                                   | Χάλκινος αγωγός                                               |
|                                                                                   | HVDC μόνωση πολυμερών                                         |
|                                                                                   | Περίβλημα κράματος μολύβδου                                   |
|                                                                                   | Ατσάλινο περίβλημα (Διπλών στρώσεων για τη βαθεία θάλασσα)    |
|                                                                                   | Συνολικό καλώδιο<br>-διάμετρος 50-125mm<br>-Βάρος 8-50 ton/km |
|                                                                                   | 6-330 MW per bipole                                           |
|                                                                                   | Τυπικές τάσεις: 84 και 150 kV                                 |

Εικόνα 2-6 Τυπικό καλώδιο Υψηλής Τάσης DC.

### 2.1.3 Κόστος ενός συστήματος μεταφοράς HVDC

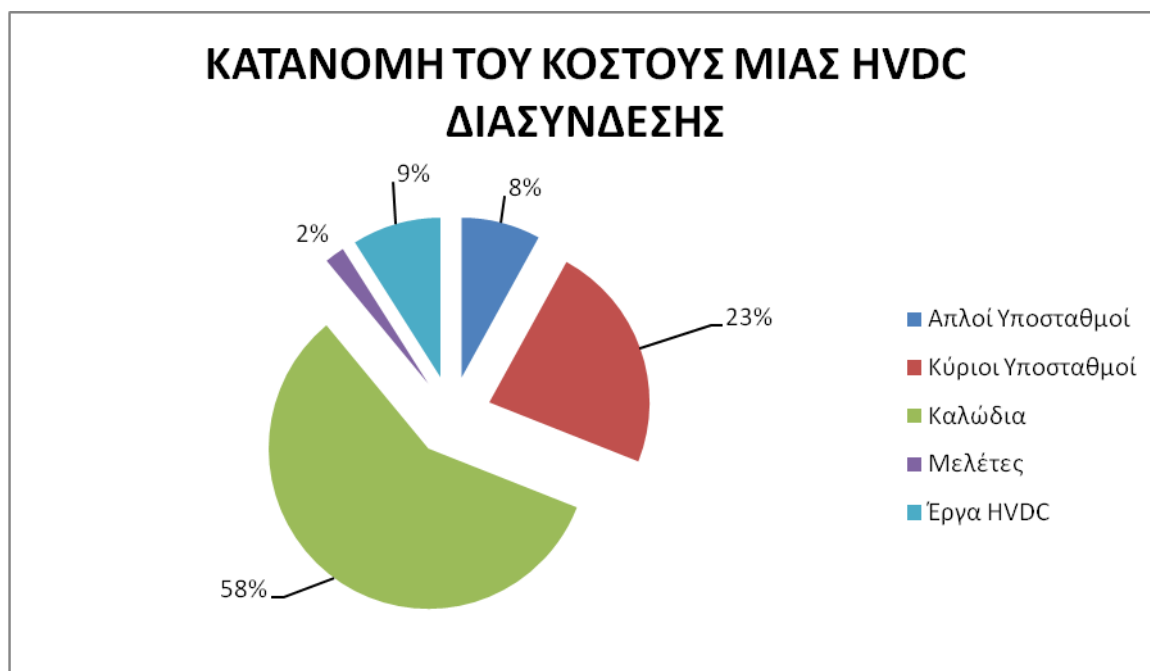
Το κόστος ενός συστήματος μεταφοράς **HVDC** εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Μερικοί από αυτούς είναι: η ισχύς που θέλουμε να μεταφέρουμε, το μέσο μετάδοσης που θα χρησιμοποιήσουμε (υποβρύχιο καλώδιο, εναέρια γραμμή ή υπόγειο καλώδιο), περιβαλλοντικές συνθήκες και κανονιστικές απαιτήσεις. Ακόμα αν τα πιο πάνω είναι διαθέσιμα, οι διάφορες επιλογές που έχουμε στη διάθεση μας για τη βέλτιστη σχεδίαση ενός συστήματος **HVDC** (διαφορετικές τεχνικές μετατροπής, ποικιλία φίλτρων και μετασχηματιστών) καθιστούν δύσκολο να υπολογίσουμε ένα σταθερό ποσό για το κόστος ενός **HVDC** συστήματος. Ωστόσο από εκτιμήσεις που έγιναν προέκυψε η εξής εξίσωση υπολογισμού του κόστους:

$$\text{Κόστος} = 32 \cdot 10^4 \text{ €/MW} \cdot \text{Ισχύς} + 90 \cdot 10^4 \text{ €/km} \cdot \text{Μήκος}$$

Από μια άλλη μελέτη στη Τασμανία <sup>4</sup> το συνολικό κόστος των έργων αναμένεται στα 8,3δισ \$ Αυστραλίας προκειμένου να επιτευχθεί η σύνδεση που παρουσιάζει η Εικόνα 2-7. Η κατανομή του κόστους στα επιμέρους έργα παρουσιάζεται στο Γράφημα 2-1.[3]



Εικόνα 2-7 Σύνδεση της Τασμανίας με την Αυστραλία.



Γράφημα 2-1 Κατανομή του κόστους στις επί μέρους συνιστώσες ενός έργου HVDC.

Στην παρακάτω Εικόνα 2-8 παρουσιάζεται μια εκτίμηση του κόστους μιας HVDC διασύνδεσης από την ABB.<sup>5</sup>

| Alternative                                   | DC Alternatives     |                    |                 |                 | AC Alternatives     |                   |                     | Hybrid AC/DC Alternative |                   |                |
|-----------------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|----------------|
|                                               | ± 500 kV 2 x Bipole | ± 500 kV 2 Bipoles | ± 600 kV Bipole | ± 800 kV Bipole | 500 kV 2 Single Ckt | 500 kV Double Ckt | 765 kV 2 Single Ckt | ± 500 kV Bipole          | 500 kV Single Ckt | Total AC+DC    |
| <b>Capital Cost</b>                           |                     |                    |                 |                 |                     |                   |                     |                          |                   |                |
| Rated Power (MW)                              | 3000                | 4000               | 3000            | 3000            | 3000                | 3000              | 3000                | 3000                     | 1500              | 4500           |
| Station costs including reactive compensation | \$420               | \$680              | \$465           | \$510           | \$542               | \$542             | \$630               | \$420                    | \$302             | \$722          |
| Transmission line cost (\$/mile)              | \$1.60              | \$1.60             | \$1.80          | \$1.95          | \$2.00              | \$3.20            | \$2.80              | \$1.60                   | \$2.00            |                |
| Distance in miles                             | 750                 | 1,500              | 750             | 750             | 1,500               | 750               | 1,500               | 750                      | 750               | 1,500          |
| Transmission Line Cost (\$)                   | \$1,200             | \$2,400            | \$1,350         | \$1,463         | \$3,000             | \$2,400           | \$4,200             | \$1,200                  | \$1,500           | \$2,700        |
| <b>Total Cost (\$)</b>                        | <b>\$1,620</b>      | <b>\$3,080</b>     | <b>\$1,815</b>  | <b>\$1,973</b>  | <b>\$3,542</b>      | <b>\$2,942</b>    | <b>\$4,830</b>      | <b>\$1,620</b>           | <b>\$1,802</b>    | <b>\$3,422</b> |
| <b>Annual Payment, 30 years @10%</b>          | \$172               | \$327              | \$193           | \$209           | \$376               | \$312             | \$512               | \$172                    | \$191             | \$363          |
| Cost per kW-Yr                                | \$57.28             | \$81.68            | \$64.18         | \$69.75         | \$125.24            | \$104.03          | \$170.77            | \$57.28                  | \$127.40          | \$80.66        |
| Cost per MWh @ 85% Utilization Factor         | \$7.69              | \$10.97            | \$8.62          | \$9.37          | \$16.82             | \$13.97           | \$22.93             | \$7.69                   | \$17.11           | \$10.83        |
| <b>Losses @ full load</b>                     | 193                 | 134                | 148             | 103             | 208                 | 208               | 139                 | 106                      | 48                | 154            |
| Losses at full load in %                      | 6.44%               | 3.35%              | 4.93%           | 3.43%           | 6.93%               | 6.93%             | 4.62%               | 5.29%                    | 4.79%             | 5.12%          |
| Capitalized cost of losses @ \$1500 kW (\$)   | \$246               | \$171              | \$188           | \$131           | \$265               | \$265             | \$177               | \$135                    | \$61              | \$196          |

Parameters:

Interest rate % 10%  
Capitalized cost of losses \$/kW \$1,500

Note:

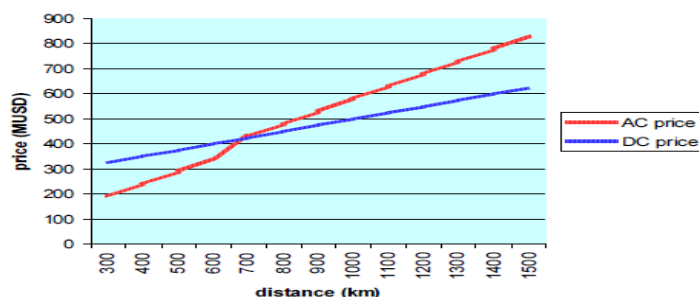
AC current assumes 94% pf

Full load converter station losses = 0.75% per station

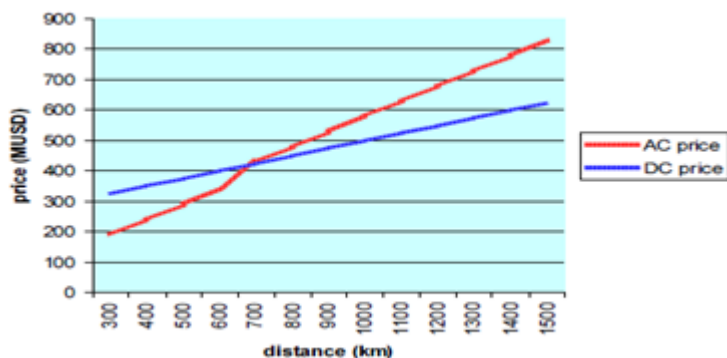
Total substation losses (transformers, reactors) assumed = 0.5% of rated power

Εικόνα 2-8 Τυπικές τιμές κόστους και κατανομή του.

Ένα παράδειγμα που μας δείχνει τη διακύμανση των τιμών μεταξύ AC μετάδοσης και DC μετάδοσης για μεταφερόμενη ισχύς 2000MW φαίνεται στην Εικόνα 2-9. Παρατηρούμε ότι από απόσταση 700Km και πάνω η DC μεταφορά είναι πιο συμφέρουσα.[3]



Εικόνα 2-9 Παράδειγμα διακύμανσης των τιμών μεταξύ AC και DC μεταφοράς.



#### 2.1.4 Πλεονεκτήματα της HVDC μεταφοράς σε σχέση με την HVAC μεταφορά

Τα πλεονεκτήματα της **HVDC** διασύνδεσης σε σχέση με την **HVAC** διασύνδεση είναι τα εξής: Η **HVDC** διασύνδεση έχει την ικανότητα να μεταφέρει μεγάλες ποσότητες ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις με χαμηλότερο κόστος και με μικρότερες απώλειες σε σχέση με την **HVAC** διασύνδεση. Ανάλογα με το επίπεδο τάσης και τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες, οι απώλειες υπολογίζονται περίπου στο 3% ανά 1000km. Επίσης επιτρέπει την αποτελεσματική χρήση των πηγών ενέργειας που είναι απομακρυσμένες από τα κέντρα φορτίου. Διάφορες εφαρμογές στις οποίες η **HVDC** διασύνδεσης είναι πιο αποτελεσματική από την **HVAC** διασύνδεση παρουσιάζονται πιο κάτω:<sup>6</sup>

- Υποθαλάσσια καλώδια, όπου η υψηλή χωρητικότητα προκαλεί πρόσθετες απώλειες στις HVAC διασυνδέσεις.
- Αύξηση της μεταφορικής ικανότητας ενός υφιστάμενου δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, σε περιπτώσεις όπου η εγκατάσταση καινούργιων καλωδίων είναι δύσκολη ή δαπανηρή.
- Διασύνδεση δύο ασύγχρονων ηλεκτρικών δικτύων. Βοηθά στην αύξηση της σταθερότητας του συστήματος. Η HVDC διασύνδεση κάνει πιο εύκολη τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ διαφόρων χωρών που χρησιμοποιούν AC σε διαφορετικές τάσεις και συχνότητες.
- Διασύνδεση μιας απομακρυσμένης μονάδας παραγωγής με το δίκτυο διανομής.
- Συγχρονισμός εναλλασσόμενου ρεύματος που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Μείωση του κόστους της γραμμής, αφού μια HVDC διασύνδεση χρειάζεται λιγότερους αγωγούς καθώς δεν χρειάζεται να υποστηρίξει πολλές φάσεις. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν λεπτότεροι αγωγοί.<sup>7</sup>

### 2.2 Euro-Asia Interconnector

Το **Euro-Asia Interconnector** είναι το πρώτο εγχείρημα ενεργειακής σύνδεσης μεταξύ των δύο ηπείρων που σκοπό θα έχει τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας, με πόντιση υποθαλάσσιου καλωδίου το οποίο θα ξεκινά από το Ισραήλ, θα φτάνει στη Κύπρο, ακολούθως στη Κρήτη και από εκεί στη Πελοπόννησο, διοχετεύοντας ηλεκτρική ενέργεια σε Ισραήλ, Κύπρο και Ελλάδα. Στη συνέχεια θα συνδεθεί με το Πανευρωπαϊκό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Το έργο υποστηρίζεται από την Ισραηλινή κρατική εταιρεία ηλεκτρισμού (IEC)<sup>8</sup>, από τη ΔΕΗ<sup>9</sup>, την αρχή ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ)<sup>10</sup> και από την ΔΕΗ Quantum Energy<sup>11</sup>. Πρόκειται για το πλέον μεγαλεπήβολο έργο που θα γίνει μέχρι στιγμής στο κόσμο, όσο αφορά στην ισχύ του (2000MW), στο μήκος του καλωδίου 540 ναυτικών μιλίων αλλά και στο βάθος 2000 μέτρων στο οποίο θα ποντιστεί το καλώδιο. Οι τεχνικές μελέτες έχουν ήδη ξεκινήσει και αναμένεται να ολοκληρωθούν εντός του έτους, οι οποίες θα παρουσιαστούν στις κυβερνήσεις των συνεργαζόμενων χωρών (Ελλάδα, Κύπρος, Ισραήλ).

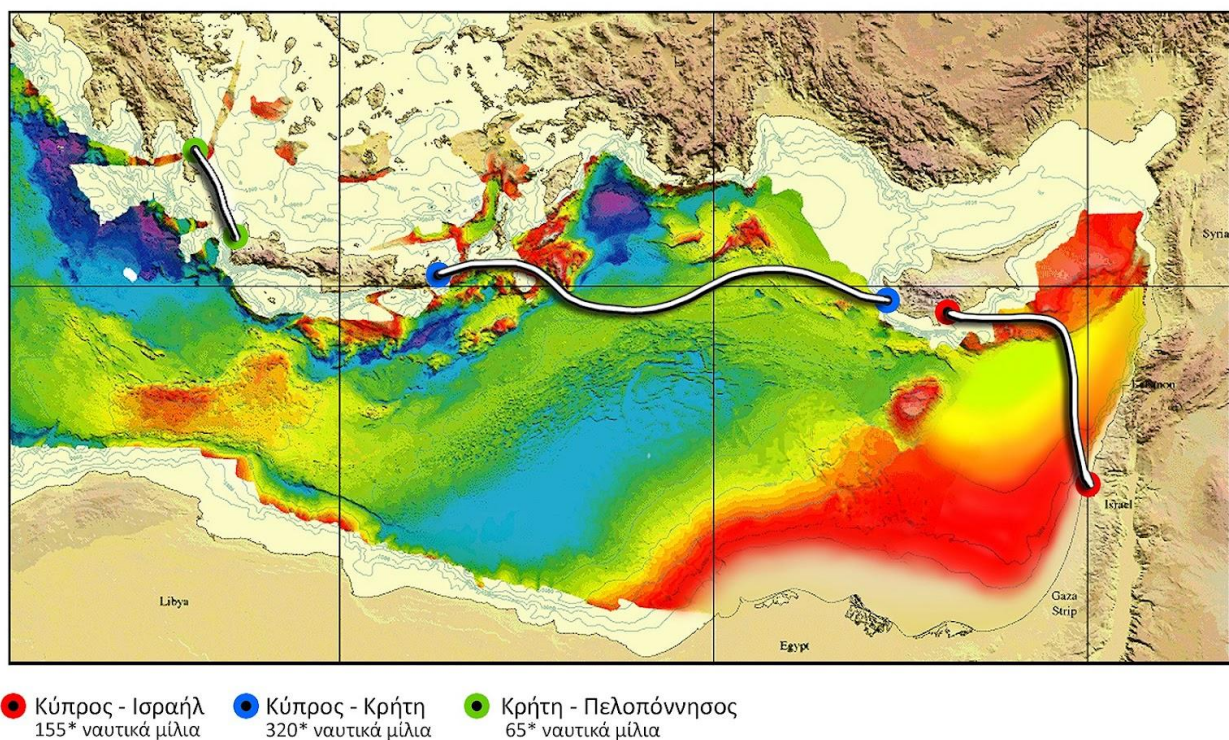
Η διασύνδεση θα έχει μήκος 1000 Km ή 540 ναυτικά μίλια και θα αποτελείται από τρεις επιμέρους διασυνδέσεις:

- Ισραήλ-Κύπρος 155 ναυτικών μιλίων
- Κύπρος-Κρήτη 320 ναυτικών μιλίων
- Κρήτη-Πελοπόννησος 65 ναυτικών μιλίων

Η μεταφορική ικανότητα του καλωδίου θα είναι 2000MW και θα φτάνει σε βάθος 2000 μέτρα. Το κόστος κατασκευής της υποθαλάσσιας διασύνδεσης “Euro-Asia Interconnector” από αρχικούς υπολογισμούς κυμαίνεται από €1,5δισ έως €2δισ, αλλά θα καθοριστεί επακριβώς στην τεchnοοικονομική μελέτη σκοπιμότητας που εκπονείται από τη ΔΕΗ Quantum Energy, η οποία έχει αναλάβει τη πλήρη χρηματοδότηση του έργου. Το έργο υπολογίζεται να αποπερατωθεί σε 36 μήνες από την έγκριση των μελετών και θα έχει απόσβεση σε 1500 μέρες από τη μέρα λειτουργίας, ενώ τα έσοδα στη διάρκεια ζωής του αναμένεται να ανέλθουν τα €17,5δισ.

Το “Euro-Asia Interconnector” είναι ένα καθοριστικής σημασίας έργο αφού θα βάλει τη Κύπρο και την Ελλάδα στο παγκόσμιο ενεργειακό χάρτη, και θα αποτελεί μια σημαντική πηγή οικονομικής ανάπτυξης των χωρών μας.<sup>12</sup>

## Euroasia Interconnector



Εικόνα 2-10 Euroasia Interconnector<sup>13</sup>

### **3. Γενική περιγραφή των Διασυνδεδεμένων Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας(ΣΗΕ)**

#### **3.1 Το ΣΗΕ Κύπρου**

##### **3.1.1 Γενική περιγραφή της Κύπρου**

Η Κύπρος είναι νησιώτικο κράτος της ανατολικής Μεσογείου. Συνορεύει θαλάσσια με την Τουρκία, την Συρία, τον Λίβανο και την Αίγυπτο. Αποτελεί το τρίτο μεγαλύτερο σε έκταση νησί της Μεσογείου. Έχει έκταση 9,251km<sup>2</sup>, μέγιστο μήκος 240km και μέγιστο πλάτος 100km. Η θέση της είναι εξαιρετικής σημασίας από συγκοινωνιακή, οικονομική και στρατηγική άποψη καθώς αποτελούσε ανέκαθεν σταυροδρόμι ανάμεσα σε τρεις ηπείρους, την Ευρώπη, της Ασία και την Αφρική.

Η Κύπρος έχει ανακηρυχτεί ανεξάρτητο κράτος την 1<sup>η</sup> Οκτωβρίου του 1960. Τον Ιούλιο του 1974 μετά από τη τούρκικη εισβολή, ένα μεγάλο ποσοστό, περίπου το 37%, της Κυπριακής Δημοκρατίας στο βόρειο τμήμα του νησιού, βρίσκεται υπό τούρκικη κατοχή μέχρι και σήμερα. Η Κύπρος έγινε μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης το Μάιο του 2004.

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. Στον Πιν. 3-1 παρουσιάζεται ο πληθυσμός της Κύπρου ανά επαρχία.[23]

| Επαρχία    | Πληθυσμός(1/10/2011) |
|------------|----------------------|
| Λευκωσία   | 325.756              |
| Αμμόχωστος | 46.452               |
| Λάρνακα    | 143.367              |
| Λεμεσός    | 235.056              |
| Πάφος      | 88.266               |
| Σύνολο     | 833.897              |

**Πιν. 3-1 Κατανομή πληθυσμού κατά επαρχία.**

### **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 Λεύκα, 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 χωρική 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 χρησιμοποιούνταν 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 ωφέληματα 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 δουλειά 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.<sup>14</sup>

### **3.1.3 Γενικά χαρακτηριστικά Ηλεκτρικού Δικτύου της 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.
- Δίκτυα γραμμών μεταφοράς Υ.Τ. (132 kV) και Μ.Τ. (66 kV και 20 kV).
- 57 Υποσταθμούς Υ.Τ/Μ.Τ.
- Αιολικά και Φ/Β Πάρκα.

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 Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Συμβατικών Μονάδων

Στην Εικόνα 3-1 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 Ευρωπαϊκών 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 Χάρτης Ηλεκτρικού Συστήματος Κύπρου. Σύστημα Παραγωγής και Μεταφοράς(Πηγή ΑΗΚ)

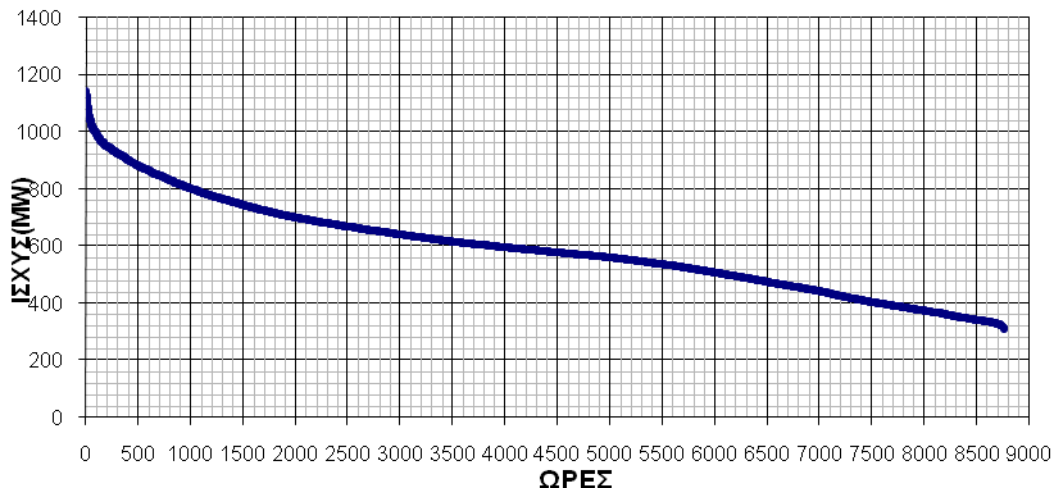
### 3.1.4 Χαρακτηριστικά ζήτησης φορτίου της Κύπρου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των πιο κάτω αποτελεσμάτων προέρχονται από την ΑΗΚ και από τον Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς Κύπρου.

Το έτος που θεωρήθηκε για τη προσομοίωση της παρούσας εργασίας, είναι το 2010. Η συνολική ζήτηση φορτίου για το έτος αυτό, έφτασε τις 4,9 TWh και η αιχμή ήταν ίση με 1143,20 MW. Η καμπύλη διάρκειας φορτίου για το έτος 2010 παρουσιάζεται στο Γράφημα 3-1 ενώ οι τυπικές καμπύλες ζήτησης για χαρακτηριστικές εποχές του ιδίου έτους παρουσιάζονται στο Γράφημα 3-2.

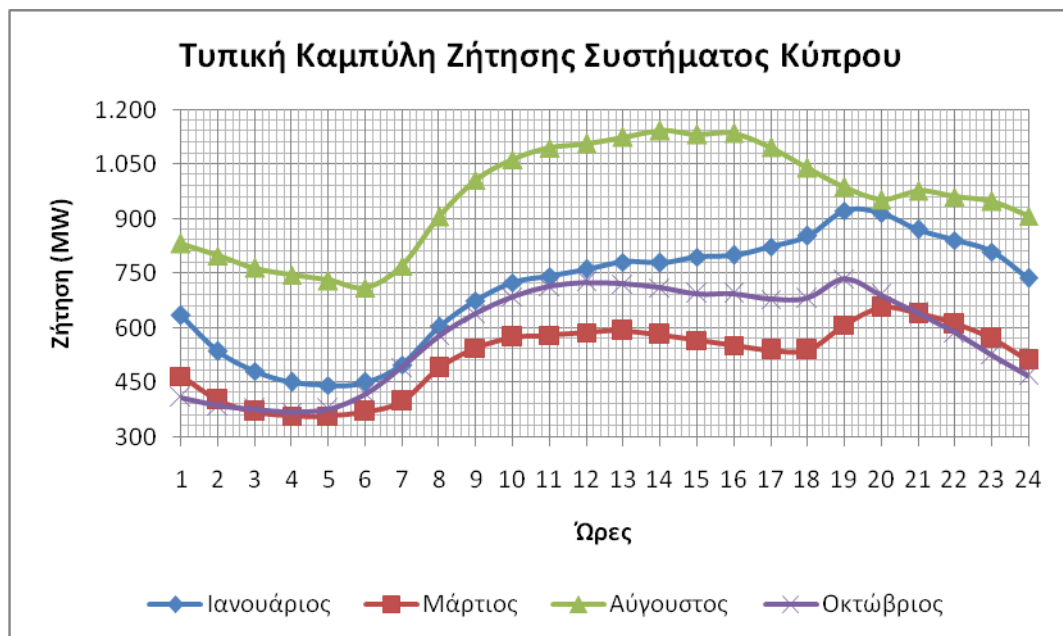
Στο Γράφημα 3-1 παρουσιάζεται η καμπύλη διάρκειας φορτίου για το ΣΗΕ Κύπρου το έτος 2010. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη ζήτηση ήταν 1143,20 MW και παρουσιάστηκε την 3<sup>η</sup> ημέρα του Αυγούστου στις 13:00 ενώ η ελάχιστη ζήτηση ήταν 308,50 MW και παρουσιάστηκε την 5<sup>η</sup> ημέρα του Απριλίου στις 05:00.[23]

### ΚΑΜΠΥΛΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΥΠΡΟΥ



**Γράφημα 3-1 Καμπύλη διάρκειας φορτίου για το ΣΗΕ Κύπρου το 2010.**

Στο Γράφημα 3-2 φαίνονται οι τυπικές καμπύλες ζήτησης του ΣΗΕ Κύπρου για τις ημερομηνίες 26 Αυγούστου, 10 Μαρτίου, 3 Αυγούστου και 19 Οκτωβρίου του 2010. Παρατηρούμε ότι η ζήτηση φορτίου κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα κατά τους θερινούς μήνες, καθώς όπως παρατηρούμε από το γράφημα το μήνα Αύγουστο σημειώνονται οι υψηλότερες τιμές ζήτησης. Αντίστοιχα, κατά την Άνοιξη και συγκεκριμένα τον Μάρτιο παρουσιάζεται η χαμηλότερη τιμή ζήτησης του συστήματος.



**Γράφημα 3-2 Τυπικές καμπύλες ζήτησης για το ΣΗΕ Κύπρου για διάφορους μήνες του έτους.**

### 3.1.5 Στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας για το ΣΗΕ Κύπρου

#### 3.1.5.1 Στοιχεία για τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του ΣΗΕ Κύπρου

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.

Οι Σταθμοί Παραγωγής είναι:

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

Οι τρεις 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).

Στον Πιν. 3-2 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι 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.

| Σταθμός Παραγωγής | Αεριοστρόβιλος | Ατμοστρόβιλος | ΜΕΚ | Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου | Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς(MW) |
|-------------------|----------------|---------------|-----|----------------------------|----------------------------------|
| Βασιλικός         | 1              | 3             | -   | 1                          | 647,5                            |
| Δεκέλεια          | -              | 6             | 2   | -                          | 464,8                            |
| Μονή              | 4              | 6             | -   | -                          | 330                              |
| <b>Σύνολο</b>     |                |               |     |                            | <b>1442,3</b>                    |

Πιν. 3-2 Μονάδες ανά σταθμό παραγωγής στο ΣΗΕ της Κύπρου.

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.[23]

Στον Πιν. 3-3 παρουσιάζεται ο αριθμός των μονάδων κάθε σταθμού καθώς και η εγκατεστημένη ισχύς των σταθμών κατά το έτος 2010. Επίσης παρουσιάζονται και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονάδων.

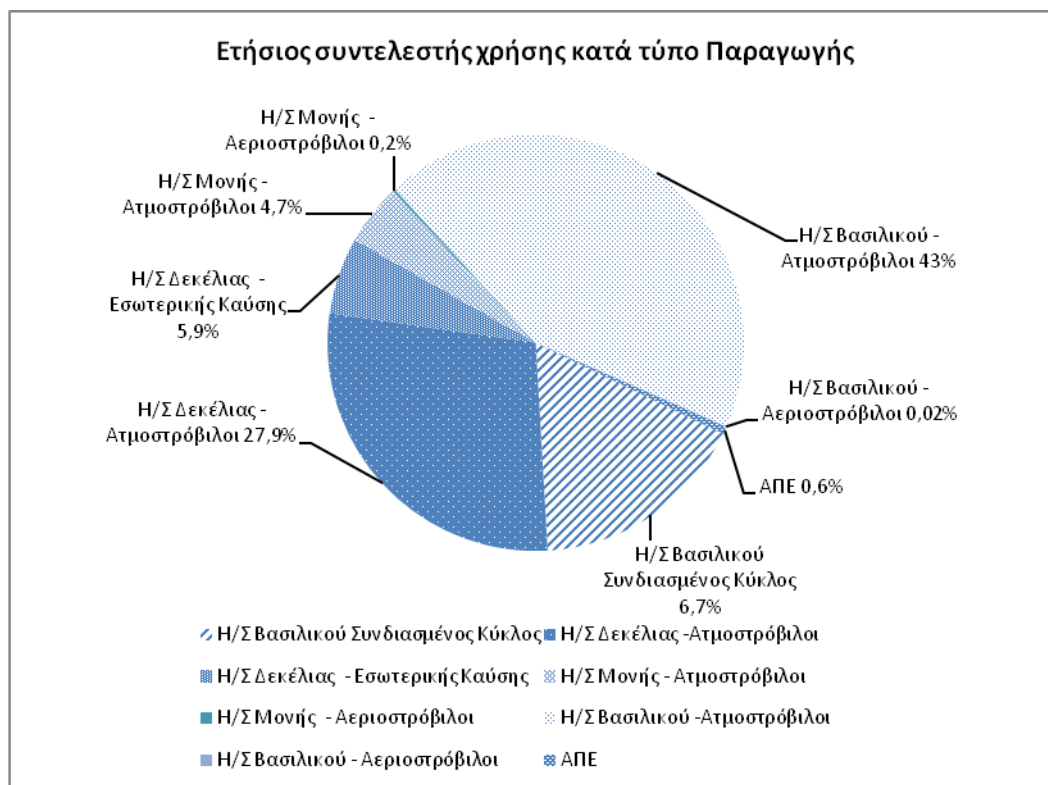
| Ηλεκτροπαραγωγικ | Μονάδα | Ονομαστικ<br>ή | Πραγματικ<br>ή | Μέγιστα<br>όρια | Ελάχιστα<br>όρια |
|------------------|--------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
|------------------|--------|----------------|----------------|-----------------|------------------|

| ός σταθμός       | Παραγωγής                             | Ικανότητα Παραγωγής (MW) | Ικανότητα Παραγωγής κατά την περίοδο θερινής αιχμικής ζήτησης A(MW) | Λειτουργίας άεργου ισχύος(Mva r) | Λειτουργίας άεργου ισχύος(Mva r) |
|------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Βασιλικός</b> | Μονάδα Αρ.1- Ατμοστροβιλική- Vass TG1 | 130                      | 127                                                                 | 64                               | -40,33                           |
|                  | Μονάδα Αρ.2- Ατμοστροβιλική- Vass TG2 | 130                      | 127                                                                 | 64                               | -40,33                           |
|                  | Μονάδα Αρ.3- Ατμοστροβιλική- Vass TG3 | 130                      | 127                                                                 | 64                               | -40,334                          |
|                  | Μονάδα Αεριοστροβιλική - Vass GT1     | 37,5                     | 32                                                                  | 2,8                              | -1                               |
|                  | Εγκατάσταση Συνδυασμένου Κύκλου ΕΣΚ4  | 220                      | 210                                                                 | 120                              | -34                              |
| <b>Δεκέλεια</b>  | Μονάδα Αρ.1- Ατμοστροβιλική- Dhek TG1 | 60                       | 60                                                                  | 25                               | -8,33                            |
|                  | Μονάδα Αρ.2- Ατμοστροβιλική- Dhek TG2 | 60                       | 60                                                                  | 25                               | -8,33                            |
|                  | Μονάδα Αρ.3- Ατμοστροβιλική- Dhek TG3 | 60                       | 60                                                                  | 25                               | -8,33                            |
|                  | Μονάδα Αρ.4- Ατμοστροβιλική- Dhek TG4 | 60                       | 60                                                                  | 25                               | -8,33                            |
|                  | Μονάδα Αρ.5- Ατμοστροβιλική- Dhek TG5 | 60                       | 60                                                                  | 25                               | -8,33                            |
|                  | Μονάδα Αρ.6- Ατμοστροβιλική- Dhek TG6 | 60                       | 60                                                                  | 25                               | -8,33                            |
|                  | Μηχανές Εσωτερικής Καύσης- Dhek MEK 1 | 52,4                     | 50                                                                  | 17,5                             | -12,5                            |
|                  | Μηχανές Εσωτερικής Καύσης- Dhek MEK 2 | 52,4                     | 50                                                                  | 17,5                             | -12,5                            |
| <b>Μονή</b>      | Μονάδα Αρ.1- Ατμοστροβιλική- Moni TG1 | 30                       | 28                                                                  | 6,66                             | -1,66                            |
|                  | Μονάδα Αρ.2- Ατμοστροβιλική- Moni TG2 | 30                       | 28                                                                  | 6,66                             | -1,66                            |

|                                                                                  |                                              |        |      |      |       |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|------|------|-------|
|                                                                                  | Μονάδα Αρ.3-<br>Ατμοστροβιλική-<br>Moni TG3  | 30     | 28   | 6,66 | -1,66 |
|                                                                                  | Μονάδα Αρ.4-<br>Ατμοστροβιλική-<br>Moni TG4  | 30     | 28   | 6,66 | -1,66 |
|                                                                                  | Μονάδα Αρ.5-<br>Ατμοστροβιλική-<br>Moni TG5  | 30     | 28   | 6,66 | -1,66 |
|                                                                                  | Μονάδα Αρ.6-<br>Ατμοστροβιλική-<br>Moni TG6  | 30     | 28   | 6,66 | -1,66 |
|                                                                                  | Μονάδα<br>Αεριοστροβιλική Αρ.1<br>- Moni GT1 | 37,5   | 32   | 2,8  | -1    |
|                                                                                  | Μονάδα<br>Αεριοστροβιλική Αρ.2<br>- Moni GT2 | 37,5   | 32   | 2,8  | -1    |
|                                                                                  | Μονάδα<br>Αεριοστροβιλική Αρ.3<br>- Moni GT3 | 37,5   | 32   | 2,8  | -1    |
|                                                                                  | Μονάδα<br>Αεριοστροβιλική Αρ.4<br>- Moni GT4 | 37,5   | 32   | 2,8  | -1    |
| Σύνολο                                                                           |                                              | 1453,3 | 1384 |      |       |
| Σύνολο παραγωγής κατά την στιγμή της<br>Μέγιστης Ζήτησης του συστήματος<br>B(MW) |                                              | 1148   |      |      |       |
| Διαθέσιμο Περιθώριο Εφεδρείας (A-B)<br>MW                                        |                                              | 236    |      |      |       |
| Διαθέσιμο Περιθώριο Εφεδρείας [(A-<br>B)*100/B]                                  |                                              | 21%    |      |      |       |

**Πιν. 3-3 Μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο ΣΗΕ Κύπρου.**

Στο Γράφημα 3-3 παρουσιάζεται το ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας των Μονάδων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας στο ΣΗΕ της Κύπρου.



**Γράφημα 3-3 Ποσοστό παραγόμενης ενέργειας των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Κύπρου κατά το έτος 2010.**

### 3.1.5.2 Στοιχεία για μονάδες Α.Π.Ε 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.[23]

Στον Πιν. 3-4 παρουσιάζονται οι μονάδες ΑΠΕ που ήταν συνδεδεμένες με το Δίκτυο της ΑΗΚ κατά την περίοδο 2010.

| Τύπος μονάδας                     | ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ | ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ MW | ΠΑΡΑΓΩΓΗ MWh |
|-----------------------------------|-----------------|------------------------|--------------|
| <b>ΜΟΝΑΔΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ/ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ</b> | 10              | 7.2                    | 24,802       |
| <b>ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</b>     | 647             | 5.5                    | 4,839.445    |

|                                        |   |             |                 |
|----------------------------------------|---|-------------|-----------------|
| <b>ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ</b>                   | 1 | 82          | 31,370.2        |
| <b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ MW</b> | - | <b>94.8</b> | -               |
| <b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ MWh</b>           | - | -           | <b>61,011.6</b> |

**Πιν. 3-4 Μονάδες ΑΠΕ που είναι συνδεδεμένες με το Δίκτυο της ΑΗΚ κατά το έτος 2010.**

Στον Πιν. 3-5 παρουσιάζονται οι μονάδες ΑΠΕ που είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο κατά το έτος 2012. Παρατηρούμε ότι σε σχέση με το 2010 έχουμε κατακόρυφη αύξηση και χρησιμοποίηση τους στο νησί.

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

**Πιν. 3-5 Μονάδες ΑΠΕ που είναι συνδεδεμένες με το Δίκτυο της ΑΗΚ κατά το έτος 2012.**

### **3.1.5.2.1 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 Wind supply 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.[23]

Σήμερα στο νησί βρίσκονται σε λειτουργία 5 Αιολικά Πάρκα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 146.7 MW. Στον Πιν. 3-6 παρουσιάζονται τα αιολικά πάρκα της Κύπρου καθώς και η εγκατεστημένη ισχύς τους.

| <b>Αιολικό Πάρκο</b> | <b>Υποσταθμός Σύνδεσης</b> | <b>Εγκατεστημένη ισχύς</b> |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| Ορείτες              | Ορείτες                    | 82                         |
| Αλέξιγρος            | Ε.Β.Ζώνη                   | 31,5                       |
| Αγία Άννα            | Αλάμπρα                    | 20                         |
| Κόσιη                | Αλάμπρα                    | 10,8                       |

|       |            |     |
|-------|------------|-----|
| Κάμπι | Ορούντα132 | 2,4 |
|-------|------------|-----|

**Πιν. 3-6 Αιολικά Πάρκα της Κύπρου.**

### **3.1.5.2.2 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.

### **3.1.5.2.3 Βιομάζα/Βιοαέριο στο ΣΗΕ της Κύπρου**

Αξίζει να σημειωθεί ότι

Στους παρακάτω Πιν. 3-7, Πιν. 3-8 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των υποσταθμών του ΣΗΕ της Κύπρου μαζί με τα επίπεδα τάσεων των μετασχηματιστών τους, καθώς επίσης και η ενεργειακή ζήτηση ανά υποσταθμό για το έτος 2010. Οι υποσταθμοί Λακατάμια, Ψευδάς και Αμαθούς είναι καινούργιοι υποσταθμοί κατά το τέλος του 2010 τέθηκαν σε λειτουργία 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.[23]

### **3.1.1 Στοιχεία διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας για το ΣΗΕ Κύπρου**

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, και από εκεί διαμέσου εναερίων γραμμών ή υπογείων καλωδίων καταλήγει στους Υποσταθμούς Διανομής για την τροφοδοσία των καταναλωτών σε τάση 230V, και συχνότητα 50Hz.

#### **3.1.1.1 Υποσταθμοί**

Στο ηλεκτρικό δίκτυο της Κύπρου βρίσκονται συνολικά 57 υποσταθμοί Υ.Τ/Μ.Τ. που κατασκευάστηκαν μετά το 2010. Επίσης ο υποσταθμός Τσιμεντοποιία Βασιλικού δεν είχε ενεργειακή ζήτηση για τη περίοδο 01/01/2010 μέχρι 30/09/2010 λόγω του ότι το εργοστάσιο ήταν κλειστό και δεν υπήρχε παραγωγή τσιμέντου.

| <b>Υποσταθμός</b> | <b>Εγκατεστημένη Ισχύς(MVA)</b> | <b>Επίπεδο Τάσης(kV/kV)</b> | <b>Ενεργειακή ζήτηση 2010 (GWh)</b> | <b>Αιχμή 2010 (MW)</b> |
|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| ΑΓΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ   | 80                              | 132/11                      | 125,31                              | 30,62                  |
| ΑΓΙΑ ΝΑΠΑ         | 80                              | 132/11                      | 48,32                               | 15,74                  |
| ΑΓΙΑ ΦΥΛΑ         | 90                              | 132/11                      | 183,93                              | 47,26                  |
| ΑΘΑΛΑΣΣΑ          | 63                              | 132/11                      | 56,52                               | 14,02                  |
| ΑΛΑΜΠΡΑ           | 46                              | 132/11                      | 98,31                               | 22,20                  |
| ΑΜΑΘΟΥΣ           | 80                              | 132/11                      | -                                   | -                      |
| ΑΦΡΟΔΙΤΗ          | 32                              | 132/11                      | 17,99                               | 4,58                   |

|                             |      |        |        |        |
|-----------------------------|------|--------|--------|--------|
| ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ                   | 32   | 132/11 | 55,54  | 11,45  |
| ΓΕΡΜΑΣΟΓΙΑ                  | 63   | 132/11 | 145,33 | 32,64  |
| ΔΑΣΟΥΠΟΛΙΣ                  | 120  | 132/11 | 247,75 | 67,99  |
| ΔΕΚΕΛΕΙΑ                    | 80   | 132/11 | 182,99 | 56,91  |
| ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ         | 80   | 132/11 | 178,54 | 28,82  |
| Ε.Β.ΖΩΝΗ                    | 80   | 132/11 | 93,44  | 25,53  |
| ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ           | 120  | 132/11 | 170,74 | 50,52  |
| ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ<br>ΛΑΡΝΑΚΑΣ | 63   | 132/11 | 129,45 | 33,13  |
| ΕΡΓΑΤΕΣ                     | 63   | 132/11 | 89,39  | 17,51  |
| ΕΠΙΣΚΟΠΗ                    | 32   | 132/11 | 20,89  | 4,77   |
| ΙΕΡΑΤΙΚΗ ΣΧΟΛΗ              | 94,5 | 132/11 | 214,59 | 53,57  |
| ΚΟΚΚΙΝΟΤΡΙΜΙΘΙΑ             | 63   | 132/11 | 60,77  | 12,90  |
| ΚΟΛΟΣΣΙ                     | 80   | 132/11 | 86,87  | 18,83  |
| ΛΑΡΝΑΚΑ                     | 94,5 | 132/11 | 190,72 | 45,17  |
| ΛΑΚΑΤΑΜΙΑ                   | 80   | 132/11 | -      | -      |
| ΛΑΤΣΙΑ                      | 63   | 132/11 | 143,58 | 15,92  |
| ΜΕΛΙΖΟΝΑ                    | 80   | 132/11 | 63,99  | 16,90  |
| ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ                 | 32   | 132/11 | 13,57  | 5,56   |
| ΟΜΟΝΟΙΑ                     | 80   | 132/11 | 149,59 | 36,45  |
| ΟΡΟΥΝΤΑ                     | 32   | 132/11 | 56,60  | 14,28  |
| ΧΑΤΖΗΠΑΣΧΑΛΗΣ               | 120  | 132/11 | 214,65 | 52,49  |
| ΠΑΦΟΣ                       | 120  | 132/11 | 104,73 | 27,056 |
| ΠΡΩΤΑΡΑΣ                    | 94,5 | 132/11 | 109,25 | 33,54  |
| ΠΑΠΑΚΩΣΤΑΣ                  | 94,5 | 132/11 | 136,47 | 33,51  |
| ΠΡΕΝΤΖΑΣ                    | 120  | 132/11 | 154,26 | 47,59  |
| ΠΑΛΙΟ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ          | 63   | 132/11 | 164,79 | 48,37  |
| ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ                   | 80   | 132/11 | 138,69 | 33,67  |
| ΠΙΣΣΟΥΡΙ                    | 32   | 132/11 | 22,89  | 5,61   |
| ΣΩΤΗΡΑ                      | 63   | 132/11 | 97,40  | 23,88  |
| ΣΤΡΟΒΟΛΟΣ                   | 94,5 | 132/11 | 237,19 | 60,31  |
| ΤΣΙΜΕΝΤΟΠΟΙΙΑ<br>ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ  | 80   | 132/11 | 21,52  | 11,46  |
| ΨΕΥΔΑΣ                      | 40   | 132/11 | -      | -      |

Πιν. 3-7 Χαρακτηριστικά στοιχεία υποσταθμών επιπέδου τάσεως 132kV/11kV.

| Υποσταθμός               | Εγκατεστημένη<br>Ισχύς(MVA) | Επίπεδο<br>Τάσης(kV/kV) | Ενεργειακή ζήτηση<br>2010 (GWh) | Αιχμή 2010<br>(MW) |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------|
| ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ           | 30                          | 66/11                   | 67,43                           | 13,29              |
| ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ<br>ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ | 16                          | 66/11                   | 32,21                           | 1,34               |
| ΔΡΟΜΟΣ ΑΚΟΥΡΣΟΥ          | 38                          | 66/11                   | 94,98                           | 24,81              |
| ΚΑΡΒΟΥΝΑΣ                | 31                          | 66/11                   | 33,84                           | 7,79               |
| ΚΟΦΙΝΟΥ                  | 30                          | 66/11                   | 41,23                           | 9,12               |
| ΜΑΡΙ                     | 30                          | 66/11                   | 100,59                          | 26,55              |
| Κ.Ε.ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ            | 17                          | -                       | 32,05                           | 9,46               |
| ΠΥΛΑ                     | 20                          | 66/11                   | 44,76                           | 11,55              |

|            |    |       |          |        |
|------------|----|-------|----------|--------|
| ΠΥΡΓΟΣ     | 35 | 66/11 | 74,45    | 16,86  |
| ΠΟΛΙΣ      | 30 | 66/11 | 57,17    | 16,21  |
| ΤΡΟΥΛΛΟΙ   | 10 | 66/11 | 22,44    | 5,28   |
| ΤΕΜΒΡΙΑ    | 25 | 66/11 | 35,91    | 7,95   |
| ΤΡΙΜΙΚΛΙΝΗ | 10 | 66/11 | 29,16036 | 15,008 |
| ΥΨΩΝΑΣ     | 20 | 66/11 | 29,287   | 8,6793 |

**Πιν. 3-8 Χαρακτηριστικά στοιχεία υποσταθμών επιπέδου τάσεως 66kV/11kV.**

Στα παρακάτω Γράφημα 3-4, Γράφημα 3-5 παρουσιάζεται η ενεργειακή ζήτηση της ανατολικής και δυτικής Κύπρου για το έτος 2010. Από το Γράφημα 3-4 παρατηρούμε ότι ο ζυγός που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ενεργειακή ζήτηση είναι ο Χατζηπασχάλης, η οποία είναι 212,65GWh. Από το Γράφημα 3-5 παρατηρούμε ότι ο ζυγός που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ενεργειακή ζήτηση είναι η Δασούπολις, η οποία είναι 247,75GWh.

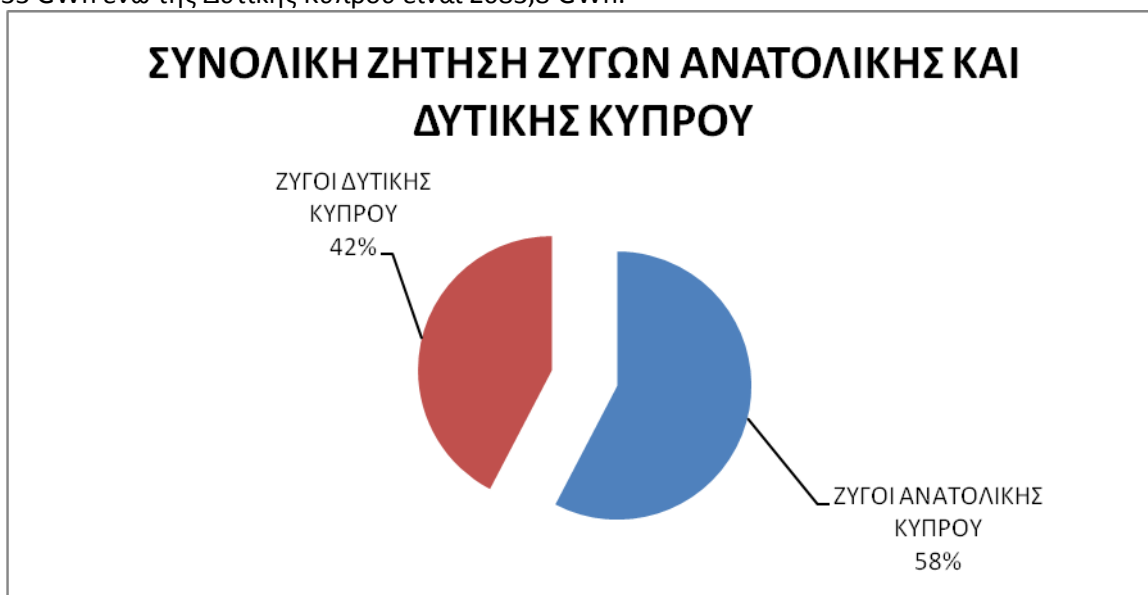


**Γράφημα 3-4 Ενεργειακή ζήτηση υποσταθμών του ΣΗΕ της δυτικής Κύπρου κατά το έτος 2010.**



**Γράφημα 3-5 Ενεργειακή ζήτηση υποσταθμών του ΣΗΕ της ανατολικής Κύπρου κατά το έτος 2010.**

Στο Γράφημα 3-6 παρουσιάζεται η συνολική ενεργειακή ζήτηση των ζυγών της Ανατολικής και Δυτικής Κύπρου. Ο διαχωρισμός των ζυγών σε Ανατολικούς και δυτικούς έχει γίνει με κέντρο το ζυγό Βασιλικός. Από το γράφημα παρατηρούμε ότι οι ζυγοί της Ανατολικής Κύπρου παρουσιάζουν περισσότερη ενεργειακή ζήτηση από τους ζυγούς της Δυτικής Κύπρου. Η ενεργειακή ζήτηση των ζυγών της Ανατολικής Κύπρου είναι 2838,33 GWh ενώ της Δυτικής Κύπρου είναι 2083,8 GWh.



**Γράφημα 3-6 Συνολική ενεργειακή ζήτηση των ζυγών της Ανατολικής κα Δυτικής Κύπρου.**

### 3.1.1.2 Γραμμές μεταφοράς

Το δίκτυο μεταφοράς της Κύπρου αποτελείται από: εναέριες γραμμές Υ.Τ των 132kV και 66kV αντίστοιχα, υπόγεια καλώδια Υ.Τ των 132kV και εναέριες γραμμές Υ.Τ των 132kV που λειτουργούν σε τάση 66kV. Στους Πιν. 3-9, Πιν. 3-10 παρουσιάζονται αναλυτικότερα τα στοιχεία των γραμμών ως προς τους ζυγούς σύνδεσης καθώς επίσης και ο αριθμός των γραμμών που υπάρχει μεταξύ των ζυγών.

| Ζυγός Αναχώρησης | Ζυγός Άφιξης             | Ονομαστική Τάση(kV) | Αριθμός Γραμμών |
|------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|
| Δεκέλεια         | Αλάμπρα                  | 132                 | 2               |
| Δεκέλεια         | Ε.Β.Ζώνη                 | 132                 | 1               |
| Δεκέλεια         | Λάρνακα                  | 132                 | 1               |
| Δεκέλεια         | Αγία Νάπα                | 132                 | 1               |
| Δεκέλεια         | Σωτήρα                   | 132                 | 1               |
| Σωτήρα           | Πρωταράς                 | 132                 | 1               |
| Αγία Νάπα        | Μελιζόνα                 | 132                 | 1               |
| Μελιζόνα         | Πρωταράς                 | 132                 | 1               |
| Λάρνακα          | Εμπορικό Κέντρο Λάρνακας | 132                 | 2               |
| Ε.Β.Ζώνη         | Διεθνής Αερολιμένας      | 132                 | 2               |
| Λάρνακα          | Ε.Β.Ζώνη                 | 132                 | 1               |
| Ε.Β.Ζώνη         | Αλεξίγρος                | 132                 | 1               |
| Ε.Β.Ζώνη         | Ψευδάς                   | 132                 | 1               |
| Ε.Β.Ζώνη         | Αλάμπρα                  | 132                 | 1               |
| Αλάμπρα          | Αθαλάσσα                 | 132                 | 2               |
| Βασιλικός        | Αλάμπρα                  | 132                 | 2               |
| Βασιλικός        | Τσέρι                    | 132                 | 2               |
| Βασιλικός        | Πολεμίδια                | 132                 | 2               |

|                    |                         |     |   |
|--------------------|-------------------------|-----|---|
| Βασιλικός          | Μονή                    | 132 | 2 |
| Βασιλικός          | Τσιμεντοποιία Βασιλικού | 132 | 2 |
| Αθαλάσσα           | Τσέρι                   | 132 | 1 |
| Αθαλάσσα           | Στρόβολος               | 132 | 1 |
| Αθαλάσσα           | Παπακώστας              | 132 | 2 |
| Αθαλάσσα           | Δασούπολις              | 132 | 2 |
| Στρόβολος          | Δασούπολις              | 132 | 1 |
| Στρόβολος          | Ιερατική Σχολή          | 132 | 2 |
| Ιερατική Σχολή     | Πρέντζας                | 132 | 1 |
| Πρέντζας           | Επαρχιακό Γραφείο       | 132 | 1 |
| Επαρχιακό Γραφείο  | Παπακώστας              | 132 | 1 |
| Επαρχιακό Γραφείο  | Δασούπολις              | 132 | 1 |
| Αθαλάσσα           | Λατσία                  | 132 | 1 |
| Τσέρι              | Λατσία                  | 132 | 1 |
| Τσέρι              | Λακατάμια               | 132 | 2 |
| Λακατάμια          | Κοκκινοτριμιθιά         | 132 | 1 |
| Λακατάμια          | Εργάτες                 | 132 | 1 |
| Κοκκινοτριμιθιά    | Ορούντα                 | 132 | 1 |
| Εργάτες            | Ορούντα                 | 132 | 1 |
| Μονή               | Αμαθούς                 | 132 | 1 |
| Μονή               | Γερμασόγια              | 132 | 1 |
| Μονή               | Άγιος Αθανάσιος         | 132 | 1 |
| Αμαθούς            | Γερμασόγια              | 132 | 1 |
| Γερμασόγια         | Άγιος Αθανάσιος         | 132 | 1 |
| Γερμασόγια         | Αγία Φύλα               | 132 | 1 |
| Αγία Φύλα          | Πολεμίδα                | 132 | 1 |
| Άγιος Αθανάσιος    | Πολεμίδα                | 132 | 1 |
| Άγιος Αθανάσιος    | Παλιό Μηχανοστάσιο      | 132 | 1 |
| Παλιό Μηχανοστάσιο | Ομόνοια                 | 132 | 1 |
| Ομόνοια            | Πολεμίδα                | 132 | 1 |
| Πολεμίδα           | Ανατολικό               | 132 | 1 |
| Πολεμίδα           | Ορείτες                 | 132 | 1 |
| Πολεμίδα           | Κολόσσι                 | 132 | 1 |
| Πολεμίδα           | Επισκοπή                | 132 | 1 |
| Ορείτες            | Ανατολικό               | 132 | 1 |
| Κολόσσι            | Αφροδίτη                | 132 | 1 |
| Αφροδίτη           | Ανατολικό               | 132 | 1 |
| Επισκοπή           | Πισσούρι                | 132 | 1 |
| Πισσούρι           | Ξεροπόταμος             | 132 | 1 |
| Ξεροπόταμος        | Ανατολικό               | 132 | 1 |
| Ανατολικό          | Χατζηπασχάλης           | 132 | 2 |
| Ανατολικό          | Νέα Πάφος               | 132 | 2 |
| Πόλις              | Ανατολικό               | 132 | 1 |

**Πιν. 3-9 Στοιχεία των γραμμών μεταφοράς του δικτύου της Κύπρου ονομαστικής τάσης 132kV.**

| Ζυγός Αναχώρησης | Ζυγός Άφιξης    | Ονομαστική Τάση(kV) | Αριθμός Γραμμών |
|------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Δεκέλεια         | Τρούλλοι        | 66                  | 1               |
| Δεκέλεια         | Άγιος Νικόλαος  | 66                  | 2               |
| Δεκέλεια         | Πύλα            | 66                  | 2               |
| Τρούλλοι         | Αθαλάσσα        | 66                  | 1               |
| Ορούντα          | Τεμβριά         | 66                  | 1               |
| Τεμβριά          | Καρβουνάς       | 66                  | 1               |
| Καρβουνάς        | Τριμίκλινη      | 66                  | 1               |
| Τριμίκλινη       | Ύψωνας          | 66                  | 1               |
| Ύψωνας           | Πολεμίδα        | 66                  | 2               |
| Μονή             | Πύργος          | 66                  | 1               |
| Πύργος           | Κοφίνου         | 66                  | 1               |
| Κοφίνου          | Μαρί            | 66                  | 1               |
| Ανατολικό        | Δρόμος Ακούρσου | 66                  | 1               |
| Δρόμος Ακούρσου  | Πόλις           | 66                  | 1               |

**Πιν. 3-10 Στοιχεία των γραμμών μεταφοράς του δικτύου της Κύπρου ονομαστικής τάσης 66kV.**

### 3.1.1.3 Στοιχεία αντιστάθμισης

Στο ηλεκτρικό δίκτυο της Κύπρου κατά το έτος 2010, υπήρχαν εγκατεστημένοι εγκάρσιοι πυκνωτές σε δέκα υποσταθμούς.

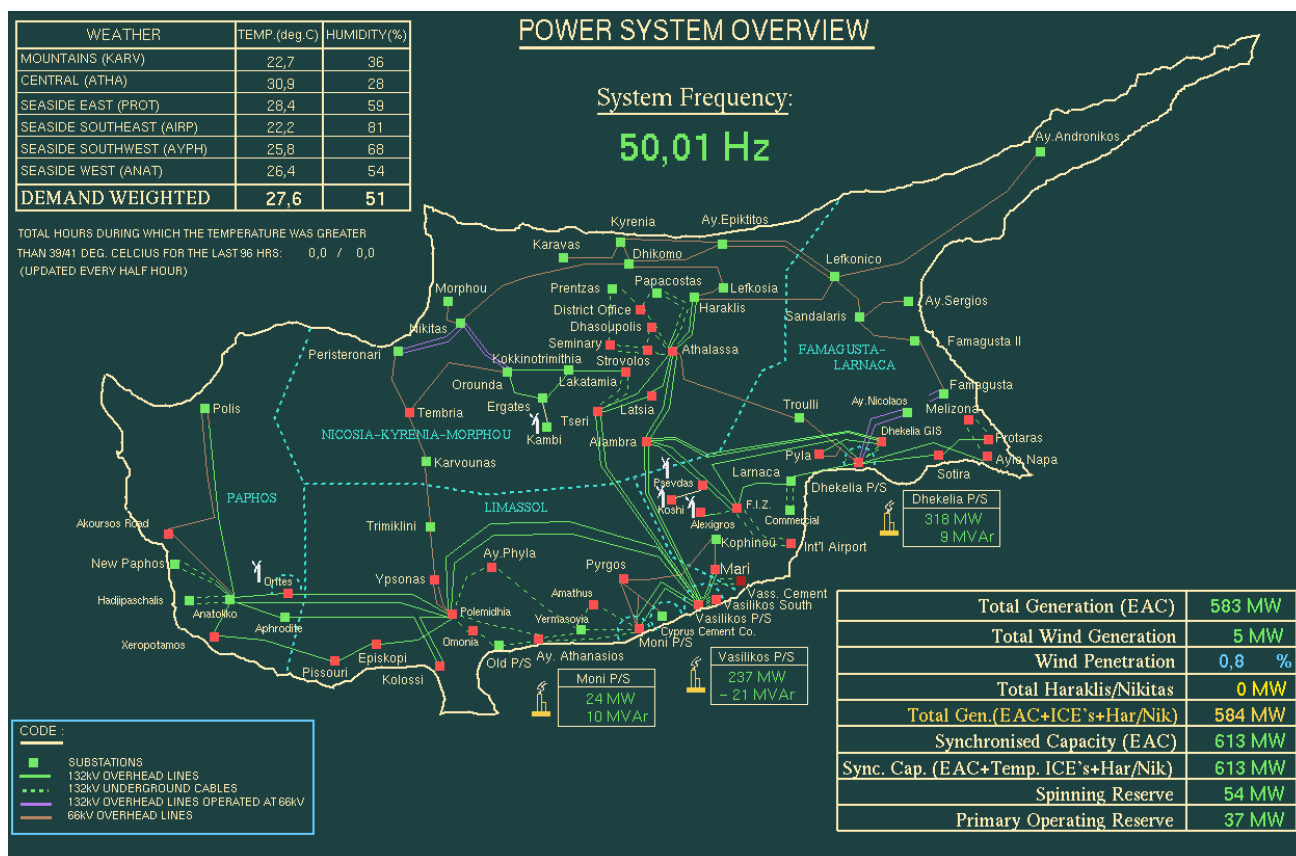
Στο Πιν. 3-11 παρουσιάζονται οι υποσταθμοί στους οποίους ήταν εγκατεστημένοι οι πυκνωτές καθώς επίσης και η εγκατεστημένη άεργος ισχύς των πυκνωτών αυτών.

| Υποσταθμός      | Εγκατεστημένη άεργος ισχύς (Mvar) |
|-----------------|-----------------------------------|
| Δρόμος Ακούρσου | 5,5                               |
| Αγία Φύλα       | 8,3                               |
| Κολόσσι         | 5,5                               |
| Λάρνακα         | 8,3                               |
| Ορούντα         | 8,3                               |
| Πόλις           | 2,78                              |
| Πολεμίδα        | 8,3                               |
| Σωτήρα          | 5,5                               |
| Στρόβολος       | 8,3                               |
| Γερμασόγεια     | 8,3                               |

**Πιν. 3-11 Εγκατεστημένοι πυκνωτές στο δίκτυο της Κύπρου.**

### 3.1.2 Μονογραμμικό διάγραμμα Ηλεκτρικού Δικτύου της Κύπρου

Στην Εικόνα 3-2 παρουσιάζεται το μονογραμμικό διάγραμμα του ηλεκτρικού δικτύου της Κύπρου. Στο διάγραμμα απεικονίζεται η διασύνδεση των ζυγών μεταφοράς του συστήματος με τους αντίστοιχους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού. Επίσης, διακρίνεται και η συνεισφορά των διασυνδεδεμένων αιολικών πάρκων στους ζυγούς μεταφοράς του συστήματος.



Εικόνα 3-2 Μονογραμμικό διάγραμμα ηλεκτρικού δικτύου της Κύπρου.<sup>15</sup>

## 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 km<sup>2</sup>. 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 πλείστον, 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 syriaca*). 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.[17]

Στην Εικόνα 3-3 φαίνεται η γεωγραφική θέση των νομαρχιακών διαμερισμάτων του νησιού ενώ στον Πιν. 3-12 παρουσιάζονται τα πληθυσμιακά χαρακτηριστικά κάθε Νομού ξεχωριστά.



Εικόνα 3-3 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. 3-12 Πληθυσμιακά χαρακτηριστικά νομαρχιακών διαμερισμάτων της Κρήτης(2011).

### 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.<sup>16</sup>

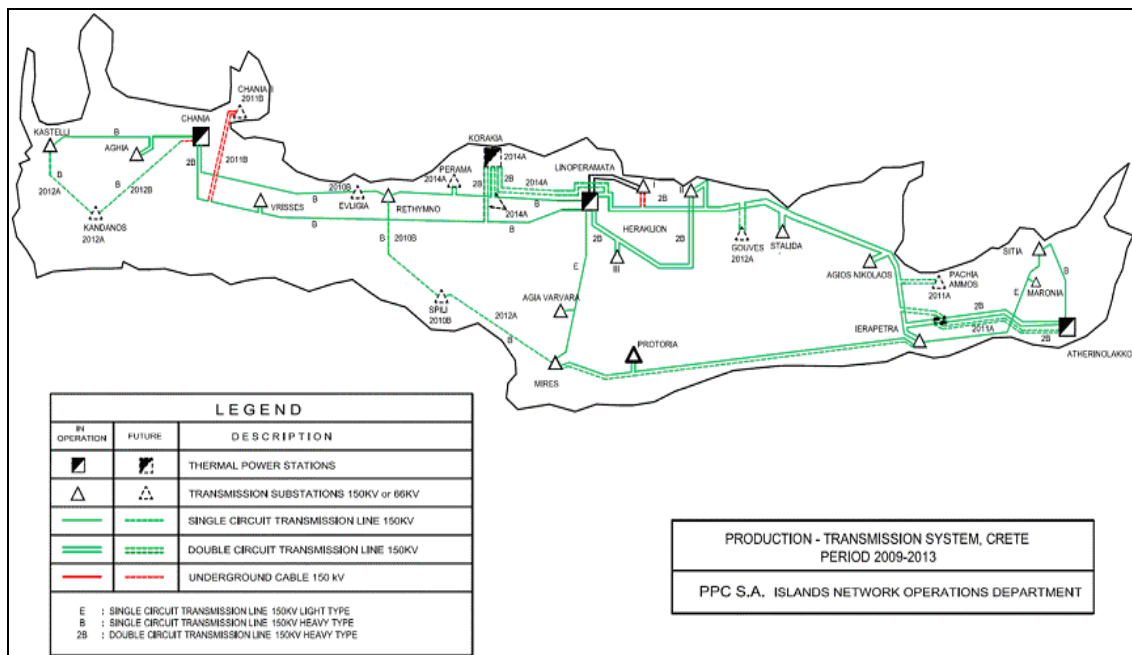
### 3.2.3 Γενικά χαρακτηριστικά Ηλεκτρικού Δικτύου Κρήτης

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 Α.Σ. (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 Η.Σ.Σ. (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 3-4.

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.Σ. (150 kV και 66 kV) και Μ.Σ. (20 kV).
- 17 Υποσταθμούς Υ.Σ.
- Κέντρο κατανομής Φορτίου (στον Υποσταθμό Ηράκλειο II) που χρησιμοποιεί σύστημα τηλεμετρήσεων SCADA.
- Δύο μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς.
- Αιολικά Πάρκα με σημαντικό βαθμό διείσδυσης στο σύστημα.
- Μεγάλο αριθμό Φ/Β Πάρκων.



**Εικόνα 3-4 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.

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.[17]

### 3.2.4 Χαρακτηριστικά ζήτηση φορτίου της Κρήτης

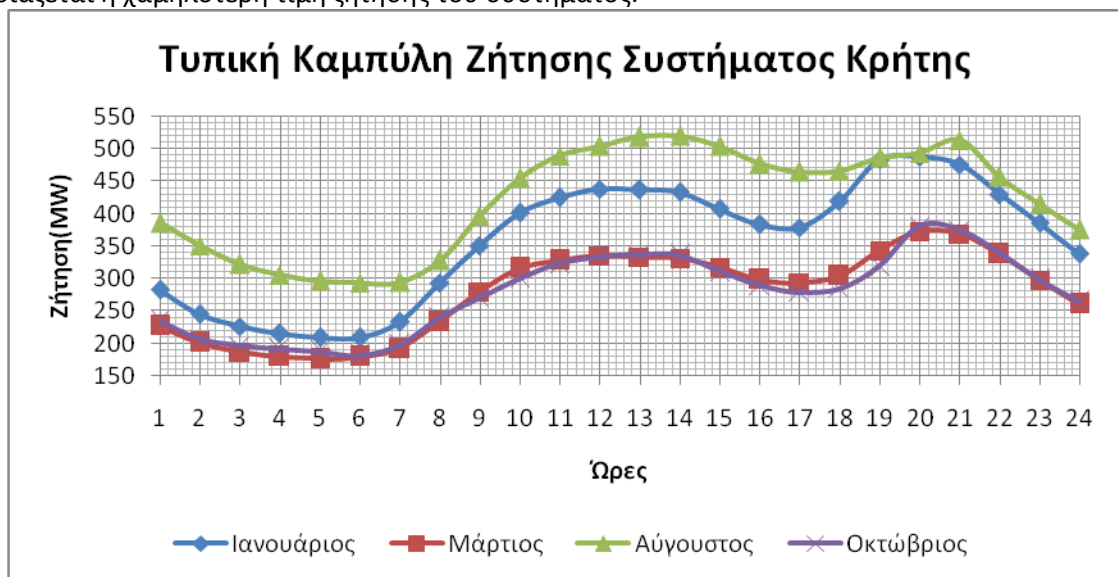
Η συνολική ζήτηση φορτίου για το έτος 2010, έφτασε τις 2,7 TWh και η αιχμή ήταν ίση με 577,9 MW και σημειώθηκε την 17<sup>η</sup> ημέρα του Ιουνίου στις 2:00 μ.μ ενώ η ελάχιστη ζήτηση ήταν 126 MW και σημειώθηκε την 11<sup>η</sup> ημέρα του Δεκεμβρίου στις 05:00.[23]

Στο Γράφημα 3-7 παρουσιάζεται η καμπύλη διάρκειας φορτίου για το έτος 2010 του ΣΗΕ Κρήτης.



**Γράφημα 3-7 Καμπύλη διάρκειας φορτίου για το ΣΗΕ Κρήτης το 2010.**

Στο Γράφημα 3-8 παρουσιάζονται οι τυπικές καμπύλες ζήτησης του ΣΗΕ Κρήτης για τις ημερομηνίες 26 Αυγούστου, 10 Μαρτίου, 3 Αυγούστου και 19 Οκτωβρίου του 2010. Παρατηρούμε ότι, η ζήτηση φορτίου κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα κατά τους θερινούς μήνες, καθώς όπως φαίνεται τον Αύγουστο σημειώνονται οι υψηλότερες τιμές της ζήτησης. Αντίστοιχα, της Άνοιξη και συγκεκριμένα τον Μάρτιο παρουσιάζεται η χαμηλότερη τιμή ζήτησης του συστήματος.



**Γράφημα 3-8 Τυπικές καμπύλες ζήτησης για το ΣΗΕ Κρήτης για διάφορους μήνες του έτους 2010.**

### 3.2.5 Στοιχεία παραγωγής Ηλεκτρικής ενέργειας για τη Κρήτη

#### 3.2.5.1 Στοιχεία για τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη 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 Αθρινόλακκο του νομού Λασιθίου, περίπου 25 χιλιόμετρα Νότια από τη πόλη της Σητείας.

Όπως και στην Κύπρο οι τρεις 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 άλλα 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.

Στον Πιν. 3-13 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι θερμικές μονάδες ανά Σταθμό Παραγωγής.

| Σταθμός Παραγωγής | Αεριοστρόβιλος | Ατμοστρόβιλος | Μηχανή Ντήζελ | Μονάδα Συνδυασμένου Κύκλου | Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς(MW) |
|-------------------|----------------|---------------|---------------|----------------------------|----------------------------------|
| Ηρακλείου         | 5              | 6             | 4             | -                          | 256                              |
| Χανίων            | 6              | -             | -             | 1                          | 348                              |
| Αθερινόλακου      | -              | 2             | 2             | -                          | 190                              |
| <b>Σύνολο</b>     |                |               |               |                            | <b>803</b>                       |

**Πιν. 3-13 Μονάδες ανά σταθμό παραγωγής στο ΣΗΕ Κρήτης.**

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).[23]

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.<sup>17</sup>

Στον Πιν. 3-14 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των συμβατικών μονάδων παραγωγής στο ΣΗΕ της Κρήτης.

|                             | ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ<br>ΙΣΧΥΣ (MW) | ΚΑΘΑΡΗ<br>ΙΣΧΥΣ (MW) | ΙΣΧΥΣ<br>ΘΕΡΟΥΣ<br>(MW) | ΤΕΧΝΙΚΟ<br>ΕΛΑΧΙΣΤΟ(MW) | ΚΑΥΣΙΜΟ |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------|
| <b>Α.Η.Σ.ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ</b>  |                          |                      |                         |                         |         |
| ΑΤΜ 1<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ      | 6                        | 6                    | 6                       | 4                       | Μαζούτ  |
| ΑΤΜ 2<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ      | 14                       | 14                   | 13                      | 8                       | Μαζούτ  |
| ΑΤΜ 3<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ      | 14                       | 14                   | 13                      | 8                       | Μαζούτ  |
| ΑΤΜ 4<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ      | 24                       | 24                   | 23                      | 18                      | Μαζούτ  |
| ΑΤΜ 5<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ      | 24                       | 24                   | 23                      | 18                      | Μαζούτ  |
| ΑΤΜ 6<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ      | 24                       | 24                   | 23                      | 18                      | Μαζούτ  |
| DIESEL 1<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ   | 11                       | 11                   | 11                      | 3                       | Μαζούτ  |
| DIESEL 2<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ   | 11                       | 11                   | 11                      | 3                       | Μαζούτ  |
| DIESEL 3<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ   | 11                       | 11                   | 11                      | 6                       | Μαζούτ  |
| DIESEL 4<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ   | 11                       | 11                   | 11                      | 3                       | Μαζούτ  |
| ΑΕΡ 1<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ      | 15                       | 15                   | 13                      | 3                       | Ντίζελ  |
| ΑΕΡ 2<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ      | 15                       | 15                   | 13                      | 3                       | Ντίζελ  |
| ΑΕΡ 3<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ      | 43                       | 43                   | 41                      | 5                       | Ντίζελ  |
| ΑΕΡ 4<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ      | 14                       | 14                   | 13                      | 3                       | Ντίζελ  |
| ΑΕΡ 5<br>ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΩΝ      | 28                       | 28                   | 25                      | 5                       | Ντίζελ  |
| <b>Α.Η.Σ. ΧΑΝΙΩΝ</b>        |                          |                      |                         |                         |         |
| ΣΥΝΔΙΑΣΜΕΝΟΣ<br>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  |
| <b>Α.Η.Σ. ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ</b> |                          |                      |                         |                         |         |
| DIESEL 1<br>ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ   | 51                       | 50                   | 50                      | 35                      | Μαζούτ  |
| DIESEL 2                    | 51                       | 50                   | 50                      | 25                      | Μαζούτ  |

|                        |            |            |            |    |        |
|------------------------|------------|------------|------------|----|--------|
| ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ          |            |            |            |    |        |
| ATM 1<br>ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ | 44         | 43         | 44         | 22 | Μαζούτ |
| ATM 2<br>ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΥ | 44         | 43         | 44         | 22 | Μαζούτ |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ</b>          | <b>803</b> | <b>783</b> | <b>740</b> |    |        |

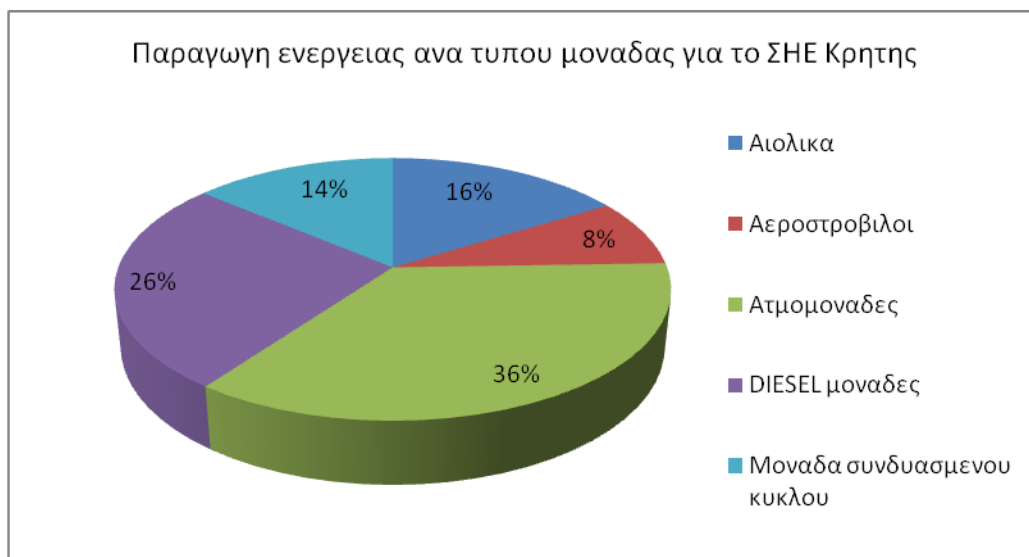
**Πιν. 3-14 Χαρακτηριστικά των μονάδων παραγωγής του ΣΗΕ Κρήτης.**

Στο Πιν. 3-15 παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά μερικών των μονάδων του ΣΗΕ Κρήτης όσον αφορά τη συμπεριφορά τους στην άεργο ισχύ. Για όσες δεν είχαμε δεδομένα τροποποιήθηκαν κατάλληλα οι υπάρχουσες μονάδες

|             | <b>Un (kV)</b> | <b>Sn(MVA)</b> | <b>Max MW</b> | <b>Min MW</b> | <b>Max MVAR</b> | <b>Min MVAR</b> |
|-------------|----------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|
| ATM1ΛΙΝ     | 15.75          | 7.8            | 6.2           | 3.9           | 3               | -1              |
| ATM2ΛΙΝ     | 15.75          | 18.75          | 15            | 7             | 11.3            | -5.2            |
| ATM3ΛΙΝ     | 15.75          | 18.75          | 15            | 7             | 11.3            | -5.2            |
| ATM4ΛΙΝ     | 6.3            | 31.25          | 25            | 13            | 14              | -2              |
| ATM5ΛΙΝ     | 6.3            | 31.25          | 25            | 14            | 14              | -10             |
| ATM6ΛΙΝ     | 6.3            | 31.25          | 25            | 14            | 14              | -10             |
| DIESEL1     | 10             | 15.3           | 11.8          | 3             | 9               | -4.5            |
| DIESEL2     | 10             | 15.3           | 11.8          | 3             | 9               | -4.5            |
| DIESEL3     | 10             | 15.3           | 11.8          | 3             | 9               | -4.5            |
| DIESEL4     | 10             | 15.3           | 11.8          | 3             | 9               | -4.5            |
| AEP1ΛΙΝ     | 6.3            | 19.1           | 15            | 3             | 13              | -1              |
| AEP2ΛΙΝ     | 6.3            | 19.1           | 15            | 3             | 13              | -1              |
| AEP1ΧΑΝ     | 6.3            | 21.3           | 14            | 3             | 8               | 2.5             |
| AEP4ΧΑΝ     | 11             | 26.75          | 18.8          | 3             | 15              | -15             |
| AEP5ΧΑΝ     | 11             | 39.8           | 28.1          | 5             | 20              | -14.1           |
| AEP11ΧΑΝ    | 11.5           | 79             | 58            | 2.41          | 35              | -5              |
| AEP12ΧΑΝ    | 11.5           | 79             | 58            | 2.41          | 35              | -5              |
| AEP6ΧΑΝ,Σ.Κ | 11.5           | 97.85          | 62.5          | 12            | 39              | -11.25          |
| AEP7ΧΑΝ Σ.Κ | 11.5           | 97.85          | 62.5          | 12            | 39              | -11.25          |

**Πιν. 3-15 Πίνακας με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονάδων της Κρήτης.[16]**

Στο Γράφημα 3-9 παρουσιάζονται συνολικά, τα ποσοστά παραγόμενης ενέργειας των μονάδων του νησιού, συμπεριλαμβανομένης και της αιολικής παραγωγής για το έτος 2010.



**Γράφημα 3-9 Ποσοστό παραγόμενης ενέργειας των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Κρήτης κατά το 2010.**

### 3.2.5.2 Στοιχεία για της μονάδες Α.Π.Ε 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 Πιν. 3-16 παρουσιάζονται οι μονάδες ΑΠΕ που έχει η Κρήτη καθώς και η εγκατεστημένη ισχύς τους, οι οποίες είναι διασυνδεδεμένες στο δίκτυο της Κρήτης.

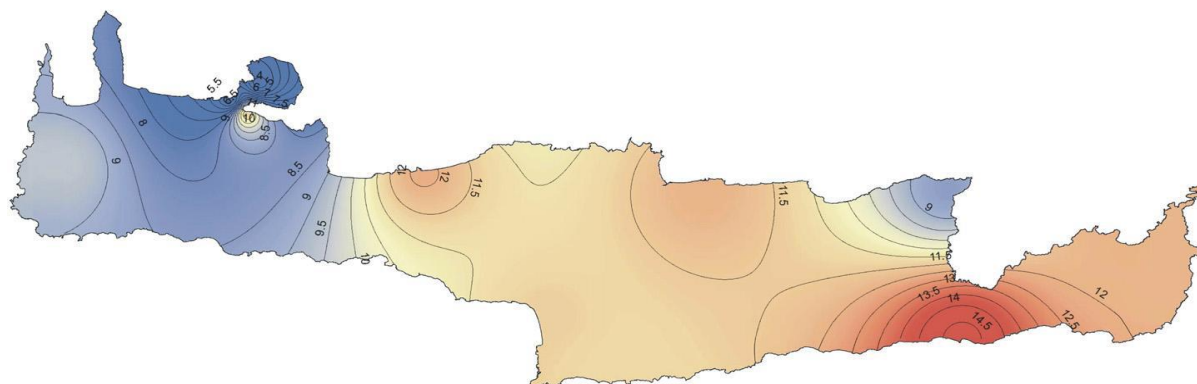
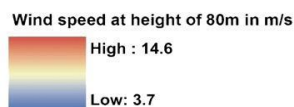
| Τύπος Μονάδας ΑΠΕ  | ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW) |
|--------------------|--------------------------|
| Αιολικά Πάρκα      | 183,54                   |
| Φωτοβολταϊκά Πάρκα | 74,37                    |
| Βιομάζα            | 0,4                      |
| Υδροηλεκτρικά      | 0,3                      |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΕ</b>  | <b>257,92</b>            |

**Πιν. 3-16 Εγκατεστημένη ισχύς Μονάδων ΑΠΕ της Κρήτης.<sup>18</sup>**

#### 3.2.5.2.1 Αιολικά Συστήματα ηλεκτροπαραγωγής στο ΣΗΕ της Κρήτης

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 ενδιαφέρον επενδυτών για την εγκατάσταση ακόμη περισσότερων.

Στην παρακάτω Εικόνα 3-5 παρουσιάζεται ο χάρτης του αιολικού δυναμικού της Κρήτης.



**Εικόνα 3-5 Χάρτης αιολικού δυναμικού της Κρήτης.[17]**

Όπως φαίνεται και από τη παραπάνω εικόνα μεγαλύτερο αιολικό δυναμικό εμφανίζεται σε περιοχές του Νομού Λασιθίου. Στην συντριπτική τους πλειονότητα οι εγκαταστάσεις Α/Π του νησιού βρίσκονται 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.

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 Αθρινόλακκο, 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.[17]

Στον παρακάτω Πιν. 3-17 παρουσιάζονται ο αριθμός των Α/Π που βρίσκονται εγκατεστημένα στην Κρήτη ανά νομό καθώς και η εγκατεστημένη ισχύς του κάθε Α/Π.

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

**Πιν. 3-17 Αριθμός αιολικών πάρκων στο ΣΗΕ Κρήτης ανά νομό.<sup>19</sup>**

Στον Πιν. 3-18 παρουσιάζονται αναλυτικότερα στοιχεία για τα αιολικά πάρκα της Κρήτης.

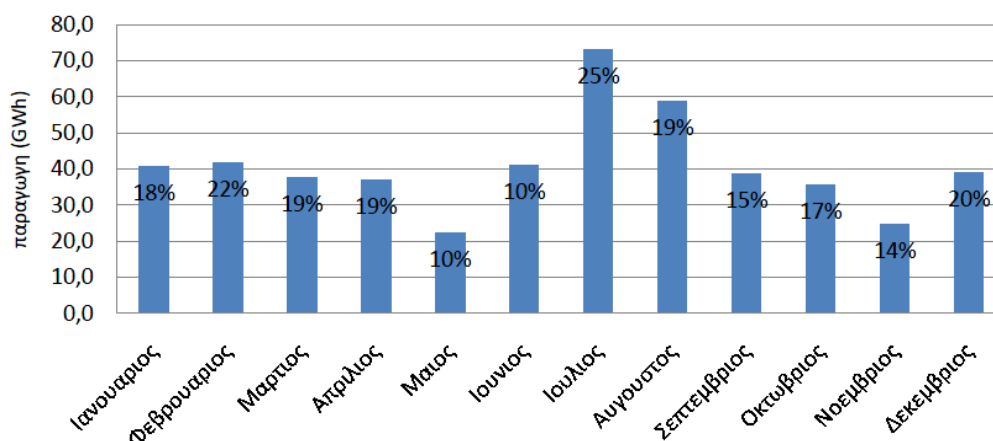
| A/A           | ΦΟΡΕΑΣ                          | ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ                                   | ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ<br>ΙΣΧΥΣ(MW) |       |
|---------------|---------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|-------|
| 1             | Δ.Ε.Η ΑΝΑΝΕΩΣΗΜΕΣ 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<br>ΑΒΕΕ    | Ξηρολίμνη (Αγριλίδια Μητάτου)<br>Ν.Λασιθίου | 30Χ0,60                    | 18,00 |
| 4             | ΑΕΟΛΟΣ Α.Ε                      | Χανδράς Λεύκης Ν.Λασιθίου                   | 18Χ0,55                    | 9,90  |
| 5             | ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ<br>ΑΧΛΑΔΙΩΝ Α.Ε   | Μαρωνιά Σητείας Ν.Λασιθίου                  | 20Χ0,50                    | 10,00 |
| 6             | ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ<br>ΑΧΛΑΔΙΩΝ Α.Ε   | Μαρωνιά Σητείας Ν.Λασιθίου                  | 20Χ0,50                    | 10,00 |
| 7             | ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ<br>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             | ΙWECO Α.Ε                       | Μεγάλη Βρύση Ν.Ηρακλείου                    | 9Χ0,55                     | 4,95  |
| 10            | ENERCON ΕΛΛΑΣ Α.Ε               | Πλατύβολα Αχλαδίων Δ.Σητείας<br>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<br>Ν.Λασιθίου     | 4Χ0,75                     | 3,00  |
| 13            | ΔΟΜΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε               | Βοσκερό Δ.Κρουσώνα<br>Ν.Ηρακλείου           | 7Χ0,85                     | 5,95  |
| 14            | ΕΝΤΕΚΑ Α.Ε                      | Ξηρολίμνη Ι Δ.Σητείας Ν.Λασιθίου            | 3Χ0,90                     | 2,70  |
| 15            | ΥΔΡΟΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ<br>Α.Ε       | Ρόβας Καστελίου Ν.Χανίων                    | 11Χ0,85                    | 9,35  |
| 16            | ΙWECO ΧΩΝΟΣ ΚΡΗΤΗΣ<br>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<br>ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε   | Αγ.Κύριλλος Δ.Γόρτυνας                      | 8Χ0,90                     | 7,20  |
| 22            | ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ<br>ΑΒΕΕ    | Καλόγηρος Δ.Γαζίου Ν.Ηρακλείου              | 6Χ0,60                     | 3,60  |
| 23            | ΑΝΕΜΟΣ ΑΛΚΥΟΝΙΟΣ<br>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  |
| <b>Σύνολο</b> |                                 |                                             | 173,94                     |       |

Πιν. 3-18 Αιολικά Πάρκα στο Σ.Η.Ε Κρήτης για το έτος 2012.

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.

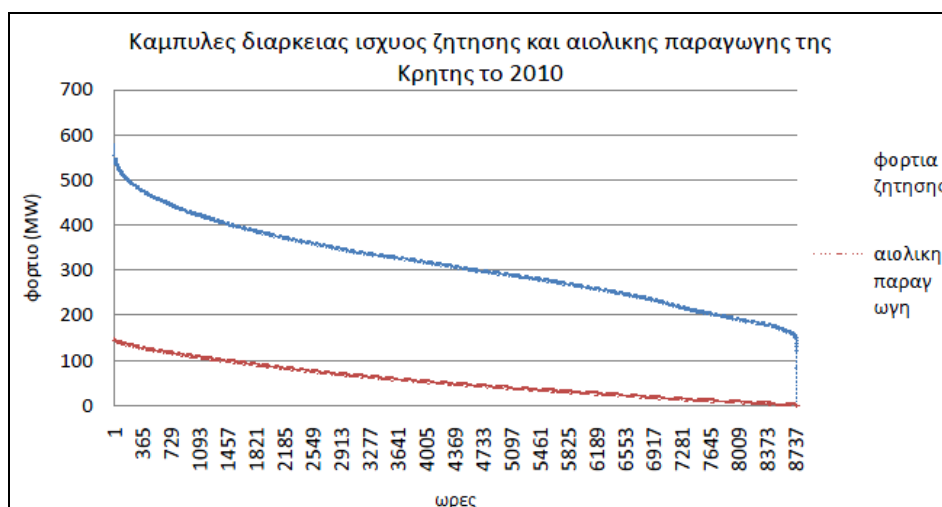
Στο παρακάτω Γράφημα 3-10 παρουσιάζεται η αιολική παραγωγή και διείσδυση ανά μήνα για το έτος 2010. Παρατηρούμε ότι ο μήνας με την μεγαλύτερη αιολική παραγωγή είναι ο Ιούλιος της τάξεως των 73180 MWh και παρουσιάζει και την μεγαλύτερη διείσδυση της τάξης του 25%. Αυτό οφείλεται στο ότι τον μήνα Ιούλιο και Αύγουστο η Κρήτη παρουσιάζει το υψηλότερο αιολικό δυναμικό του έτους.

**Αιολική παραγωγή και διείσδυση ανά μήνα στην Κρήτη το 2010**



**Γράφημα 3-10 Αιολική παραγωγή και διείσδυση ανά μήνα για το έτος 2010.**

Στα παρακάτω γραφήματα Γράφημα 3-11 παρουσιάζονται οι καμπύλες διάρκειας παραγωγής και διείσδυσης.



**Γράφημα 3-11 Καμπύλες διάρκειας ισχύος ζήτησης και αιολικής παράγωγης.**



**Γράφημα 3-12 Καμπύλη διάρκειας διείσδυσης αιολικών Κρήτης στο ΣΗΕ Κρήτης για το 2010.**

Αξίζει να σημειωθεί 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.

### 3.2.5.2.2 Φωτοβολταϊκά Συστήματα στο ΣΗΕ της Κρήτης

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 είναι μεγάλο με αποτέλεσμα η εγκατεστημένη ισχύς Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στο νησί, να έχει αυξηθεί κατακόρυφα τα τελευταία χρόνια.

Στον Πιν. 3-19 παρουσιάζεται η αδειοδοτημένη ισχύς για τα Φ/Π ανά νομό κατά το έτος 2010.

| Νομός         | Αριθμός Αδειοδοτημένων Φ/Β | Ισχύς Αδειοδοτημένων Φ/Β |
|---------------|----------------------------|--------------------------|
| Ηράκλειο      | 501                        | 35,91                    |
| Χανιά         | 200                        | 14,75                    |
| Λασιθί        | 262                        | 19,9                     |
| Ρέθυμνο       | 241                        | 18,26                    |
| <b>Σύνολο</b> | <b>1.204</b>               | <b>88,82</b>             |

**Πιν. 3-19 Αδειοδοτημένη ισχύς για Φωτοβολταϊκά Συστήματα ανά νομό το έτος 2010.**

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 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.[23]

### 3.2.5.2.3 Βιομάζα/Βιοαέριο στο ΣΗΕ της Κρήτης

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.[23]

#### **3.2.5.2.4 Μικρά Υδροηλεκτρικά στο ΣΗΕ της Κρήτης**

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<sub>2</sub> κατά 1.250 τόνους ετησίως.[23]

### **3.2.6 Στοιχεία διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας για το ΣΗΕ Κρήτης**

#### **3.2.6.1 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].

Στους Πιν. 3-20, Πιν. 3-21 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των υποσταθμών του ΣΗΕ Κρήτης μαζί με τα επίπεδα τάσεως των μετασχηματιστών τους.

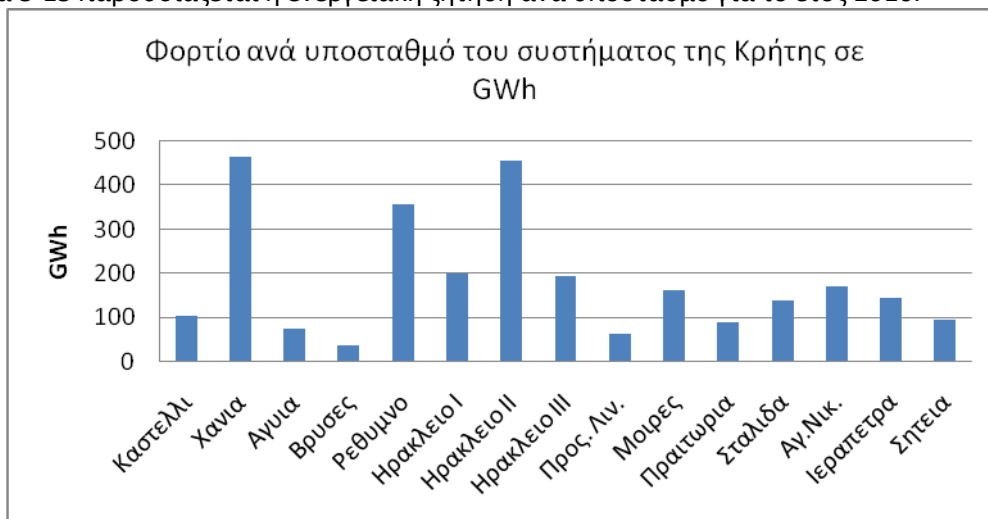
| ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ<br>ΑΝΥΨΩΣΕΩΣ | ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ<br>ΙΣΧΥΣ (MVA) | ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ<br>(kV/kV) | ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ |
|-------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ            | 1x25                         | 20/150                   | ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ         |
| ΣΗΤΕΙΑ                  | 1x50                         | 20/150                   | ΤΟΠΛΟΥ 1-2-3             |
|                         |                              |                          | ΡΟΚΑΣ                    |
|                         |                              |                          | ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ                |
|                         |                              |                          | ΕΝΤΕΚΑ                   |
|                         |                              |                          | ΟΑΣ                      |
|                         |                              |                          | ΙWECO ΧΟ                 |
| ΜΑΡΩΝΙΑ                 | 1x50                         | 20/150                   | ΑΙΟΛΟΣ                   |
|                         |                              |                          | ΑΝΕΜΟΕΣΣΑ                |
|                         |                              |                          | WRE                      |
|                         |                              |                          | ΑΧΛΑΔΙΑ                  |
|                         |                              |                          | ENERCON                  |
|                         |                              |                          | ΚΡΥΑ                     |

**Πιν. 3-20 Χαρακτηριστικά των υποσταθμών ανυψώσεως του ΣΗΕ Κρήτης.**

| ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ<br>ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ      | ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ<br>ΙΣΧΥΣ (MVA) | ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΑΣΗΣ<br>(kV/kV) | ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ |
|--------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ΣΗΤΕΙΑ                         | 2x12,50                      | 150/20                   | -                        |
| ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ                      | 2x25                         | 150/20                   | -                        |
| ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ                 | 2x25                         | 150/20                   | ΠΛΑΣΤΙΚΑ                 |
| ΣΤΑΛΙΔΑ                        | 2x25                         | 150/20                   | -                        |
| ΠΡΑΙΤΩΡΙΑ                      | 2x25                         | 150/20                   | -                        |
| ΜΟΙΡΕΣ                         | 2x25                         | 150/20                   | ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗ          |
|                                |                              |                          | ΙWECO                    |
|                                |                              |                          | ΜΟΙΡΩΝ ΑΕ                |
| ΗΡΑΚΛΕΙΟ Ι (υπό<br>αναβάθμιση) | 2x25                         | 66/20                    | -                        |
| ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΙΙ                    | 3x50                         | 150/20                   | -                        |
| ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΙΙΙ                   | 2x50                         | 150/20                   | ΡΟΚΑΣ                    |
|                                |                              |                          | ΔΟΜΙΚΗ                   |
| ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ                   | 1x25                         | 150/20                   | -                        |
| ΡΕΘΥΜΝΟ                        | 2x25                         | 150/20                   | ΑΚΟΥΜΙΑ                  |
|                                | 1x50                         | 150/20                   |                          |
| ΧΑΝΙΑ                          | 3x50                         | 150/20                   | -                        |
| ΑΓΥΙΑ                          | 2x50                         | 150/20                   | ENVITEC ΒΑΡΔΙΑ           |
|                                |                              |                          | ENVITEC ΒΑΤΑΛΙ           |
| ΒΡΥΣΕΣ                         | 2x25                         | 150/20                   | -                        |
| ΚΑΣΤΕΛΙ                        | 2x25                         | 150/20                   | ΥΔΡΟΑΙΟΛΙΚΗ              |
|                                |                              |                          | ΑΝΕΜΟΣ ΑΛΚΥΟΝΩΣ          |

**Πιν. 3-21 Χαρακτηριστικά των υποσταθμών υποβιβασμού του ΣΗΕ Κρήτης.[17]**

Στο Γράφημα 3-13 παρουσιάζεται η ενεργειακή ζήτηση ανά υποσταθμό για το έτος 2010.



**Γράφημα 3-13 Ενεργειακή ζήτηση ανά υποσταθμό του ΣΗΕ Κρήτης για το έτος 2010.**

### 3.2.6.2 Γραμμές μεταφοράς

Οι γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Κρήτης είναι γραμμές μεταφοράς Υ.Τ. των 150 και 66 kV αντίστοιχα. Στον Πιν. 3-22 παρουσιάζονται αναλυτικότερα τα στοιχεία των γραμμών μεταφοράς ως προς τους ζυγούς σύνδεσης. 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.

| 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 (α)  | 66             | Ελαφρώς       | 6,788      | 51,40                  | 1,2430 | 8,6688   | 0,0615 |
| ΛΙΝΟΠΕΡ.         | ΗΡΑΚΛ.Ι b)   | 66             | Ελαφρώς       | 8,633      | 51,40                  | 1,5903 | 11,091   | 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 | 47,425   | 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 |

**Πιν. 3-22 Στοιχεία των γραμμών μεταφοράς του δικτύου της Κρήτης.[17]**

### 3.2.6.3 Στοιχεία αντιστάθμισης

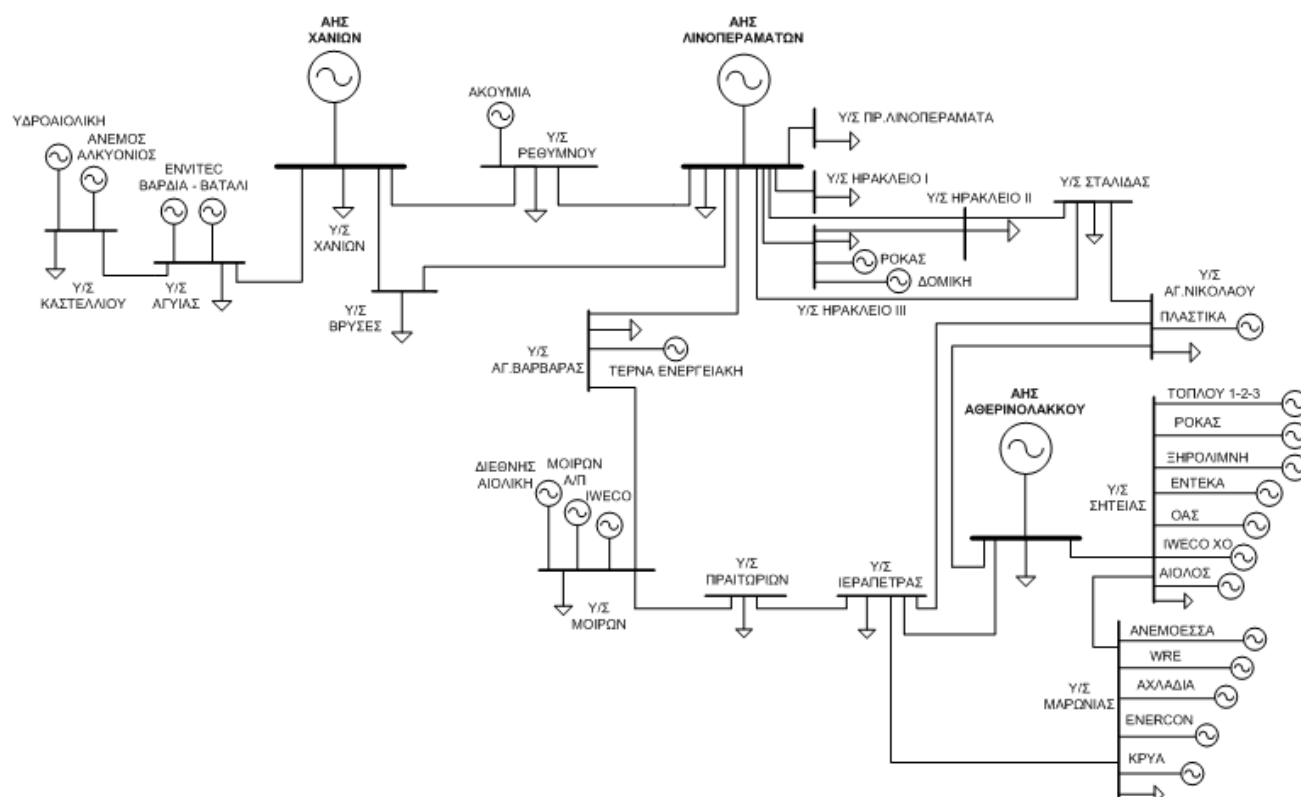
Στο Πιν. 3-23 παρουσιάζονται οι πυκνωτές αντιστάθμισης άεργου ισχύος και ο αντίστοιχοι υποσταθμοί στους οποίους είναι εγκατεστημένοι.

| Υποσταθμοί     | Εγκατεστημένη άεργος ισχύς(Mvar) |
|----------------|----------------------------------|
| Σητεία         | 2                                |
| Ιεράπετρα      | 3                                |
| Άγιος Νικόλαος | 11                               |
| Σταλίδα        | 13                               |
| Μοίρες         | 21,5                             |
| Ρέθυμνο        | 13,8                             |
| Ηράκλειο       | 30                               |
| Χανιά          | 6                                |
| Καστέλι        | 10,7                             |

Πιν. 3-23 Πυκνωτές αντιστάθμισης του ΣΗΕ της Κρήτης.

### 3.2.7 Μονογραμμικό διάγραμμα του Ηλεκτρικού Δικτύου της Κρήτης

Στην Εικόνα 3-6 παρουσιάζεται το μονογραμμικό διάγραμμα του ηλεκτρικού δικτύου της Κρήτης. Στο διάγραμμα απεικονίζεται η διασύνδεση των ζυγών μεταφοράς του συστήματος με τους αντίστοιχους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού. Επίσης, διακρίνεται και η συνεισφορά των διασυνδεδεμένων αιολικών πάρκων στους ζυγούς μεταφοράς του συστήματος.



Εικόνα 3-6 Μονογραμμικό διάγραμμα ηλεκτρικού δικτύου της Κρήτης.

## 4. Λογισμικό προσομοίωσης

Το **Power World** είναι ένα πρόγραμμα προσομοίωσης συστημάτων ισχύος με σκοπό να λύνει το πρόβλημα της ροής φορτίου και προβλήματα οικονομικής κατανομής, σχεδιασμένο έτσι ώστε να είναι ιδιαίτερα αλληλεπιδραστικό και φιλικό προς το χρήστη. Διαθέτει τις απαραίτητες δυνατότητες να χρησιμοποιηθεί για επιστημονική ανάλυση από ένα μηχανικό αλλά ταυτόχρονα λόγω της ικανότητας αλληλεπίδρασης του με τον χρήστη και της χρήσης γραφικών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανάλυση και κατανόηση της λειτουργίας από μη-τεχνικά ακροατήρια. Πρόκειται ουσιαστικά για μια περιεκτική, ικανότατη μηχανή που παρέχει λύση για ροές ισχύος σε ένα σύστημα ικανή να χειριστεί συστήματα μέχρι και 100.000 ζυγών. Ταυτόχρονα επιτρέπει στον χρήστη να παρακολουθεί το σύστημα και τις αλληλεπιδράσεις των στοιχείων που το αποτελούν, μέσω χρωματισμένων κινούμενων (animated) μονογραμμικών διαγραμμάτων ενισχυμένων με την δυνατότητα εστίασης και μετακίνησης ή περιήγησης στο εκάστοτε μοντέλο. Τα μοντέλα συστημάτων ισχύος μπορούν να τροποποιηθούν ή να σχεδιαστούν από την αρχή ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη με βάση τα χαρακτηριστικά των γραφικών του προγράμματος. Έτσι για παράδειγμα, γραμμές μεταφοράς μπορούν να ανοίξουν ή να κλείσουν, μια νέα γραμμή ή παραγωγή μπορεί να εισαχθεί σε ένα ήδη υπάρχον μοντέλο και νέες ανταλλαγές ισχύος μπορούν να καταρτισθούν απλά με μερικά κλικ του ποντικιού. Η εκτεταμένη χρήση γραφικών και κίνησης αυξάνει κατά πολύ την κατανόηση των χαρακτηριστικών, των προβλημάτων και των περιορισμών ενός μοντέλου ισχύος από τον χρήστη ενώ παράλληλα δίνει και ισοδύναμα κατανοητούς τρόπους αντιμετώπισης αυτών. Το βασικό πακέτο του **Power World**, πέρα από την προαναφερθείσα ικανότητα χειρισμού μοντέλων με ζυγούς της τάξεως των 100.000, περιλαμβάνει και τα απαραίτητα εργαλεία για την εκτέλεση ολοκληρωμένης οικονομικής κατανομής φορτίου, οικονομικής ανάλυσης της ανταλλαγής ισχύος μεταξύ περιοχών του μοντέλου, υπολογισμού των παραγόντων συμμετοχής (PTDF), ανάλυσης βραχυκυκλωμάτων και διαταραχών. Ακόμα, προσφέρει εργαλεία για τη βέλτιστη ροή ισχύος με περιορισμούς ασφαλείας, για τη διαθέσιμη ικανότητα μεταφοράς, και ένα εργαλείο για τον αυτόματο έλεγχο της παραγωγής.

Όσον αφορά τις δυνατότητες του προγράμματος αξίζει να αναφερθούν τα παρακάτω:

- Υποστηρίζει τη λεπτομερή μοντελοποίηση μετασχηματιστών με σύστημα αλλαγής τάσης υπό φορτίο και αλλαγής φάσης, διακοπών, καμπύλων ενεργού και αέργου ικανότητας φόρτισης γεννητριών, καμπυλών κόστους γεννητριών, προγραμμάτων φορτίων, προγραμμάτων ανταλλαγής ισχύος, γραμμών συνεχούς ρεύματος και απομακρυσμένου ελέγχου τάσης ζυγών.
- Είναι δυνατή η αξιολόγηση όχι μόνο των τεχνικών πτυχών μιας αλλαγής (π.χ. ανακατανομή φορτίου) αλλά και της οικονομικής σημασίας της αλλαγής.
- Ενσωματώνει τον αυτόματο έλεγχο παραγωγής περιοχής (Automatic Generation Control – AGC) στην επίλυση της ροής φορτίου, προσφέροντας τρεις διαφορετικούς τρόπους ελέγχου: με ένα ζυγό ταλάντωσης, διανεμημένο έλεγχο με πολλαπλούς ζυγούς ταλάντωσης (με χρήση των συντελεστών συμμετοχής των ζυγών) και οικονομική κατανομή φορτίου. Ταυτόχρονα, ο τύπος του ελέγχου AGC είναι δυνατόν να διαφέρει από περιοχή σε περιοχή (πχ δυνατότητα χρησιμοποίησης της οικονομικής κατανομής φορτίου σε εκείνες μόνο τις περιοχές όπου είναι γνωστές οι πληροφορίες για τις δαπάνες). Η χρήση του ελέγχου AGC καθιστά τη διαδικασία της επίλυσης σαφώς γρηγορότερη.
- Στη γραφική απεικόνιση του συστήματος και των ροών φορτίου, τα βέλη στις γραμμές, στα φορτία και στις γραμμές μεταφοράς είναι μεγαλύτερα και κινούνται ταχύτερα ανάλογα με το μέγεθος και την κατεύθυνση της ροής ισχύος. Παράλληλα, με την χρήση των pie charts (διαγράμματα πίτας), είναι άμεση η δυνατότητα ελέγχου των υπερφορτίσεων των γραμμών, καθώς η ροή φαίνεται ως ποσοστό της πλήρους φόρτισης της γραμμής.

- Το εξαιρετικά εύχρηστο γραφικό περιβάλλον βοηθά τόσο στην χρησιμοποίηση του ίδιου του προγράμματος, όσο και στην επεξεργασία και ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Μέσα από τα μονογραμμικά διαγράμματα του προσομοιωτή και τους διαλόγους πληροφοριών καθίσταται δυνατή η δημιουργία και ο έλεγχος σωστής λειτουργίας ενός συστήματος γραφικά. Κατά τη λειτουργία edit mode δημιουργείται ή τροποποιείται το σύστημα, και κατά τη λειτουργία run mode το σύστημα «τρέχει» και οπτικοποιούνται τα αποτελέσματα.
- Η αυτοματοποιημένη διαδικασία εισαγωγής στοιχείων (γεννητριών, γραμμών, Μ/Σ, φορτίων κλπ) έχει ως αποτέλεσμα την μεγάλη ταχύτητα δημιουργίας σχεδίων, ειδικά μετά από μικρή εμπειρία χρήσης του προγράμματος. Ταυτόχρονα, είναι δυνατή η λεπτομερής απεικόνιση και ανάλυση του συστήματος, και η εύκολη χρήση των λειτουργιών μεγέθυνσης.
- Οι διακόπτες σε οποιοδήποτε σημείο του συστήματος ανοίγουν ή κλείνουν με ένα απλό πάτημα, γεγονός το οποίο διευκολύνει ιδιαίτερα τη συνολική εποπτεία των αλλαγών ή προβλημάτων που προκαλούνται στο σύστημα με την απομόνωση ή επαναλειτουργία κλάδων ή υποσυστημάτων του συστήματος (κυρίως σε ό,τι αφορά στις γεννήτριες και στα φορτία).
- Παρέχονται εργαλεία για τον υπολογισμό ευαίσθητων σημείων. Για παράδειγμα, αυτά μπορεί να είναι οι παράγοντες διανομής μεταφοράς ισχύος, οι ευαισθησίες ροής στη γραμμή μεταφοράς, ή η ευαισθησία των απωλειών
- Δίνεται η δυνατότητα παραγωγής ισοϋψών χαρτών, οι οποίοι παρέχουν πληροφορίες για την ποικιλομορφία των τάσεων, των φορτίων, των ευαισθησιών απωλειών και ροής, του οριακού κόστους.
- Περιέχονται εργαλεία ανάλυσης πιθανότητας διαταραχών που βοηθούν στην αναγνώριση προβλημάτων. Η ανάλυση πιθανότητας διαταραχών γίνεται με την εφαρμογή μιας πλήρους ροής φορτίου για κάθε πιθανότητα με αυξανόμενη ακρίβεια. Στη συνέχεια καταρτίζονται κατάλογοι ενδεχομένων και σχετικών παραβιάσεων και δίνεται η δυνατότητα της ευέλικτης επεξεργασίας των καταλόγων ώστε να ικανοποιούνται δεδομένα κριτήρια.
- Δίνεται, πέρα από τη δυνατότητα γραφικής αναπαράστασης, και η δυνατότητα παρουσίασης και επεξεργασίας των στοιχείων υπό μορφή πινάκων, σε λογιστικό φύλλο. Οι πίνακες, εκτός από τις δυνατότητες ταξινόμησης και αντιγραφής των στοιχείων, αποτελούν ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για τον έλεγχο των δεδομένων και τυχόν λαθών, που δεν είναι πάντα εύκολο να εντοπιστούν στη γραφική αναπαράσταση.
- Είναι δυνατή η αποθήκευση των εγγράφων σε μορφή HTML, και η εκτύπωση υψηλής ευκρίνειας διαγραμμάτων στον εκτυπωτή. Υποστηρίζεται τέλος μια γλώσσα προγραμματισμού που επιτρέπει την αυτοματοποίηση συχνών εργασιών και την οργάνωσή τους, ώστε να διευκολύνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων.
- Δίνεται η δυνατότητα συνεργασίας με πρόγραμμα GIS.<sup>20</sup>

Για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκε η ακαδημαϊκή έκδοση των 40-ζυγών η οποία είναι διαθέσιμη στη σελίδα του Power World.<sup>21</sup>

## 4.1 Εισαγωγή στοιχείων/κατασκευή του συστήματος (edit mode)

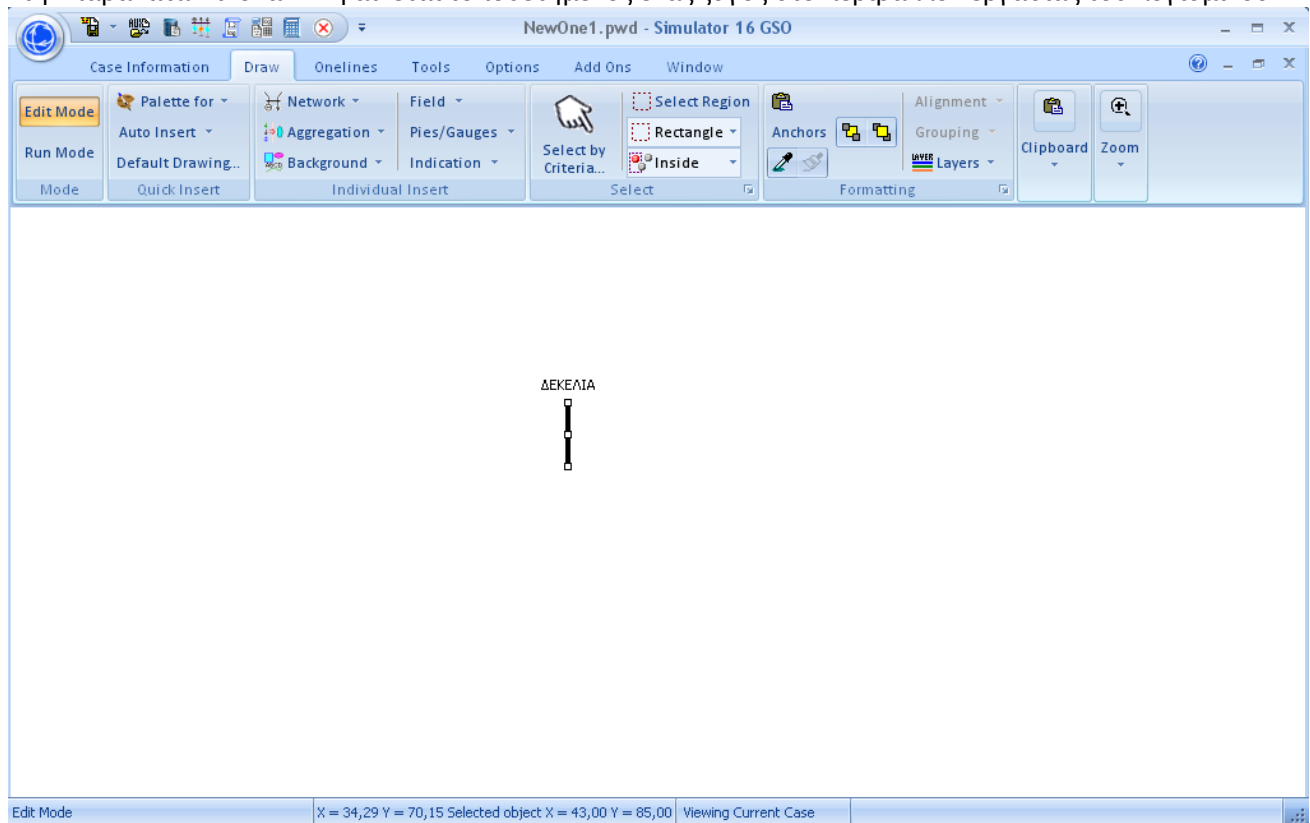
### 4.1.1 Ζυγός

Το κυριότερο στοιχείο ενός συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας είναι ο ζυγός(bus). Οι ζυγοί χρησιμοποιούνται για να αποτυπώσουν σημεία συνδέσεων στους υποσταθμούς, όπου συνδέονται οι



διάφορες συσκευές. Για την εισαγωγή του ζυγού επιλέγουμε από το μενού **Draw Network bus** και διαλέγουμε τη θέση εισαγωγής.

Στην παρακάτω Εικόνα 4-1 φαίνεται τοποθετημένος ένας ζυγός στο περιβάλλον εργασίας του λογισμικού.



**Εικόνα 4-1 Τοποθέτηση ενός ζυγού στην επιφάνια εργασίας.**

Στην καρτέλα του ζυγού που εμφανίζεται εισάγουμε τα δεδομένα του ζυγού, τα κυριότερα από τα οποία είναι :

- Όνομα και αριθμός ζυγού.
- Μορφή απεικόνισης στην επιλογή display (μέγεθος, πάχος, πλάτος κλπ).
- Ονομαστική τάση.

Πληροφορίες για το αν ο ζυγός αποτελεί ζυγό ταλάντωσης ή αναφοράς. Ο ζυγός αναφοράς, ο οποίος είναι ζυγός παραγωγής, χρησιμεύει για να αντισταθμίσει τις –άγνωστες αρχικά- απώλειες του δικτύου και για την άμεση αντιμετώπιση των μεταβολών ισχύος. Σ' αυτόν το ζυγό επιβάλλουμε σταθερή κατά μέτρο γωνία και τάση και προσδιορίζουμε τις ισχύεις παραγωγής.

Ένας τουλάχιστον ζυγός το δικτύου πρέπει να οριστεί ως ζυγός ταλάντωσης (slack bus) και να οριστεί η γωνία και η τάση του, συνήθως 1αμ με γωνιά 0 μοίρες. Για τους υπόλοιπους ζυγούς οι τιμές που ορίζονται για γωνία και τάση δεν έχουν μεγάλη σημασία καθώς οι τιμές αυτές υπολογίζονται κατά την επίλυση της ροής φορτίου και αντικαθίστανται. Σε αυτόν τον ζυγό θα πρέπει οπωσδήποτε να τοποθετηθεί γεννήτρια κατά τα περιγραφόμενα στην επόμενη παράγραφο. Η παραγωγή της γεννήτριας αυτή αφήνεται ελεύθερη ώστε να πάρει την τιμή που απαιτείται για τη σύγκλιση της ροής φορτίου.

Στην παρακάτω Εικόνα 4-2 έχουμε τη καρτέλα εισαγωγής δεδομένων.

Bus Options

Αριθμός ζυγού → Bus Number: 1

Όνομα ζυγού → Bus Name: ΔΕΚΕΛΙΑ

Όνομαστική τάση ζυγού → Nominal Voltage: 132,0 kV

περιοχή ζυγού → Area: 1

Τάση ανά μονάδα και γωνία τάσης ζυγού → Bus Voltage: Voltage (p.u.): 0,0000, Angle (degrees): 0,000

Τσεκάρισμα αν ο ζυγός είναι ζυγός ταλάντωσης → ☐ System Slack Bus

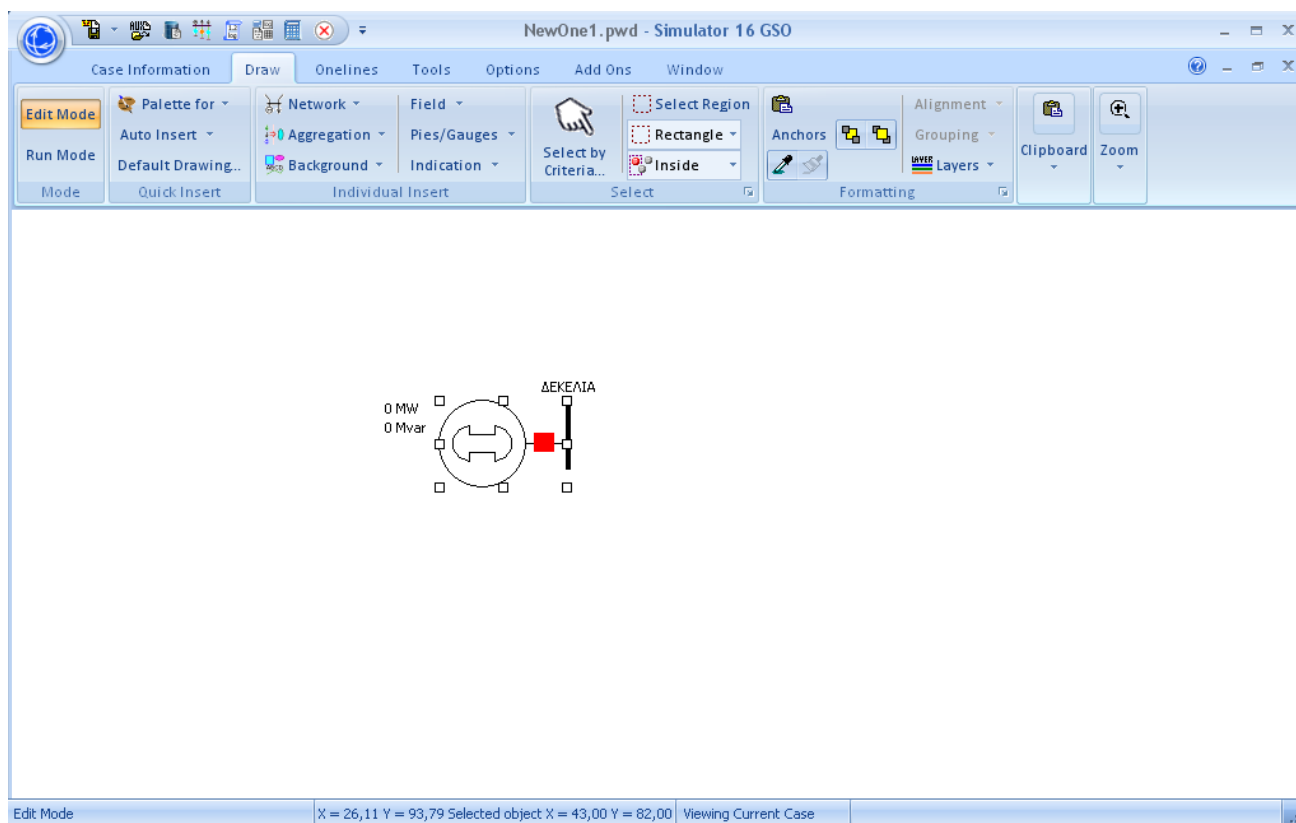
Buttons: OK, Save, Cancel

Εικόνα 4-2 Τα χαρακτηριστικά του μενού ζυγός (bus).

#### 4.1.2 Γεννήτρια

Για την εισαγωγή γεννήτριας, αντίστοιχα με το ζυγό, επιλέγουμε στο μενού **Draw** → **Network** → **generator** και διαλέγουμε το ζυγό στον οποίο θα εισάγουμε την γεννήτρια. Αν θέλουμε να εισάγουμε ανεμογεννήτρια ή γεννήτρια που κινείται με πυρηνική ενέργεια το σχήμα της γεννήτριας μπορεί να μεταβληθεί ανάλογα με το τύπο της.

Στη παρακάτω Εικόνα 4-3 φαίνεται η τοποθέτηση της γεννήτριας σε ζυγό.

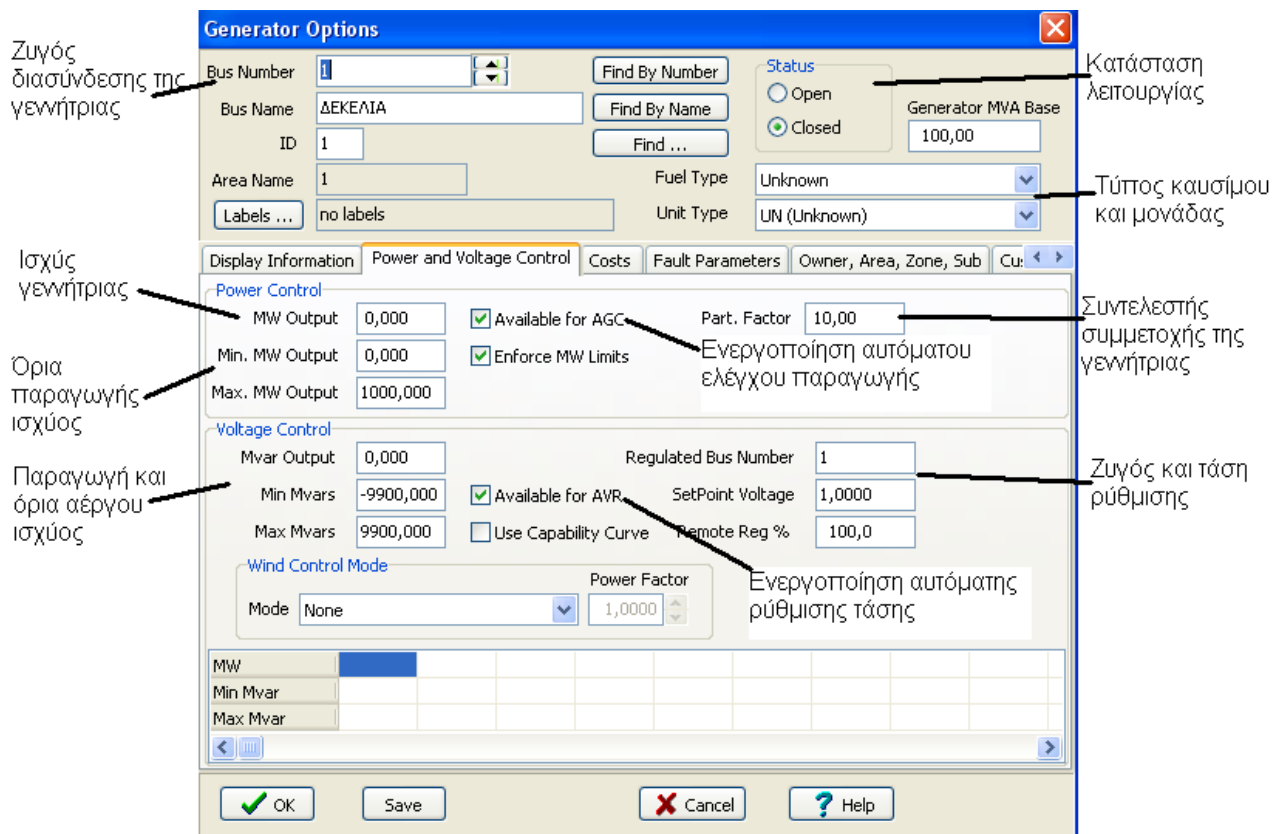


**Εικόνα 4-3 Το περιβάλλον εργασίας μετά τη τοποθέτηση γεννήτριας.**

Μετά την εισαγωγή της γεννήτριας εμφανίζεται η καρτέλα εισαγωγής δεδομένων της γεννήτριας. Τα κυριότερα από τα δεδομένα της γεννήτριας είναι:

- Τα όρια λειτουργίας της γεννήτριας(ελάχιστη/ μέγιστη παραγωγή ).
- Παραγωγή ενεργού ισχύος.
- Αν η γεννήτρια χρησιμοποιείται από τον αυτόματο έλεγχο παραγωγής(AGC).
- Το πόσο γρήγορα αλλάζει η παραγωγή της γεννήτριας.
- Αν έχει έλεγχο για τη διατήρηση σταθερής τάσης εξόδου (AVR).
- Τα όρια μέσα στα οποία μπορεί να παραλάβει ή να παράξει άεργο ισχύ.
- Η μορφή απεικόνισης (στην επιλογή display).
- Ο ζυγός στον οποίο συνδέεται η γεννήτρια.

Στην παρακάτω Εικόνα 4-4 παρουσιάζεται η καρτέλα εισαγωγής της γεννήτριας καθώς και τα σημαντικότερα στοιχεία τα οποία περιλαμβάνονται σε αυτή.

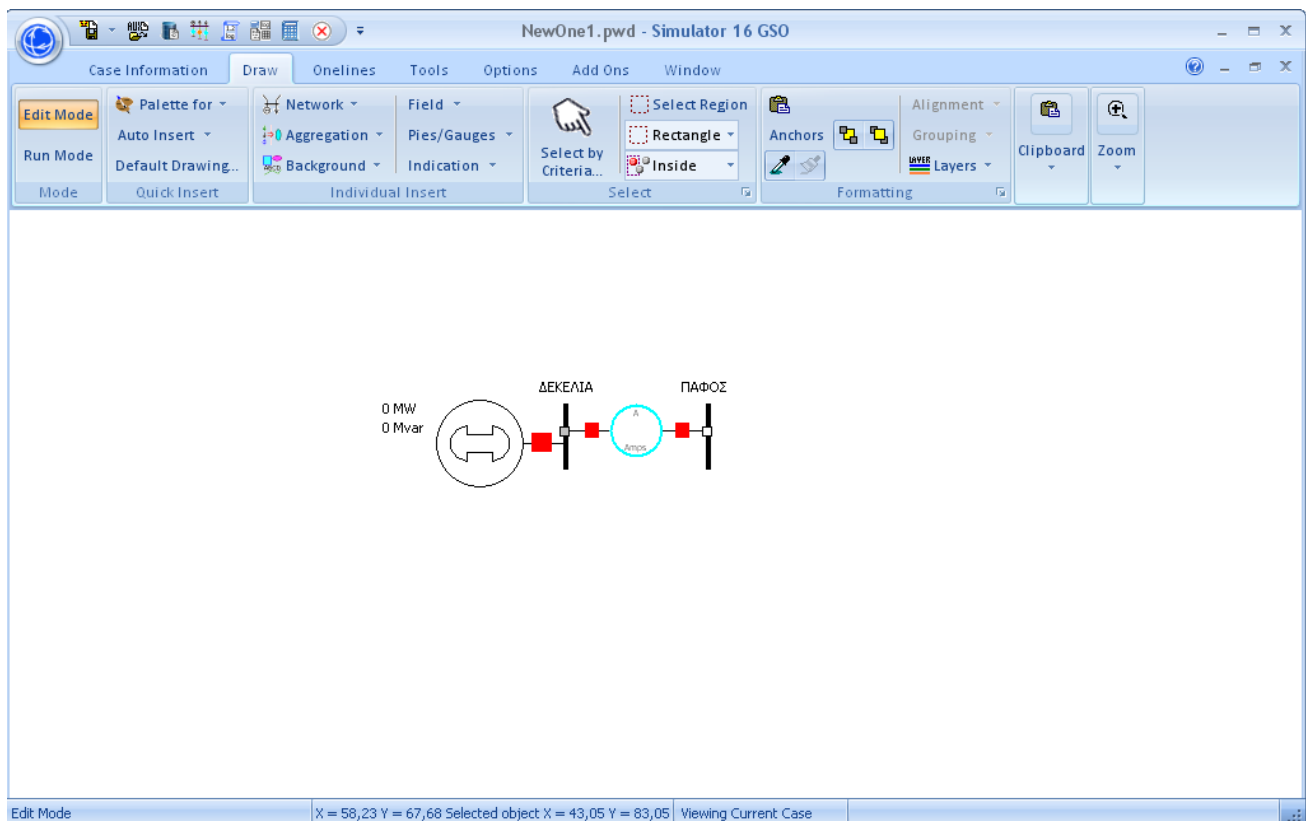


Εικόνα 4-4 Το μενού γενήτρια.

#### 4.1.3 Γραμμή μεταφοράς εναλλασσόμενου ρεύματος (AC)

Η γραμμή μεταφοράς εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) συνδέει δύο ζυγούς. Για την εισαγωγή της επιλέγουμε από το μενού **Draw Network AC transmission line**. Πρώτα πρέπει να εισάγουμε τους δύο ζυγούς τους οποίους πρόκειται να συνδέσουμε με την γραμμή. Με το πρώτο αριστερό κλικ επιλέγουμε τον ζυγό εκκίνησης της γραμμής. Στην συνέχεια σύρουμε το ποντίκι προς την κατεύθυνση που θέλουμε και με απλό αριστερό κλικ κάνουμε αλλαγή κατεύθυνσης της γραμμής. Τέλος με διπλό αριστερό κλικ στο ζυγό άφιξης τελειώνουμε με την προσθήκη της γραμμής στο δίκτυο.

Στην παρακάτω Εικόνα 4-5 παρουσιάζεται η προσθήκη μιας γραμμής.



**Εικόνα 4-5 Προσθήκη γραμμής μεταφοράς εναλλασσόμενου ρεύματος μεταξύ 2 ζυγών.**

Όταν τελειώσουμε με την εισαγωγή της γραμμής εμφανίζεται η καρτέλα εισαγωγής δεδομένων της γραμμής. Τα περισσότερα από τα δεδομένα της καρτέλας συμπληρώνονται αυτόματα από το πρόγραμμα με βάση τα άκρα της γραμμής όπως αυτά ορίστηκαν κατά τη σχεδίαση της. Τα στοιχεία τα οποία εισάγει ο χρήστης είναι τα εξής:

- Ωμική αντίσταση(R).
- Επαγωγική αντίδραση(X)-τουλάχιστον αυτή η τιμή πρέπει να δίδεται από το χρήστη.
- Εγκάρσια χωρητικότητα(B).
- Τα όρια της ροής ισχύος.
- Τη μορφή απεικόνισης της γραμμής.

Στην παρακάτω Εικόνα 4-6 παρουσιάζεται η καρτέλα εισαγωγής δεδομένων της γραμμής.

Αριθμός και όνομα των  
ζυγών που συνδέει η  
γραμμή

Κατάσταση  
λειτουργίας  
της γραμμής

Μήκος της γραμμής

Ορισμός παραμέτρων  
της γραμμής ανά  
μονάδα μήκους της

Ορισμός παραμέτρων  
της γραμμής στο ανά  
μονάδα σύστημα

Θερμικά όρια της  
γραμμής

Εικόνα 4-6 Το μενού προσαρμογής των ιδιοτήτων μιας γραμμής μεταφοράς εναλλασσόμενου ρεύματος.

Οι τιμές των παραμέτρων  $R$ ,  $X$  και  $B$  μπορούν να δοθούν είτε ως συνολικές τιμές για όλο το μήκος της γραμμής ή ως ανά μονάδα μήκους αν επιλέξουμε από τη φόρμα εισαγωγής δεδομένων **Calculate Impedances From Per Distance Impedances** και μετά μας εμφανίζεται η φόρμα της πιο κάτω Εικόνα 4-7. Στο δίκτυο του παραδείγματος οι τιμές των παραμέτρων της γραμμής δόθηκαν ανά μονάδα μήκους της γραμμής. Επίσης στη καρτέλα αυτή υπάρχει επιλογή για τη μονάδα μήκους που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε, ανάμεσα σε μίλια και χιλιόμετρα.

Εικόνα 4-7 Τυπική εικόνα αν τα στοιχεία δίνονται ανά μονάδα μήκους.

Σε μια γραμμή μεταφοράς μπορούμε ακόμα να προσθέσουμε ένα «διάγραμμα πίτας» (**line flow chart** ή **pie chart**), το οποίο δείχνει κατά πόσο η γραμμή είναι φορτισμένη σε σχέση με το όριο μακράς διάρκειας ροής ισχύος. Προκειμένου να γίνει σωστά η συγκεκριμένη απεικόνιση θα πρέπει το **Limit A** να είναι συμπληρωμένο και όχι μηδενικό. Αυτό το όριο είναι συνήθως το θερμικό όριο της γραμμής. Κάποιοι διαχειριστές επιθυμούν διαφορετικά όρια φόρτισης ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες. Έτσι μπορούν να παρακολουθήσουν για διαφορετικές συνθήκες από τις ονομαστικές τη συμπεριφορά της γραμμής που παρακολουθούν.

Έτσι είναι πολύ εύκολος ο έλεγχος των υπερφορτίσεων των γραμμών. Για την εισαγωγή του διαγράμματος αυτού κάνουμε διπλό κλικ επάνω στη γραμμή και **auto insert pie chart**. Ακόμα, μέσα από τον έλεγχο της μορφής απεικόνισης του διαγράμματος πίτας, μπορούμε να ορίσουμε το μέγεθός του, καθώς και να επιλέξουμε ένα ποσοστό φόρτισης μετά από το οποίο θα αλλάζει το χρώμα του διαγράμματος, για να μας προειδοποιεί για την αύξηση της φόρτισης της γραμμής, και θα αλλάζει ξανά όταν ξεπερνά την τιμή υπερφόρτισης 100%.

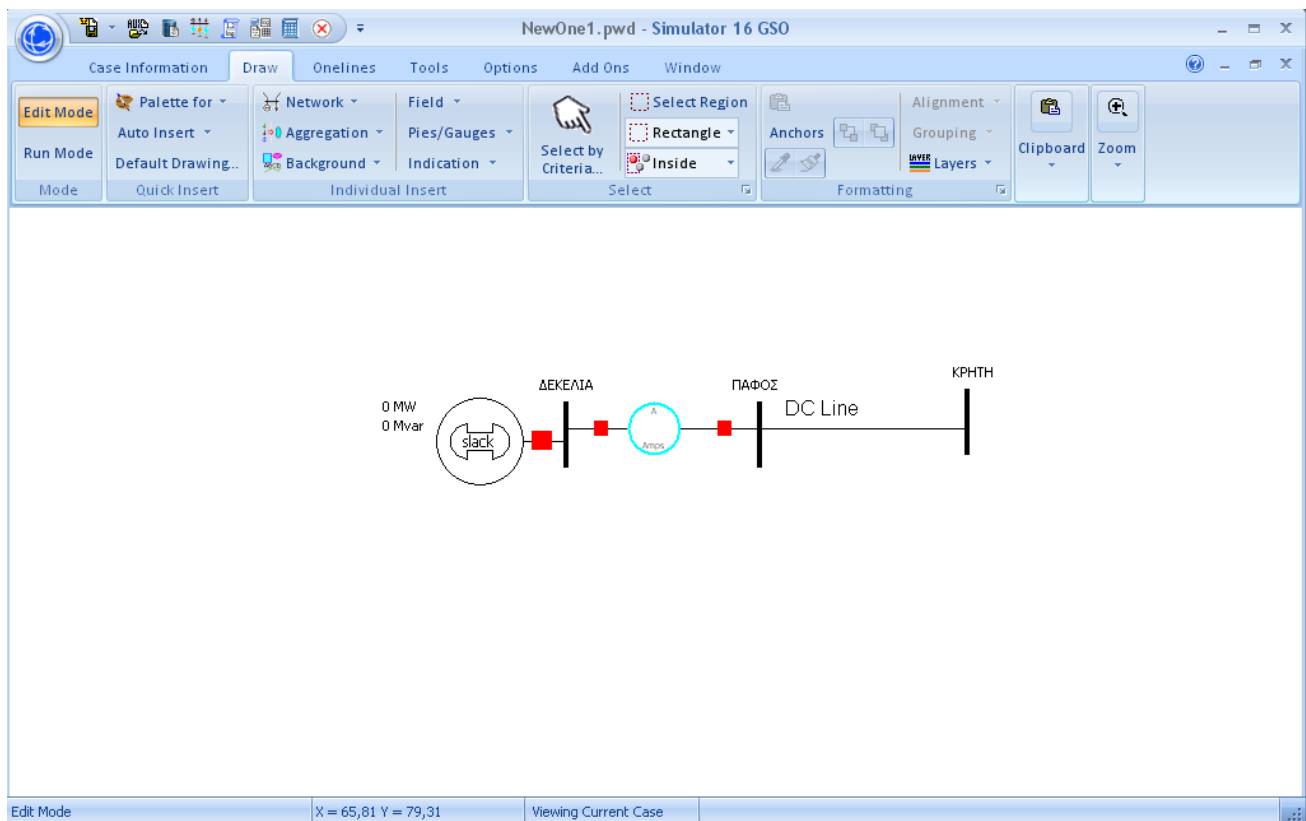
Στην παρακάτω Εικόνα 4-8 παρουσιάζεται η καρτέλα με τις επιλογές του διαγράμματος πίτας, για την φόρτιση της γραμμής.

Εικόνα 4-8 Το μενού για την προσθήκη ενημερωτικής <<πίτας>> στη γραμμή μεταφοράς.

#### 4.1.4 Γραμμή μεταφοράς συνεχούς ρεύματος(DC)

Η γραμμή μεταφοράς συνεχούς ρεύματος (DC) συνδέει δύο ζυγούς. Για την εισαγωγή της επιλέγουμε **Draw Network dc transmission line**. Με το πρώτο κλικ επιλέγουμε το ζυγό εκκίνησης ο οποίος θα είναι ο ανορθωτής (**rectifier**), σύρουμε το ποντίκι μέχρι το ζυγό άφιξης ο οποίος θα είναι ο αντιστροφέας (**inverter**) και με διπλό αριστερό κλικ τελειώνουμε τη προσθήκη της γραμμής στο δίκτυο.

Στην παρακάτω Εικόνα 4-9 παρουσιάζεται η προσθήκη της **DC Transmission Line** στο δίκτυο.



Εικόνα 4-9 Προσθήκη γραμμής μεταφοράς συνεχούς ρεύματος μεταξύ 2 ζυγών.

Όταν τελειώσουμε με τη προσθήκη της γραμμής μας εμφανίζεται μια καρτέλα που περιέχει τις πιο κάτω καρτέλες:

- Line parameters
- Rectifier/Inverter parameters
- OPF
- Custom
- Stability

Τα περισσότερα από τα στοιχεία το πιο πάνω καρτελών συμπληρώνονται αυτόματα από το πρόγραμμα με βάση τα άκρα της γραμμής (όπως αυτά ορίστηκαν κατά τη σχεδίαση της ).Τα δεδομένα της γραμμής τα οποία εισάγουμε είναι τα εξής:

Στο Line parameters

- **Status:** Κατάσταση λειτουργίας της DC\_Line.Αν επιλέξουμε να είναι ανοικτή(open)τότε καμία ροή ισχύος δεν θα ρέει στη γραμμή ανεξαρτήτως του τι έχουμε επιλέξει στο Control mode.Αν επιλέξουμε να είναι κλειστή(closed)τότε ανάλογα με το τι έχουμε επιλέξει στο Control Mode θα ρέει στη γραμμή.
- **Control Mode:** Εδώ έχουμε τρία πεδία και πρέπει να επιλέξουμε ένα από αυτά. Αν επιλέξουμε Blocked τότε απενεργοποιείται η γραμμή, αν επιλέξουμε Power τότε θα έχουμε ροή ισχύος από τη γραμμή και αν επιλέξουμε Current τότε θα έχουμε ροή ρεύματος από τη γραμμή.
- **Set Point:** Αν έχουμε επιλέξει το Power στο Control Mode τότε θα πρέπει να βάλουμε την επιθυμητή ροή ισχύος από τη γραμμή σε MW,αν έχουμε επιλέξει Current στο Control Mode τότε θα πρέπει να βάλουμε την επιθυμητή ροή ρεύματος από τη γραμμή σε Amps.

- **Resistance:** Αντίσταση της DC Line σε Ω.
- **Sched Voltage:** Τάση σε KV της DC Line.
- **Set point specified at:** Μας δείχνει για ποιο από τα δύο τέλη της DC line έχει καθοριστεί το Set point.

Στην παρακάτω Εικόνα 4-10 παρουσιάζεται η καρτέλα Line parameters με τα στοιχεία της γραμμής που συμπληρώνουμε.

**DC Transmission Line Options**

Number: Rectifier Bus 2, Inverter Bus 3, Circuit ID 1

Name: ΠΑΦΟΣ, KPHTH

Area Name: 1 (1), 1 (1)

Labels: no labels

Line Parameters: Rectifier/Inverter Parameters, OPF, Custom, Stability

**Line Parameters**

Status: ☐ Open, ☒ Closed

Control Mode: ☐ Blocked, ☒ Power, ☐ Current

Setpoint: 100,0

Setpoint Margin: 0,10

Setpoint Specified at: ☒ Rectifier, ☐ Inverter

Metered End of Line: ☐ Rectifier, ☒ Inverter

Flow:

|                        | Rectifier | Inverter |
|------------------------|-----------|----------|
| MW Flow                | 0,0       | 0,0      |
| MVar Flow              | 0,0       | 0,0      |
| DC Voltage (kV)        | 0,00      | 0,00     |
| DC Line Current (Amps) | 0,0       |          |

Resistance: 10,000

Sched Voltage: 250,0

Switch Voltage: 0,0

RComp: 0,000

Buttons: OK, Save, Delete, Cancel, Help

**Εικόνα 4-10 Μενού προσαρμογής Line parameters μιας γραμμής μεταφοράς συνεχούς ρεύματος.**

Στο Rectifier/Inverter parameters

- Minimum firing angle
- Maximum firing angle

Στην παρακάτω Εικόνα 4-11 παρουσιάζεται η καρτέλα **Rectifier/Inverter parameters** με τα στοιχεία της γραμμής που συμπληρώνουμε. Τα στοιχεία που συμπληρώνουμε είναι Minimum Firing Angle, Maximum Firing Angle, οι οποίες είναι γωνίες έναυσης των ηλεκτρονικών ισχύος των μετατροπέων.

**DC Transmission Line Options**

Rectifier Bus: 2, Inverter Bus: 3, Circuit ID: 1

Name: ΠΑΦΟΣ, KPHTH

Area Name: 1 (1), 1 (1)

Labels ...: no labels

Find By Numbers, Link to New DC Line

Line Parameters | **Rectifier/Inverter Parameters** | OFF | Custom | Stability

|                             | Rectifier | Inverter |
|-----------------------------|-----------|----------|
| # of Bridges                | 2         | 2        |
| Base Voltage                | 132,0     | 150,0    |
| XF Ratio                    | 1,4580    | 1,2830   |
| XF Tap                      | 1,0000    | 1,0000   |
| XF Min Tap                  | 0,5100    | 0,5100   |
| XF Max Tap                  | 1,5000    | 1,5000   |
| XF Tap Step                 | 0,00625   | 0,00625  |
| Commutating XFMR Resistance | 0,000     | 0,000    |
| Commutating XFMR Reactance  | 10,000    | 10,000   |
| Minimum Firing Angle        | 15,0      | 15,0     |
| Maximum Firing Angle        | 15,0      | 15,0     |
| Firing Angle                | 0,0       | 0,0      |

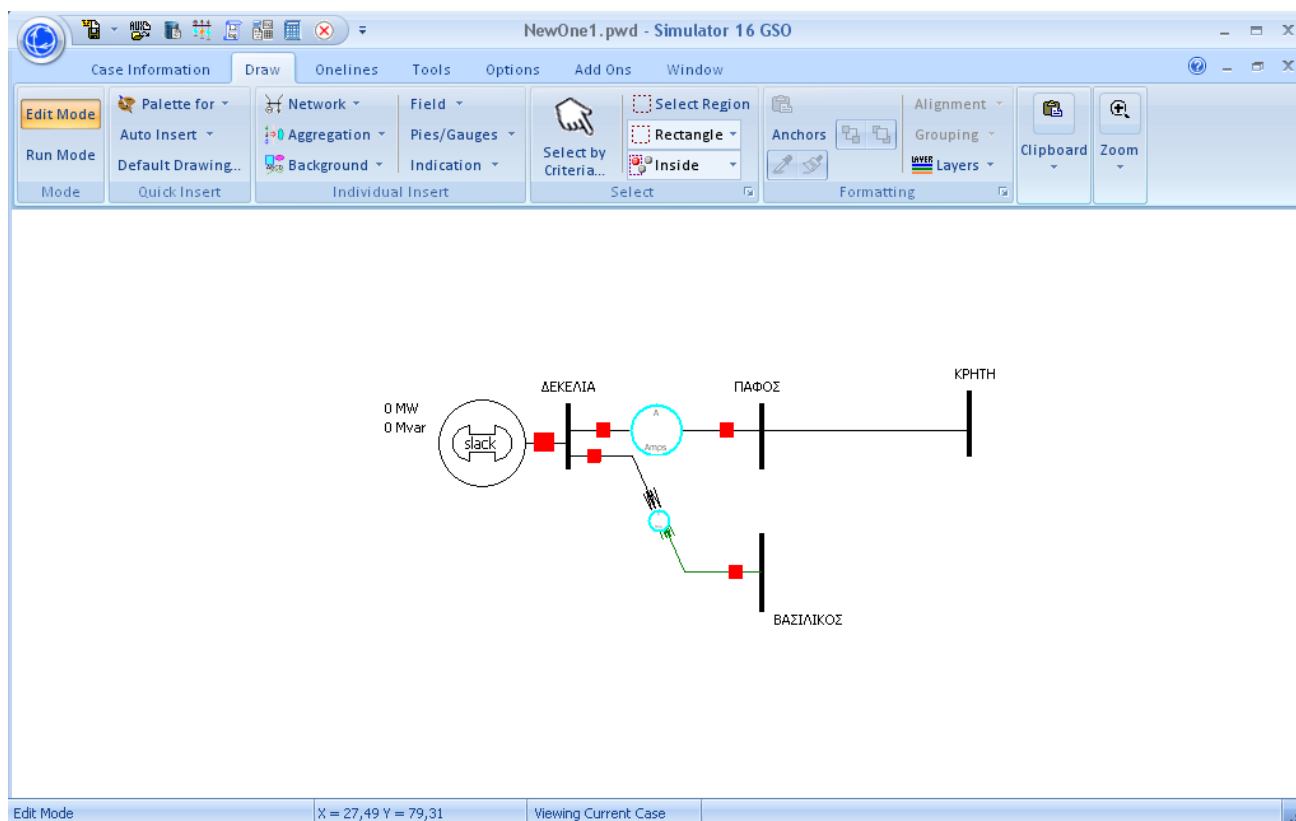
OK Save Delete Cancel Help

Εικόνα 4-11 Μενού προσαρμογής Rectifier/Inverter Parameters μιας γραμμής μεταφοράς συνεχούς ρεύματος.

#### 4.1.5 Εισαγωγή Μετασχηματιστή

Η εισαγωγή του μετασχηματιστή απαιτεί την ύπαρξη δύο ζυγών οι οποίοι θα βρίσκονται σε διαφορετικά επίπεδα τάσης. Από το μενού επιλέγουμε **Draw Network Transformer**. Με το πρώτο αριστερό κλικ επιλέγουμε το ζυγό που συνδέεται το πρωτεύον του μετασχηματιστή, και με το επόμενο το ζυγό του δευτερεύοντος.

Στην παρακάτω Εικόνα 4-12 παρουσιάζεται η εισαγωγή ενός μετασχηματιστή στο δίκτυο.



Εικόνα 4-12 Η προσθήκη Μετασχηματιστή.

Αμέσως μετά την εισαγωγή του μετασχηματιστή εμφανίζεται η καρτέλα εισαγωγής δεδομένων του, η οποία φαίνεται στη παρακάτω Εικόνα 4-13. Τα δεδομένα τα οποία εισάγουμε είναι τα εξής:

- Λόγος μετατροπής τάσης(αν ο λόγος είναι ίσος με το λόγο των ονομαστικών τάσεων πρωτεύοντος/δευτερεύοντος εισάγουμε 1).
- Τρόπος ελέγχου του Μ/Σ(**AVR**–αυτόματος έλεγχος, ή έλεγχος αέργου ισχύος).
- Ωμική αντίσταση.
- Επαγωγική αντίδραση.
- Εγκάρσια επαγωγική αγωγιμότητα.
- Τους ζυγούς στους οποίους συνδέεται και την αντίστοιχη τάση τους.
- Τη μορφή απεικόνισης.

**Branch Options**

| Transformer       | From Bus  | To Bus | Circuit |
|-------------------|-----------|--------|---------|
| Number: 1         | 4         | 1      |         |
| Name: ΔΕΚΕΛΙΑ     | ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ |        |         |
| Area Name: 1 (1)  | 1 (1)     |        |         |
| Nominal kV: 132,0 | 66,0      |        |         |

Find By Numbers  
Find By Names  
Find ...  
☒ From End Metered  
☒ Default Owner (Same as From Bus)

Labels ... no labels

Display Parameters Transformer Control Fault Info Owner, Area, Zone, Sub Custom Stability

Status  
☐ Open  
☒ Closed

Branch Device Type  
Transformer

☐ Allow Consolidation

Length: 0,00

Calculate Impedances >

Convert Transformer to Line

Per Unit Impedance Parameters

|                                          |             |
|------------------------------------------|-------------|
| Series Resistance (R)                    | 0,001000    |
| Series Reactance (X)                     | 0,040010    |
| Shunt Charging (B)                       | 0,000000    |
| Shunt Conductance (G)                    | 0,000000    |
| Magnetizing Conductance                  | 0,000000    |
| Magnetizing Susceptance                  | 0,000000    |
| <input type="checkbox"/> Has Line Shunts | Line Shunts |

MVA Limits

|         |       |
|---------|-------|
| Limit A | 200   |
| Limit B | 0,000 |
| Limit C | 0,000 |
| Limit D | 0,000 |
| Limit E | 0,000 |
| Limit F | 0,000 |
| Limit G | 0,000 |
| Limit H | 0,000 |

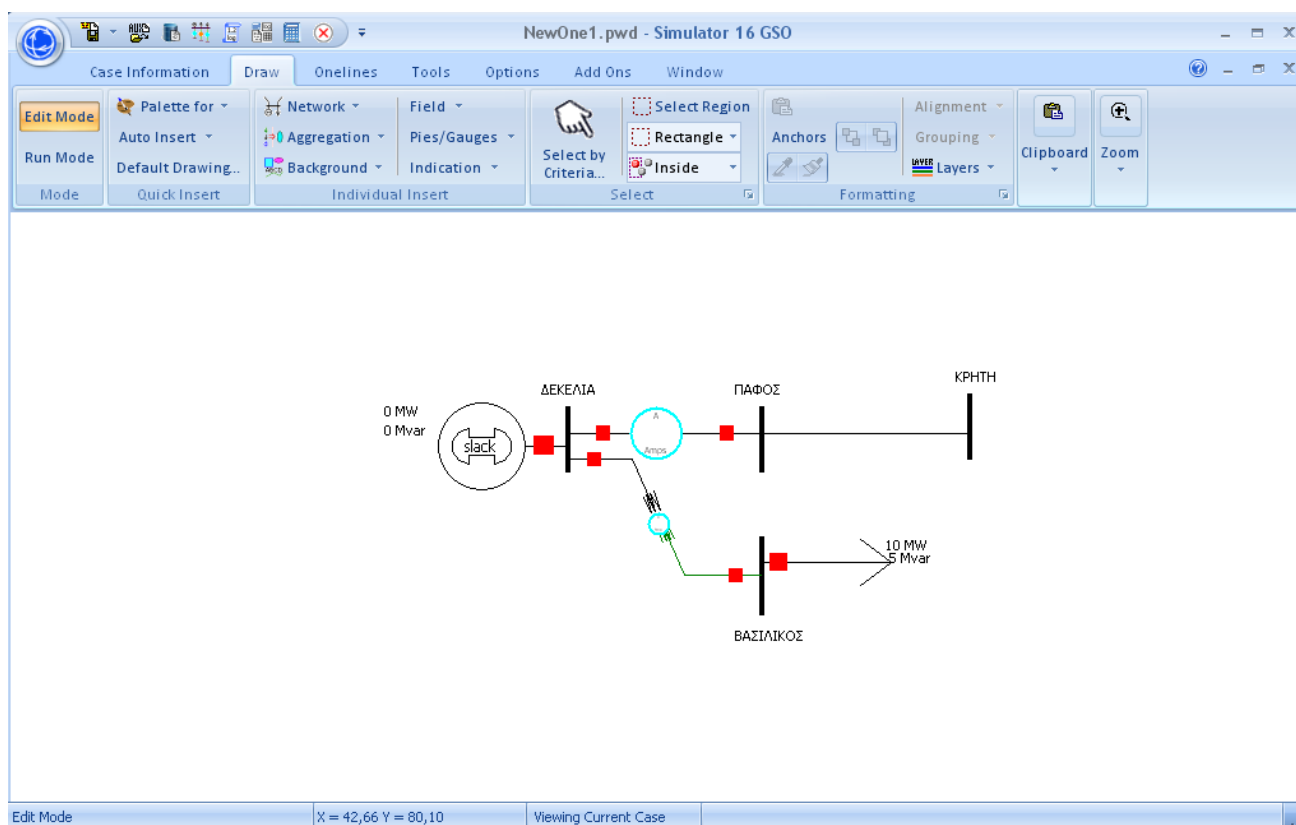
OK Save Cancel Help

Εικόνα 4-13 Καρτέλα με τα στοιχεία που πρέπει να συμπληρωθούν για έναν Μετασχηματιστή.

#### 4.1.6 Εισαγωγή ζυγού φορτίου

Για να εισάγουμε ένα ζυγό φορτίου πρέπει καταρχάς να εισάγουμε ένα ζυγό με όμοιο τρόπο με εκείνο που περιγράφηκε παραπάνω. Αφού γίνει αυτό, επιλέγουμε από το μενού **Draw Network Load** και με **κλικ** επιλέγουμε το ζυγό στον οποίο θέλουμε να συνδέσουμε το φορτίο.

Στην παρακάτω Εικόνα 4-14 παρουσιάζεται η εισαγωγή φορτίου στο δίκτυο.



**Εικόνα 4-14 Το δίκτυο μετά από την προσθήκη ενός φορτίου.**

Αφού εισάγουμε το φορτίο, εμφανίζεται η καρτέλα εισαγωγής δεδομένων του φορτίου, η οποία παρουσιάζεται στη παρακάτω Εικόνα 4-15. Τα δεδομένα τα οποία εισάγουμε είναι τα εξής:

- Το όνομα του φορτίου.
- Το ζυγό στον οποίο συνδέεται το φορτίο.
- Την ενεργό και άεργο ισχύ του.
- Την σύνθετη αντίσταση του.
- Την ένταση του ρεύματος.
- Τη μορφή απεικόνισής του.

Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι φορτίου, οπότε στην καρτέλα εισαγωγής δεδομένων θα πρέπει να προσδιορίσουμε το τύπο του φορτίου. Οι τύποι φορτίων που υπάρχουν είναι:

- Σταθερής ισχύος(P,Q σταθερά. Θετική τιμή στο Q σημαίνει ζήτηση αέργου ισχύος, επαγωγικός συντελεστής φορτίου).
- Σταθερού ρεύματος(Σε δύο συνιστώσες ενεργού, αέργου ρεύματος ).
- Σταθερής αντίστασης(Από ωμικό και επαγωγικό/χωρητικό χαρακτήρα). Τέτοια φορτία μπορεί να είναι για παράδειγμα ένας ηλεκτρικός φούρνος ή ηλεκτρικό σίδερο.

Αν δηλωθούν αριθμοί για έναν από τους παραπάνω συνδυασμούς, θα πρέπει για τους άλλους δύο οι τιμές να είναι μηδενικές.

**Load Options**

Bus Number: 1 Find By Number  
 Bus Name: ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ Find By Name  
 ID: 1 Find ...  
 Labels: no labels

Area: Change Number: 1 Name: 1  
 Zone: Change Number: 1 Name: 1  
 Substation: Σταθερού ρεύματος  
 Owner: Change Number: 1  
☒ Same Owner as Terminal Bus

Load Information: OPF Load Dispatch Custom Stability  
 Constant Power Constant Current Constant Impedance  
 MW Value: 10,000  
 Mvar Value: 5,000  
 Constant Current: 0,000  
 Constant Impedance: 0,000

Display Information  
 Display Size: 10,00  
☒ Scale Width with Size  
 Display Width: 3,75  
 Pixel Thickness: 1  
 Orientation: ☒ Right ☐ Left ☐ Up ☐ Down  
☒ Anchored  
 Link To New Load

OK Save Cancel Help

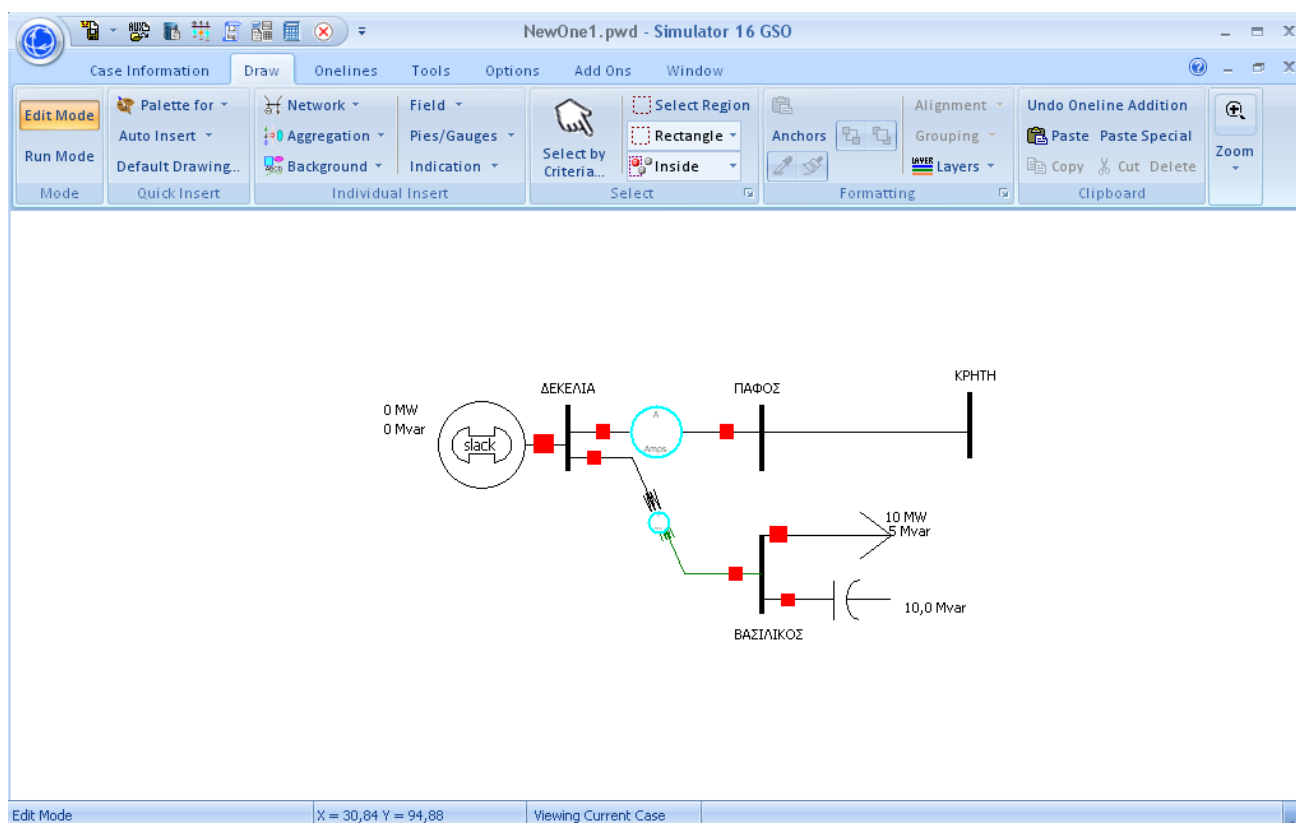
Σταθερής ισχύος  
 Σταθερής αντίστασης  
 Σταθερού ρεύματος

Εικόνα 4-15 Καρτέλα για τη μεταβολή του φορτίου.

#### 4.1.7 Εγκάρσια αντιστάθμιση αέργου ισχύος

Σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται εγκάρσιες αντισταθμίσεις είτε για να παράγουν άεργο ισχύ (**πυκνωτές**) είτε για να απορροφούν (**επαγωγικές αντιδράσεις-πηνία**). Συνήθως οι συσκευές αυτές αποτελούνται από συστοιχίες κλιμακούμενης σύνθετης αγωγιμότητας που συνδέονται στο σύστημα με διακριτά βήματα, και η συσκευές θεωρούνται ενεργές αν έστω και ένα από τα μπλοκ αυτά είναι συνδεδεμένο στο σύστημα. Αντίστοιχα με τα προηγούμενα, επιλέγουμε από το μενού **Draw Network Switched Shunt** και το εισάγουμε στο ζυγό που θέλουμε, πατώντας αριστερό κλικ.

Στην παρακάτω Εικόνα 4-16 παρουσιάζεται το δίκτυο μετά την προσθήκη πυκνωτή στο ζυγό φορτίου.



**Εικόνα 4-16 Το δίκτυο μετά από την προσθήκη ενός πυκνωτή.**

Μετά την εισαγωγή του στοιχείου εγκάρσιας αντιστάθμισης άεργου ισχύος, εμφανίζεται η καρτέλα εισαγωγής δεδομένων του. Τα δεδομένα τα οποία εισάγουμε είναι τα εξής:

- Τα στοιχεία τοπολογίας(όπου ανήκει η συσκευή).
- Τα στοιχεία οπτικής απεικόνισης.
- Πόση άεργο ισχύ παράγει ή καταναλώνει, και αν είναι διακριτή(αν ναι, δίνουμε και το βήμα).

Στην παρακάτω Εικόνα 4-17 παρουσιάζεται η καρτέλα εισαγωγής δεδομένων του πυκνωτή που εισάγαμε στο δίκτυο.

Όνομα και αριθμός ζυγού στον οποίο είναι συνδεδεμένο το στοιχείο

Παραγωγή ή κατανάλωση άεργου ισχύος

Επιλογή μονού ή διακριτών μπλόκ στοιχείου

Επιλογή αριθμού βημάτων και τιμή βήματος

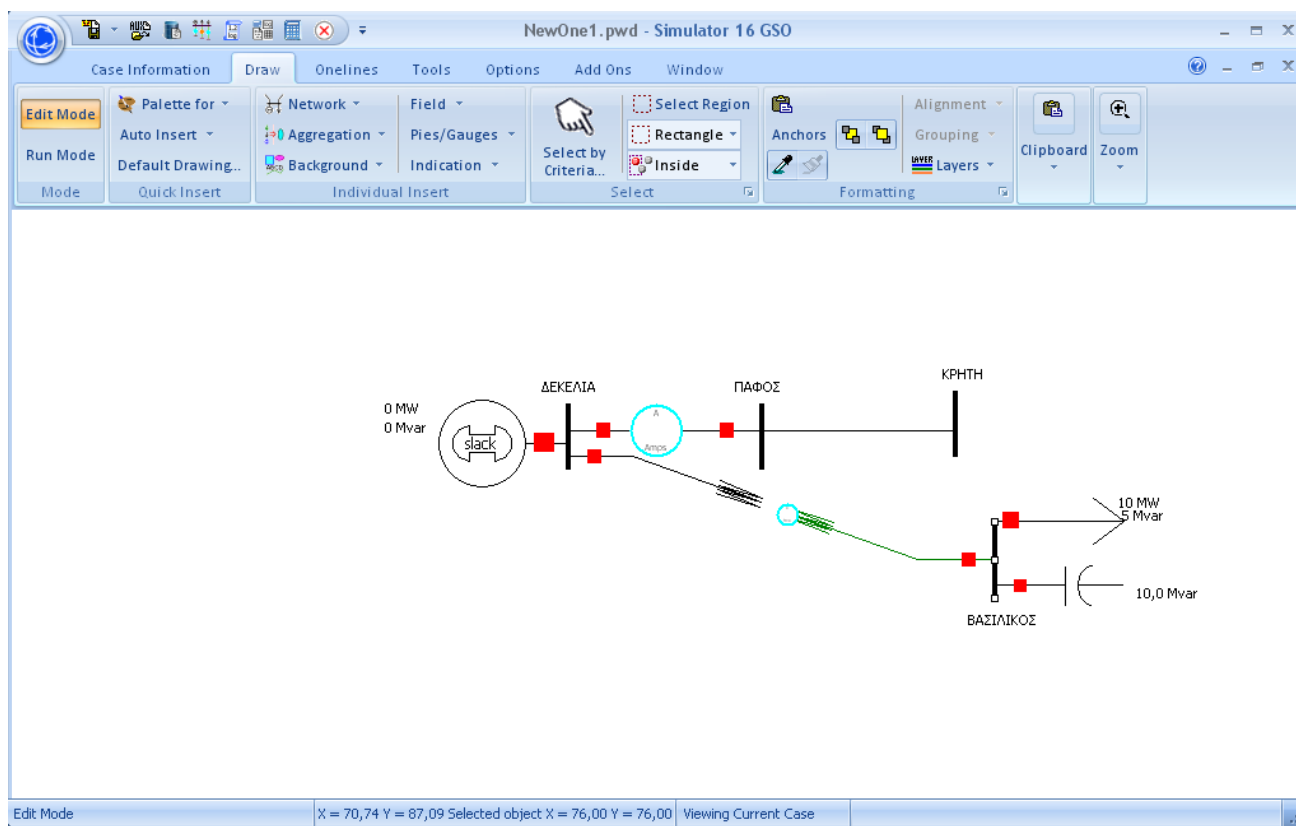
Εικόνα 4-17 Καρτέλα εισαγωγής δεδομένων ενός πυκνωτή.

## 4.2 Σύνοψη edit mode

Έχουμε περιγράψει τον τρόπο εισαγωγής των βασικών στοιχείων ενός ΣΗΕ. Σημειώνουμε παρακάτω συμπληρωματικά δύο σημαντικές δυνατότητες του προγράμματος, που υπήρξαν ιδιαίτερα χρήσιμες κατά την προσομοίωση:

- Οι γεννήτριες, οι μετασχηματιστές, τα φορτία και τα εγκάρσια άεργα στοιχεία μπορούν να προσδεθούν στον εκάστοτε ζυγό στον οποίο συνδέονται. Αυτό μπορεί να γίνει σημειώνοντας την αντίστοιχη επιλογή στην καρτέλα δεδομένων του κάθε στοιχείου. Αν επιλεγεί η πρόσδεση (**anchored**), όταν προσπαθήσουμε να μετακινήσουμε το ζυγό ή το στοιχείο που έχει προσδεθεί πάνω στο ζυγό, θα μετακινούνται και τα δύο συγχρόνως. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η αντιστοίχιση της γραφικής αναπαράστασης με αυτήν των δεδομένων των πινάκων.

Στο παρακάτω Εικόνα 4-18 βλέπουμε τη μετακίνηση των στοιχείων που είναι συνδεδεμένα στο ζυγό **ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ** όταν αυτός μετακινηθεί.



**Εικόνα 4-18 Η μεταφορά/μετατόπιση στο περιβάλλον εργασίας.**

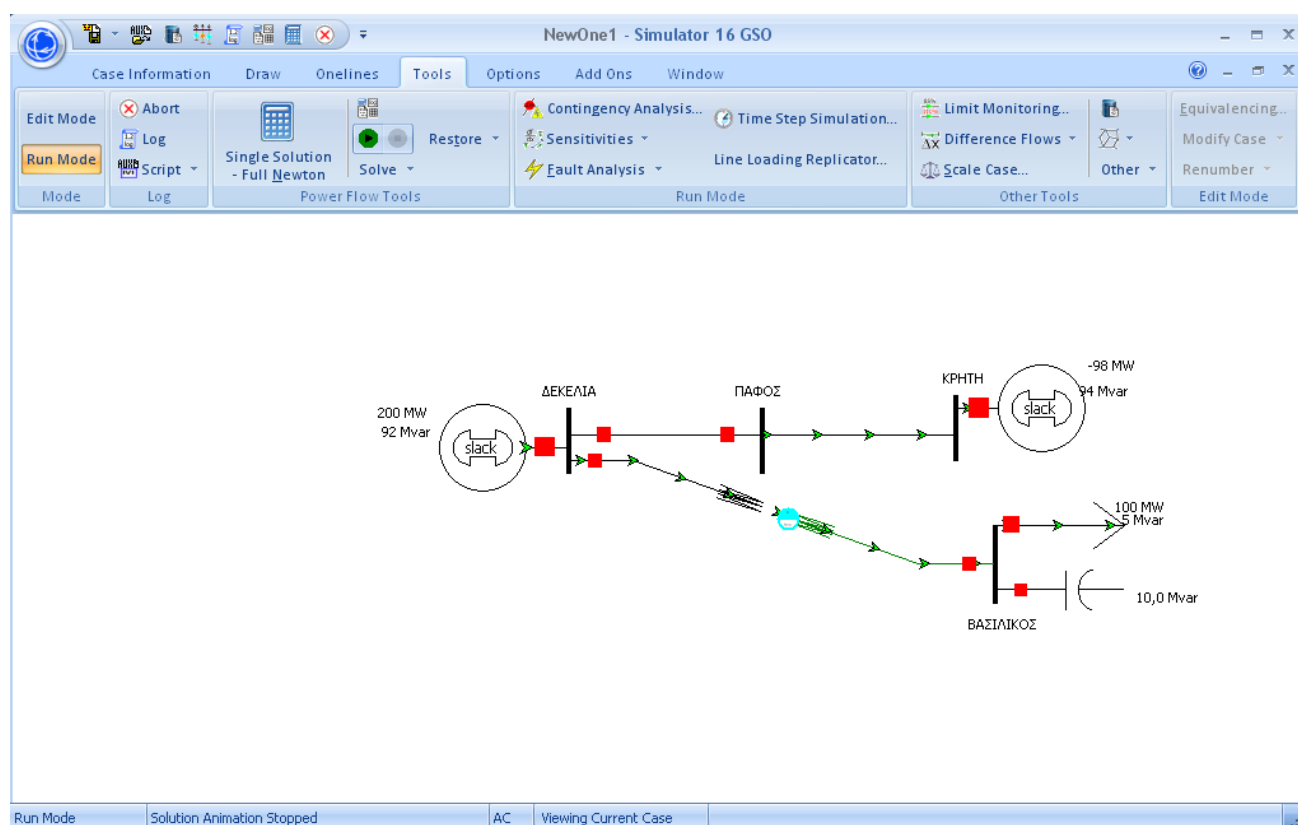
- Σε οποιοδήποτε στοιχείο του συστήματος έχουμε τη δυνατότητα να παρεμβάλλουμε διακόπτες. Ο ρόλος των διακοπών είναι να αποσυνδέουν το στοιχείο ή τη γραμμή μεταφοράς, μετά από σφάλμα. Όταν οι διακόπτες έχουν κόκκινο χρώμα σημαίνει ότι είναι κλειστοί (η γραμμή ή το στοιχείο είναι συνδεδεμένα). Το πράσινο άδαιο χρώμα του διακόπτη δηλώνει ότι ο διακόπτης είναι ανοικτός. Επίσης μπορεί ο χρήστης να αλλάζει την κατάσταση του διακόπτη καθώς το πρόγραμμα τρέχει, το οποίο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο, καθώς φαίνονται αμέσως τα αποτελέσματα στο σύστημα εισαγωγής ή απομόνωσης στοιχείων, ή ακόμα και υπομονάδων του συστήματος.

### 4.3 Επίλυση του δικτύου (Run Mode)

Περνάμε από τη λειτουργία edit mode στη λειτουργία run mode, από το Tab με όνομα mode, πάνω αριστερά, και επιλέγουμε το μενού **tools play**. Αν υπάρχει κάποιο πρόβλημα στην προσομοίωση, το πρόγραμμα δεν θα τρέξει, θα εμφανιστεί παράθυρο που ενημερώνει ότι το σύστημα δεν μπορεί να τροφοδοτήσει πια το φορτίο, γεγονός που το πρόγραμμα ονομάζει blackout. Στη συνέχεια, θα πρέπει να ελεγχθεί ξανά ο σχεδιασμός του συστήματος, τα δεδομένα κλπ. Αφού διορθωθούν τα λάθη, θα δούμε το πρόγραμμα να τρέχει, και μέσω των βοηθητικών πεδίων θα καταγραφούν τα πεδία που έχουμε επιλέξει

(τάσεις, ισχύς). Ανοίγοντας και κλείνοντας τους διάφορους διακόπτες, ή αυξομειώνοντας τα φορτία ή τις ισχύς των γεννητριών, παρατηρούμε, ενώ το πρόγραμμα εξακολουθεί να τρέχει, τις αλλαγές που επισυμβαίνουν στο σύστημα, τις υπερφορτίσεις γραμμών κλπ. Σε περίπτωση συνεχόμενης υπερφόρτισης μιας γραμμής μπορεί να έχουμε απώλειά της. Στην περίπτωση απώλειας μιας γραμμής ή γεννήτριας, ή υπέρμετρης αύξησης του φορτίου, υπάρχει ενδεχόμενο να παρατηρηθεί διακοπή της λειτουργίας του συστήματος.

Στην παρακάτω Εικόνα 4-19 παρατηρούμε ένα παράδειγμα προσομοίωσης του δικτύου που δημιουργήσαμε. Τα βέλη μας δείχνουν τη ροή ισχύος στο σύστημα, το rie chart δείχνει το ποσοστό φόρτισης της γραμμής σε **Amps**, ενώ οι ζυγοί **ΔΕΚΕΛΙΑ** και **ΚΡΗΤΗ** έχουν καθοριστεί από το πρόγραμμα ως **system slack bus**.



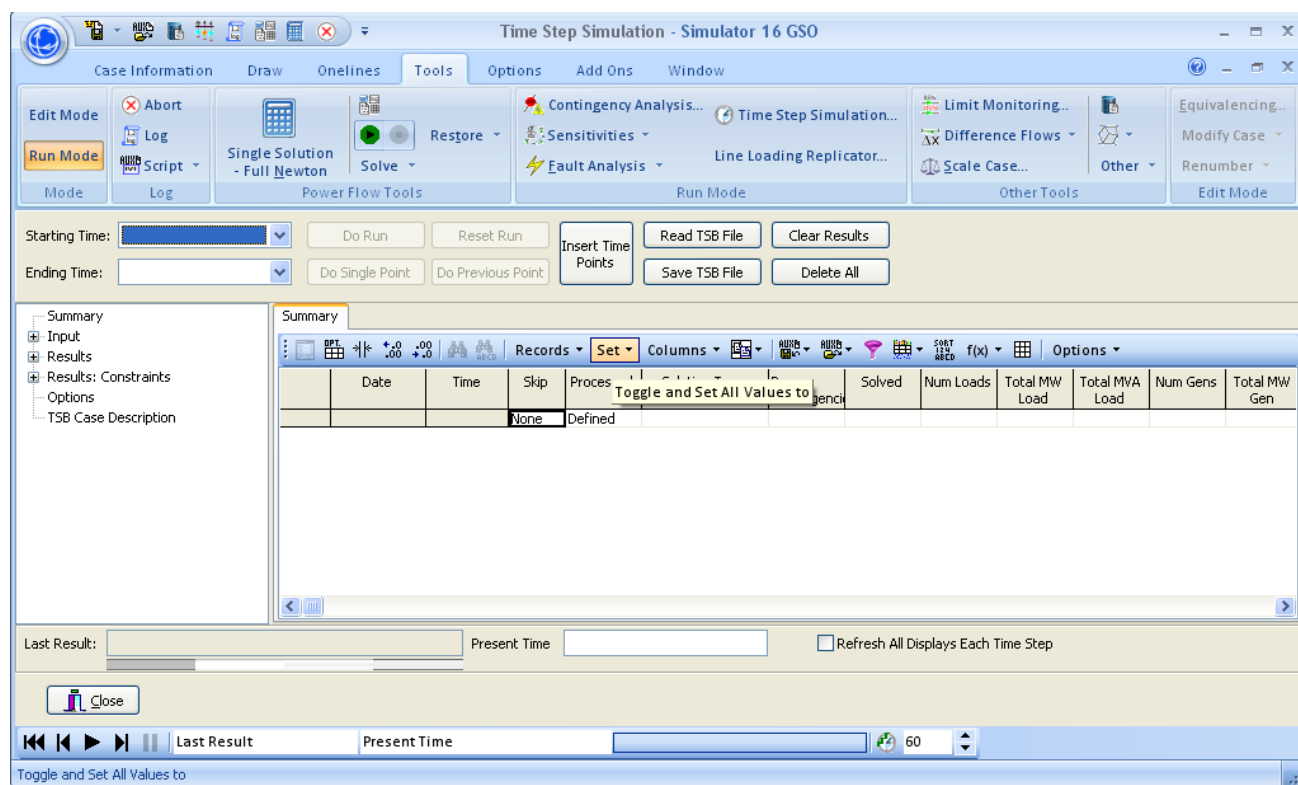
Εικόνα 4-19 Επίλυση του δικτύου.

## 4.4 Το εργαλείο Time Step Simulator

Το εργαλείο αυτό περιέχεται στην βασική έκδοση του **PowerWorld Simulator** και επιτρέπει την παρακολούθηση ενός συστήματος ανά συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζει τις αλλαγές που συμβαίνουν σε ένα σύστημα λόγω αλλαγής φορτίου, παραγωγής ή κάποιου σφάλματος γραμμής, ανά ώρα (ή μικρότερου χρονικού διαστήματος). Επίσης παρέχει την δυνατότητα στον χρήστη να εισάγει διαταραχές ή άλλες αλλαγές στα δεδομένα του δικτύου, σε κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ή περιοδικά στην διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Τέλος το εργαλείο λύνει το πρόβλημα ροής φορτίου, το πρόβλημα βέλτιστης ροής φορτίου και το πρόβλημα ασφαλών περιορισμών βέλτιστης ροής φορτίου για τις χρονικές στιγμές που θα του υποδείξει ο χρήστης.

### 4.4.1 Οδηγός χρήσης του εργαλείου time step simulator

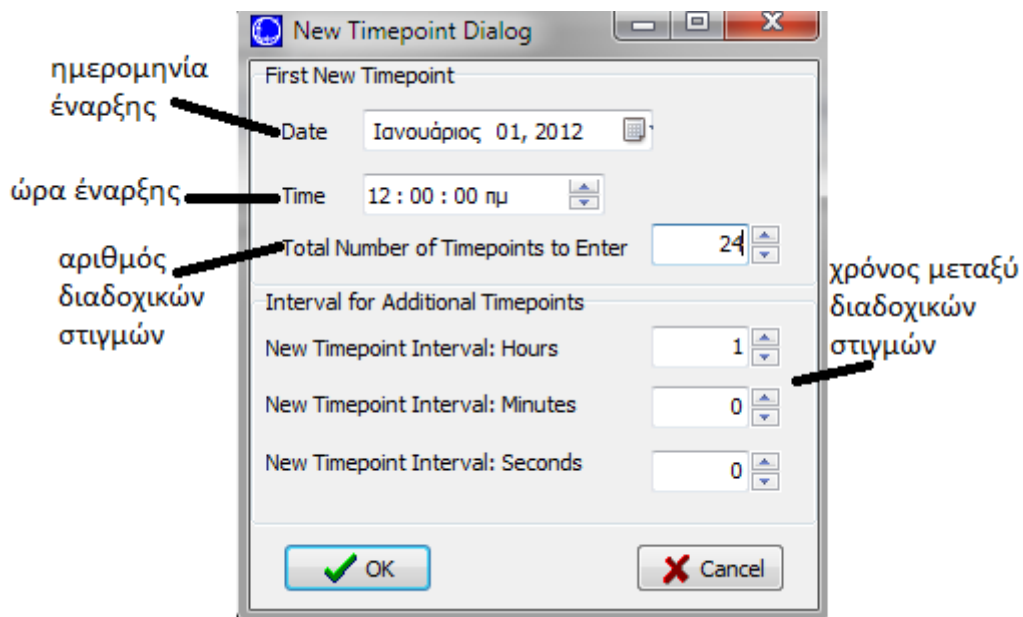
Για να χρησιμοποιήσουμε το εργαλείο αυτό θα πρέπει να επιλέξουμε τη λειτουργία **Run Mode**. Στη συνέχεια επιλέγουμε από το **Tab Run Mode** την επιλογή **Time Step Simulation**. Όταν το κάνουμε αυτό μας εμφανίζεται το περιβάλλον της παρακάτω Εικόνα 4-20.



Εικόνα 4-20 Περιβάλλον time step simulator.

Τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουμε για έχουμε μια επιτυχής προσομοίωση του δικτύου με τη χρήση του εργαλείου αυτού είναι τα εξής:

**Πρώτο βήμα:** Θα πρέπει να καθορίσουμε το χρονικό διάστημα για το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε το εν λόγω εργαλείο. Για να γίνει αυτό επιλέγουμε **Insert Time Points** και εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα Εικόνα 4-21 στην οποία ρυθμίζουμε **ημερομηνία έναρξης, ώρα έναρξης, το πλήθος των διαδοχικών στιγμών και τέλος το χρονικό διάστημα μεταξύ των διαδοχικών στιγμών**. Αφού ορίσουμε τα πιο πάνω πατάμε **OK**. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την καρτέλα με τις διαθέσιμες επιλογές.



Εικόνα 4-21 Παράθυρο new time point dialog.

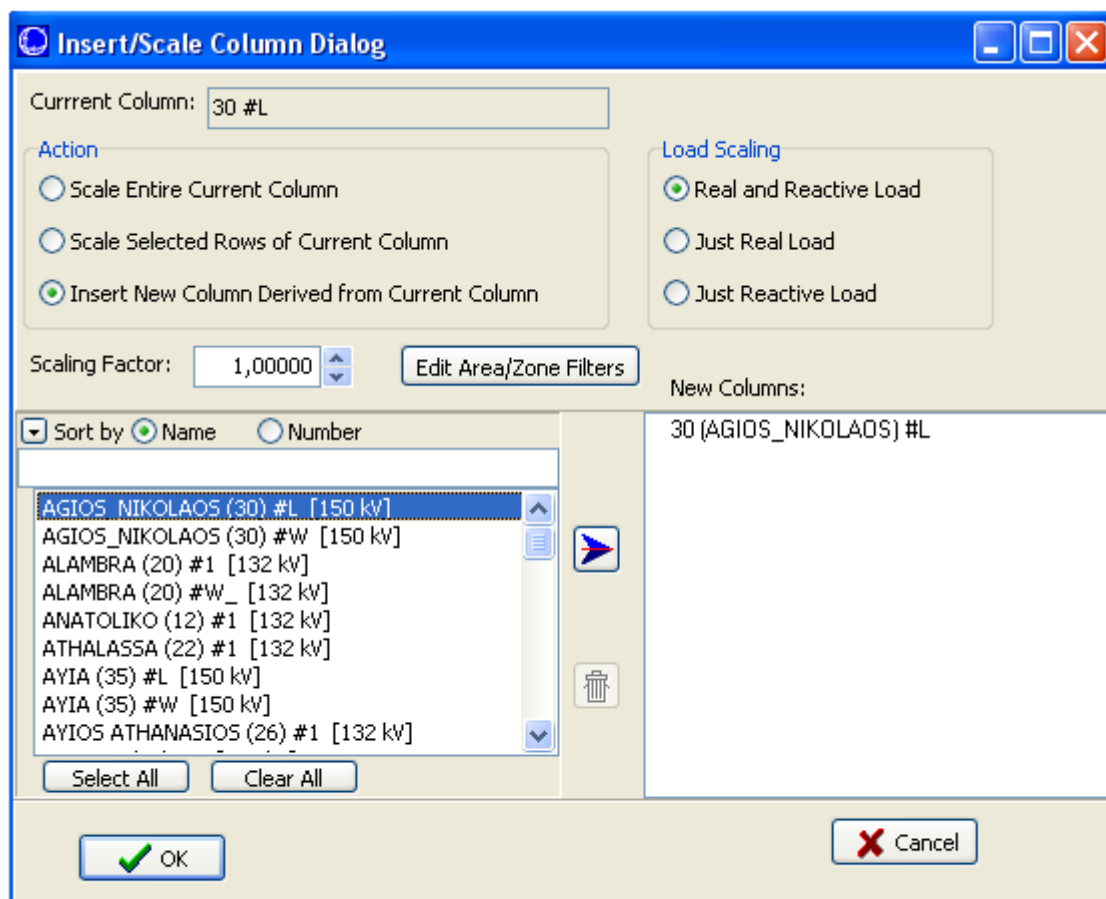
Όταν κάνουμε τις αλλαγές που θέλουμε και πατήσουμε **OK** θα εμφανιστεί στο περιβάλλον εργασίας του εργαλείου μια λίστα με τον αριθμό των διαδοχικών στιγμών που επιλέξαμε, όπως φαίνεται στη παρακάτω Εικόνα 4-22.

|    | Date      | Time        | Skip | Processed | Solution Type   | Run Contingency | Solved | Num Loads | Total MW Load | Total MVA Load | Num Gens | Total MW Gen | Pre Script Cmd | Post Script Cmd |
|----|-----------|-------------|------|-----------|-----------------|-----------------|--------|-----------|---------------|----------------|----------|--------------|----------------|-----------------|
| 1  | 19/4/2013 | 12:00:00 ημ | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 2  | 19/4/2013 | 1:00:00 ημ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 3  | 19/4/2013 | 2:00:00 ημ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 4  | 19/4/2013 | 3:00:00 ημ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 5  | 19/4/2013 | 4:00:00 ημ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 6  | 19/4/2013 | 5:00:00 ημ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 7  | 19/4/2013 | 6:00:00 ημ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 8  | 19/4/2013 | 7:00:00 ημ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 9  | 19/4/2013 | 8:00:00 ημ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 10 | 19/4/2013 | 9:00:00 ημ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 11 | 19/4/2013 | 10:00:00 ημ | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 12 | 19/4/2013 | 11:00:00 ημ | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 13 | 19/4/2013 | 12:00:00 μμ | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 14 | 19/4/2013 | 1:00:00 μμ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 15 | 19/4/2013 | 2:00:00 μμ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 16 | 19/4/2013 | 3:00:00 μμ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 17 | 19/4/2013 | 4:00:00 μμ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 18 | 19/4/2013 | 5:00:00 μμ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 19 | 19/4/2013 | 6:00:00 μμ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 20 | 19/4/2013 | 7:00:00 μμ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 21 | 19/4/2013 | 8:00:00 μμ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 22 | 19/4/2013 | 9:00:00 μμ  | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 23 | 19/4/2013 | 10:00:00 μμ | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |
| 24 | 19/4/2013 | 11:00:00 μμ | NO   | NO        | Single Solution | NO              | 0      | 0         | 0,0           | 0,0            | 0        | 0,00         |                |                 |

Εικόνα 4-22 Περιβάλλον με την εισαγωγή χρονικών στιγμών.

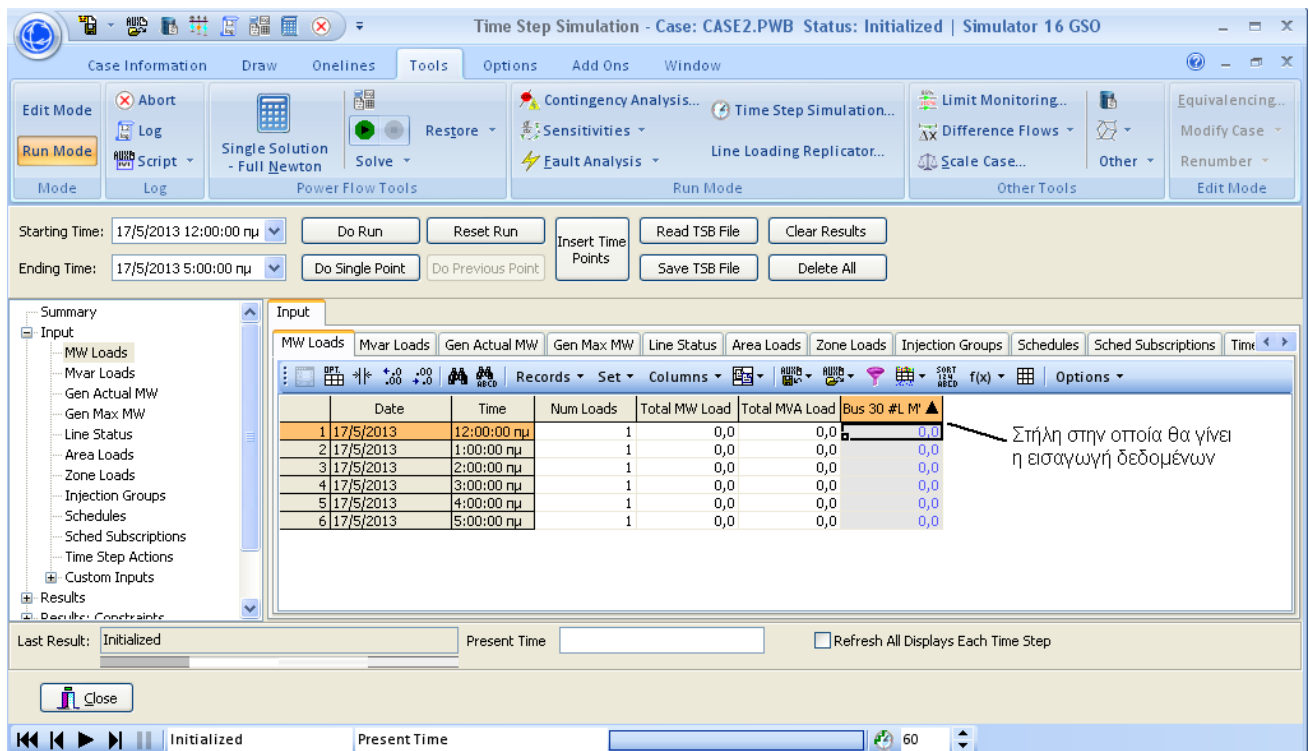
**Δεύτερο βήμα:** Ορισμός των εισόδων της προσομοίωσης (πχ μετρήσεις φορτίου, παραγωγής κτλ ). Υπάρχουν δύο τύποι εισαγωγής δεδομένων στο Time Step Simulation οι οποίοι αναφέρονται πιο κάτω:

**Hourly Data:** Για να ορίσουμε τις εισόδους πηγαίνουμε στην επιλογή **Input** που βρίσκεται στα αριστερά στο περιβάλλον εργασίας και μετά επιλέγουμε την αντίστοιχη υπό-επιλογή που θέλουμε (MW loads, Mvar loads, Gen actual MW κτλ). Στη συνέχεια για να εισάγουμε τα δεδομένα μας πρέπει να προσθέσουμε μια στήλη για κάθε τύπο δεδομένου (φορτίο, παραγωγή κτλ), έτσι αφού επιλέξουμε την υποεπιλογή που θέλουμε για παράδειγμα MW loads, δεξιά εμφανίζονται διάφορα tabs και από αυτά επιλέγουμε **Records Insert/Scale Load Column(s)** το οποίο παρουσιάζεται στη πιο κάτω Εικόνα 4-23.



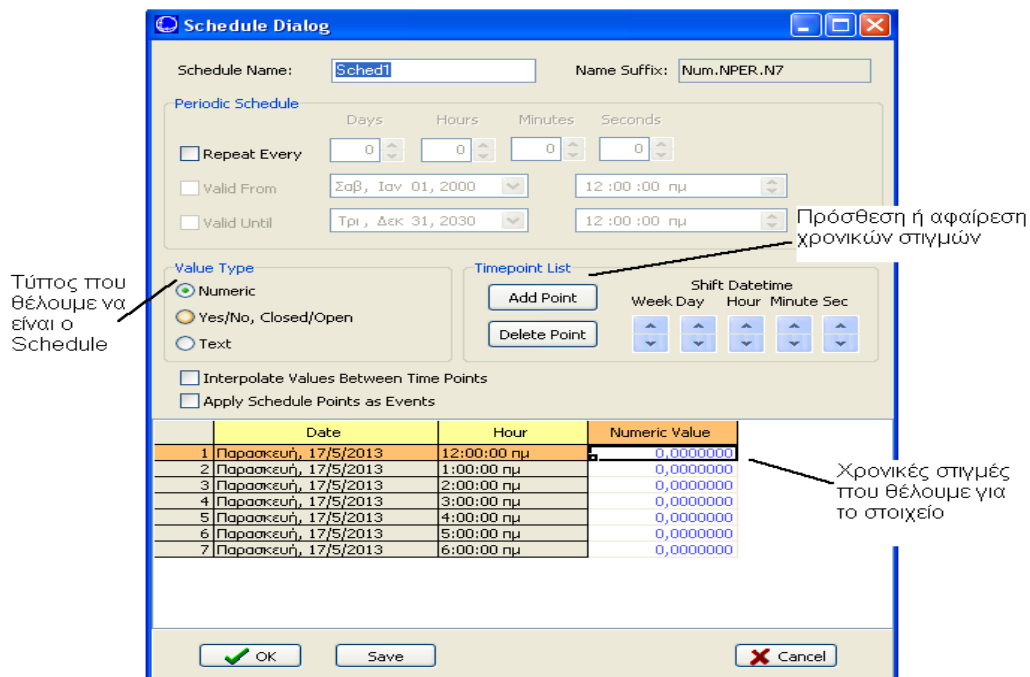
Εικόνα 4-23 Παράθυρο insert/scale column dialog.

Στα αριστερά επιλέγουμε τα στοιχεία του δικτύου για τα οποία θα εισάγουμε τα δεδομένα και πατώντας το μπλε βελάκι αυτά μεταφέρονται στα δεξιά. Επίσης επιλέγουμε αν τα δεδομένα που θα εισάγουμε αφορούν μετρήσεις μόνο ενεργούς ισχύος, μόνο άεργου ισχύος και τα δύο. Αφού κάνουμε τα παραπάνω πατάμε **OK** και κλείνουμε το παράθυρο. Στη συνέχεια θα εμφανιστεί μια καινούργια στήλη στο περιβάλλον εργασίας η οποία παρουσιάζεται στην πιο κάτω Εικόνα 4-24. Η στήλη αυτή χρησιμοποιείται για την εισαγωγή των δεδομένων του στοιχείου που επιλέξαμε, τα βήματα που ακολουθούμε για την συμπλήρωση της παρουσιάζονται στο **Τρίτο Βήμα** το οποίο παρουσιάζεται πιο κάτω.



Εικόνα 4-24 Περιβάλλον time step simulator μετά από τον ορισμό των εισόδων.

**Scheduled Data:** Χρησιμοποιείται για τα δεδομένα που δεν είναι ωριαία από τη φύση (MW set point μιας γραμμής μεταφοράς, κατάσταση της γεννήτριας, κατάσταση της γραμμής μεταφοράς κτλ). Για να ορίσουμε τις εισόδους πηγαίνουμε στην επιλογή **Input** που βρίσκεται στα αριστερά στο περιβάλλον εργασίας και μετά επιλέγουμε την υποεπιλογή **Schedules** και μας εμφανίζεται η καρτέλα της πιο κάτω Εικόνα 4-25.



Εικόνα 4-25 Καρτέλα με τα στοιχεία του Schedules.

Στην καρτέλα αυτή επιλέγουμε τη τιμή εισόδου θα έχει το στοιχείο (αριθμητική, Boolean, κείμενο), αν θα είναι περιοδικό ή όχι και πόσες χρονικές στιγμές θέλουμε για τη προσομοίωση. Η εισαγωγή των δεδομένων στις χρονικές στιγμές που επιλέγουμε περιγράφεται στο **Τρίτο Βήμα**. Αφού κάνουμε τα πιο πάνω στη συνέχεια πηγαίνουμε στην επιλογή **Input** που βρίσκεται στα αριστερά στο περιβάλλον εργασίας και μετά επιλέγουμε την υποεπιλογή **Sched Subscriptions** και μας εμφανίζεται η καρτέλα της πιο κάτω Εικόνα 4-26.

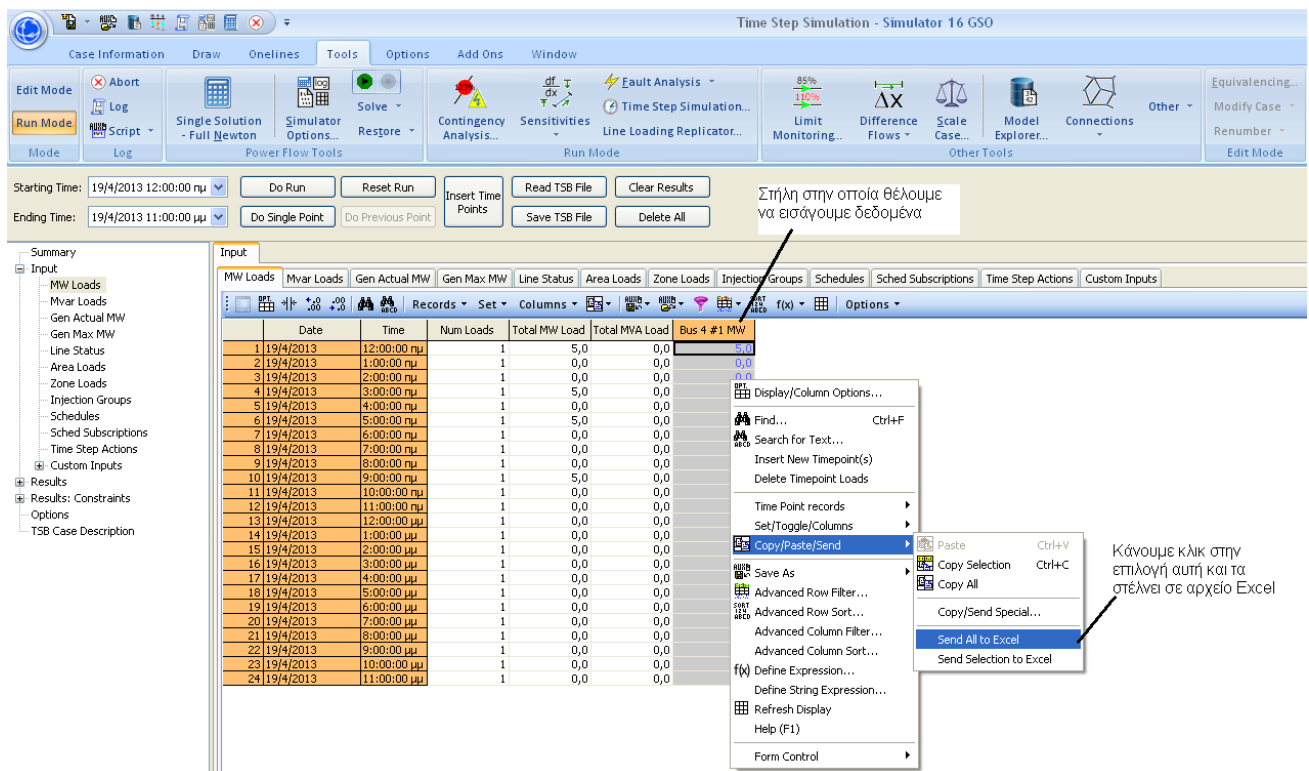
Εικόνα 4-26 Καρτέλα Schedule Subscription Dialog.

Στην καρτέλα αυτή από την επιλογή **Object type** επιλέγουμε το στοιχείο που θέλουμε να προσομοιώσουμε, από την επιλογή **Object Id** επιλέγουμε το Id του στοιχείου, στην επιλογή **Field** επιλέγουμε το πεδίο του στοιχείου και στη επιλογή **Schedule** επιλέγουμε σε πιο **Schedule** θέλουμε να ανήκει το στοιχείο. Στη συνέχεια περνάμε στο τρίτο βήμα χρήσης του εργαλείου **Time Step Simulation**.

**Τρίτο βήμα:** Στο τρίτο βήμα έχουμε την εισαγωγή δεδομένων/μετρήσεων η οποία μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους:

Εισαγωγή δεδομένων χειροκίνητα, κλιμακώνοντας ήδη υπάρχοντα δεδομένα από άλλη στήλη χρησιμοποιώντας της επιλογή **Insert/Scale Column Dialog** και αντιγραφή δεδομένων κατευθείαν από το πρόγραμμα **Microsoft Excel**.

Ιδιαίτερη περιγραφή θα κάνω για το τρίτο τρόπο εισαγωγής δεδομένων, αφού τα δεδομένα των στοιχείων του δικτύου βρίσκονται αποθηκευμένα σε **Excel** αρχεία. Έστω ότι θέλουμε να κάνουμε εισαγωγή δεδομένων ενός φορτίου ανά ώρα για ένα εικοσιτετράωρο. Αρχικά επιλέγουμε τη στήλη που αναφέρεται στα δεδομένα του φορτίου και στη συνέχεια κάνουμε δεξί κλικ πάνω της και επιλέγουμε **Copy/Paste/Send Selection to Excel**, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα 4-27.



Εικόνα 4-27 Αποστολή επικεφαλίδων σε αρχείο Excel.

Στη συνέχεια μας ανοίγει το αρχείο **Excel** που παρουσιάζεται στην παρακάτω Εικόνα 4-28.

| Timepoint             | Load MW | Num Load | Total MW | Total MVA | Bus 4 #1 MW |
|-----------------------|---------|----------|----------|-----------|-------------|
| 19/4/2013 12:00:00 πμ | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 1:00:00 πμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 2:00:00 πμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 3:00:00 πμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 4:00:00 πμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 5:00:00 πμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 6:00:00 πμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 7:00:00 πμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 8:00:00 πμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 9:00:00 πμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 10:00:00 πμ | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 11:00:00 πμ | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 12:00:00 μμ | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 1:00:00 μμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 2:00:00 μμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 3:00:00 μμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 4:00:00 μμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 5:00:00 μμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 6:00:00 μμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 7:00:00 μμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 8:00:00 μμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 9:00:00 μμ  | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |
| 19/4/2013 10:00:00 μμ | 1       | 0        | 0        | 0         | 0           |

Εικόνα 4-28 Το αρχείο Excel με τις επικεφαλίδες του στοιχείου εισόδου.

Στην στήλη **Bus 4 #1 MW**, η οποία αποτελείται από μηδενικά θα κάνουμε επικόλληση τα δεδομένα (ενεργός ισχύς του φορτίου για το εικοσιτετράωρο της ημερομηνίας 19/4/2013 με βήμα μιας ώρας), τα οποία έχουμε αποθηκευμένα σε άλλο αρχείο **Excel**. Ανοίγουμε το αρχείο **Excel** που έχουμε αποθηκευμένα τα δεδομένα του φορτίου, επιλέγουμε το εικοσιτετράωρο που θέλουμε να προσομοιώσουμε, αντιγράφουμε τα δεδομένα και στη συνέχεια επιστρέφουμε στο αρχείο **Excel** που δημιουργήθηκε από το Power World και κάνουμε επικόλληση των δεδομένων στη στήλη **Bus 4 #1 MW**. Στην παρακάτω Εικόνα 4-29 παρουσιάζεται αρχείο **Excel** μετά την επικόλληση των δεδομένων στη στήλη που θέλουμε.

|    | A                 | B           | C        | D        | E         | F           | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|-------------------|-------------|----------|----------|-----------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | Timepoint Load MW |             |          |          |           |             |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | Date              | Time        | Num Load | Total MW | Total MVA | Bus 4 #1 MW |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  | 19/4/2013         | 12:00:00 πμ | 1        | 0        | 0         | 10          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | 19/4/2013         | 1:00:00 πμ  | 1        | 0        | 0         | 20          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | 19/4/2013         | 2:00:00 πμ  | 1        | 0        | 0         | 30          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | 19/4/2013         | 3:00:00 πμ  | 1        | 0        | 0         | 10          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | 19/4/2013         | 4:00:00 πμ  | 1        | 0        | 0         | 10          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | 19/4/2013         | 5:00:00 πμ  | 1        | 0        | 0         | 10          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | 19/4/2013         | 6:00:00 πμ  | 1        | 0        | 0         | 20          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | 19/4/2013         | 7:00:00 πμ  | 1        | 0        | 0         | 0           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | 19/4/2013         | 8:00:00 πμ  | 1        | 0        | 0         | 0           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | 19/4/2013         | 9:00:00 πμ  | 1        | 0        | 0         | 50          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | 19/4/2013         | 10:00:00 πμ | 1        | 0        | 0         | 0           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | 19/4/2013         | 11:00:00 πμ | 1        | 0        | 0         | 0           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 | 19/4/2013         | 12:00:00 μμ | 1        | 0        | 0         | 20          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 | 19/4/2013         | 1:00:00 μμ  | 1        | 0        | 0         | 0           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 | 19/4/2013         | 2:00:00 μμ  | 1        | 0        | 0         | 0           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 | 19/4/2013         | 3:00:00 μμ  | 1        | 0        | 0         | 20          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 | 19/4/2013         | 4:00:00 μμ  | 1        | 0        | 0         | 0           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 | 19/4/2013         | 5:00:00 μμ  | 1        | 0        | 0         | 30          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 | 19/4/2013         | 6:00:00 μμ  | 1        | 0        | 0         | 0           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 | 19/4/2013         | 7:00:00 μμ  | 1        | 0        | 0         | 0           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 | 19/4/2013         | 8:00:00 μμ  | 1        | 0        | 0         | 20          |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 | 19/4/2013         | 9:00:00 μμ  | 1        | 0        | 0         | 0           |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 | 19/4/2013         | 10:00:00 μμ | 1        | 0        | 0         | 0           |   |   |   |   |   |   |   |   |

Εικόνα 4-29 Αρχείο Excel μετά την επικόλληση των δεδομένων.

Στη συνέχεια επιλέγουμε όλα τα δεδομένα του φύλλου **Excel** της τελευταίας εικόνας, κάνουμε αντιγραφή και γυρίζουμε στο περιβάλλον εργασίας του **time step simulation**. Εκεί, στην στήλη του φορτίου **Bus 4 #1 MW**, κάνουμε δεξί κλικ και επιλέγουμε **Copy/Paste/Send Paste**. Στην Εικόνα 4-30 παρουσιάζεται το περιβάλλον του time step simulator μετά από την επικόλληση των δεδομένων στη στήλη που επιλέξαμε.

| Date         | Time        | Num Loads | Total MW Load | Total MVA Load | Bus 4 #1 MW |
|--------------|-------------|-----------|---------------|----------------|-------------|
| 19/4/2013    | 12:00:00 ημ | 1         | 10,0          | 0,0            | 10,0        |
| 2 19/4/2013  | 1:00:00 ημ  | 1         | 20,0          | 0,0            | 20,0        |
| 3 19/4/2013  | 2:00:00 ημ  | 1         | 30,0          | 0,0            | 30,0        |
| 4 19/4/2013  | 3:00:00 ημ  | 1         | 10,0          | 0,0            | 10,0        |
| 5 19/4/2013  | 4:00:00 ημ  | 1         | 10,0          | 0,0            | 10,0        |
| 6 19/4/2013  | 5:00:00 ημ  | 1         | 10,0          | 0,0            | 10,0        |
| 7 19/4/2013  | 6:00:00 ημ  | 1         | 20,0          | 0,0            | 20,0        |
| 8 19/4/2013  | 7:00:00 ημ  | 1         | 0,0           | 0,0            | 0,0         |
| 9 19/4/2013  | 8:00:00 ημ  | 1         | 0,0           | 0,0            | 0,0         |
| 10 19/4/2013 | 9:00:00 ημ  | 1         | 50,0          | 0,0            | 50,0        |
| 11 19/4/2013 | 10:00:00 ημ | 1         | 0,0           | 0,0            | 0,0         |
| 12 19/4/2013 | 11:00:00 ημ | 1         | 0,0           | 0,0            | 0,0         |
| 13 19/4/2013 | 12:00:00 μμ | 1         | 20,0          | 0,0            | 20,0        |
| 14 19/4/2013 | 1:00:00 μμ  | 1         | 0,0           | 0,0            | 0,0         |
| 15 19/4/2013 | 2:00:00 μμ  | 1         | 0,0           | 0,0            | 0,0         |
| 16 19/4/2013 | 3:00:00 μμ  | 1         | 20,0          | 0,0            | 20,0        |
| 17 19/4/2013 | 4:00:00 μμ  | 1         | 0,0           | 0,0            | 0,0         |
| 18 19/4/2013 | 5:00:00 μμ  | 1         | 30,0          | 0,0            | 30,0        |
| 19 19/4/2013 | 6:00:00 μμ  | 1         | 0,0           | 0,0            | 0,0         |
| 20 19/4/2013 | 7:00:00 μμ  | 1         | 0,0           | 0,0            | 0,0         |
| 21 19/4/2013 | 8:00:00 μμ  | 1         | 20,0          | 0,0            | 20,0        |
| 22 19/4/2013 | 9:00:00 μμ  | 1         | 0,0           | 0,0            | 0,0         |
| 23 19/4/2013 | 10:00:00 μμ | 1         | 0,0           | 0,0            | 0,0         |
| 24 19/4/2013 | 11:00:00 μμ | 1         | 2,0           | 0,0            | 2,0         |

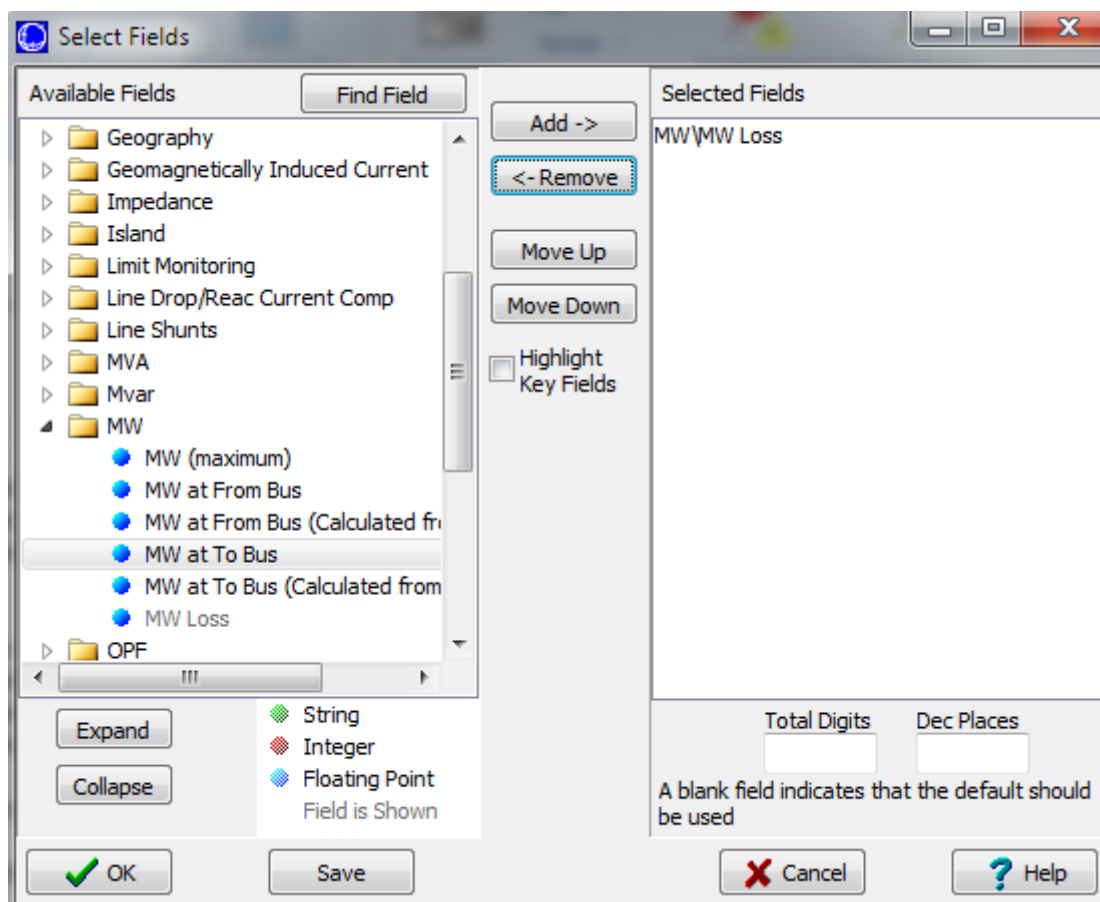
Εικόνα 4-30 Το περιβάλλον εργασίας του time step simulator μετά την επικόλληση των δεδομένων.

**Τέταρτο βήμα:** Επιλέγουμε τα δεδομένα εξόδου δηλαδή τα δεδομένα που θα αποθηκευτούν μετά το τέλος της προσομοίωσης. Για την επιλογή των δεδομένων εξόδου που θέλουμε πηγαίνουμε στην επιλογή **Result** στα αριστερά του περιβάλλοντος του **time step simulation** όπου περιέχονται όλα τα στοιχεία του δικτύου μας.(μετασχηματιστές, ζυγοί, γραμμές, γεννήτριες κλπ). Επιλέγουμε το στοιχείο για το οποίο θέλουμε να αποθηκεύσουμε τα δεδομένα του και πατάμε στο κουμπί **View/Modify** και μας εμφανίζεται το παράθυρο που φαίνεται στη παρακάτω Εικόνα 4-31.

| Number | Name     | Area Name | Time Selected |
|--------|----------|-----------|---------------|
| 1      | 1 dekkia | 1         | NO            |
| 2      | 2 pafos  | 1         | NO            |
| 3      | 3 lerith | 1         | NO            |
| 4      | 4        | 1         | NO            |

Εικόνα 4-31 Το παράθυρο Custom Results Selection Dialog.

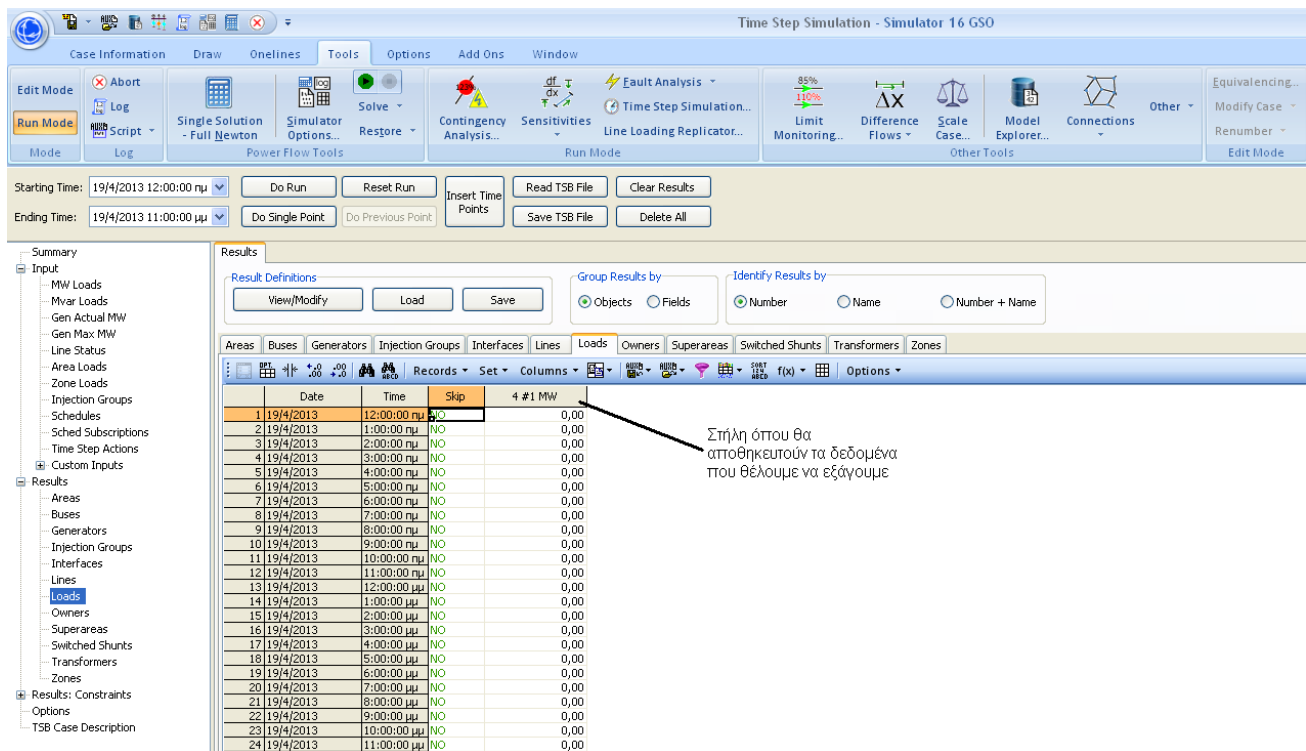
Μετά κάνουμε **Yes** το **Time selected** της γραμμής στην οποία βρίσκετε το στοιχείο για το οποίο θέλουμε να αποθηκεύσουμε τα δεδομένα του, και επιλέγουμε το κουμπί **Add/Remove Fields** και εμφανίζεται η καρτέλα που παρουσιάζεται στην Εικόνα 4-32.



Εικόνα 4-32 Παράθυρο επιλογής στοιχείων εξόδου της προσομοίωσης.

Διαλέγουμε από αριστερά τα δεδομένα που θέλουμε να υπολογιστούν κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης και στη συνέχεια πατάμε **Add** και αυτά μεταφέρονται δεξιά. Μετά πατάμε **Ok** στην καρτέλα **Custom Results Selection Dialog, Save and Close**.

Αφού κάνουμε αυτό εμφανίζεται η παρακάτω στήλη στην καρτέλα **Lines** των **Results** που φαίνεται στη πιο κάτω Εικόνα 4-33. Η στήλη αυτή θα συμπληρωθεί αφού τελειώσει η προσομοίωση του δικτύου.



Εικόνα 4-33 Στήλη στην οποία θα εμφανιστούν τα δεδομένα εξόδου μετά το πέρας της προσομοίωσης.

**Πέμπτο βήμα:** Το τρέξιμο της προσομοίωσης γίνεται πατώντας το κουμπί **Do Run**, όπου από προεπιλογή θα λύση το πρόβλημα ροής φορτίου σε λειτουργία **Continuous Simulation** που σημαίνει ότι κάθε χρονική στιγμή λύνεται ακριβώς μετά την προηγούμενη. Όσο εξελίσσεται η προσομοίωση οι τιμές των μεταβλητών μεταβάλλονται ζωντανά και εμφανίζεται στο κάτω αριστερό άκρο του περιβάλλοντος του **time step simulation** το ποσοστό ολοκλήρωσης της διαδικασίας. Επίσης η προσομοίωση μπορεί να τρέξει και σε λειτουργία **Timed simulation** που σημαίνει ότι ο χρόνος όπου η προσομοίωση τρέχει είναι ανάλογος με την ημερομηνία και την ώρα των χρονικών στιγμών που έχουμε καθορίσει. Δηλαδή τρέχει σε πραγματικό χρόνο και παρέχεται η δυνατότητα διακοπής αλλά και επαναφοράς της λύσης στην αρχική κατάσταση. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης μπορούμε να τα εξάγουμε σε αρχείο **Excel** αν ακολουθήσουμε την ίδια διαδικασία που κάναμε στο **Τρίτο βήμα**. Τέλος μπορούμε να αποθηκεύσουμε τις εισόδους, τις εξόδους αλλά και τα χαρακτηριστικά της προσομοίωσης πατώντας το κουμπί **Save tsb file**. Έτσι δημιουργείται ένα δυαδικό αρχείο με κατάληξη **tsb** το οποίο μπορεί να ξαναφορτωθεί από το **Power World** από την επιλογή **Read tsb file** στο περιβάλλον εργασίας του **Time step simulation**.

## 5. Προσομοίωση Συστήματος Τεσσάρων-ζυγών

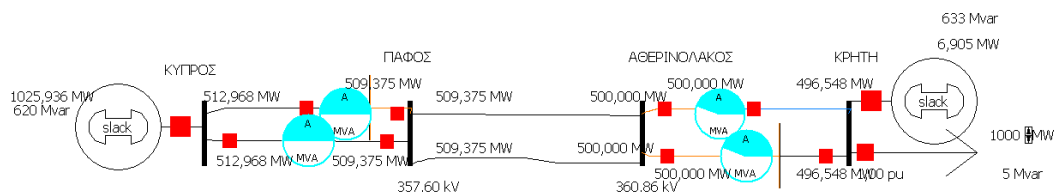
Το σύστημα των **Τεσσάρων-ζυγών** έχει στηθεί με σκοπό να υπολογίσουμε τις απώλειες ροής ισχύος σε MW στο σύστημα καθώς και τον υπολογισμό των τάσεων σε kV στους ζυγούς που είναι συνδεδεμένες οι DC transmission lines ακόμη και αν δεν έχουμε τα ακριβή στοιχεία παραγωγής σε ένα σύστημα. Οι συνολικές απώλειες υπολογίζονται από το άθροισμα των απωλειών που έχουμε στους μετασχηματιστές και στις 2 DC transmission line. Τις τάσεις στους ζυγούς τις υπολογίζει το **Power world** ανάλογα με τη ροή ισχύος που έχουμε κάθε φορά.

### 5.1 Σχεδιασμός του συστήματος Τεσσάρων-ζυγών

Για το σχεδιασμό του συστήματος με το οποίο θα υπολογίσουμε τις απώλειες ροής ισχύος καθώς και τις τάσεις στους ζυγούς που έχουμε τις DC transmission lines, χρειαστήκαμε τα εξής δομικά στοιχεία:

- 2 Γεννήτριες.
- 4 ζυγούς.
- 4 μετασχηματιστές .
- 2 DC transmission lines.
- 1 φορτίο.

Φτιάχνουμε το ζυγό Κύπρος με nominal voltage 132kV ο οποίος θα είναι slack bus. Στο ζυγό Κύπρος βάζουμε γεννήτρια στην οποία η παραγωγή ενεργός ισχύος αφήνεται ελεύθερη. Δημιουργούμε το ζυγό Κρήτη με nominal voltage 150kV ο οποίος θα είναι και αυτός slack bus. Στο ζυγό Κρήτη βάζουμε ένα φορτίο σταθερής ισχύος και μια γεννήτρια όπου και σε αυτή η παραγωγή ενεργού ισχύος αφήνεται ελεύθερη. Δημιουργούμε το ζυγό Πάφος με nominal voltage 400kV, μεταξύ των ζυγών Κύπρος-Πάφος βάζουμε 2 μετασχηματιστές των 1200MVA με series resistance( $R$ )=0,001p.u και series reactance( $X$ )= 0,04p.u. Δημιουργούμε και το ζυγό Αθερινόλακος με nominal voltage 400kV, μεταξύ των ζυγών Αθερινόλακος-Κρήτη βάζουμε 2 μετασχηματιστές ίδιους με αυτούς που βάλουμε στους ζυγούς Κύπρος-Πάφος. Επίσης μεταξύ των ζυγών Πάφος-Αθερινόλακος βάζουμε 2 DC transmission lines. Τα χαρακτηριστικά των DC transmission lines φαίνονται στο Πιν. 5-1. Το τελικό σύστημα που προκύπτει από το πιο πάνω σχεδιασμό φαίνεται στην Εικόνα 5-1.



Εικόνα 5-1 Σύστημα Τεσσάρων-ζυγών.

|                |                                           |
|----------------|-------------------------------------------|
| Τύπος καλωδίου | 400kV single Core XPLE Cables with Copper |
|----------------|-------------------------------------------|

|                                                              |                            |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                                              | Wire Screen and APL Sheath |
| Dimensions/Cross Sections (mm <sup>2</sup> )                 | 2000                       |
| Conductor, round, stranded, segmental (mm)                   | 54,3                       |
| XPLE insulation (mm)                                         | 26                         |
| Screen, cooper wire, cross sections (mm <sup>2</sup> )       | 170                        |
| Outer diameter (mm)                                          | 131                        |
| Cable weight(Cu)(Kg/m)                                       | 30                         |
| Permissible pulling force(Cu)(kN)                            | 100                        |
| <b>Electrical data</b>                                       |                            |
| DC Resistance (Cu) (Ω/Km)                                    | 0,009                      |
| AC Resistance (Cu)(Ω/Km)                                     | 0,0129                     |
| Field strength at U <sub>0</sub> at conductor screen (kV/mm) | 12,4                       |
| Field strength at U <sub>0</sub> at core screen (kV/mm)      | 6,5                        |
| Capacitance per core (μF/Km)                                 | 0,209                      |
| Inductance (mH/Km)                                           | 0,5                        |
| <b>Current Rating/Power Rating</b>                           |                            |
| Cu contactor cables 1 circuit A/MVA                          | 1212/840                   |
| Cu conductor cables 2 circuit A/MVA                          | 1026/711                   |

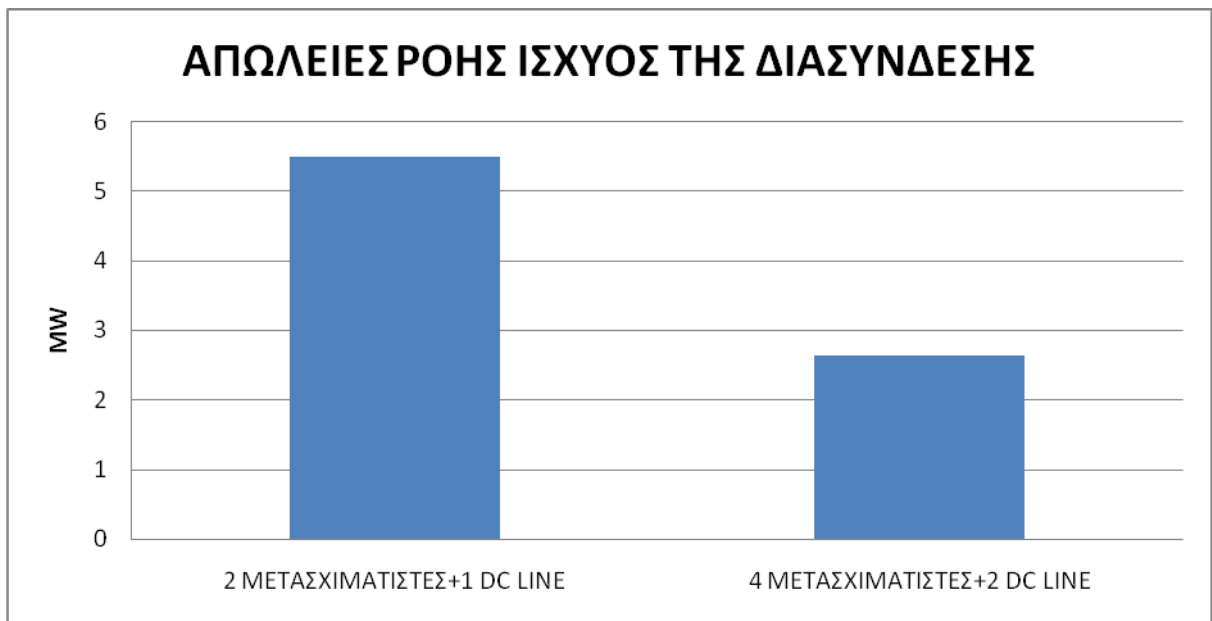
**Πιν. 5-1 Χαρακτηριστικά των DC transmission lines.**<sup>22</sup>

Για λόγους αξιοπιστίας της διασύνδεσης αλλά και αποδοτικότητας της ως προς τις απώλειες ροής ισχύος και τις τάσεις στους ζυγούς διασύνδεσης των δύο νησιών, αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε 2 μετασχηματιστές σε κάθε πλευρά διασύνδεσης καθώς και 2 DC transmission lines.

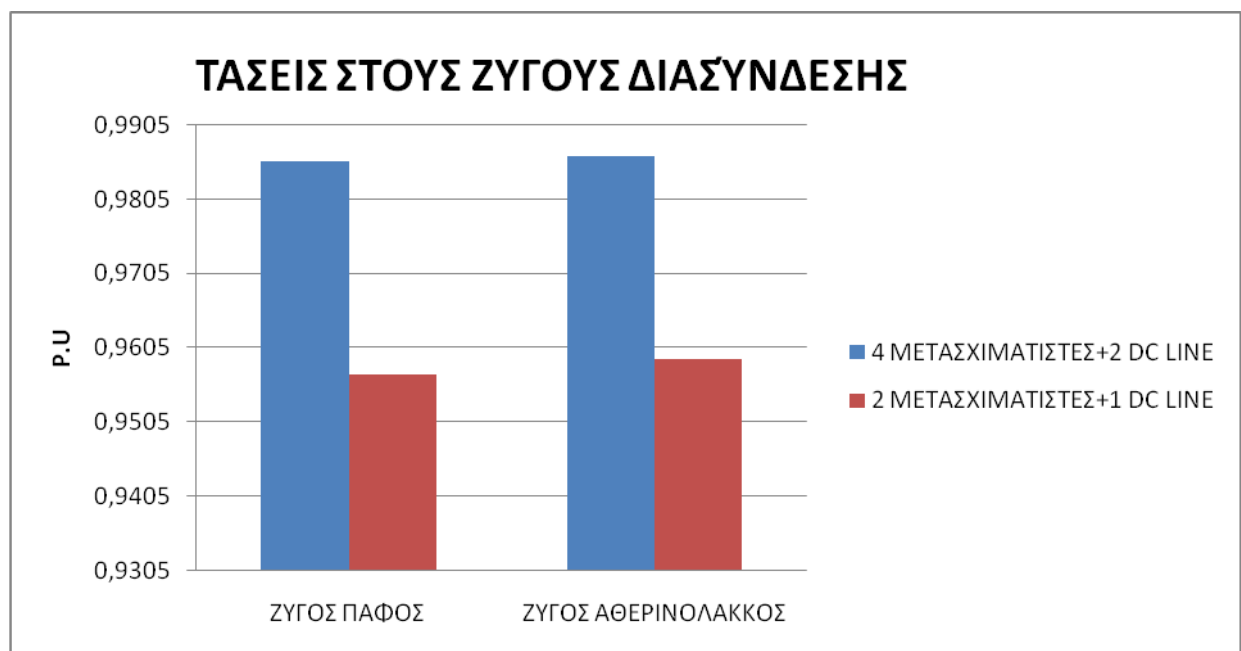
### 5.1.1 Παράδειγμα

Στα παρακάτω γραφήματα Γράφημα 5-1 και Γράφημα 5-2 παρουσιάζονται οι απώλειες ροής ισχύος της διασύνδεσης καθώς και οι τάσεις στους ζυγούς διασύνδεσης χρησιμοποιώντας:

- 2 DC transmission lines και 4 μετασχηματιστές για συνολική μεταφερόμενη ισχύ 300MW.
- 1 DC transmission lines και 2 μετασχηματιστές για συνολική μεταφερόμενη ισχύ 300MW.



**Γράφημα 5-1 Απώλειες ροής ισχύος της διασύνδεσης των Τεσσάρων-ζυγών.**



**Γράφημα 5-2 Τάσεις των ζυγών της διασύνδεσης των Τεσσάρων-ζυγών.**

Από το Γράφημα 5-1 παρατηρούμε ότι η διασύνδεση με 1 DC transmission lines και 2 μετασχηματιστές έχει απώλειες ροής ισχύος 5,495MW ενώ η διασύνδεση με 2 DC transmission lines και 4 μετασχηματιστές έχει απώλειες ροής ισχύος 2,648MW.

Από το Γράφημα 5-2 παρατηρούμε ότι η τάση στο ζυγό ΠΑΦΟΣ για τη διασύνδεση με 1 DC transmission lines και 2 μετασχηματιστές είναι 0,9568 p.u ενώ για τη διασύνδεση με 2 DC transmission lines και 4 μετασχηματιστές είναι 0,9856 p.u . Στο ζυγό ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΣ η τάση για τη διασύνδεση με 1 DC transmission lines και 2 μετασχηματιστές είναι 0,9580 p.u ενώ για τη διασύνδεση με 2 DC transmission lines και 4 μετασχηματιστές είναι 0,9862p.u. Από τα πιο πάνω συμπεραίνουμε ότι η πιο αποδοτική διασύνδεση

είναι αυτή με 2 DC transmission lines και 4 μετασχηματιστές. Επίσης από πλευράς αξιοπιστίας πάλι η διασύνδεση με 2 DC transmission lines και 4 μετασχηματιστές είναι η πιο αξιόπιστη, γιατί σε περίπτωση βλάβης σε κάποιο μετασχηματιστή ή σε μια DC transmission line θα συνεχίσουμε να έχουμε ροή ισχύος μεταξύ των δύο συστημάτων.

## 5.2 Περιγραφή προσομοίωσης Τεσσάρων-ζυγών

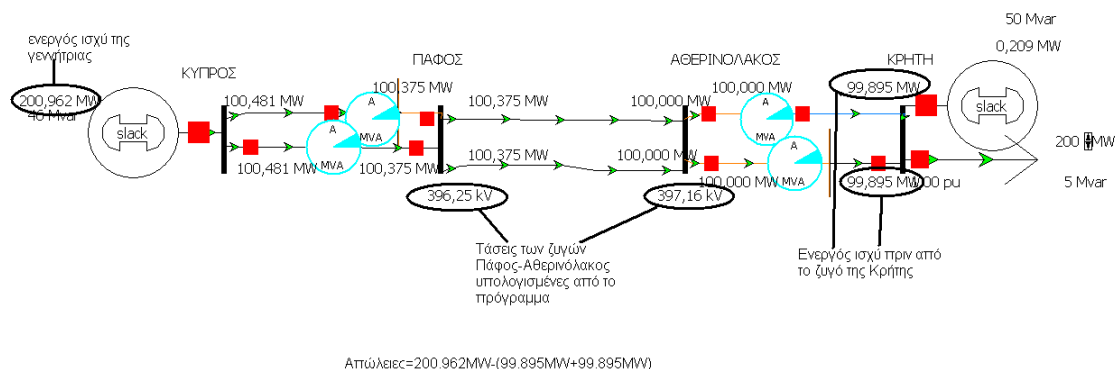
Αφού στήσαμε το σύστημα των Τεσσάρων-ζυγών όπως φαίνεται στην Εικόνα 5-1 τώρα θα υπολογίσουμε τις απώλειες ροής ισχύος στο σύστημα καθώς και τις τάσεις στους ζυγούς Πάφος και Αθερινόλακος, για συνολική μεταφερόμενη ισχύ μέχρι 1000MW. Το set point των DC transmission lines καθορίζει τη ροή ισχύος από τη γραμμή, δηλαδή αν του αναθέσουμε τιμή 50MW τότε η ροή ισχύος που θα ρέει στη κάθε γραμμή είναι 50MW. Άρα στο ζυγό Αθερινόλακος η συνολική ισχύς που θα έχουμε είναι 100MW. Ο υπολογισμός των απωλειών και των τάσεων έγινε για 3 διαφορετικές περιπτώσεις:

- Από 0-100MW με αύξηση του set point σε κάθε γραμμή κατά 5MW.
- Από 120-400MW με αύξηση του set point σε κάθε γραμμή κατά 10MW.
- Από 450-1000MW με αύξηση του set point σε κάθε γραμμή κατά 25MW.

Τα βήματα που κάνουμε κάθε φορά για τον υπολογισμό των απωλειών και των τάσεων είναι τα εξής:

- Ρυθμίζουμε το φορτίο που έχουμε στο ζυγό της Κρήτης.
- Ρυθμίζουμε το set point των γραμμών.

Αφού κάνουμε τα πιο πάνω βήματα και τρέξουμε το πρόγραμμα για να υπολογίσουμε τις απώλειες ροής ισχύος αφαιρούμε από την τιμή της ενεργός ισχύος της γεννήτριας την συνολική ενεργό ισχύ που έχουμε πριν από το ζυγό της Κρήτης, το αποτέλεσμα της αφαίρεσης είναι οι απώλειες που έχουμε. Οι τάσεις στους ζυγούς Πάφος-Αθερινόλακος υπολογίζονται από το πρόγραμμα και τις καταγράφουμε σε κάθε περίπτωση. Ένα παράδειγμα προσομοίωσης φαίνεται στην Εικόνα 5-2.



Εικόνα 5-2 Παράδειγμα προσομοίωσης του συστήματος των Τεσσάρων-ζυγών.

## 5.3 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων από τη προσομοίωση των Τεσσάρων-ζυγών

Στη παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης του συστήματος των Τεσσάρων-ζυγών, καθώς επίσης και τα γραφήματα για:

- Μηνιαίες απώλειες της διασύνδεσης.
- Μέγιστες ωριαίες απώλειες ανά μήνα της διασύνδεσης.

- Ποσοστό μηνιαίων απωλειών σε σχέση με τη ροή ενέργειας ανά μήνα της διασύνδεσης.

Τα γραφήματα προέκυψαν από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης του συστήματος των Τεσσάρων -ζυγών και από δεδομένα που εξήχθησαν από τη πτυχιακή εργασία του Αντωνίου Αντώνη[23] .

Τα τελικά αποτελέσματα για όλες τις περιπτώσεις που τρέξαμε το σύστημα παρουσιάζονται στον παρακάτω Πιν. 5-2.

| Συνολική μεταφερόμενη ισχύς (MW) | Set point DC line1 (MW) | Set point DC line2 (MW) | Ζυγός ΠΑΦΟΣ (kV) | Ζυγός ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΣ (kV) | Συνολικές Απώλειες (MW) |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|-------------------------|
| 10                               | 5                       | 5                       | 399,94           | 399,91                   | 0,002                   |
| 20                               | 10                      | 10                      | 399,88           | 399,82                   | 0,012                   |
| 30                               | 15                      | 15                      | 399,8            | 399,74                   | 0,026                   |
| 40                               | 20                      | 20                      | 399,7            | 399,65                   | 0,046                   |
| 50                               | 25                      | 25                      | 399,59           | 399,57                   | 0,072                   |
| 60                               | 30                      | 30                      | 399,47           | 399,49                   | 0,104                   |
| 70                               | 35                      | 35                      | 399,32           | 399,22                   | 0,142                   |
| 80                               | 40                      | 40                      | 399,2            | 399,12                   | 0,185                   |
| 90                               | 45                      | 45                      | 399,05           | 399,01                   | 0,235                   |
| 100                              | 50                      | 50                      | 398,89           | 398,91                   | 0,29                    |
| 120                              | 60                      | 60                      | 398,55           | 398,72                   | 0,416                   |
| 140                              | 70                      | 70                      | 398,19           | 398,22                   | 0,569                   |
| 160                              | 80                      | 80                      | 397,79           | 397,99                   | 0,744                   |
| 180                              | 90                      | 90                      | 397,36           | 397,41                   | 0,944                   |
| 200                              | 100                     | 100                     | 396,91           | 397,16                   | 1,167                   |
| 220                              | 110                     | 110                     | 396,46           | 396,53                   | 1,4                     |
| 240                              | 120                     | 120                     | 395,96           | 396,26                   | 1,67                    |
| 260                              | 130                     | 130                     | 395,44           | 395,55                   | 1,97                    |
| 280                              | 140                     | 140                     | 394,9            | 395,27                   | 2,28                    |
| 300                              | 150                     | 150                     | 394,32           | 394,51                   | 2,63                    |
| 320                              | 160                     | 160                     | 393,73           | 394,22                   | 2,98                    |
| 340                              | 170                     | 170                     | 393,11           | 393,39                   | 3,38                    |
| 360                              | 180                     | 180                     | 392,48           | 393,09                   | 3,79                    |
| 380                              | 190                     | 190                     | 391,81           | 392,22                   | 4,23                    |
| 400                              | 200                     | 200                     | 391,13           | 391,9                    | 4,69                    |
| 450                              | 225                     | 225                     | 389,18           | 389,81                   | 6,071                   |
| 500                              | 250                     | 250                     | 387,18           | 388,28                   | 7,562                   |
| 550                              | 275                     | 275                     | 385,03           | 385,99                   | 9,182                   |
| 600                              | 300                     | 300                     | 382,72           | 384,31                   | 10,98                   |
| 650                              | 325                     | 325                     | 380,25           | 381,79                   | 12,995                  |
| 700                              | 350                     | 350                     | 377,61           | 379,16                   | 15,196                  |
| 750                              | 375                     | 375                     | 374,8            | 376,4                    | 17,592                  |
| 800                              | 400                     | 400                     | 371,79           | 374,41                   | 20,148                  |
| 850                              | 425                     | 425                     | 368,59           | 371,46                   | 22,956                  |
| 900                              | 450                     | 450                     | 365,17           | 368,39                   | 25,986                  |
| 950                              | 475                     | 475                     | 361,51           | 364,2                    | 29,321                  |
| 1000                             | 500                     | 500                     | 357,61           | 360,86                   | 32,84                   |

**Πιν. 5-2 Αποτελέσματα προσομοίωσης Τεσσάρων-ζυγών.**

Παρακάτω παρουσιάζονται τα γραφήματα της διασύνδεσης που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων.

Στο Γράφημα 5-3 παρουσιάζονται οι συνολικές απώλειες σε MWh της διασύνδεσης για κάθε μήνα. Παρατηρούμε ότι ο Μάρτιος, ο Μάιος, ο Ιούνιος, ο Ιούλιος, ο Αύγουστος, ο Σεπτέμβριος και ο Νοέμβριος είναι οι μήνες που παρουσιάζουν τις περισσότερες απώλειες, με τον Ιούνιο να έχει τις περισσότερες. Αυτό

οφείλετε στο ότι η συνολική μεταφερόμενη ενέργεια αυτών των μηνών είναι πολύ ψηλή σε σχέση με των υπολοίπων.



**Γράφημα 5-3 Συνολικές απώλειες διασύνδεσης ανά μήνα.**

Στον Πιν. 5-3 παρουσιάζεται η συνολική μεταφερόμενη ενέργεια για κάθε μήνα.

| Μήνες       | Συνολική μεταφερόμενη ενέργεια(MWh) | Μήνες       | Συνολική μεταφερόμενη ενέργεια(MWh) |
|-------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|
| Ιανουάριος  | 64484,38                            | Ιούλιος     | 96923,01                            |
| Φεβρουάριος | 45697,40                            | Αύγουστος   | 97359,46                            |
| Μάρτιος     | 85652,61                            | Σεπτέμβριος | 94852,78                            |
| Απρίλιος    | 59208,47                            | Οκτώβριος   | 66433,89                            |
| Μάιος       | 96105,05                            | Νοέμβριος   | 111702,98                           |
| Ιούνιος     | 118739,5                            | Δεκέμβριος  | 51060,20                            |

**Πιν. 5-3 Συνολική μεταφερόμενη ενέργεια για κάθε μήνα.**

Στο Γράφημα 5-4 παρουσιάζονται οι μέγιστες ωριαίες απώλειες σε MW της διασύνδεσης για κάθε μήνα. Από το γράφημα παρατηρούμε ότι ο Μάρτιος, ο Μάιος, ο Ιούνιος, ο Ιούλιος, ο Αύγουστος, ο Σεπτέμβριος και ο Νοέμβριος είναι οι μήνες που παρουσιάζουν τις περισσότερες ωριαίες απώλειες. Αυτό οφείλεται στο ότι αυτούς τους μήνες η ροή της μεταφερόμενης ισχύς τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή ήταν πολύ ψηλή, και συγκεκριμένα ο Ιούνιος παρουσιάζει τη υψηλότερη μεταφερόμενη ισχύ, με τιμή 308,77MW η οποία αποτελεί και τη μέγιστη του έτους(13 Ιουνίου).



**Γράφημα 5-4 Μέγιστες ωριαίες απώλειες ανά μήνα.**

Στο Γράφημα 5-5 παρουσιάζεται το ποσοστό των συνολικών απωλειών ως προς τη συνολική μεταφερόμενη ενέργεια ανά μήνα. Από το γράφημα παρατηρούμε ότι ο Ιούνιος είναι ο μήνας με το ψηλότερο ποσοστό. Γενικά όμως το ποσοστό των συνολικών απωλειών ως προς τη συνολική μεταφερόμενη ενέργεια σε κάθε μήνα είναι σχετικά χαμηλό και αναμενόμενο σε σχέση με την απόσταση της διασύνδεσης και τη συνολική μεταφερόμενη ενέργεια για κάθε μήνα.



**Γράφημα 5-5 Ποσοστό συνολικών απωλειών ως προς τη συνολική ροή ενέργειας ανά μήνα.**

Στο Πιν. 5-4 παρουσιάζεται η μέγιστη μεταφερόμενη ισχύς ανά μήνα. Από το πίνακα παρατηρούμε ότι η μέγιστη μεταφερόμενη ισχύς του έτους παρουσιάζεται τον Ιούνιο 308,77MW. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές της μέγιστης μεταφερόμενης ισχύς ανά μήνα, αφορούν την περίπτωση μεταφοράς ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη.

|             | <b>Μέγιστη Μεταφερόμενη Ισχύς ανά Μήνα (MW)</b> |
|-------------|-------------------------------------------------|
| Ιανουάριος  | 235,59                                          |
| Φεβρουάριος | 187,29                                          |
| Μάρτιος     | 250,42                                          |
| Απρίλιος    | 204,3                                           |
| Μάιος       | 253,569                                         |
| Ιούνιος     | 308,77                                          |
| Ιούλιος     | 285,08                                          |
| Αύγουστος   | 270,74                                          |
| Σεπτέμβριος | 303,5                                           |
| Οκτώβριος   | 218,92                                          |
| Νοέμβριος   | 300,7                                           |
| Δεκέμβριος  | 170,85                                          |

**Πιν. 5-4 Μέγιστη μεταφερόμενη Ισχύς ανά μήνα.**

## 6. Προσομοίωση Συστήματος 37-ζυγών

Το σύστημα των **37-ζυγών** αποτελεί την ηλεκτρική διασύνδεση με υποθαλάσσιο καλώδιο υψηλής τάσης των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας(**ΣΗΕ**) των νησιών Κύπρου-Κρήτης. Το σύστημα των **37-ζυγών** έχει στηθεί με σκοπό την εξυπηρέτηση των αναγκών της εργασίας, δηλαδή τη μελέτη των τάσεων στους ζυγούς και των απωλειών ροής ισχύος στις γραμμές μεταφοράς των δύο διασυνδεδεμένων συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας στη μόνιμη κατάσταση λειτουργίας τους.

### 6.1 Σχεδιασμός του συστήματος 37-ζυγών

Η εισαγωγή των στοιχείων του συστήματος έγινε βάση των σχεδιαστικών οδηγιών που περιγράφονται στο υποκεφάλαιο 4.1 του Κεφαλαίου 4. Επειδή χρησιμοποιήσαμε την εκπαιδευτική έκδοση του Power World η οποία επιτρέπει τη χρήση μέχρι 40 ζυγούς, κρίθηκε σκόπιμο να αναπτυχθεί ένα μονογραμμικό μοντέλο για κάθε νησί το οποίο βασίζεται στα μονογραμμικά διαγράμματα των ηλεκτρικών δικτύων των δύο νησιών, τα οποία παρουσιάζονται στις εικόνες Εικόνα 3-2 και Εικόνα 3-6 αλλά είναι πιο απλοϊκά δηλαδή έχουν λιγότερους ζυγούς. Αφού απλοποιήσαμε τα μονογραμμικά διαγράμματα των δύο νησιών, στη συνέχεια βασιστήκαμε στο μοντέλο των Τεσσάρων ζυγών το οποίο περιγράφεται στο κεφάλαιο 5 και υλοποιήσαμε τη διασύνδεση των ΣΗΕ των δύο νησιών.

Στην Εικόνα 6-4 παρουσιάζεται το μοντέλο των **37-ζυγών** το οποίο απεικονίζει τη διασύνδεση των δύο ΣΗΕ, τη διασύνδεση των ζυγών με τους αντίστοιχους σταθμούς παραγωγής, τα αιολικά πάρκα καθώς και τα φορτία σε κάθε ζυγό και τους αντίστοιχους πυκνωτές για αντιστάθμιση άεργου ισχύος.

Η αντιστοιχία των ζυγών με το τι αυτοί μοντελοποιούν, καθώς και η ενεργειακή ζήτηση του κάθε υποσταθμού σε κάθε νησί παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες Πιν. 6-1 και Πιν. 6-2.

| Όνομα ζυγού      | Υποσταθμοί που περιέχονται                                   | Ενεργειακή ζήτηση 2010 (GWh) | Μέγιστη ενεργειακή ζήτηση 2010 (MW) |
|------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| ΒΡΥΣΕΣ           | ΒΡΥΣΕΣ                                                       | 34,9                         | 12,4                                |
| ΚΑΣΤΕΛΛΙ         | ΚΑΣΤΕΛΛΙ                                                     | 101,8                        | 25,5                                |
| ΑΥΙΑ             | ΑΥΙΑ                                                         | 72,4                         | 23,8                                |
| ΧΑΝΙΑ            | ΧΑΝΙΑ                                                        | 464,7                        | 95,4                                |
| ΡΕΘΥΜΝΟ          | ΡΕΘΥΜΝΟ                                                      | 355,9                        | 82                                  |
| ΗΡΑΚΛΕΙΟ         | ΗΡΑΚΛΕΙΟ Ι, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΙΙ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΙΙΙ                        | 848                          | 179,5                               |
| ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ     | ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ                                                 | 60,9                         | 32,5                                |
| ΣΤΑΛΙΔΑ          | ΣΤΑΛΙΔΑ                                                      | 138,3                        | 64,8                                |
| ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ   | ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ                                               | 168,4                        | 45,5                                |
| ΣΗΤΕΙΑ           | ΣΗΤΕΙΑ                                                       | 95                           | 22,2                                |
| ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΣ    | ΑΘΕΡΙΝΟΛΑΚΚΟΣ                                                | -                            | -                                   |
| ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ        | ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ                                                    | 143,8                        | 32,5                                |
| ΜΟΙΡΕΣ+ΠΡΑΙΤΩΡΙΑ | ΜΟΙΡΕΣ, ΠΡΑΙΤΩΡΙΑ                                            | 248,4                        | 55,5                                |
| ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ ΚΡΗΤΗ  | Ζυγός από το οποίο γίνεται η διασύνδεση με το ΣΗΕ της Κύπρου | -                            | -                                   |
| SLACK            | ΖΥΓΟΣ<br>ΑΝΑΦΟΡΑΣ(επιβάλλεται από το πρόγραμμα)              | -                            | -                                   |

**Πιν. 6-1 Αντιστοιχία υποσταθμών του δικτύου της Κρήτης μετά από την απλοποίηση του δικτύου.**

| Όνομα ζυγού     | Υποσταθμοί που περιέχονται                                                               | Ενεργειακή ζήτηση 2010 (GWh) | Μέγιστη ενεργειακή ζήτηση 2010 (MW) |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| ΔΕΚΕΛΕΙΑ        | ΤΡΟΥΛΛΟΙ, ΠΥΛΑ, ΔΕΚΕΛΕΙΑ                                                                 | 250,02                       | 103,4                               |
| ΠΡΩΤΑΡΑΣ        | ΠΡΩΤΑΡΑΣ, ΜΕΛΙΖΟΝΑ                                                                       | 173,25                       | 46,84                               |
| ΣΩΤΗΡΑ          | ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΣΩΤΗΡΑ, ΑΓΙΑ ΝΑΠΑ                                                        | 213,15                       | 51,87                               |
| Ε.Β.ΖΩΝΗ        | Ε.Β.ΖΩΝΗ, ΛΑΡΝΑΚΑ, ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ, ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ                                  | 592,15                       | 118,05                              |
| ΑΛΑΜΠΡΑ         | ΑΛΑΜΠΡΑ                                                                                  | 98,31                        | 22,1                                |
| ΑΘΑΛΑΣΣΑ        | ΣΤΡΟΒΟΛΟΣ, ΠΑΠΑΚΩΣΤΑΣ, ΔΑΣΟΥΠΟΛΙΣ, ΙΕΡΑΤΙΚΗ ΣΧΟΛΗ, ΠΡΕΝΤΖΑΣ, ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ, ΑΘΑΛΑΣΣΑ | 1217,56                      | 316,87                              |
| ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ       | ΜΑΡΙ, ΚΟΦΙΝΟΥ, ΤΣΙΜΕΝΤΟΠΟΙΙΑ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ                                                   | 163,36                       | 37,17                               |
| ΜΟΝΗ            | ΠΥΡΓΟΣ, Κ.Ε ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ, ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ                                             | 138,71                       | 36,93                               |
| ΑΓΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ | ΑΓΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ, ΑΓΙΑ ΦΥΛΑ, ΠΑΛΙΟ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ, ΟΜΟΝΟΙΑ                                  | 623,63                       | 156,45                              |
| ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ132    | ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ, ΕΠΙΣΚΟΠΗ, ΠΙΣΣΟΥΡΙ, ΚΟΛΟΣΣΙ                                                   | 269,37                       | 59,04                               |
| ΟΡΟΥΝΤΑ132      | ΟΡΟΥΝΤΑ, 1/3*ΚΟΚΚΙΝΟΤΡΙΜΙΘΙΑ, 1/3*ΕΡΓΑΤΕΣ                                                | 106,66                       | 23,5                                |
| ΟΡΟΥΝΤΑ66       | ΤΕΜΒΡΙΑ, ΚΑΡΒΟΥΝΑΣ                                                                       | 69,75                        | 15,53                               |
| ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ66     | ΤΡΙΜΙΚΛΙΝΗ, ΥΨΩΝΑΣ                                                                       | 58,45                        | 17,5                                |
| ΟΡΕΙΤΕΣ         |                                                                                          | -                            | -                                   |
| ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ       | ΧΑΤΖΗΠΑΣΧΑΛΗΣ, ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ, ΠΑΦΟΣ, ΠΟΛΙΣ, ΔΡΟΜΟΣ ΑΚΟΥΡΣΟΥ, ΑΦΡΟΔΙΤΗ                        | 545,06                       | 127,72                              |
| ΛΑΚΑΤΑΜΙΑ       | 2/3* ΚΟΚΚΙΝΟΤΡΙΜΙΘΙΑ, 2/3* ΕΡΓΑΤΕΣ                                                       | 100,11                       | 19,9                                |
| ΤΣΕΡΙ           | ΛΑΤΣΙΑ                                                                                   | 143,58                       | 31,61                               |
| ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ     | ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ                                                                              | 13,57                        | 5,4                                 |
| ΓΕΡΜΑΣΟΓΙΑ      | ΓΕΡΜΑΣΟΓΙΑ                                                                               | 145,33                       | 32,27                               |
| ΜΟΝΗ EXTRA      | Ζυγός για τις ανάγκες της διασύνδεσης.                                                   | -                            | -                                   |
| ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ ΠΑΦΟΣ | Ζυγός από το οποίο γίνεται η διασύνδεση με το ΣΗΕ της Κρήτης.                            | -                            | -                                   |
| SLACK           | ΖΥΓΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ(επιβάλλεται από το πρόγραμμα).                                            | -                            | -                                   |

**Πιν. 6-2 Αντιστοιχία υποσταθμών του δικτύου της Κύπρου μετά από την απλοποίηση του δικτύου.**

Για το σχεδιασμό του μοντέλου των **37-ζυγών** χρειαστήκαμε τα εξής δομικά στοιχεία :

- 37 ζυγούς.

- 16 γεννήτριες.
- 2 DC transmission lines. Τα στοιχεία των DC transmission lines αναφέρονται στο Πιν. 5-1 του κεφαλαίου 5.
- 9 μετασχηματιστές.
- 69 AC transmission lines.
- 17 πυκνωτές.
- 41 φορτία από τα οποία τα 11 αντιστοιχούν στις παραγωγές των αιολικών πάρκων που υπάρχουν στα δύο ΣΗΕ και θα παίρνουν αρνητικές τιμές. Από τα υπόλοιπα φορτία έχουν αφαιρεθεί οι παραγωγή των Φ/Β πάρκων.

Η επιλογή εισαγωγής των γεννητριών στο σύστημα των 37-ζυγών έγινε ως εξής: σε κάθε υποσταθμό παραγωγής βάλαμε μια γεννήτρια για κάθε τύπο γεννητριών που έχει ο κάθε υποσταθμός παραγωγής, και στα στοιχεία παραγωγής της γεννήτριας αυτής περιέχονται όλα τα στοιχεία παραγωγής των γεννητριών του τύπου αυτού.

### **6.1.1 Απαραίτητες προσθήκες στο δίκτυο της Κύπρου**

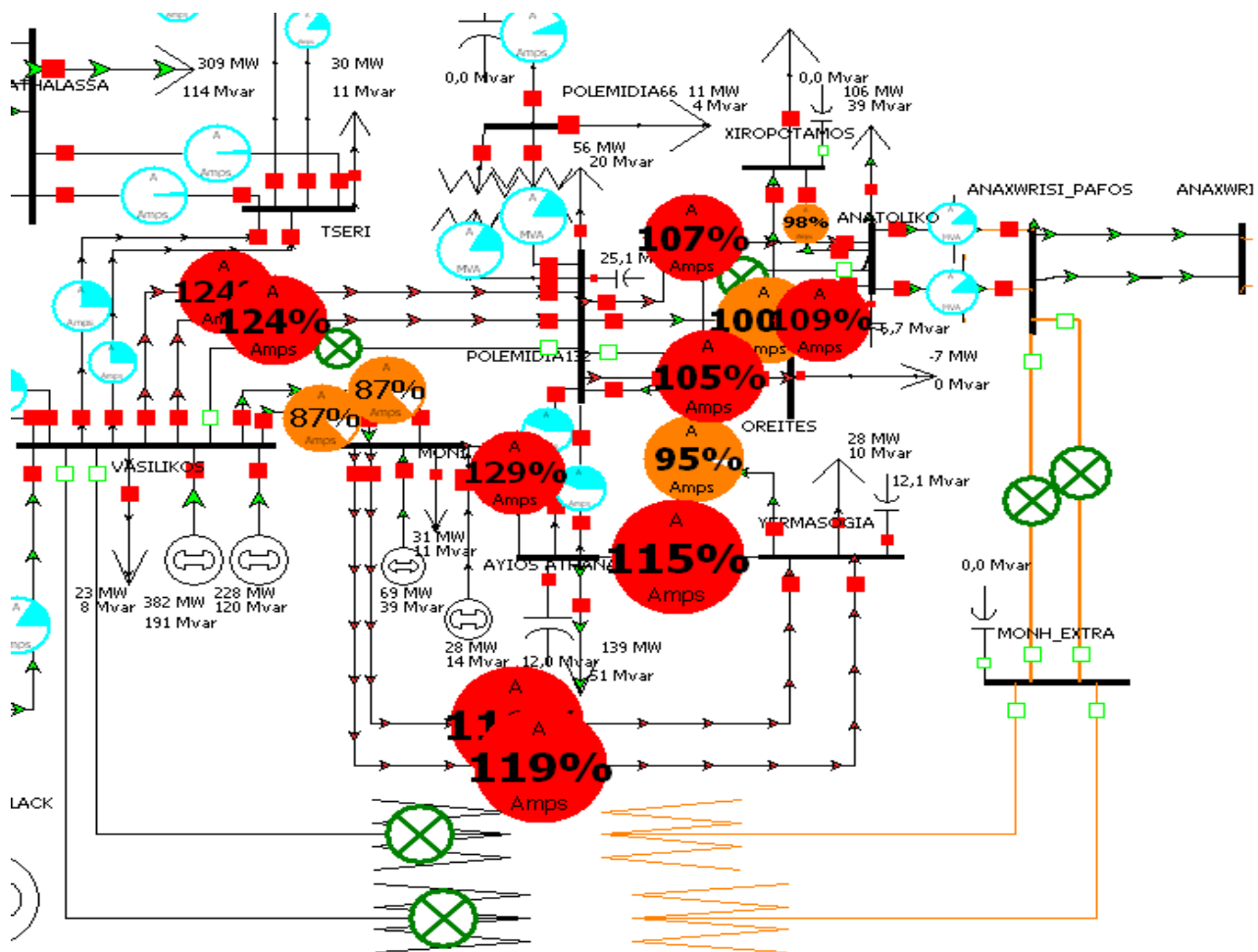
Λόγω της απλοποίησης που κάναμε στο ΣΗΕ της Κύπρου, και της διασύνδεσης των δύο ΣΗΕ, χρειάστηκε να προσθέσουμε ακόμη τέσσερις γραμμές μεταφοράς (AC transmission lines) και ένα καινούργιο ζυγό(MONH\_EXTRA). Μεταξύ των ζυγών Βασιλικός-Πολεμίδα υπήρχαν δύο γραμμές μεταφοράς και βάλαμε ακόμη μία και μεταξύ των ζυγών Πολεμίδα-Ανατολικό υπήρχε μία γραμμή μεταφοράς και προσθέσαμε ακόμη μία. Επίσης τη γραμμή των 66kV που συνδέει τους ζυγούς των 66kV Δεκέλεια-Αθαλάσσα, την αναβαθμίσαμε κάνοντας την να δουλεύει υπό τάση 132kV και στο δίκτυο των 37-ζυγών συνδέει τους ζυγούς των 132kV Δεκέλεια-Αθαλάσσα. Οι άλλες δύο γραμμές μεταφοράς συνδέουν τους ζυγούς Βασιλικός-Αναχώρηση Πάφος, οι οποίες λειτουργούν υπό τάση 400kV και από τις οποίες μεταφέρεται η ισχύς η οποία πρόκειται να μεταφερθεί στην Κρήτη.

Οι πιο πάνω προσθήκες προέκυψαν έπειτα από προσομοιώσεις του συστήματος των 37-ζυγών, από τις οποίες παρατηρήσαμε τα εξής:

- Τις ώρες όπου η μεταφορά ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη ήταν πολύ μεγάλη, οι τάσεις των ζυγών του δικτύου της δυτικής Κύπρου ήταν πολύ μικρότερες από 129,36kV( 98% της ονομαστικής τάσης) . Επίσης οι γραμμές μεταφοράς του δικτύου της δυτικής Κύπρου από τις οποίες μεταφερόταν η ισχύς αυτή και η ισχύς για να ικανοποιηθεί οι ζήτηση των υποσταθμών της δυτικής Κύπρου, υπερφορτώνονταν και τις περισσότερες φορές είχαμε Black-Out.
- Επίσης όταν η ενεργειακή ζήτηση των υποσταθμών Αθαλάσσα και Πολεμίδα ήταν πολύ μεγάλη, οι τάσεις των υποσταθμών αυτών ήταν πολύ μικρότερες από 129,36kV( 98% της ονομαστικής τάσης) και οι γραμμές μεταφοράς τους υπερφορτώνονταν και κάποιες φορές είχαμε Black-Out.

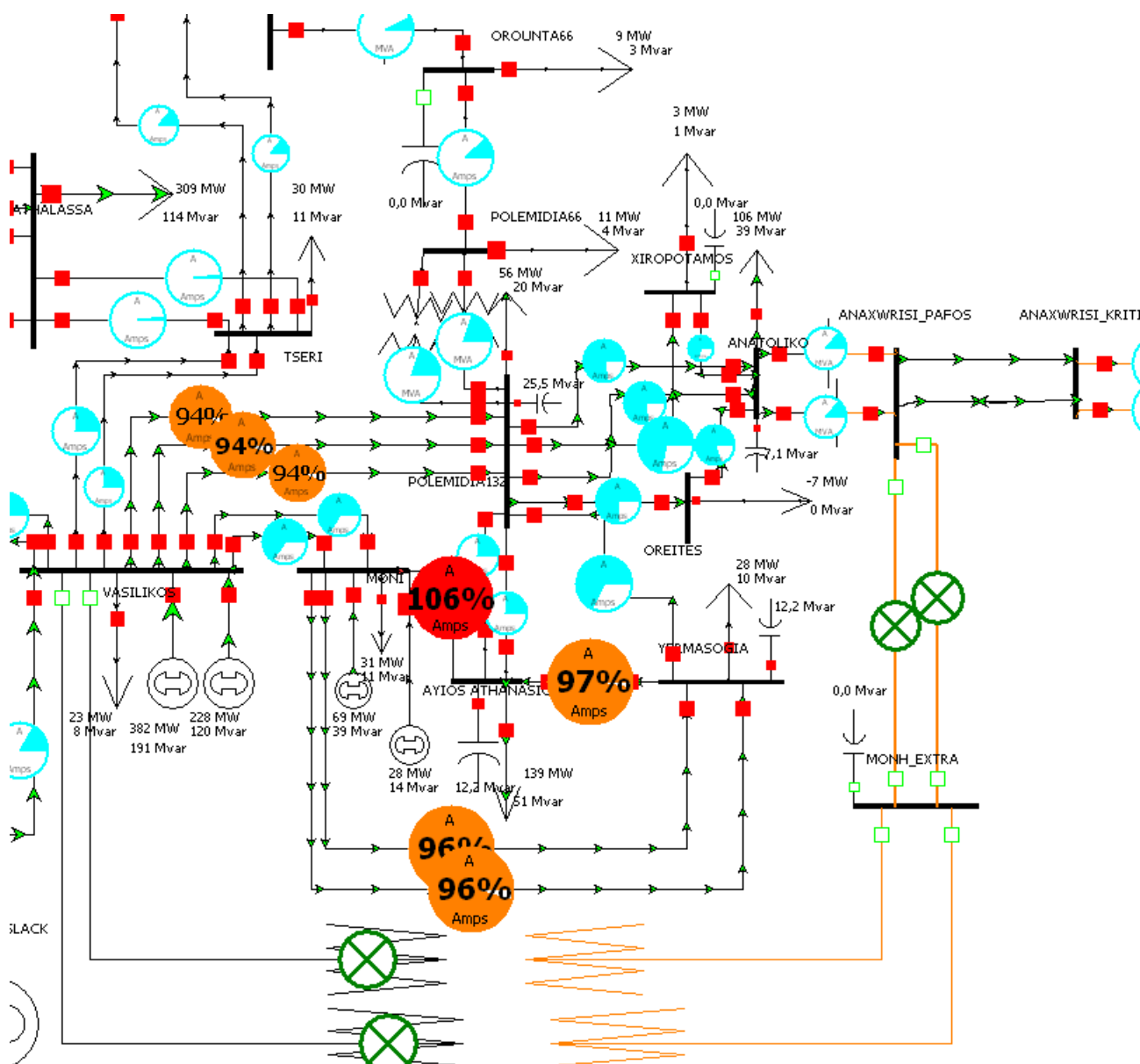
#### **6.1.1.1 Αποτελέσματα προσομοιώσεων πριν και μετά από τις προσθήκες**

Στην Εικόνα 6-1 παρουσιάζονται οι φορτίσεις των γραμμών μεταφοράς του δικτύου της δυτικής Κύπρου, μετά από προσομοίωση του συστήματος για συνολική μεταφερόμενη ισχύ 240MW, χωρίς καμία προσθήκη. Παρατηρούμε ότι, οι γραμμές μεταφοράς φορτίζονται αρκετά, με τη μεγαλύτερη φόρτιση να παρουσιάζεται στις γραμμές Βασιλικός-Πολεμίδα. Από αυτή την εικόνα φαίνεται η αδυναμία του δικτύου, της μη ικανοποίησης των αναγκών της διασύνδεσης.



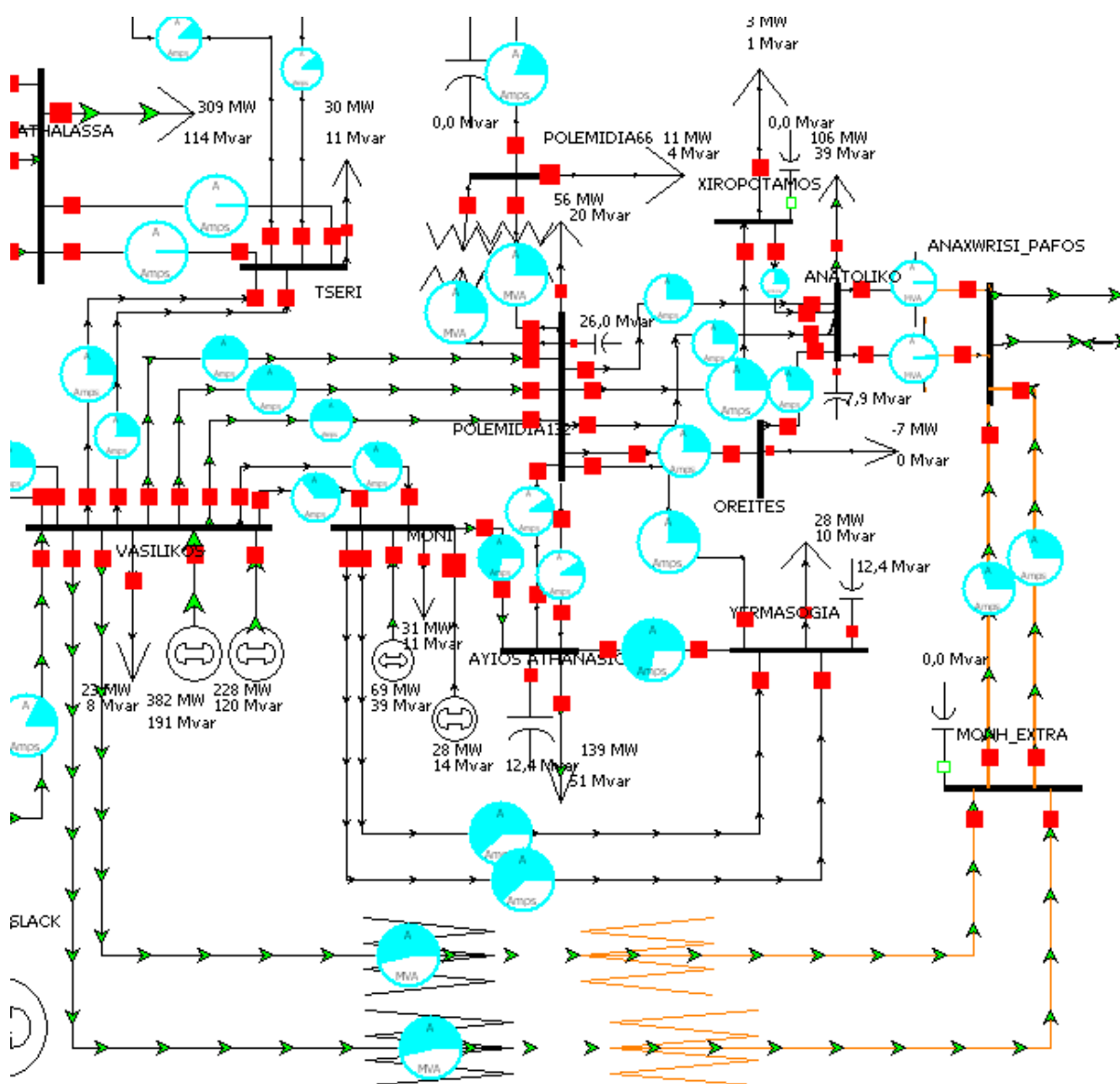
**Εικόνα 6-1 Δίκτυο χωρίς καμία προσθήκη.**

Στην Εικόνα 6-2 παρουσιάζονται οι φορτίσεις των γραμμών μεταφοράς του δικτύου της δυτικής Κύπρου, μετά από τη προσθήκη των γραμμών Βασιλικός-Πολεμίδα132 και Πολεμίδα132-Ανατολικό. Από την εικόνα παρατηρούμε ότι και μετά από την προσθήκη αυτών των γραμμών κάποιες γραμμές εξακολουθούν να παραμένουν φορτισμένες και μάλιστα σε σημείο να χάσουμε κάποιες από αυτές τις γραμμές. Πάλι το δίκτυο δεν είναι ικανό να ανταπεξέλθει στις ανάγκες τις διασύνδεσης, ειδικά στην περίπτωση απώλειας γραμμής.



**Εικόνα 6-2 Προσθήκη των γραμμών Βασιλικός-Πολεμίδια132 και Πολεμίδια132-Ανατολικό**

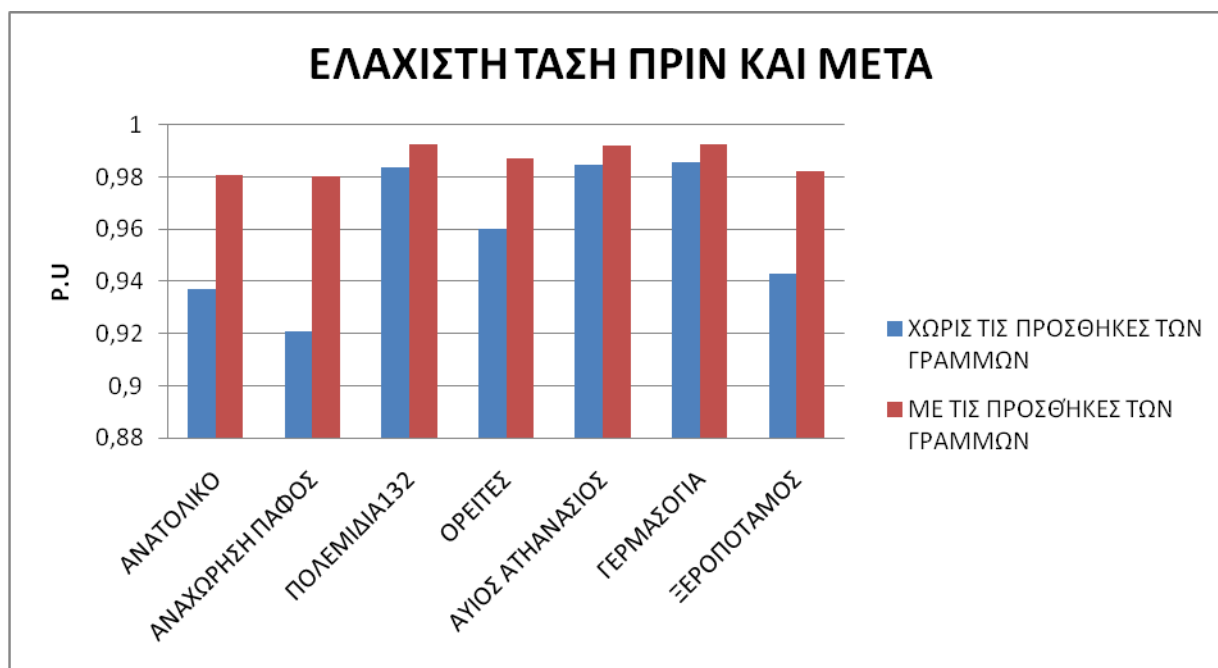
Στην Εικόνα 6-3 παρουσιάζονται οι φορτίσεις των γραμμών μεταφοράς του δικτύου της δυτικής Κύπρου, μετά από όλες τις προσθήκες που κάναμε. Παρατηρούμε ότι οι γραμμές όπου πριν ήταν αρκετά φορτισμένες τώρα είναι αφόρτιστες. Αυτό οφείλεται στο ότι η μεταφερόμενη ισχύς μεταφέρεται από τις γραμμές Βασιλικός-Αναχώρηση Πάφος.



Εικόνα 6-3 Δίκτυο με όλες τις προσθήκες των γραμμών.

Στο Γράφημα 6-1 παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών (ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ, ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ132, ΟΡΕΙΤΕΣ , ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ, ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ ΠΑΦΟΣ, ΑΥΓΙΟΣ ΑΘΗΝΑΣΙΟΣ και ΓΕΡΜΑΣΟΓΙΑ) ,μετά από όλες τις προσθήκες που κάναμε. Παρατηρούμε ότι οι τάσεις των ζυγών μετά την προσθήκη των γραμμών, παρουσιάζουν θεαματική αύξηση της τάσης τους σε σχέση με πριν την προσθήκη των γραμμών, και συγκεκριμένα οι ζυγοί ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ, ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ ΠΑΦΟΣ και ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ παρουσιάζουν την μεγαλύτερη αύξηση.

Οι συνολικές απώλειες των γραμμών μεταφοράς που συνδέουν τους ζυγούς αυτούς, πριν την προσθήκη των γραμμών ήταν 4405MWh ενώ μετά την προσθήκη έγιναν 975MWh, παρουσιάζεται θεαματική μείωση των απωλειών κατά 3430MWh (77,86%).

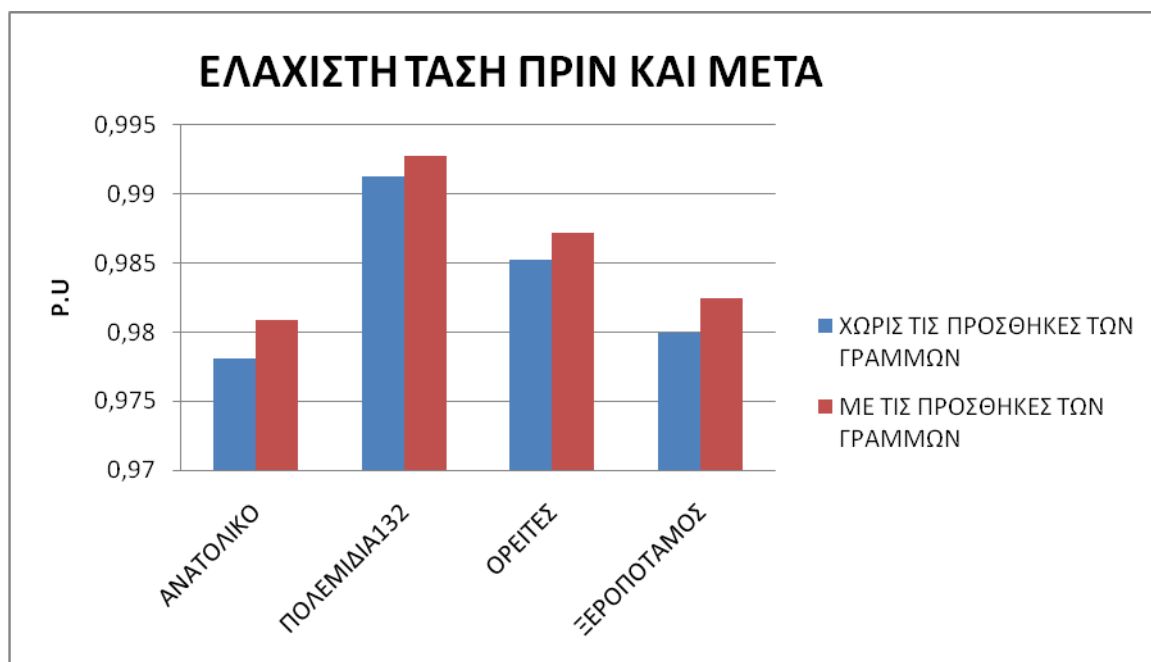


**Γράφημα 6-1 Ελάχιστη τάση πριν και μετά από τις προσθήκες.**

Επίσης προσομοιώσαμε το σύστημα χωρίς τις γραμμές Βασιλικός-Πολεμίδα και Πολεμίδα-Ανατολικό, συμπεριλαμβανομένου τη καινούργια γραμμή διπλού κυκλώματος 400kV Βασιλικός-Αναχώρηση Πάφος. Σε αυτή τη περίπτωση προσομοίωσης δεν παρουσιάστηκαν φορτισμένες γραμμές, αλλά οι τάσεις των ζυγών ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ, ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ132, ΟΡΕΙΤΕΣ και ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ ήταν χαμηλές.

Στο Γράφημα 6-2 παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών (ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ, ΠΟΛΕΜΙΔΙΑ132, ΟΡΕΙΤΕΣ και ΞΕΡΟΠΟΤΑΜΟΣ), μετά από την προσθήκη των γραμμών Βασιλικός-Πολεμίδα και Πολεμίδα-Ανατολικό. Παρατηρούμε ότι οι τάσεις των ζυγών μετά την προσθήκη των γραμμών, παρουσιάζουν αύξηση της τάσης τους σε σχέση με πριν την προσθήκη των γραμμών.

Οι συνολικές απώλειες των γραμμών μεταφοράς που συνδέουν τους ζυγούς αυτούς, πριν την προσθήκη των γραμμών ήταν 1020MWh ενώ μετά την προσθήκη έγιναν 868,38MWh, παρουσίασαν μείωση κατά 152MWh (14,9%).



**Γράφημα 6-2 Ελάχιστη τάση πριν και μετά από τις προσθήκες.**

Παρατηρούμε ότι για να ικανοποιηθούν οι ανάγκες της διασύνδεσης, εκτός από τη γραμμή διπλού κυκλώματος 400kV Βασιλικός-Αναχώρηση Πάφος είναι αναγκαίες και οι γραμμές Βασιλικός-Πολεμίδα132, Πολεμίδα132- Ανατολικό. Το υφιστάμενο δίκτυο της δυτικής Κύπρου χωρίς τις πιο πάνω προσθήκες, δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες της διασύνδεσης.



## 6.2 Περιγραφή προσομοίωσης 37-ζυγών

Η προσομοίωση του ενιαίου συστήματος των 37-ζυγών που δημιουργήθηκε από τη διασύνδεση των ΣΗΕ Κύπρου-Κρήτης, έγινε για το έτος 2010 με δεδομένα που λήφθηκαν από την ΑΗΚ, το Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς Κύπρου, τη ΔΕΗ, το Διαχειριστή Συστήματος Μεταφοράς Κρήτης και από τη Διπλωματική εργασία του Αντωνίου Αντώνη<sup>23</sup>. Η προσομοίωση του συστήματος για το έτος 2010 έγινε για το κάθε μήνα ξεχωριστά. Τα βήματα που ακολουθούμε για τη προσομοίωση του κάθε μήνα είναι:

- **Βήμα 1:** Ομαδοποιούμε τα δεδομένα των στοιχείων του συστήματος (παραγωγές των γεννητριών, παραγωγές ΑΠΕ, ζήτηση ενεργού και άεργου ισχύος κάθε υποσταθμού). Ενημερώνουμε τα στοιχεία αυτά στο μοντέλο των 37-ζυγών.
- **Βήμα 2:** Διαχωρισμός των περιπτώσεων όταν έχουμε ροή ισχύος από την Κύπρο προς Κρήτη και το αντίστροφο. Αυτός ο διαχωρισμός είναι αναγκαίος λόγω αδυναμίας του λογισμικού να προσαρμόσει την τιμή ροής ισχύος στις DC transmission lines. Έτσι στο βήμα αυτό προσδιορίζεται το set point των γραμμών κατά απόλυτη τιμή και πρόσημο.
- **Βήμα 3:** Προσομοίωση του δικτύου και εξαγωγή αποτελεσμάτων με τη βοήθεια του εργαλείου **Time Step Simulator**. Τα βήματα που ακολουθούνται για να έχουμε μια επιτυχή προσομοίωση με το εργαλείο αυτό περιγράφονται στο Υποκεφάλαιο 4.4 του Κεφαλαίου 4.

## 6.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων από τη προσομοίωση των 37-ζυγών

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τάσεων των ζυγών και των απωλειών ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς του δικτύου, τα οποία προέκυψαν από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων από την προσομοίωση του μοντέλου των 37-ζυγών για μεταφορά ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη και Κρήτη προς Κύπρο.

### 6.3.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων για τις τάσεις των ζυγών του δικτύου

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων από την προσομοίωση του μοντέλου των 37-ζυγών για τη μελέτη των τάσεων των ζυγών του δικτύου, έγινε για το κάθε νησί ξεχωριστά και είναι η ίδια για τις δύο περιπτώσεις προσομοίωσης (ροή ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη ή το αντίστροφο). Για κάθε νησί η επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε ανά εποχή όπου υπολογίσαμε, τη μέγιστη την ελάχιστη και τη μέση τάση για κάθε ζυγό καθώς και πόσες φορές η τάση των ζυγών του δικτύου της Κύπρου ήταν μικρότερη από 129.36kV(98% της ονομαστικής τάσης ) και της Κρήτης μικρότερη από 147kV(98% της ονομαστικής τάσης ) και 142.5kV(95% της ονομαστικής τάσης ). Οι μήνες που θεωρήσαμε για κάθε εποχή είναι:

- **Καλοκαίρι:** Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος και Σεπτέμβριος.
- **Άνοιξη:** Μάρτιος, Απρίλιος και Μάιος .
- **Φθινόπωρο:** Οκτώβριος και Νοέμβριος.
- **Χειμώνας:** Δεκέμβριος, Γενάρης και Φεβρουάριος.

Στους πίνακες Πιν. 6-3, Πιν. 6-4 παρουσιάζονται πόσες ώρες είχαμε μεταφορά ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη και το αντίστροφο ανά εποχή. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων για τις ώρες που είχαμε μεταφορά ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη και Κρήτη προς Κύπρο παρουσιάζονται στα υποκεφάλαια 6.3.1.1 και 6.3.1.2 αντίστοιχα.

| Εποχές    | Ώρες Μεταφοράς ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη (h) | Ποσοστό ωρών επί των συνολικών ωρών περιόδου (%) |
|-----------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Καλοκαίρι | 2797                                           | 99,71                                            |
| Χειμώνας  | 2103                                           | 98,32                                            |
| Φθινόπωρο | 1460                                           | 99,79                                            |
| Άνοιξη    | 2198                                           | 99,68                                            |

Πιν. 6-3 Πίνακας με τις ώρες μεταφοράς ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη.

| Εποχές    | Ώρες Μεταφοράς ισχύος από Κρήτη προς Κύπρο(h) | Ποσοστό ωρών επί των συνολικών ωρών του έτους(%) |
|-----------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Καλοκαίρι | 8                                             | 0,29                                             |
| Χειμώνας  | 36                                            | 1,68                                             |
| Φθινόπωρο | 3                                             | 0,21                                             |
| Άνοιξη    | 7                                             | 0,32                                             |

Πιν. 6-4 Πίνακας με τις ώρες μεταφοράς ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη.

### 6.3.1.1 Αποτελέσματα για τις τάσεις των ζυγών όταν έχουμε ροή ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη.

#### 6.3.1.1.1 Αποτελέσματα Τάσεων του ΣΗΕ Κύπρου.

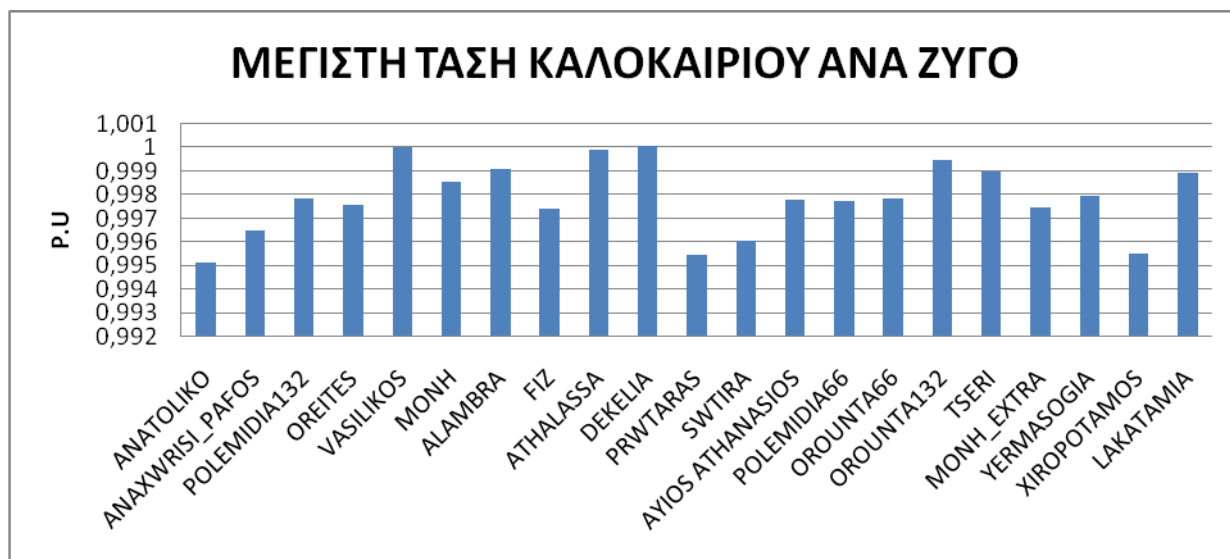
Τα αποτελέσματα που προέκυψαν για τις τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου ανά εποχή όταν έχουμε ροή ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη παρουσιάζονται στα παρακάτω γραφήματα.

Από το Γράφημα 6-3 όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την καλοκαιρινή περίοδο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **ANATOLIKO**, **ANAXWRISI\_PAFOS**, **ATHALASSA**, **OROUNTA66**, **OROUNTA132**, **TSERI** και **LAKATAMIA** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



Γράφημα 6-3 Ελάχιστη τάση καλοκαιριού ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.

Από το Γράφημα 6-4 στο οποίο παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την καλοκαιρινή περίοδο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **ANATOLIKO**, **PRWTARAS**, **SWTIRA** και **XIROPOTAMOS** έχουν τη μικρότερη μέγιστη τάση ενώ οι ζυγοί **VASILIKOS**, **DEKELIA** και **ATHALASSA** έχουν την μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



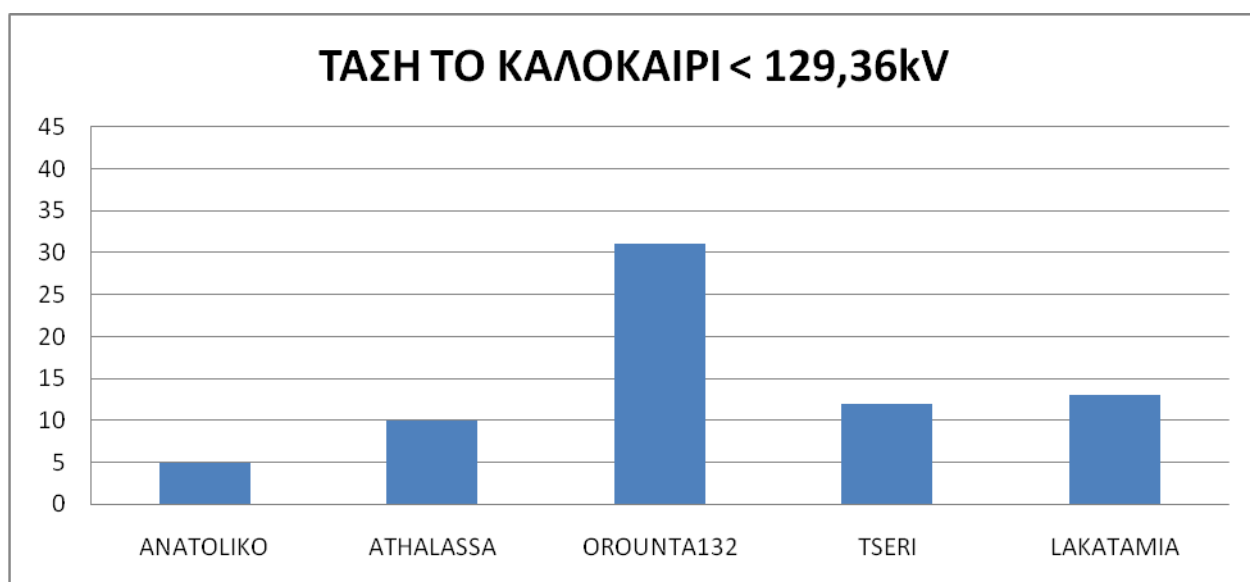
Γράφημα 6-4 Μέγιστη τάση καλοκαιριού ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.

Στο Γράφημα 6-5 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την καλοκαιρινή περίοδο. Οι ζυγοί **ANATOLIKO**, **PRWTARAS**, **SWTIRA**, **OROUNTA66** και **XIROPOTAMOS** παρουσιάζουν τη μικρότερη μέση τάση. Ο ζυγός **ANATOLIKO** παρουσίασε τη μικρότερη μέση τάση με τιμή 0,987 p.u.



Γράφημα 6-5 Μέση τάση καλοκαιριού ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.

Στο Γράφημα 6-6 παρουσιάζεται πόσο συχνά οι ζυγοί του δικτύου της Κύπρου είχαν τάση μικρότερη από 129,36kV. Παρατηρούμε ότι η τάση του ζυγού **ΟΡΟΝΤΑ132** ήταν για 31 φορές μικρότερη από τη τάση 129,36kV και αποτελεί το ζυγό του οποίου η τάση ήταν τις περισσότερες φορές μικρότερη από τάση 129,36kV την καλοκαιρινή περίοδο. Η τάση του ζυγού **ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ** ήταν 5 φορές μικρότερη, του ζυγού **ΑΘΑΛΑΣΣΑ** ήταν 10 φορές μικρότερη, του ζυγού **ΤΣΕΡΙ** ήταν 12 φορές μικρότερη και του ζυγού **ΛΑΚΑΤΑΜΙΑ** ήταν 13 φορές μικρότερη. Στο Πιν. 6-5 παρουσιάζονται σε ποιους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου, οι ζυγοί αυτοί παρουσίασαν τις μικρότερες τάσεις.

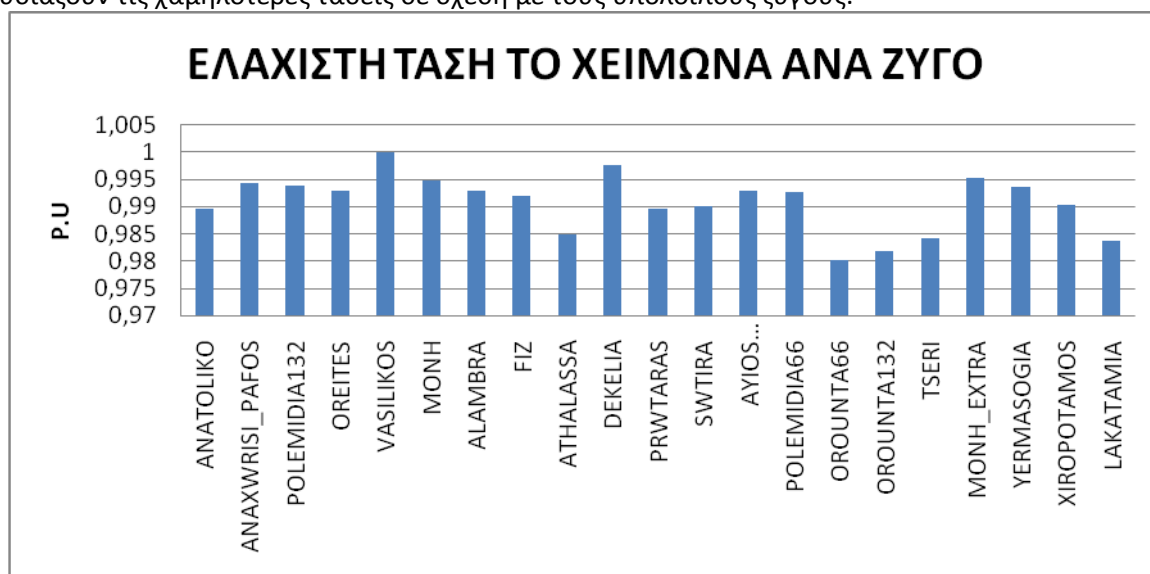


Γράφημα 6-6 Τάση το καλοκαίρι < 129,36kV στο δίκτυο της Κύπρου.

|             | ANATOLIKO  | ATHALASSA  | OROUNTA132 | TSERI      | LAKATAMIA  |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ΙΟΥΛΙΟΣ     | -          | -          | 0,9797p.u  | -          | -          |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ   | 0,9794 p.u | 0,9779 p.u | 0,9753 p.u | 0,9778 p.u | 0,9775 p.u |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 0,9793 p.u | -          | -          | -          | -          |

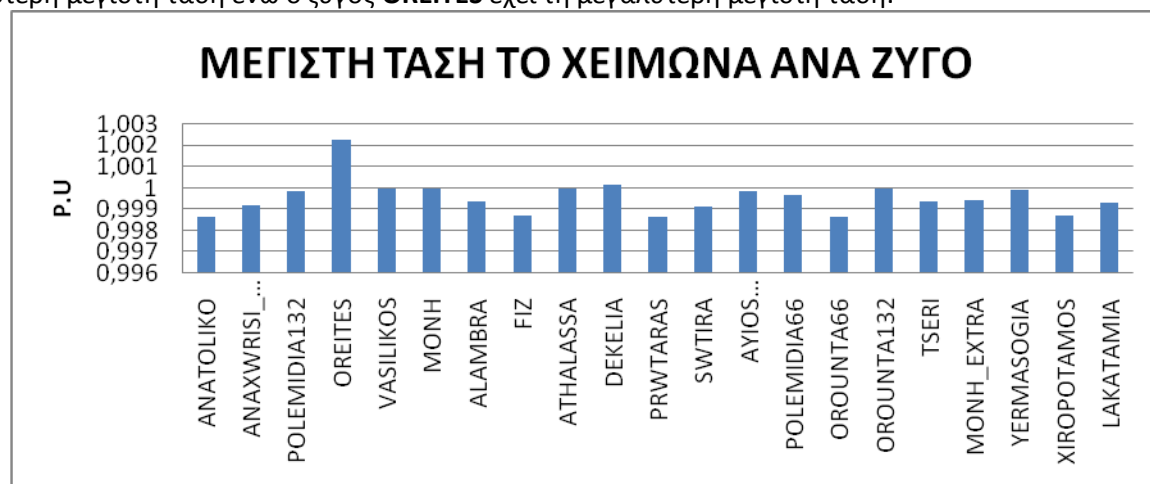
**Πιν. 6-5 Πίνακας με τις ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου.**

Στο Γράφημα 6-7 παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου τη χειμερινή περίοδο. Παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **ATHALASSA**, **OROUNTA66**, **OROUNTA132**, **TSERI** και **LAKATAMIA** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



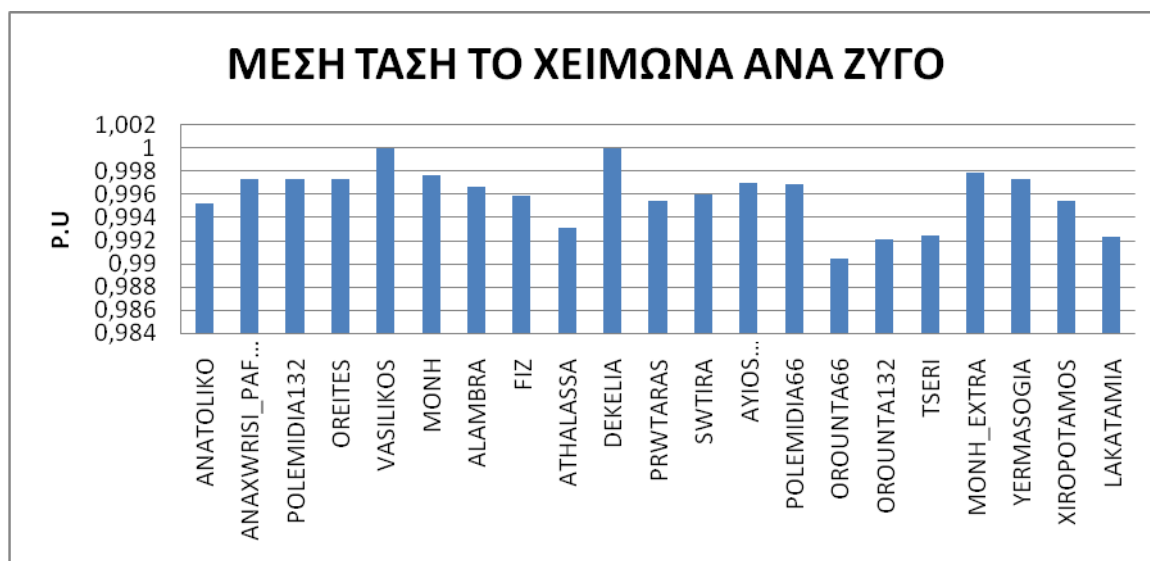
**Γράφημα 6-7 Ελάχιστη τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Από το Γράφημα 6-8 στο οποίο παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για το χειμώνα παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **ANATOLIKO**, **FIZ**, **PRWTARAS**, **SWTIRA** και **XIROPOOTAMOS** έχουν τη μικρότερη μέγιστη τάση ενώ ο ζυγός **OREITES** έχει τη μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



**Γράφημα 6-8 Μέγιστη τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Στο Γράφημα 6-9 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για το χειμώνα. Οι ζυγοί **OROUNTA66** και **OROUNTA132** παρουσιάζουν τη μικρότερη μέση τάση, 0,99p.u και 0,9921 p.u αντίστοιχα.



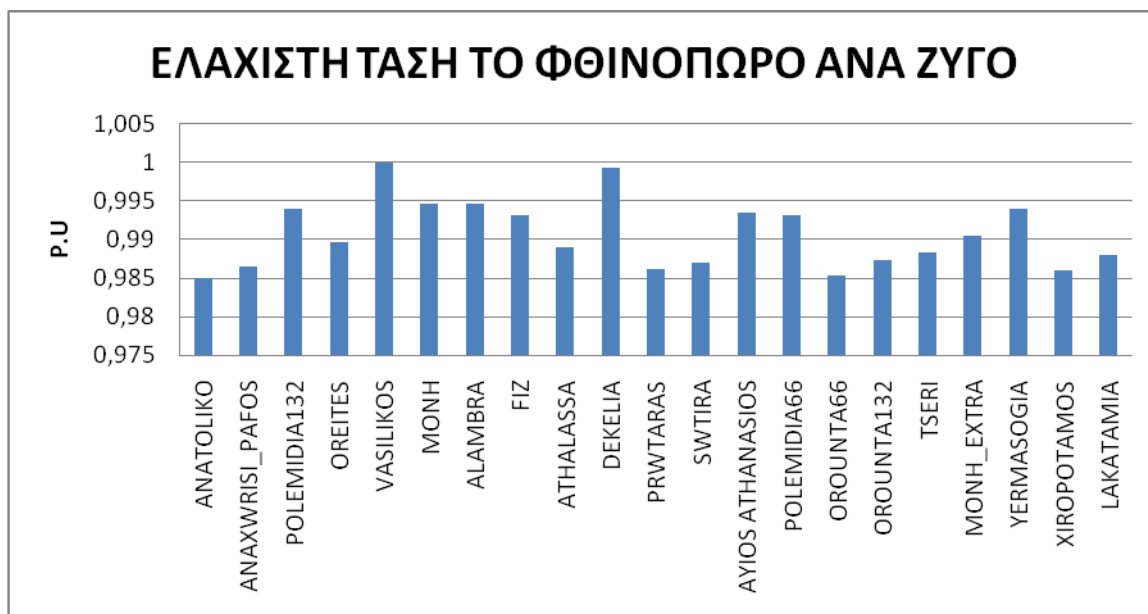
**Γράφημα 6-9 Μέση τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων για τις τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου το χειμώνα, παρατηρήσαμε ότι οι τάσεις των ζυγών διατηρούνται σταθερές, δηλαδή είναι μεγαλύτερες από τάση 129,36kV(98% της ονομαστικής ). Ο ζυγός που παρουσίασε τις μικρότερες τάσεις για τους μήνες του χειμώνα είναι η **OROUNTA66** αλλά και πάλι ήταν μεγαλύτερες από το 98% της ονομαστικής. Στο Πιν. 6-6 παρουσιάζονται οι μικρότερες τιμές των τάσεων του ζυγού **OROUNTA66** για τους μήνες του χειμώνα.

|             | <b>OROUNTA66</b> |
|-------------|------------------|
| Ιανουάριος  | 0,9803p.u        |
| Φεβρουάριος | 0,9801p.u        |
| Δεκέμβριος  | 0,9845p.u        |

**Πιν. 6-6 Πίνακας με τις ελάχιστες τάσεις του ζυγού OROUNTA66 τους μήνες του χειμώνα.**

Στο Γράφημα 6-10 παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για τη φθινοπωρινή περίοδο. Παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **ANATOLIKO**, **ANAXWRISI\_PAFOS**, **PRWTARAS**, **SWTIRA**, **OROUNTA66** και **XIROPOTAMOS** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



**Γράφημα 6-10 Ελάχιστη τάση το φθινόπωρο ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Από το Γράφημα 6-11 στο οποίο παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για το φθινόπωρο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **ANATOLIKO**, **FIZ**, **PRWTARAS**, **OROUNTA66** και **XIROPOTAMOS** έχουν τη μικρότερη μέγιστη τάση ενώ ο ζυγός **OREITES** έχει τη μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



**Γράφημα 6-11 Μέγιστη τάση το φθινόπωρο ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Στο Γράφημα 6-12 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για το φθινόπωρο. Ο ζυγός **OROUNTA66** παρουσιάζει τη μικρότερη μέση τάση με τιμή 0,9918p.u.



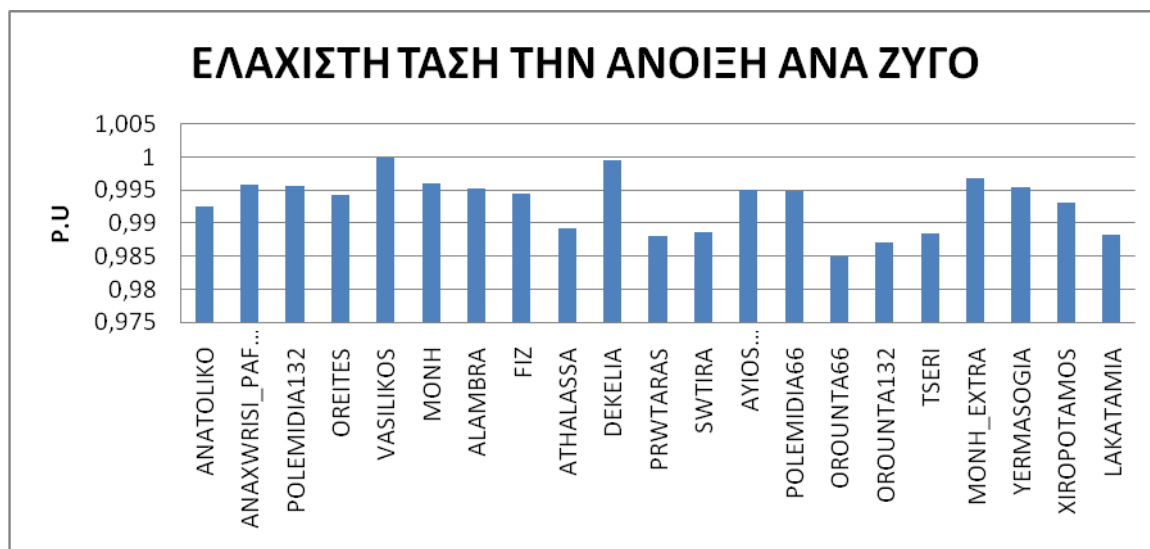
**Γράφημα 6-12 Μέση τάση το φθινόπωρο ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων για τις τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου το φθινόπωρο, παρατηρήσαμε ότι οι τάσεις των ζυγών διατηρούνται σταθερές, δηλαδή είναι μεγαλύτερες από τάση 129,36kV(98% της ονομαστικής ). Οι ζυγοί που παρουσίασαν τις μικρότερες τάσεις για τους μήνες του φθινοπώρου είναι η **OROUNTA66** και **ANATOLIKO** αλλά και πάλι ήταν μεγαλύτερες από το 98% της ονομαστικής. Στον Πιν. 6-7 παρουσιάζονται οι μικρότερες τιμές των τάσεων που παρουσίασαν οι ζυγοί αυτοί για τους μήνες του φθινοπώρου.

|           | <b>OROUNTA66</b> | <b>ANATOLIKO</b> |
|-----------|------------------|------------------|
| Οκτώβριος | -                | 0,985p.u         |
| Νοέμβριος | 0,9868p.u        | -                |

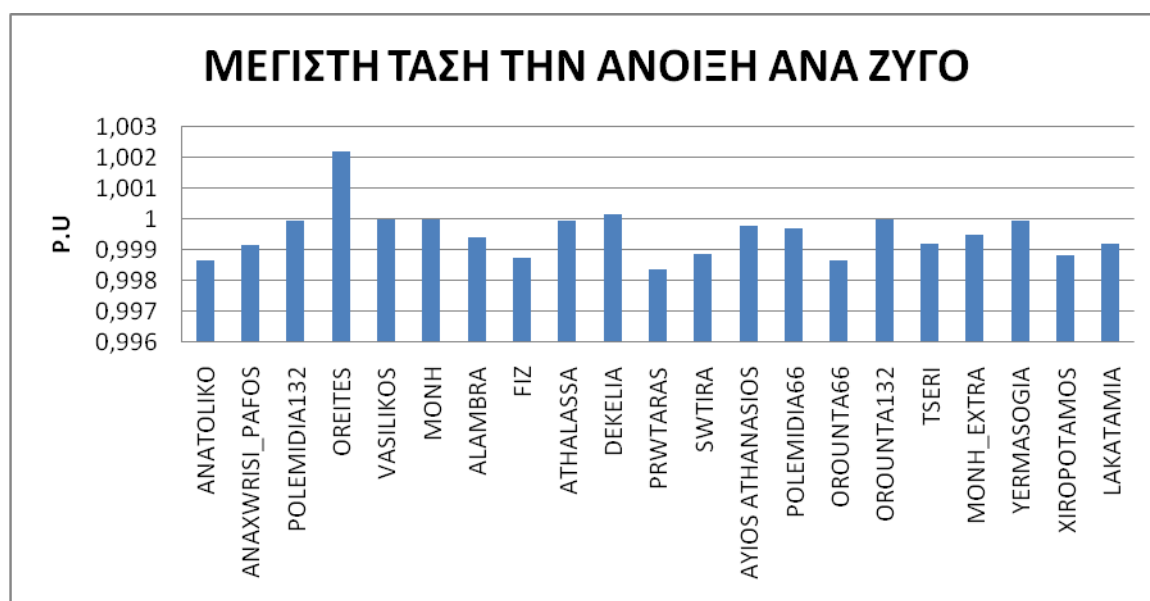
**Πιν. 6-7 Πίνακας με τις ελάχιστες τάσεις των ζυγών OROUNTA66 και ANATOLIKO τους μήνες του φθινοπώρου.**

Στο Γράφημα 6-13 παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την ανοιξιάτικη περίοδο. Παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **ATHALASSA**, **PRWTARAS**, **SWTIRA**, **OROUNTA66**, **OROUNTA132**, **TSERI** και **LAKATAMIA** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



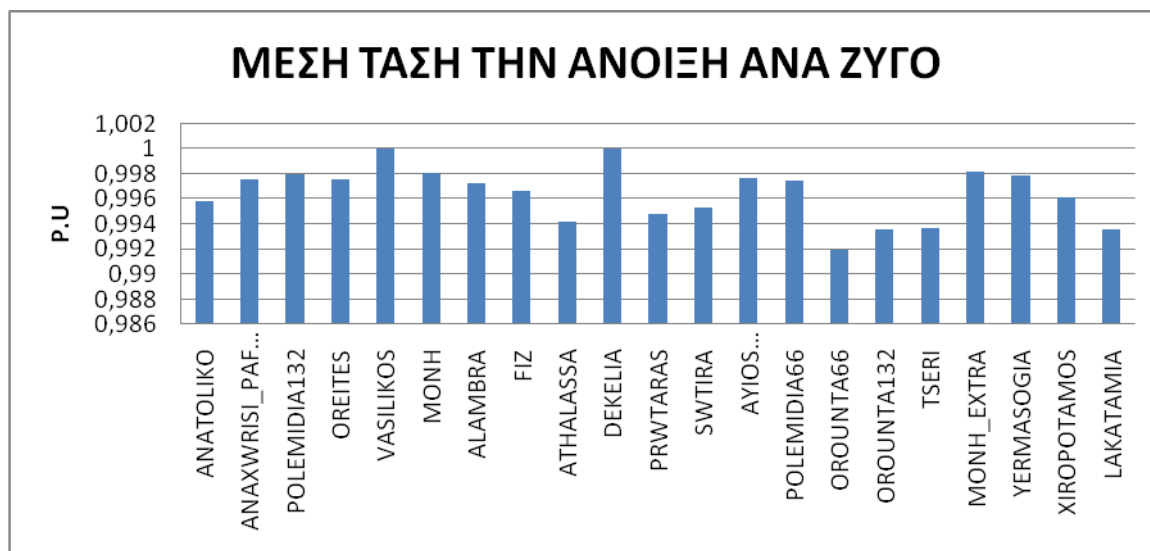
**Γράφημα 6-13 Ελάχιστη τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Από το Γράφημα 6-14 στο οποίο παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την άνοιξη παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **ANATOLIKO**, **FIZ**, **PRWTARAS**, **SWTIRA**, **OROUNTA66** και **XIROPOTAMOS** έχουν τη μικρότερη μέγιστη τάση ενώ ο ζυγός **OREITES** έχει τη μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



**Γράφημα 6-14 Μέγιστη τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Στο Γράφημα 6-15 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την άνοιξη. Ο ζυγός **OROUNTA66** παρουσιάζει τη μικρότερη μέση τάση με τιμή 0,9919p.u.



Γράφημα 6-15 Μέση τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων για τις τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου την άνοιξη, παρατηρήσαμε ότι οι τάσεις των ζυγών διατηρούνται σταθερές, δηλαδή είναι μεγαλύτερες από τάση 129,36kV(98% της ονομαστικής). Ο ζυγός που παρουσίασε τις μικρότερες τάσεις για τους μήνες της άνοιξης είναι η **OROUNTA66** αλλά και πάλι ήταν μεγαλύτερες από το 98% της ονομαστικής. Στο Πιν. 6-8 παρουσιάζονται οι μικρότερες τιμές των τάσεων του ζυγού **OROUNTA66** για τους μήνες της άνοιξης.

| ΜΗΝΑΣ   | OROUNTA66 |
|---------|-----------|
| Μάρτης  | 0,985p.u  |
| Απρίλης | 0,9862p.u |
| Μάης    | 0,986p.u  |

Πιν. 6-8 Πίνακας με τις ελάχιστες τάσεις του ζυγού **OROUNTA66** τους μήνες της άνοιξης.

#### 6.3.1.1.2 Αποτελέσματα Τάσεων του ΣΗΕ Κρήτης.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν για τις τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης ανά εποχή όταν έχουμε ροή ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη παρουσιάζονται στα παρακάτω γραφήματα.

Από το Γράφημα 6-16 όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την καλοκαιρινή περίοδο, παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KAISTELI**, και **VRYSES** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



Γράφημα 6-16 Ελάχιστη τάση καλοκαιριού ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-17 παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την καλοκαιρινή περίοδο. Οι ζυγοί **LINOPERAMATA, RETHIMNO** και **HERAKLIO** παρουσιάζουν την μικρότερη μέγιστη τάση, ενώ οι ζυγοί **ANAXWRISI\_KRITI, SHTEIA** και **ATHERINOLAKOS** παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



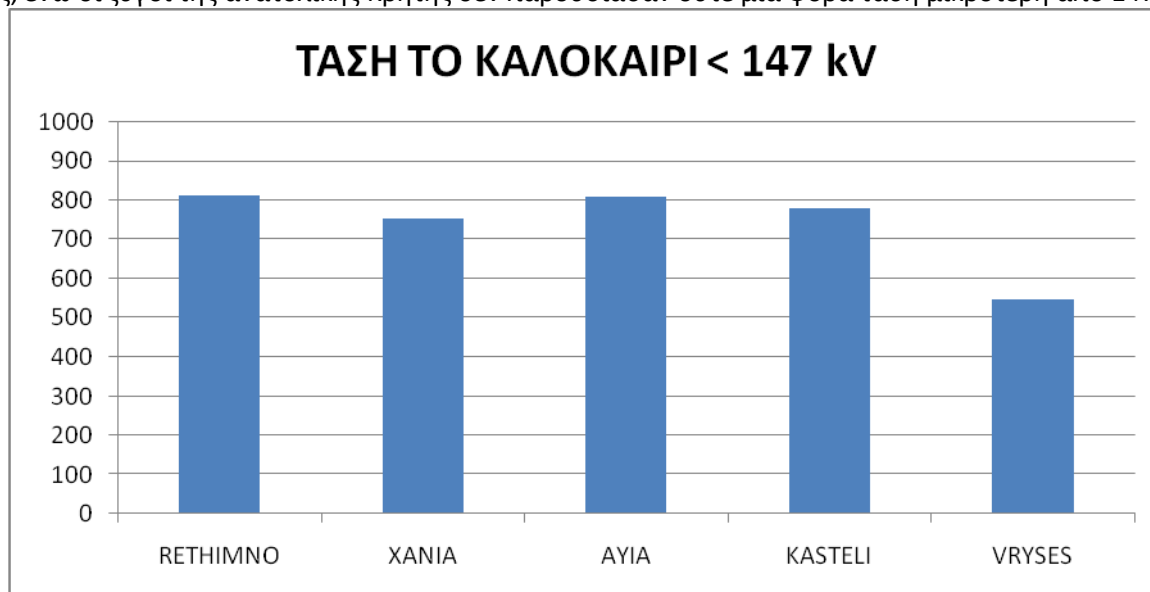
Γράφημα 6-17 Μέγιστη τάση καλοκαιριού ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-18 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την καλοκαιρινή περίοδο. Οι ζυγοί του δικτύου της δυτικής Κρήτης **RETHIMNO, XANIA, AYIA, KASTELI, VRYSES** παρουσιάζουν τη μικρότερη μέση τάση με τιμές 0,9851p.u, 0,9881 p.u, 0,9874p.u, 0,9875p.u, 0,989p.u αντίστοιχα.



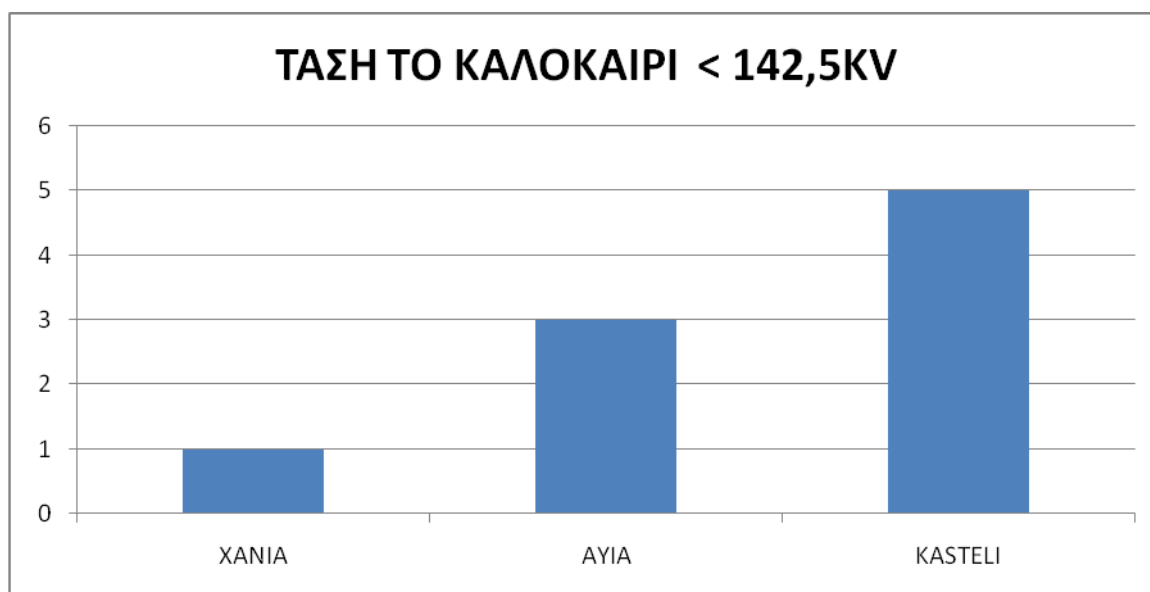
Γράφημα 6-18 Μέση τάση καλοκαιριού ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-19 παρουσιάζεται πόσο συχνά οι ζυγοί του δικτύου της Κρήτης είχαν τάση μικρότερη από 147kV. Παρατηρούμε ότι οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης είχαν τάση μικρότερη από 147kV και μάλιστα αρκετές φορές, ενώ οι ζυγοί της ανατολικής Κρήτης δεν παρουσίασαν ούτε μία φορά τάση μικρότερη από 147kV.



Γράφημα 6-19 Τάση το καλοκαίρι < 147kV στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-20 παρουσιάζεται πόσο συχνά οι ζυγοί του δικτύου της Κρήτης είχαν τάση μικρότερη από 142,5kV. Από το γράφημα βλέπουμε ότι πάλι οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης παρουσίασαν τάσεις μικρότερες από 142,5kV.



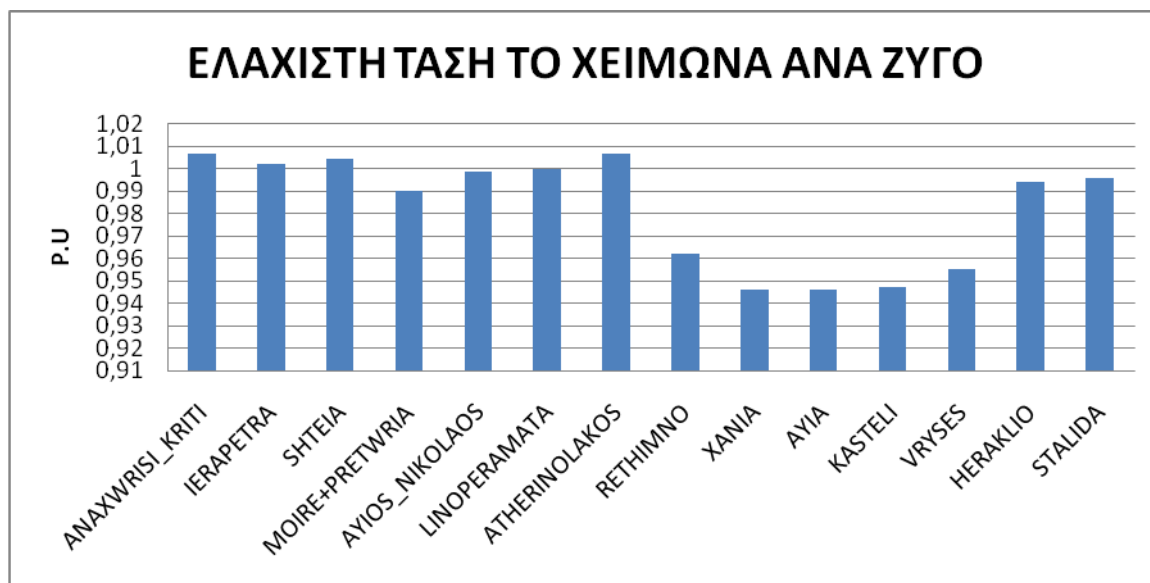
Γράφημα 6-20 Τάση το καλοκαίρι < 142,5kV στο δίκτυο της Κρήτης.

Στον Πιν. 6-9 παρουσιάζεται σε ποιους μήνες τις καλοκαιρινής περιόδου, οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης παρουσίασαν τις μικρότερες τάσεις. Από το πίνακα παρατηρούμε ότι για όλους τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου οι τάσεις των ζυγών αυτών ήταν πολύ χαμηλές, και μάλιστα ήταν οι μικρότερες τάσεις που παρουσιάστηκαν σε σχέση με τους άλλους μήνες. Αξίζει να σημειωθεί, η τάση στο ζυγό **KASTELI** το μήνα Ιούνιο 0,9438p.u ήταν η μικρότερη τάση που παρουσιάστηκε στο δίκτυο της Κρήτης για όλο το χρόνο.

|             | RETHIMNO   | XANIA      | AYIA       | KASTELI    | VRYSSES    |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ΙΟΥΝΙΟΣ     | 0,9588 p.u | 0,9457 p.u | 0,9446 p.u | 0,9438 p.u | 0,954 p.u  |
| ΙΟΥΛΙΟΣ     | 0,9658 p.u | 0,9623 p.u | 0,9603 p.u | 0,9584 p.u | 0,967 p.u  |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ   | 0,9564 p.u | 0,9513 p.u | 0,9493 p.u | 0,9471 p.u | 0,9578 p.u |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 0,9661 p.u | 0,9601 p.u | 0,9582 p.u | 0,9573 p.u | 0,9652 p.u |

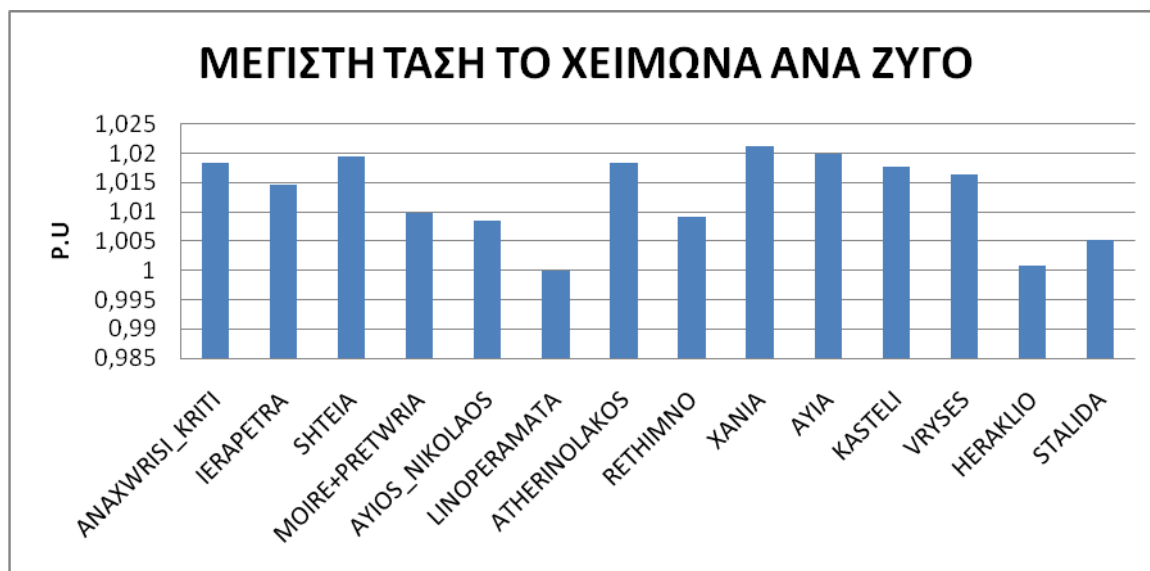
Πιν. 6-9 Πίνακας με τις ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου.

Από το Γράφημα 6-21 όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για τη χειμερινή περίοδο, παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTELI**, και **VRYSSES** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



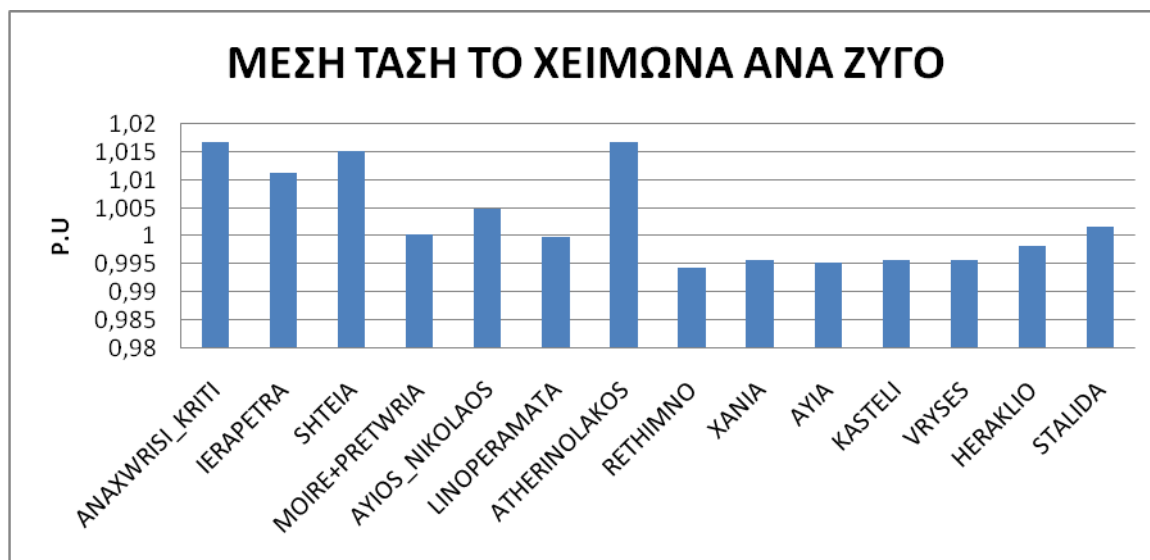
**Γράφημα 6-21** Ελάχιστη τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-22 παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για τη χειμερινή περίοδο. Οι ζυγοί **LINOPERAMATA** και **HERAKLIO** παρουσιάζουν την μικρότερη μέγιστη τάση, ενώ οι ζυγοί **ANAXWRISI\_KRITI**, **SHTeia**, **ATHERINOLAKOS**, **XANIA**, **AYIA** και **KASTELI** παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



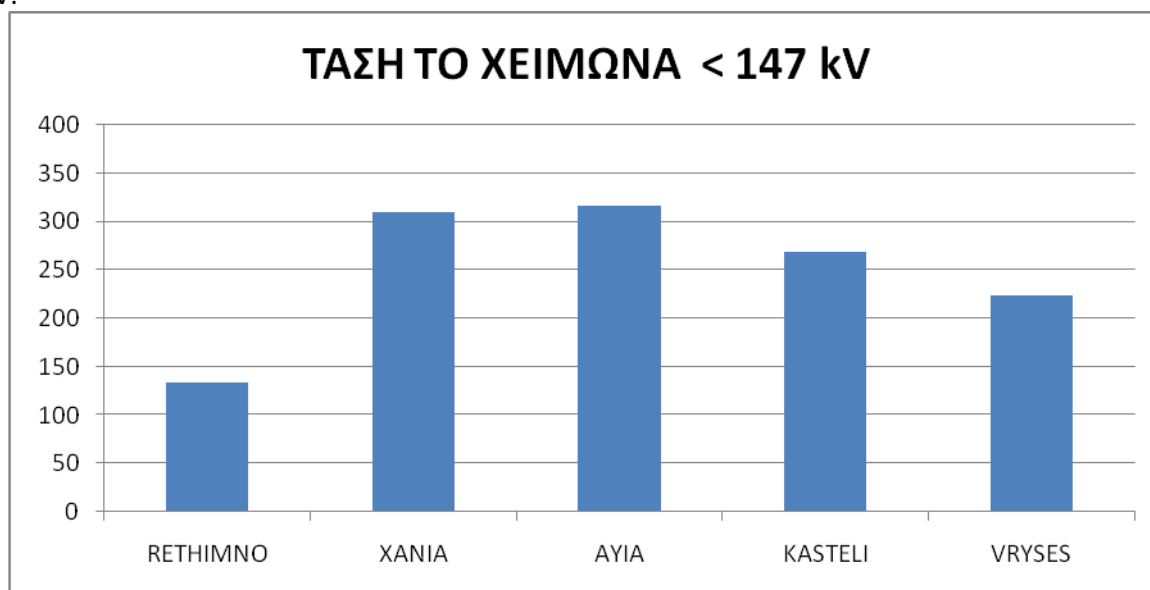
**Γράφημα 6-22** Μέγιστη τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-23 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για τη χειμερινή περίοδο. Οι ζυγοί του δικτύου της δυτικής Κρήτης **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTELI**, **VRYSES** παρουσιάζουν τη μικρότερη μέση τάση με τιμές 0,9944p.u, 0,9957p.u, 0,9954p.u, 0,995p.u, 0,9958p.u αντίστοιχα .



Γράφημα 6-23 Μέση τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-24 παρουσιάζεται πόσο συχνά οι ζυγοί του δικτύου της Κρήτης είχαν τάση μικρότερη από 147kV. Παρατηρούμε ότι οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης είχαν τάση μικρότερη από 147kV και μάλιστα αρκετές φορές, ενώ οι ζυγοί της ανατολικής Κρήτης δεν παρουσίασαν ούτε και μία φορά τάση μικρότερη από 147kV.



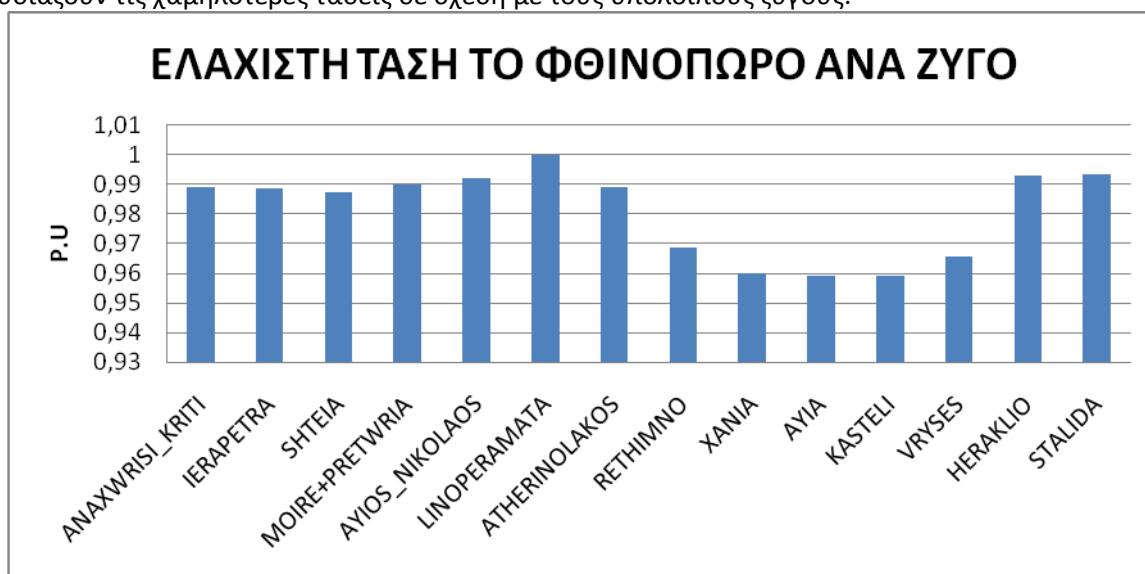
Γράφημα 6-24 Τάση το χειμώνα < 147kV στο δίκτυο της Κρήτης.

Στον Πιν. 6-10 παρουσιάζεται σε ποιους μήνες της χειμερινής περιόδου, οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης παρουσίασαν τις μικρότερες τάσεις. Από το πίνακα παρατηρούμε ότι για όλους τους μήνες της χειμερινής περιόδου οι τάσεις των ζυγών αυτών ήταν πολύ χαμηλές. Στους ζυγούς **XANIA**, **AYIA** και **KASTELI** παρουσιάστηκαν τάσεις μικρότερες από 142,5kV (95% της ονομαστικής) δύο φορές σε κάθε ζυγό τη χειμερινή περίοδο.

|             | RETHIMNO  | XANIA     | AYIA      | KASTELI   | VRYSSES   |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ιανουάριος  | 0,962p.u  | 0,946p.u  | 0,9458p.u | 0,9472p.u | 0,955p.u  |
| Φεβρουάριος | 0,9727p.u | 0,961p.u  | 0,9608p.u | 0,9624p.u | 0,9674p.u |
| Δεκέμβριος  | 0,9747p.u | 0,9603p.u | 0,9597p.u | 0,9601p.u | 0,9662p.u |

**Πιν. 6-10 Πίνακας με τις ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης τους μήνες της χειμερινής περιόδου.**

Από το Γράφημα 6-25 όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για τη φθινοπωρινή περίοδο, παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTELI**, και **VRYSSES** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



**Γράφημα 6-25 Ελάχιστη τάση το φθινόπωρο ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.**

Στο Γράφημα 6-26 παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για τη φθινοπωρινή περίοδο. Οι ζυγοί **LINOPERAMATA** και **HERAKLIO** παρουσιάζουν την μικρότερη μέγιστη τάση, ενώ οι ζυγοί **ANAXWRISI\_KRITI**, **SHTEIA** και **ATHERINOLAKOS** παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



**Γράφημα 6-26 Μέγιστη τάση το φθινόπωρο ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.**

Στο Γράφημα 6-27 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για τη φθινοπωρινή περίοδο. Οι ζυγοί του δικτύου της δυτικής Κρήτης **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTELI**, **VRYSES** παρουσιάζουν τη μικρότερη μέση τάση με τιμές 0,9904p.u, 0,9856p.u, 0,9855p.u, 0,9874p.u, 0,9874p.u αντίστοιχα .



**Γράφημα 6-27 Μέση τάση το φθινόπωρο ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.**

Στο Γράφημα 6-28 παρουσιάζεται πόσο συχνά οι ζυγοί του δικτύου της Κρήτης είχαν τάση μικρότερη από 147kV. Παρατηρούμε ότι οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης είχαν τάση μικρότερη από 147kV και μάλιστα αρκετές φορές, ενώ οι ζυγοί της ανατολικής Κρήτης δεν παρουσίασαν ούτε και μία φορά τάση μικρότερη από 147kV.



**Γράφημα 6-28 Τάση το φθινόπωρο < 147kV στο δίκτυο της Κρήτης.**

Στο Πιν. 6-11 παρουσιάζεται σε ποιους μήνες της φθινοπωρινής περιόδου, οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης παρουσίασαν τις μικρότερες τάσεις. Από το πίνακα παρατηρούμε ότι για όλους τους μήνες της φθινοπωρινής περιόδου οι τάσεις των ζυγών αυτών ήταν πολύ χαμηλές αλλά και πάλι όχι μικρότερες από τις τάσεις της καλοκαιρινής περιόδου. Οι τάσεις των ζυγών αυτών διατηρούνται πάνω από το 95% της ονομαστικής τάσης.

|           | RETHIMNO  | XANIA     | AYIA      | KASTELI   | VRYSES    |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Οκτώβριος | 0,9688p.u | 0,9604p.u | 0,9591p.u | 0,9591p.u | 0,9658p.u |
| Νοέμβριος | 0,9742p.u | 0,96p.u   | 0,9594p.u | 0,96p.u   | 0,9656p.u |

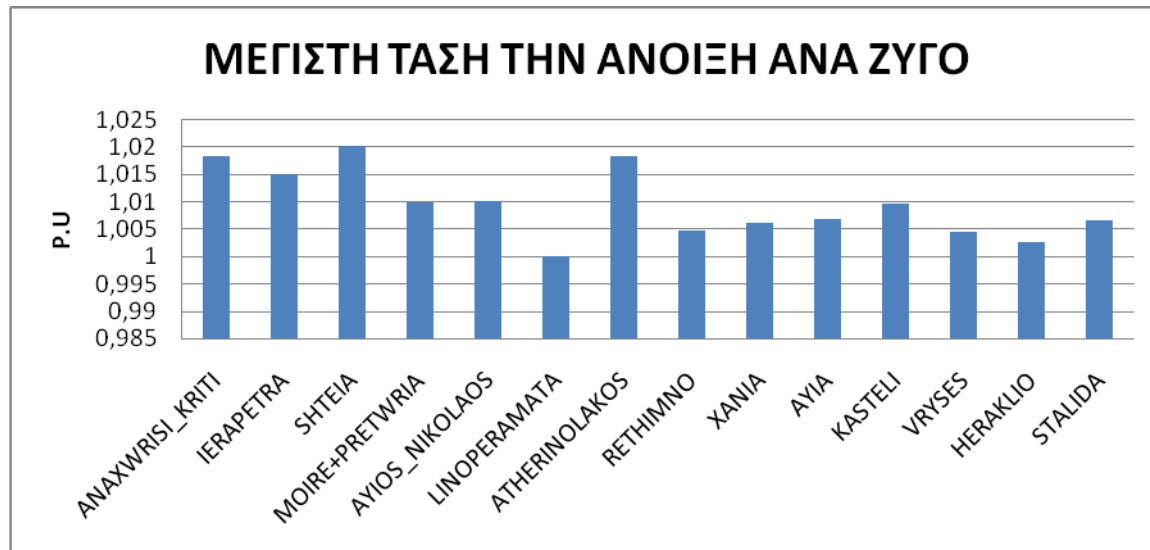
**Πιν. 6-11 Πίνακας με τις ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης τους μήνες της φθινοπωρινής περιόδου.**

Από το Γράφημα 6-29 όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την ανοιξιάτικη περίοδο, παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTELI**, και **VRYSES** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



Γράφημα 6-29 Ελάχιστη τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-30 παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την ανοιξιάτικη περίοδο. Οι ζυγοί **LINOPERAMATA** και **HERAKLIO** παρουσιάζουν την μικρότερη μέγιστη τάση, ενώ οι ζυγοί **ANAXWRISI\_KRITI**, **SHTeia** και **ATHERINOLAKOS** παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



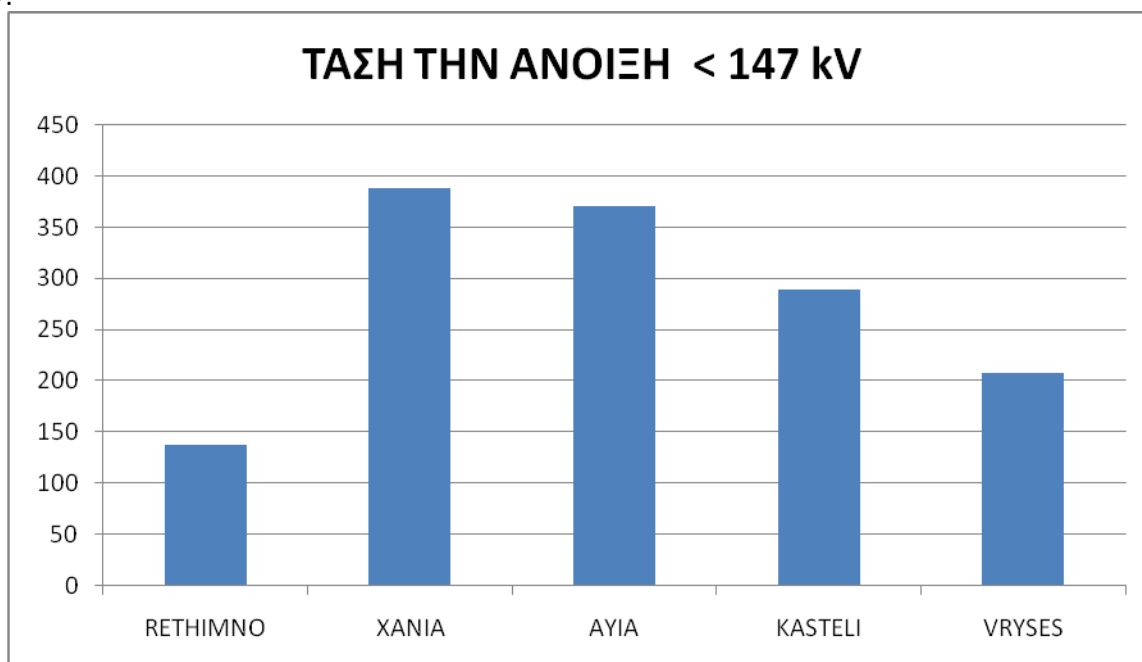
Γράφημα 6-30 Μέγιστη τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-31 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την ανοιξιάτικη περίοδο. Οι ζυγοί του δικτύου της δυτικής Κρήτης **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTELI**, **VRYSES** παρουσιάζουν τη μικρότερη μέση τάση με τιμές 0,9911p.u, 0,9892p.u, 0,9896p.u, 0,9917p.u, 0,9907p.u αντίστοιχα.



**Γράφημα 6-31 Μέση τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.**

Στο Γράφημα 6-32 παρουσιάζεται πόσο συχνά οι ζυγοί του δικτύου της Κρήτης είχαν τάση μικρότερη από 147kV. Παρατηρούμε ότι οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης είχαν τάση μικρότερη από 147kV και μάλιστα αρκετές φορές, ενώ οι ζυγοί της ανατολικής Κρήτης δεν παρουσίασαν ούτε και μία φορά τάση μικρότερη από 147kV.



**Γράφημα 6-32 Τάση την άνοιξη < 147kV στο δίκτυο της Κρήτης.**

Στο Πιν. 6-12 παρουσιάζεται σε ποιους μήνες της ανοιξιάτικης περιόδου, οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης παρουσίασαν τις μικρότερες τάσεις. Από το πίνακα παρατηρούμε ότι για όλους τους μήνες της ανοιξιάτικης περιόδου οι τάσεις των ζυγών αυτών ήταν πολύ χαμηλές, αλλά όχι μικρότερες από τις τάσεις που παρουσιάστηκαν την καλοκαιρινή περίοδο, σε αυτούς τους ζυγούς. Οι τάσεις των ζυγών αυτών διατηρούνται πάνω από το 95% της ονομαστικής τάσης.

|          | RETHIMNO  | XANIA     | AYIA      | KASTEI    | VRYES     |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Μάρτιος  | 0,9717p.u | 0,9601p.u | 0,9598p.u | 0,9604p.u | 0,9666p.u |
| Απρίλιος | 0,9729p.u | 0,9626p.u | 0,9622p.u | 0,9617p.u | 0,9684p.u |
| Μάιος    | 0,9718p.u | 0,964p.u  | 0,9638p.u | 0,9641p.u | 0,9694p.u |

Πιν. 6-12 Πίνακας με τις ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης τους μήνες της ανοιξιάτικης περιόδου.

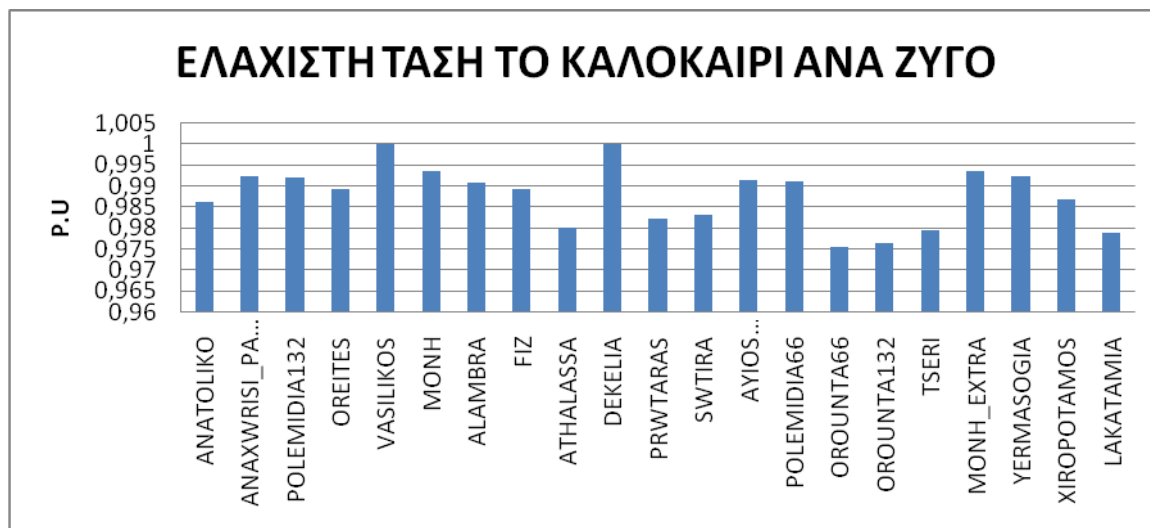
### 6.3.1.2 Αποτελέσματα για τις τάσεις των ζυγών όταν έχουμε ροή ισχύος από Κρήτη προς Κύπρο.

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της φθινοπωρινής περιόδου τα επεξεργαστήκαμε μαζί με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της χειμερινής περιόδου, γιατί την φθινοπωρινή περίοδο είχαμε μόνο τρεις ώρες μεταφοράς ενέργειας από την Κρήτη στη Κύπρο.

#### 6.3.1.2.1 Αποτελέσματα τάσεων του ΣΗΕ της Κύπρου.

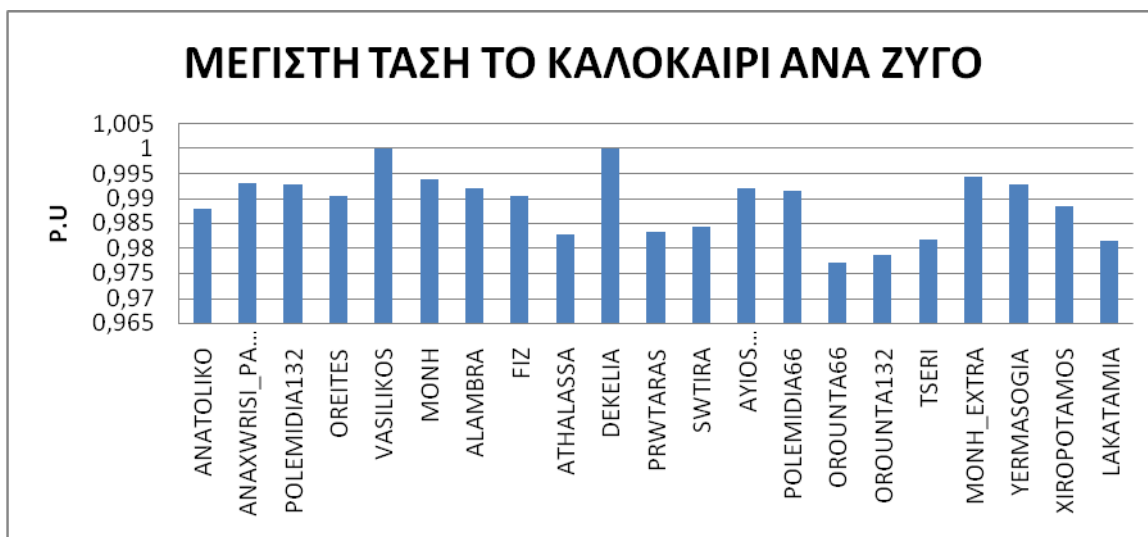
Τα αποτελέσματα που προέκυψαν για τις τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου ανά εποχή όταν έχουμε ροή ισχύος από Κρήτη προς Κύπρο παρουσιάζονται στα παρακάτω γραφήματα.

Από το Γράφημα 6-33 όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την καλοκαιρινή περίοδο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **ATHALASSA**, **OROUNTA66**, **OROUNTA132**, **TSERI** και **LAKATAMIA** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



Γράφημα 6-33 Ελάχιστη τάση το καλοκαίρι ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.

Από το Γράφημα 6-34 στο οποίο παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την καλοκαιρινή περίοδο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **OROUNTA66** και **OROUNTA132** έχουν τη μικρότερη μέγιστη τάση ενώ οι ζυγοί **VASILIKOS** και **DEKELIA** έχουν την μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



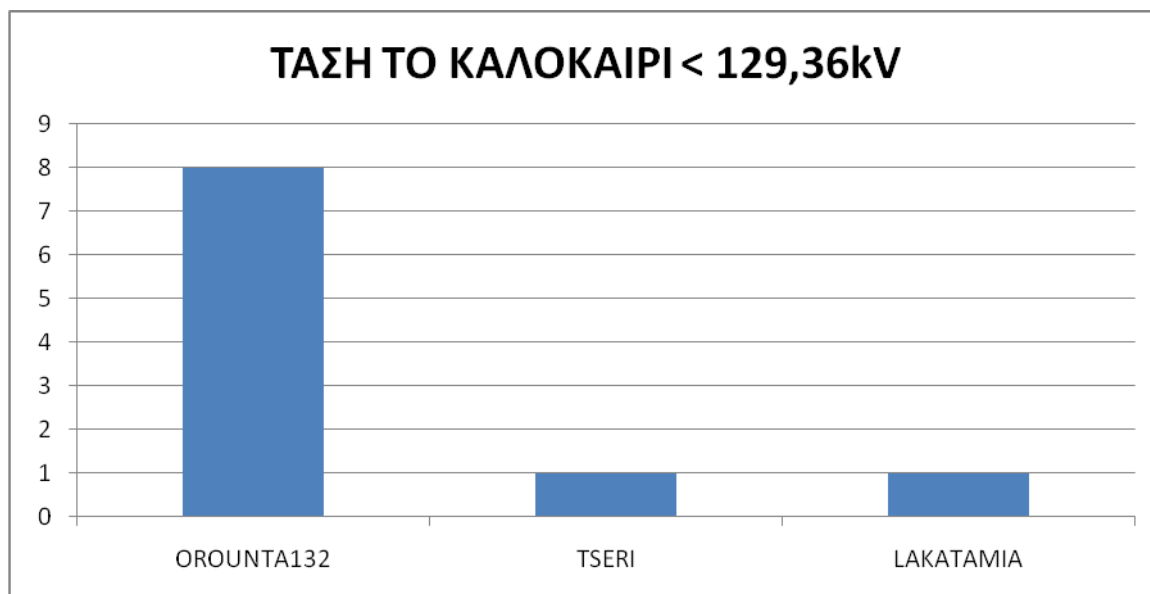
**Γράφημα 6-34 Μέγιστη τάση το καλοκαίρι ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Στο Γράφημα 6-35 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την καλοκαιρινή περίοδο. Οι ζυγοί **OROUNTA66** και **OROUNTA132** έχουν τη μικρότερη μέση τάση με τιμές 0,9765p.u, 0,9779p.u αντίστοιχα.



**Γράφημα 6-35 Μέση τάση το καλοκαίρι ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Στο Γράφημα 6-36 παρουσιάζεται πόσο συχνά οι ζυγοί του δικτύου της Κύπρου είχαν τάση μικρότερη από 129,36kV. Παρατηρούμε ότι η τάση του ζυγού **OROUNTA132** ήταν για 8 φορές μικρότερη από τη τάση 129,36kV και αποτελεί το ζυγό του οποίου η τάση ήταν τις περισσότερες φορές μικρότερη από τάση 129,36kV την καλοκαιρινή περίοδο. Η τάση του ζυγού **ATHALASSA** ήταν 1 φορά μικρότερη, του ζυγού **TSERI** ήταν 1 φορά μικρότερη και του ζυγού **LAKATAMIA** ήταν 1 φορά μικρότερη. Στον Πιν. 6-13 παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις που παρουσίασαν οι ζυγοί αυτοί. Αξίζει να σημειωθεί ότι η τάση που παρουσίασε ο ζυγός **OROUNTA132** (0,9766 p.u), είναι η μικρότερη τάση που παρουσιάστηκε στους ζυγούς της Κύπρου κατά το έτος 2010, όταν είχαμε μεταφορά ισχύος από την Κρήτη προς Κύπρο.

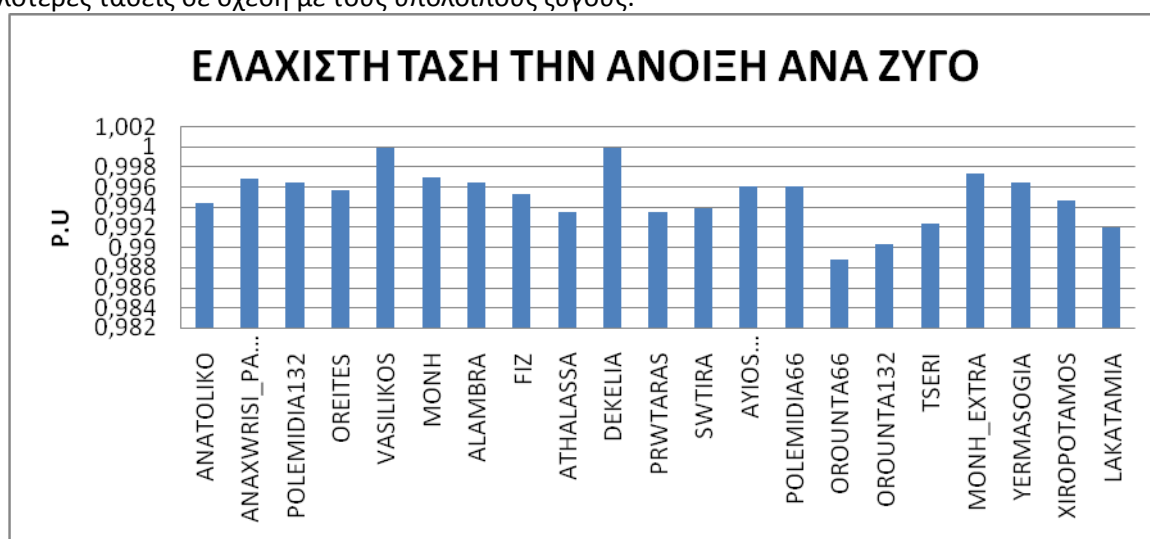


Γράφημα 6-36 Τάση το καλοκαίρι < 129,36kV στο δίκτυο της Κύπρου.

|           | OROUNTA132 | TSERI      | LAKATAMIA  |
|-----------|------------|------------|------------|
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 0,9766 p.u | 0,9794 p.u | 0,9790 p.u |

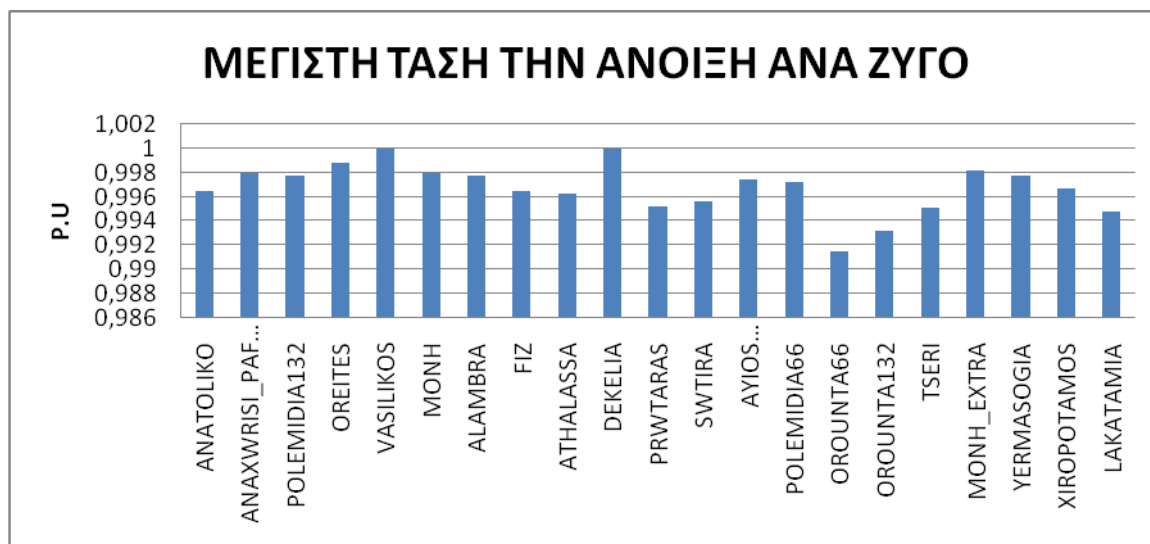
Πιν. 6-13 Πίνακας με τις ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου.

Από το Γράφημα 6-37 όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την ανοιξιάτικη περίοδο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **OROUNTA66** και **OROUNTA132** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



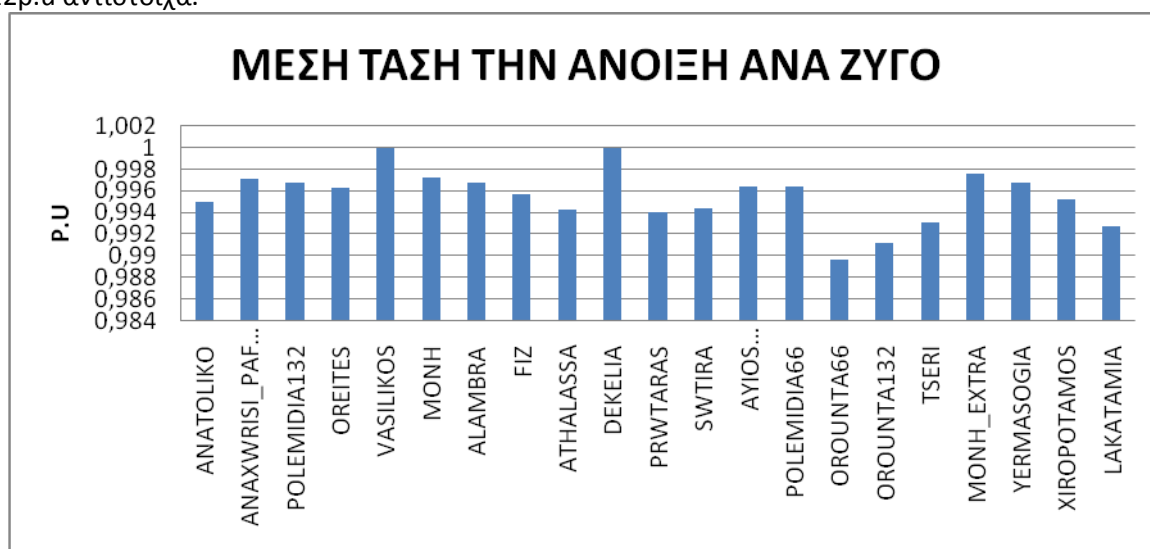
Γράφημα 6-37 Ελάχιστη τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.

Από το Γράφημα 6-38 στο οποίο παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την ανοιξιάτικη περίοδο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **OROUNTA66** και **OROUNTA132** έχουν τη μικρότερη μέγιστη τάση ενώ οι ζυγοί **VASILIKOS** και **DEKELIA** έχουν την μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



Γράφημα 6-38 Μέγιστη τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.

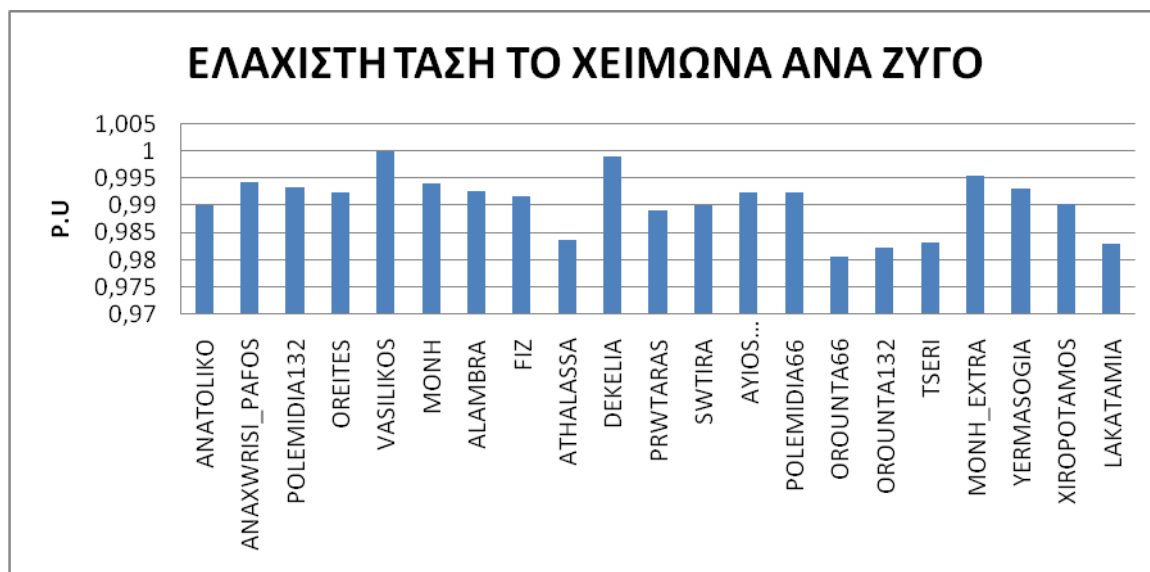
Στο Γράφημα 6-39 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για την καλοκαιρινή περίοδο. Οι ζυγοί **OROUNTA66** και **OROUNTA132** έχουν τη μικρότερη μέση τάση με τιμές 0,9897p.u, 0,9912p.u αντίστοιχα.



Γράφημα 6-39 Μέση τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.

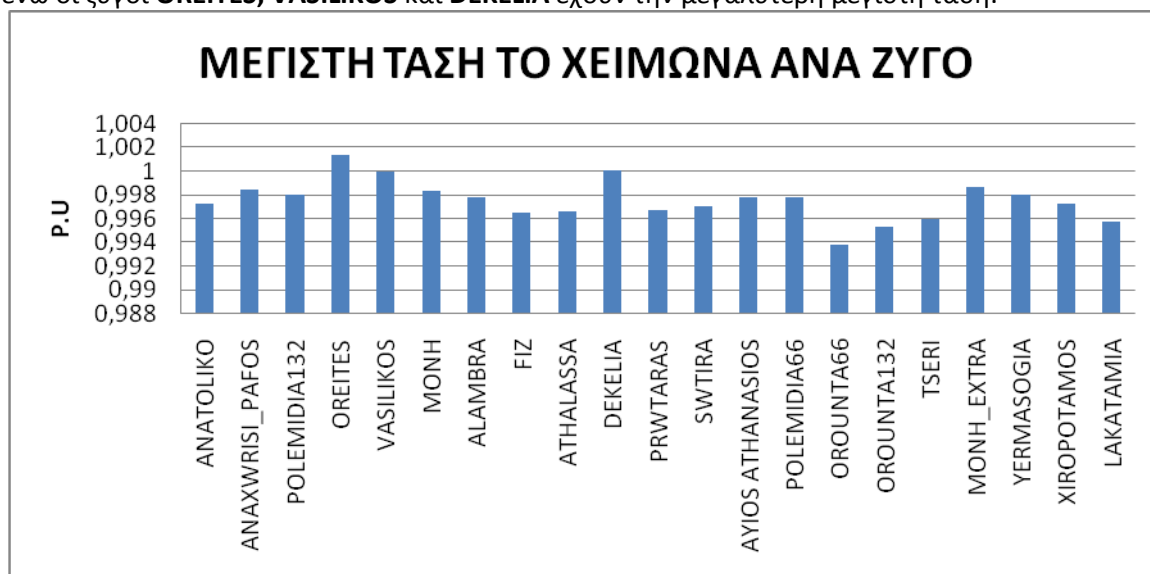
Οι τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου την άνοιξη ήταν πάντα μεγαλύτερες από 129,36kV ( 98% της ονομαστικής ). Ο ζυγός **OROUNTA66** παρουσίασε τη μικρότερη τάση 0,9887p.u η οποία πάλι ήταν μεγαλύτερη από το 98% της ονομαστικής τάσης.

Από το Γράφημα 6-40 όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για τη χειμερινή περίοδο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **OROUNTA66** και **OROUNTA132** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



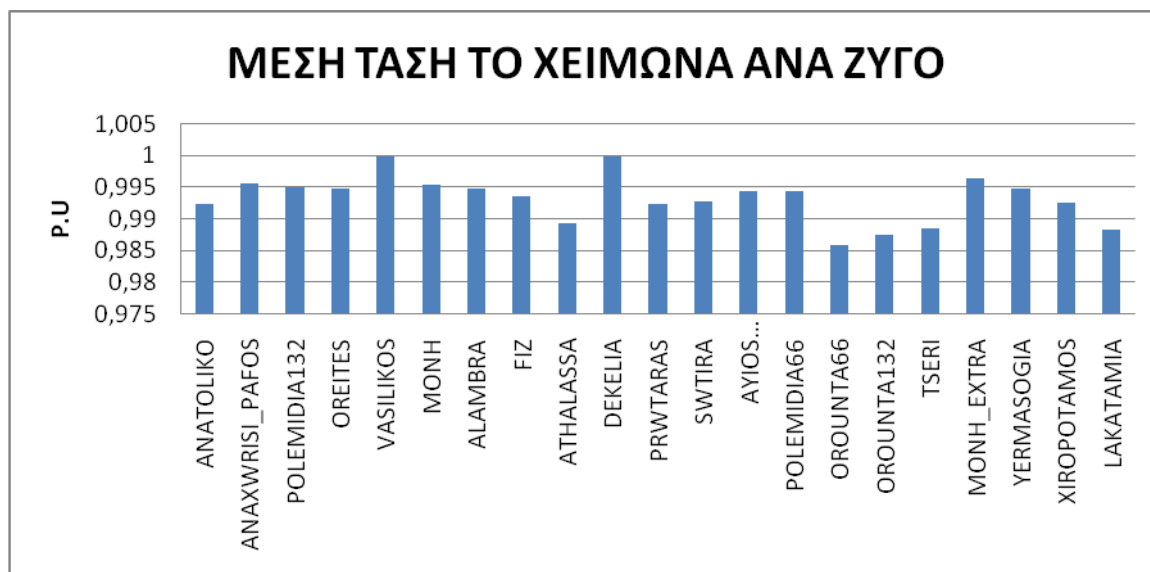
**Γράφημα 6-40 Ελάχιστη τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Από το Γράφημα 6-41 στο οποίο παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για τη χειμερινή περίοδο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **OROUNTA66** και **OROUNTA132** έχουν τη μικρότερη μέγιστη τάση ενώ οι ζυγοί **OREITES**, **VASILIKOS** και **DEKELIA** έχουν την μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



**Γράφημα 6-41 Μέγιστη τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.**

Στο Γράφημα 6-42 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κύπρου για τη χειμερινή περίοδο. Οι ζυγοί **OROUNTA66** και **OROUNTA132** έχουν τη μικρότερη μέση τάση με τιμές 0,9858p.u, 0,9875p.u αντίστοιχα.



Γράφημα 6-42 Μέση τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κύπρου.

Οι τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου το χειμώνα ήταν πάντα μεγαλύτερες από 129,36kV ( 98% της ονομαστικής ). Ο ζυγός **OROUNTA66** παρουσίασε τη μικρότερη τάση 0,9806p.u η οποία πάλι ήταν μεγαλύτερη από το 98% της ονομαστικής τάσης.

#### 6.3.1.2.2 Αποτελέσματα τάσεων του ΣΗΕ της Κρήτης.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν για τις τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης ανά εποχή όταν έχουμε ροή ισχύος από Κρήτη προς Κύπρο παρουσιάζονται στα παρακάτω γραφήματα.

Από το Γράφημα 6-43 όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την καλοκαιρινή περίοδο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTELI**, και **VRYSES** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



Γράφημα 6-43 Ελάχιστη τάση το καλοκαίρι ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-44 παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την καλοκαιρινή περίοδο. Οι ζυγοί **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTELI** και **VRYSES** παρουσιάζουν την μικρότερη

μέγιστη τάση, ενώ οι ζυγοί **ANAXWRISI\_KRITI**, **IERAPETRA**, **SHTEIA** και **ATHERINOLAKOS** παρουσιάζουν την μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



Γράφημα 6-44 Μέγιστη τάση το καλοκαίρι ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

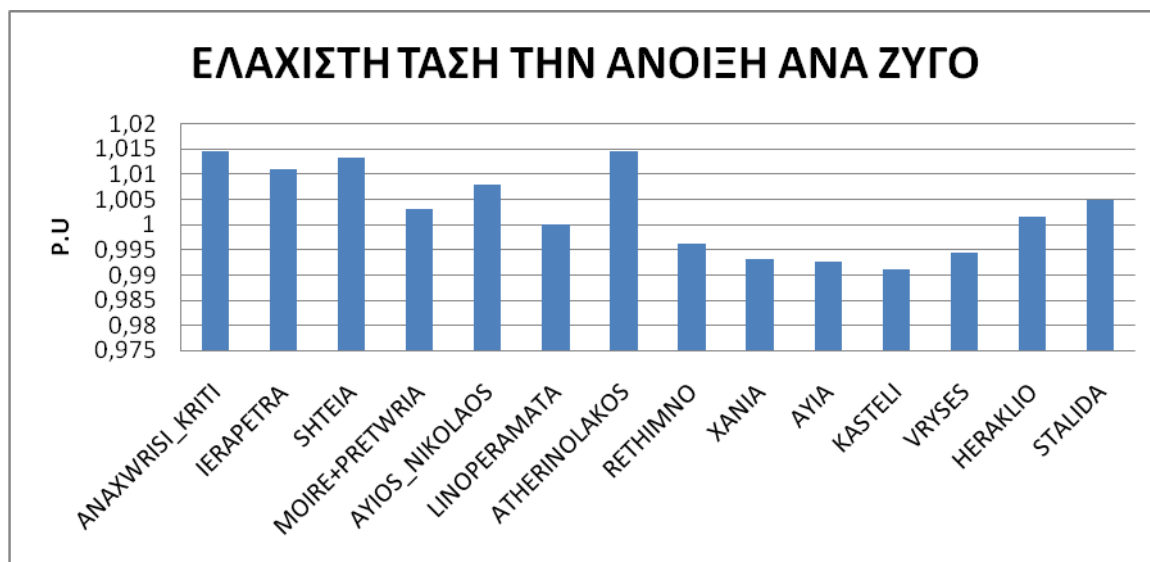
Στο Γράφημα 6-45 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την καλοκαιρινή περίοδο. Οι ζυγοί του δικτύου της δυτικής Κρήτης **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTELI**, **VRYSES** παρουσιάζουν τη μικρότερη μέση τάση με τιμές 0,9823p.u, 0,984p.u, 0,9835p.u, 0,9847p.u, 0,9858p.u αντίστοιχα.



Γράφημα 6-45 Μέση τάση το καλοκαίρι ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

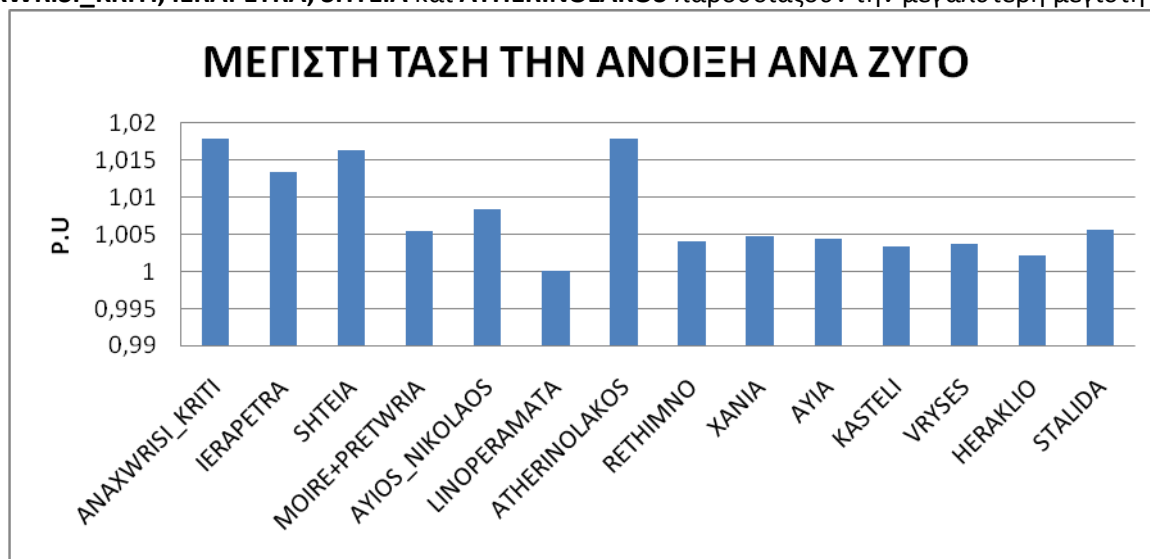
Σε αυτή τη περίπτωση μεταφοράς ενέργειας από Κρήτη προς Κύπρο, οι τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης ήταν συνεχώς μεγαλύτερες από τάση 147kV(98% της ονομαστικής).

Από το Γράφημα 6-46 όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την ανοιξιάτικη περίοδο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTELI**, και **VRYSES** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



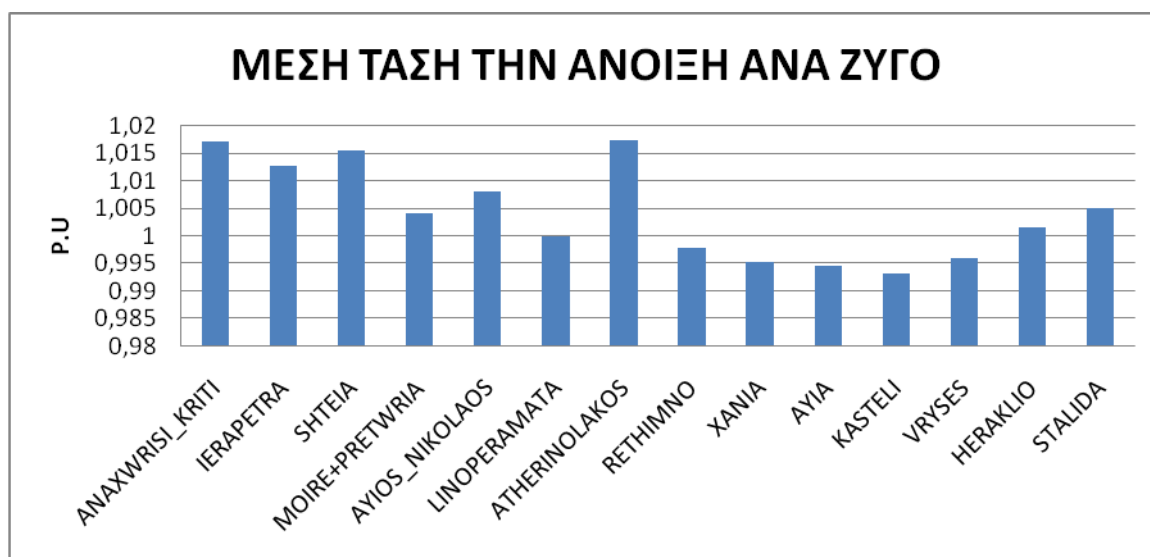
Γράφημα 6-46 Ελάχιστη τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-47 παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την ανοιξιάτικη περίοδο. Οι ζυγοί **LINOPERAMATA** και **HERAKLIO** παρουσιάζουν την μικρότερη μέγιστη τάση, ενώ οι ζυγοί **ANAXWRISI\_KRITI**, **IERAPETRA**, **SHTeia** και **ATHERINOLAKOS** παρουσιάζουν την μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



Γράφημα 6-47 Μέγιστη τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.

Στο Γράφημα 6-48 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για την καλοκαιρινή περίοδο. Οι ζυγοί του δικτύου της δυτικής Κρήτης **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTEli**, **VRYSES** παρουσιάζουν τη μικρότερη μέση τάση με τιμές 0,9978p.u, 0,9952p.u, 0,9947p.u, 0,9933p.u, 0,996p.u αντίστοιχα.



**Γράφημα 6-48 Μέση τάση την άνοιξη ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.**

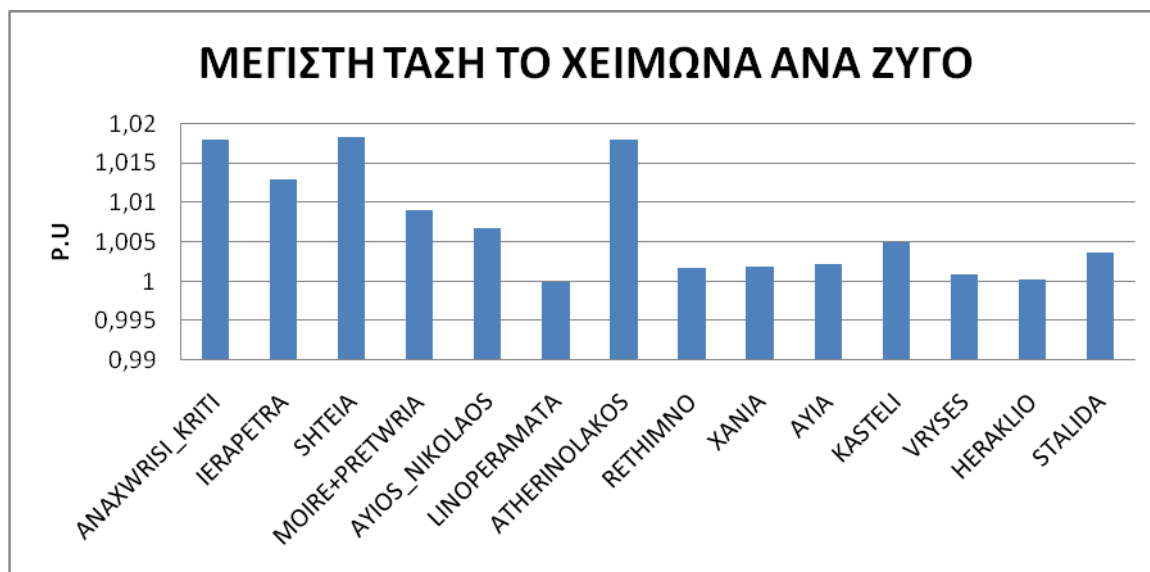
Οι τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης την ανοιξιάτικη περίοδο διατηρούνται πάντα μεγαλύτερες από 98% της ονομαστικής τάσης.

Από το Γράφημα 6-49 όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για τη χειμερινή περίοδο παρατηρούμε ότι οι ζυγοί **RETHIMNO**, **XANIA**, **AYIA**, **KASTEI**, και **VRYSES** παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς.



**Γράφημα 6-49 Ελάχιστη τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.**

Στο Γράφημα 6-50 παρουσιάζονται οι μέγιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για τη χειμερινή περίοδο. Οι ζυγοί **LINOPERAMATA** και **HERAKLIO** παρουσιάζουν την μικρότερη μέγιστη τάση, ενώ οι ζυγοί **ANAXWRISI\_KRITI**, **IERAPETRA**, **SHTEIA** και **ATHERINOLAKOS** παρουσιάζουν την μεγαλύτερη μέγιστη τάση.



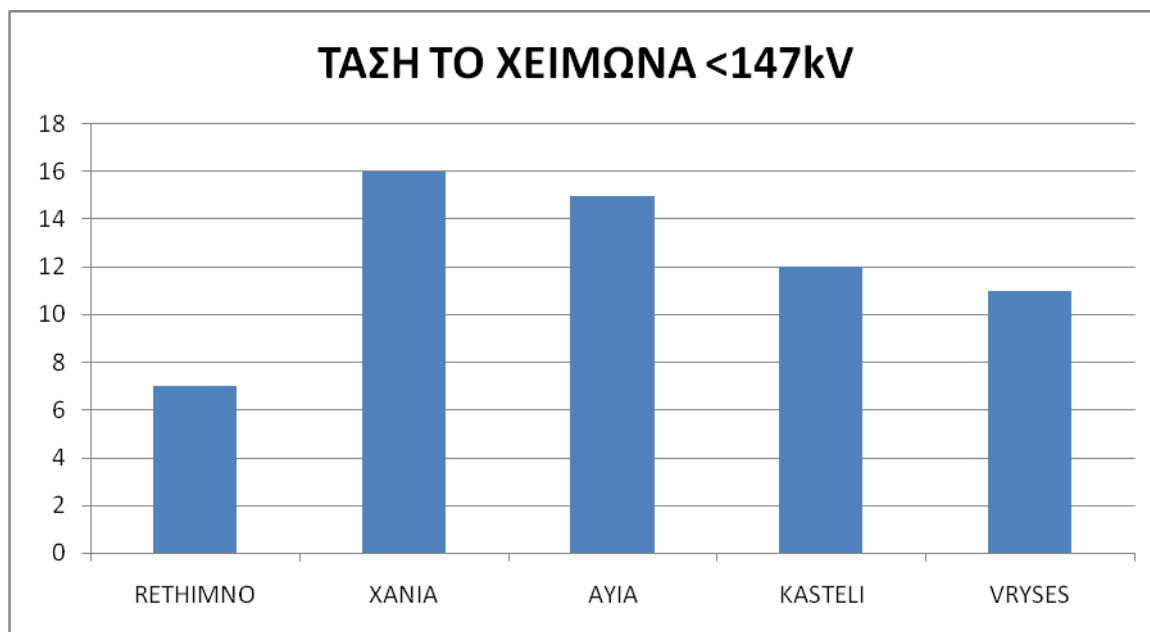
**Γράφημα 6-50 Μέγιστη τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.**

Στο Γράφημα 6-51 παρουσιάζεται η μέση τάση των ζυγών του δικτύου της Κρήτης για τη χειμερινή περίοδο. Οι ζυγοί του δικτύου της δυτικής Κρήτης **RETHIMNO, XANIA, AYIA, KASTELI, VRYSES** παρουσιάζουν τη μικρότερη μέση τάση με τιμές 0,987p.u, 0,9828p.u, 0,9829p.u, 0,9851p.u, 0,9854p.u αντίστοιχα.



**Γράφημα 6-51 Μέση τάση το χειμώνα ανά ζυγό στο δίκτυο της Κρήτης.**

Στο Γράφημα 6-52 παρουσιάζεται πόσο συχνά οι ζυγοί του δικτύου της Κρήτης είχαν τάση μικρότερη από 147kV. Παρατηρούμε ότι οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης είχαν τάση μικρότερη από 147kV, ενώ οι ζυγοί της ανατολικής Κρήτης δεν παρουσίασαν ούτε και μία φορά τάση μικρότερη από 147kV.



**Γράφημα 6-52 Τάση το χειμώνα < 147kV στο δίκτυο της Κρήτης.**

Στο Πιν. 6-14 παρουσιάζεται σε ποιους μήνες της χειμερινής περιόδου, οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης παρουσίασαν τις μικρότερες τάσεις. Αξίζει να ότι η τάση του ζυγού XANIA (0,9613p.u), είναι η μικρότερη τάση που παρουσιάστηκε στους ζυγούς της Κρήτης κατά το έτος 2010, όταν είχαμε μεταφορά ισχύος από την Κρήτη προς Κύπρο.

|             | RETHIMNO | XANIA     | AYIA      | KASTELI   | VRYSES    |
|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ιανουάριος  | 0,973p.u | 0,9613p.u | 0,9614p.u | 0,9634p.u | 0,9678p.u |
| Φεβρουάριος | 0,979p.u | 0,9723p.u | 0,9722p.u | 0,9734p.u | 0,9767p.u |
| Οκτώβριος   | -        | 0,9724p.u | 0,9716p.u | 0,9729p.u | 0,9763p.u |
| Δεκέμβριος  | -        | 0,9736p.u | 0,9737p.u | 0,9756p.u | 0,9776p.u |

**Πιν. 6-14 Πίνακας με τις ελάχιστες τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κρήτης τους μήνες της χειμερινής περιόδου.**

### 6.3.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων για τις απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς του δικτύου.

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων από τη προσομοίωση του μοντέλου των 37-ζυγών για τη μελέτη των απωλειών ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς του δικτύου, έγινε για το κάθε νησί ξεχωριστά. Επίσης τα αποτελέσματα της προσομοίωσης των ωρών μεταφοράς από Κρήτη προς Κύπρο επεξεργάστηκαν μαζί με τα αποτελέσματα των ωρών μεταφοράς από Κύπρο προς Κρήτη στους μήνες όπου είχαμε αυτές τις περιπτώσεις μεταφοράς (Κύπρο προς Κρήτη, Κρήτη προς Κύπρο).

Για κάθε νησί η μελέτη των απωλειών έγινε για δύο διαφορετικές περιπτώσεις:

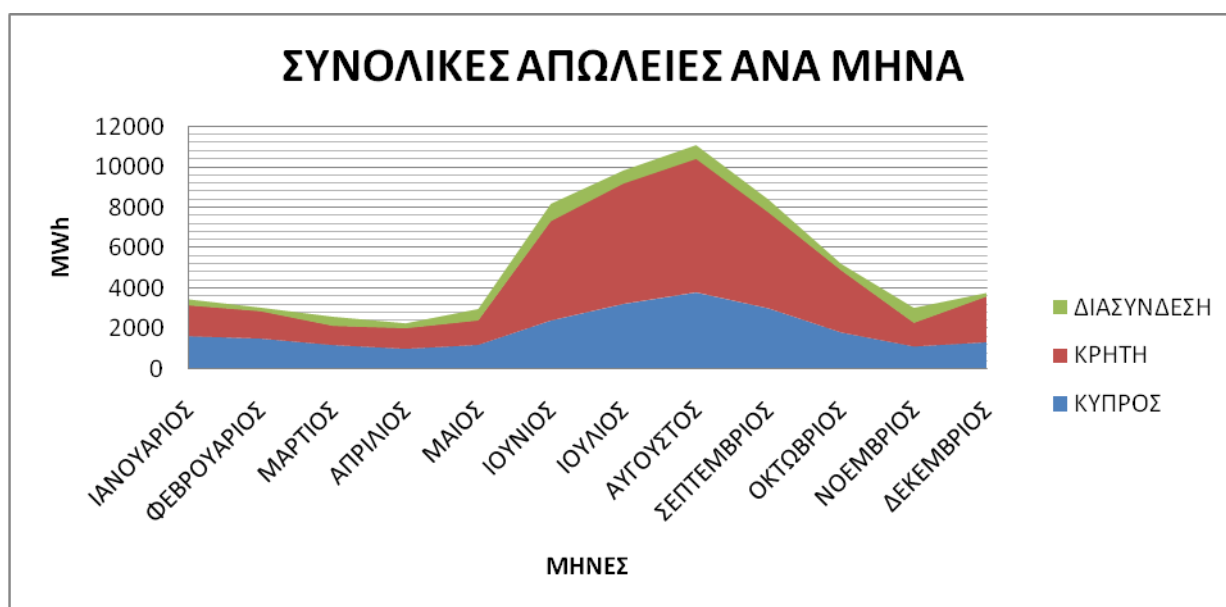
- **Ενιαία επεξεργασία των απωλειών των γραμμών μεταφοράς του κάθε δικτύου.** Σε αυτή τη περίπτωση υπολογίσαμε τις συνολικές απώλειες ανά μήνα για κάθε νησί, τις μέγιστες και ελάχιστες ωριαίες απώλειες ανά μήνα σε κάθε νησί καθώς επίσης και τις συνολικές ετήσιες απώλειες ανά νησί.

- Στη περίπτωση αυτή χωρίσαμε το δίκτυο του κάθε νησιού σε ανατολικό και δυτικό με κέντρο το Βασιλικό για το δίκτυο της Κύπρου και τα Λινοπεράματα για το δίκτυο της Κρήτης. Στη συνέχεια υπολογίσαμε τις συνολικές μηνιαίες και ετήσιες απώλειες για τις ανατολικές και δυτικές γραμμές μεταφοράς του κάθε δικτύου.

### 6.3.2.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων για την ενιαία επεξεργασία των απωλειών των γραμμών μεταφοράς του κάθε δικτύου

Στο Γράφημα 6-53 παρουσιάζονται οι συνολικές απώλειες των γραμμών μεταφοράς της Κύπρου και της Κρήτης καθώς επίσης και οι απώλειες ροής ισχύος των DC transmission lines της διασύνδεσης. Παρατηρούμε ότι τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου παρουσιάζονται οι περισσότερες απώλειες. Συγκεκριμένα από τον Ιούνιο μέχρι το Σεπτέμβριο οι συνολικές απώλειες που παρουσίασαν οι γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Κρήτης και της Κύπρου ήταν 22401,5 MWh και 12329 MWh αντίστοιχα. Οι απώλειες που παρουσίασαν οι DC transmission lines της διασύνδεσης τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου ήταν 2602,5 MWh. Οι απώλειες των γραμμών μεταφοράς του δικτύου της Κρήτης είναι σχεδόν οι διπλάσιες από τις απώλειες των γραμμών μεταφοράς του δικτύου της Κύπρου. Το μήνα Αύγουστο έχουμε τις μεγαλύτερες απώλειες για το δίκτυο της Κύπρου και της Κρήτης 3771,63MWh και 6656,22MWh αντίστοιχα, ενώ οι γραμμές μεταφοράς της διασύνδεσης παρουσίασαν τις μεγαλύτερες απώλειες το μήνα Ιούνιο και ήταν 892,99MWh.

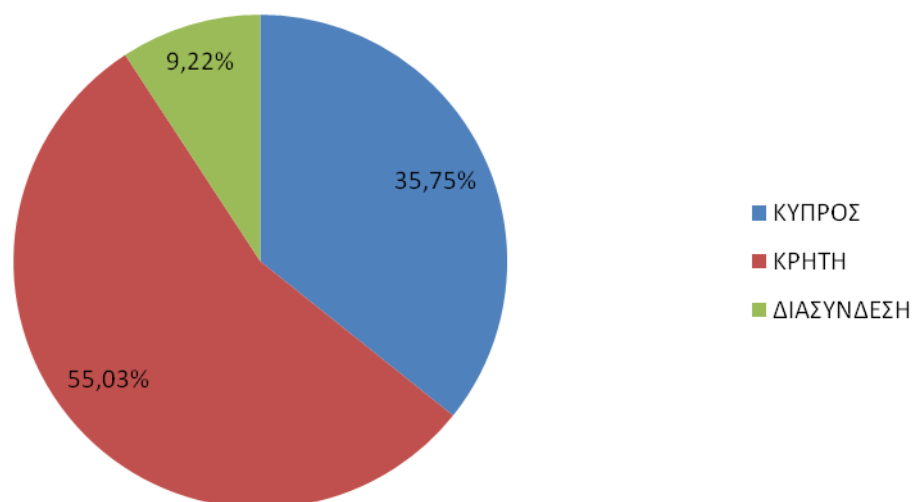
Από το Γράφημα 6-53 παρατηρούμε ότι οι συνολικές απώλειες που παρουσιάστηκαν στους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου στο δίκτυο της Κύπρου αντιστοιχούν στο 1/2 των συνολικών ετήσιων απωλειών του δικτύου της Κύπρου, ενώ στο δίκτυο της Κρήτης αντιστοιχούν στα 2/3 των συνολικών ετήσιων απωλειών του δικτύου της Κρήτης.



**Γράφημα 6-53 Συνολικές απώλειες των δικτύων Κύπρου-Κρήτης και της διασύνδεσης ανά μήνα.**

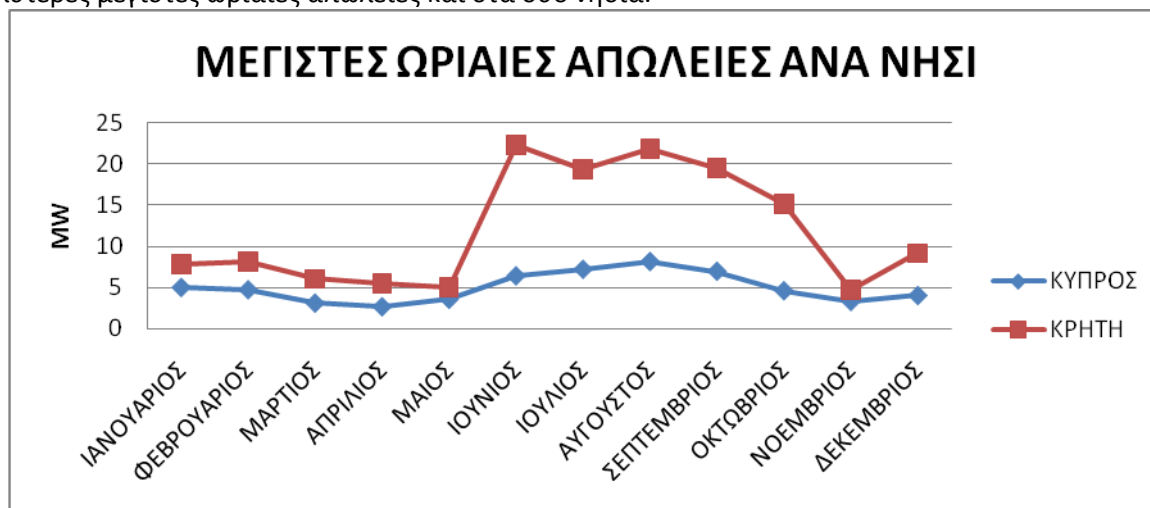
Στο Γράφημα 6-54 παρουσιάζεται η κατανομή των συνολικών ετήσιων απωλειών, των γραμμών μεταφοράς του δικτύου της Κύπρου και της Κρήτης καθώς επίσης και των γραμμών μεταφοράς της διασύνδεσης. Από το γράφημα παρατηρούμε ότι οι υψηλότερες απώλειες παρουσιάστηκαν στο δίκτυο της Κρήτης 35215,87 MWh. Οι συνολικές ετήσιες απώλειες του δικτύου της Κύπρου είναι 22873,21MWh και της διασύνδεσης 5632,16MWh.

## ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΤΗΣΙΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ



Γράφημα 6-54 Κατανομή συνολικών ετήσιων απωλειών.

Στο Γράφημα 6-55 παρουσιάζονται οι μέγιστες ωριαίες απώλειες ανά νησί. Από το γράφημα παρατηρούμε ότι το μήνα Ιούνιο παρουσιάζεται η μεγαλύτερη τιμή των μέγιστων ωριαίων απωλειών στο δίκτυο της Κρήτης 22,26MW, ενώ στο δίκτυο της Κύπρου η μεγαλύτερη τιμή των μέγιστων ωριαίων απωλειών παρουσιάζεται το μήνα Αύγουστο 8,14MW. Επίσης, τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου έχουμε τις μεγαλύτερες μέγιστες ωριαίες απώλειες και στα δύο νησιά.



Γράφημα 6-55 Μέγιστες ωριαίες απώλειες ανά νησί.

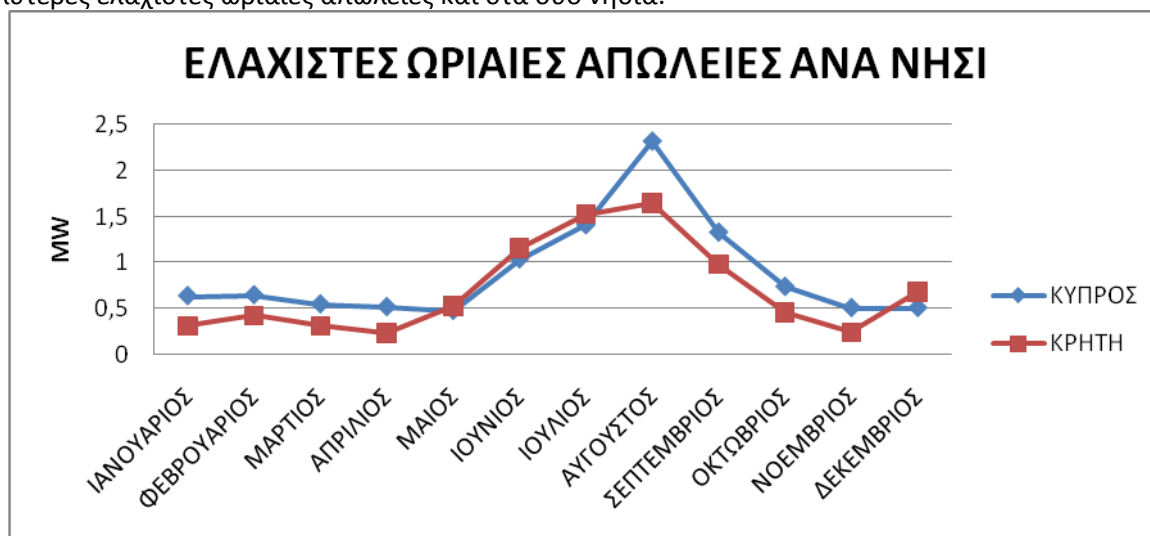
Στον Πιν. 6-15 παρουσιάζονται οι μέγιστες ωριαίες απώλειες για τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου που παρουσιάστηκαν στα δύο νησιά.

|  | Μέγιστες ωριαίες απώλειες (MW) |
|--|--------------------------------|
|--|--------------------------------|

|             | Κύπρος | Κρήτη |
|-------------|--------|-------|
| Ιούνιος     | 6,41   | 22,26 |
| Ιούλιος     | 7,19   | 19,33 |
| Αύγουστος   | 8,41   | 21,8  |
| Σεπτέμβριος | 6,96   | 19,41 |

**Πιν. 6-15 Μέγιστες ωριαίες απώλειες τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου.**

Στο Γράφημα 6-56 παρουσιάζονται οι ελάχιστες ωριαίες απώλειες ανά νησί. Παρατηρούμε ότι το μήνα Αύγουστο παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη τιμή των ελάχιστων ωριαίων απωλειών και στα δύο νησιά, στην Κύπρο ήταν 2,32MW και στην Κρήτη 1,65MW. Επίσης, τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου έχουμε τις μεγαλύτερες ελάχιστες ωριαίες απώλειες και στα δύο νησιά.



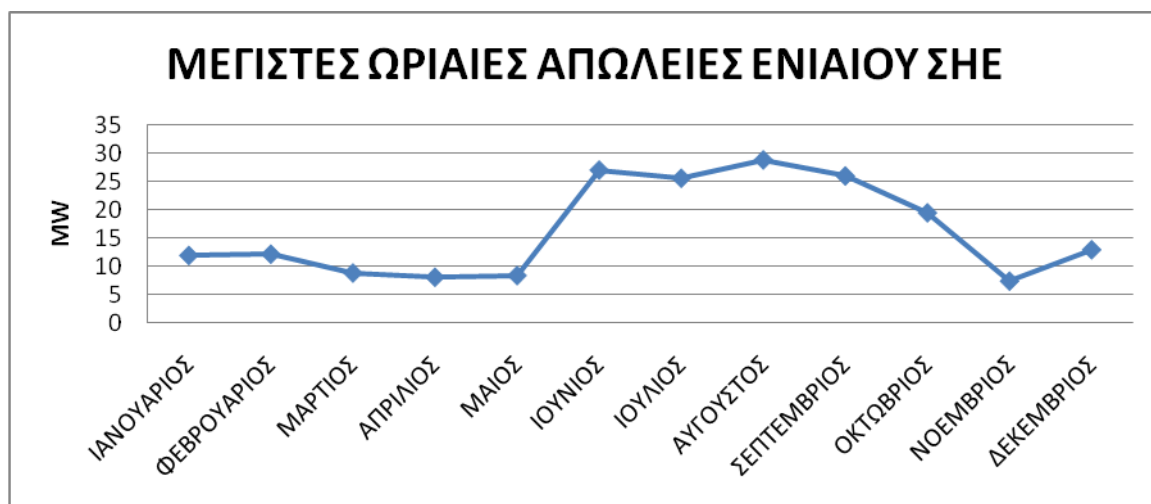
**Γράφημα 6-56 Ελάχιστες ωριαίες απώλειες ανά νησί.**

Στο Πιν. 6-16 παρουσιάζονται οι ελάχιστες ωριαίες απώλειες για τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου που παρουσιάστηκαν στα δύο νησιά.

|             | Ελάχιστες ωριαίες απώλειες (MW) |       |
|-------------|---------------------------------|-------|
|             | Κύπρος                          | Κρήτη |
| Ιούνιος     | 1,04                            | 1,16  |
| Ιούλιος     | 1,41                            | 1,53  |
| Αύγουστος   | 2,32                            | 1,65  |
| Σεπτέμβριος | 1,33                            | 0,98  |

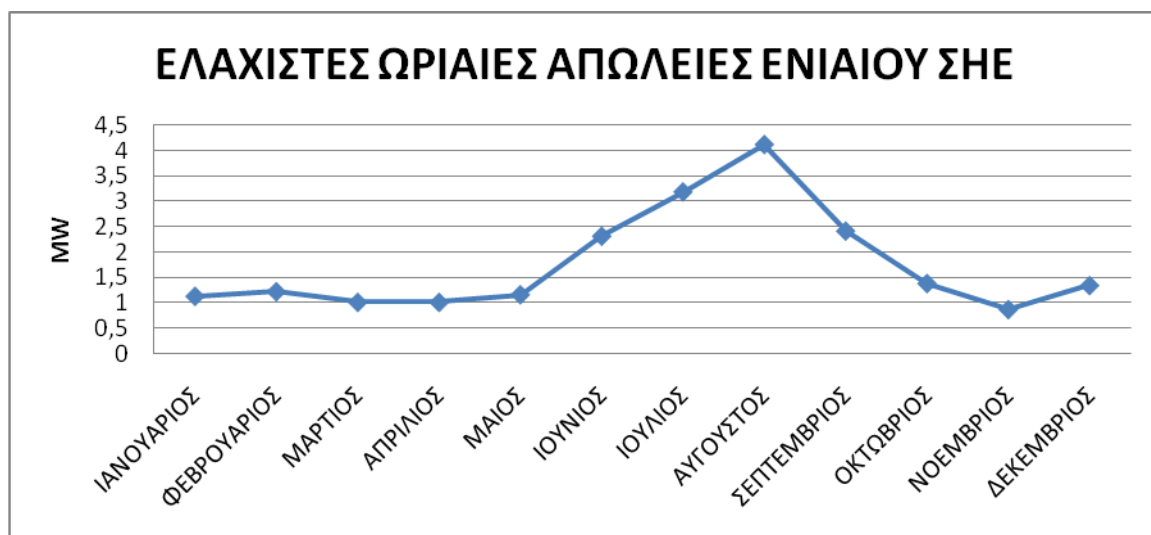
**Πιν. 6-16 Ελάχιστες ωριαίες απώλειες τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου.**

Στο Γράφημα 6-57 παρουσιάζονται οι μέγιστες ωριαίες απώλειες του ενιαίου ΣΗΕ. Από το γράφημα παρατηρούμε ότι, τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου παρουσιάζονται οι υψηλότερες μέγιστες απώλειες, με το μήνα Αύγουστο να έχει την υψηλότερη τιμή 28,79MW. Σημειώνεται ότι η υψηλότερη μέγιστη απώλεια του ενιαίου ΣΗΕ είναι μικρότερη από το άθροισμα των υψηλότερων μέγιστων απωλειών ανά νησί (30,21MW).



Γράφημα 6-57 Μέγιστες ωριαίες απώλειες ενιαίου ΣΗΕ.

Στο Γράφημα 6-58 παρουσιάζονται οι ελάχιστες ωριαίες απώλειες του ενιαίου ΣΗΕ. Από το γράφημα παρατηρούμε ότι, τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου παρουσιάζονται οι υψηλότερες ελάχιστες απώλειες, με το μήνα Αύγουστο να έχει την υψηλότερη τιμή 4,11MW.



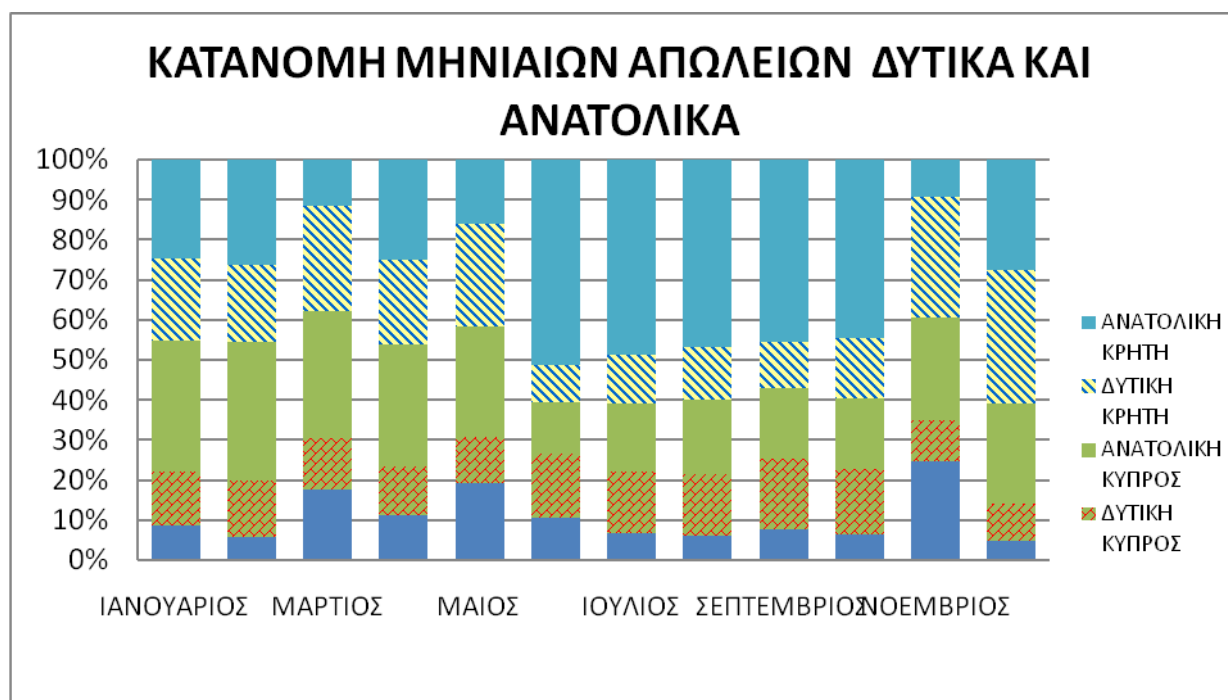
Γράφημα 6-58 Ελάχιστες ωριαίες απώλειες ενιαίου ΣΗΕ.

### 6.3.2.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων για το ανατολικό και δυτικό τμήμα δικτύου της Κύπρου και της Κρήτης

Στο Γράφημα 6-59 παρουσιάζεται η κατανομή των μηνιαίων απωλειών των γραμμών μεταφοράς δυτικά και ανατολικά ανά νησί καθώς επίσης και των γραμμών μεταφοράς της διασύνδεσης. Παρατηρούμε ότι οι γραμμές μεταφορά του δικτύου της Ανατολικής Κρήτης τον Ιανουάριο, τον Φεβρουάριο, τον Απρίλιο, τον Ιούνιο, τον Ιούλιο, τον Αύγουστο, το Σεπτέμβριο, τον Οκτώβριο και το Δεκέμβριο παρουσιάζουν μεγαλύτερες απώλειες από τις γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Δυτικής Κρήτης. Αντίθετα το Μάρτιο, το Μάιο και το Νοέμβριο οι γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Δυτικής Κρήτης παρουσιάζουν μεγαλύτερες απώλειες από τις γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Ανατολικής Κρήτης.

Για τις γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Κύπρου, παρατηρούμε ότι τον Ιούνιο οι γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Δυτικής Κύπρου παρουσιάζουν μεγαλύτερες απώλειες από τις γραμμές μεταφοράς του

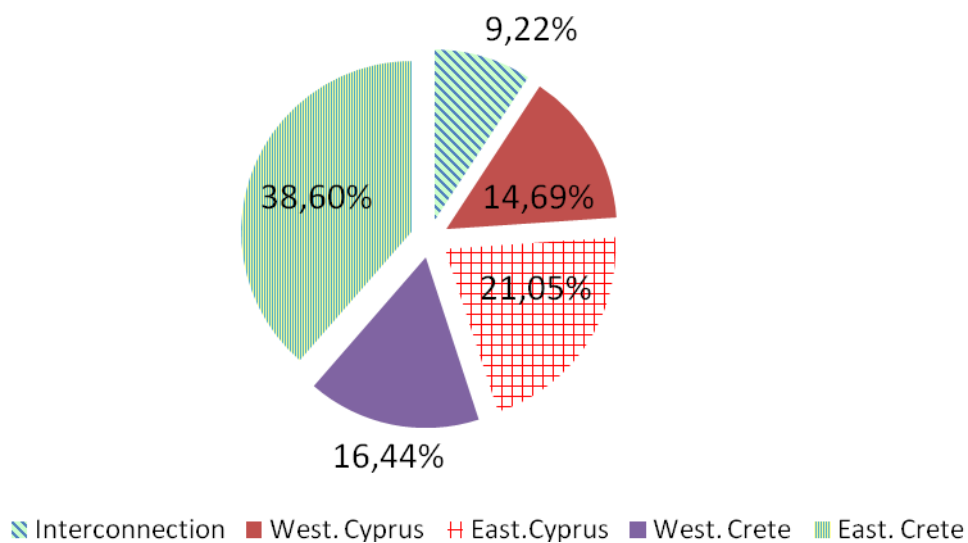
δικτύου της Ανατολικής Κύπρου, ενώ τους υπόλοιπους μήνες οι γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Ανατολικής Κύπρου έχουν μεγαλύτερες απώλειες από τις γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Δυτικής Κύπρου.



**Γράφημα 6-59 Κατανομή μηνιαίων απωλειών δυτικά και ανατολικά ανά νησί.**

Στο Γράφημα 6-60 παρουσιάζεται η κατανομή των ετήσιων απωλειών δυτικά και ανατολικά ανά νησί καθώς επίσης και της διασύνδεσης. Από το γράφημα παρατηρούμε ότι οι γραμμές μεταφοράς του δικτύου της ανατολικής Κρήτης παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες απώλειες σε σχέση με την Δυτική Κρήτη, την Ανατολική και Δυτική Κύπρο καθώς επίσης και με τη διασύνδεση. Επίσης στο δίκτυο της Κύπρου οι περισσότερες απώλειες παρουσιάστηκαν στην Ανατολική Κύπρο.

Στον Πιν. 6-17 παρουσιάζονται οι ετήσιες απώλειες της διασύνδεσης, καθώς επίσης και οι απώλειες στο ανατολικό και δυτικό δίκτυο κάθε νησιού.



**Γράφημα 6-60 Κατανομή ετήσιων απωλειών δυτικά και ανατολικά ανά νησί.**

|                         | Ετήσιες απώλειες (MWh) |
|-------------------------|------------------------|
| <b>Διασύνδεση</b>       | 5632,16                |
| <b>Δυτική Κύπρος</b>    | 9402,6                 |
| <b>Ανατολική Κύπρος</b> | 13470,61               |
| <b>Δυτική Κρήτη</b>     | 10519,09               |
| <b>Ανατολική Κρήτη</b>  | 24696,78               |

**Πιν. 6-17 Ετήσιες απώλειες της διασύνδεσης και της δυτικής και ανατολικής Κύπρου-Κρήτης.**

Στον Πιν. 6-18 παρουσιάζονται οι γραμμές με τις μέγιστες απώλειες σε κάθε περιοχή ανά εποχή. Τα δεδομένα των στηλών 3, 4, 5 του πίνακα, αφορούν σε πιο μήνα ανά εποχή η γραμμή παρουσίασε τις μεγαλύτερες μέγιστες απώλειες.

Στο δίκτυο της Κρήτης παρατηρούμε ότι οι γραμμές όπου παρουσιάζουν μέγιστες απώλειες σε κάθε περιοχή ανά εποχή είναι οι ίδιες. Στην ανατολική Κρήτη είναι η γραμμή Αθερινόλακος-Ηράκλειο και στη δυτική Κρήτη είναι η γραμμή Λινοπεράματα-Ρέθυμνο. Οι γραμμές αυτές το καλοκαίρι και συγκεκριμένα το μήνα Αύγουστο παρουσίασαν τις μεγαλύτερες μέγιστες απώλειες, Αθερινόλακος-Ηράκλειο 1183,15MWh και Λινοπεράματα-Ρέθυμνο 781,16 MWh.

Στη δυτική Κύπρο η γραμμή Μονή\_Extra-Αναχώρηση\_Πάφος παρουσιάζει μέγιστες απώλειες το μήνα Ιούνιο, με μεγαλύτερη μέγιστη τιμή απωλειών 162,58 MWh, ενώ τους υπόλοιπους μήνες η γραμμή Βασιλικός-Πολεμίδια132 παρουσιάζει μέγιστες απώλειες, με μεγαλύτερη μέγιστη τιμή απωλειών το μήνα Αύγουστο 207,39 MWh. Στην ανατολική Κύπρο έχουμε δύο γραμμές με μέγιστες απώλειες. Τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο η γραμμή με τις μέγιστες απώλειες είναι η γραμμή Σωτήρα-Δεκέλεια, με μεγαλύτερη μέγιστη τιμή απωλειών το μήνα Αύγουστο 280,89MWh. Ενώ για τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο η γραμμή με τις μέγιστες

απώλειες είναι η γραμμή Δεκέλεια-Αθαλάσσα, με μεγαλύτερη μέγιστη τιμή απωλειών το μήνα Δεκέμβριο 150,04MWh.

| Εποχή     | Περιοχή          | Γραμμή με μέγιστες απώλειες | Τιμή απωλειών Γραμμής( MWh) | Απώλειες περιοχής (MWh) | Ποσοστό επί περιοχής(%) | Ποσοστό του νησιού (%) | Ποσοστό του συνόλου(%) |
|-----------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Καλοκαίρι | Ανατολική Κύπρος | Σωτήρα-Δεκέλεια             | 280,89                      | 2070,45                 | 13,57                   | 7,45                   | 2,69                   |
|           | Δυτική Κύπρος    | Βασιλικός-Πολεμίδα132       | 207,39                      | 1701,18                 | 12,19                   | 5,5                    | 1,99                   |
|           |                  | Μονή_Extra-Αναχώρηση_Πάφος  | 162,58                      | 1330,01                 | 12,22                   | 6,84                   | 2,22                   |
|           | Ανατολική Κρήτη  | Αθρινόλακος-Ηράκλειο        | 1183,15                     | 5201,78                 | 22,75                   | 17,78                  | 11,35                  |
|           | Δυτική Κρήτη     | Λινοπεράματα-Ρέθυμνο        | 781,16                      | 1454,44                 | 53,71                   | 11,74                  | 7,49                   |
| Χειμώνας  | Ανατολική Κύπρος | Δεκέλεια-Αθαλάσσα           | 150,04                      | 943,39                  | 15,9                    | 11,57                  | 4,18                   |
|           | Δυτική Κύπρος    | Βασιλικός-Πολεμίδα132       | 78,25                       | 463,25                  | 16,9                    | 4,9                    | 2,48                   |
|           | Ανατολική Κρήτη  | Αθρινόλακος-Ηράκλειο        | 236,35                      | 1036,69                 | 22,8                    | 10,29                  | 6,58                   |
|           | Δυτική Κρήτη     | Λινοπεράματα-Ρέθυμνο        | 486,42                      | 1259,77                 | 38,61                   | 21,18                  | 13,54                  |
| Άνοιξη    | Ανατολική Κύπρος | Δεκέλεια-Αθαλάσσα           | 101,03                      | 826,81                  | 12,22                   | 8,71                   | 4,72                   |
|           | Δυτική Κύπρος    | Βασιλικός-Πολεμίδα132       | 64,23                       | 348,74                  | 18,42                   | 5,51                   | 2,66                   |
|           | Ανατολική Κρήτη  | Αθρινόλακος-Ηράκλειο        | 116,99                      | 569,87                  | 20,53                   | 11,18                  | 5,8                    |
|           | Δυτική Κρήτη     | Λινοπεράματα-Ρέθυμνο        | 361,14                      | 766,88                  | 47,09                   | 29,02                  | 14,98                  |
| Φθινόπωρο | Ανατολική Κύπρος | Σωτήρα-Δεκέλεια             | 95,18                       | 922,61                  | 10,32                   | 5,34                   | 1,95                   |
|           |                  | Δεκέλεια-Αθαλάσσα           | 110,62                      | 774,08                  | 14,29                   | 10,16                  | 4,84                   |
|           | Δυτική Κύπρος    | Βασιλικός-Πολεμίδα132       | 111,5                       | 858,97                  | 12,98                   | 6,26                   | 2,28                   |
|           | Ανατολική Κρήτη  | Αθρινόλακος-Ηράκλειο        | 544,65                      | 2323,8                  | 23,44                   | 17,55                  | 11,15                  |
|           | Δυτική Κρήτη     | Λινοπεράματα-Ρέθυμνο        | 358,49                      | 779,65                  | 45,98                   | 11,55                  | 7,34                   |

Πιν. 6-18 Γραμμή με τις μέγιστες απώλειες ανά εποχή

Στον Πιν. 6-19 παρουσιάζονται οι τιμές των μεγίστων απωλειών για τις γραμμές που παρουσίασαν τις υψηλότερες απώλειες σε κάθε εποχή ανά περιοχή. Σημειώνεται ότι οι απώλειες αυτές αφορούν ανά μονή γραμμή μεταξύ των ζυγών που συνδέουν.

| Εποχές    | Περιοχή          | Γραμμή με μέγιστες απώλειες | Τιμή μέγιστων απωλειών(MW) |
|-----------|------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Καλοκαίρι | Ανατολική Κύπρος | Δεκέλεια-Αθαλάσσα           | 0,59                       |
|           | Δυτική Κύπρος    | Βασιλικός-Πολεμίδα132       | 0,41                       |
|           |                  | Μονή_Extra-Αναχώρηση_Πάφος  | 0,67                       |
|           | Ανατολική Κρήτη  | Αθερινόλακος-Ηράκλειο       | 3,71                       |
| Χειμώνας  | Δυτική Κρήτη     | Λινοπεράματα-Ρέθυμνο        | 2,88                       |
|           | Ανατολική Κύπρος | Δεκέλεια-Αθαλάσσα           | 0,54                       |
|           | Δυτική Κύπρος    | Βασιλικός-Πολεμίδα132       | 0,28                       |
|           | Ανατολική Κρήτη  | Αθερινόλακος-Ηράκλειο       | 1,19                       |
| Άνοιξη    | Δυτική Κρήτη     | Λινοπεράματα-Ρέθυμνο        | 1,93                       |
|           | Ανατολική Κύπρος | Δεκέλεια-Αθαλάσσα           | 0,37                       |
|           | Δυτική Κύπρος    | Βασιλικός-Πολεμίδα132       | 0,17                       |
|           | Ανατολική Κρήτη  | Αθερινόλακος-Ηράκλειο       | 0,99                       |
| Φθινόπωρο | Δυτική Κρήτη     | Λινοπεράματα-Ρέθυμνο        | 1,31                       |
|           | Ανατολική Κύπρος | Σωτήρα-Δεκέλεια             | 0,33                       |
|           |                  | Δεκέλεια-Αθαλάσσα           | 0,42                       |
|           | Δυτική Κύπρος    | Βασιλικός-Πολεμίδα132       | 0,28                       |
|           | Ανατολική Κρήτη  | Αθερινόλακος-Ηράκλειο       | 2,47                       |
|           | Δυτική Κρήτη     | Λινοπεράματα-Ρέθυμνο        | 2,1                        |

**Πιν. 6-19 Τιμή Μεγίστων απωλειών των γραμμών με τις υψηλότερες απώλειες ανά περιοχή για κάθε εποχή.**

## 7. Αναλύσεις ευαισθησίας στο δίκτυο της Κρήτης

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων του συστήματος 37-ζυγών που αφορούν μερικές αναλύσεις ευαισθησίας, που πραγματοποιήθηκαν για το δίκτυο της Κρήτης. Σκοπός των αναλύσεων αυτών είναι για να δούμε κατά πόσο βελτιώνεται το πρόβλημα της πτώσης τάσης των ζυγών της δυτικής Κρήτης, όπως φαίνεται στο υποκεφάλαιο 6.3.1.1.2. Οι προσομοιώσεις αυτές έγιναν για το μήνα Ιούλιο.

Τα σενάρια τα οποία αναλύουμε είναι τα εξής:

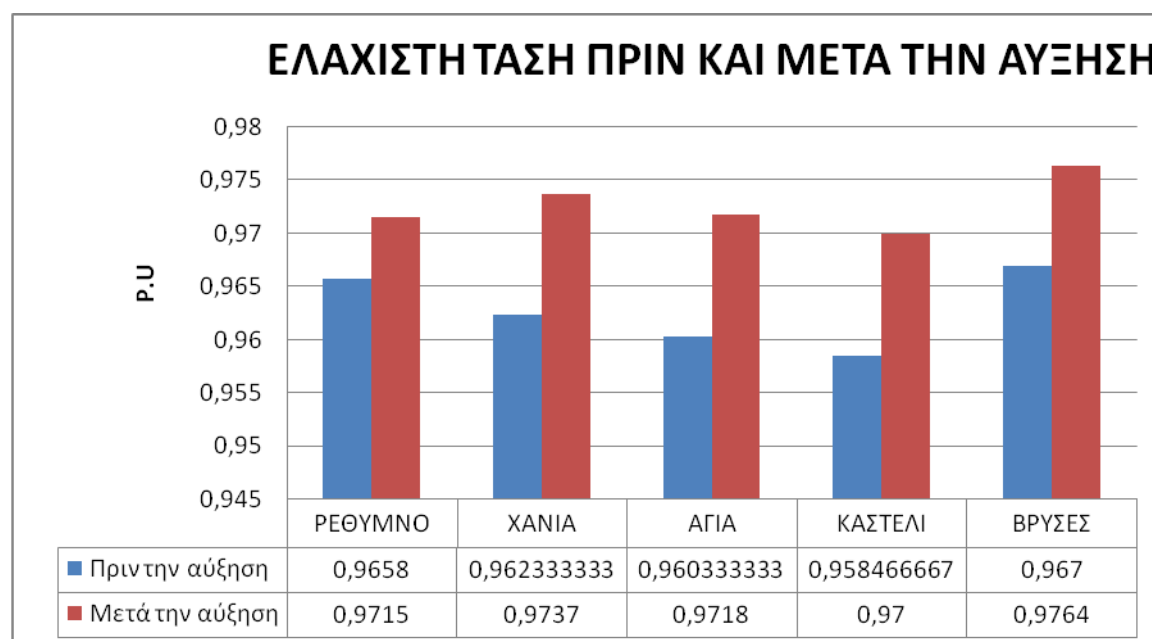
- Αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του συνδυασμένου κύκλου του ΑΗΣ Χανίων κατά 10MW.
- Εισαγωγή καινούργια γραμμής μεταξύ Μοιρών και Ρέθυμνου.

### 7.1 Σενάριο Α: Αύξηση θεωρούμενου τεχνικού ελάχιστου του Σ.Κ του ΑΗΣ

#### Χανίων κατά 10MW

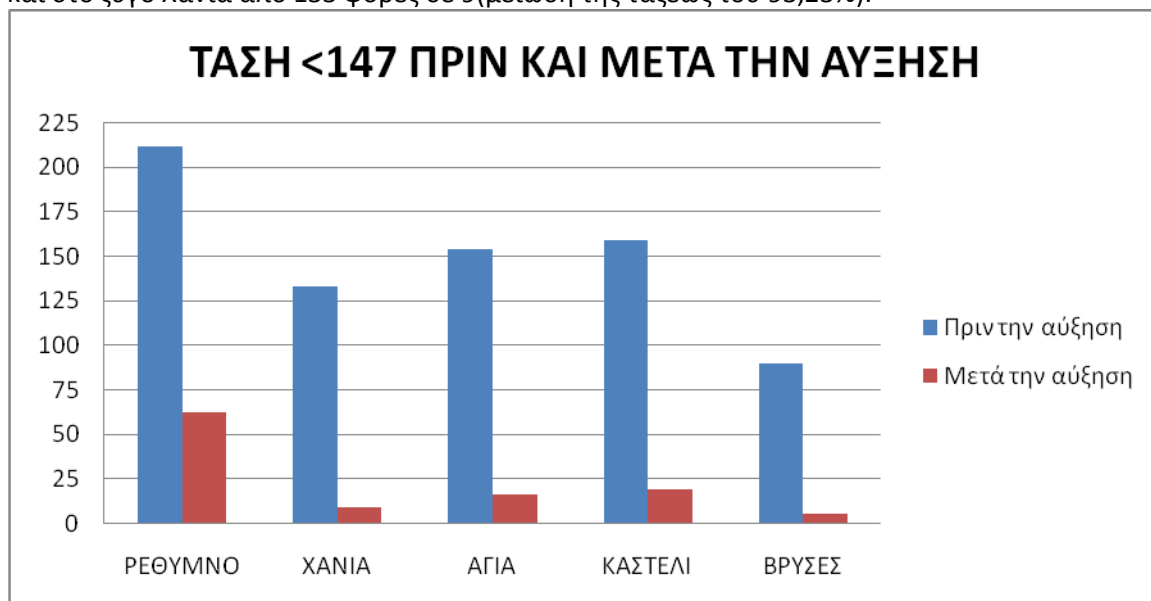
Λόγω του ότι οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς για όλο το χρόνο, στο σενάριο αυτό απαιτούμε την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του συνδυασμένου κύκλου του ΑΗΣ Χανίων από 50 MW σε 60 MW (5 MW ανά μονάδα), το μήνα Ιούλιο για 212 ώρες στις οποίες οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης ήταν μικρότερες από 147kV(98% της ονομαστικής τάσης) Γράφημα 6-19. Σημειώνεται ο συνδυασμένος κύκλος των Χανίων δούλεψε στο θεωρούμενο τεχνικό του ελάχιστο και για τις 212 ώρες αυτές. Στο σενάριο αυτό θα εξετάσουμε πως θα συμπεριφερθούν οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης με την αύξηση της παραγωγής στα Χανιά.

Στο Γράφημα 7-1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ελάχιστων τάσεων για τους ζυγούς της δυτικής Κρήτης που προέκυψαν μετά από την προσομοίωση των 212 ωρών του Ιουλίου με αυξημένο το τεχνικό ελάχιστο του ΑΗΣ Χανίων, σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης χωρίς την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων. Από το γράφημα παρατηρούμε ότι οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών μετά την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου έχουν αυξηθεί σε σχέση με πριν, με τη μεγαλύτερη αύξηση να παρουσιάζεται στους ζυγούς Χανιά, Αγιά και Καστέλι, από 0,9623p.u σε 0,9737 p.u, 0,9603 σε 0,9718 p.u, 0,9584 p.u σε 0,97p.u αντίστοιχα.



**Γράφημα 7-1 Ελάχιστη τάση ζυγών δυτικής Κρήτης πριν και μετά της αύξηση του θεωρούμενου τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων.**

Στο Γράφημα 7-2 παρουσιάζονται οι φορές που οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης ήταν μικρότερες από 147kV μετά από την προσομοίωση των 212 ωρών του Ιουλίου με αυξημένο το τεχνικό ελάχιστο του ΑΗΣ Χανίων, σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης χωρίς την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων. Από το γράφημα παρατηρούμε ότι σε σύγκριση με πριν οι φορές όπου οι τάσεις των ζυγών ήταν μικρότερες από 147kV έχουν μειωθεί αισθητά. Με τη μεγαλύτερη μείωση να παρουσιάζεται στο ζυγό Ρέθυμνο από 212φορές σε 62(μείωση της τάξεως του 70,75%).Ακόμη πιο σημαντική μείωση παρατηρείται και στο ζυγό Χανιά από 133 φορές σε 9(μείωση της τάξεως του 93,23%).



**Γράφημα 7-2 Φορές όπου η τάση των ζυγών ήταν μικρότερη από 147kV πριν και μετά την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων.**

Οι παρατηρήσεις που εξήχθησαν τόσο από το Γράφημα 7-1 όσο από το Γράφημα 7-2, οφείλονται στο ότι η ροή μεταφερόμενης ισχύς από το Ανατολικό προς το Δυτικό δίκτυο της Κρήτης για την εξυπηρέτηση της ζήτησης των ζυγών της Δυτικής Κρήτης έχει μειωθεί, αφού με την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων η ζήτηση των ζυγών αυτών εξυπηρετείται σε μεγάλο βαθμό από τον ΑΗΣ Χανίων. Η μεταφερόμενη ισχύς από τα ανατολικά στα δυτικά πριν από της αύξηση ήταν 27201,68MWh ενώ μετά από την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων ήταν 25071,63MWh, παρατηρήθηκε μείωση κατά 2130,05MWh(7,83% μείωση).

Οι συνολικές απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς της δυτικής Κρήτης, πριν από την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων ανέρχονταν στις 526,27MWh, ενώ μετά από την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων ήταν 440,24MWh, σημειώθηκε μείωση κατά 86,03MWh (16,34% μείωση). Η γραμμή με τις μεγαλύτερες απώλειες στην περιοχή, Λινοπεράματα-Ρέθυμνο, παρουσίασε την υψηλότερη μείωση απωλειών, η οποία ανέρχεται στις 39,82MWh (13,75%).

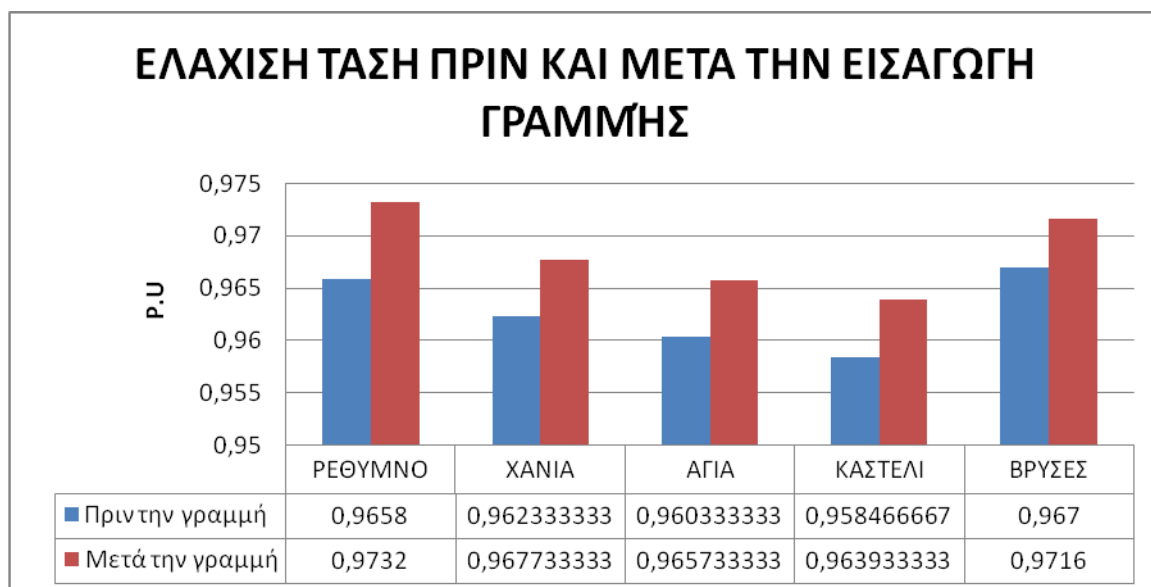
Μια τέτοια αλλαγή σύμφωνα με τη Διπλωματική εργασία του Αντωνίου Αντώνη[23], θα κόστιζε 25000 ευρώ.

Βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από το σενάριο αυτό είναι ότι, αν αυξηθεί το τεχνικό ελάχιστο του ΑΗΣ Χανίων οι τάσεις των ζυγών του δικτύου της δυτικής Κρήτης φτάνουν σε μεγάλο βαθμό και σε επιθυμητά επίπεδα τάσεων. Επίσης έχουμε όφελος και σε απώλειες ροής ισχύος, αφού μειώνονται κατά 13,75%.

## 7.2 Σενάριο Β: Κατασκευή καινούργιας γραμμής μεταξύ των ζυγών Μοιρών και Ρεθύμνου

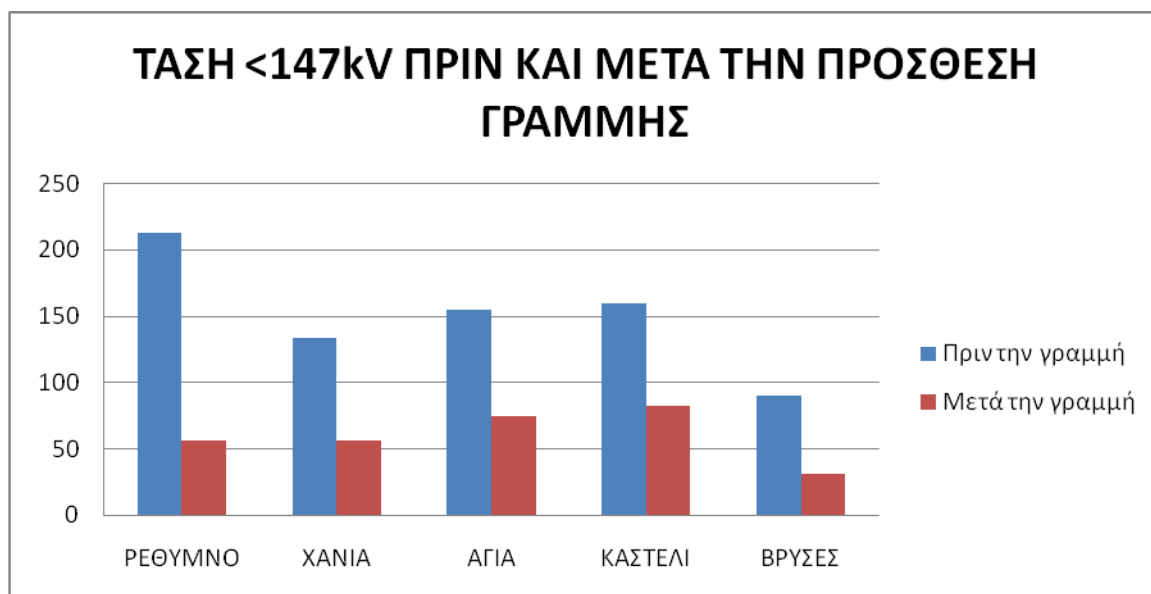
Λόγω του ότι οι ζυγοί της δυτικής Κρήτης παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς για όλο το χρόνο, στο σενάριο αυτό απαιτούμε την κατασκευή καινούργιας γραμμής Υψηλής Τάσης Εναλλασσόμενου Ρεύματος 150kV με μήκος 97km μεταξύ των ζυγών Μοιρών και Ρεθύμνου, έτσι ώστε εξετάσουμε πως θα συμπεριφερθούν οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης, για 212 ώρες του Ιουλίου στις οποίες οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης ήταν μικρότερες από 147kV(98% της ονομαστικής τάσης) Γράφημα 6-19. Το σενάριο αυτό το υλοποιήθηκε γιατί είναι υπό παράδοση η γραμμή Ρέθυμνο-Σπήλι, και θέλαμε να εξετάσουμε αν με την κατασκευή αυτής της γραμμής θα εκληφθούν τα προβλήματα πτώσης τάσης των ζυγών της δυτικής Κρήτης.

Στο Γράφημα 7-3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ελάχιστων τάσεων για τους ζυγούς της δυτικής Κρήτης που προέκυψαν μετά από την προσομοίωση των 212 ωρών του Ιουλίου, μετά από την εισαγωγή γραμμής μεταξύ Μοιρών και Ρεθύμνου, σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης χωρίς την εισαγωγή της γραμμής. Από το γράφημα παρατηρούμε ότι οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών μετά την εισαγωγή γραμμής έχουν αυξηθεί σε σχέση με πριν την εισαγωγή γραμμής, με τη μεγαλύτερη αύξηση να παρουσιάζεται στο ζυγό Ρέθυμνο από 0,9658p.u σε 0,9732p.u.



**Γράφημα 7-3 Ελάχιστη τάση ζυγών δυτικής Κρήτης πριν και μετά την εισαγωγή της γραμμής.**

Στο Γράφημα 7-4 παρουσιάζονται οι φορές που οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης ήταν μικρότερες από 147kV μετά από την προσομοίωση των 212 ωρών του Ιουλίου μετά την εισαγωγή της γραμμής(Μοιρών-Ρέθυμνου), σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης χωρίς την εισαγωγή της γραμμής(Μοιρών-Ρέθυμνου). Από το γράφημα παρατηρούμε ότι σε σύγκριση με πριν οι φορές όπου οι τάσεις των ζυγών ήταν μικρότερες από 147kV έχουν μειωθεί αισθητά. Με τη μεγαλύτερη μείωση να παρουσιάζεται στο ζυγό Ρέθυμνο από 212 φορές σε 56(μείωση της τάξεως του 73,58%). Επίσης παρατηρείται πιο ομοιόμορφη μείωση των ωρών αυτών σε σχέση με το Γράφημα 7-2.



**Γράφημα 7-4 Φορές όπου η τάση των ζυγών ήταν μικρότερη από 147kV πριν και μετά την εισαγωγή της γραμμής.**

Οι συνολικές απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς της δυτικής Κρήτης, πριν από την εισαγωγή της γραμμής (Μοιρών-Ρεθύμνου) ανέρχονταν στις 526,27MWh, ενώ μετά από την εισαγωγή της γραμμής (Μοιρών-Ρεθύμνου) ήταν 346MWh, σημειώθηκε μείωση κατά 180,27MWh (34,25% μείωση).

Η γραμμή με τις μεγαλύτερες απώλειες στην περιοχή, Λινοπεράματα-Ρέθυμνο, παρουσίασε την υψηλότερη μείωση απωλειών, η οποία ανέρχεται στις 137,26MWh(47,4%).

Βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από το σενάριο αυτό είναι ότι, με την εισαγωγή της γραμμής Μοίρες-Ρέθυμνο, η τάση του ζυγού Ρέθυμνου φτιάχνει σε αρκετά μεγάλο βαθμό και σε επιθυμητό επίπεδο τάσης. Επίσης και στους υπόλοιπους ζυγούς της δυτικής Κρήτης παρουσιάζεται αύξηση των ελάχιστων τάσεων τους κατά 0,5%. Άρα και στο σενάριο αυτό επιτυγχάνεται σε μεγάλο βαθμό ο σκοπός για τον οποίο έχει γίνει το σενάριο(Αντιμετώπιση της πτώσης τάσης στη δυτική Κρήτη).

Όσον αφορά τις απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς παρουσιάζεται σημαντική μείωση τους στο σενάριο αυτό σε σχέση με τη μείωση στο προηγούμενο σενάριο. Άρα από πλευράς μείωσης απωλειών το σενάριο αυτό είναι πολύ πιο αποδοτικό.

Βάση των συμπερασμάτων από τα δύο σενάρια που κάναμε για ανάλυση ευαισθησίας στους ζυγούς της δυτικής Κρήτης για ανύψωση των τάσεων τους, προτείνονται και τα δύο σενάρια. Αλλά το δεύτερο σενάριο είναι καλύτερο από πλευράς αξιοπιστίας του συστήματος, γιατί οι γραμμές μεταφοράς κάνουν το σύστημα ευσταθέστερο. Επίσης από πλευράς μείωσης απωλειών, το δεύτερο σενάριο είναι καλύτερο αφού έχουμε θεαματική μείωση των απωλειών σε σχέση με το πρώτο σενάριο.

## 8. Συμπεράσματα

Με αφορμή το έργο Euro-Asia 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 φθάσει σε βάθος 2000 μέτρων κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, και θα έχει ικανότητα μεταφοράς 2000MW. Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στο κομμάτι της διασύνδεσης της Κύπρου με την Κρήτη, όπου σκοπός αυτής είναι η μελέτη των δύο ΣΗΕ Κύπρου-Κρήτης στη μόνιμη κατάσταση λειτουργίας τους, μελέτη των τάσεων των ζυγών και των απωλειών ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς λόγω της διασύνδεσης τους. Επίσης θα εξεταστούν τα τυχόν πρόσθετα έργα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας στα δύο νησιά.

Με τη διασύνδεση δημιουργείται ένα μεγάλο Ενιαίο ΣΗΕ, το οποίο αποτελείται από 77 υποσταθμούς. Για τις ανάγκες της Διπλωματικής εργασίας απλοποιήσαμε το Ενιαίο ΣΗΕ των 77 υποσταθμών και προέκυψε ένα σύστημα 37 υποσταθμών το οποίο και αποτελεί την διασύνδεση των δύο ΣΗΕ. Η συνολική ετήσια ζήτηση του Ενιαίου ΣΗΕ ανέρχεται στις 7,9TWh με αιχμή ζήτησης 1662,90 MW. Το σύστημα αυτό αποτελείται από 6 θερμοηλεκτρικούς σταθμούς με συνολική εγκατεστημένη ισχύς 2245.3MW.

Στη παρούσα Διπλωματική εργασία προσομοιώθηκε το ενιαίο ΣΗΕ που δημιουργήθηκε από την διασύνδεση των αυτόνομων ΣΗΕ (Κύπρου-Κρήτης) και τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων αυτών παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 6. Επίσης προσομοιώθηκε το σύστημα Τεσσάρων-ζυγών το οποίο δημιουργήθηκε για τον υπολογισμό των απωλειών ροής ισχύος των DC transmission lines της διασύνδεσης και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων έγινε στο κεφάλαιο 5.

Οι απαιτούμενες προσομοιώσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού προσομοίωσης Power World Simulator, το οποίο είναι ένα πρόγραμμα προσομοίωσης συστημάτων ισχύος με σκοπό να λύνει το πρόβλημα της ροής φορτίου και προβλήματα οικονομικής κατανομής. Στόχος ήταν η μελέτη των τάσεων των ζυγών των δύο ΣΗΕ καθώς επίσης και οι απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς των δύο ΣΗΕ και των DC transmission lines της διασύνδεσης, στη μόνιμη κατάσταση λειτουργίας τους. Σημειώνεται ότι τα δεδομένα τα οποία εισήχθησαν για τις γεννήτριες των σταθμών παραγωγής, τα πήρα από τη Διπλωματική εργασία του Αντωνίου Αντώνη.[23]

Τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από τη μελέτη των τάσεων των ζυγών, των απωλειών ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς των δύο συστημάτων, των απωλειών ροής ισχύος των DC transmission lines της διασύνδεσης και των αναγκαίων αναβαθμίσεων παρουσιάζονται πιο κάτω.

### 8.1 Αναγκαίες προσθήκες γραμμών μεταφοράς στο δίκτυο της Κύπρου

Το βασικότερο συμπέρασμα το οποίο προέκυψε από την παρούσα Διπλωματική εργασία είναι ότι για να είναι εφικτό το σενάριο της διασύνδεσης των δύο νησιών, χρειάζονται απαραίτητα προσθήκες γραμμών μεταφοράς στο ηλεκτρικό δίκτυο της Κύπρου και συγκεκριμένα στη δυτική Κύπρο. Αυτά τα έργα είναι αναγκαία να γίνουν για το λόγο ότι το υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο της δυτικής Κύπρου δεν είναι ικανό να ικανοποιεί τόσο τις ανάγκες της διασύνδεσης αλλά και τη ζήτηση των υποσταθμών της δυτικής Κύπρου μαζί. Ειδικά σε περίπτωση απώλειας κάποιας γραμμής το ενδεχόμενο να έχουμε Black-Out δεν είναι αναπόφευκτο. Στην Εικόνα 6-1 παρουσιάζονται οι φορτίσεις των γραμμών του δικτύου της δυτικής Κύπρου για συνολική μεταφερόμενη ισχύ 240MW, πολύ μικρότερης από την ισχύ διασύνδεσης, χωρίς καμία προσθήκη. Οι γραμμές μεταφοράς φορτίζονται αρκετά, με τη μεγαλύτερη φόρτιση να παρουσιάζεται στις

γραμμές Βασιλικός-Πολεμίδα. Από αυτή την εικόνα φαίνεται η αδυναμία του δικτύου, της μη ικανοποίησης των αναγκών της διασύνδεσης.

Οι απαραίτητες προσθήκες γραμμών μεταφοράς που πρέπει να γίνουν για να είναι εφικτή η διασύνδεση είναι:

- Γραμμή μεταφοράς διπλού κυκλώματος των 400kV από το Βασιλικό στην Αναχώρηση Πάφο.
- Γραμμή μεταφοράς των 132kV μεταξύ των ζυγών Βασιλικός-Πολεμίδα132.
- Γραμμή μεταφοράς των 132kV μεταξύ των ζυγών Πολεμίδα132-Ανατολικό.

Στην Εικόνα 6-3 παρουσιάζεται μια προσομοίωση του συστήματος με όλες τις πιο πάνω προσθήκες. Παρατηρούμε ότι μετά από τις προσθήκες οι φορτίσεις των γραμμών μεταφοράς είναι σε επιθυμητά επίπεδα, τέτοια ώστε να είναι εφικτή η διασύνδεση με τα αποτελέσματα που συνοψίζουμε παρακάτω.

## **8.2 Επιπτώσεις των απωλειών ροής ισχύος των DC transmission lines της διασύνδεσης**

Τα συμπεράσματα που αφορούν τις απώλειες ροής ισχύος των DC transmission lines, τα οποία προέκυψαν από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων είναι:

- Ο Ιούνιος είναι ο μήνας με τις μεγαλύτερες συνολικές απώλειες οι οποίες ανέρχονται στις 865,43MWh. Αυτό οφείλεται στο ότι το μήνα αυτό έχουμε τη μεγαλύτερη συνολική μεταφερόμενη ενέργεια μεταξύ των δύο ΣΗΕ η οποία ανέρχεται στις 118739,5MWh.
- Επίσης το μήνα Ιούνιο παρουσιάζονται και οι μεγαλύτερες μέγιστες ωριαίες απώλειες οι οποίες είναι 3,63MW. Αυτό οφείλεται στο ότι τη συγκεκριμένη χρονική η ροή της μεταφερόμενης ισχύς ήταν η μεγαλύτερη του έτους, με τιμή 308,77MW και σημειώθηκε στις 14/6/2010 η ώρα 9:00 μ.μ.
- Σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι η συνολικές απώλειες που παρουσιάστηκαν στις DC transmission lines σε σχέση με τη συνολική μεταφερόμενη ενέργεια ανά μήνα είναι πολύ μικρές. Στο Γράφημα 8-1 παρουσιάζεται το ποσοστό των συνολικών απωλειών ως προς τη συνολική μεταφερόμενη ενέργεια ανά μήνα.



**Γράφημα 8-1 Ποσοστό συνολικών μηνιαίων απωλειών σε σχέση με τη συνολική μεταφερόμενη ενέργεια ανά μήνα.**

### **8.3 Επιπτώσεις των τάσεων των ζυγών των δύο ΣΗΕ**

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά συμπεράσματα των τάσεων των ζυγών των δύο ΣΗΕ. Οι τάσεις των ζυγών μελετήθηκαν για δύο περιπτώσεις ανά νησί(μεταφορά ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη και Κρήτη προς Κύπρο), και τα συμπεράσματα αφορούν και τις δύο περιπτώσεις μεταφοράς.

#### **8.3.1 Συμπεράσματα κατά τη Μεταφορά Ισχύος από Κύπρο προς Κρήτη**

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν για τις τάσεις των ζυγών των δύο ΣΗΕ όταν έχουμε μεταφορά από Κύπρο προς Κρήτη είναι:

- Οι τάσεις των ζυγών του δικτύου της δυτικής Κρήτης ήταν οι χαμηλότερες σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς του δικτύου της Κρήτης για όλο το έτος 2010, με χαμηλότερη τάση να παρουσιάζεται στο ζυγό Καστέλι 0,9438p.u τον μήνα Ιούνιο.
- Στο δίκτυο της Κύπρου η χαμηλότερη τάση παρουσιάστηκε στο ζυγό Ορούντα66 0,9742p.u το μήνα Αύγουστο. Γενικά οι τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου διατηρούνται σταθερά μεγαλύτερες από 98% της ονομαστικής τάσης κατά την Ανοιξιάτικη, Χειμερινή και Φθινοπωρινή περίοδο. Μόνο την καλοκαιρινή περίοδο παρουσιάστηκαν τάσεις μικρότερες από το 98% της ονομαστικής τάσης, στους ζυγούς Ανατολικό, Αθαλάσσα, Ορούντα132, Τσέρι και Λακατάμια. Στο Γράφημα 6-6 παρουσιάζονται οι φορές όπου οι τάσεις των ζυγών αυτών ήταν μικρότερες από 129,36kV.

Στον Πιν. 8-1 παρουσιάζεται η ελάχιστη τάση ανά εποχή σε κάθε νησί. Στην Κρήτη, η ελάχιστη τάση της Καλοκαιρινής και Φθινοπωρινής περιόδου είναι του ζυγού Καστέλι, ενώ της Χειμερινής και Ανοιξιάτικης περιόδου είναι του ζυγού Αγιά.

|  |           |          |        |           |
|--|-----------|----------|--------|-----------|
|  | Καλοκαίρι | Χειμώνας | Άνοιξη | Φθινόπωρο |
|--|-----------|----------|--------|-----------|

|                               |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Ελάχιστη τάση στην Κύπρο(p.u) | 0,9742 | 0,9802 | 0,985  | 0,985  |
| Ελάχιστη τάση στην Κρήτη(p.u) | 0,9438 | 0,9458 | 0,9598 | 0,9591 |

**Πιν. 8-1 Ελάχιστη τάση ανά εποχή σε κάθε νησί.**

### **8.3.2 Συμπεράσματα κατά τη Μεταφορά Ισχύος από Κρήτη προς Κύπρο**

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν για τις τάσεις των ζυγών των δύο ΣΗΕ όταν έχουμε μεταφορά από Κρήτη προς Κύπρο είναι:

- Πάλι οι ζυγοί του δικτύου της δυτικής Κρήτης παρουσίασαν τις χαμηλότερες τάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους ζυγούς του δικτύου της Κρήτης για όλο το έτος 2010, με τη χαμηλότερη μικρότερη τάση να παρουσιάζεται στο ζυγό Χανιά 0,9613 p.u τον Ιανουάριο.
- Η χαμηλότερη μικρότερη τάση που παρουσιάστηκε στους ζυγούς του δικτύου της Κύπρου ήταν στο ζυγό Ορούντα66 με τιμή 0,9766 p.u, την καλοκαιρινή περίοδο και συγκεκριμένα το μήνα Αύγουστο. Στις υπόλοιπες περιόδους οι τάσεις των ζυγών του δικτύου της Κύπρου διατηρούνται σταθερές.

Στον Πιν. 8-2 παρουσιάζεται η ελάχιστη τάση ανά εποχή σε κάθε νησί, επειδή το φθινόπωρο είχαμε μόνο τρεις ώρες μεταφοράς από Κρήτη προς Κύπρο τα αποτελέσματα της περιόδου αυτής τα επεξεργάστηκα με τα αποτελέσματα της Χειμερινής περιόδου.

|                               | Καλοκαίρι | Χειμώνας | Άνοιξη |
|-------------------------------|-----------|----------|--------|
| Ελάχιστη τάση στην Κύπρο(p.u) | 0,9756    | 0,9806   | 0,9887 |
| Ελάχιστη τάση στην Κρήτη(p.u) | 0,9796    | 0,9613   | 0,9911 |

**Πιν. 8-2 Ελάχιστη τάση ανά εποχή σε κάθε νησί.**

Γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από τα πιο πάνω είναι ότι, η πτώση τάσης που παρουσιάζεται στο ζυγό Ορούντα66 την καλοκαιρινή περίοδο και στις δύο περιπτώσεις μεταφοράς, δεν οφείλεται στην διασύνδεση των δύο ΣΗΕ αλλά λόγω τοπικής αδυναμίας του ηλεκτρικού δικτύου της Κύπρου. Αξίζει να σημειωθεί ότι, το πρόβλημα της πτώσης τάσης αναμένεται να εκλείψει με την αναβάθμιση της γραμμής Πολεμίδια-Ορούντα από 66kV σε 132kV, η οποία κατασκευάζεται από την ΑΗΚ.

## 8.4 Επιπτώσεις των απωλειών ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς των δύο ΣΗΕ

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά συμπεράσματα των απωλειών ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς των δύο ΣΗΕ(Κύπρου-Κρήτης). Η μελέτη έγινε με δύο τρόπους για κάθε νησί, ενιαία μελέτη των απωλειών το γραμμών μεταφοράς σε κάθε νησί και διαχωρισμό των γραμμών μεταφοράς του κάθε νησιού σε ανατολικές και δυτικές με κέντρο, το Βασιλικό για την Κύπρο και τα Λινοπεράματα για την Κρήτη και έπειτα μελέτη των απωλειών σε κάθε περιοχή.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν για τις απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς, έπειτα από την ενιαία μελέτη ανά νησί που έγινε είναι:

- Οι μήνες της καλοκαιρινής περιόδου παρουσίασαν τις περισσότερες απώλειες σε κάθε νησί. Συγκεκριμένα από τον Ιούνιο μέχρι το Σεπτέμβριο οι συνολικές απώλειες που παρουσίασαν οι γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Κρήτης και της Κύπρου ήταν 22401,5 MWh και 12329 MWh αντίστοιχα. Αυτό οφείλεται στο ότι η ροή ισχύος από τις γραμμές μεταφοράς ήταν αυξημένη λόγω της αυξημένης ζήτησης που υπάρχει την καλοκαιρινή περίοδο.
- Οι συνολικές απώλειες που παρουσιάστηκαν στους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου στο δίκτυο της Κύπρου αντιστοιχούν στο 1/2 των συνολικών ετήσιων απωλειών του δικτύου της Κύπρου, ενώ στο δίκτυο της Κρήτης αντιστοιχούν στα 2/3 των συνολικών ετήσιων απωλειών του δικτύου της Κρήτης.
- Επίσης το δίκτυο της Κρήτης παρουσιάζει τις υψηλότερες συνολικές ετήσιες απώλειες σε σχέση με το δίκτυο της Κύπρου. Οι ετήσιες απώλειες της Κρήτης είναι 35215,87 MWh ενώ της Κύπρου 22873,21MWh.
- Τους μήνες της καλοκαιρινής περιόδου παρουσιάστηκαν οι υψηλότερες μέγιστες ωριαίες απώλειες ανά νησί. Συγκεκριμένα το μήνα Ιούνιο παρουσιάζεται η μεγαλύτερη τιμή των μέγιστων ωριαίων απωλειών στο δίκτυο της Κρήτης 22,26MW, ενώ στο δίκτυο της Κύπρου η μεγαλύτερη τιμή των μέγιστων ωριαίων απωλειών παρουσιάζεται το μήνα Αύγουστο 8,14MW.
- Η υψηλότερη μέγιστη ωριαία απώλεια του ενιαίου ΣΗΕ παρουσιάστηκε το μήνα Αύγουστο 28,79MW και είναι μικρότερη από το άθροισμα των υψηλότερων μέγιστων ωριαίων απωλειών ανά νησί (30,21MW).

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν για τις απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς, έπειτα από την μελέτη ανά περιοχή σε κάθε νησί είναι:

- Τον Ιούνιο οι γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Δυτικής Κύπρου παρουσιάζουν μεγαλύτερες απώλειες από τις γραμμές μεταφοράς του δικτύου της Ανατολικής Κύπρου. Αυτό οφείλεται στη διασύνδεση, γιατί ο Ιούνιος είναι ο μήνας με τη μεγαλύτερη συνολική μεταφερόμενη ενέργεια η οποία είναι 118739,5MWh.
- Οι γραμμές μεταφοράς στην ανατολική Κρήτη παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ετήσιες συνολικές απώλειες σε σχέση με την Δυτική Κρήτη.

- Στο δίκτυο της Κρήτης οι γραμμές όπου παρουσιάζουν μέγιστες απώλειες σε κάθε περιοχή ανά εποχή είναι οι ίδιες. Στην ανατολική Κρήτη είναι η γραμμή Αθερινόλακος-Ηράκλειο και στη δυτική Κρήτη είναι η γραμμή Λινοπεράματα-Ρέθυμνο. Οι γραμμές αυτές το καλοκαίρι και συγκεκριμένα το μήνα Αύγουστο παρουσίασαν τις μεγαλύτερες μέγιστες απώλειες, Αθερινόλακος-Ηράκλειο 1183,15MWh με μέγιστη τιμή απωλειών 3,71MW η κάθε μία και Λινοπεράματα-Ρέθυμνο 781,16 MWh με μέγιστη τιμή απωλειών 2,88MW.
- Στη δυτική Κύπρο η γραμμή Μονή\_Extra-Αναχώρηση Πάφος παρουσιάζει μέγιστες απώλειες το μήνα Ιούνιο, με μεγαλύτερη μέγιστη τιμή απωλειών 162,58 MWh με μέγιστη τιμή απωλειών 0,67MW, ενώ τους υπόλοιπους μήνες η γραμμή Βασιλικός-Πολεμίδα132 παρουσιάζει μέγιστες απώλειες, με μεγαλύτερη μέγιστη τιμή απωλειών το μήνα Αύγουστο 207,39 MWh με μέγιστη τιμή απωλειών 0,41MW.
- Στην ανατολική Κύπρο έχουμε δύο γραμμές με μέγιστες απώλειες. Τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο η γραμμή με τις μέγιστες απώλειες είναι η γραμμή Σωτήρα-Δεκέλεια, με τις απώλειες να φτάνουν κατά το μήνα Αύγουστο 280,89MWh με μέγιστη τιμή απωλειών 0,33MW. Ενώ για τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο η γραμμή με τις μέγιστες απώλειες είναι η γραμμή Δεκέλεια-Αθαλάσσα , με μεγαλύτερη μέγιστη τιμή απωλειών το μήνα Δεκέμβριο 150,04 MWh με μέγιστη τιμή απωλειών 0,54MW. Σημειώνεται ότι οι απώλειες αυτές δεν εξαρτώνται από την διασύνδεση.

## 8.5 Ανάλυση ευαισθησίας στο Σύστημα Μεταφοράς του ΣΗΕ Κρήτης

Επίσης στο κεφάλαιο 7 έγινε ανάλυση δύο σεναρίων ευαισθησίας σκοπός των οποίων είναι:

- Η μελέτη των τάσεων των ζυγών της δυτικής Κρήτης με την αύξησης του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων, για 212 ώρες το μήνα Ιούλιο, κατά της οποίες οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης ήταν πολύ χαμηλές(μικρότερες από το 98% της ονομαστικής τάσης).
- Η μελέτη των τάσεων των ζυγών της δυτικής Κρήτης με την κατασκευή καινούργιας γραμμής υψηλής τάσης εναλλασσόμενου ρεύματος 150kV με μήκος 97km μεταξύ των ζυγών Μοιρών και Ρεθύμνου, έτσι ώστε εξετάσουμε πως θα συμπεριφερθούν οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης, για 212 ώρες του Ιουλίου στις οποίες οι τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης ήταν μικρότερες από 147kV(98% της ονομαστικής τάσης).

### 8.5.1 Σενάριο Α: Αύξηση τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων κατά 10MW

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση του σεναρίου αυτού είναι:

- Με την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων κατά 10MW, οι φορές κατά τις οποίες οι ζυγοί παρουσίαζαν τάσεις μικρότερες από 147kV(98% της ονομαστικής τάσης) μειώθηκαν αισθητά. Με μεγαλύτερη μείωση να παρουσιάζεται στο ζυγό Ρέθυμνο από 212 φορές σε 62(μείωση της τάξεως του 30%).
- Επίσης οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών της δυτικής Κρήτης έχουν αυξηθεί σημαντικά. Στο Γράφημα 7-1 παρουσιάζονται οι ελάχιστες τάσεις των ζυγών πριν και μετά την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων. Η μεγαλύτερη αύξηση παρουσιάστηκε στο ζυγό Καστέλι από 0,9584 έγινε 0,97.
- Οι συνολικές απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς της δυτικής Κρήτης, πριν από την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων ανέρχονταν στις 526,27MWh, ενώ μετά από την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων ήταν 440,24MWh, σημειώθηκε μείωση κατά 86,03MWh (16,34% μείωση).
- Η γραμμή Λινοπεράματα-Ρέθυμνο παρουσιάζει τις περισσότερες μειωμένες απώλειες, η μείωση των συνολικών απωλειών ανέρχεται 39,82MWh(13,75%)

Το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι, με την αύξηση του τεχνικού ελάχιστου του ΑΗΣ Χανίων οι τάσεις των ζυγών του δικτύου της δυτικής Κρήτης φτιάχνουν σε μεγάλο βαθμό και σε επιθυμητά επίπεδα τάσεων. Επίσης μια τέτοια αλλαγή σύμφωνα με τη Διπλωματική εργασία του Αντωνίου Αντώνη[23], θα στοίχιζε 25000 ευρώ.

### 8.5.2 Σενάριο Β: Κατασκευή καινούργιας γραμμής Υψηλής Τάσης Εναλλασσόμενου Ρεύματος 150kV μεταξύ των ζυγών Μοίρες-Ρέθυμνο

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση του σεναρίου αυτού είναι:

- Με την εισαγωγή της γραμμής Μοίρες-Ρέθυμνο, οι φορές κατά τις οποίες οι ζυγοί παρουσίαζαν τάσεις μικρότερες από 147kV(98% της ονομαστικής τάσης) μειώθηκαν

αισθητά. Με μεγαλύτερη μείωση να παρουσιάζεται στο ζυγό Ρέθυμνο από 212 φορές σε 56(μείωση της τάξεως του 73,58%).

- Η ελάχιστη τάση στο ζυγό Ρέθυμνο παρουσιάζει σημαντική αύξηση από 0,9652p.u σε 0,9732p.u, ενώ στους υπόλοιπους ζυγούς δεν παρατηρείται σημαντική βελτίωση των ελάχιστων τάσεων
- Οι συνολικές απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς της δυτικής Κρήτης, πριν από την εισαγωγή της γραμμής (Μοιρών-Ρεθύμνου) ανέρχονταν στις 526,27MWh, ενώ μετά από την εισαγωγή της γραμμής (Μοιρών-Ρεθύμνου) ήταν 346MWh, σημειώθηκε μείωση κατά 86,03MWh (34,25% μείωση).
- Η γραμμή Λινοπεράματα-Ρέθυμνο παρουσίασε τις περισσότερες μειωμένες απώλειες, η μείωση των συνολικών απωλειών ανέρχεται 137,26MWh(47,4%).

Βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από το σενάριο αυτό είναι ότι, με την εισαγωγή της γραμμής Μοίρες-Ρέθυμνο, η τάση του ζυγού Ρέθυμνου φτιάχνει σε αρκετά μεγάλο βαθμό και σε επιθυμητό επίπεδο τάσης. Επίσης και στους υπόλοιπους ζυγούς της δυτικής Κρήτης παρουσιάζεται αύξηση των ελάχιστων τάσεων τους κατά 0,5%. Άρα και στο σενάριο αυτό επιτυγχάνεται σε μεγάλο βαθμό ο σκοπός για τον οποίο έχει γίνει το σενάριο(Αντιμετώπιση της πτώσης τάσης στη δυτική Κρήτη)..

Όσον αφορά τις απώλειες ροής ισχύος των γραμμών μεταφοράς παρουσιάζεται σημαντική μείωση τους στο σενάριο αυτό σε σχέση με τη μείωση στο προηγούμενο σενάριο. Άρα από πλευράς μείωσης απωλειών το σενάριο αυτό είναι πολύ πιο αποδοτικό.

## **8.6 ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ**

Το γενικό συμπέρασμα που προέκυψε από την εν λόγω Διπλωματική εργασία είναι ότι, η διασύνδεση των ηλεκτρικών δικτύων της Κύπρου και της Κρήτης είναι εφικτή αν γίνουν οι συγκεκριμένες προσθήκες γραμμών μεταφοράς στο δίκτυο της Κύπρου, οι οποίες αναφέρονται στο υποκεφάλαιο 6.1.1. Αλλά το πρόβλημα πτώσης τάσης των ζυγών του δικτύου της δυτικής Κρήτης θα υπάρχουν. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων θα πρέπει να γίνει περεταίρω μελέτη του ηλεκτρικού δικτύου της Κρήτης.

Επίσης το σύστημα των 37-ζυγών που δημιουργήσαμε και αποτελεί την ηλεκτρική διασύνδεση των δύο ΣΗΕ, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε προσομοίωση χρειαστεί στην μόνιμη κατάσταση, όσον αφορά για τα δύο διασυνδεδεμένα ΣΗΕ.

## 9. Βιβλιογραφία.

<sup>1</sup> Πηγή:

([http://www.ee.teihal.gr/lessons/she2/private/uploads/http\\_eclass.teihal.gr\\_modules\\_document\\_document.php\\_action=view&id=ANTIST-AERGOY-ISXYOS.pdf](http://www.ee.teihal.gr/lessons/she2/private/uploads/http_eclass.teihal.gr_modules_document_document.php_action=view&id=ANTIST-AERGOY-ISXYOS.pdf)).

<sup>2</sup> Εισαγωγή στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Βοβός, Νικόλαος Α., Γιαννακόπουλος Γ., Εκδόσεος Ζήτη.

<sup>3</sup> ΤΕΙ Κρήτης, Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας, Διδάσκων: Δρ Τσικαλάκης Αντώνιος.

<sup>4</sup> [http://www.aemo.com.au/planning/2010ntndp\\_cd/downloads/NTNDPdatabase/related/SKM%20NEMLink%20Cost%20Estimate%20report.pdf](http://www.aemo.com.au/planning/2010ntndp_cd/downloads/NTNDPdatabase/related/SKM%20NEMLink%20Cost%20Estimate%20report.pdf)

<sup>5</sup> Panel-02-1 Overview of HVDC, www.ieee-org

<sup>6</sup> HVDC pleonekthmata: <http://www.dciinsulator.com/shownews.asp?id=155>

<sup>7</sup> Πηγή Διαδικτύου: <http://www.dciinsulator.com/shownews.asp?id=155>.

<sup>8</sup> IEC(<http://www.iec.co.il/EN/IR/Pages/default.aspx>).

<sup>9</sup> ΔΕΗ(<http://www.dei.gr/>).

<sup>10</sup> ΑΗΚ(<http://www.eac.com.cy/GR/Pages/Home.aspx>).

<sup>11</sup> <http://www.dei-quantumenergy.com/>.

<sup>12</sup> Πηγή Διαδικτύου: (<http://energypress.gr/news/Eurasia-Interconnector:-Ta-mystika-ths-hlektrikhs-diasyndeshs-Elladas-Kyproy-kai-to-Kypriako-Helios>).

<sup>13</sup> Πηγή Διαδικτύου (<http://www.euroasia-interconnector.com/Index.aspx>).

<sup>14</sup> Πηγή ΑΗΚ( <http://www.eac.com.cy>).

<sup>15</sup> Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς Κύπρου([http://www.dsm.org.cy/nqcontent.cfm?a\\_id=1](http://www.dsm.org.cy/nqcontent.cfm?a_id=1)).

<sup>16</sup> 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.

<sup>17</sup> Αψούρης Νικόλαος «Repowering Αιολικών πάρκων και επιπτώσεις από την αλλαγή διασύνδεσης» Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών.

<sup>18</sup> <http://www.deddie.gr/>.

<sup>19</sup> Τσακρίδης Απόστολος «Επίπτωση της Διείσδυσης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στο Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα Ηλεκτρικής Ενεργείας της Κρήτης», Ηράκλειο, Μάρτιος 2012.

<sup>20</sup> ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Π.ΡΟΥΤΣΗΣ, Διπλωματική Εργασία, «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Εφαρμογές τους στο σχεδιασμό Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας (Εφαρμογή σε χωροθέτηση Διεσπαρμένης Παραγωγής στο Πολυτεχνείο Κρήτης)», Νοέμβριος 2011.

<sup>21</sup> Πηγή Διαδικτύου (<http://www.powerworld.com/gloversarmaoverbye>).

<sup>22</sup> [http://www.nktcables.com/support/download/catalogues-and-brochures/high-voltage-and-offshore/~media/Files/NktCables/download%20files/com/HighVolt\\_e\\_200309.ashx](http://www.nktcables.com/support/download/catalogues-and-brochures/high-voltage-and-offshore/~media/Files/NktCables/download%20files/com/HighVolt_e_200309.ashx).

<sup>23</sup> << Επιπτώσεις στην Οικονομική Λειτουργία των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας Κρήτης και Κύπρου λόγω της διασύνδεσής τους>>. Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών