



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΜΕΑΣ ΡΕΥΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Προοπτικές Αξιοποίησης Αιολικής Ενέργειας
στις Ελληνικές Βραχονησίδες”

Diploma Project

“Potential use of Wind Energy in the Greek Islets”

Όνομα Φοιτητή: Χαράλαμπος Νικολής
Επιβλέπων Καθηγητής: Αρθούρος Ζερβός

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	5
1.1.1 Σύντομη Ιστορική Αναδρομή.....	5
1.1.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.....	6
1.2 Αιολική Ενέργεια.....	9
1.2.1 Γενικά Χαρακτηριστικά της Αιολικής Ενέργειας.....	9
1.2.2 Οι Τάσεις Παγκοσμίως.....	11
1.2.3 Η Κατάσταση στην Ελλάδα.....	14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΒΡΑΧΟΝΗΣΙΔΩΝ

2.1 Κριτήρια Επιλογής (Παραδοχές).....	20
2.1.1 Κριτήριο Ελάχιστης Έκτασης.....	20
2.1.2 Κριτήριο Πληθυσμού.....	22
2.2 Διαδικασία Αναλυτικής Καταγραφής Βραχονησίδων.....	23
2.2.1 Αναζήτηση Πηγών και Συγκέντρωση Δεδομένων.....	23
2.2.2 Κατάρτιση Λίστας “Αιολικά Αξιοποιήσιμων Βραχονησίδων”.....	25
2.2.3 Μεθοδολογία Επαλήθευσης Κριτηρίων Επιλογής.....	25
2.3 Επιπρόσθετα Στοιχεία Βραχονησίδων.....	28
2.4 Περιορισμοί Αξιοποίησης Βραχονησίδων.....	35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

3.1 Γεωγραφική Αποτύπωση των Βραχονησίδων (Συμβολισμός).....	44
3.2 Κατηγορίες Βραχονησίδων.....	46
3.2.1 Λόγοι Διαχωρισμού 3 ^{ης} και 4 ^{ης} Κατηγορίας.....	49
3.2.2 Τεχνικοί Περιορισμοί Εκτεταμένης Διείδυσης Αιολικής Ενέργειας σε Αυτόνομα (Νησιωτικά) Δίκτυα.....	49
3.2.3 Σύνδεση του ΕΔΣΜ με Αυτόνομα Νησιωτικά Συστήματα.....	51
3.2.4 Ενσωμάτωση ΑΠΕ και Μεγάλη Αιολική Διείδυση.....	52
3.2.5 Μελέτες για την Διασύνδεση Νησιών του Αιγαίου.....	53
3.2.6 Εγκατάσταση Α/Π σε Βραχονησίδες.....	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ

4.1 Γεωγραφική Ομαδοποίηση Βραχονησίδων.....	65
4.2 Κριτήρια Χάραξης Προτεινόμενων Τοπολογιών Διασύνδεσης με Βάση την Απομάστευση της Παραγόμενης Ισχύος.....	66
4.3 Μέτρηση Χιλιομετρικών Αποστάσεων.....	67
4.4 Συμβολισμός Προτεινόμενων Τοπολογιών.....	68
4.5 Προτεινόμενες – Πιθανές Τοπολογίες.....	69
4.5.1 Προτεινόμενες Τοπολογίες Μεγάλων Αιολικών Πάρκων.....	70
4.5.2 Προτεινόμενες Τοπολογίες Μεμονωμένων Βραχονησίδων.....	75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 **ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ**

5.1 Συσχέτιση Εγκατεστημένης Ισχύος – Έκτασης Βραχονησίδας.....	79
5.2 Επιλογή Τύπου Καλωδίου.....	80
5.3 Κριτήρια Επιλογής Διαμέτρου Αγωγού Υποβρυχίου Καλωδίου.....	82
5.4 Διαδικασία Διαστασιολόγησης Υποβρυχίων Καλωδίων και Όροι Σύνδεσης.....	85
5.4.1 Επιλογή Διατομής Αγωγού.....	85
5.4.2 Πτώση Τάσης, Απώλειες Ισχύος και Τεχνικές Παραδοχές.....	100
5.5 Κατασκευή – Έργα Επέκτασης Υποσταθμών.....	102

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 **ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

6.1 Κόστος Εγκατάστασης – Επέκτασης Υ/Σ Ανυψώσεως Μ.Τ/Υ.Τ.....	104
6.2 Κόστος Υποβρυχίων Καλωδίων.....	105
6.3 Κόστος Επένδυσης.....	107
6.4 Συνολικό Κόστος Επένδυσης/Εγκατάστασης.....	107
6.5 Τιμή Πώλησης Παραγόμενης Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α/Π σε Βραχονησίδες...108	
6.6 Κόστος Συντήρησης και Λειτουργίας (Κόστος Σ&Λ).....	110
6.7 Επιπρόσθετα Στοιχεία.....	110

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	115
--------------------------	------------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 ΛΙΣΤΑ “ΑΙΟΛΙΚΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΙΜΩΝ ΒΡΑΧΟΝΗΣΙΔΩΝ”.....	118
--	------------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ ΒΡΑΧΟΝΗΣΙΔΩΝ.....	123
---	------------

1) Γεωγραφική Περιοχή Κυκλάδων.....	124
2) Γεωγραφική Περιοχή Νησιών Βορείου Αιγαίου.....	134
3) Γεωγραφική Περιοχή Δωδεκανήσων.....	141
4) Γεωγραφική Περιοχή Κρήτης.....	149
5) Γεωγραφική Περιοχή Σποράδων.....	153
6) Γεωγραφική Περιοχή Νησιών Ιονίου.....	157
7) Γεωγραφική Περιοχή Χαλκιδικής.....	161
8) Γεωγραφική Περιοχή πέριξ Εύβοιας.....	162
9) Γεωγραφική Περιοχή Σαρωνικού Κόλπου.....	165
10) Γεωγραφική Περιοχή Αργολικού Κόλπου.....	169
11) Γεωγραφική Περιοχή Νότιας Πελοποννήσου.....	170

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	171
--	------------

- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 1a.....	172
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 1b.....	
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 4.....	
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 5c.....	
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 7.....	
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 14.....	
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 15.....	
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 16.....	

- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 52.....
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 2a.....
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 28a.....
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 11a.....
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 61a.....
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 34.....
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 74.....
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 32.....
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 42.....
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 45.....
- Οικονομική Ανάλυση Τοπολογίας 57.....

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....173

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Α/Γ: Ανεμογεννήτρια/ες

Α/Π: Αιολικό Πάρκο/α

ΑΣΠ: Αυτόνομος Σταθμός Παραγωγής

ΣΠ: Σταθμός Παραγωγής

ΘΗΣ: Θερμό-Ηλεκτρικός Σταθμός

ΕΔΣΜ: Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα Μεταφοράς

Υ/Σ: Υπό Σταθμός

ΚΥΤ: Κέντρο Υπερύψηλης Τάσης

Υ.Τ: Υψηλή Τάση

Μ.Τ: Μέση Τάση

Χ.Τ: Χαμηλή Τάση

ΔΕΗ: Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού

ΔΕΣΜΗΕ: Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής
Ενέργειας

ΡΑΕ: Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας

ΚΑΠΕ: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας

Υ/Η: Υδρο-Ηλεκτρικός Σταθμός

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Φ.Α: Φυσικό Αέριο

Γ.Μ: Γραμμή Μεταφοράς

ΜΑΣΜ: Μελέτη Ανάπτυξης Συστήματος Μεταφοράς

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εξετάζει τις προοπτικές αξιοποίησης του αιολικού δυναμικού των βραχονησίδων της Ελλάδας. Σε πρώτο στάδιο επιχειρείται ο εντοπισμός και η αναλυτική καταγραφή και περιγραφή του συνόλου των βραχονησίδων της Ελληνικής επικράτειας, για τις οποίες προσδιορίζεται υπό ποιες προϋποθέσεις κρίνεται εφικτή η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Εν συνεχεία οι βραχονησίδες που καταρχήν κρίνονται κατάλληλες με βάση γεωγραφικά και πληθυσμιακά κριτήρια, αποτυπώνονται στον εθνικό χάρτη της Ελλάδας προκειμένου να εξεταστούν – προταθούν πιθανές διασυνδέσεις τους με ηλεκτρικά δίκτυα. Αφού παρατεθούν οι προτεινόμενες τοπολογίες διασύνδεσης, ακολουθεί η τεχνική περιγραφή της διασύνδεσης, δίνοντας έμφαση στα τεχνικά χαρακτηριστικά των υποβρυχίων καλωδίων, των οποίων επιχειρείται η διαστασιολόγηση και η προσέγγιση του κόστους. Τέλος, μέσω των δεδομένων που προκύπτουν από την διαδικασία που περιγράφηκε, και με την αξιοποίηση οικονομικών στοιχείων και δεικτών οικονομικής αποδοτικότητας, επιχειρείται η οικονομική ανάλυση ενός χαρακτηριστικού δείγματος περιπτώσεων ανάπτυξης αιολικών πάρκων σε βραχονησίδες μέσω υποβρύχιας διασύνδεσης. Σε αυτή την ανάλυση λαμβάνεται υπόψη η ευνοϊκή τιμολόγηση που προβλέπεται από τον νέο νόμο (3851/2010), και τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ανάπτυξη αιολικών πάρκων σε βραχονησίδες είναι υπό προϋποθέσεις οικονομικά βιώσιμη.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στον αιώνα που διανύουμε η ωρίμανση του ενεργειακού προβλήματος (σταδιακή εξάντληση των ορυκτών καυσίμων), αλλά και του αντίστοιχου περιβαλλοντικού (περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω της εκπομπής στην ατμόσφαιρα ρύπων προερχόμενων από την καύση ορυκτών καυσίμων), έχει στρέψει το παγκόσμιο ενδιαφέρον στην αναζήτηση και αξιοποίηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας φιλικά προσκειμένων στο περιβάλλον. Η Ελλάδα, δια μέσου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προσαρμόζεται στις απαιτήσεις των καιρών θέτοντας για το προσεχές μέλλον στόχους εκτεταμένης διείσδυσης ενέργειας προερχόμενης από ανανεώσιμες πηγές στο ενεργειακό της ισοζύγιο. Η επίτευξη των στόχων αυτών, πέραν του προφανούς περιβαλλοντικού οφέλους που συνεπάγεται η παραγωγή ‘πράσινης’ ενέργειας, κρίνεται επιπλέον επιτακτική εξαιτίας των οικονομικών επιπτώσεων που θα έχει η χώρα σε περίπτωση μη επίτευξης τους. Η Ελλάδα όντας μια από τις πλέον ρυπογόνες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα υποχρεωθεί στο εγγύς μέλλον να καταβάλει τεράστια ποσά (της τάξεως των εκατομμυρίων ευρώ το χρόνο) για την αγορά δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής πολιτικής για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Ποσά τα οποία θα καθορίζονται από το ύψος των εκπομπών. Είναι σαφές λοιπόν πως η τάση προς την αξιοποίηση των ΑΠΕ που ήδη συντελείται στην χώρα μας τα τελευταία χρόνια οφείλει να επιταχυνθεί, ιδιαίτερα κατά την οικονομικά ισχνή χρονική συγκυρία που διανεύουμε, προς αποφυγήν επιπρόσθετων οικονομικών επιβαρύνσεων της κοινωνίας. Η Αιολική Ενέργεια αποτελεί την ναυαρχίδα των διάφορων μορφών ΑΠΕ που συμβάλουν στην επίτευξη των εθνικών στόχων, καθώς επιτρέπει την παραγωγή μεγάλων ποσών ενέργειας σε σύγκριση με τις υπόλοιπες παρεμφερείς τεχνολογίες. Η εγκατάσταση (και οι μελέτες εγκατάστασης), ωστόσο, γιγάντιων Α/Π με στυγνό κερδοσκοπικό προσανατολισμό, χωρίς να έχει προηγηθεί ορθολογική χωροταξία και επαρκής κοινωνική ενημέρωση σχετικά με τα οφέλη της αιολικής ενέργειας, έχει συμβάλει στην αποστροφή προς τα Α/Π μεγάλης μερίδας της κοινής γνώμης. Προβλήματα όπως τα προαναφερθέντα, αλλά και η γενικότερη ανάγκη εύρεσης κατάλληλων τοποθεσιών αξιοποίησης του αιολικού

δυναμικού, σε συνδυασμό με την επικείμενη διασύνδεση των Κυκλάδων και τις μελέτες για διασύνδεση πληθώρας νησιών του Αιγαίου με το Ηπειρωτικό Ηλεκτρικό Σύστημα, ανοίγουν τον δρόμο για την εκμετάλλευση αιολικά αναξιοποίητων περιοχών. Περιοχές σαν αυτές θα μπορούσαν να είναι οι βραχονησίδες. Κατά μια άποψη οι βραχονησίδες μπορούν να θεωρηθούν ως η εκδοχή των υπεράκτιων Α/Π προσαρμοσμένη στα γεω-υδατικά χαρακτηριστικά της Ελλάδας. Η εκδοχή αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι παρά τα μεγάλα βάθη των Ελληνικών θαλασσών τα οποία αποτελούν τροχοπέδη στα σχέδια ανάπτυξης υπεράκτιων αιολικών πάρκων, η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από το πλήθος των ακατοίκητων βραχονησίδων που διαθέτει. Το μεγάλο αυτό πλήθος των αναξιοποίητων νησίδων σε συνδυασμό με την ισχυρή ένταση των ανέμων που χαρακτηρίζει την ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου, και γενικότερα τις ελληνικές θάλασσες, καθιστούν τις προοπτικές αξιοποίησης του αιολικού δυναμικού των βραχονησίδων της Ελληνικής επικράτειας άξιες διερεύνησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Στο παρόν εδάφιο αρχικά γίνεται μια σύντομη αναφορά στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Εν συνεχεία δίνεται έμφαση στην Αιολική Ενέργεια, και συγκεκριμένα στις διεθνείς τάσεις και στην κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα γύρω από αυτήν.

1.1 Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

1.1.1 Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Τα κύρια στοιχεία της φύσης, φως - νερό - άνεμος, ενσωματώνουν μια ενέργεια, η οποία έχει σημαντική επίδραση στην ανθρώπινη δραστηριότητα και γενικότερα στην εξέλιξη της ανθρώπινης οντότητας. Η αναγνώριση των ιδιοτήτων οδήγησε τους ανθρώπους της πρώιμης περιόδου στην ταύτιση αυτών των στοιχείων με θεϊκές οντότητες, όπως ο ήλιος με τον θεό Ρα (Αίγυπτος) και τον θεό Τάλω (Μινωικός πολιτισμός, Κρήτη), ο άνεμος με τον θεό Αίοιο, και η θάλασσα με τον θεό Ποσειδώνα κτλ.

Οι υπερφυσικές, για τα δεδομένα της αρχαίας εποχής, ιδιότητες τροφοδότησαν την θεματολογία αρκετών μυθοπλασιών, όπως την ιστορία του Δαίδαλου και του Ίκαρου, (εμπλέκει την αιολική και την ηλιακή ενέργεια), ενώ συνδέθηκαν και με σημαντικά γεγονότα, όπως η αφή της ολυμπιακής φλόγας, τελετή η οποία πραγματοποιείται με την ίδια ευλάβεια ακόμα και σήμερα.

Η κατανόηση και ερμηνεία αυτών των ιδιοτήτων επιτεύχθηκε σταδιακά από την επιστήμη. Έτσι, σήμερα είναι γνωστό ότι ο άνεμος είναι αποτέλεσμα μετακίνησης αερίων μαζών της γήινης ατμόσφαιρας μεταξύ θερμών και ψυχρών περιοχών, ως συνέπεια της θερμοκρασιακής διαφοράς των περιοχών που οφείλεται κυρίως στον διαφορετικό βαθμό έκθεσης τους στον ήλιο.

Ο ανθρώπινος νους γρήγορα συνέλαβε την ιδέα αξιοποίησης αυτών των δυνάμεων, στην αρχή με απλοϊκές εφαρμογές, διαχωρισμός του σιταριού από το στάχυ, είτε εδώ και πολλούς αιώνες σχεδιάζοντας πιο σύνθετες κατασκευές, όπως ανεμόμυλους και υδρόμυλους, επιτυγχάνοντας την λειτουργία ορισμένων μηχανών. [1]

1.1.2 Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Σύμφωνα με το νόμο 3468/2006 του Ελληνικού συντάγματος, ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ορίζονται οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η βιομάζα, τα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, τα βιοαέρια, η γεωθερμική ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Πρόκειται για οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

Οι Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν τις εξής μορφές:

✓ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Το φαινόμενο της περιοδικής (ημερήσιας, εποχιακής κτλ) μεταβολής της ηλιακής ακτινοβολίας έχει ως συνέπεια την διαρκή διακύμανση της θερμοκρασίας στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα την ανοδική μετακίνηση θερμών αέριων μαζών και την αντικατάστασή τους από ψυχρότερες αέριες μάζες. Ο άνεμος είναι το στοιχείο που καθιστά αντιληπτή την μετακίνηση αυτή σε έναν παρατηρητή. Η φυσική ροή της αέριας μάζας προσδίδει κινητική ενέργεια, για την αξιοποίηση της ενέργειας αυτής χρησιμοποιούμε σήμερα τις ανεμογεννήτριες, οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική.

✓ ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η κύρια και πρωταρχική πηγή ενέργειας για τη Γη είναι ο Ήλιος. Η ακτινοβολία του Ήλιου έχει τροφοδοτήσει και εξακολουθεί να τροφοδοτεί με ενέργεια όλες σχεδόν τις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Είναι γνωστό ότι η ηλιακή ακτινοβολία, όχι μόνο δίνει φως αλλά επίσης, θερμαίνει τα σώματα στα οποία προσπίπτει. Λιγότερο γνωστό είναι ότι η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει και τις ιδιότητες κάποιων υλικών (των ημιαγωγών) που παράγουν έτσι ηλεκτρικό ρεύμα. Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται για ενεργειακούς σκοπούς μέσω των: θερμικών ηλιακών, παθητικών ηλιακών και φωτοβολταϊκών συστημάτων.

✓ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η υψομετρική διαφορά μεταξύ δύο θέσεων δημιουργεί υδροστατική πίεση με αποτέλεσμα την φυσική ροή των επιφανειακών υδάτων. Όταν η υδάτινη ποσότητα είναι αξιόλογη (πχ ποτάμια, ρυάκια) επιτυγχάνεται ικανοποιητική παροχή ικανή για να προκαλέσει την κίνηση ενός υδροστρόβιλου (απλουστευτικά ενός τροχού με πτερύγια), ο οποίος με την σειρά του θέτει σε περιστροφή μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η υδραυλική ενέργεια, όπως λέγεται η ενέργεια του νερού, είναι μια παραδοσιακή πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια από τον άνθρωπο.

✓ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Η γεωθερμία είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα. Ανάλογα με τη θερμοκρασία, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές όπως ηλεκτροπαραγωγή, θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό κ.α.. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ή ατμού ποικίλει από περιοχή σε περιοχή και μπορεί να έχει τιμές από 25° μέχρι 350 °C. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150 °C) η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν η

θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιέργειών κ.λπ.

✓ **ΒΙΟΜΑΖΑ**

Ως βιομάζα νοούνται τα προϊόντα που συνίστανται από το σύνολο ή μέρος οποιασδήποτε φυτικής ύλης, γεωργικής ή δασικής προέλευσης, που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την ανάκτηση του ενεργειακού περιεχομένου. Ύλεις σαν αυτές θεωρούνται τα καυσόξυλα, τα φυτικά και δασικά υπολείμματα (κλαδοδέματα, άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες, κουκούτσια κ.α.), τα ζωικά απόβλητα (κοπριά, άχρηστα αλιεύματα), τα φυτά που καλλιεργούνται στις ενεργειακές φυτείες ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας, καθώς επίσης και τα αστικά απορρίμματα και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων και της αγροτικής βιομηχανίας. Η βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Από τη βιομάζα μπορούμε επίσης να παραγάγουμε και υγρά βιοκαύσιμα (π.χ. βιοαιθανόλη, βιοντήζελ).

Η αξιοποίηση των ορυκτών καυσίμων κατά τον 18^ο αιώνα αποτέλεσε τον ακρογωνιαίο λίθο της βιομηχανικής επανάστασης η οποία με αφετηρία την Βρετανία είχε ως αποτέλεσμα την μετάβαση των ευρωπαϊκών κοινωνιών από την αγροτική στην βιομηχανική μορφή τους. Από την εποχή εκείνη και για τους επόμενους δύο περίπου αιώνες οι κοινωνίες κατανάλωναν ελαφρά τη καρδία ενέργεια προερχόμενη από ορυκτούς πόρους. Η αφθονία των ορυκτών καυσίμων και οι χαμηλές τιμές τους είχαν ως αποτέλεσμα την επισκίαση του ενδιαφέροντος για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το ενδιαφέρον αυτό αναθερμάνθηκε μόνο μετά την πρώτη πετρελαϊκή χρήση του 1979 όπου οι κοινωνίες άρχισαν πλέον να εμπεδώνουν δύο υπαρκτά προβλήματα:

1) Ότι τα ορυκτά καύσιμα, (όπως άνθρακας και πετρέλαιο), έχουν πεπερασμένα αποθέματα, και

2) Ότι η καύση τους προξενεί προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου και αλλοιώσεις στο κλίμα και κατ' επέκταση στη σύσταση και τη μορφή του πλανήτη.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η συνειδητοποίηση του οικολογικού και του ενεργειακού προβλήματος έχει πλέον ωριμάσει. Τα εγγενή πλεονεκτήματα των ΑΠΕ και κυρίως η ουσιαστική συμβολή τους στην σταδιακή ενεργειακή απεξάρτηση της ανθρωπότητας από τους ορυκτούς ενεργειακούς πόρους, καθιστούν στις μέρες μας επιτακτική την ανάγκη για στροφή προς τις ΑΠΕ.

Στροφή που χρόνο με τον χρόνο διαφαίνεται εντονότερη καθώς για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν πλέον μία σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, η οποία διεκδικεί συνεχώς αυξανόμενο ποσοστό διείσδυσης στο ενεργειακό ισοζύγιο.[2]

1.2 Αιολική Ενέργεια

1.2.1 Γενικά Χαρακτηριστικά της Αιολικής Ενέργειας

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας συνίστανται στα εξής:

- Ο άνεμος αποτελεί μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία μάλιστα παρέχεται δωρεάν.
- Η αιολική ενέργεια είναι μια τεχνολογικά ώριμη, οικονομικά ανταγωνιστική και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή.
- Προστατεύει τη γη, καθώς δεν παράγει ρύπους. Κάθε μία κιλοβατώρα που παράγεται από τον άνεμο αντικαθιστά μία κιλοβατώρα που παράγεται από συμβατικούς σταθμούς, οι οποίοι ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα με αέρια του θερμοκηπίου.
- Ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια, μιας και θεωρείται εγχώρια πηγή παραγωγής ενέργειας.

- Βοηθά στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, μειώνοντας έτσι τις απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Δεν εμποδίζει τις γεωγραφικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες, δεδομένου ότι το 99% της γης που φιλοξενεί το αιολικό πάρκο είναι διαθέσιμο για χρήσεις του εδάφους.
- Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι πολύ ήσυχες. Συγκεκριμένα, το επίπεδο της έντασης του ήχου σε απόσταση 40 μέτρων από μια ανεμογεννήτρια είναι της τάξης των 50-60 db(A), το οποίο σημειώνεται ότι είναι αντίστοιχο με την ένταση μιας συζήτησης. Δεδομένης μάλιστα της απαιτούμενης ελάχιστης απόστασης των ανεμογεννητριών από τους γειτονικούς οικισμούς το επίπεδο αυτό είναι ακόμη χαμηλότερο, της τάξης των 30 db(A) περίπου, που αντιστοιχεί στο επίπεδο θορύβου ενός ήσυχου καθιστικού.

Από την άλλη, υπάρχουν και ορισμένα εν γένει μειονεκτήματα της αιολικής ενέργειας, όπως είναι τα εξής:

- Παρουσιάζει διακύμανση ως προς την απόδοση ισχύος, η οποία οφείλεται στη μεταβαλλόμενη, (κατά τη διάρκεια της ημέρας, του μήνα και του έτους), ένταση του ανέμου.
- Παρουσιάζει χαμηλή πυκνότητα ως μορφή ενέργειας με αποτέλεσμα να απαιτούνται μεγάλης έκτασης εγκαταστάσεις για την παραγωγή αξιόλογης ισχύος.
- Η εγκατάσταση μεγάλων αιολικών πάρκων ορισμένες φορές προκαλεί οπτική όχληση, κυρίως σε τουριστικές περιοχές ή σε περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλους.
- Παρουσιάζει μικρό συντελεστή απόδοσης σε σχέση με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

- Με την παρούσα τεχνολογία, χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο ως συμπληρωματική πηγή ενέργειας, καθώς εξαιτίας της στοχαστικής φύσης του ανέμου και κατ'επέκταση την διακύμανση της παραγόμενης αιολικής ενέργειας τίθενται τεχνικά όρια διείσδυσης στην συνολική παραγωγή για λόγους ευστάθειας του συστήματος.

1.2.2 Οι Τάσεις Παγκοσμίως

Η βιομηχανία της αιολικής ενέργειας έχει παρουσιάσει ραγδαία άνθηση τα τελευταία χρόνια. Ενώ το παγκόσμιο εγκατεστημένο δυναμικό αιολικής ενέργειας ανερχόταν το 1998 σε λίγο περισσότερο από 10 GW συνολικά, το 2005 είχε ήδη φθάσει τα 60.000 MW, ενώ σήμερα εκτιμάται στα 157,9 GW.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Συμβουλίου Αιολικής Ενέργειας (Global Wind Energy Council - GWEC). Η εγκατεστημένη ισχύς της αιολικής ενέργειας το 2009 υπολογίζεται ότι αυξήθηκε κατά 31%, παγκοσμίως, σημειώνοντας άνοδο κατά 37,5 GW. Το ένα τρίτο αυτής της αύξησης καταγράφηκε στην Κίνα, μια άνοδος που για την κινεζική αγορά ήταν μεγαλύτερη του 100%. Σύμφωνα με το GWEC, περισσότεροι από 500.000 εργαζόμενοι απασχολούνται σήμερα στη βιομηχανία αιολικής ενέργειας σε ολόκληρο τον κόσμο, ενώ η αγορά που συνδέεται με το μηχανολογικό εξοπλισμό των ανεμογεννητριών άγγιξε πέρσι τα 45 δισ. Ευρώ.

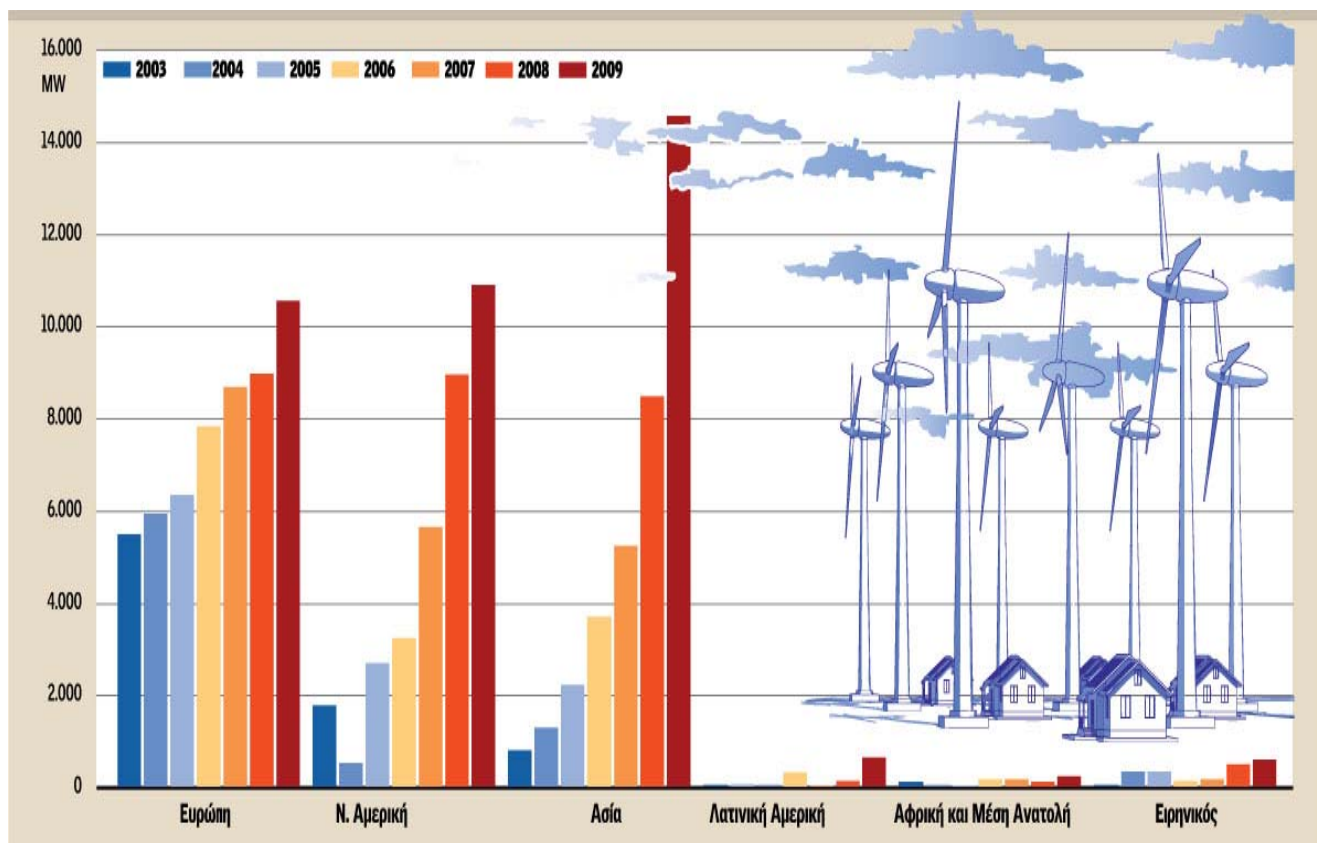
Οι αγορές που κυριαρχούν στο συγκεκριμένο τομέα βρίσκονται στην Ασία, την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική. Η συνεχής, ταχεία επέκταση της αιολικής ενέργειας, παρά την οικονομική κρίση και την οικονομική ύφεση είναι περίτρανη απόδειξη για την έμφυτη ελκυστικότητα της τεχνολογίας, η οποία είναι καθαρή, αξιόπιστη και γρήγορη στην εγκατάστασή της. Η αιολική ενέργεια έχει γίνει μια ισχυρή τεχνολογική επιλογή για έναν αυξανόμενο αριθμό χωρών σε όλο τον κόσμο. Η αγορά στις Ηνωμένες Πολιτείες αυξήθηκε κατά 39%, με σχεδόν 10 GW εγκατεστημένης ισχύος μέσα στο 2009. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς και συνδεδεμένη με το δίκτυο στις Ηνωμένες Πολιτείες είναι περίπου 35 GW, σύμφωνα με το GWEC. Εν τω μεταξύ, η Κίνα

διπλασίασε, για πέμπτη συνεχή χρονιά, την εγκατεστημένη ισχύ στην αιολική ενέργεια από 12,1 GW το 2008 σε 25,1 GW μέχρι το τέλος του περασμένου χρόνου. Σε συνδυασμό με τις νέες εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας στην Ινδία (συν 1.270 GW), τη Νότια Κορέα, την Ιαπωνία και την Ταϊβάν, η Ασία ξεπέρασε τα 14 GW εγκατεστημένης ισχύος μέσα στο 2009.

Και στην Ευρωπαϊκή Ένωση η αιολική ενέργεια υπερίσχυσε την περασμένη χρονιά σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (από ΑΠΕ), σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας (EWEA). Η νέα εγκατεστημένη αιολική ισχύς έφτασε τα 10.163 μεγαβάτ σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση, μια αύξηση 23% έναντι του 2008. Από τα χερσαία αιολικά πάρκα η εγκατεστημένη ισχύς ανήλθε στα 9.581 μεγαβάτ (άνοδος 21% σε σχέση με το 2008) και στα 582 μεγαβάτ από τα παράκτια (άνοδος 56%). Το 2009 είναι το δεύτερο συνεχόμενο έτος όπου η αιολική ενέργεια υπερίσχυσε στην Ευρωπαϊκή Ένωση, σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καταγράφοντας περαιτέρω άνοδο από 35% το 2008 σε 39% το 2009. Πρόκειται για το δεύτερο συνεχόμενο έτος που οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν την πλειονότητα των νέων επενδύσεων. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση εκτιμάται στα 74.767 μεγαβάτ, μια άνοδος 64.719 μεγαβάτ σε σχέση με το τέλος του 2008. Η Γερμανία παραμένει η χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ και ακολουθούν η Ισπανία, η Ιταλία, η Γαλλία και το Ηνωμένο Βασίλειο. [3]

Παγκόσμια Συνολική Εγκατεστημένη Αιολική Ισχύς 2008/2009 (MW)			
	Τέλη 2008 (Συνολική)	Αρχές 2009 (Συνολική)	Τέλη 2009 (Συνολική)
ΑΦΡΙΚΗ & ΜΕΣΗ ΑΝΑΤΟΛΗ			
Αίγυπτος	365	65	430
Μαρόκο	134	119	253
Ιράν	85	7	91
Τυνησία	20	34	54
Πράσινο Ακρωτήρι	12	0	12
Βόρεια Αφρική	8	0	8
Ισραήλ	8	0	8
Κένυα	0	5	5
Άλλο(1)	4	0	4
Σύνολο	635	230	865
ΑΣΙΑ			
Λ.Δ. Κίνας	12,020	13,803	25,805
Ινδία	9,655	1,271	10,926
Ιαπωνία	1,880	178	2,056
Ταϊβάν	358	78	436
Βόρεια Κορέα	236	112	348
Φιλιππίνες	33	0	33
Άλλο	6	0	6
Σύνολο	24,188	15,442	39,610
ΕΥΡΩΠΗ			
Γερμανία	23,903	1,917	25,777
Ισπανία	16,689	2,459	19,149
Ιταλία	3,736	1,114	4,850
Γαλλία	3,404	1,088	4,492
Ηνωμένο Βασίλειο	2,974	1,077	4,051
Πορτογαλία	2,862	673	3,535
Δανία	3,163	334	3,465
Ολλανδία	2,225	39	2,229
Σουηδία	1,048	512	1,560
Ιρλανδία	1,027	233	1,260
Ελλάδα	985	102	1,087
Αυστρία	995	0	995
Τουρκία	458	343	801
Πολωνία	544	181	725
Βέλγιο	415	149	563
Υπόλοιπη Ευρώπη	1,313	304	1,614
Σύνολο Ευρώπης	65,741	10,526	76,152
Από τις οποίες Ε.Ε.-27	64,719	10,163	74,767
ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΑΜΕΡΙΚΗ & ΚΑΡΑΙΒΙΚΗ			
Βραζιλία	341	264	606
Μεξικό	85	117	202
Χιλή	20	148	168
Κόστα Ρίκα	74	50	123
Νικαράγουα	0	40	40
Καραϊβική	35	0	35
Αργεντινή	29	2	31
Ουρουγουάη	20	0	20
Τζαμάικα	22	1	23
Κολομβία	20	0	20
Άλλες	6	0	6
Σύνολο	653	622	1,274
ΒΟΡΕΙΑ ΑΜΕΡΙΚΗ			
ΗΠΑ	25,068	9,996	35,064
Καναδάς	2,369	950	3,319
Σύνολο	27,437	10,946	38,383
ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΙΡΗΝΙΚΟΥ			
Αυστραλία	1,306	406	1,712
Νέα Ζηλανδία	325	171	497
Νησιά Ειρηνικού	12	0	12
Σύνολο	1,643	577	2,221
Παγκόσμιο Σύνολο	120,297	38,343	158,505

Πίνακας 1.1 Συνολική Παγκόσμια Εγκατεστημένη Αιολική Ισχύς(Πηγή: GWEC)



Σχήμα 1.1 Συνολική Εγκατεστημένη Αιολική Ισχύς Ανά Περιοχή 2003-2009

1.2.3 Η Κατάσταση στην Ελλάδα

Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό, σε αρκετές περιοχές της Κρήτης, της Πελοποννήσου, της Ευβοίας και φυσικά στα νησιά του Αιγαίου. Σε αυτές τις περιοχές θα συναντήσουμε και τα περισσότερα αιολικά πάρκα, τα οποία αποτελούνται από συστοιχίες ανεμογεννητριών σε βέλτιστη διάταξη για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού. Η εκμετάλλευση του υψηλού αιολικού δυναμικού στη χώρα μας, σε συνδυασμό με τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών που ενσωματώνονται στις σύγχρονες αποδοτικές ανεμογεννήτριες, έχει τεράστια σημασία για τη βιώσιμη ανάπτυξη, την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων, την προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

[4]

Έως το τέλος Σεπτεμβρίου 2009, στο ΕΔΣΜ λειτουργούσαν σταθμοί ΑΠΕ συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1273 MW, από τους οποίους τα **9017 MW** αφορούν Α/Π. Παράλληλα, ο ΔΕΣΜΗΕ έχει χορηγήσει Προσφορές Σύνδεσης για επιπλέον 340 σταθμούς ΑΠΕ συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 3362 MW (δεν περιλαμβάνονται οι μονάδες που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης Άδειας Παραγωγής). Από αυτούς, οι 150 αφορούν Α/Π ισχύος 2950 MW περίπου, ενώ υπάρχει δέσμευση για τη σύνδεση ακόμη περίπου 630 MW για τα οποία κατασκευάζονται έργα μεταφοράς στη Θράκη και στην Εύβοια. Από τα πιο πάνω προκύπτει ότι ο ΔΕΣΜΗΕ έχει ήδη δεσμευτεί για σύνδεση Α/Π συνολικής ισχύος της τάξης των **4400 MW**. Ο επόμενος πίνακας συνοψίζει στατιστικά στοιχεία για αιολικά πάρκα που έχουν λάβει Προσφορές Σύνδεσης και αιολικά πάρκα που λειτουργούν ήδη. Τα στοιχεία αυτά δημοσιεύονται περιοδικά στην ιστοσελίδα του ΔΕΣΜΗΕ

ΕΙΔΟΣ	ΜΕ ΠΡΟΣΦΟΡΑ	ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
	ΣΥΝΔΕΣΗΣ (που δεν έχουν κατασκευαστεί)	
	Ισχύς (MW)	Ισχύς (MW)
Α/Π	2949	909

Πίνακας 1.2 Αιολικά Πάρκα σε Λειτουργία κα Αιολικά Πάρκα με Προσφορά Σύνδεσης (Σεπτέμβριος 2009)

Ο Εθνικός Στόχος

Σύμφωνα με τον υπ' αριθμόν 3851/2010 νόμο «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής», ο όπως αυτός εκδόθηκε: (ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ, Αρ. Φύλου 85, 4 Ιουνίου 2010) αναγράφεται αναλυτικώς:

« Άρθρο 1

Εθνικός στόχος Α.Π.Ε.

Στο άρθρο 1 του ν.3468/2006 (ΦΕΚ 129 Α΄) η υπάρχουσα διάταξη αριθμείται σε παρ. 1 και προστίθενται

παράγραφοι 2 και 3 ως εξής:

«2. Η προστασία του κλίματος, μέσω της προώθησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε., αποτελεί περιβαλλοντική και ενεργειακή προτεραιότητα υψίστης σημασίας για τη χώρα.

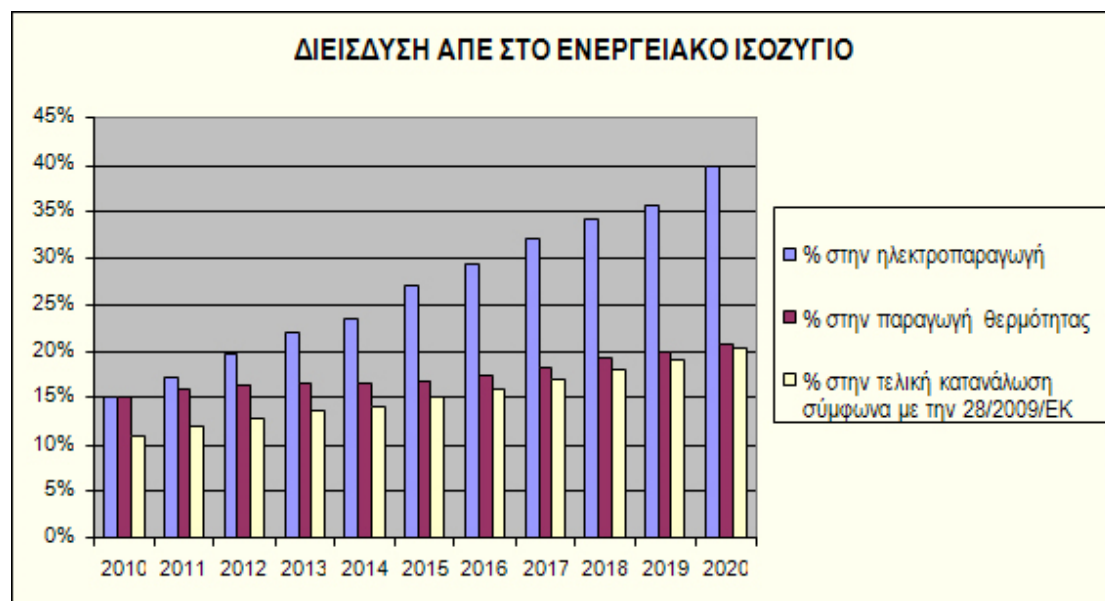
3. Οι εθνικοί στόχοι για τις Α.Π.Ε., με βάση την Οδηγία 2009/28/ΕΚ (ΕΕL, 140/2009), καθορίζονται μέχρι το έτος 2020 ως εξής:

α) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20%.

β) Συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής που εκδίδεται μέσα σε τρεις (3) μήνες από τη δημοσίευση του παρόντος, καθορίζεται η επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και η κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών Α.Π.Ε.. Η απόφαση αυτή αναθεωρείται ανά διετία ή και νωρίτερα, εάν συντρέχουν σημαντικοί λόγοι που σχετίζονται με την επίτευξη των στόχων της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ.

γ) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε ποσοστό τουλάχιστον 20%.

δ) Συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην τελική κατανάλωση ενέργειας στις μεταφορές σε ποσοστό τουλάχιστον 10%.»



Σχήμα1.2 Εθνικοί Δεσμευτικοί Στόχοι για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην καταναλισκόμενη ενέργεια για την επόμενη δεκαετία. Σύμφωνα με τον νόμο 3851/2010

Η αναγκαία Ισχύς ΑΠΕ για διείσδυση 40% στην ηλεκτροπαραγωγή κατά το 2020 σύμφωνα με τον εθνικό στόχο που ορίζει ο νόμος 3851 εκτιμάται σύμφωνα με τον ΔΕΣΜΗΕ σε συνολική εγκατεστημένη ισχύ, στον ηπειρωτικό και νησιωτικό χώρο, περίπου σε 10-12.000MW, εκ των οποίων **8-9.000MW** από αιολικά πάρκα.

Προκειμένου να επιτευχθεί ο εθνικός στόχος διείσδυσης των ΑΠΕ, ο ΔΕΣΜΗΕ έχει προαναγγείλει έργα επέκτασης του εθνικού διασυνδεδεμένου συστήματος μεταφοράς(μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνεται και η διασύνδεση των Κυκλάδων).Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η κατανομή αιολικής εγκατεστημένης ισχύος ανά περιοχή της χώρας και η ικανότητα επιπλέον απορρόφησης αιολικής ισχύος αφού ολοκληρωθούν τα προαναγγελθέντα έργα επέκτασης. (Δεδομένης της σημερινής κατάστασης του δικτύου, δηλαδή χωρίς την υλοποίηση των έργων επέκτασης, όλες οι περιοχές του κάτωθι πίνακα παρουσιάζουν κορεσμό ως προς την ικανότητα απορρόφησης αιολικής ενέργειας)

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ (κορεσμένες περιοχές)	Περιοχή	Α/Π σε Λειτουργία (MW)	Α/Π με Προσφορά Σύνδεσης (MW)	Μέγιστη ικανότητα απορρόφησης ισχύος από Α/Π μετά την ολοκλήρωση των έργων (μαζί με τα σε λειτουργία) (MW)
Κορεσμένες περιοχές	Εύβοια	215,5	63,9	780
	Ανατολική Μακεδονία- Θράκη	197,5	86,1	1160
	Πελοπόννησος	282,1	819,8	2100-2200*
	Ν. Ιόνια νησιά	70,8	72	180-200
	Κιλκίς	10	99	250-300
	Νότια Στερεά Ελλάδα	69,75	729,73	800-850
	Διασυνδεδεμένες Κυκλάδες	2,0	4,0	150-200
Σύνολο		847	1876	5420-5690

* Εφόσον τεθεί θέμα διασύνδεσης της Κρήτης στο ΚΥΤ Μεγαλόπολης, η σύνδεση νέας παραγωγής Α/Π σε αυτή περιορίζει αντίστοιχα τις δυνατότητες διείσδυσης τοπικής αιολικής παραγωγής.

Πίνακας 1.3 Εκτιμώμενη Διείσδυση Α/Π Σε Κορεσμένες Περιοχές Κατόπιν Ολοκλήρωσης έργων επέκτασης του Δικτύου Μεταφοράς.

Στις υπόλοιπες περιοχές του Συστήματος (που δεν συμπεριλαμβάνονται στον άνωθι πίνακα) λειτουργούν Α/Π συνολικής ισχύος 70MW ενώ έχει δοθεί προσφορά σύνδεσης Α/Π συνολικής ισχύος 1074MW .

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τα ποσοστά διείσδυσης όλων των ΑΠΕ (με έμφαση στην αιολική ενέργεια) στην συνολική ηλεκτροπαραγωγή της παρούσας περιόδου, καθώς και τα αντίστοιχα ποσοστά για την επίτευξη του εθνικού στόχου κατά το 2020.

Παραγωγή ΑΠΕ	7.892 GWh	(14,6%)	28.000 GWh	(40%)
Μεγάλοι ΥΗΣ	4.955	(9,2%)	5.000	(7,1%)
Αιολικά	1.908	(3,5%)	20.000	(28,6%)
Λοιπά	1.028	(1,9%)	3.000	(4,3%)
Εγκατεστημένη ισχύς Α/Γ	917MW		9.000MW	

Πίνακας 1.4 Ποσοστά διείσδυσης όλων των ΑΠΕ (με έμφαση στην αιολική ενέργεια) στην συνολική ηλεκτροπαραγωγή κατά την περίοδο 2009-2010, καθώς και αντίστοιχα ποσοστά για την επίτευξη του εθνικού στόχου κατά το 2020 (Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΒΡΑΧΟΝΗΣΙΔΩΝ

Στο παρόν εδάφιο περιγράφεται η διαδικασία κατάρτισης της λίστας “Αιολικά Αξιοποιήσιμων Βραχονησίδων”, η οποία παρατίθεται στο αντίστοιχο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ** στο τέλος της εργασίας.

Σύμφωνα με λεξικά της νεοελληνικής γλώσσας ως βραχονησίδα ορίζεται: ένα μικρό και ακατοίκητο νησί χωρίς καμία οικονομική δραστηριότητα. Κριτήριο για τον χαρακτηρισμό ενός νησιού ως βραχονησίδα είναι το αν μπορεί να διατηρηθεί επ' αυτών ανθρώπινος πληθυσμός και να αναπτυχθεί αυτόνομη οικονομική ζωή.

2.1 Κριτήρια Επιλογής (Παραδοχές)

Όσον αφορά την παρούσα εργασία η επιλογή των βραχονησίδων/νησίδων που καταγράφηκαν και εξετάστηκαν εν γένει συμφωνεί με τον ορισμό που δόθηκε πιο πάνω, δίνοντας έμφαση στο κριτήριο της έλλειψης κατοίκων και θέτοντας κάποια επιπλέον κριτήρια και περιορισμούς.

2.1.1 Κριτήριο Ελάχιστης Έκτασης

Καταρχήν, σε αυτό το σημείο είναι θεμιτό να αναφερθεί για ότι για όλους τους υπολογισμούς ισχύει η παραδοχή:

Α/Γ ονομαστικής Ισχύος 3MW και μήκος πτερυγίου 50m (δηλαδή διάμετρο πτερωτής 100m), καθώς αυτό είναι ένα τυπικό μέγεθος Α/Γ που χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως.

Η χωροταξία των ανεμογεννητριών ενός αιολικού πάρκου αποτελεί αντικείμενο ερευνητικής προσπάθειας με κύριους στόχους:

- α) Την ελαχιστοποίηση των απωλειών λόγω αλληλεπίδρασης ομόρου¹
- β) Την βέλτιστη εκμετάλλευση του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού μέσω κατάλληλου προσανατολισμού έτσι ώστε να επιτευχθεί μέγιστη παραγόμενη ενέργεια,
- γ) Την ελαχιστοποίηση των απαραίτητων έργων υποδομής, αλλά και
- δ) Τον περιορισμό οπτικής και ακουστικής όχλησης, καθώς και πιθανής σκίασης που μπορεί να προκαλέσει η συνολική εγκατάσταση.

Όσον αφορά στην παρούσα εργασία, εξαιτίας της τεράστιας υπό εξέταση έκτασης (συνολικά προσεγγίζει τα 300 km²) και την δυσκολία συγκέντρωσης αναλυτικών στοιχείων που αυτή συνεπάγεται, εξετάστηκε κατ'εκτίμηση μόνο το κριτήριο ελαχιστοποίησης απωλειών λόγω αλληλεπίδρασης ομόρου, μέσω του οποίου προέκυψε και η ελαχίστη έκταση αιολικά αξιοποιήσιμης βραχονησίδας. Πιο αναλυτικά, εφαρμόστηκε ο συνήθης κανόνας $(5 \div 7) * D$. Δηλαδή η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών ανεμογεννητριών να είναι περίπου ίση με $5 \div 7$ φορές επί την διάμετρο της πτερωτής. Συνεπώς, θεωρώντας διάμετρο πτερωτής 100m, εκτιμάται ως ελαχίστη έκταση για την εγκατάσταση τουλάχιστον 4 Α/Γ τα 490000m² (Εφαρμογή $7*D$). Αυτή η εκτίμηση όμως προϋποθέτει μία έκταση σε σχήμα τετραγώνου με πλευρές 700m x 700m, η οποία σπάνια συναντάται σε φυσικές μορφολογίες εδάφους. Για τον λόγο αυτό, θεωρήθηκε τελικά ότι σε 500000 m² (= 500 στρέμματα) μπορούν να εγκατασταθούν 2 ~ 3 Α/Γ. (Εκτίμηση ίσως δυσμενέστερη από την πραγματική, αρκετά ρεαλιστική ωστόσο, καθώς έτσι συνεκτιμάται η πιθανή αδυναμία εγκατάστασης Α/Γ σε δυσπρόσιτες περιοχές όπως απόκρημνες πλαγιές, υπερβολικά βραχώδεις περιοχές, ή η αποφυγή εγκατάστασης σε περιοχές όπως οροπέδια-φυσικές γούβες, δασικές εκτάσεις, παραλίες κ.α.) Με βάση τον παραπάνω συλλογισμό και θεωρώντας ότι κάθε Α/Γ έχει ονομαστική ισχύ 3 MW, ως ελαχίστη έκταση αιολικά αξιοποιήσιμης βραχονησίδας ορίστηκε η έκταση των 500000 m² (= 500 στρέμματα).

¹ Ως ομόρου μια ανεμογεννήτριας νοούμε την κατάντι σε αυτή περιοχή της ροής όπου σε σχέση με την προσπίπτουσα στην μηχανή ροή του ανέμου παρατηρείται σημαντικό έλλειμμα. Το έλλειμμα αυτό ταχύτητας αντιστοιχεί στην κινητική ενέργεια που απορρόφησε η μηχανή.

(δηλ. οι βραχονησίδες που συμπεριλαμβάνονται στην λίστα τηρούν την προϋπόθεση έκταση βραχονησίδας ≥ 500 στρ.).¹

Σε αυτή την οριακή τιμή (500 στρ.) σύμφωνα με την εκτίμηση που αναλύθηκε πιο πάνω (7*D), υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης 2÷3 Α/Γ άρα συνολικά 6÷9 MW εγκατεστημένης ισχύος. Με την ίδια λογική προκύπτουν, ο αριθμός Α/Γ και η Εγκατεστημένη ισχύς για κάθε βραχονησίδα με μεγαλύτερη έκταση.

Πιο αναλυτικά, έστω ότι

- **E** (≥ 500 στρ.) είναι η έκταση μιας βραχονησίδας σε στρέμματα,
- **n** είναι το πλήθος των Α/Γ που μπορούν να εγκατασταθούν και
- **P** η αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύς (MW). Τότε:

$$n = 2\sim 3 * E/500 \quad \text{και} \quad P = n * 3$$

Ειδική περίπτωση όσον αφορά εν γένει την έκταση αποτελούν οι (ελάχιστες) περιπτώσεις των περιοχών που γεωγραφικά αναφέρονται ως Άκρες ή Άκρα και προσμετρήθηκαν στην λίστα των βραχονησίδων της παρούσας εργασίας. Άκρα ή Άκρη συνήθως λέγεται η μικρή χαμηλή προς τη θάλασσα προεξοχή της ξηράς που μπορεί να είναι είτε βραχώδης, είτε ομαλή καθώς επίσης και κάθε προεξοχή που δείχνει σαν ακρωτήριο. Πιο συγκεκριμένα για την παρούσα εργασία προσμετρήθηκαν οι άκρες εκείνες που αφενός ήταν ακατοίκητες και αφετέρου ενώνονταν με τον κυρίως κορμό του νησιού με μία πολύ στενή λωρίδα γης(της τάξεως των δεκάδων μέτρων) δίνοντας έτσι στην άκρη την εικόνα νησίδας.

2.1.2 Κριτήριο Πληθυσμού

Όσον αφορά τον πληθυσμό, πέραν των έρημων-ακατοίκητων βραχονησίδων, προσμετρήθηκαν και καταγράφηκαν νησίδες με πολύ μικρό πληθυσμό. Πιο συγκεκριμένα, πληθυσμό της τάξεως των μερικών μονάδων έως και πολύ

¹ Εξαίρεση του κριτηρίου ελάχιστης έκτασης 500 στρ. αποτελούν οι συστάδες μικρών βραχονησίδων που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους. Μικρή Βραχονησίδα στα πρότυπα της παρούσας εργασίας χαρακτηρίζεται εκείνη όπου η έκταση της είναι μικρότερη των 500 στρ. Κοντινή απόσταση εννοείται απόσταση τάξεως από μερικές δεκάδες ως λίγες εκατοντάδες μέτρα.

λίγων εκατοντάδων ,συγκεντρωμένο σε 1 με 2 οικισμούς και όλη την υπόλοιπη έκταση του νησιού να είναι έρημη.

2.2 Διαδικασία Αναλυτικής Καταγραφής Βραχονησίδων

2.2.1 Αναζήτηση Πηγών και Συγκέντρωση Δεδομένων

Σε πρώτη φάση για τους σκοπούς της εργασίας έπρεπε να γίνει αναλυτική καταγραφή των βραχονησίδων της ελληνικής επικράτειας καθότι μέχρι σήμερα δεν υπήρχε μια συγκεντρωτική λίστα των ελληνικών βραχονησίδων πλην της αποτύπωσης τους πάνω σε χάρτες.

Η ανάγκη της αναλυτικής καταγραφής των βραχονησίδων της Ελλάδας λοιπόν οδήγησε στην αναζήτηση έγκυρων-αξιόπιστων χαρτών των ελληνικών θαλάσσιων περιοχών, μέσω των οποίων θα μπορούσε να γίνει αρχικά ο εντοπισμός και εν συνεχεία μια διεξοδική καταγραφή . Κατόπιν εκτεταμένης έρευνας οργανισμών και υπηρεσιών χαρτογραφίας, επιλέχτηκε η **Υδρογραφική Υπηρεσία Πολεμικού Ναυτικού**, η επίσημη ιστοσελίδα της οποίας είναι: <http://www.hnhs.gr/portal/page/portal/HNHS> (Διεύθυνση Χαρτογραφίας, Τμήμα Διαχείρισης Αδιαβάθμητων Ναυτιλιακών Εκδόσεων). Η επιλογή αυτή έγινε με βάση το γεγονός ότι η υπηρεσία αποτελεί έναν από τους πλέον αξιόπιστους εκδότες ναυτιλιακών χαρτών. (* Η επιλογή ναυτιλιακών χαρτών προφανώς ήταν το ζητούμενο καθότι μόνο σε καλής ποιότητας και μεγάλης αξιοπιστίας χάρτες θαλάσσιων περιοχών μικρής σχετικά κλίμακας θα ήταν λεπτομερώς αποτυπωμένα: νησίδες, βραχονησίδες, βράχοι, ξέρες και αβαθή, εξυπηρετώντας έτσι τις ανάγκες της εργασίας).

Αρχικά πραγματοποιήθηκε τηλεφωνική επαφή αλλά και κατ'ιδίαν συναντήσεις με αρμοδίους της Υδρογραφικής Υπηρεσίας. Κατόπιν πρότασης - παράκλησης του συντάκτη της παρούσας εργασίας, κατατέθηκε από τον επιβλέποντα της εργασίας καθηγητή κο. Αρθούρο Ζερβό στην Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού γραπτή αίτηση παραχώρησης συγκεκριμένου τύπου και

αριθμού χαρτών (σε έντυπη μορφή) για αξιοποίηση των στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, η οποία και έγινε καταρχήν αποδεκτή.

Στη συνέχεια παραλήφθηκαν από το Κατάστημα Αθηνών της Υπηρεσίας οι κάτωθι χάρτες έντυπης μορφής :

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΜΥΝΑΣ
ΠΟΛΕΜΙΚΟ ΝΑΥΤΙΚΟ
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΔΙΑΒΑΘΜΗΤΩΝ
ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΕΚΔΟΣΕΩΝ

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΗ - 2009
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ: 22/4/2009
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΣΤΑΤΙΚΟΥ: 34
ΑΥΞΩΝ ΑΡΙΘΜΟΣ : 87

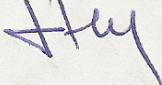
ΑΠΟΔΕΙΞΗ ΔΩΡΕΑΝ ΧΟΡΗΓΙΑΣ (ΕΚΤΑΚΤ.)

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **ΚΟΥΡΚΟΥΛΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ** παρέλαβα για την **ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ** από την ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΗ - 2009, τις πιο κάτω εκδόσεις και χάρτες ΔΧ 27/09

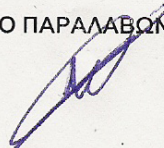
Α/Α	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1	NX0061	ΧΕΕ 21 (INT 3416) ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2002	1
2	NX0062	ΧΕΕ 22 (INT 3418) ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1986	1
3	NX0067	ΧΕΕ 31 (INT 3704) ΜΑΡΤΙΟΣ 1987	1
4	NX0235	ΧΕΕ 32 ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2006	1
5	NX0236	ΧΕΕ 33 ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2006	1
6	NX0198	ΧΕΕ 41 (INT 3702) ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2003	1
7	NX0237	ΧΕΕ 42 ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2006	1
8	NX0076	ΧΕΕ 43 (INT 3700) ΜΑΙΟΣ 1997	1
9	NX0077	ΧΕΕ 44 (INT 3714) ΜΑΡΤΙΟΣ 1995	1
10	NX0238	ΧΕΕ 45 ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2006	1
11	NX0081	ΧΕΕ 74 ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1978	1

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΗ - 2009

Ο ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ



Ο ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ



2.2.2 Κατάρτιση Λίστας “Αιολικά Αξιοποιήσιμων Βραχονησίδων”

Για κάθε έναν από τους 11 χάρτες ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:
Ξεκινώντας από την επάνω αριστερή γωνία του χάρτη (δηλαδή μέγιστο γεωγραφικό πλάτος και ελάχιστο γεωγραφικό μήκος του χάρτη) και ακολουθώντας μια πορεία ενδελεχούς παρατήρησης από τα αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς το κάτω, εντοπιζόταν η κάθε μία υποψήφια βραχονησίδα της λίστας. Η κάθε βραχονησίδα εξεταζόταν καταρχήν ως προς τα κριτήρια ένταξης στην λίστα όπως αυτά αναλύθηκαν πιο πάνω. Πιο συγκεκριμένα για κάθε βραχονησίδα εξεταζόταν:

A) Το Κριτήριο Ελάχιστης Έκτασης (βλ. § 2.1.1)

B) Το Κριτήριο Πληθυσμού (βλ. § 2.1.2)

Εφόσον επαληθεύονταν και τα δύο πιο πάνω κριτήρια, η βραχονησίδα εντασσόταν στην λίστα με αύξοντα αριθμό τον αριθμό παρατήρησης της. Κατά'αυτόν τον τρόπο ο αύξοντας αριθμός κάθε βραχονησίδας αποτελεί και τον τρόπο εύρεσης της μέσα στην λίστα, αποτελεί κατά κάποιον τρόπο την ταυτότητα της κάθε βραχονησίδας.

2.2.3 Μεθοδολογία Επαλήθευσης Κριτηρίων Επιλογής

- Το Κριτήριο Πληθυσμού επαληθευόταν με βάση:

α) τον χαρακτηρισμό που έφερε κάθε υποψήφια νησίδα πάνω στον χάρτη (π.χ. βραχονησίδα, νησίδα, νήσος, κ.α.)

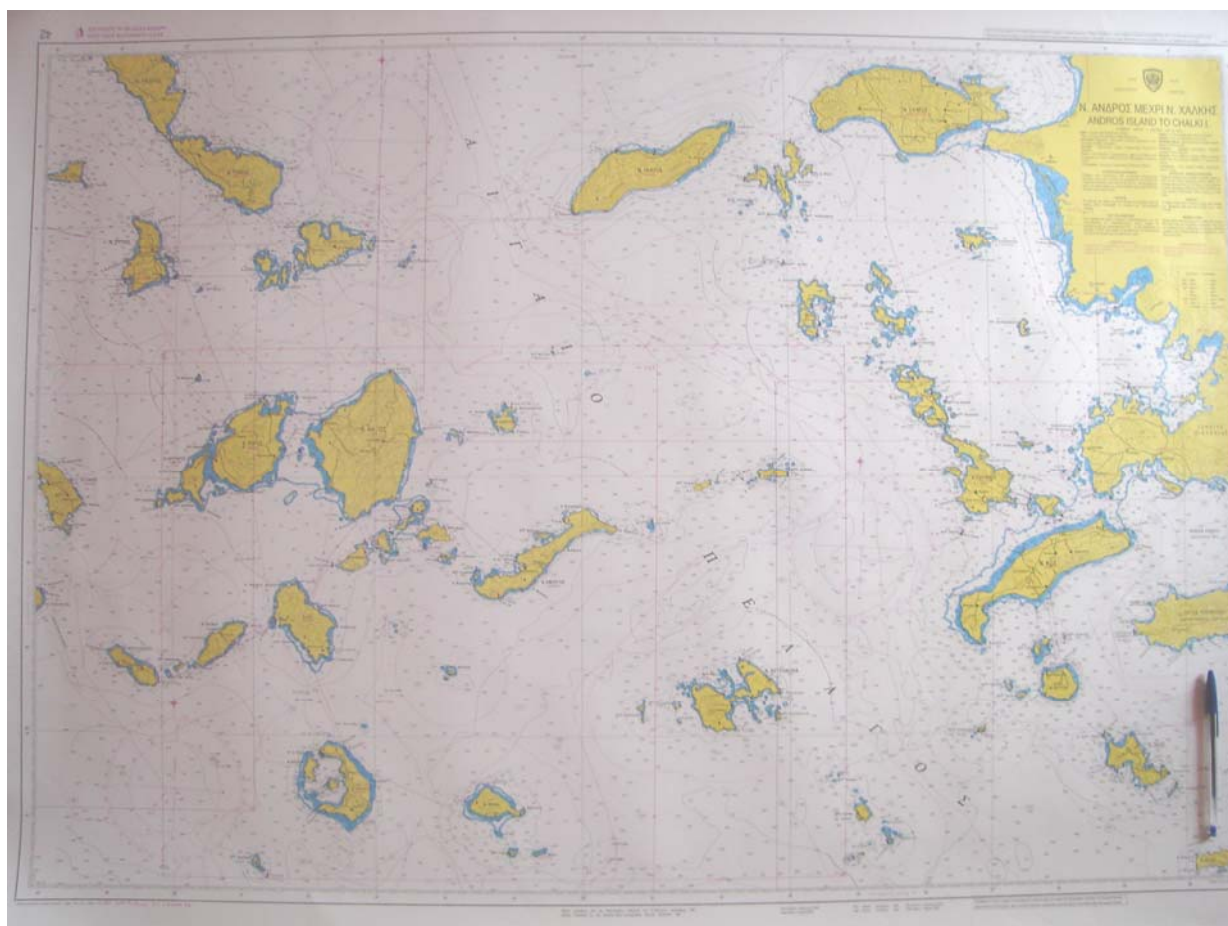
β) την αναφορά του πληθυσμού της με βάση την τελευταία **εθνική απογραφή του 2001**

γ) της πληροφορίες που αντλήθηκαν από το διαδίκτυο και κυρίως από την ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια Βικιπαίδεια (Wikipedia)

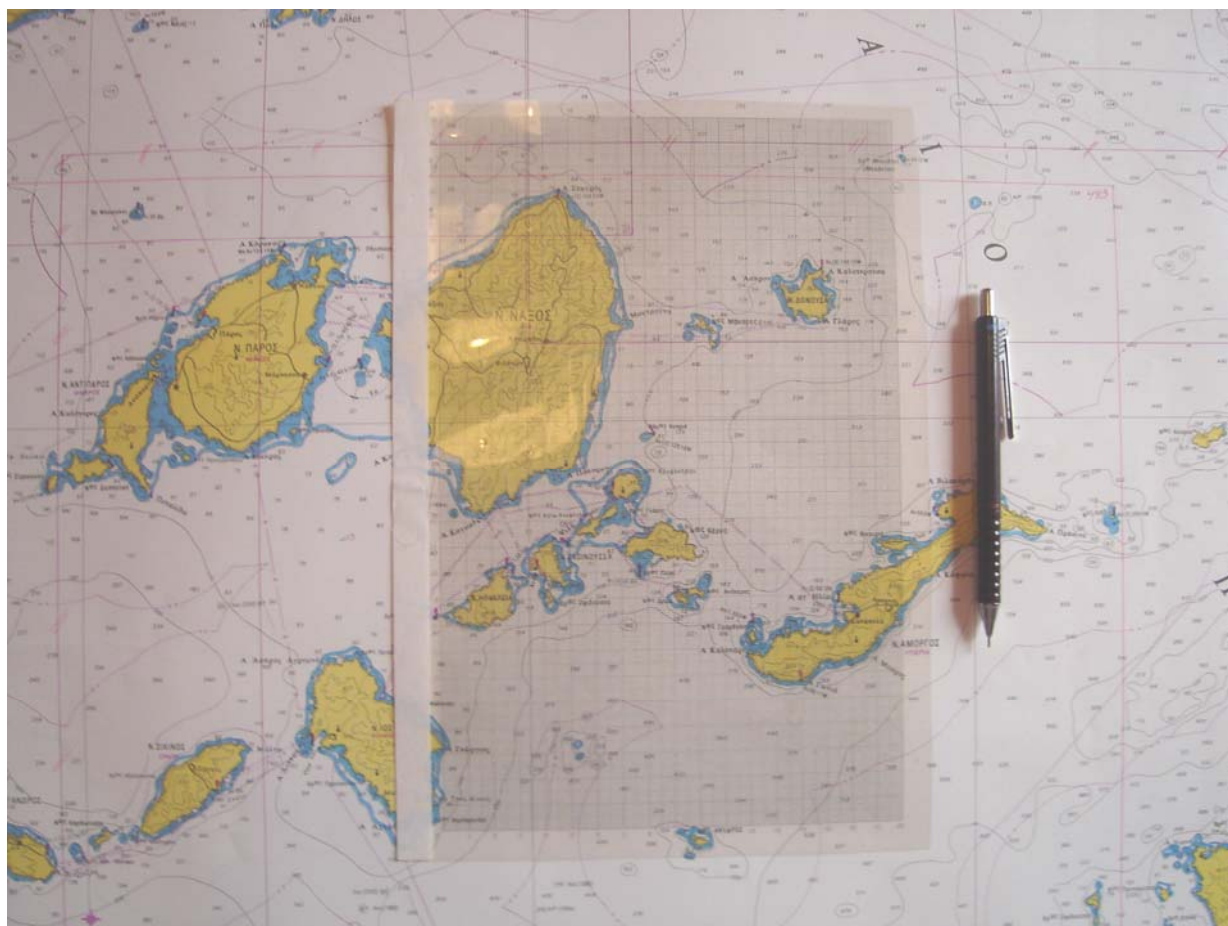
(http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%8D%CF%81%CE%B9%CE%B1_%CE%A3%CE%B5%CE%BB%CE%AF%CE%B4%CE%B1)

- Το Κριτήριο Ελάχιστης Έκτασης (500 στρέμματα) επαληθευόταν μέσω της ακόλουθης διαδικασίας υπολογισμού του εμβαδού της εκάστοτε βραχονησίδας.

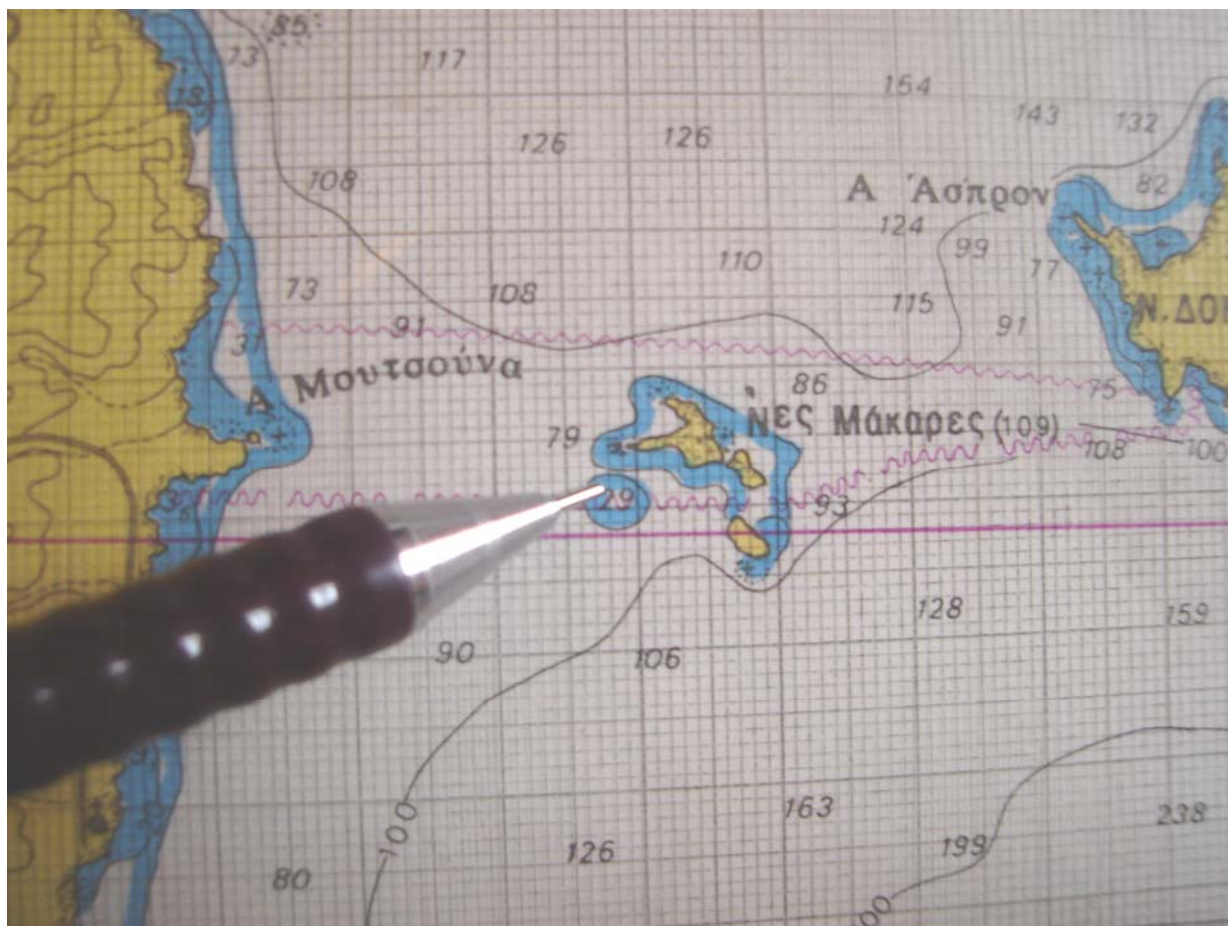
Ένα φύλο χαρτιού τύπου A4 βαθμονομημένο με κατακόρυφους και οριζόντιους άξονες ακρίβειας χιλιοστού του μέτρου (κοινώς μιλιμετρέ χαρτί) , φωτοτυπήθηκε πάνω σε μια διαφάνεια. Η μιλιμετρέ αυτή διαφάνεια έπαιρνε θέση πάνω από την εκάστοτε υποψήφια βραχονησίδα του χάρτη. Στη συνέχεια γινόταν μέτρηση των τετραγωνικών χιλιοστών της μιλιμετρέ διαφάνειας τα οποία αντιστοιχούσαν στην έκταση που καταλάμβανε η βραχονησίδα πάνω στον χάρτη. Κατόπιν, με βάση την κλίμακα του χάρτη, τα τετραγωνικά χιλιοστά που μετρήθηκαν μετατρέπονταν σε τετραγωνικά μέτρα (τετραγωνικά χιλιόμετρα, και στρέμματα), οπότε προέκυπτε και η έκταση-εμβαδόν της υποψήφιας βραχονησίδας. Το εμβαδόν αυτό συγκρινόταν με το όριο των 500 στρεμμάτων (όπως αυτό προσδιορίστηκε πιο πάνω) και έτσι κρινόταν η ένταξη ή η μη ένταξη της υποψήφιας βραχονησίδας στην λίστα των αιολικά αξιοποιήσιμων βραχονησίδων. Η πρωτότυπη αυτή διαδικασία παρουσιάζεται και στις εικόνες που ακολουθούν.



Σχήμα 2.1 Επαλήθευση Κριτηρίου Ελάχιστης Έκτασης (α)



Σχήμα 2.2 Επαλήθευση Κριτηρίου Ελάχιστης Έκτασης (β)



Σχήμα 2.3 Επαλήθευση Κριτηρίου Ελάχιστης Έκτασης (γ)

2.3 Επιπρόσθετα Στοιχεία Βραχονησίδων

Πέρα από την έκταση και τον πληθυσμό, για τις βραχονησίδες της λίστας παρέχονται και τα ακόλουθα στοιχεία:

➡ Γεωγραφικές Συντεταγμένες

Με την βοήθεια του γνωστού προγράμματος ηλεκτρονικής γεωγραφικής περιήγησης Google Earth, αφού αρχικά εντοπίστηκαν οι βραχονησίδες στους έντυπους χάρτες της Υδρογραφικής Υπηρεσίας, προσδιορίστηκαν και καταγράφηκαν στην λίστα το γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος κάθε βραχονησίδα. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται εύκολα και γρήγορα ο ακριβής εντοπισμός τους σε οποιονδήποτε χάρτη ο οποίος

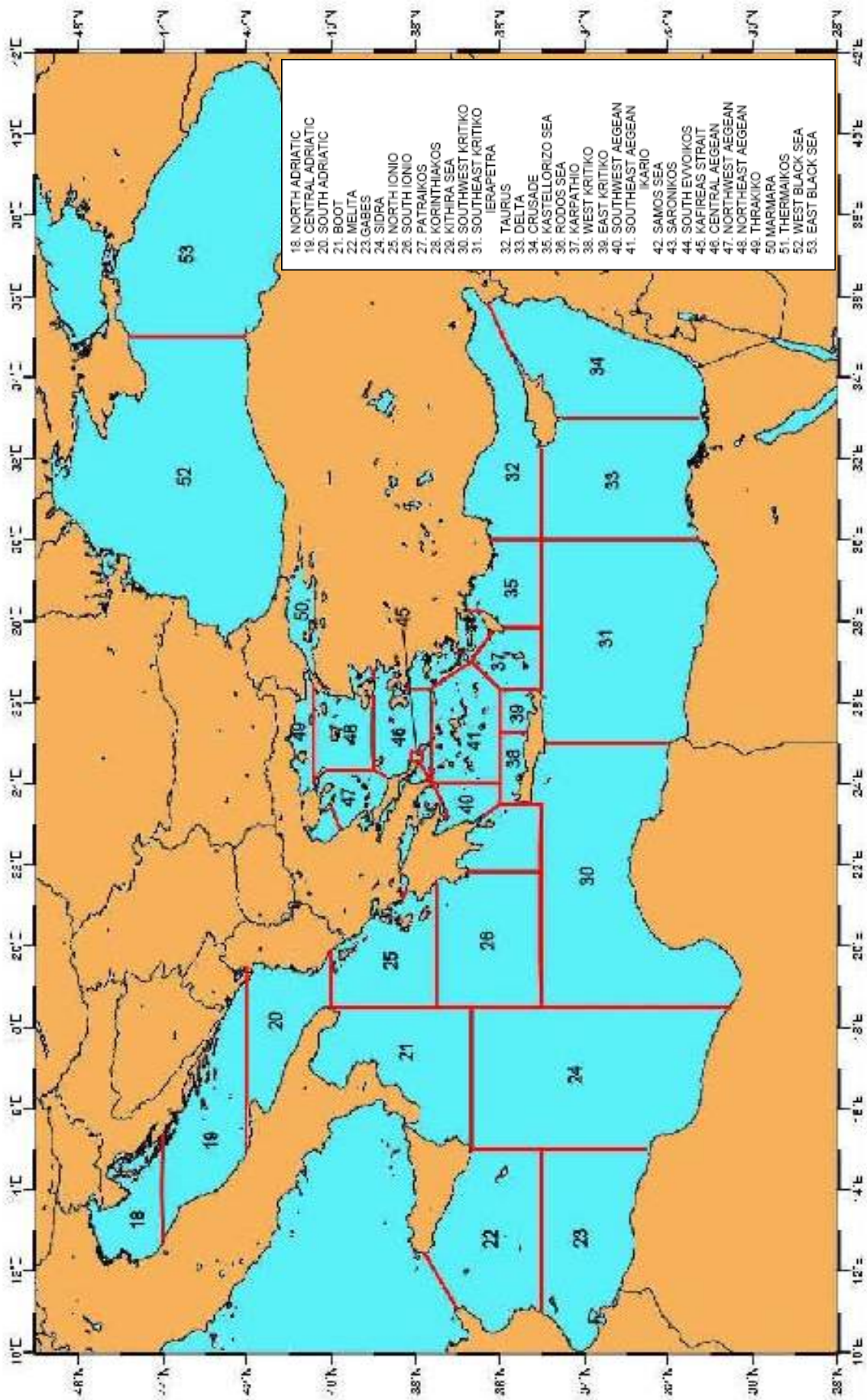
είναι κατάλληλης κλίμακας ώστε να τις αποτυπώνει και φυσικά διαθέτει γεωγραφικές συντεταγμένες.

➡ Μέγιστο Υψόμετρο

Μέσω, και πάλι, του Google Earth και της επιλογής προβολής γεωγραφικού ανάγλυφου που το πρόγραμμα διαθέτει, έγινε μια προσέγγιση του μέγιστου υψομέτρου κάθε βραχονησίδας.

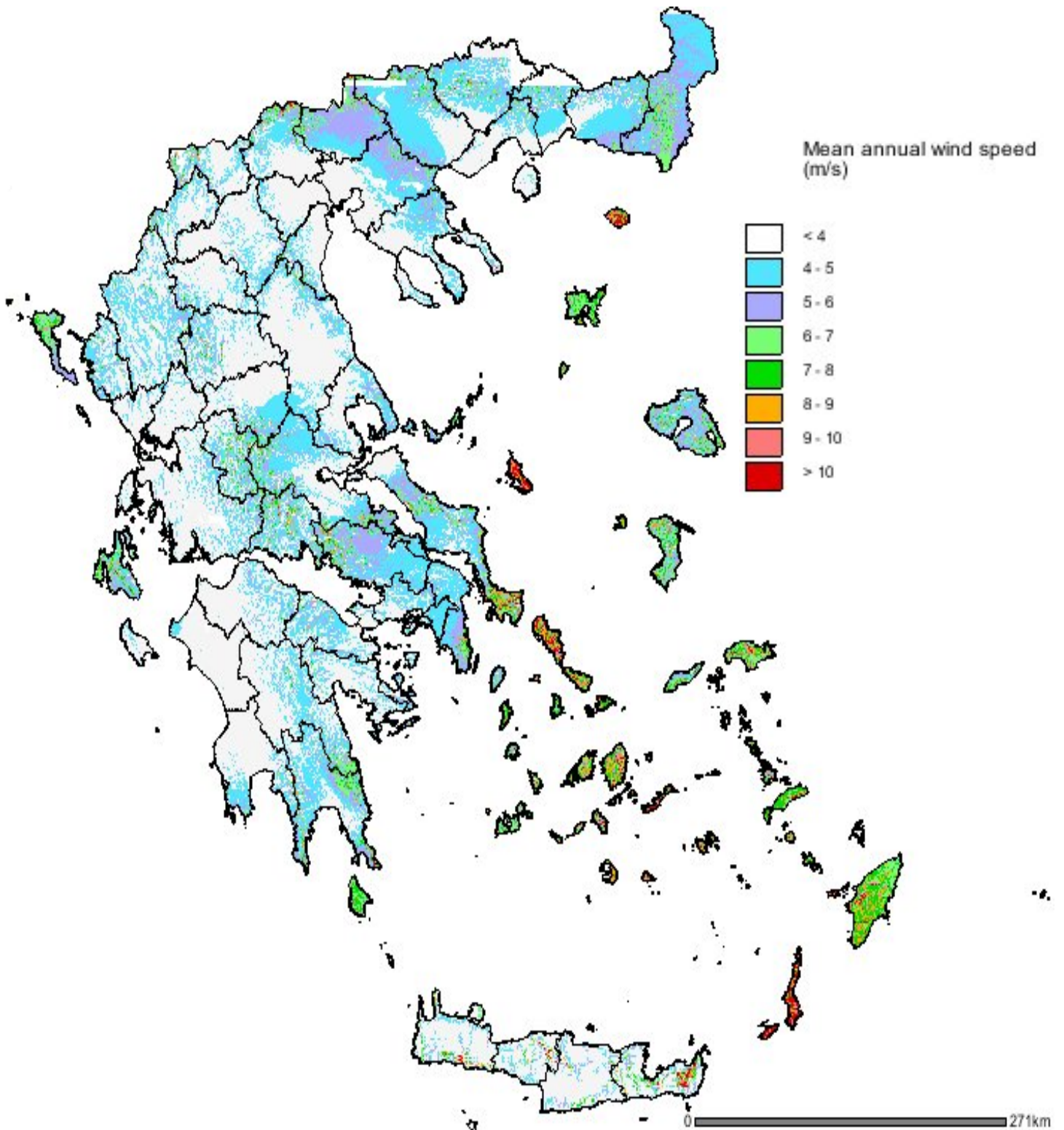
➡ Θαλάσσια Περιοχή

Η κατάταξη κάθε βραχονησίδας στην θαλάσσια περιοχή που ανήκει έγινε μέσω των χαρτών της Υδρογραφικής Υπηρεσίας, αλλά και χαρτών οριοθέτησης των θαλάσσιων περιοχών της Ελλάδας όπως οι χάρτες των σχημάτων που ακολουθούν. Η κατάταξη αυτή έγινε με σκοπό την ευκολία εντοπισμού των βραχονησίδων μέσω ενός ευρύτερου γεωγραφικού προσδιορισμού, όπως είναι η θαλάσσια περιοχή.



Σχήμα 2.5 Περιοχές Προγνώσεων Καιρού για την Ναυτιλία (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

➔ **Αιολικό Δυναμικό**



Σχήμα 2.6 Χάρτης Αιολικού Δυναμικού της Ελλάδας (Πηγή: ΚΑΠΕ)

Το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό των βραχονησίδων καταχωρήθηκε με βάση τον διαδραστικό¹ ηλεκτρονικό χάρτη εκτίμησης αιολικού δυναμικού που παρέχει το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) (<http://aims.cres.gr/grwind150/viewer.htm>) και κατά προσέγγιση για τις περιοχές των βραχονησίδων που δεν αποτυπώνονται στον χάρτη αυτόν (δανεισμός αιολικών δεδομένων από “κοντινές” περιοχές που αποτυπώνονται στον χάρτη). Το αιολικό δυναμικό κάθε βραχονησίδας καταγράφεται στην λίστα των αιολικά αξιοποιήσιμων βραχονησίδων, στην αντίστοιχη στήλη που φέρει τον τίτλο **Μέση Ετήσια Ταχύτητα Ανέμου**. Μια προεπισκόπηση του δυναμικού ηλεκτρονικού χάρτη που χρησιμοποιήθηκε για την άντληση αιολικών δεδομένων φαίνεται στο Σχήμα 2.6 που προηγήθηκε.

➡ Λοιπά Στοιχεία / Σχόλια

Για κάθε βραχονησίδα της λίστας αναγράφονται συμπληρωματικές πληροφορίες όπως η ένταξη της βραχονησίδας σε προστατευόμενη περιοχή (πχ περιοχή του δικτύου NATURA), η ύπαρξη αρχαιολογικού χώρου, ο πληθυσμός κ.α.

Στο πεδίο αυτό στον λίστας γίνονται σχόλια και αναφορές σχετικά με την λεπτομερή γεωγραφική θέση (με σημείο αναφοράς για παράδειγμα κάποιο μεγάλο νησί), την ακριβή περιγραφή επιλογής εκτάσεων σε περιπτώσεις συστάδας βραχονησίδων κ.α.

¹ Με τον όρο διαδραστικός χάρτης εννοείται χάρτης ο οποίος χρήζει περαιτέρω επεξεργασίας μέσω ειδικών επιλογών επεξεργασίας, όπως για παράδειγμα δυναμική εστίαση, ειδικά “κουμπιά” εντολών και γενικότερα δυνατότητα ανταλλαγής δεδομένων με τον χρήστη

2.4 Περιορισμοί Αξιοποίησης Βραχονησίδων

Η αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού μέσω στον εγκατάστασης αιολικών πάρκων στον νησίδες που καταγράφηκαν στην τελική λίστα αιολικά αξιοποιήσιμων βραχονησίδων, συναντά κάποιους επιπλέον περιορισμούς. Οι περιορισμοί αυτοί ενδεχομένως να μην καθιστούν απαγορευτική την εγκατάσταση Ανεμογεννητριών, αποτελούν ωστόσο ανασταλτικούς παράγοντες αξιοποίησης των επιλεγμένων περιοχών. Ακολούθως, αναφέρονται ενδεικτικά οι κυριότεροι περιοριστικοί παράγοντες, καθώς κατά την μετάβαση από την εκτίμηση στην τεχνική εφαρμογή είναι πιθανό να εμφανιστούν και άλλοι αστάθμητοι περιορισμοί. Πιο αναλυτικά παρουσιάζονται οι εξής περιπτώσεις:

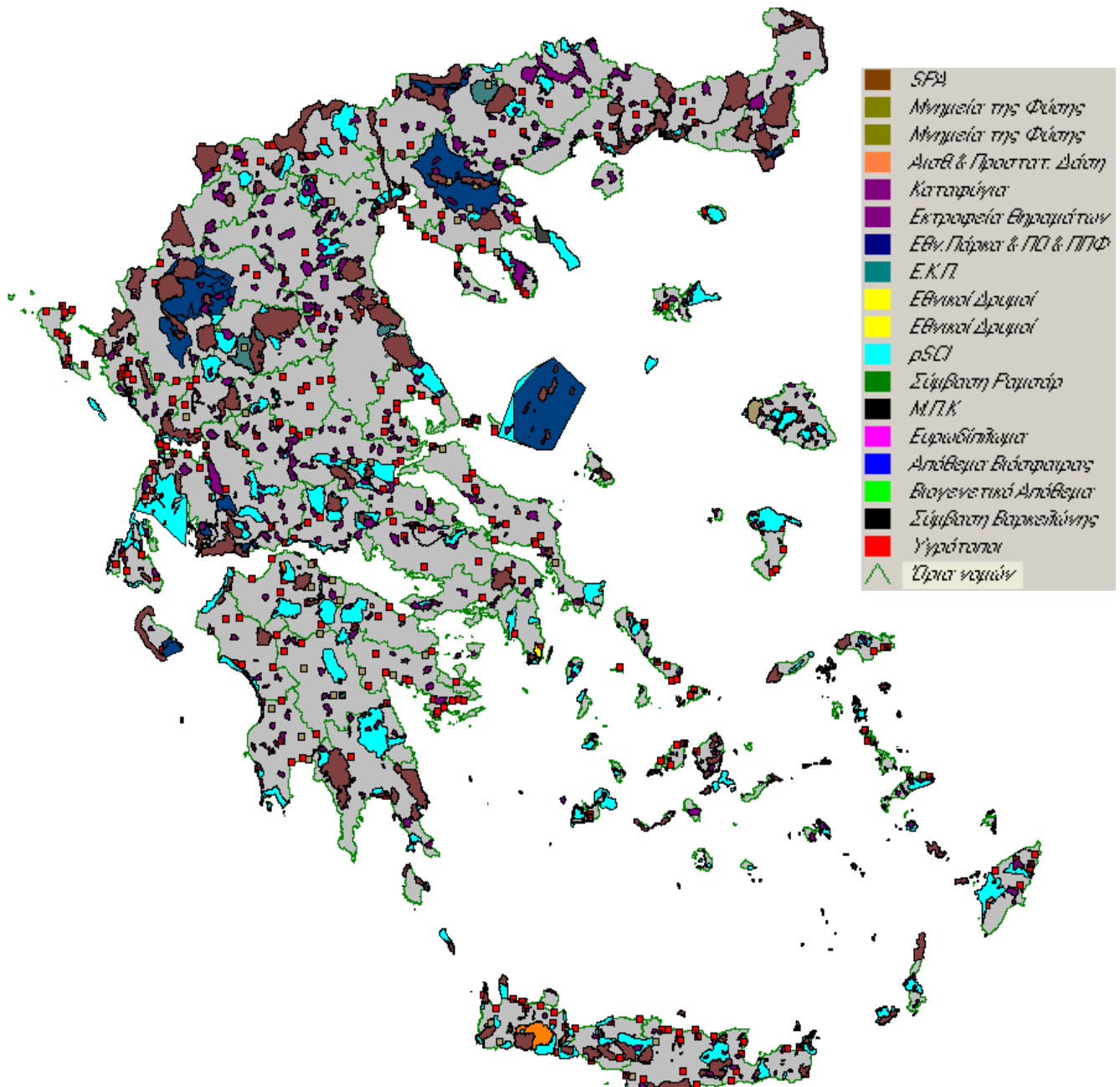
● Σημαντικές Περιοχές για την Προστασία της Φύσης

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν περιοχές οι οποίες προστατεύονται είτε από εθνικές είτε από διεθνείς συνθήκες. Στις συνθήκες αυτές, πέρα από την περιγραφή και τους λόγους “προστασίας” αυτών των περιοχών, αναγράφονται αναλυτικά και οι περιορισμοί που ισχύουν για τις προστατευόμενες εκτάσεις. Περιορισμοί όπως η απαγόρευση/περιορισμός οικοδομικής δραστηριότητας, εμπορικής δραστηριότητας, επιχειρηματικής δραστηριότητας, προσέγγισης, αλιείας κ.α.

Οι περιοχές αυτές χωρίζονται σε πολλές κατηγορίες και αφορούν μεγάλο ποσοστό της εθνικής έκτασης. Ειδικά σε θαλάσσιες περιοχές όπως είναι και οι περιοχές που εξετάζονται στην παρούσα εργασία παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον η γνώση των προστατευόμενων χερσαίων ή θαλάσσιων εκτάσεων, καθώς όπως θα φανεί και στον ακόλουθες εικόνες, είναι αρκετές οι περιπτώσεις όπου οι εξεταζόμενες βραχονησίδες ανήκουν σε ευρύτερες προστατευόμενες περιοχές.

Πληροφορίες αυτού του τύπου πέρα από το παρόν εδάφιο, υπάρχουν και στην τελική λίστα βραχονησίδων, και πιο συγκεκριμένα στο πεδίο της λίστας με όνομα: **Λοιπά Στοιχεία/Σχόλια**(βλ.§2.3).

Στον χάρτη του Σχήματος 2.7 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι Σημαντικές Περιοχές για την Προστασία της Φύσης που υπάρχουν στην Ελλάδα. Ο (ηλεκτρονικός) χάρτης αυτός είναι διαδραστικός και παρέχεται δωρεάν από το Εθνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ, http://www.ekby.gr/ekby/el/EKBY_PP_el.html)



Σχήμα 2.7 Εθνικός Χάρτης Σημαντικών Περιοχών για την Προστασία της Φύσης

Μια σημαντική κατηγορία προστατευόμενων περιοχών η οποία δεν αποτυπώνεται σε ικανοποιητικό βαθμό (βλ. ένδειξη ρSCI) στον χάρτη που προηγήθηκε είναι οι περιοχές που Εντάσσονται στο **Ευρωπαϊκού δίκτυο NATURA 2000**.

Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζονται οι περιοχές αυτές που εντάσσονται στον Ελλαδικό χώρο, όπως αποτυπώνονται στον ηλεκτρονικό/διαδραστικό χάρτη

της επίσημης ιστοσελίδας του δικτύου NATURA 2000
(<http://natura2000.eea.europa.eu>)



Σχήμα 2.8 Χάρτης Ελληνικών Περιοχών που εντάσσονται στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο NATURA 2000

Στρατιωτικές Ζώνες

Ο Ελληνικός Στρατός δεσμεύει μεγάλες εκτάσεις της Ελληνικής επικράτειας για την πραγματοποίηση στρατιωτικών ασκήσεων εδάφους, αέρος και θαλάσσης. Οι περιοχές αυτές δεσμεύονται για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους οι οποίες ανακοινώνονται από τον στρατό της Ελλάδος (Γενικό Επιτελείο Στρατού). Οποιαδήποτε δραστηριότητα σε αυτές τις περιοχές κατά την περίοδο δέσμευσης τους από τις ένοπλες δυνάμεις κρίνεται από δύσκολη ως αδύνατη.

Στον χάρτη που ακολουθεί παρουσιάζονται οι περιοχές που προαναφέρθηκαν.

Οι περιοχές ενδιαφέροντος από άποψη δέσμευσης είναι αυτές που στον ακόλουθο χάρτη περικλείονται εντός των μπλε γραμμών μεγάλου πάχους. Για περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με τις επιτρεπόμενες δραστηριότητες εντός αυτών των περιοχών, ο ενδιαφερόμενος πρέπει να απευθυνθεί στο ΓΕΣ (Γενικό Επιτελείο Στρατού). Ο Χάρτης Επισυνάπτεται σε καλύτερη ανάλυση στο τέλος της εργασίας σε έντυπη Μορφή.



Σχήμα 2.9 Δεσμευμένες Περιοχές από τον Ελληνικό Στρατό
Πηγή: (Γ.Ε.Σ)

● Αρχαιολογικοί Χώροι

Στην Ελλάδα, μία από τις πιο πλούσιες σε πολιτιστική κληρονομιά χώρες του κόσμου είναι απολύτως λογική και αναμενόμενη η ύπαρξη ενός τεράστιου όγκου αρχαιολογικών χώρων και μνημείων πολιτισμού. Οι περιοχές αυτές χωρίζονται σε πολλές κατηγορίες και τύπους κήρυξης όπως:

- Αρχαιολογικός χώρος
- Ενάλιος Αρχαιολογικός Χώρος
- Αρχαίο Μνημείο
- Ιστορικός Τόπος
- Νεώτερο Μνημείο
- κ.α.

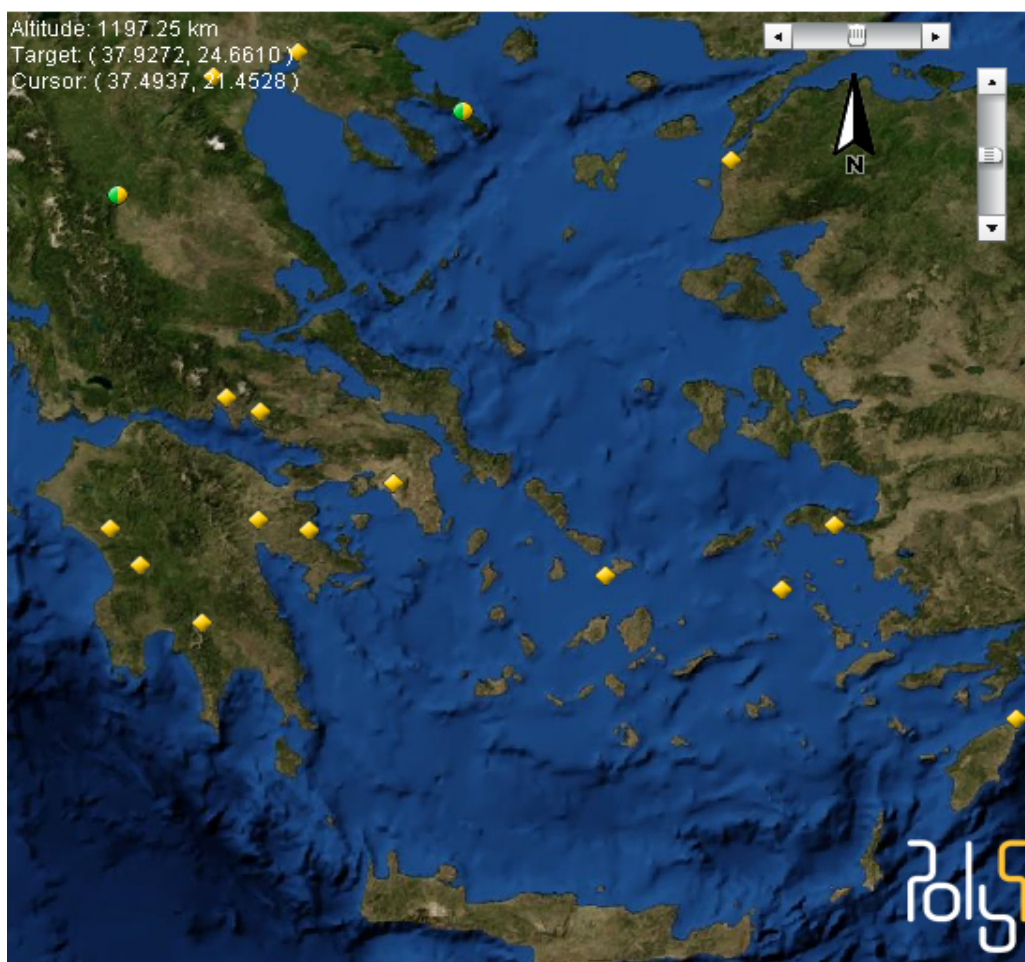
Αρκετοί τόποι πολιτισμικού ενδιαφέροντος βρίσκονται και σε βραχονησίδες του Ελλαδικού χώρου λειτουργώντας έτσι τουλάχιστον ανασταλτικά (αν όχι απαγορευτικά) στην πιθανή εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού των νησίδων αυτών.

Όλοι αυτοί οι τόποι καταγράφονται με λεπτομέρεια στον ΔΙΑΡΚΗ ΚΑΤΑΛΟΓΟ ΤΩΝ ΚΗΡΥΓΜΕΝΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΚΑΙ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ, ο οποίος παρέχεται σε ηλεκτρονική μορφή από το Υπουργείο Πολιτισμού και Τουρισμού – Διεύθυνση Εθνικού Αρχείου Μνημείων στην επίσημη ηλεκτρονική διεύθυνση <http://listedmonuments.culture.gr/>



Επιπροσθέτως, στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται ένας ακόμη ενδιαφέρον χάρτης ,στον οποίο αποτυπώνονται οι περιοχές της Ελλάδας που είναι ανακηρυγμένες ως **Μνημεία Παγκόσμιας Κληρονομιάς** από τον **Εκπαιδευτικό, Επιστημονικό και Πολιτιστικό Οργανισμό των Ηνωμένων Εθνών (UNESCO - United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization)**.

Η UNESCO είναι ο Οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών για την Εκπαίδευση, την Επιστήμη και τον Πολιτισμό. Ιδρύθηκε στις 16 Νοεμβρίου 1945 και από τότε προσφέρει τις εξειδικευμένες υπηρεσίες του στους τομείς αυτούς σε όλο τον πλανήτη. Η Εκπαίδευση, οι Κοινωνικές και οι Φυσικές Επιστήμες, ο Πολιτισμός και η Επικοινωνία είναι τα μέσα με τα οποία υπηρετεί τις πανανθρώπινες αξίες, με στόχο την ευημερία του ανθρώπου σε ένα ειρηνικό κόσμο. (Πηγή: Ελληνική Εθνική Επιτροπή UNESCO, <http://www.unesco-hellas.gr/gr/default.htm>)



Σχήμα 2.6 Χάρτης Ελληνικών περιοχών κηρυγμένων ως Μνημεία Παγκόσμιας Κληρονομιάς (UNESCO)

Ο πιο πάνω χάρτης είναι διαδραστικός και η χρήση του παρέχεται δωρεάν από την UNESCO μέσω της επίσημης ιστοσελίδας της στην ηλεκτρονική διεύθυνση : <http://whc.unesco.org/en/254/>

Στοιχεία για αρχαιολογικούς χώρους και μνημεία πολιτισμού, πέρα από το παρόν εδάφιο, παρέχονται και στο πεδίο: **Λοιπά Στοιχεία/Σχόλια** (βλ §2.3.) της λίστας των αιολικά αξιοποιήσιμων βραχονησίδων.

● **Ιδιοκτησιακό Καθεστώς**

Ένα επιπλέον πιθανό εμπόδιο αιολικής αξιοποίησης των βραχονησίδων αποτελεί το ιδιοκτησιακό καθεστώς υπό το οποίο τελούν μερικές από αυτές. Πέρα από την πλειοψηφία των βραχονησίδων οι οποίες αποτελούν ελεύθερες εκτάσεις εθνικής ιδιοκτησίας, υπάρχει και ένα ποσοστό βραχονησίδων οι οποίες “ανήκουν” είτε σε ιδιώτες (π.χ. μεγάλο-εφοπλιστές) είτε σε φορείς όπως η Εκκλησία της Ελλάδος. Το ιδιοκτησιακό καθεστώς λοιπόν μπορεί να αποτελέσει έναν ακόμη ανασταλτικό παράγοντα στην προσπάθεια αξιοποίησης του αιολικού δυναμικού ορισμένων βραχονησίδων.

Ιδιοκτησιακά στοιχεία, όπου εντοπίστηκαν, αναφέρονται και στο πεδίο: **Λοιπά Στοιχεία/Σχόλια** της λίστας των αιολικά αξιοποιήσιμων βραχονησίδων. (βλ §2.3.)

● **Βραχονησίδες σε Πολύ Μεγάλη Απόσταση από Ζήτηση Φορτίου**

Ένας αποτρεπτικός παράγοντας, τέλος, εγκατάστασης Ανεμογεννητριών σε μια βραχονησίδα με αξιόλογη έκταση/αιολικό δυναμικό αποτελεί η απομόνωση της σε σχέση με περιοχές ζήτησης φορτίου. Αν για παράδειγμα μια “απομονωμένη” βραχονησίδα του Αιγαίου βρίσκεται σε προφανή τεράστια απόσταση (π.χ. τάξεως >100km) από την κοντινότερη ζήτηση φορτίου (έστω ένα μεγάλο νησί) τότε η βραχονησίδα αυτή παρά της ευνοϊκής της συνθήκης (μεγάλη έκταση/πλούσιο αιολικό δυναμικό) είναι πολύ δύσκολο να αξιοποιηθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

3.1 Γεωγραφική Αποτύπωση των Βραχονησίδων (Συμβολισμός)

Μέσω ενός εθνικού χάρτη της Υδρογραφικής Υπηρεσίας Πολεμικού Ναυτικού(σε ηλεκτρονική μορφή) ο οποίος έφερε πλέγμα γεωγραφικών συντεταγμένων και με κατάλληλη επεξεργασία του από το σχεδιαστικό πρόγραμμα AUTOCAD, προέκυψε ο χάρτης που παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 3.1). Στον χάρτη αυτόν αποτυπώνονται όλες οι βραχονησίδες της λίστας που προέκυψε, δίνοντας έτσι μια εποπτική εικόνα της ακριβούς γεωγραφικής τους θέσης. Η αποτύπωση των γεωγραφικών στιγμάτων έγινε με βάση τις γεωγραφικές συντεταγμένες της κάθε βραχονησίδας. Οι συντεταγμένες αυτές αντλήθηκαν από τις αντίστοιχες στήλες/πεδία της τελικής λίστας(αιολικά αξιοποιήσιμων βραχονησίδων) με τίτλο **Γεωγραφικό Μήκος** και **Γεωγραφικό Πλάτος**. Στον χάρτη που προέκυψε η κάθε βραχονησίδα αποτυπώνεται με μία κουκίδα, την οποία συνοδεύουν τρεις αριθμοί. Δηλαδή για κάθε βραχονησίδα υπάρχει ο ακόλουθος συμβολισμός:

$$\bullet \alpha/\beta-\gamma$$

Όπου: \bullet = το γεωγραφικό στίγμα κάθε βραχονησίδας

α = ο αύξον αριθμός της βραχονησίδας

β = το κάτω όριο πιθανής εγκατεστημένης ισχύος (σε MW)*

γ = το άνω όριο πιθανής εγκατεστημένης ισχύος (σε MW) *

Τα β , γ προέκυψαν από την συσχέτιση έκτασης – εγκατεστημένης ισχύος (βλ. §2.1.1)

Ακολουθεί ο χάρτης με τις βραχονησίδες

(Τα διάφορα χρώματα απλά διαχωρίζουν τις γειτονικές μεταξύ τους γεωγραφικές περιοχές)

3.2 Κατηγορίες Βραχονησίδων

Οι βραχονησίδες που προέκυψαν μπορούν να διαχωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες με βάση την σχετική τους θέση ως προς της περιοχές ζήτησης φορτίου. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι ακόλουθες :

❖ 1^η Κατηγορία:

Συστάδα βραχονησίδων μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος (της τάξης των εκατοντάδων MW).

Πρόκειται ουσιαστικά για προτάσεις σύστασης μεγάλων αιολικών πάρκων. Επεξηγώντας, πρόκειται για συγκέντρωση εγκατεστημένης ισχύος ικανής να υπερκαλύψει το κόστος καλωδιακής διασύνδεσης μεταξύ των βραχονησίδων κάνοντας έτσι ένα τέτοια εγχείρημα να φαντάζει οικονομικά βιώσιμο. (η οικονομική εκτίμηση των προτάσεων που κατατίθενται εξετάζεται στην συνέχεια). Εξυπακούεται πως η συγκέντρωση τόσο μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος μπορεί να αξιοποιηθεί/απορροφηθεί μόνο από το ΕΔΣΜ. Με γνώμονα την τελευταία παρατήρηση, οι προτεινόμενες τοπολογίες διασύνδεσης (παρουσιάζονται αναλυτικά στην συνέχεια) με το δίκτυο των εν λόγω συστάδων απευθύνονται μόνο σε ΚΥΤ έτσι ώστε να καθίσταται εφικτή η απομάστευση της μεγάλης παραγόμενης ενέργειας.

❖ 2^η Κατηγορία:

α) Βραχονησίδες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση (απόσταση περίπου 20 km) από το ΕΔΣΜ (και δη σε κοντινή απόσταση από ΚΥΤ , Υ/Σ και γενικά ΣΠ).

β) Βραχονησίδες που βρίσκονται πλησίον της Κρήτης.

Το νησί της Κρήτης δεν είναι διασυνδεδεμένο με το ΕΔΣΜ. Ωστόσο, το μέγεθος του νησιού, η αυξημένη ζήτηση φορτίου και κατ'επέκταση η αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού των πλησίον βραχονησίδων σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μη διασυνδεδεμένα ελληνικά νησιά καθιστά τις βραχονησίδες που βρίσκονται πέριξ του νησιού εφάμιλλες με αυτές της κατηγορίας 2α.

❖ **3^η Κατηγορία:**

α) Βραχονησίδες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από νησιά που είναι διασυνδεδεμένα με το ΕΔΣΜ. (τα διασυνδεδεμένα νησιά φαίνονται στον χάρτη του ΕΔΣΜ που ακολουθεί).

β) Βραχονησίδες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από νησιά που σχεδιάζεται να συνδεθούν με το ΕΔΣΜ. (ακολουθεί περαιτέρω ανάλυση)

❖ **4^η Κατηγορία:**

Βραχονησίδες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από νησιά που δεν σχεδιάζεται να διασυνδεθούν με το ΕΔΣΜ στο προσεχές μέλλον. (Εκτιμώμενος ορίζοντας μερικών δεκαετιών, ακολουθεί περαιτέρω ανάλυση).

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2/2010



Σχήμα 3.2 Ελληνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας

3.2.1 Λόγοι Διαχωρισμού 3^{ης} και 4^{ης} Κατηγορίας

Η λογική διαχωρισμού μεταξύ 3^{ης} και 4^{ης} κατηγορίας, δηλαδή μεταξύ των βραχονησίδων που βρίσκονται κοντά σε διασυνδεδεμένα νησιά¹ και των βραχονησίδων που βρίσκονται κοντά σε μη-διασυνδεδεμένα νησιά είναι η ακόλουθη. Η διασύνδεση ενός νησιού με το Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα Μεταφοράς αίρει τους τεχνικούς περιορισμούς (ακολουθεί περεταίρω ανάλυση) εκτεταμένης διείσδυσης αιολικής ενέργειας σε αυτόνομα δίκτυα, όπως είναι αυτά των μη-διασυνδεδεμένων νησιών. Η άρση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι μέσω της διασύνδεσης ενός νησιού με το ΕΔΣΜ η (αιολική) ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί από τις βραχονησίδες πλησίον του νησιού δεν περιορίζεται μόνο στις ενεργειακές ανάγκες του νησιού, αλλά είναι τεχνολογικά εφικτό (και ενδεδειγμένο) σε περίπτωση πλεονάσματος παραγόμενης ενέργειας, αυτή να διοχετεύεται στο διασυνδεδεμένο σύστημα. Για της βραχονησίδες λοιπόν που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από διασυνδεδεμένα νησιά (ή νησιά που σχεδιάζεται να διασυνδεθούν. (βλ. §3.2.5) το οικονομοτεχνικά εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό “εκτινάσσεται”, σε αντίθεση με εκείνο των μη-διασυνδεδεμένων νησιών, το οποίο περιορίζεται τόσο από τις λιγιστές ενεργειακές ανάγκες των (μη-διασυνδεδεμένων) νησιών όσο και από τις χαμηλές τεχνικές προδιαγραφές του ηλεκτρικού τους δικτύου.

3.2.2 Τεχνικοί Περιορισμοί Εκτεταμένης Διείσδυσης Αιολικής Ενέργειας σε Αυτόνομα (Νησιωτικά) Δίκτυα

Η μέγιστη αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού των βραχονησίδων που εξετάστηκαν συναντά τεχνικές δυσκολίες κυρίως στην περίπτωση που η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια προορίζεται για την τροφοδότηση μη διασυνδεδεμένων (με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό σύστημα) νησιών. Οι δυσκολίες αυτές έγκεινται:

α) Στην μειωμένη ζήτηση φορτίου λόγω των χαμηλών ενεργειακών αναγκών του νησιού, και

¹ Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και οι βραχονησίδες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από νησιά που σχεδιάζεται να διασυνδεθούν

β) Στην αδυναμία απορρόφησης/διακίνησης της παραγόμενης αιολικής ενέργειας εξαιτίας

i) Των χαμηλών τεχνικών προδιαγραφών των δικτύων μεταφοράς των αυτόνομων νησιών, και

ii) Της ιδιαιτερότητας της αιολικής ενέργειας. (στοχαστικότητα)

Πιο αναλυτικά, λόγω της παραγωγής ενέργειας ενός αιολικού πάρκου από τον άνεμο, η ισχύς που παρέχεται από αυτό μεταβάλλεται στοχαστικά. Εξαιτίας της στοχαστικότητας αυτής της αιολικής ενέργειας τίθεται όριο για την στιγμιαία διείσδυση αιολικής ισχύος (και κατ'επέκταση όριο για την εγκατεστημένη ισχύ). Οι διακυμάνσεις της παραγόμενης ισχύος από τους αιολικούς σταθμούς μπορεί να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην διατήρηση της συχνότητας εντός των επιτρεπόμενων ορίων ή ακόμα και στην ευστάθεια των ευαίσθητων νησιωτικών συστημάτων. Ειδικά για τα μη διασυνδεδεμένα νησιά σοβαρά προβληματική είναι και η συνεργασία Α/Γ σταθερών στροφών με τους πετρελαϊκούς κινητήρες των αυτόνομων σταθμών, με επιπτώσεις και στην ποιότητα παρεχόμενης ισχύος. Επιπλέον, η στοχαστικότητα του ανέμου και η ευαισθησία των Α/Γ στις διακυμάνσεις των ηλεκτρικών μεγεθών του δικτύου προσθέτουν και μία παραπάνω αβεβαιότητα όσον αφορά στην ασφάλεια της συνεχούς παροχής ενέργειας, καθώς μία ξαφνική απώλεια της αιολικής ισχύος και ενώ το σύστημα αντιμετωπίζει συνθήκες υψηλής ζήτησης είναι ένας κύριος λόγος γενικής διακοπής (black-out). Το όριο διείσδυσης της αιολικής ισχύος μπορεί να κυμανθεί ανά νησί ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες των συνθηκών λειτουργίας του συστήματος, τόσο από πλευράς συμβατικών μονάδων (π.χ. ικανότητα ρύθμισης), όσο και από πλευράς αιολικών σταθμών (αριθμός, μέγεθος και είδος των ανεμογεννητριών, διασπορά των ανεμογεννητριών στο νησί κλπ.). Εμπειρικά το όριο στιγμιαίας διείσδυσης είναι περίπου στο 40-50% του φορτίου. Το όριο αυτό, όπως είναι λογικό, θέτει όρια και στην επιτρεπόμενη εγκατεστημένη (αιολική) ισχύ. Οποσδήποτε, για τον προσδιορισμό του ορίου στιγμιαίας αιολικής διείσδυσης είναι ιδιαίτερα χρήσιμη η πραγματοποίηση μετρήσεων από τις οποίες και μόνο μπορούν να διαπιστωθούν τα ακριβή όρια ανά νησί. Για τον καθορισμό των ορίων αυτών υπεύθυνος είναι ο Διαχειριστής του Συστήματος ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε. και ο διαχειριστής των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών του Δικτύου ΔΕΗ Α.Ε..

Αναφορικά με τα ποσοστά διείσδυσης σε πολλά μη διασυνδεδεμένα νησιά παρουσιάζεται ήδη κορεσμός. [5]

3.2.3 Σύνδεση του ΕΔΣΜ με Αυτόνομα Νησιωτικά Συστήματα

Η προοπτική της διασύνδεσης των αυτόνομων ηλεκτρικών συστημάτων των νησιών με το Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, όπου αυτό είναι εφικτό και τεχνικοοικονομικά ενδεικνυόμενο, αποτέλεσε πάγια πρακτική από τις αρχές της δεκαετίας του '60, ώστε να μειωθεί κατά το δυνατό ή να αποφευχθεί η λειτουργία των πετρελαϊκών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής που τροφοδοτούν τα νησιά. Σήμερα έχουν συνδεθεί με το Σύστημα υπό Υ.Τ. όλα τα Ιόνια νησιά. Όσον αφορά τα νησιά του Αιγαίου μόνο η Άνδρος έχει συνδεθεί υπό Υ.Τ, ενώ υπό Μ.Τ. έχουν συνδεθεί αρκετά νησιά πλησίον των ακτών (Σποράδες, Θάσος, Σαμοθράκη, Κύθηρα κ.α.). Επίσης, αρκετά νησιά του Αιγαίου έχουν διασυνδεθεί μεταξύ τους. Υπό εξέλιξη βρίσκεται η διασύνδεση των νησιών των Κυκλάδων Σύρου, Πάρου, Νάξου και Μυκόνου υπό Υ.Τ.. Στα νησιά του Αιγαίου παρατηρείται σταθερά τα τελευταία χρόνια και μέχρι την εκδήλωση της οικονομικής κρίσης, σημαντικός ρυθμός αύξησης της ζήτησης σε ενέργεια και αιχμή, μεγαλύτερος του αντίστοιχου ρυθμού αύξησης στο ηπειρωτικό σύστημα, ενώ παράλληλα υπάρχει πολύ σημαντικό αιολικό δυναμικό. Η κάλυψη της ζήτησης από τοπικούς αυτόνομους σταθμούς παραγωγής απαιτεί αυξημένες λειτουργικές δαπάνες, λόγω της χρήσης πετρελαίου ως καυσίμου, πολύ μεγαλύτερες από τις δαπάνες καυσίμου στο ΕΔΣΜ. Παράλληλα, έχουν ανακοινωθεί από ενδιαφερόμενους φορείς σχέδια για την ανάπτυξη του σημαντικού αιολικού δυναμικού σε νήσους του Αιγαίου, απομακρυσμένες από το Ηπειρωτικό Σύστημα, που προϋποθέτουν διασυνδέσεις των νήσων αυτών με το Ηπειρωτικό Σύστημα. Πρέπει να τονισθεί επίσης ότι, σε πολλά νησιά η επέκταση των υφιστάμενων τοπικών ΣΠ αντιμετωπίζει τεράστιες αντιδράσεις ή/και είναι πρακτικά ανέφικτη, ιδιαίτερα σε μικρά νησιά, όπου οι ΣΠ είναι πολύ κοντά ή εντός οικισμών. Πέραν της απεξάρτησης από το δαπανηρό και ρυπογόνο πετρέλαιο που χρησιμοποιούν ως καύσιμο οι ντιζελογεννήτριες των ΣΠ των αυτόνομων νησιών, μέσω της υποβρύχιας καλωδιακής διασύνδεσης με το ΕΔΣΜ ανοίγει

ο δρόμος για την εκμετάλλευση του πλούσιου αιολικού δυναμικού των νησιών (και εν προκειμένω των βραχονησίδων). Δρόμο, που έτσι κι αλλιώς, έχει ήδη χαράξει ο εθνικός στόχος για συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή σε ποσοστό 40% ως το έτος 2020. [6]

3.2.4 Ενσωμάτωση ΑΠΕ και Μεγάλη Αιολική Διείσδυση

Με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ της Ε.Ε. προσδιορίστηκαν δεσμευτικοί στόχοι για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο κάθε κράτους – μέλους της Ε.Ε.. Για τη χώρα μας σύμφωνα με τον νεοσύστατο νόμο υπ' αριθμόν 3851/2010, ο στόχος προβλέπει συμμετοχή των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας κατά 20% το έτος 2020. Ο ως άνω στόχος αφορά το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης (ηλεκτρισμός, θερμικά φορτία, μεταφορές κλπ.).

Για τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, ο στόχος διείσδυσης ενέργειας από ΑΠΕ ανέρχεται στο 40% της συνολικής Ηλεκτροπαραγωγής. Από το διαφαινόμενο επενδυτικό ενδιαφέρον και τις διεθνείς τάσεις, διαφαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό θα αφορά Α/Π. Δεδομένου ότι οι στόχοι που τίθενται αφορούν ποσοστά επί της ενέργειας και όχι απόλυτα μεγέθη, η μετάφραση των ποσοστών αυτών σε συγκεκριμένα ποσά ενέργειας (GWh) και στη συνέχεια σε αντίστοιχα ποσά εγκατεστημένης ισχύος μονάδων ΑΠΕ (MW), βασίζεται στις προβλέψεις ενέργειας στο διασυνδεδεμένο σύστημα κατά το έτος-στόχο 2020. Με μία εκτίμηση των πιο πάνω μεγεθών με βάση το σενάριο “αναφοράς” για την εξέλιξη της ζήτησης, ο στόχος διείσδυσης ΑΠΕ κατά 40% στην ηλεκτροπαραγωγή φαίνεται να μεταφράζεται σε 28000 GWh από ΑΠΕ το 2020. Από αυτά εκτιμάται πως η παραγωγή από Αιολικά Πάρκα θα ανέρχεται στις 20000 GWh, που αντιστοιχεί σε περίπου 9000 MW εγκατεστημένης ισχύος από Α/Π. Φυσικά τα πιο πάνω αποτελούν εκτιμήσεις και υποθέσεις. Είναι φανερό ότι χαμηλότερη εξέλιξη της ζήτησης μέχρι το 2020 οδηγεί σε χαμηλότερα μεγέθη και αντίστροφα. Συνεπώς, το θέμα της διαμόρφωσης μιας μακροχρόνιας στρατηγικής – πολιτικής για διασυνδέσεις των νήσων με το ΕΔΣΜ, εξετάζεται και αξιολογείται στα πλαίσια ευρύτερης Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής, λαμβάνοντας ωστόσο πάντα υπόψη παράγοντες όπως οι υφιστάμενες τεχνολογίες και η οικονομική βιωσιμότητα των έργων.[7]

3.2.5 Μελέτες για την Διασύνδεση Νησιών του Αιγαίου

Σχετικά με τον τελικό προσδιορισμό των νησιών που σχεδιάζεται να διασυνδεθούν με το ΕΔΣΜ και τις αντίστοιχες τοποθεσίες διασύνδεσης των, η παρούσα εργασία βασίστηκε στις ακόλουθες εγκεκριμένες μελέτες. Οι μελέτες αυτές συνδέονται άμεσα μεταξύ τους καθώς κάθε μια (εξαιρουμένης φυσικά της 1^{ης}) βασίζεται στα αποτελέσματα και συμπεράσματα των προγενεστέρων.

1) ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ ΜΕ ΤΟ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

(ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ)

ΡΑΕ (ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

Καθ. ΕΜΠ Μιχάλης Παπαδόπουλος,

Νίκος Μπουλαξής

ΔΕΗ (ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ Α.Ε.)

Αλβέρτος Μαΐσης

Γρηγόρης Αντωνόπουλος

Γιώργος Γεωργαντζής

ΔΕΣΜΗΕ (ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Α.Ε.)

Γιάννης Καμπούρης

Σταματίνα Ευσταθίου

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΙΟΣ 2005

Η παραπάνω μελέτη μεταξύ άλλων εξετάζει την δυνατότητα διασύνδεσης με το ΕΔΣΜ των ακόλουθων νησιών:

Σύρος, Πάρος, Νάξος, Μύκονος, Τήνος, Άνδρος, Κύθνος

Και Καταλήγει στα εξής:

Για την ασφαλή και αξιόπιστη εξυπηρέτηση του φορτίου του συγκροτήματος των Κυκλάδων σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα και με βάση τις συνθήκες που έχουν διαμορφωθεί στα νησιά, είναι αναγκαία η διασύνδεσή τους με το Ηπειρωτικό Σύστημα.

Ως σημείο απομάστευσης της ισχύος για την τροφοδότηση των Κυκλάδων επελέγη το Λαύριο. Η εναλλακτική δυνατότητα από Ν. Εύβοια θεωρήθηκε μη υλοποιήσιμη κυρίως λόγω των απαιτούμενων πολυδάπανων και αμφίβολων ως προς τη δυνατότητα αδειοδότησης και υλοποίησης έργων επί της Εύβοιας και δεν αναλύθηκε περαιτέρω.

Με τα δεδομένα που η Επιτροπή έχει στη διάθεσή της κατά την παρούσα φάση, και με βάση τη λειτουργική και οικονομική αξιολόγηση των πιθανών λύσεων που πραγματοποιήθηκε, η λύση της διασύνδεσης του Λαυρίου με τη Σύρο με Ε.Ρ. (με ενδιάμεσους σταθμούς στα νησιά Κέα ή/και Κύθνο) κατά το έτος 2010 και η πραγματοποίηση των εσωτερικών διασυνδέσεων των νησιών Άνδρος, Σύρος, Μύκονος, Πάρος και Νάξος υπό τάση 150kV φαίνεται να υπερέχει οικονομικά και είναι ευκολότερη στην υλοποίησή της. Ο ακριβής χρόνος αποξήλωσης των ΑΣΠ θα αποφασιστεί στο μέλλον με βάση τη λειτουργική εμπειρία που θα αποκτηθεί.

Τέλος, η Επιτροπή προτείνει άμεσα τις ακόλουθες ενέργειες:

- Άμεση έναρξη ενεργειών για την εξασφάλιση των απαραίτητων χώρων και αδειοδοτήσεων για τα έργα επί των νησιών σύμφωνα με τα ανωτέρω, καθώς όσο ταχύτερα ολοκληρωθεί η διασύνδεση τόσο το καλύτερο για την εξυπηρέτηση των νησιών και την εθνική οικονομία.
- Καθορισμό του σχήματος χρηματοδότησης και εξασφάλιση των αναγκαίων πόρων.
- Περαιτέρω διερεύνηση θεμάτων τεχνολογιών, κόστους και λειτουργίας της διασύνδεσης.

- Διερεύνηση του τρόπου υλοποίησης του έργου. Συγκεκριμένα, είναι εξεταστέα η προκήρυξη του έργου με βάση λειτουργική προδιαγραφή με Ε.Ρ. ή Σ.Ρ. ώστε λόγω του ανταγωνισμού να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα από πλευράς λειτουργικών δυνατοτήτων και κόστους.

2) ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΝΗΣΙΩΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

(ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ)

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος

Μ.Παπαδόπουλος, Σ.Παπαθανασίου, Μ.Τσίλη, Ε.Καραμάνου

ΑΘΗΝΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2006

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τα ακόλουθα:

Α) Διασύνδεση νησιών Βορείου Αιγαίου

(Χίου, Λέσβου, Ικαρίας, Σάμου, Λήμνου μέσω Σκύρου και Αγίου Ευστράτιου)

Β) Επέκταση Διασύνδεσης Κυκλάδων

(προς Ίο και Θήρα)

Γ) Διασύνδεση της Κρήτης με το Σύστημα

Δ) Διασύνδεση των Δωδεκανήσων (μεταξύ τους)

(Κάλυμνος, Κως, Νίσυρος, Τήλος, Ρόδος)

Ε) Διασύνδεση: Σύστημα-Κρήτη-Δωδεκάνησα



Σχήμα 3.3 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ
ΝΗΣΙΩΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
(Απεικόνιση Σεναρίων Διασύνδεσης)

Και καταλήγει στα εξής:

A) Διασυνδέσεις Βορείου Αιγαίου

i) Παρατηρούμε ότι εκτός από την κύρια διασύνδεση Αλιβερίου-Χίου-Λέσβου, η οποία ήδη αξιολογήθηκε και βρέθηκε συμφέρουσα, και η επέκταση της προς Ικαρία-Ιθάκη είναι συμφέρουσα:

- Κέρδος διασύνδεσης: Χωρίς ΑΠΕ $(867-670)/867=23\%$, Με ΑΠΕ $(826-667)/826=19\%$

ii) Η διασύνδεση και των τεσσάρων νησιών (Χίου, Λέσβου, Ικαρίας και Σάμου), εμφανίζεται ως η πλέον συμφέρουσα, δεδομένου ότι το συνολικό κόστος με διασύνδεση και των τεσσάρων νησιών είναι το μικρότερο από οποιοδήποτε άλλο συνδυασμό.

iii) Η διασύνδεση της Λήμνου, εμφανίζεται ως μη συμφέρουσα, προφανώς λόγω του μικρού φορτίου του νησιού.

B) Επεκτάσεις της Διασύνδεσης των Κυκλάδων

Η διασύνδεση της Θήρας, με την προϋπόθεση ότι θα κατασκευαστεί η Διασύνδεση των Κυκλάδων όπως προβλέπεται στη ΜΑΣΜ 2006-10, προσφέρεται να γίνει από την Πάρο μέσω Ίου. Η διασύνδεση εμφανίζεται ότι είναι συμφέρουσα

Γ) Διασύνδεση της Κρήτης

i) Διαπιστώνεται ότι η κατασκευή της διασύνδεσης της Κρήτης με το Σύστημα, αλλά και η εισαγωγή του ΦΑ (Φυσικού Αερίου) δίδουν οικονομικότερες λύσεις από την αυτόνομη ανάπτυξη.

ii) Η εγκατάσταση των ΑΠΕ μειώνει επίσης το κόστος, αλλά σε ποσοστά 3 έως 4%, των αντίστοιχων χωρίς ΑΠΕ τιμών.

Δ) Διασύνδεση των Δωδεκανήσων (μεταξύ τους)

i) Η διασύνδεση των Δωδεκανήσων μεταξύ των περιλαμβάνει την διασύνδεση Ρόδου-Κω-Καλύμνου, μέσω Τήλου και Νισύρου. Σε κάθε περίπτωση, τα λοιπά προς βορρά της Καλύμνου νησιά θα εξακολουθήσουν να τροφοδοτούνται όπως και σήμερα από την Κάλυμνο, με κατάλληλη ενίσχυση του δικτύου.

ii) Παρατηρούμε ότι η διασύνδεση προκύπτει οριακά οικονομικότερη από την αυτόνομη ανάπτυξη. Στην πραγματικότητα όμως εκτιμάται ότι η διαφορά είναι σημαντικά μεγαλύτερη, δεδομένου ότι κατά τις κοστολογήσεις δεν λαμβάνεται υπόψη η «οικονομία κλίμακας» που γίνεται μεταξύ μεγάλων και μικρών μονάδων παραγωγής, λόγω του διαφορετικού βαθμού απόδοσης, αλλά και κυρίως η σημαντική διαφορά στα σταθερά έξοδα λειτουργίας μεταξύ ενός μεγάλου και δύο ή τριών μικρότερων ΘΗΣ.

Ε) Διασύνδεση της Κρήτης και των Δωδεκανήσων με το Σύστημα

Η διασύνδεση των Δωδεκανήσων με την Κρήτη εμφανίζεται συμφέρουσα, αν ληφθεί υπόψη ότι το συνολικό κόστος χωρίς την διασύνδεση Κρήτης-Δωδεκανήσου, δηλαδή το άθροισμα του κόστους διασύνδεσης των

Δωδεκανήσων με την Κρήτη και στην συνέχεια της Κρήτης με το ΕΔΣΜ προκύπτει μικρότερο από το κόστος διασύνδεσης μόνο της Κρήτης με το ΕΔΣΜ. Παρατηρούμε ότι οι διαφορές του συνολικού κόστους εμφανίζονται να είναι μικρές και μέσα στα όρια της ακρίβειας των υπολογισμών, εκτιμάται όμως ότι στην πραγματικότητα τα οφέλη από την διασύνδεση θα είναι σημαντικά μεγαλύτερα, αν αναλυθούν πληρέστερα οι δυνατότητες κατανομής των φορτίων που παρέχονται με την διασύνδεση.

3) ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2008-2012

και

(ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2010-2014)

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

(ΔΕΣΜΗΕ ΑΕ)

Σύμφωνα με την ΜΑΣΜ 2008-2012 (και το Σχέδιο ΜΑΣΜ 2010-2014) αναφέρονται τα εξής:

Διασύνδεση Κυκλάδων

Η διασύνδεση των Κυκλάδων αποτελεί έργο μείζονος σημασίας για τη μελλοντική τροφοδότησή τους, λόγω των υψηλών ρυθμών ανάπτυξης των φορτίων τους. Αρχικός σχεδιασμός (δεκαετία του '80) προέβλεπε τη διασύνδεση των νησιών Άνδρου, Τήνου, Σύρου και Μυκόνου με το Σύστημα μέσω της Εύβοιας με υποβρύχια καλώδια κατά τα υποθαλάσσια τμήματα και εναέρια γραμμές επί της Άνδρου της Τήνου, και της Σύρου. Μέχρι σήμερα έχει ολοκληρωθεί ένα σημαντικό τμήμα των παραπάνω έργων και συγκεκριμένα τα εναέρια και υποβρύχια τμήματα της διασύνδεσης της Άνδρου με το Σύστημα, τα εναέρια τμήματα επί της Άνδρου, το υποβρύχιο καλώδιο Άνδρου-Τήνου, η χάραξη της γραμμής μεταφοράς επί της Τήνου και η τοποθέτηση κατά μήκος αυτής ιστών και πυλώνων, καθώς και τα υποβρύχια καλώδια μεταξύ των νήσων Τήνου-Σύρου και Τήνου-Μυκόνου (δύο τριπολικά υποβρύχια καλώδια 66kV). Κατά το έτος 2003 πραγματοποιήθηκε η εγκατάσταση προσωρινού Υ/Σ 150/20kV στην Άνδρο, ενώ εντός του 2005 ολοκληρώθηκαν οι εργασίες και εγκαταστάθηκε ο μόνιμος Υ/Σ Άνδρου. Το υποβρύχιο καλώδιο Άνδρου-Τήνου λειτουργεί στα 20kV για την τροφοδότηση των φορτίων της Τήνου. Ωστόσο, η υλοποίηση του ως άνω σχεδιασμού δεν κατέστη δυνατό να ολοκληρωθεί, λόγω σημαντικών αντιδράσεων κατοίκων και τοπικών φορέων και αλλεπάλληλων προσφυγών σε διοικητικές αρχές, αποτέλεσμα των οποίων ήταν η αποξήλωση των ιστών και των πυλώνων της Γ.Μ. επί της Τήνου. Έτσι, η σημερινή κατάσταση σε ότι αφορά τα νησιά των Ανατολικών Κυκλάδων έχει ως εξής: η Άνδρος και η Τήνος έχουν συνδεθεί

στο Σύστημα μέσω της Εύβοιας, ενώ τα νησιά Μύκονος, Σύρος, Πάρος και Νάξος εξυπηρετούνται από Αυτόνομους Σταθμούς Παραγωγής (ΑΣΠ). Το 2004 συστάθηκε από το ΥΠΑΝ αρμόδια επιτροπή αποτελούμενη από εκπροσώπους του ΔΕΣΜΗΕ, της ΔΕΗ και της ΡΑΕ, με αντικείμενο την περαιτέρω διερεύνηση του θέματος και την κατάρτιση τελικής πρότασης διασύνδεσης. Η επιτροπή ολοκλήρωσε τις εργασίες της το Μάιο του 2005. Η μελέτη που εκπονήθηκε από την επιτροπή πρότεινε νέο σχεδιασμό με γνώμονα την ελαχιστοποίηση της περιβαλλοντικής όχλησης επί των νησιών. Στην κατεύθυνση αυτή, οι νέοι Υ/Σ επί των νησιών έχουν χωροθετηθεί πλησίον του αιγιαλού, ώστε να αποφεύγεται η κατασκευή εναέριων Γ.Μ. επί των νησιών. Με βάση τα συμπεράσματα της επιτροπής (βλ. αρχές § 3.2.5 ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ ΜΕ ΤΟ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ) διαμορφώθηκε ο σχεδιασμός του έργου που περιλαμβάνεται στις έκτοτε εγκεκριμένες ΜΑΣΜ και προχώρησε η αδειοδοτική διαδικασία του έργου και η διαμόρφωση των τευχών διακήρυξης από τον Κύριο του Συστήματος σε συνεργασία με ΔΕΣΜΗΕ και τη συνδρομή της ΡΑΕ. Η Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων για το έργο χορηγήθηκε τον Σεπτέμβριο 2009, ενώ τα τεύχη διακήρυξης αναμένεται να τεθούν σε δημόσια διαβούλευση προσεχώς. Στα πλαίσια της διερεύνησης που πραγματοποιήθηκε από τον Κύριο του Συστήματος κατά το στάδιο προετοιμασίας των τευχών διακήρυξης του έργου έγιναν περαιτέρω οι ακόλουθες διαπιστώσεις:

- Το μήκος της καλωδιακής διαδρομής Ε.Ρ. Λαύριο – Κύθνος – Σύρος φτάνει τα ~150km και είναι τελικά σημαντικά μεγαλύτερο από την αρχική εκτίμηση (120km). Τούτο διότι ο Υ/Σ ζεύξης επί της Κύθνου χωροθετείται στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού. Έτσι η καλωδιακή διαδρομή Ε.Ρ. Λαύριο – Κύθνος είναι ~80km και Κύθνος – Σύρος ~70km.
- Η χρήση τριπολικών καλωδίων αποτελεί την πλέον διαδεδομένη διεθνώς πρακτική καθώς παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα μονοπολικά, κυρίως για εφαρμογές που αφορούν μεγάλου μήκους υποβρύχια τμήματα. Συγκεκριμένα, με τη χρήση τριπολικών καλωδίων επιτυγχάνονται ταχύτεροι χρόνοι πόντισης (σε αντίθεση με τις πολλαπλές ποντίσεις των μονοπολικών), σημαντικά μειωμένες απώλειες οπλισμού και μανδύα σε σχέση με τα μονοπολικά, ενώ αποφεύγονται τα προβλήματα ασυμμετρίας μεταξύ των φάσεων. Για το λόγο αυτό, ο σχεδιασμός που περιλαμβάνεται στην παρούσα ΜΑΣΜ αφορά τριπολικά καλώδια για όλες τις καλωδιακές διαδρομές, (Λαύριο – Σύρος, Σύρος – Πάρος – Νάξος – Μύκονος – Σύρος, Σύρος – Τήνος)

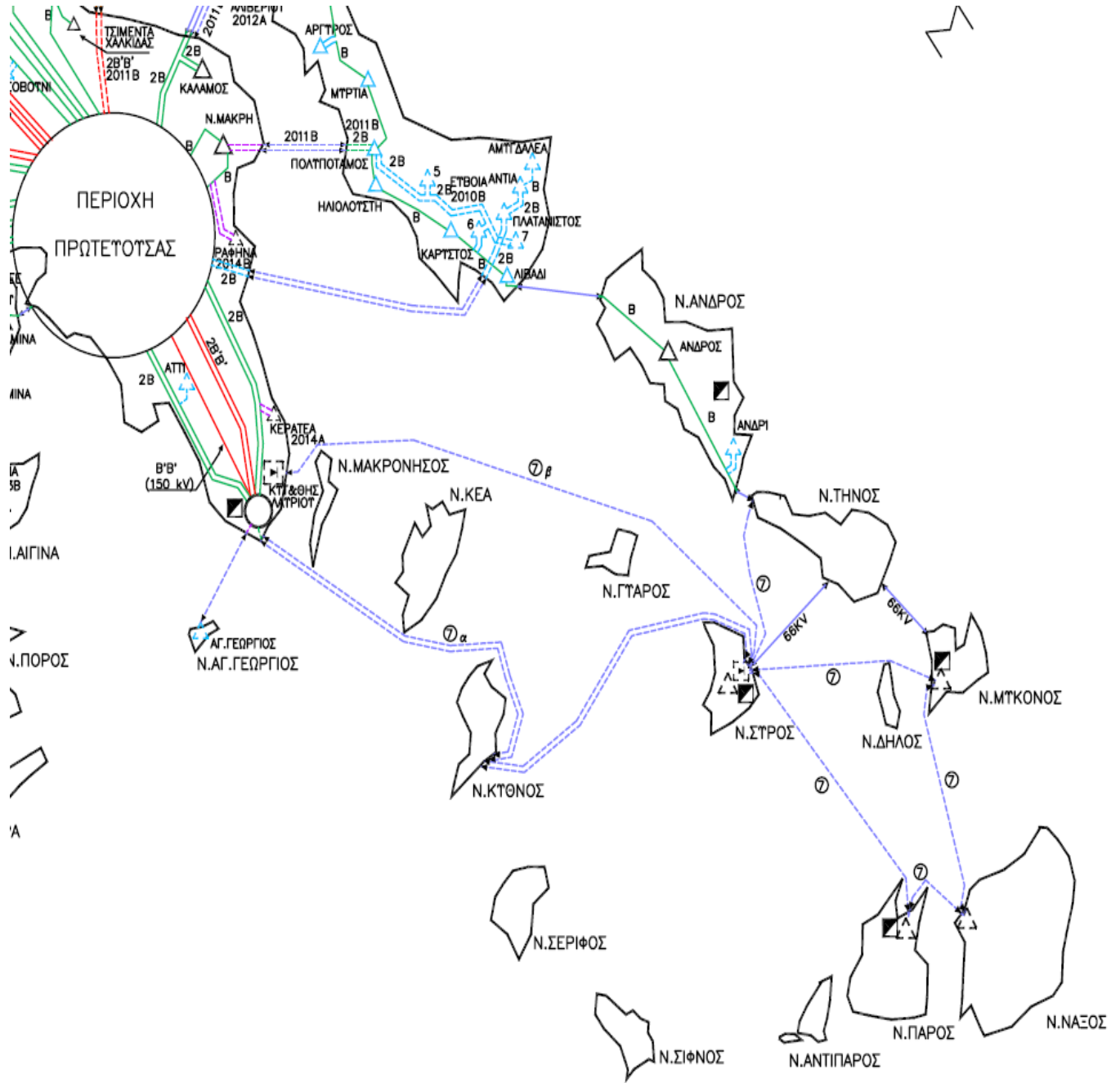
Συνοπτικά το έργο διασύνδεσης των Κυκλάδων περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

Υποβρύχια διασύνδεση του Υ/Σ **Σύρου** με το ΚΥΤ **Λαυρίου** (είτε με Σ.Ρ. είτε με Ε.Ρ.)

Εσωτερικός βρόχος διασύνδεσης των νήσων Σύρου, Μύκονου, Πάρου, Νάξου και Τήνου με υποβρύχια καλώδια Ε.Ρ, ως ακολούθως:

- Σύρος-Μύκονος:** διασύνδεση με υποβρύχιο τριπολικό καλώδιο Ε.Ρ.
XLPE 150kV ονομαστικής ικανότητας 200MVA, μήκους ~36km
- **Σύρος-Πάρος:** διασύνδεση με υποβρύχιο τριπολικό καλώδιο Ε.Ρ. XLPE 150kV ονομαστικής ικανότητας 200MVA, μήκους ~50km
 - **Πάρος-Νάξος:** διασύνδεση με υποβρύχιο τριπολικό καλώδιο Ε.Ρ. XLPE 150kV ονομαστικής ικανότητας 200MVA, μήκους ~16km
 - **Νάξος-Μύκονος:** διασύνδεση με υποβρύχιο τριπολικό καλώδιο Ε.Ρ. XLPE 150kV ονομαστικής ικανότητας 200MVA, μήκους ~40km
 - **Σύρος – Τήνος:** διασύνδεση με υποβρύχιο τριπολικό καλώδιο Ε.Ρ. XLPE 150kV ονομαστικής ικανότητας 200MVA, μήκους ~32km

Τα νησιά των Κυκλάδων διαθέτουν σημαντικό αιολικό δυναμικό, του οποίου ο βαθμός αξιοποίησης περιορίζεται λόγω των μικρών δυνατοτήτων διείσδυσης στα αυτόνομα νησιωτικά Συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Η προβλεπόμενη διασύνδεση των Κυκλάδων (Άνδρος, Τήνος, Μύκονος, Νάξος, Πάρος, Σύρος) με το Ηπειρωτικό Σύστημα προβλέπεται ότι θα δώσει τη δυνατότητα απορρόφησης σημαντικής ισχύος από Α/Π στις διασυνδεδεμένες Κυκλάδες, της τάξεως των 150 έως 200 MW.

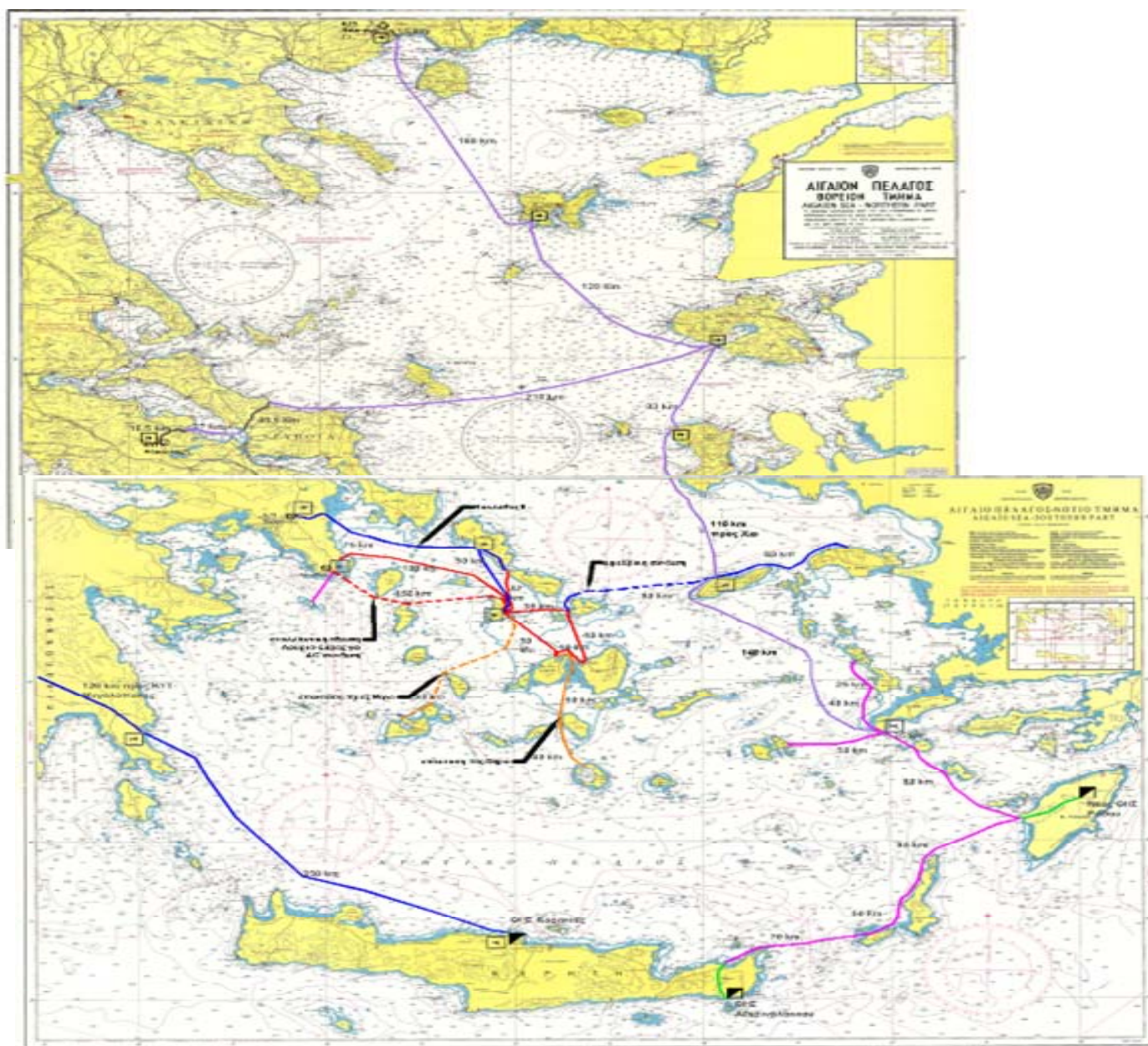


Σχήμα 3.4 Επικείμενη Διασύνδεση Κυκλάδων
(7α Σύνδεση με Ε.Ρ. ή 7β Σύνδεση με Σ.Ρ.)
Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ

4) ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΝΗΣΙΩΝ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ)

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
(ΔΕΣΜΗ Α.Ε.) 2010

Οι τοποθεσίες διασύνδεσης των νησιών που εξετάζονται από την προκαταρκτική αυτή μελέτη διαφαίνονται στον χάρτη που ακολουθεί. Στην περίπτωση βραχονησίδων της παρούσας εργασίας για τις οποίες προτείνεται η διασύνδεση τους με τα εν λόγω νησιά, επιλέχθηκαν οι ίδιες τοποθεσίες διασύνδεσης με αυτές του επόμενου χάρτη της προκαταρκτικής μελέτης του ΔΕΣΜΗΕ.



Σχήμα 3.5 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΝΗΣΙΩΝ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (ΔΕΣΜΗΕ 2010)

Σύμφωνα με τις εγκεκριμένες μελέτες, τα αποτελέσματα/συμπεράσματα των οποίων παρουσιάστηκαν συνοπτικά πιο πάνω, προκύπτει η επόμενη λίστα με τα νησιά του Αιγαίου Πελάγους που σχεδιάζεται να διασυνδεθούν με το Ηπειρωτικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα στο προσεχές μέλλον. Τα νησιά αυτά είναι τα ακόλουθα:

Κυκλάδες	Βόρειο Αιγαίο
Σύρος	Σκύρος ¹
Πάρος	Ψαρά
Νάξος	Χίος
Μύκονος	Λέσβος
Τήνος	Ικαρία
Κύθνος	Σάμος
Σαντορίνη Ιος	(Λήμνος) ²

Επιπλέον από το σύμπλεγμα των Δωδεκανήσων εξετάζεται η διασύνδεση των νήσων: Νίσυρος, Τήλος, Ρόδος, Κως, Κάλυμνος μεταξύ τους, και ενδεχόμενη σύνδεση με Κρήτη σε περίπτωση διασύνδεσης της Κρήτης με το ΕΔΣΜ.

3.2.6 Εγκατάσταση Α/Π σε Βραχονησίδες

Η Ενδεχόμενη διασύνδεση νησιών του Αιγαίου με το ΕΔΣΜ, ανοίγει τον δρόμο για την αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού πληθώρας ακατοίκητων βραχονησίδων, καθώς αίρει τους φραγμούς αιολικής διείσδυσης που θέτουν τα απαρχαιωμένα και λιτοδίαιτα (ως προς ενεργειακή κατανάλωση) ηλεκτρικά δίκτυα των μη διασυνδεδεμένων νησιών. Συνεπώς, η σημασία και ανάγκη προσδιορισμού των νησιών που σχεδιάζεται να συνδεθούν με το ΕΔΣΜ για

¹ Ενώ η Σκύρος γεωγραφικά ανήκει στις Σποράδες, εδώ τοποθετείται στην περιοχή του Βορείου Αιγαίου λόγω συμφωνίας με τις μελέτες διασύνδεσης που προηγήθηκαν, και συγκεκριμένα της ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΝΗΣΙΩΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

² Η περίπτωση διασύνδεσης της Λήμνου δεν είναι ξεκάθαρο ότι είναι συμφέρουσα

την παρούσα εργασία έγκειται στον εξής συλλογισμό/παραδοχή. Για τις βραχονησίδες που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τα παραπάνω νησιά και εξετάζεται η περίπτωση διασύνδεσής τους με αυτά, θα θεωρηθεί δεδομένο ότι είναι εφικτό να αξιοποιηθεί το μέγιστο δυνατό διαθέσιμο αιολικό δυναμικό των βραχονησίδων (με την προϋπόθεση βέβαια ότι η σύνδεση κάθε υποψήφιου νησιού με το ΕΔΣΜ θα γίνει υπό Υ.Τ, κάτι που έτσι και αλλιώς προμηνύεται, και με εκτιμώμενη δυνατή αξιοποίηση ενέργειας προερχόμενης από τις βραχονησίδες εντός φυσιολογικών ορίων). Σε περίπτωση μελλοντικής διασύνδεσης κάποιον από τα υποψήφια νησιά ο παραπάνω συλλογισμός είναι απόλυτα θεμιτός, καθώς συμφωνεί τόσο με τον εθνικό στόχο για διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή σε ποσοστό 40% μέχρι το 2020 (όπως ορίζει ο υπ' αριθμόν 3851/2010 νόμος), όσο και με την γενικότερη ανάγκη αποκέντρωσης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, αλλά και την ανάγκη για ελαχιστοποίηση της χρήσης (δαπανηρού και ρυπογόνου) πετρελαίου για την ηλεκτροδότηση των μη-διασυνδεδμένων νησιών.

Η παραδοχή που προηγήθηκε επηρεάζει το μέγεθος του Α/Π, τα απαιτούμενα έργα/επεκτάσεις Υ/Σ, την διαστασιολόγηση του αγωγού των υποβρυχίων καλωδίων και κατ'επέκταση την οικονομική εκτίμηση κάθε προτεινόμενου έργου. Στοιχεία που εξετάζονται στην συνέχεια της εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ

Ο όρος “Τοπολογία” δανείστηκε από τις εγκεκριμένες μελέτες διασύνδεσης νησιών του Αιγαίου (βλ. § 3.2.5) και έχει την έννοια περιγραφής της διαδρομής που ακολουθεί η γραμμή μεταφοράς (υποβρύχιο καλώδιο) μεταξύ των δύο τοποθεσιών που διασυνδέονται.

4.1 Γεωγραφική Ομαδοποίηση Βραχονησίδων

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι οι βραχονησίδες που προέκυψαν έχουν ομαδοποιηθεί ανάλογα με την γεωγραφική τους περιοχή (και σε συμφωνία με τις αντίστοιχες ομαδοποιήσεις των μελετών για την διασύνδεση νησιών του Αιγαίου που προαναφέρθηκαν). Οι περιοχές γεωγραφικής ομαδοποίησης είναι οι ακόλουθες:

- Κυκλάδες
- Βόρειο Αιγαίο¹
- Δωδεκάνησα
- Κρήτη
- Σποράδες
- Επτάνησα
- Χαλκιδική
- Περιοχή Εύβοιας
- Κορινθιακός Κόλπος
- Σαρωνικός Κόλπος
- Αργολικός Κόλπος
- Περιοχή Νότιας Πελοποννήσου

¹ Οι βραχονησίδες που προτείνεται να διασυνδεθούν με την Σκύρο έχουν ενταχθεί στην Περιοχή του Βορείου Αιγαίου και όχι στις Σποράδες. Η παραδοχή αυτή έγινε για λόγους συμφωνίας με τις εγκεκριμένες μελέτες διασύνδεσης νησιών του Αιγαίου που προαναφέρθηκαν

Σε κάθε μια από τις παραπάνω περιοχές ομαδοποίησης συναντάται μια (ή και περισσότερες από μία) κατηγορία βραχονησίδων. (βλ. § 3.2 Κατηγορίες Βραχονησίδων)

4.2 Κριτήρια Χάραξης Προτεινόμενων Τοπολογιών Διασύνδεσης με Βάση την Απομάστευση της Παραγόμενης Ισχύος

Οι προτεινόμενες τοπολογίες διασύνδεσης για κάθε βραχονησίδα (ή συστάδα βραχονησίδων) εξαρτώνται άμεσα από την κατηγορία στην οποία ανήκει η κάθε βραχονησίδα(ή συστάδα βραχονησίδων) και έχουν χαραχθεί με βάση τα ακόλουθα κριτήρια:

✓ Κριτήρια Χάραξης για την 1^η Κατηγορία Βραχονησίδων

Οι βραχονησίδες αυτής της κατηγορίας, δύναται να διασυνδεθούν μόνο με ΚΥΤ του ΕΔΣΜ και αυτό γιατί μόνο κατά αυτόν τον τρόπο κρίνεται τεχνικά δυνατή η απομάστευση της μεγάλης τους εγκατεστημένης ισχύος.(είναι εφικτό να διασυνδεθούν και με Υ/Σ υποβιβασμού 150/20kV, παρουσιάζονται ωστόσο τεχνικές και θεσμικές δυσκολίες) Για τον λόγο αυτό οι προτεινόμενες-πιθανές τοπολογίες αυτής της κατηγορίας χαράσσονται με βάση την, κατά το δυνατόν, ελάχιστη απόσταση των υποψηφίων (συστάδων) βραχονησίδων από το πλησιέστερο σε αυτές ΚΥΤ.

✓ Κριτήρια Χάραξης για την 2^η Κατηγορία Βραχονησίδων

Οι Βραχονησίδες της κατηγορίας αυτής δύναται να διασυνδεθούν τόσο με ΚΥΤ όσο και με Υ/Σ ή ΣΠ του Συστήματος, ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ τους. Για τον λόγο αυτό οι προτεινόμενες-πιθανές τοπολογίες αυτής της κατηγορίας χαράσσονται με βάση την, κατά το δυνατόν, ελάχιστη απόσταση των υποψηφίων βραχονησίδων από τα πλησιέστερα σε αυτές ΚΥΤ ή Υ/Σ ή ΘΗΣ.

✓ Κριτήρια Χάραξης για την 3^η Κατηγορία Βραχονησίδων

Οι Βραχονησίδες της κατηγορίας αυτής δύναται να διασυνδεθούν με τους Υ/Σ (ή ΣΠ) των νησιών. Στην περίπτωση των νησιών που σχεδιάζεται να διασυνδεθούν, οι τοπολογίες διασύνδεσης ταυτίζονται με εκείνες της διασύνδεσης του εκάστοτε νησιού με το ηπειρωτικό σύστημα, καθώς στις τοποθεσίες αυτές προβλέπεται η κατασκευή Υ/Σ.

✓ Κριτήρια Χάραξης για την 4^η Κατηγορία Βραχονησίδων

Οι Βραχονησίδες της κατηγορίας αυτής δύναται να διασυνδεθούν με τους ΑΣΠ των νησιών ή με Υ/Σ που θεωρείται ότι θα κατασκευαστούν ειδικά για την απορρόφηση αιολικής ισχύος. Σε περίπτωση που δεν υπήρχαν επαρκεί στοιχεία για την ακριβή τοποθεσία των ΑΣΠ, οι τοπολογίες διασύνδεσης τοποθετήθηκαν (με βάση την ζήτηση φορτίου) σε χερσαίες εκτάσεις κοντά σε πρωτεύουσες - μεγάλους οικισμούς, κοντά σε αεροδρόμια και γενικά σε περιοχές που κρίθηκαν κατάλληλες, με κάθε επιφύλαξη. Λόγω κορεσμού ως προς την δυνατότητα απορρόφησης αιολικής ισχύος της πλειοψηφίας των μη-διασυνδεδεμένων νησιών, οι προτεινόμενες τοπολογίες της 4^{ης} κατηγορίας είναι ενδεικτικές και αφορούν σε βραχονησίδες με μικρή εγκατεστημένη ισχύ (ισχύ<20MW), έτσι ώστε να καθίσταται τεχνικώς εφικτή η απορρόφηση της παραγόμενης αιολικής ενέργειας.

4.3 Μέτρηση Χιλιομετρικών Αποστάσεων

Η μέτρηση των χιλιομετρικών αποστάσεων των προτεινόμενων-πιθανών τοπολογιών διασύνδεσης των βραχονησίδων πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του ελεύθερου λογισμικού γεωγραφικής περιήγησης Google Earth. Οι αποστάσεις που μετρήθηκαν είναι της τάξης των δεκάδων έως εκατοντάδων χιλιομέτρων. Για αποστάσεις τέτοιας κλίμακας, η ακρίβεια μέτρησης του εν λόγω λογισμικού κρίθηκε απόλυτα ικανοποιητική, καθώς επαληθεύτηκε και από τους έντυπους χάρτες της Υδρογραφικής Υπηρεσίας Πολεμικού Ναυτικού.

4.4 Συμβολισμός Προτεινόμενων Τοπολογιών

- Συμβολισμός Τοπολογιών Μεμονωμένων Βραχονησίδων

Η προτεινόμενη τοπολογία για κάθε βραχονησίδα συμβολίζεται με έναν αριθμό. Ο αριθμός αυτός ταυτίζεται με τον αύξοντα αριθμό της βραχονησίδας ο οποίος, όπως έχει ήδη αναφερθεί, αποτελεί την ταυτότητα της κάθε βραχονησίδας, δηλαδή τον τρόπο εύρεσης της από την τελική λίστα αιολικά αξιοποιήσιμων βραχονησίδων. Εάν για μια βραχονησίδα οι προτεινόμενες-πιθανές τοπολογίες διασύνδεσης είναι περισσότερες από μία, τότε ο αριθμός που τις συμβολίζει συνοδεύεται από διαδοχικά γράμματα της αγγλικής αλφαβήτου. Για παράδειγμα για την βραχονησίδα με αύξοντα αριθμό 1, οι προτεινόμενες-πιθανές τοπολογίες διασύνδεσης είναι τέσσερις. Άρα οι τοπολογίες αυτές συμβολίζονται ως τοπολογία 1a, τοπολογία 1b, τοπολογία 1c, και τοπολογία 1d αντίστοιχα.

Παράλληλα σε κάθε τοπολογία αναγράφονται:

A) Το μήκος του υποβρυχίου καλωδίου διασύνδεσης σε km και,

B) Οι περιοχές που διασυνδέονται. Πιο αναλυτικά, αναφέρεται το όνομα της βραχονησίδας και το όνομα του προορισμού διασύνδεσης, συμπεριλαμβανομένου και του Υ/Σ ή ΚΥΤ ή ΣΠ, ή οπουδήποτε άλλου τερματικού σταθμού που ήδη υφίσταται ή πρόκειται να κατασκευαστεί σύμφωνα με τις μελέτες διασύνδεσης νησιών του Αιγαίου. (βλ. § 3.2.5)

Σε κάθε περίπτωση προτεινόμενης-πιθανής τοπολογίας όπου η επιλεγμένη τοποθεσία προορισμού του υποβρυχίου καλωδίου μιας βραχονησίδας επί του νησιού με το οποίο πρόκειται να διασυνδεθεί, ταυτίζεται με την τοποθεσία διασύνδεσης του εν λόγω νησιού με το σύστημα, όπως αυτή προκύπτει από τις μελέτες αναφοράς(βλ. § 3.2.5), η ταύτιση αυτή επισημαίνεται με την χρήση σχολίου της μορφής: *Σύμφωνα με (τοπολογία)... και το όνομα της μελέτης αναφοράς.*

- Συμβολισμός Τοπολογιών Μεγάλων Αιολικών Πάρκων

Σχετικά με τον συμβολισμό των μεγάλων αιολικών πάρκων της 1^{ης} Κατηγορίας, διευκρινίζεται ότι:

Κάθε κουκίδα συμβολίζει το γεωγραφικό στίγμα της βραχονησίδας.
(βλ. § 3.1 Συμβολισμός Βραχονησίδων)

Από τους αριθμούς δίπλα στην κουκίδα:

- ο πρώτος αριθμός συμβολίζει τον αύξοντα αριθμό της εκάστοτε βραχονησίδας όπως αυτός προέκυψε από την κατάρτιση της τελικής λίστας αιολικά αξιοποιήσιμων βραχονησίδων.
- Οι επόμενοι δυο αριθμοί μετά την κάθετο εκφράζουν το ελάχιστο και το μέγιστο όριο πιθανής εγκατεστημένης ισχύος (σε MW) αντίστοιχα.

Οι μεμονωμένοι αριθμοί ανάμεσα στις ευθείες γραμμές εκφράζουν το μήκος του υποβρυχίου καλωδίου από βραχονησίδα σε βραχονησίδα (σε km).

Τα βέλη συμβολίζουν την ροή Ισχύος

4.5 Προτεινόμενες- Πιθανές Τοπολογίες

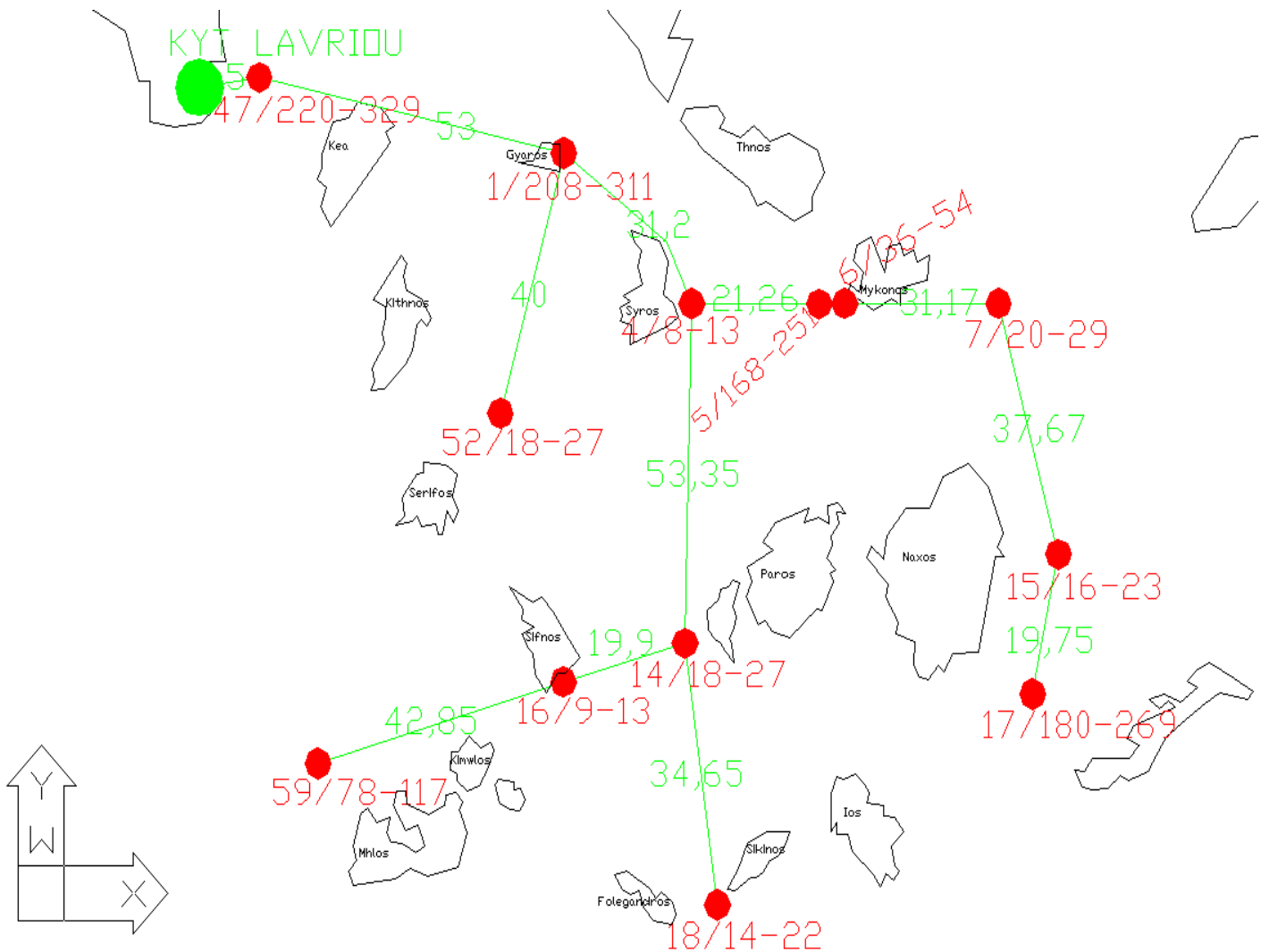
Στην συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι προτάσεις των μεγάλων αιολικών πάρκων. Οι προτεινόμενες τοπολογίες των μεμονωμένων βραχονησίδων για κάθε μια από τις γεωγραφικές ομάδες παρατίθενται αναλυτικά στο αντίστοιχο παράρτημα στο τέλος της εργασίας. Στο παρόν εδάφιο θα παρατεθεί μόνο μια προτεινόμενη τοπολογία ως παράδειγμα.

4.5.1 Προτεινόμενες Τοπολογίες Μεγάλων Αιολικών Πάρκων

Α) Μεγάλα Α/Π Κυκλάδων

1^η Πρόταση

Για το ακόλουθο Α/Π των βραχονησίδων των Κυκλάδων προτείνεται η διασύνδεση του με το ΚΥΤ Λαυρίου μέσω της ακόλουθης τοπολογίας.



Σχήμα 4.1. 1^η Προτεινόμενη Τοπολογία Σύνδεσης για το Α/Π Κυκλάδων

2^η Πρόταση

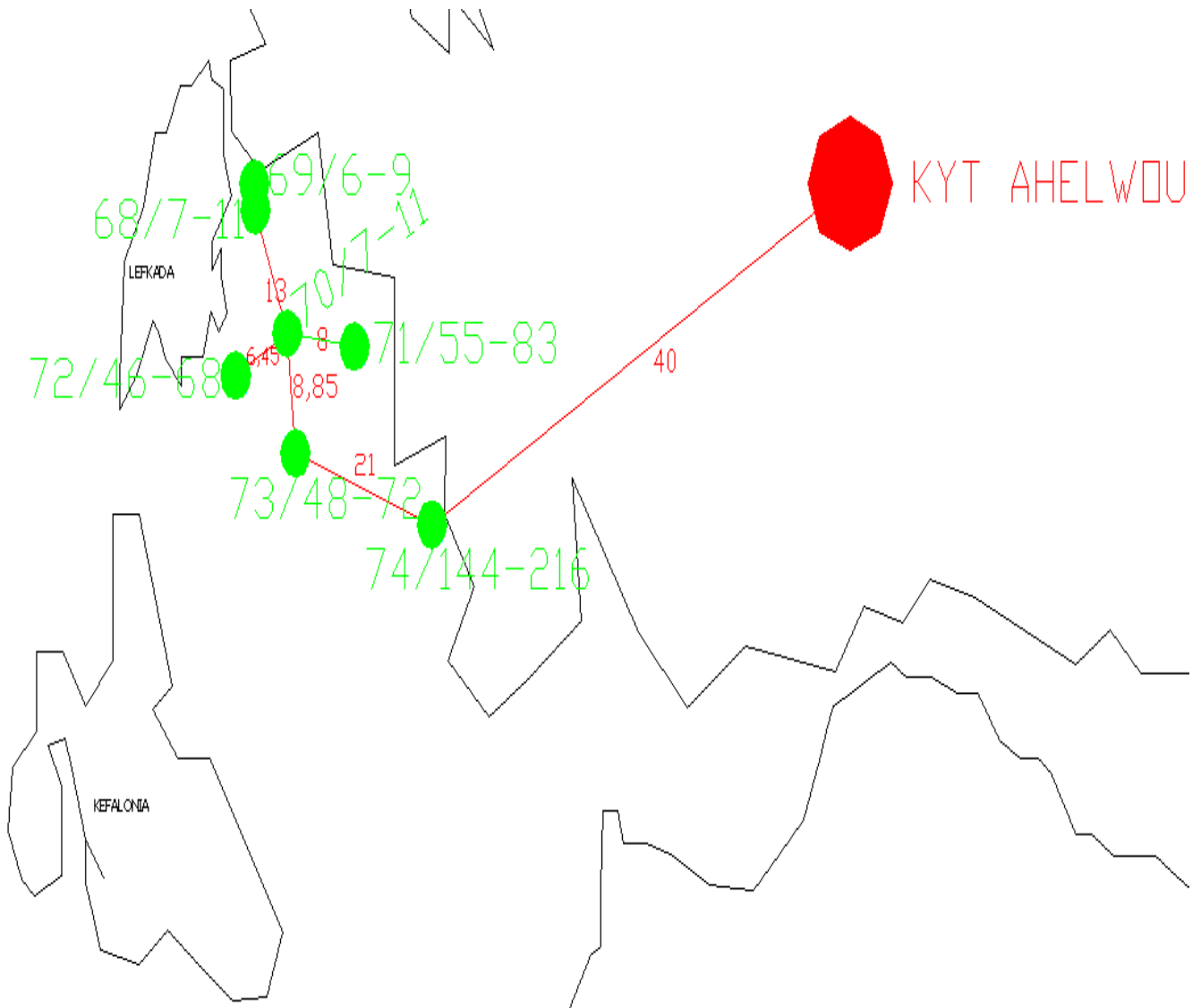
Εναλλακτικά Προτείνεται ένα μικρότερης κλίμακας Α/Π με τελικό αποδέκτη (της παραγόμενης από τις βραχονησίδες ενέργειας) την Σύρο. Η πρόταση αυτή επιχειρεί να γίνει πιο ρεαλιστική μέσω των ακόλουθων παραδοχών:

- Δεν Συνυπολογίζεται η βραχονησίδα με αύξοντα αριθμό 59. Η Βραχονησίδα αυτή είναι η Αντίμηλος και δεν συνεκτιμάται γιατί ανήκει σε προστατευόμενη περιοχή του δικτύου NATURA.
- Για την Βραχονησίδα με αύξοντα αριθμό 17, παρά την μεγάλη της έκταση (και κατ'επέκταση την μέγιστη δυνατή εγκατεστημένη ισχύ: 180-269MW) θεωρείται εγκατεστημένη ισχύς 50MW, εξού και ο αστερίσκος δίπλα από τον αριθμό που εκφράζει την εγκατεστημένη ισχύ της βραχονησίδας 17 στο σχήμα που ακολουθεί. Η βραχονησίδα 17 είναι η Κέρος, και εξαιτίας του έντονου αρχαιολογικού ενδιαφέροντος που παρουσιάζει το νησί θεωρείται αυτή η υποτιμημένη εκτίμηση εγκατεστημένης ισχύος.
- Με το ίδιο σκεπτικό γίνεται και η υποτίμηση της δυνατής εγκατεστημένης ισχύος για τις βραχονησίδες με αύξοντες αριθμούς 5 και 6 (εξού και ο σχετικός αστερίσκος στο σχήμα που ακολουθεί). Οι βραχονησίδες αυτές είναι η Ρήνεια και η Δήλος αντίστοιχα και παρουσιάζουν έντονο αρχαιολογικό ενδιαφέρον.

Επιπλέον αναφέρεται ότι η επιλογή της Σύρου γίνεται με βάση την επικείμενη διασύνδεση των Κυκλάδων και την αντίστοιχη τοπολογία που αυτή πρόκειται να έχει σύμφωνα με το σχέδιο ΜΑΣΜ 2010-2014.(βλ §3.2.5 , Σχήμα 3.4, σελ. 57). Θεωρώντας δεδομένη λοιπόν την διασύνδεση των Κυκλάδων με την σχετική τοπολογία , μέσω της 2ης πρότασης που κατατίθεται για το Α/Π των βραχονησίδων των Κυκλάδων, θα είναι δυνατή η απορρόφηση της ισχύος του Α/Π τόσο από τον βρόχο των Κυκλάδων όσο και από το Ηπειρωτικό Σύστημα. Τέλος , για λόγους διευκόλυνσης κατανόησης της τοπολογίας που ακολουθεί διευκρινίζεται ότι τα μικρά βέλη συμβολίζουν την ροή της ισχύος. Οι υπόλοιποι συμβολισμοί συμφωνούν με την ανάλυση που έγινε στις αρχές του παρόντος εδαφίου.(βλ §3.1) Ακολουθεί η τοπολογία της 2^{ης} πρότασης:

Β) Μεγάλο Α/Π Σποράδων

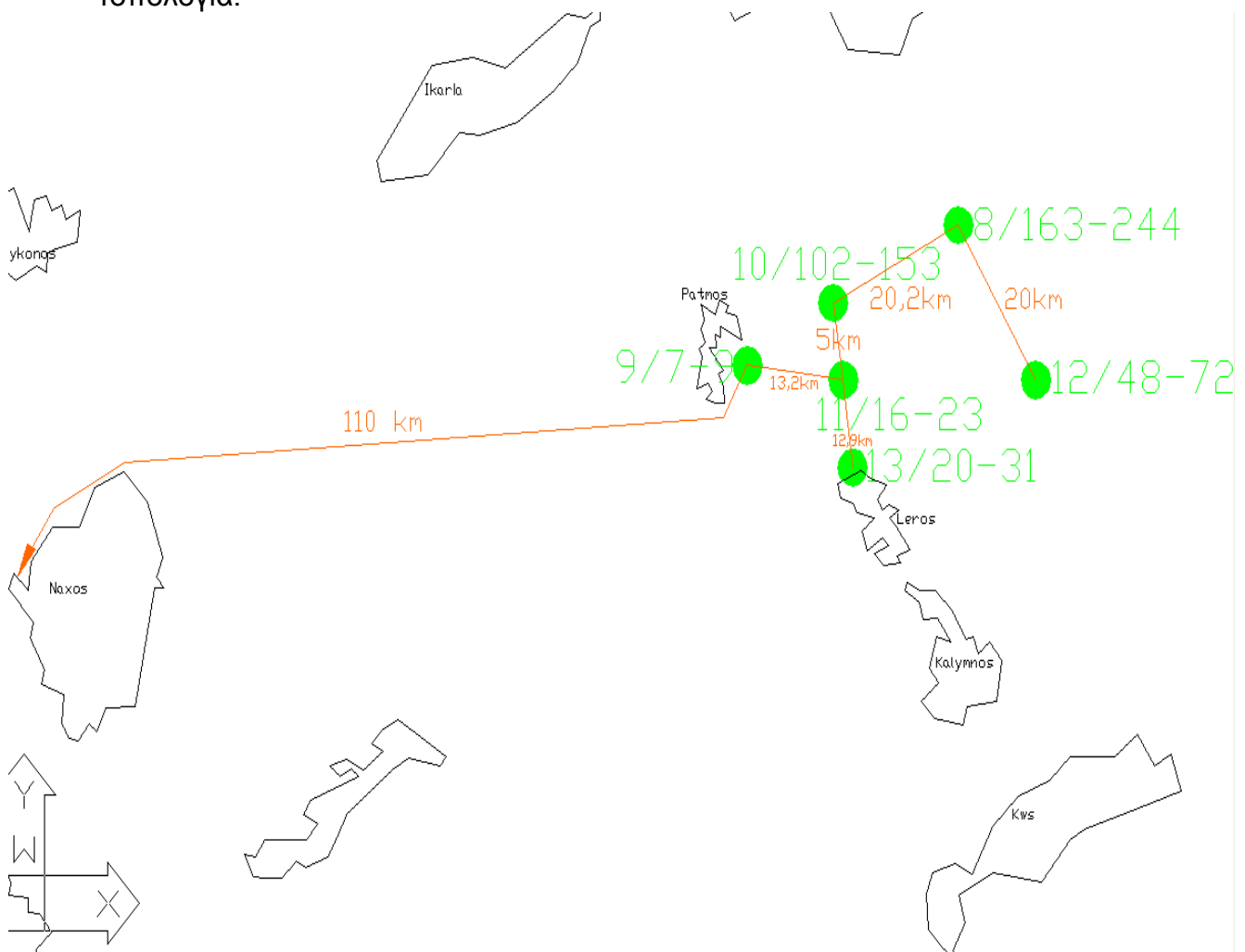
Για το ακόλουθο Α/Π των βραχονησίδων των Σποράδων προτείνεται η διασύνδεση του με το ΚΥΤ Αχελώου μέσω της ακόλουθης τοπολογίας.



Σχήμα 4.3. Προτεινόμενη Τοπολογία Σύνδεσης για το Α/Π Σποράδων

Γ) Μεγάλο Α/Π Δωδεκανήσων

Για το αυτόνομο Α/Π των βραχονησίδων των Δωδεκανήσων προτείνεται η διασύνδεση του με την Νάξο μόνο εφόσον υλοποιηθεί η διασύνδεση των Κυκλάδων. Ακόμη και σε αυτή την περίπτωση όμως, το Α/Π που προτείνεται μπορεί να αξιοποιηθεί μόνο εάν αποτελέσει αναπόσπαστο τμήμα του αρχικού συνολικού σχεδιασμού διασύνδεσης των Κυκλάδων. Δηλαδή, μόνο αν γίνει κατάλληλος σχεδιασμός του εσωτερικού δικτύου των Κυκλάδων και κατάλληλη διαστασιολογήση των υποβρυχίων καλωδίων εξαρχής, έτσι ώστε το προτεινόμενο Α/Π να μπορεί να συνεισφέρει ενέργεια τόσο στον βρόχο των Κυκλάδων όσο και στο Ηπειρωτικό Σύστημα. Η τοποθεσία απόληξης του ΥΒΚ επί της Νάξου ταυτίζεται με την τοποθεσία διασύνδεσης της Νάξου με τις υπόλοιπες Κυκλάδες, όπως αυτή προκύπτει από την ΜΑΣΜ 2008-2012 (και το Σχέδιο ΜΑΣΜ 2010-2014). (βλ § 3.2.5.). Ακολουθεί η προτεινόμενη τοπολογία:



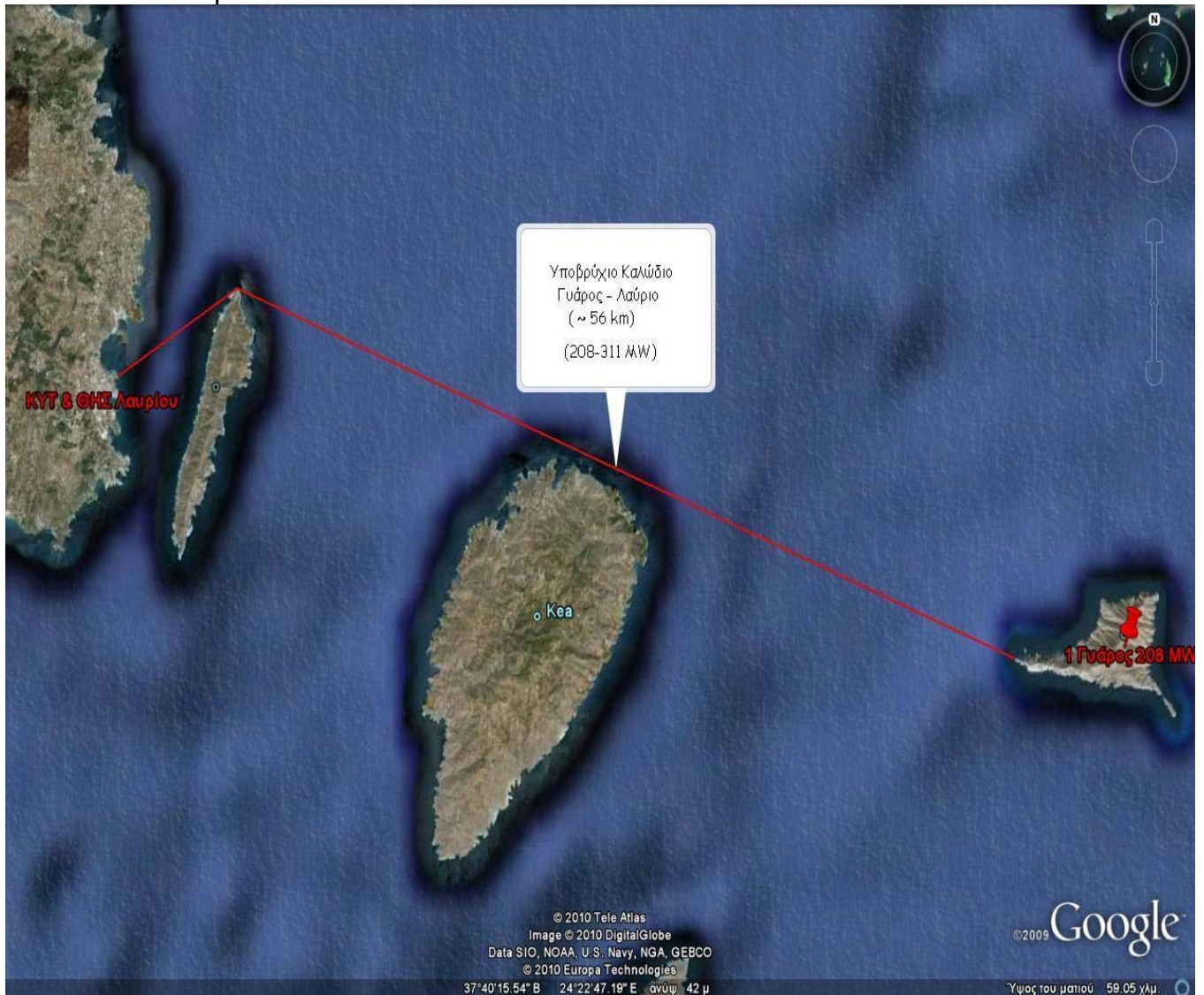
Σχήμα 4.4 Προτεινόμενη Τοπολογία Σύνδεσης για το Α/Π Δωδεκανήσων

4.5.2 Προτεινόμενες Τοπολογίες Μεμονωμένων Βραχονησίδων

Οι προτεινόμενες τοπολογίες των μεμονωμένων περιοχών, παρατίθενται αναλυτικά στο αντίστοιχο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ** στο τέλος της εργασίας. Ακολουθεί ένα ενδεικτικό παράδειγμα.

Από την γεωγραφική περιοχή των Κυκλάδων παρατίθενται ως παράδειγμα οι προτεινόμενες τοπολογίες για την βραχονησίδα 1 (Γυάρος)

Τοπολογία 1α



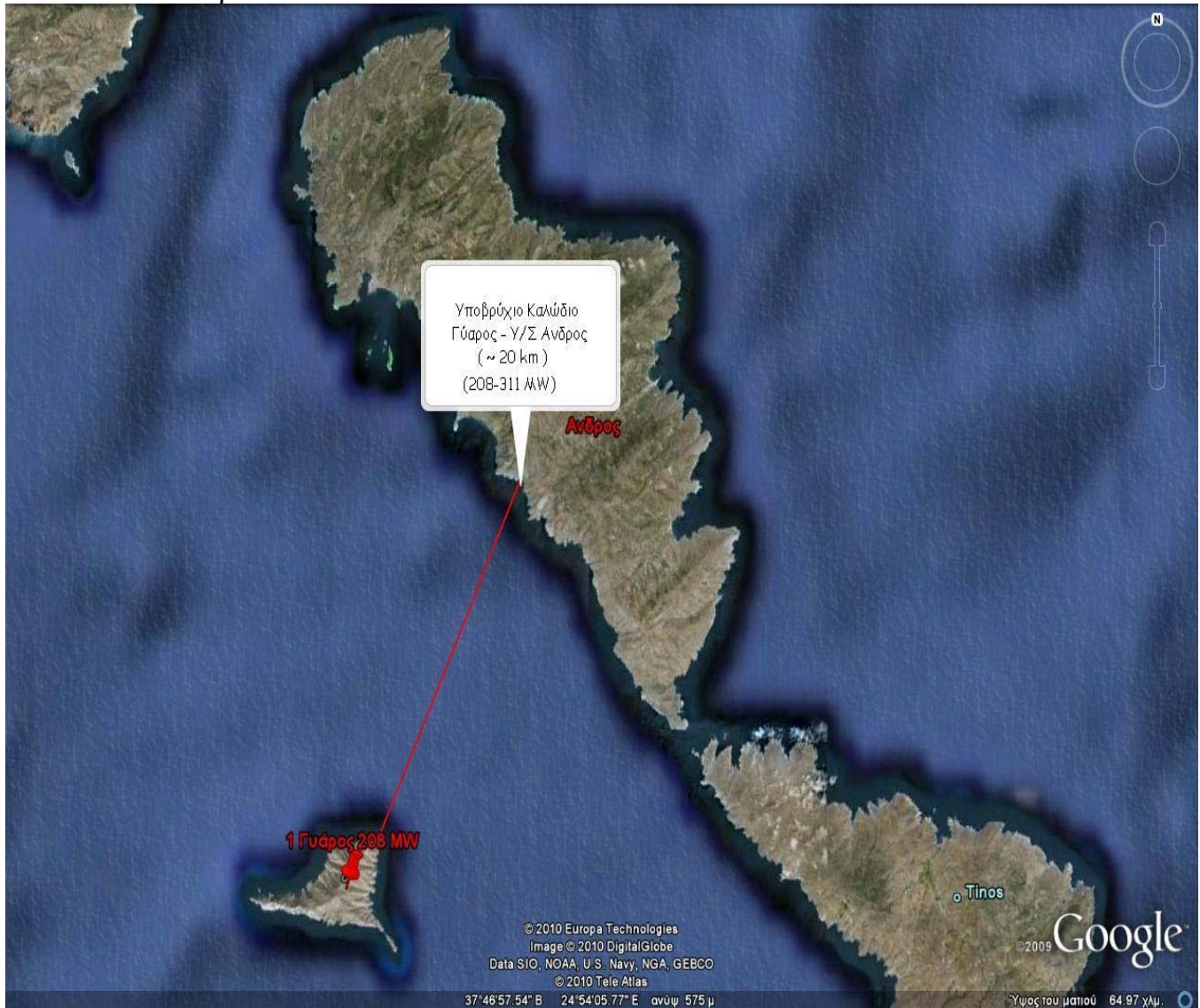
Σχήμα 4.5α Παράδειγμα προτεινόμενης τοπολογίας για την Βραχονησίδα με αύξοντα αριθμό 1

Τοπολογία 1b



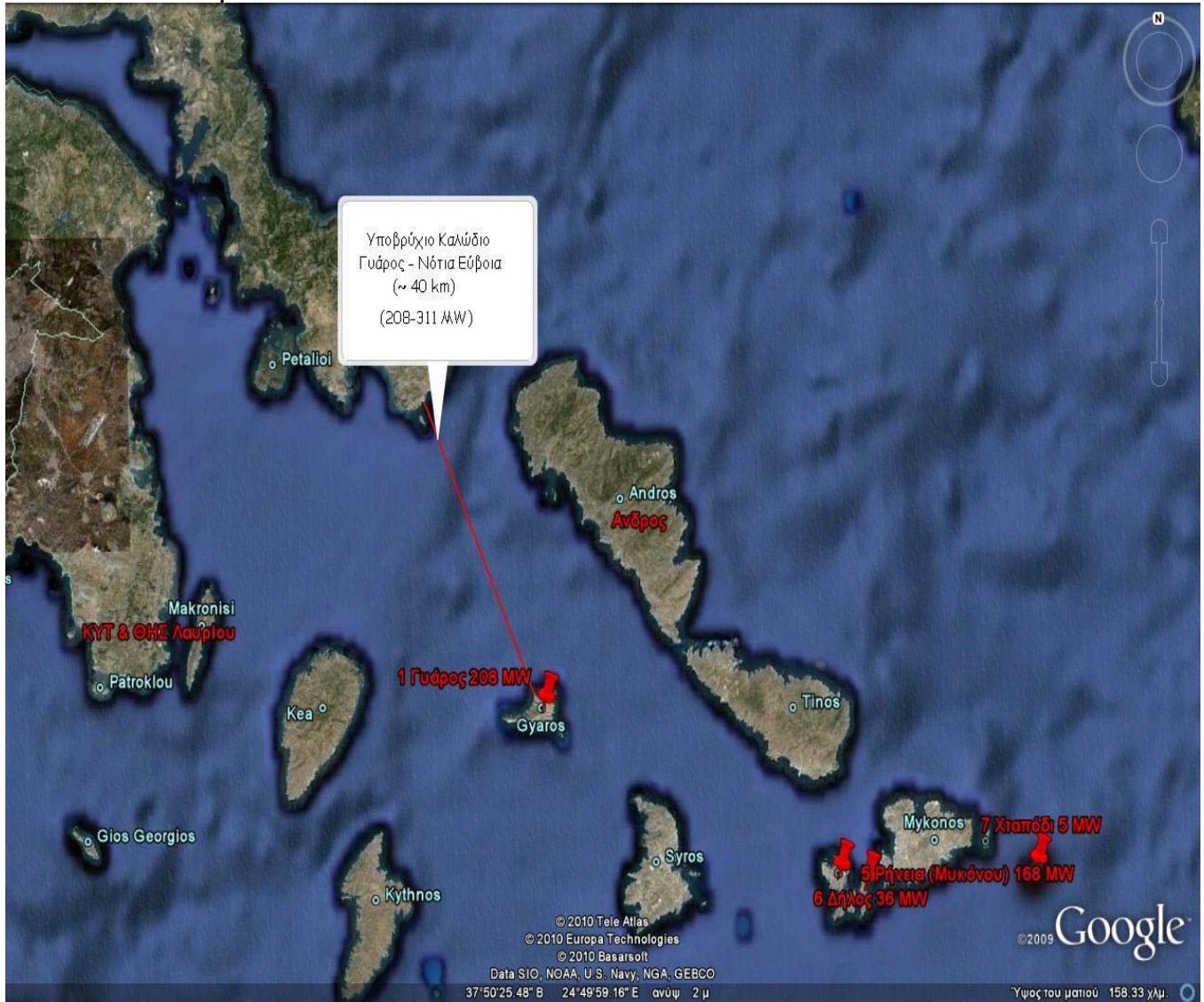
Σχήμα 4.5β Παράδειγμα προτεινόμενης τοπολογίας για την Βραχονησίδα με αύξοντα αριθμό 1

Τοπολογία 1c



Σχήμα 4.5γ Παράδειγμα προτεινόμενης τοπολογίας για την Βραχονησίδα με αύξοντα αριθμό 1

Τοπολογία 1d



Σχήμα 4.5δ Παράδειγμα προτεινόμενης τοπολογίας για την Βραχονησίδα με αύξοντα αριθμό 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

5.1 Συσχέτιση Εγκατεστημένης Ισχύος - Έκτασης Βραχονησίδας

Όπως αναλύθηκε και στο 2^ο Κεφαλαίο (§2.1.1), για την συσχέτιση μεταξύ έκτασης και συνολικής εγκατεστημένης ισχύος κάθε βραχονησίδας εφαρμόστηκε ο συνήθης κανόνας $(5 \div 7) * D$. Δηλαδή η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών ανεμογεννητριών να είναι περίπου ίση με 5 ~ 7 φορές επί την διάμετρο της πτερωτής. Συνεπώς, θεωρώντας διάμετρο πτερωτής 100m, εκτιμάται ως ελαχίστη έκταση για την εγκατάσταση τουλάχιστον 4 Α/Γ τα 490000m² (Εφαρμογή 7*D). Αυτή η εκτίμηση όμως προϋποθέτει μία έκταση σε σχήμα τετραγώνου με πλευρές 700m x 700m, η οποία σπάνια συναντάται σε φυσικές μορφολογίες εδάφους. Για τον λόγο αυτό, θεωρήθηκε τελικά ότι σε 500000 m² (= 500 στρέμματα) μπορούν να εγκατασταθούν 2 ~ 3 Α/Γ.

Σε αυτή την οριακή τιμή (500 στρ.) σύμφωνα με την εκτίμηση που αναλύθηκε πιο πάνω (7*D), υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης 2~3 Α/Γ άρα συνολικά 6~9 MW εγκατεστημένης ισχύος. Με την ίδια λογική προκύπτουν, ο αριθμός Α/Γ και κατ'επέκταση η Εγκατεστημένη ισχύς για κάθε βραχονησίδα με μεγαλύτερη έκταση. Δηλαδή, έστω ότι

- **E** (≥ 500 στρ.) είναι η έκταση μιας βραχονησίδας σε στρέμματα,
- **n** είναι το πλήθος των Α/Γ που μπορούν να εγκατασταθούν και
- **P** η αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύς (MW). Τότε:

$$n = 2\sim 3 * E/500 \text{ και } P = n * 3$$

Η υπόθεση βάσης για ικανή τοποθέτηση 2 με 3 Α/Γ σε έκταση 500 στρεμμάτων δίνει στις τελικές εκτιμήσεις για αριθμό Α/Γ και συνολική εγκατεστημένη ισχύ εντός εύρος μεταξύ ενός κάτω και ενός άνω ορίου αντίστοιχα.

5.2 Επιλογή Τύπου Καλωδίου



Σχήμα 5.1 Υποβρύχιο Τριπολικό Καλώδιο Υψηλής Τάσης με Μόνωση Πολυαιθυλενίου (XLPE)

Αρχικά πρέπει να αναφερθεί ότι για όλες τις διασυνδέσεις επιλέχτηκε η τεχνολογία Εναλλασσόμενου Ρεύματος (Ε.Ρ.) καθώς σύμφωνα με τις εγκεκριμένες μελέτες διασύνδεσης που εξετάστηκαν (βλ. Κεφάλαιο 3 §3.2.5.), η τεχνολογία αυτή κρίνεται οικονομικότερη από την εκείνη του Συνεχούς Ρεύματος (Σ.Ρ.). Με την τεχνολογία Σ.Ρ. απαιτείται η χρήση μετατροπών ρεύματος νεότερης γενιάς (πηγής τάσης) (SVC) με χρήση ηλεκτρονικών διακοπών στοιχείων ισχύος (Transistors – IGBT), των οποίων το κόστος είναι μεγαλύτερο από εκείνο των στοιχείων (πυκνωτών ή/και πηνίων) αντιστάθμισης άεργου ισχύος που απαιτούνται για την τεχνολογία Ε.Ρ.

Στις υποβρύχιες διασυνδέσεις συναντώνται ως επί το πλείστον τα εξής δύο είδη καλωδίων Ε.Ρ.:

- Καλώδια πληρώσεως ελαίου (Low Pressure Oil Filled - LPOF), για τα οποία υπάρχει διεθνής εμπειρία κατασκευής και πόντισης για μήκη μέχρι 50km. Αυτοτελή μήκη είναι δυνατόν να κατασκευαστούν μέχρι 40÷50km. Λόγω της ανάγκης ύπαρξης υδραυλικού συστήματος τροφοδότησης ελαίου στα συγκεκριμένα καλώδια, είναι αναγκαία η κατασκευή κτιρίου εγκατάστασης του εξοπλισμού με εμβαδόν περίπου 100m².
- Καλώδια με μόνωση πολυαιθυλενίου (Cross-Linked PolyEthylene - XLPE), για τα οποία η διεθνής εμπειρία είναι μικρή. Αυτοτελή μήκη είναι δυνατόν να κατασκευαστούν μέχρι περίπου 20km (μέσω της ανάπτυξης αυτής της τεχνολογίας, υπάρχουν πλέον αναφορές για αυτοτελή μήκη μεγαλύτερα των 20km). Τα καλώδια αυτά παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως είναι το χαμηλότερο κόστος κατασκευής και πόντισης, η ευκολότερη διαχείρισή τους (εύκαμπτα, ελαφρά κλπ) και οι μικρότερες απαιτήσεις σε έργα ξηράς (δεν απαιτούνται χώροι για εγκατάσταση υδραυλικών συστημάτων τερματικών εγκαταστάσεων. Πρόκειται για νέα σχετικά τεχνολογία για υποβρύχιες εφαρμογές, η οποία όμως έχει χρησιμοποιηθεί στην Ελλάδα (με πολύ καλά αποτελέσματα) σε υπόγειες εφαρμογές. [7]

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι τα καλώδια με μόνωση XLPE εμφανίζουν προφανή πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα καλώδια ελαίου, για τον λόγω αυτό άλλωστε. Όλοι οι μεγάλοι κατασκευαστές καλωδίων αναπτύσσουν αυτή την τεχνολογία, η οποία φαίνεται ότι θα επικρατήσει στο μέλλον. Για της ανάγκες τις παρούσας εργασίας λοιπόν επιλέχθηκαν καλώδια με μόνωση πολυαιθυλενίου (XLPE).

Επιπλέον επιλέχθηκαν τριπολικά καλώδια έναντι μονοπολικών. Η επιλογή αυτή οφείλεται στο ότι η χρήση τριπολικών καλωδίων αποτελεί την πλέον διαδεδομένη διεθνώς πρακτική, καθώς παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη χρήση μονοπολικών, κυρίως για εφαρμογές

που αφορούν μεγάλου μήκους υποβρύχια τμήματα. Συγκεκριμένα, η χρήση τριπολικών καλωδίων παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Επιτυγχάνονται ταχύτεροι χρόνοι πόντισης σε αντίθεση με τις πολλαπλές ποντίσεις των μονοπολικών. (και κατ'επέκταση προκύπτει χαμηλότερο κόστος πόντισης)
- Παρουσιάζονται σημαντικά μειωμένες απώλειες σπλισμού, μεταλλικού μανδύα και λοιπών μεταλλικών τμημάτων σε σχέση με τα μονοπολικά
- Δεν παρουσιάζονται προβλήματα ασυμμετρίας μεταξύ των φάσεων όπως συμβαίνει με τα μονοπολικά. [9]

Τέλος, σχετικά με τα υποβρύχια καλώδια αξίζει να σημειωθεί ότι ο εκτιμώμενος χρόνος “ζωής” τους ανέρχεται περίπου στα 30 έτη.

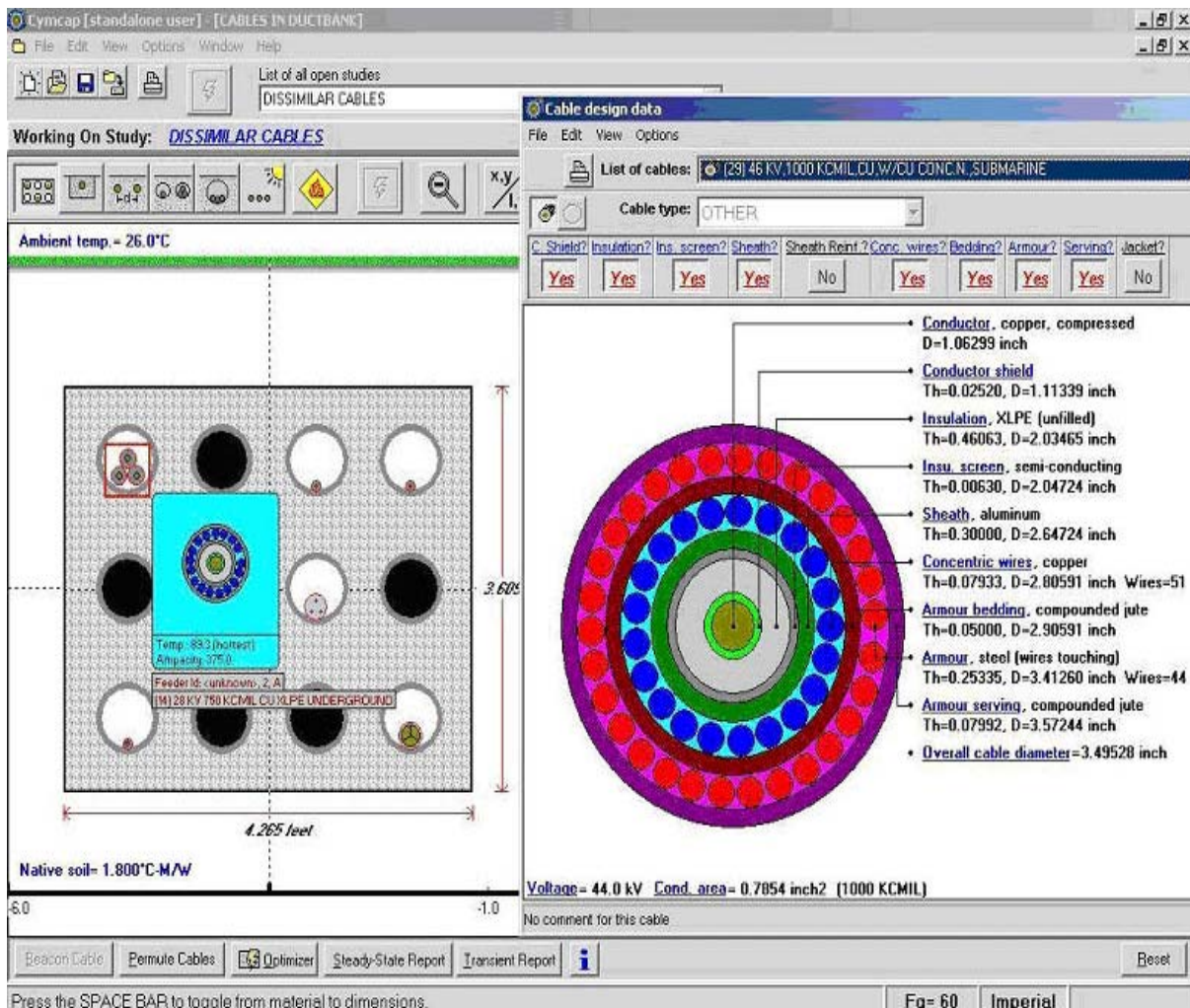
5.3 Κριτήριο Επιλογής Διαμέτρου Αγωγού Υποβρυχίου Καλωδίου

Η επιλογή της διαμέτρου ενός αγωγού ηλεκτρικού ρεύματος καθορίζεται από την μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος (Ampacity)¹ που μπορεί ο αγωγός να διακινήσει κάτω από καθορισμένες συνθήκες. Γενικά ισχύει ότι όσο αυξάνεται η διάμετρος του αγωγού, αυξάνεται και η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί αυτός να διακινήσει.

Ο αναλυτικός υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας για καλωδιακές εγκαταστάσεις είναι πολύπλοκος και πολύ-παραγοντικός. Για τον λόγο αυτό, για τον υπολογισμό της χρησιμοποιούνται εξελιγμένα ηλεκτρονικά υπολογιστικά προγράμματα όπως για παράδειγμα τα: CYMCAP και CYME's. Τα προγράμματα αυτά χρησιμοποιούν ως βάση τα διεθνή πρότυπα του Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE) καθώς και της Διεθνούς Ηλεκτρολογικής Επιτροπής (IEC) σχετικά με καλωδιακές εγκαταστάσεις. Η τελική φέρουσα ικανότητα του καλωδίου προκύπτει κατόπιν αναλυτικής επεξεργασίας των στοιχείων κάθε ξεχωριστού επιπέδου του καλωδίου (βλ. χρωματική διαφοροποίηση των επιμέρους επιπέδων στο

¹ Κατά το κοινών, Ampacity = φέρουσα ικανότητα ενός αγωγού, εκφρασμένη σε Amperes

σχήμα που ακολουθεί). Το κάθε πιθανό υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένη μια στρώση ενός σύνθετου καλωδίου έχει επίδραση στο επιτρεπόμενο φορτίο γραμμής ανάλογα με τις διαστάσεις της στρώσης και κατ'επέκταση ανάλογα με τις ηλεκτρικές της ιδιότητες (ωμικές απώλειες, διηλεκτρικές απώλειες). Μέσω μιας δυναμικής αλληλουχίας πιθανών συνδυασμών διαστάσεων, υλικών και συνθηκών εγκατάστασης έτσι ώστε να καλύπτονται οι εκάστοτε απαιτήσεις μίας σύνδεσης προκύπτει η τελική μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος του καλωδίου. Μια τυπική εικόνα προβολής του προγράμματος CYMCAP για ένα σύνθετο καλώδιο παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 5.2 Υπολογισμός της Μέγιστης Επιτρεπόμενης Έντασης Ρεύματος ενός Σύνθετου Καλωδίου μέσω του Υπολογιστικού Προγράμματος CYMCAP.

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος ενός σύνθετου καλωδίου, όπως είναι τα υποβρύχια καλώδια που μελετώνται στην προκειμένη περίπτωση, μπορούν προσεγγιστικά να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες.

1) Τεχνικά/Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του καλωδίου

- Υλικό αγωγού (π.χ. χαλκός, αλουμίνιο). Η ωμική αντίσταση του αγωγού προκαλεί θερμικές απώλειες οι οποίες επηρεάζουν την μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος. (απώλειες φορτίου)
- Ονομαστική διάμετρος αγωγού. Όπως αναφέρθηκε και στην πρώτη παράγραφο του παρόντος εδαφίου, γενικά ισχύει ότι όσο αυξάνεται η διάμετρος του αγωγού, αυξάνεται και η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος που ο αγωγός δύναται να διακινήσει.
- Υλικό μεταλλικών επιστρώσεων (εφόσον υπάρχουν) . Επηρεάζουν κατά τον ίδιο τρόπο με αυτόν του αγωγού. Επιστρώσεις όπως είναι ο οπλισμός , η μεταλλική θωράκιση (μανδύας αγωγού) κ.α. .
- Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία αγωγού σε κανονική λειτουργία. Η θερμοκρασία αυτή εξαρτάται από το υλικό της μόνωσης του καλωδίου και από το υλικό του αγωγού. Για μόνωση διασταυρωμένου πολυαιθυλενίου (XLPE) και χάλκινο αγωγό ,(όπως επιλέχθηκαν στην παρούσα εργασία), είναι $\theta_c=90\text{ }^\circ\text{C}$)

2) Συνθήκες περιβάλλοντα χώρου

- Παράγοντες όπως η θερμοκρασία του χώρου εγκατάστασης , το βάθος τοποθέτησης και η ειδική θερμική αντίσταση του περιβάλλοντα χώρου επηρεάζουν τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος.

3) Τάση Λειτουργίας.

- Η τάση λειτουργίας (ακόμη και σε μηδενική φόρτιση) είναι η κύρια υπεύθυνη για την δημιουργία διηλεκτρικών απωλειών, οι οποίες έχουν επίδραση στο μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο.

Με βάση τα στοιχεία που προηγήθηκαν και με οδηγό μια αναλυτική τεχνική περιγραφή μίας από τις μεγαλύτερες παγκοσμίως κατασκευάστριες εταιρίες (Όμιλος NEXANS) καλωδίων για ένα έργο υποβρύχιας καλωδίωσης μεταξύ Αττικής και Εύβοιας (για λογαριασμό της ΔΕΗ Α.Ε.) θα γίνει στην συνέχεια η

περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθήθηκε για την διαστασιολόγηση των υποβρυχίων καλωδίων της παρούσας εργασίας. Η διαδικασία διαστασιολόγησης είναι η ίδια για κάθε περίπτωση καλωδιακής διασύνδεσης που εξετάζεται.

5.4 Διαδικασία Διαστασιολόγησης Υποβρυχίων Καλωδίων & Όροι Σύνδεσης

Όπως προαναφέρθηκε(βλ. §5.2), για όλες τις υποβρυχίες διασυνδέσεις της παρούσας εργασίας επιλέχθηκαν τριπολικά καλώδια με πλαστική μόνωση δικτυωμένου πολυαιθυλενίου (XLPE), και σύνδεση με τεχνολογία εναλλασσόμενου ρεύματος.

5.4.1 Επιλογή Διατομής Αγωγού

Η προσέγγιση της μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης ηλεκτρικού ρεύματος (Ampacity) προκύπτει για κάθε τυποποιημένη διατομή αγωγού μέσα από σχετικούς πίνακες τεχνικών-ηλεκτρολογικών δεδομένων για τον τύπο καλωδίου που επιλέχτηκε. Οι πίνακες αυτοί αντλήθηκαν από τεχνικούς καταλόγους γνωστής κατασκευάστριας εταιρίας καλωδίων διεθνούς εμβέλειας.(Όμιλος ABB)

Οι διαθέσιμοι πίνακες αφορούν σε υπόγεια καλώδια. Η κατασκευαστική διαφορά μεταξύ υπογείου και υποβρυχίου καλωδίου έγκειται στο υλικό και στο πάχος του εξωτερικού (πλαστικού) μανδύα του καλωδίου. Στα υπόγεια καλώδια συνήθως χρησιμοποιείται πολυαιθυλένιο υψηλής ή μέσης πυκνότητας (HDPE ή MDPE), ή πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) ενώ στα υποβρύχια πολυπροπυλένιο (PP) και πίσσα. Ο εξωτερικός μανδύας ωστόσο επηρεάζει ελάχιστα την μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος.(όπως αναφέρεται σε σχετικούς οδηγούς μεγάλων κατασκευαστριών καλωδίων). Επιπλέον, όπως προαναφέρθηκε, συμβολή στον καθορισμό του μέγιστου επιτρεπόμενου φορτίου έχει ο περιβάλλοντας χώρος του καλωδίου και συγκεκριμένα οι συνθήκες που επικρατούν σε αυτόν (όπως η θερμοκρασία) και οι ιδιότητες του (όπως η θερμική αντίσταση του μέσου που περιβάλλει το καλώδιο). Όπως είναι φυσικό, κατά μήκος μιας

καλωδιακής σύνδεσης πολλών χιλιομέτρων και δη μιας υποβρύχιας διασύνδεσης, οι συνθήκες και οι ιδιότητες του περιβάλλοντα χώρου μεταβάλλονται κατά μήκος της διαδρομής. Αυτό που έχει σημασία για την διαστασιολόγηση, είναι κατά μήκος αυτής της διαδρομής να προσδιοριστούν τα τμήματα με τις δυσμενέστερες συνθήκες όσον αφορά την μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση. Δηλαδή, τα τμήματα όπου το ρεύμα παίρνει την χαμηλότερη από τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του κατά μήκος της διαδρομής. Στην περίπτωση μιας υποβρύχιας διασύνδεσης, το δυσμενέστερο τμήμα ως προς την μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος είναι το υπόγειο τμήμα του υποβρυχίου καλωδίου επί της ξηράς, καθώς εκεί οι συνθήκες του περιβάλλοντα χώρου είναι δυσμενέστερες από τις αντίστοιχες στον πυθμένα της θάλασσας, όσον αφορά την απαγωγή θερμότητας. Η παρατήρηση αυτή επαληθεύεται στην πράξη και από τα στοιχεία της τεχνικής περιγραφής (μεγάλης κατασκευάστριας εταιρίας καλωδίων) για το έργο υποβρύχιας διασύνδεσης μεταξύ Αττικής και Ευβοίας, η οποία χρησιμοποιήθηκε ως βάση για την διαδικασία διαστασιολόγησης.

Συνεπώς, η άντληση στοιχείων για τον προσδιορισμό του μέγιστου επιτρεπόμενου φορτίου θα γίνει από πίνακες τεχνικών προδιαγραφών υπογείων καλωδίων με πλαστική μόνωση (XLPE) για μέση και υψηλή τάση αντίστοιχα.

Εξετάζοντας αρχικά την περίπτωση σύνδεσης υπό Υ.Τ. (150 kV) ο κατάλληλος πίνακας είναι ο ακόλουθος:

Rated voltage 110-500 kV, copper conductor - 95 mm ² screen									Segmental conductor for 1200 mm ² or more.							
Cross section conductor	Cables in Ground								Cables in Air							
	Flat formation ●●●				Trefoil formation ●●●				Flat formation ●●●				Trefoil formation ●●●			
	Crossbonded		Both ends		Cross bonded		Both ends		Crossbonded		Both ends		Cross bonded		Both ends	
mm ²	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C
300	530	640	440	535	505	610	480	580	600	805	500	685	525	710	500	685
400	600	720	485	595	575	690	540	650	680	915	565	775	605	820	575	785
500	685	825	530	650	655	785	600	730	790	1060	625	860	695	945	650	895
630	780	940	570	705	740	890	660	810	915	1235	685	950	800	1085	735	1010
800	870	1055	610	755	825	995	720	885	1045	1415	745	1040	905	1235	815	1130
1000	960	1165	645	800	900	1095	770	950	1175	1590	800	1125	1005	1380	895	1245
1200	1115	1345	690	860	1060	1280	855	1055	1395	1880	880	1240	1210	1650	1025	1425
1400	1205	1455	715	890	1145	1385	895	1110	1530	2065	920	1300	1320	1800	1090	1525
1600	1280	1550	735	920	1215	1470	930	1155	1655	2235	960	1355	1420	1940	1150	1615
2000	1410	1705	765	955	1320	1605	980	1220	1845	2500	1000	1425	1565	2145	1230	1740
2500	1540	1875	795	1000	1445	1755	1025	1285	2095	2845	1065	1515	1750	2410	1330	1890
3000	1640	1995	820	1025	1530	1865	1055	1330	2280	3105	1100	1575	1885	2600	1400	1990

Πίνακας 5.1.α Αρχική Διαβάθμιση ηλεκτρικού ρεύματος για Καλώδια Πλαστικής Μόνωσης (XLPE) (υπό μέσες συνθήκες/προδιαγραφές αναφοράς)
Πηγή: ABB

Περιγραφή Πίνακα

Η στήλη στην αριστερή πλευρά του πίνακα εμπεριέχει τις τυποποιημένες διατομές χάλκινων αγωγών σε mm².

Στην κορυφή του πίνακα αναγράφονται τα εξής στοιχεία:

- **Rated voltage : Διακύμανση (εύρος) τάσης**

Το εύρος τάσης του πίνακα κυμαίνεται μεταξύ 110 και 500 kV. Συνεπώς η περίπτωση σύνδεσης με υψηλή τάση 150 kV (στο δίκτυο της Ελλάδας) είναι εντός των ορίων της τάσης του πίνακα.

- **Cooper conductor - 95 mm² screen: Χάλκινος αγωγός – 95 τετραγωνικά χιλιοστά εμβαδόν δακτυλίου μεταλλικής θωράκισης (μεταλλικός μανδύας).**

Επιλέχτηκε **αγωγός χαλκού** (και όχι αλουμινίου) διότι ο χαλκός παρουσιάζει μεγαλύτερη ηλεκτρική αγωγιμότητα από το αλουμίνιο και κατ'επέκταση μεγαλύτερη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος υπό καθορισμένες συνθήκες. Η επιλογή αυτή συμφωνεί και με την τεχνική περιγραφή του έργου υποβρύχιας διασύνδεσης Αττικής – Εύβοιας.

Τα 95 mm^2 εκφράζουν το εμβαδόν της διατομής του μεταλλικού δακτυλίου (μεταλλικού μανδύα) βάσει του οποίου προκύπτουν τα αποτελέσματα έντασης ρεύματος του πιο πάνω πίνακα. Η επίδραση του μεταλλικού μανδύα στην ένταση του ρεύματος και τα κριτήρια επιλογής του αναλύονται στην συνέχεια.

- **Segmental conductor for 1200 mm² or more: (Δια)Τμηματικός αγωγός για εμβαδόν (αγωγού) μεγαλύτερο ή ίσο με 12000 τετραγωνικά χιλιοστά.**

Εξαιτίας αύξησης της αντίστασης του αγωγού στο εναλλασσόμενο ρεύμα ανάλογα με την αύξηση της διατομής του, για αγωγούς με εμβαδόν διατομής μεγαλύτερο ή ίσο από 1200 mm^2 απαιτείται ο τμηματικός διαχωρισμός του αγωγού. Περίπτωση που στην παρούσα εργασία δεν λαμβάνεται καθόλου υπόψη καθώς σε περίπτωση ανάγκης επιλογής διατομής μεγαλύτερης ή ίσης με 800 mm^2 επιλέγεται κατάλληλο πλήθος μικρότερων διατομών ισοδύναμης συνολικής φέρουσας ικανότητας.

Αμέσως μετά ακολουθούν δυο (μεγάλες) στήλες οι οποίες φέρουν αντίστοιχα τους τίτλους **Cables in Ground** και **Cables in Air** : **Καλώδια στο Έδαφος** και **Καλώδια στον Αέρα** .

Στην περίπτωση της παρούσας εργασίας επιλέγεται η στήλη στην οποία αναγράφεται **Cables in Ground**, για τους λόγους που προαναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους (βλ §5.4.1 Επιλογή Διατομής Αγωγού)

Ακολουθούν δυο στήλες οι οποίες φέρουν αντίστοιχα τους τίτλους:

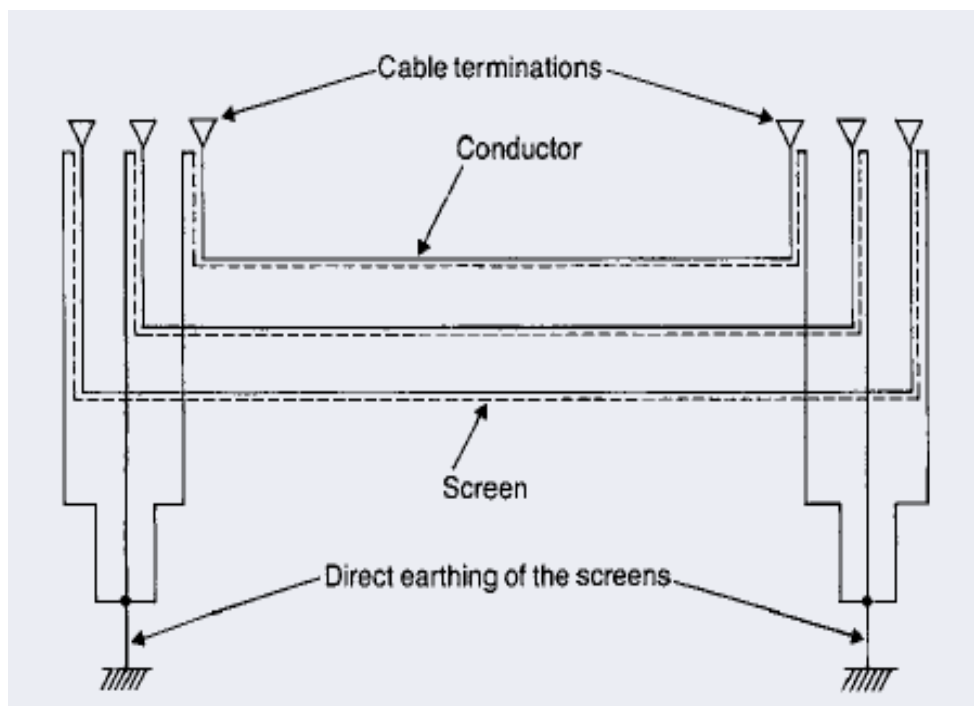
Flat formation και Trefoil formation: Επίπεδη Διάταξη και Διάταξη Τριφυλλιού (ή τριγωνική διάταξη).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί για όλες τις διασυνδέσεις έχουν επιλεγεί τριπολικά καλώδια. Σύμφωνα με σχετικές οδηγίες τεχνικών οδηγών για υποβρύχια καλώδια η διάταξη ενός τριπολικού καλωδίου αντιστοιχεί με εκείνη μιας ομάδας τριών μονοπολικών καλωδίων σε τριγωνική διάταξη. Η τριγωνική διάταξη του πίνακα αφορά σε μία ομάδα τριών μονοπολικών καλωδίων, άρα κατ'αντιστοιχία σε ένα τριπολικό καλώδιο. Συνεπώς, επιλέγεται η στήλη του πίνακα που φέρει το όνομα Trefoil formation.

Κάτω από την στήλη με όνομα Trefoil formation υπάρχουν δύο στήλες που φέρουν αντίστοιχα τους τίτλους:

Crossbonded και Both ends: Διασταυρούμενη Σύνδεση και Σύνδεση και στα Δυο Άκρα.

Πρόκειται για διαφορετικές συνδεσμολογίες της γείωσης των μεταλλικών επιστρώσεων των καλωδίων. Στην περίπτωση διασυνδέσεων που καλύπτουν μεγάλες χιλιομετρικές αποστάσεις όπως είναι οι υποβρύχιες διασυνδέσεις της προκειμένης περίπτωσης επιλέγεται γείωση των μεταλλικών τμημάτων και των δύο άκρων του καλωδίου. Συνεπώς επιλέγεται η στήλη που φέρει τον τίτλο Both ends .Η επιλογή αυτή συμφωνεί και με τον τρόπο γείωσης των μεταλλικών τμημάτων των υποβρυχίων καλωδίων στην περίπτωση του έργου υποβρύχιας διασύνδεσης Εύβοιας – Αττικής. Η εν λόγω συνδεσμολογία της γείωσης φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί:



Σχήμα 5.3 Γείωση των μεταλλικών επιπέδων/επιστρώσεων του καλωδίου και στα δύο άκρα του

Κάτω από την στήλη με όνομα Both ends υπάρχουν δύο ακόμη στήλες στις οποίες αναγράφονται αντίστοιχα οι θερμοκρασίες **65°C** και **90 °C**.

Πρόκειται για την μέγιστη θερμοκρασία του αγωγού σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας. Για αγωγό χαλκού και μόνωση XLPE (όπως εδώ) αυτή η θερμοκρασία είναι 90°C. Συνεπώς επιλέγεται η στήλη που φέρει την θερμοκρασία 90 °C. Οι εναπομένουσες αριθμητικές τιμές κάτω από αυτήν την στήλη είναι και οι ζητούμενες μέγιστες επιτρεπόμενες εντάσεις ρεύματος (εκφρασμένες σε amperes) για κάθε τυποποιημένη διάμετρο.

Ακολουθεί σχηματική απόδοση της διαδικασίας που μόλις περιγράφηκε. Οι κυκλωμένες στήλες είναι αυτές που επιλέγονται και οι διαγεγραμμένες αυτές που απορρίπτονται.

Rated voltage 110-500 kV, copper conductor – 95 mm ² screen										Segmental conductor for 1200 mm ² or more.						
Cross section conductor	Cables in Ground								Cables in Air							
	Flat formation ●●●				Trefoil formation ●●●				Flat formation ●●●				Trefoil formation ●●●			
	Crossbonded		Both ends		Cross bonded		Both ends		Crossbonded		Both ends		Cross bonded		Both ends	
mm ²	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C
300	530	640	440	535	505	610	480	580	600	805	500	685	525	710	500	685
400	600	720	485	595	575	690	540	650	680	915	565	775	605	820	575	785
500	685	825	530	650	655	785	600	730	790	1060	625	860	695	945	650	895
630	780	940	570	705	740	890	660	810	915	1235	685	950	800	1085	735	1010
800	870	1055	610	755	825	995	720	885	1045	1415	745	1040	905	1235	815	1130
1000								950	1175	1590	800	1125	1005	1380	895	1245
1200	1115	1345	690	860	1060	1280	855	1055	1395	1880	880	1240	1210	1650	1025	1425
1400	1205	1455	715	890	1145	1385	895	1110	1530	2065	920	1300	1320	1800	1090	1525
1600	1280	1550	735	920	1215	1470	930	1155	1655	2235	960	1355	1420	1940	1150	1615
2000	1410	1705	765	955	1320	1605	980	1220	1845	2500	1000	1425	1565	2145	1230	1740
2500	1540	1875	795	1000	1445	1755	1025	1285	2095	2845	1065	1515	1750	2410	1330	1890
3000	1640	1995	820	1025	1530	1865	1055	1330	2280	3105	1100	1575	1885	2600	1400	1990

Πίνακας 5.1.β Αρχική Διαβάθμιση ηλεκτρικού ρεύματος για Καλώδια Πλαστικής Μόνωσης (XLPE) Υπό Καθορισμένες Συνθήκες/Προδιαγραφές
Πηγή: ABB

Ελληνιστί και σε μία πιο ευανάγνωστη μορφή ο πιο πάνω πίνακας έχει ως εξής:

Εμβαδό Διατομής Αγωγού (mm ²)	Μέγιστη Επιτρεπόμενη Ένταση Ρεύματος (amperes)
300	580
400	650
500	730
630	810
800	885
1000	950
1200	1055

Πίνακας 5.1.γ Αρχική Διαβάθμιση ηλεκτρικού ρεύματος για Καλώδια Πλαστικής Μόνωσης (XLPE) Υπό Καθορισμένες Συνθήκες/Προδιαγραφές

Οι τιμές της μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης ρεύματος του πιο πάνω πίνακα ωστόσο, προκύπτουν για συγκεκριμένες συνθήκες/προδιαγραφές, όπως είναι για παράδειγμα το υλικό της μόνωσης, το εύρος της τάσης σύνδεσης κ.α. . Οι συνθήκες και οι προδιαγραφές αυτές συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με τις συνθήκες και τις προδιαγραφές του έργου υποβρύχιας διασύνδεσης Εύβοιας – Αττικής. Υπάρχουν ωστόσο ορισμένες διαφοροποιήσεις. Πιο αναλυτικά, για τις τιμές της έντασης του ρεύματος του προηγούμενου πίνακα, μεταξύ άλλων, ισχύουν τα εξής:

- Θερμοκρασία εδάφους: 20 °C
- Βάθος τοποθέτησης: 1 m
- Ειδική θερμική αντίσταση εδάφους: 1 K*m/W
- Εμβαδόν διατομής μεταλλικού μανδύα: 95 mm² Χαλκού.(Εμβαδόν δακτυλίου)

Ενώ στην περίπτωση της τεχνικής προσφοράς για το έργο διασύνδεσης Εύβοιας – Αττικής οι αντίστοιχες συνθήκες είναι:

- Θερμοκρασία εδάφους: 25 °C
- Βάθος τοποθέτησης: 1,5 m
- Ειδική θερμική αντίσταση εδάφους: 1,1 K*m/W
- Εμβαδόν διατομής μεταλλικού μανδύα: ~537 mm² Κράμα Μολύβδου.(Εμβαδόν δακτυλίου)

Οι συνθήκες του έργου Εύβοιας – Αττικής αποτελούν συνθήκες πραγματικής εγκατάστασης. Συνθήκες που προσεγγίζουν τις αντίστοιχες τις παρούσας εργασίας πολύ περισσότερο από τις μέσες συνθήκες/προδιαγραφές αναφοράς μέσω των οποίων προκύπτει ο Πίνακας 5.1.

Για τον λόγο αυτό κρίθηκε ότι για την παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθούν ως συνθήκες αναφοράς για τον καθορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης ανά τυποποιημένη διατομή αγωγού, οι συνθήκες/προδιαγραφές του έργου Εύβοιας – Αττικής.(Όμιλος NEXANS)

Οι νέες συνθήκες λοιπόν που τέθηκαν επηρεάζουν όπως είναι αναμενόμενο την μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση που αντιστοιχεί σε κάθε τυποποιημένη

διατομή αγωγού. Η επίδραση αυτή μπορεί να προσεγγιστεί αρχικώς μέσω του πολλαπλασιασμού κάθε επιτρεπόμενης έντασης με μια σειρά από διορθωτικούς συντελεστές, οι οποίοι ονομάζονται συντελεστές διαβάθμισης. Οι συντελεστές αυτοί, και η διαδικασία διόρθωσης της μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης ρεύματος για κάθε τυποποιημένη διατομή αγωγού, (όπως άλλωστε όλοι οι πίνακες αυτού του εδαφίου), αντλήθηκαν από τεχνικούς καταλόγους γνωστής κατασκευάστριας εταιρίας καλωδίων διεθνούς εμβέλειας. Πιο αναλυτικά

- Συντελεστής Διαβάθμισης για το βάθος τοποθέτησης.

Ο συντελεστής αυτός προκύπτει από τον ακόλουθο πίνακα:

Rating factor for laying depth	
Laying depth, m	Rating factor
0.50	1.10
0.70	1.05
0.90	1.01
1.00	1.00
1.20	0.98
1.50	0.95

Πίνακας 5.2 Συντελεστής Διαβάθμισης για το βάθος τοποθέτησης
(Πηγή: ABB)

Για βάθος τοποθέτησης (όπως ήδη ορίστηκε) ίσο με 1,5 m, ο αντίστοιχος συντελεστής διαβάθμισης ,όπως προκύπτει από τον πιο πάνω πίνακα, είναι **0,95** .

- Συντελεστής Διαβάθμισης για την θερμοκρασία εδάφους

Ο συντελεστής αυτός προκύπτει από τον ακόλουθο πίνακα:

Rating factor for ground temperature								
Conductor temperature, °C	Ground temperature, °C							
	10	15	20	25	30	35	40	45
90	1.07	1.04	1	0.96	0.93	0.89	0.84	0.80
65	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.74	0.66

Πίνακας 5.3 Συντελεστής Διαβάθμισης για την θερμοκρασία εδάφους
(Πηγή: ABB)

Για μέγιστη θερμοκρασία αγωγού σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας ίση με 90 °C και θερμοκρασία εδάφους ίση με 25 °C, ο αντίστοιχος συντελεστής διαβάθμισης, όπως προκύπτει από τον πιο πάνω πίνακα είναι **0,96**.

- Συντελεστής Διαβάθμισης για την θερμική αντίσταση του εδάφους

Ο συντελεστής αυτός προκύπτει από τον ακόλουθο πίνακα:

Rating factor for ground thermal resistivity							
Thermal resistivity, Km/W	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
Rating factor	1.14	1.00	0.93	0.84	0.74	0.67	0.61

Πίνακας 5.4 Συντελεστής Διαβάθμισης για την θερμική αντίσταση του εδάφους

Από τον πιο πάνω πίνακα για θερμική αντίσταση εδάφους ίση με 1,1 K * m/W, ο αντίστοιχος συντελεστής προκύπτει μέσω γραμμικής παρεμβολής, και είναι περίπου ίσος με **0,98**.

- Συντελεστής Διαβάθμισης για το εμβαδόν της διατομής του μεταλλικού μανδύα

Η επίδραση του μανδύα στην μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος του αγωγού είναι σημαντική. Για τον λόγο αυτό, προτού περιγραφεί η διαδικασία εύρεσης του συντελεστή διαβάθμισης για το εμβαδό της διατομής του μεταλλικού μανδύα, κρίνεται σκόπιμο να προηγηθεί μια σύντομη περιγραφή της λειτουργίας/σημασίας του μεταλλικού μανδύα ενός καλωδίου. Εξαιτίας της ροής ρεύματος στον αγωγό ενός τριφασικού συστήματος (όπως εδώ) αναπτύσσεται διαφορά δυναμικού στον μεταλλικό μανδύα, ο οποίος καταυτών τον τρόπο διαρρέεται από ρεύμα προκαλούμενο από την φόρτιση του αγωγού. Επιπλέον, σε περίπτωση γείωσης των μεταλλικών επιστρώσεων του καλωδίου (όπως ο μανδύας, και ο σπλισμός) και στις δύο άκρες του (both ends bonding) όπως στην προκειμένη περίπτωση, ο μεταλλικός μανδύας διαρρέεται και από ρεύμα βραχυκύκλωσης. Και οι δύο τύποι ρεύματος (φόρτισης και βραχυκύκλωσης) που αναπτύσσονται στον μεταλλικό μανδύα προκαλούν θερμικές απώλειες οι οποίες επηρεάζουν την μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος του αγωγού. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του μεταλλικού μανδύα τόσο μεγαλύτερη είναι η μείωση που ο μανδύας επιφέρει στην μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος του αγωγού.

Απεναντίας, το πάχος του μεταλλικού μανδύα επηρεάζει την προστασία κατά της υγρασίας που ο μανδύας παρέχει στην πλαστική μόνωση του καλωδίου την οποία υπερκαλύπτει. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του μανδύα, τόσο αποδοτικότερη είναι προστασία κατά της υγρασίας.

Συμπερασματικά, το πάχος του μεταλλικού μανδύα έχει τόσο θετική όσο και αρνητική επίδραση στο καλώδιο. Στην παρούσα εργασία το πάχος του μεταλλικού μανδύα επιλέχτηκε με βάση την τεχνική περιγραφή για το έργο υποβρύχιας διασύνδεσης Εύβοιας – Αττικής, καθώς οι συνθήκες που καθορίζουν την διαστασιολόγηση των καλωδίων του έργου αυτού κρίθηκαν ικανοποιητικές και αν μη τι άλλο πλησιέστερες στις συνθήκες της παρούσας εργασίας, από τις συνθήκες αναφοράς των πινάκων με τα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Ο συντελεστής διαβάθμισης για το εμβαδό της διατομής του μανδύα προκύπτει μέσω του ακόλουθου πίνακα:

1 110-500 kV 95 mm ² screen								
Rating factor for tables 4 and 5								
Conductor mm ²		Copper screen mm ²						
Al	Cu	25	35	50	95	150	240	300
300		1.02	1.02	1.01	1	0.99	0.98	0.97
500	300	1.03	1.03	1.02	1	0.98	0.96	0.96
800	500	1.05	1.04	1.03	1	0.97	0.94	0.94
1200	630	1.06	1.05	1.04	1	0.97	0.93	0.92
2000	800	1.07	1.06	1.04	1	0.96	0.92	0.91
	1200	1.12	1.1	1.07	1	0.94	0.89	0.88
	2000	1.16	1.13	1.09	1	0.93	0.87	0.86
	3000	1.17	1.14	1.10	1	0.93	0.87	0.85

1 mm² copper screen is equivalent to: 1.66 mm² aluminium sheath
12.40 mm² lead sheath

Πίνακας 5.5 Εύρος Συντελεστών Διαβάθμισης για το εμβαδόν της διατομής του μεταλλικού μανδύα (Πηγή: ABB)

Ο πιο πάνω πίνακας δίνει τον συντελεστή διαβάθμισης ανάλογα με το εμβαδό της διατομής του μεταλλικού μανδύα, δεδομένου ότι ο μανδύας είναι κατασκευασμένος από χαλκό (Copper screen = Χάλκινος μανδύας). Στην περίπτωση του έργου Εύβοιας – Αττικής ωστόσο, ο μεταλλικός μανδύας που έχει επιλεγεί για την υποβρύχια διασύνδεση είναι κατασκευασμένος από κράμα μολύβδου και για τυποποιημένη διατομή αγωγού 630 mm² έχει εμβαδόν διατομής ~537 mm². Στο κάτω μέρος του πιο πάνω πίνακα αναγράφεται ότι 1 mm²—χάλκινου μανδύα είναι ισοδύναμο με 12,4 mm² μολύβδινου μανδύα.

Συνεπώς μετατρέποντας τα mm^2 μολύβδου σε ισοδύναμα mm^2 χαλκού προκύπτει ο συντελεστής διαβάθμισης για την διατομή των 630 mm^2 . (537 mm^2 μολύβδου είναι ισοδύναμα με $(537/12,4) \approx 43 \text{ mm}^2$ χαλκού, άρα συντελεστής διαβάθμισης $\approx 1,045$ για διατομή χάλκινου αγωγού ίση με 630 mm^2). Με βάση αυτόν τον συντελεστή, προσεγγιστικά από τον πιο πάνω πίνακα, επιλέγεται η κατάλληλη στήλη (προκύπτει ανάμεσα σε δυο στήλες του πίνακα, άρα οι τιμές τις εκτιμούνται) από την οποία προκύπτουν οι συντελεστές διαβάθμισης για τις υπόλοιπες τυποποιημένες διατομές χάλκινων αγωγών. Η προσεγγιστική αυτή εκτίμηση κρίνεται ορθή αφού για επιλογή της κατάλληλης στήλης, η μεταβολή του συντελεστή διαβάθμισης για το εμβαδό της διατομής του μανδύα, ανάλογα με την μεταβολή της διαμέτρου του αγωγού παρουσιάζει πολύ μικρή διακύμανση (μοναδιαία μεταβολή του δεύτερου δεκαδικού ψηφίου σε αριθμό ακρίβειας δυο δεκαδικών ψηφίων) και έτσι μπορεί να εκτιμηθεί με καλή προσέγγιση. Τελικά προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας:

Εύρος Τάσης 110-500 kV Μανδύας από Κράμα Μολύβδου	
Χάλκινος Αγωγός (mm^2)	Συντελεστής Διαβάθμισης
300	1,025
400	1,025
500	1,035
630	1,045
800	1,05
1000	1,05
1200	1,09

Πίνακας 5.6 Τελικός Συντελεστής Διαβάθμισης για το εμβαδόν της διατομής του μεταλλικού μανδύα

Πολλαπλασιάζοντας τις εντάσεις του ρεύματος του Πίνακα 5.1γ με τους παραπάνω συντελεστές προκύπτει ο διορθωμένος **τελικός πίνακας** μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης ανά τυποποιημένη διατομή αγωγού,(υπό Υ.Τ. σύνδεσης 150kV).

Εύρος Τάσης: 110-500 kV

Εμβαδό Διατομής Αγωγού (mm²)	Τελική Μέγιστη Επιτρεπόμενη Ένταση Ρεύματος (amperes)
300	531
400	595
500	675
630	757
800	831
1000	892
1200	1028

Πίνακας 5.7 Τελική (διορθωμένη) Διαβάθμιση ηλεκτρικού ρεύματος για Καλώδια Πλαστικής Μόνωσης (XLPE) υπό Καθορισμένες Συνθήκες/Προδιαγραφές

Ακολουθεί ο αντίστοιχος **πίνακας** μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης ανά τυποποιημένη διατομή αγωγού,(υπό Μ.Τ. σύνδεσης 20kV)¹

Εμβαδό Διατομής Αγωγού (mm²)	Μέγιστη Επιτρεπόμενη Ένταση Ρεύματος (amperes)
70	250
95	300
120	340
150	380
185	430
240	495
300	555
400	625
500	700
630	785

Πίνακας 5.8 Διαβάθμιση ηλεκτρικού ρεύματος για Καλώδια Πλαστικής Μόνωσης (XLPE).

Μέσω των πινάκων 5.7 και 5.8 έγινε η διαστασιολόγηση των καλωδίων της παρούσας εργασίας για την περίπτωση σύνδεσης υπό Υ.Τ. (150 kV) ή Μ.Τ (20 kV) αντίστοιχα.

Για κάθε βραχονησίδα ή συστάδα βραχονησίδων, με δεδομένα::

- Την εγκατεστημένη/ονομαστική ισχύ **P** (Watt) (λαμβάνεται υπόψη το άνω όριο εκτιμώμενης εγκατεστημένης ισχύος),και
- Την τάση σύνδεσης(ονομαστικής) **V** (Volt)

Μέσω του τύπου υπολογισμού ισχύος για τριφασικό ρεύμα: $P = \sqrt{3} * V * I$, προκύπτει η απαιτούμενη (ονομαστική) ένταση ηλεκτρικού ρεύματος **I_{nominal}** (Ampere) . Η τιμή της έντασης αυτής συγκρίνεται με τις μέγιστες

¹ Λόγω μη διαθεσιμότητας κατάλληλων πινάκων συντελεστών διαβάθμισης, ο πίνακας 5 προκύπτει για συνθήκες αναφοράς όπως αυτές θέτονται καταρχήν στους τεχνικούς καταλόγους, με το όποιο σφάλμα αυτό συνεπάγεται

επιτρεπόμενες εντάσεις των Πινάκων 4 & 5 (ανάλογα αν πρόκειται για σύνδεση υπό Υ.Τ. ή Μ.Τ. αντίστοιχα) και έτσι προκύπτει η απαιτούμενη τυποποιημένη διατομή αγωγού. Η διατομή αυτή είναι ίδια για κάθε έναν από τους τρεις πόλους του καλωδίου, (καθένας αντιστοιχεί σε μια από τις τρεις φάσης Α, Β, και C του Ελληνικού τριφασικού δικτύου). Συνεπώς ο συμβολισμός της τυποποιημένης διατομής που επιλέγεται έχει την εξής μορφή:

Αγωγός: $3 \times n \times a$

Όπου

- **3** :είναι ο αριθμός των πόλων του καλωδίου (εφόσον πρόκειται για τριπολικά καλώδια είναι πάντα 3)
- **n** :είναι το πλήθος των καλωδίων
- **a**: είναι το εμβαδό της τυποποιημένης διατομής αγωγού σε mm^2 .

Όπως προαναφέρθηκε, ο αναλυτικός υπολογισμός της μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης ρεύματος αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία η οποία απαιτεί την χρήση κατάλληλων λογισμικών και την γνώση των ακριβών συνθηκών/προδιαγραφών της εκάστοτε σύνδεσης. Συνεπώς, οι τιμές έντασης ρεύματος που υπολογίστηκαν σε αυτό το εδάφιο είναι προσεγγιστικές. Για τον λόγο αυτό κατά την διαδικασία επιλογής κατάλληλης τυποποιημένης διατομής επιτράπηκε ένα εύρος της τάξεως +3~5 Α από την μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος.

5.4.2 Πτώση Τάσης, Απώλειες Ισχύος και Τεχνικές Παραδοχές

Αφού εκτιμηθεί η κατάλληλη διατομή αγωγού με βάση την φέρουσα ικανότητα του για κάθε εξεταζόμενη διασύνδεση, εν συνεχεία πρέπει με βάση το μήκος του καλωδίου και την ονομαστική τάση να γίνει έλεγχος της Πτώσης Τάσεως (Voltage Drop), και των Απωλειών Ισχύος (Power Losses), έτσι ώστε να ελεγχθεί εάν βρίσκονται εντός επιτρεπτών ορίων.

Πτώση Τάσης

Η Πτώση Τάσης υπολογίζεται από τον τύπο $V_{drop} = I_{nominal} * R$, όπου R είναι η συνολική αντίσταση του καλωδίου. Το επιτρεπόμενο όριο συνήθως είναι ποσοστό 5% επί της τάσης σύνδεσης. (Για τον καθορισμό των επιτρεπόμενων επιπέδων πτώσης τάσεως αρμόδιος είναι ο διαχειριστής του συστήματος ΔΕΣΜΗΕ)

Απώλειες Ισχύος

Οι Απώλειες Ισχύος υπολογίζονται από τον τύπο: $P_{losses} = I_{nominal}^2 * R$.

Τα επιτρεπτά όρια συνήθως είναι ποσοστό 0,3% επί της ονομαστικής ισχύος ανά χιλιόμετρο στην περίπτωση σύνδεσης υπό Μ.Τ. , και ποσοστό 0,05% επί της ονομαστικής ισχύος ανά χιλιόμετρο στην περίπτωση σύνδεσης υπό Υ.Τ.

Σε περίπτωση που είτε η Πτώση Τάσης είτε/και οι Απώλειες Ισχύος προκύψουν εκτός ορίων, τότε επιλέγεται η αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη διατομή αγωγού από τον αντίστοιχο πίνακα, και επαναλαμβάνεται ο έλεγχος Πτώσης Τάσεως και Απωλειών Ισχύος. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρις ότου Πτώση Τάσης και Απώλειες Ισχύος να εμπίπτουν στα επιτρεπόμενα όρια. Σε περίπτωση που εξαντηθούν οι διατομές χωρίς να ικανοποιούνται οι επιτρεπόμενες συνθήκες, εξετάζεται η περίπτωση αύξησης της τάσης σύνδεσης και επαναλαμβάνεται η αρχική διαδικασία για την νέα τάση.

Ωστόσο, τόσο η Πτώση Τάσης όσο και οι Απώλειες Ισχύος οφείλονται εκτός από την ωμική αντίσταση του αγωγού , και στις αντίστοιχες ωμικές αντιστάσεις όλων των μεταλλικών τμημάτων από τα οποία απαρτίζεται το καλώδιο, καθώς και στις διηλεκτρικές απώλειες που αναπτύσσονται κατά μήκος του καλωδίου. Συνεπώς, ο αναλυτικός υπολογισμός Πτώσης Τάσεως και Απωλειών Ισχύων καθίσταται αδύνατος στην παρούσα εργασία, καθώς, δεν είναι δυνατό να είναι γνωστά σε μεγάλη ακρίβεια τα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο μεγάλου πλήθους καλωδίων.

Παρά ταύτα, κατόπιν διεξαγωγής διεξοδικής έρευνας σχετικά με έργα υποβρύχιας διασύνδεσης και μετά από κατ'ιδίαν επαφές με ειδήμονες(φορείς

και εταιρίες) επί υποβρυχίων διασυνδέσεων και αιολικών εγκαταστάσεων , τέθηκαν οι ακόλουθοι περιορισμοί/παραδοχές.

Σύνδεση υπό Μ.Τ

Στην περίπτωση διασύνδεσης υπό Μ.Τ. (20 kV), η μέγιστη μεταφερόμενη ισχύς είναι της τάξεως των 25 MW για μέγιστη απόσταση (μήκος καλωδίου) 25km. (στην πράξη τέθηκαν τα 27 MW για λόγους συμφωνίας με τις παραδοχές υπολογισμού της εγκατεστημένης ισχύος). Συνεπώς, για τα άνω όρια επιλέγεται σύνδεση υπό Μ.Τ.(20kV).

Σύνδεση υπό Υ.Τ.

Για απόσταση ή ισχύ μεγαλύτερες από αυτές που μόλις αναφέρθηκαν, απαιτείται η σύνδεση υπό Υ.Τ. (150kV) με αντίστοιχο όριο μέγιστης μεταφερόμενης ισχύος τα 250MW και απόστασης τα 100km.

- Σε περίπτωση εγκατεστημένης ισχύος μεγαλύτερης από 250MW επιλέγεται η χρήση δύο ή περισσότερων καλωδίων έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες μεταφερόμενης ισχύος.
- Σε περίπτωση απόστασης μεγαλύτερης από 100km απαιτείται η σύνδεση με συνεχές ρεύμα, περίπτωση που δεν εξετάζεται από την παρούσα εργασία λόγω του πολύ υψηλού κόστους που παρουσιάζουν οι μετατροπείς ρεύματος νεότερης γενιάς (πηγής τάσης) (SVC) με χρήση ηλεκτρονικών διακοπών στοιχείων ισχύος (Transistors – IGBT).

Εν κατακλείδι, τόσο στην περίπτωση σύνδεσης υπό Μ.Τ. όσο και υπό Υ.Τ., θεωρείται ότι εντός των ορίων εγκατεστημένης ισχύος και απόστασης (όπως αυτές ορίστηκαν πιο πάνω), και με επιλογή κατάλληλης διατομής αγωγού (και ενδεχομένη χρήση κατάλληλων συσκευών αντιστάθμισης άεργου ισχύος του καλωδίου) , η Πτώση Τάσης και οι Απώλειες Ισχύος κατά μήκος του καλωδίου κυμαίνονται εντός των επιτρεπόμενων ορίων, (όπως αυτά ορίστηκαν πιο πάνω).

5.5 Κατασκευή – Έργα Επέκτασης Υποσταθμών

Σύνδεση υπό Μ.Τ.

Σε περίπτωση σύνδεσης υπό Μ.Τ. θεωρείται ότι δεν απαιτούνται

- Α) Κατασκευή Υ/Σ ανυψώσεως Μ.Τ/Υ.Τ επί της τοποθεσίας εγκατάστασης του Α/Π,
- Β) Έργα επέκτασης επί του Υ/Σ όπου προτείνεται να γίνει η σύνδεση.(Υ/Σ προορισμού/απομάστευσης παραγόμενης Ισχύος)

Σύνδεση υπό Υ.Τ.

Σε περίπτωση σύνδεσης υπό Υ.Τ. θεωρείται ότι απαιτούνται

- Κατασκευή Υ/Σ ανυψώσεως 20/150 kV, ονομαστικής ισχύος κατά το δυνατόν ίσης με την εγκατεστημένη.
- Έργα επέκτασης επί του Υ/Σ όπου προτείνεται να γίνει η σύνδεση.(Υ/Σ προορισμού/απομάστευσης παραγόμενης Ισχύος)

Επιπρόσθετες Τεχνικές Παραδοχές

- 1) Α/Γ ονομαστικής Ισχύος 3MW, με μήκος ρήτορα 50m.(D=100m)
- 2) Απόσταση μεταξύ διαδοχικών Α/Γ περίπου ίση με 7*D.
- 3) Ως συνθήκες αναφοράς για την διαστασιολόγηση των υποβρυχίων καλωδίων χρησιμοποιήθηκαν οι συνθήκες του έργου υποβρύχιας διασύνδεσης Εύβοιας – Αττικής (Πολυπόταμος – Νέα Μάκρη), οι οποίες αντλήθηκαν από την τεχνική προσφορά εταιρίας του ομίλου Nexans Norway AS. Οι συνθήκες αυτές κρίθηκε ότι προσεγγίζουν σε μεγαλύτερο βαθμό της συνθήκες της παρούσας εργασίας σε σύγκριση με της συνθήκες αναφοράς από τις οποίες προέκυψαν οι αρχικοί τεχνικοί πίνακες (προτού υποστούν επεξεργασία) του ομίλου ABB.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

6.1 Κόστος Εγκατάστασης – Επέκτασης Υ/Σ Αnuψώσεως Μ.Τ/Υ.Τ

Κατόπιν ενδελεχούς έρευνας αγοράς και κατ'ιδίαν συναντήσεων τόσο με υψηλόβαθμα στελέχη εταιριών εγκατάστασης Α/Π όσο και με ειδήμονες στις διασυνδέσεις από την γενική διεύθυνση μεταφοράς της ΔΕΗ (Διεύθυνση Νέων Έργων Μεταφοράς, Υποτομέας Καλωδιακών Γραμμών), εκτιμώνται τα εξής:

- Κόστος Εγκατάστασης Υ/Σ Μ.Τ/Υ.Τ ονομαστικής Ισχύος 25ΜVA = 2500κ€
- Κόστος Εγκατάστασης Υ/Σ Μ.Τ/Υ.Τ ονομαστικής Ισχύος 50ΜVA = 3000κ€
- Κόστος Έργων Επέκτασης Υ/Σ Μ.Τ/Υ.Τ κατά 25ΜVA = 500κ€
- Κόστος Έργων Επέκτασης Υ/Σ Μ.Τ/Υ.Τ κατά 50ΜVA = 800κ€

* Αν μία βραχονησίδα έχει εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή οριακά ίση με 25ΜW και η απόσταση διασύνδεσης της είναι μικρότερη ή οριακά ίση με 25km, εκτιμάται ότι δεν απαιτείται κατασκευή Υ/Σ Μ.Τ/Υ.Τ επί του Α/Π , αλλά ούτε και έργα επέκτασης επί του Υ/Σ προορισμού καθώς θεωρείται εφικτή διασύνδεση υπό Μ.Τ (20kV)

* Αν μία βραχονησίδα από σύνολο συστάδας βραχονησίδων με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή οριακά ίση με 25ΜW και απόσταση διασύνδεσης από την επόμενη (σύμφωνα με την ροή ισχύος) τοποθεσία μικρότερη ή οριακά ίση με 25km, βρεθεί στο “διάβα” καλωδίου Υ/Τ (150kV) προερχομένου από την προηγούμενη (σύμφωνα με την ροή ισχύος) βραχονησίδα τότε καθίσταται υποχρεωτική η κατασκευή Υ/Σ Μ.Τ/Υ.Τ ονομαστικής ισχύς 25ΜVA επί της πρώτης βραχονησίδας. (Κόστους 2500κ€)

6.2 Κόστος Υποβρυχίων Καλωδίων

Το κόστος των υποβρυχίων καλωδίων είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί καθώς εξαρτάται από πολλούς αστάθμητους παράγοντες. Σημαντικό συντελεστή κόστους αποτελεί το υλικό και κατ'επέκταση η διατομή του αγωγού, καθώς μέσω αυτού διαστασιολογούνται, και εν τέλει κοστολογούνται όλα τα υπόλοιπα τμήματα/επίπεδα ενός σύνθετου καλωδίου όπως είναι αυτά των υποβρυχίων διασυνδέσεων. Η έντονη συμβολή του μεγέθους της διατομής στον καθορισμό του τελικού κόστους ενός υποβρυχίου καλωδίου ήταν και ο λόγος για τον οποίο αποδόθηκε μεγάλη έμφαση στην, όσο το δυνατόν ρεαλιστικότερη, διαστασιολόγηση των αγωγών που απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών της παρούσας εργασίας. Με βάση λοιπόν τις εκτιμήσεις κόστους υποβρυχίων καλωδίων ανά χιλιόμετρο, αναλόγως με την φέρουσα ικανότητα τους, όπως αυτές προκύπτουν από την τελική έκθεση της Επιτροπής για την Διασύνδεση των Κυκλάδων (βλ. §3.2.5), επιχειρήθηκε μία αντιστοίχιση του κόστους αυτού στις διατομές που δυνητικά καλύπτουν τις ανάγκες των διασυνδέσεων της παρούσας εργασίας, όπως αυτές προέκυψαν, με συνδυαστικό κρίκο την φέρουσα ικανότητα των καλωδίων υπό καθορισμένη τάση. Η σχέση μεταξύ μήκους και κόστους καλωδίου δεν είναι γραμμική. Η καταλυτική συμβολή ωστόσο του μήκους των μετάλλων στον τελικό προσδιορισμό του κόστους καθιστά την προσέγγιση του κόστους αναλογικά με το μήκος αποδεκτή.

Ενδεικτικά αναφέρεται πώς το κόστος των υποβρυχίων καλωδίων διαμορφώνεται μεταξύ άλλων και από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Το βάθος Πόντισης
- Την μορφολογία του Βυθού
- Τον αριθμό των επισκέψεων του πλοίου πόντισης
- Τα έργα Προσγυάλωσης
- Το μεταβαλλόμενο κόστος των μετάλλων (αγωγός, οπλισμός, μεταλλικός μανδύας κ.α), καθότι αποτελούν χρηματιστηριακό προϊόν

Τα κόστη των καλωδίων ανάλογα με την φέρουσα ικανότητα τους υπό καθορισμένη τάση, όπως εκτιμήθηκαν με βάση τα κόστη της τελικής έκθεσης της Επιτροπής για την Διασύνδεση των Κυκλάδων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

	Εμβαδό Διατομής Αγωγού (mm ²)	Μέγιστη Επιτρεπόμενη Ένταση Ρεύματος (amperes)	Μέγιστη Μεταφερόμενη Ισχύς (MW)	Κόστος Καλωδίου (κ€/km)
M.T. (20kV)	95	300	10	290
	120	340	12	291
	150	380	13	292
	185	430	15	293
	240	495	17	294
	300	555	19	295
	400	625	22	296
	500	700	24	297
	630	785	27	298
Y.T. (150kV)	300	531	138	350
	400	595	155	356
	500	675	175	361
	630	757	197	370
	800	831	216	378
	1000	892	232	389
	1200	1028	267	400

Πίνακας 6.1 Εκτίμηση Κόστους Καλωδίου ανάλογα με την φέρουσα ικανότητα του

*Ο χρόνος “ζωής” των υποβρυχίων καλωδίων εκτιμάται στα 30 έτη.

6.3 Κόστος Επένδυσης

Το κόστος επένδυσης συμπεριλαμβάνει :

- Κόστος Ηλεκτρομηχανολογικού Εξοπλισμού (Α/Γ, Μετασχηματιστές Χ.Τ/Μ.Τ, κεντρικός Υ/Σ Μ.Τ του Αιολικού Πάρκου, κ.α)
- Κόστος Μεταφοράς
- Κόστος Ανέγερσης
- Κόστος Έργων Υποδομής/Πολιτικού Μηχανικού (Διάνοιξη Δρόμων, Θεμελίωση Ιστών, κ.α)

Το κόστος Επένδυσης για ένα τυπικό Α/Π εκτιμάται στα 1200÷1500 € ανά εγκατεστημένο kW. Στην προκειμένη περίπτωση, για εγκατάσταση Α/Π σε βραχονησίδες το Κόστος Επένδυσης Εκτιμήθηκε στα 1700 €/kV εξαιτίας τεχνικών δυσκολιών όπως για παράδειγμα τα έργα υποδομής για την αγκυροβόληση και ασφαλή στάθμευση των πλοίων μεταφοράς εξοπλισμού και υλικών, και γενικότερα για λόγους ασφαλείας των οικονομικών εκτιμήσεων που ακολουθούν σε περίπτωση απρόβλεπτων/αστάθμητων εξόδων.

6.4 Συνολικό Κόστος Επένδυσης/Εγκατάστασης

Το Συνολικό Κόστος Επένδυσης αφορά το σύνολο των πάγιων περιουσιακών στοιχείων μίας επένδυσης και εν προκειμένω προκύπτει από το άθροισμα του Κόστους (Εγκατάστασης ή/και Επέκτασης) Υ/Σ Ανυψώσεως Μ.Τ/Υ.Τ, του Κόστους Υποβρυχίων Καλωδίων και του Κόστους Επένδυσης.

6.5 Τιμή Πώλησης Παραγόμενης Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α/Π σε Βραχονησίδες

Σύμφωνα με τον νέο νόμο 3851/2010 για την προώθηση της διείσδυσης των ΑΠΕ στην συνολική παραγόμενη ενέργεια, αναφέρονται τα εξής:

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ)

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από:	Τιμή Ενέργειας (€/MWh)	
	Διασυνδεδεμένο Σύστημα	Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά
(α) Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με χερσαίες εγκαταστάσεις ισχύος μεγαλύτερης των 50kW	87,85	99,45
(β) Αιολική ενέργεια που αξιοποιείται με εγκαταστάσεις ισχύος μικρότερης ή ίσης των 50kW	250	

«γ) Η παραγόμενη ενέργεια από σταθμούς Α.Π.Ε. πλην φωτοβολταϊκών και ηλιοθερμικών σταθμών, εφόσον οι επενδύσεις υλοποιούνται χωρίς τη χρήση δημόσιας επιχορήγησης, τιμολογείται με βάση τις τιμές του ανωτέρω πίνακα τιμολόγησης, προσαυξημένες κατά ποσοστό **20%** για τις περιπτώσεις (α), (δ), (ζ), (η)...»

«δ) Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από σταθμούς Α.Π.Ε. που εγκαθίστανται σε Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά και βραχονησίδες της Ελληνικής Επικράτειας και οι οποίοι συνδέονται στο Σύστημα μέσω νέας υποθαλάσσιας διασύνδεσης απαραίτητης για τη διοχέτευση της παραγόμενης ενέργειας, το κόστος της οποίας επιβαρύνονται εξ ολοκλήρου οι κάτοχοι των οικείων αδειών

παραγωγής, με εξαίρεση τα τυχόν πρόσθετα έργα της παραγράφου 5 του άρθρου 11 του ν. 3468/2006, όπως ισχύει, τιμολογείται με βάση την τιμή του στοιχείου α' για Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά του ανωτέρω πίνακα τιμολόγησης, προσαυξημένη κατά ποσοστό **10%** πλέον του ποσοστού επί τοις εκατό που ορίζεται από την τετραγωνική ρίζα του λόγου της ευθείας

απόστασης σε χιλιόμετρα μεταξύ της εξόδου του τερματικού υποσταθμού ανύψωσης των σταθμών και του σημείου του υφιστάμενου Συστήματος τα οποία συνδέονται μέσω του νέου έργου σύνδεσης, προς το δεκαπλάσιο της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος των σταθμών σε MW. Η προσαύξηση δεν επιτρέπεται να είναι μεγαλύτερη από 25%. Η προσαύξηση ισχύει και μετά την πιθανή διασύνδεση του νησιού ή της νησίδας και προσθετικά σε πιθανή προσαύξηση της προηγούμενης περίπτωσης γ»

Πιο απλά, η Τελική Τιμή Πώλησης της παραγόμενης ενέργειας (για εγκατεστημένη αιολική ισχύ > 50kW) καθορίζεται από την σχέση:

$$T.T.P = \left[99,45 + (0,2 * 99,45) + (0,1 * 99,45) + \left(\sqrt{\frac{Ευθ.Απόσταση(km)}{10 * P_{εγκατεστημένη}(MW)}} * 99,45 \right) \right] \text{euro} / MWh$$

Όπου οι τελευταίοι δύο όροι του αθροίσματος δεν επιτρέπεται να ξεπερνούν την αριθμητική τιμή 0,25.

Το τελικό αποτέλεσμα της παραπάνω σχέσης εξαρτάται από την διακύμανση της αριθμητικής τιμής του τελευταίου όρου του αθροίσματος. Η διακύμανση αυτή έχει ως άνω όριο την τιμή 0,2 όπως καθορίζεται από τον νόμο, και ως κάτω (θεωρητικό) όριο την τιμή 0 (για μηδενική απόσταση ή άπειρη εγκατεστημένη ισχύ). Στην πράξη, η τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας (για εγκατεστημένη ισχύ > 50kW) παρουσιάζει ανάλογα με την εξεταζόμενη περίπτωση το ακόλουθο εύρος:

$$\boxed{130 \div 144,2025 \text{ €/MWh}}$$

Όπως διαφαίνεται ,έναντι της μη-παροχής κρατικών επιχορηγήσεων το νέο δέλεαρ για τους υποψήφιους επενδυτές είναι η αρκετά υψηλή τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας.

Η σύμβαση σταθερής τιμής πώλησης την παραγόμενης ενέργειας με την ΔΕΗ εξακολουθεί να προσδιορίζεται στα 20 έτη, όπως αναλυτικά αναγράφεται στον νόμο:

«2. Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από σταθμούς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. ισχύει για είκοσι (20) έτη και μπορεί να παρατείνεται, σύμφωνα με τους όρους της άδειας αυτής, μετά από έγγραφη συμφωνία των μερών, εφόσον ισχύει η σχετική άδεια παραγωγής.»

6.6 Κόστος Συντήρησης και Λειτουργίας (Κόστος Σ&Λ)

Το κόστος Σ&Λ περιλαμβάνει:

- Ασφάλιση Εξοπλισμού
- Προγραμματισμένη Συντήρηση
- Αποκατάσταση έκτακτων βλαβών
- Αναλώσιμα – Ανταλλακτικά
- Επίβλεψη

Υπολογίζεται ως ποσοστό του Συνολικού Κόστους Επένδυσης. Για ένα τυπικό Α/Π το ποσοστό αυτό εκτιμάται στο 1,5% του Συνολικού Κόστους Επένδυσης. Στην προκειμένη περίπτωση, για εγκατάσταση Α/Π σε βραχονησίδες, το Κόστος Σ&Λ εκτιμάται σε ποσοστό 2% του Συνολικού Κόστους Επένδυσης εξαιτίας του υψηλού κόστους αποκατάστασης πιθανής βλάβης του υποβρυχίου καλωδίου, και γενικά εξαιτίας του υψηλού Συνολικού Κόστους της Επένδυσης.

6.7 Επιπρόσθετα Στοιχεία

Συντελεστής Εκμεταλλευσιμότητας (Capacity Factor) CF

Ο Συντελεστής Εκμεταλλευσιμότητας υποδηλώνει την ποιότητα σχεδίασης και κατασκευής της Α/Γ σε σχέση με το αιολικό δυναμικό της περιοχής όπου εγκαθίσταται. Ο Συντελεστής Εκμεταλλευσιμότητας δείχνει πόση ενέργεια παράγεται πραγματικά ως ποσοστό της ενέργειας που θα παραγόταν αν η αιολική μηχανή ή το πάρκο λειτουργούσαν όλο τον χρόνο (8760 ώρες) με την ονομαστική τους ισχύ. Εν προκειμένω οι συντελεστές εκμεταλλευσιμότητας για τις εξεταζόμενες περιπτώσεις αντλήθηκαν από τους Χάρτες Στοιχείων Εκμεταλλεύσιμου Αιολικού Δυναμικού και με βάση τους Χάρτες Αιολικού Δυναμικού, που παρέχει το ΚΑΠΕ στην επίσημη ιστοσελίδα του . Οι

συντελεστές εκμεταλλευσιμότητας που τελικώς χρησιμοποιήθηκαν, υποτιμήθηκαν σε σύγκριση με τις προτεινόμενες τιμές του ΚΑΠΕ, για λόγους ασφάλειας στην διεξαγωγή των τελικών οικονομικών συμπερασμάτων.

Ποσοστό Απορρόφησης Αιολικής Ενέργειας

Αφορά στο ποσοστό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας του Α/Π που απορροφάται από το δίκτυο. Σε περίπτωση που η παραγόμενη ενέργεια απευθύνεται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα το Ποσοστό Απορρόφησης εκτιμάται σε 100%. Σε περίπτωση που η παραγόμενη ενέργεια απευθύνεται σε μη διασυνδεδεμένο (αυτόνομο) νησιωτικό δίκτυο το αντίστοιχο ποσοστό εκτιμάται σε 90%.

Χρονικός Ορίζοντας Επένδυσης

Ο χρονικός Ορίζοντας Επένδυσης αφορά στο εκτιμώμενο χρονικό διάστημα της επένδυσης, βάση του οποίου γίνεται ο οικονομικός σχεδιασμός και η οικονομική ανάλυση του έργου. Ως χρονικός ορίζοντας των υπό εξέταση περιπτώσεων τέθηκαν τα 20 έτη.

Υπολειμματική Αξία

Η Υπολειμματική Αξία αφορά στην συνολική αξία των πάγιων περιουσιακών στοιχείων της επένδυσης μετά το πέρας του Χρονικού Ορίζοντα Επένδυσης, και εκφράζεται ως ποσοστό του Συνολικού Κόστους Επένδυσης. Εν προκειμένω εκτιμήθηκε σε ποσοστό 35% του Συνολικού Κόστους Επένδυσης μετά το πέρας της 20ετίας.

Προεξοφλητικό Επιτόκιο

Το Προεξοφλητικό Επιτόκιο ισούται με το άθροισμα του επιτοκίου της Κεντρικής Ευρωπαϊκής Τράπεζας (ECB) το οποίο αυτήν την περίοδο είναι γύρω στο 3,5 % με 4 % συν το premium της τράπεζας δηλαδή το επιμίσθιο-υπερτίμηση που επιβάλλει η ίδια η τράπεζα και αυτήν την περίοδο είναι γύρω στο 4%. Συνεπώς επιλέχθηκε η τιμή 8%.

Το Προεξοφλητικό Επιτόκιο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV).

Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value) είναι ένας δείκτης οικονομικής αποδοτικότητας που χρησιμοποιείται ευρέως για την αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων. Εκφράζει την αξία σε χρηματικές μονάδες που προκύπτει από την προεξόφληση στο παρόν όλων των καθαρών χρηματοροών κάθε έτους (διαφορά ταμειακών εισροών και εκροών) για ολόκληρο τον χρονικό ορίζοντα του σχεδίου επένδυσης. Πιο απλά, μετατρέπει τις μελλοντικές ροές αξιών του σχεδίου επένδυσης σε παρούσες αξίες, κατά την στιγμή που εξετάζεται η περίπτωση επένδυσης. Αυτό που έχει σημασία ως προς την τιμή της NPV δεν είναι το μέγεθος του αριθμού, αλλά το πρόσημο του. Αν η NPV είναι θετική, αυτό σημαίνει ότι η αποδοτικότητα είναι μεγαλύτερη από το επιτόκιο προεξόφλησης, και το σχέδιο επένδυσης είναι αποδοτικό. Αν η NPV είναι αρνητική, αυτό σημαίνει ότι η αποδοτικότητα είναι μικρότερη από το επιτόκιο προεξόφλησης, και το σχέδιο επένδυσης απορρίπτεται. Αν η NPV είναι μηδέν η αποδοτικότητα κρίνεται οριακή.

Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (IRR)

Ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (Internal Rate of Return), είναι το υπολογιζόμενο επιτόκιο (εσωτερική αποδοτικότητα) με το οποίο η παρούσα αξία των ταμειακών εισροών είναι ίση με την παρούσα αξία των ταμειακών εκροών. Δηλαδή η άθροιση των καθαρών χρηματοροών όλου του χρονικού ορίζοντα του σχεδίου επένδυσης είναι ίση με το μηδέν. Πιο απλά, είναι ένα μοναδικό επιτόκιο που κάνει την Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) να είναι ίση με μηδέν. Από την σύγκριση της τιμής του IRR με το τρέχον επιτόκιο απόδοσης χρημάτων της αγοράς συμπεραίνεται η αποδοτικότητα (αν ο IRR είναι μεγαλύτερος), ή μη του σχεδίου επένδυσης (αν ο IRR είναι μικρότερος).

Δανειοδότηση

Για κάθε εξεταζόμενη περίπτωση θεωρείται σκόπιμη η εξασφάλιση δανείου, το οποίο καλύπτει το 30% του Συνολικού Κόστους Επένδυσης, με επιτόκιο δανεισμού 6% και αποπληρωμή σε 10 έτη. Ως μέθοδος αποπληρωμής του δανείου επιλέχτηκε η μέθοδος ισοκεφαλαιοχρεωλυσίων (Ισόπωση ετήσια κατανομή του συνολικού κεφαλαίου που προέρχεται από το δάνειο, και μεταβαλλόμενη ετήσια κατανομή τοκοχρεωλυσίων)

Φορολογία επί των Καθαρών Κερδών

Ο φόρος επί των καθαρών κερδών επιβάλλεται από το κράτος από την αρχή λειτουργίας του έργου (Α/Π). Μια τυπική τιμή για την περίπτωση Α/Π είναι 30% επί των καθαρών κερδών.

Συντελεστής Απόσβεσης

Ο Συντελεστής Απόσβεσης καθορίζεται από την νομοθεσία, και εξαρτάται από τον καθορισμό του χρόνου απόσβεσης. Στην προκειμένη περίπτωση για εγκατάσταση Α/Π ως τυπικός χρόνος απόσβεσης εκτιμώνται τα 15 έτη, για τα οποία προκύπτει ετήσιος Συντελεστής Απόσβεσης $100/15 \approx 6,7$.

Ως μέθοδος απόσβεσης εκτιμάται ισόποση μείωση αξίας των πάγιων περιουσιακών στοιχείων (δηλ. του Συνολικού κόστους Επένδυσης) του Α/Π σε ορίζοντα (όπως εκτιμήθηκε) 15ετίας. Τα κέρδη προ φόρων προκύπτουν από την αφαίρεση εισροών και εκροών ανά έτος. Στις εκροές συμπεριλαμβάνονται το Κόστος Λ&Σ, τα τοκοχρεολύσια, και η απόσβεση (όλα αναγόμενα ανά έτος). Στις εισροές συμπεριλαμβάνονται τα έσοδα από την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας επίσης ανά έτος. Η καθαρή χρηματοροή κάθε έτους προκύπτει από το άθροισμα των αντίστοιχων κερδών προ φόρων με τις απόσβεσης, μείον τα κεφαλαιοχρεολύσια.^[10]

Βάση των ανωτέρω οικονομικών στοιχείων και δεικτών επιχειρήθηκε η οικονομική εκτίμηση επιλεγμένων προτάσεων διασύνδεσης που αντιπροσωπεύουν όλες της γεωγραφικές περιοχές και κατηγορίες βραχονησίδων που εξετάστηκαν. Κάθε οικονομική ανάλυση αφορά σε μία προτεινόμενη τοπολογία διασύνδεσης βραχονησίδας (ή συστάδας βραχονησίδων) και περιγράφεται από τον αντίστοιχο συμβολισμό της προτεινόμενης τοπολογίας (βλ. Κεφ.4 , §4.4). Η οικονομικότητα ή μη των εξεταζόμενων επενδύσεων κρίνεται τελικά από τους οικονομικούς δείκτες NPV και IRR, όπως αυτοί περιγράφηκαν πιο πάνω. Πιο αναλυτικά για τιμές του IRR μεγαλύτερες από 12 η επένδυση κρίνεται αποδοτική. Για τιμές μεταξύ 8 και 12 οριακά αποδοτική, και για τιμές χαμηλότερες του 8 μη αποδοτική. Όλες οι εκτιμήσεις κόστους είναι υπέρ-διαστασιολογημένες και όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν την οικονομική αποτίμηση των έργων έχουν ληφθεί

δυσμενέστερες των προσδοκώμενων προκείμενου να εξασφαλίζονται ασφαλή τελικά συμπεράσματα. Οι οικονομικές αναλύσεις παρατίθενται σε αντίστοιχο..
Παράρτημα στο τέλος της εργασίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατόπιν αναλυτικής καταγραφής, περιγραφής και γεωγραφικής ανάλυσης των βραχονησίδων οι οποίες πληρούν τα κριτήρια πληθυσμού και έκτασης αντίστοιχα, όπως αυτά καθορίστηκαν στα αντίστοιχα εδάφια της εργασίας, και συνεκτιμώντας όσους περιορισμούς αξιοποίησης ήταν δυνατό να προσδιοριστούν καταρχήν, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Το πλήθος των αιολικά αξιοποιήσιμων βραχονησίδων εκτιμάται σε **62÷73 βραχονησίδες**, αντίστοιχης έκτασης **200÷300 km²**, της οποίας το διαθέσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται σε **2500MW÷4000MW εγκατεστημένης (αιολικής) ισχύος**. Ο αναλυτικός προσδιορισμός της εκμεταλλεύσιμης έκτασης και κατ'επέκταση του αντίστοιχου εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού των καταγεγραμμένων βραχονησίδων προϋποθέτει εκτενή χωροταξική ανάλυση μέσω της οποίας και μόνο καθίσταται δυνατός ο επακριβής καθορισμός των πάσης φύσεως περιορισμών εκμετάλλευσης, (όπως είναι για παράδειγμα οι προστατευόμενες περιοχές, οι δεσμευμένες περιοχές από τον στρατό, κ.α)
- Το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό των βραχονησίδων καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την πιθανή διασύνδεση νησιών του Αιγαίου με το Ηπειρωτικό Ηλεκτρικό Σύστημα. Σε περίπτωση διασύνδεσης νησιών, όπως είναι η επικείμενη διασύνδεση των Κυκλάδων, αναπτύσσονται ευνοϊκές συνθήκες εκμετάλλευσης του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού των βραχονησίδων που βρίσκονται πλησίον των εν λόγω νησιών σε μεγάλο βαθμό. Ο βαθμός αυτός εκμετάλλευσης εξαρτάται από την εκάστοτε ικανότητα απορρόφησης ενέργειας (προερχόμενης από Α/Π) από το Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα, και είναι σε κάθε περίπτωση κατά πολύ μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο βαθμό απορρόφησης των αυτόνομων νησιωτικών δικτύων.
- Για όλες τις αναφερόμενες υποβρύχιες διασυνδέσεις των βραχονησίδων προτείνεται η χρήση τριπολικών καλωδίων (έναντι μονοπολικών), καθώς παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε

σύγκριση με τα μονοπολικά, όπως είναι η επίτευξη ταχύτερου χρόνου πόντισης (και κατ'επέκταση μείωση του κόστους πόντισης), οι χαμηλότερες απώλειες σε μανδύα και οπλισμό, κ.α. Επιπλέον για όλες τις διασυνδέσεις των βραχονησίδων προτείνεται η τεχνολογία Εναλλασσόμενου Ρεύματος καθώς κρίνεται οικονομικότερη της αντίστοιχης Συνεχούς Ρεύματος η οποία προαπαιτεί την χρήση μετατροπέων νεότερης γενιάς (SVC) πολύ υψηλού κόστους. Η τεχνολογία Εναλλασσόμενου Ρεύματος ωστόσο θέτει προορισμούς ως προς την μέγιστη απόσταση υποβρύχιας διασύνδεσης, η οποία προσεγγίζει τα 100km. Γεγονός το οποίο συνεκτιμήθηκε για τις προτεινόμενες τοπολογίες.

- Το κόστος Εγκατάστασης Αιολικού Πάρκου (Συνολικό Κόστος Επένδυσης) σε βραχονησίδα εμφανίζεται υψηλότερο από το αντίστοιχο ενός συμβατικού Αιολικού Πάρκου της Ηπειρωτικής χώρας, κυρίως εξαιτίας του υψηλού κόστους κατασκευής και πόντισης του υποβρυχίου καλωδίου, αλλά και του κόστους επιπρόσθετων έργων υποδομής που απαιτούνται επί της βραχονησίδας (όπως είναι για παράδειγμα η κατασκευή λιμανιού για την ασφαλή στάθμευση των πλοίων μεταφοράς εξοπλισμού και υλικών).
- Η οικονομική εκτίμηση αντιπροσωπευτικού δείγματος προτεινόμενων διασυνδέσεων ανά την Ελληνική επικράτεια, δείχνει ότι παρά το υψηλό Συνολικό Κόστος Επένδυσης, η εγκατάσταση Αιολικών Πάρκων σε βραχονησίδες κρίνεται εν γένει οικονομικά βιώσιμη. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου καθώς εμφανίζει πολύ ικανοποιητικές αποδόσεις, με ελαφρές επιφυλάξεις για την περιοχή των Σποράδων. Επίσης, περιοχές για τις οποίες εκφράζονται επιφυλάξεις ως προς την αποδοτικότητα τους είναι η περιοχή του Ιονίου και η Περιοχή της Χαλκιδικής, Μη αποδοτική προκύπτει η περιοχή του Σαρωνικού Κόλπου, καθώς και του Αργολικού Κόλπου, κυρίως λόγω ενδείξεων χαμηλού αιολικού δυναμικού.
- Τέλος, σε περίπτωση εθνικής κεντρικής απόφασης αξιοποίησης του αιολικού δυναμικού των βραχονησίδων της χώρας και κατόπιν

διεξαγωγής αναλυτικής μελέτης χωροταξίας και σχεδιασμού για τον καθορισμό των αξιοποιήσιμων περιοχών, τα τελικά μεγέθη: αριθμός αξιοποιήσιμων βραχονησίδων, εκμεταλλεύσιμη έκταση, και συνολική εγκατεστημένη ισχύς, αναμένεται να προκύψουν μειωμένα σε βαθμό έως και 50% των αντίστοιχων μεγεθών που εκτιμήθηκαν καταρχήν, από την παρούσα εργασία. Η μείωση αυτή οφείλεται στο μεγάλο πλήθος περιοριστικών παραγόντων όπως αυτοί αναλύθηκαν στα αντίστοιχα εδάφια της εργασίας, στις τεχνικές δυσκολίες που παρουσιάζει ένα τέτοιο εγχείρημα, και σε αστάθμητους παράγοντες που δεν έχουν προβλεφτεί, όπως είναι για παράδειγμα οι έντονοι προβληματισμοί και η καχυποψία που έχουν ήδη εκφραστεί από περιβαλλοντικές οργανώσεις στο άκουσμα και μόνο, ιδεών περί αξιοποίησης του αιολικού δυναμικού των βραχονησίδων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1:

ΛΙΣΤΑ “ΑΙΟΛΙΚΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΙΜΩΝ ΒΡΑΧΟΝΗΣΙΔΩΝ”

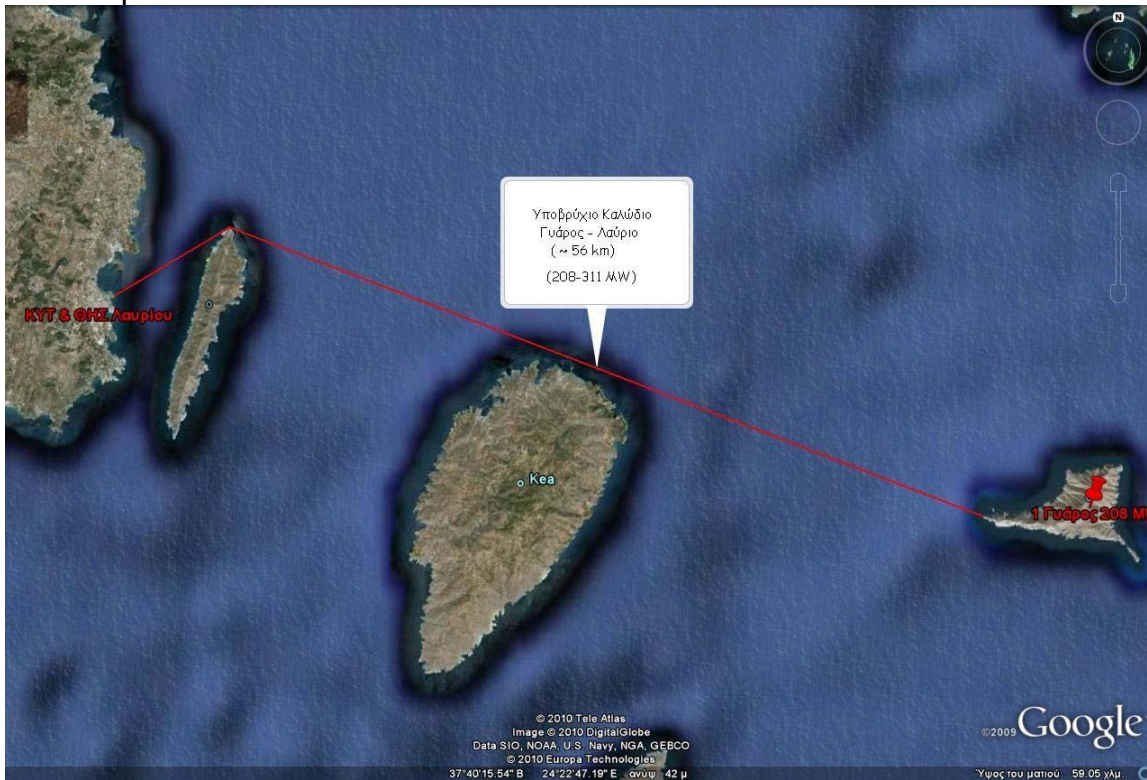
Α	Β	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
																								Δ/Δ
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7	1	Γιάρος	37°36'40"	24°43'0"	Νοτιοδυτικό Αιγαίο	17300	17,3	460	8-9	Ακτοπελάγιο	69	104	208	311	α/Μακρο(Υ/Σ)	96	190	1197	3x5x400	4000	7000			
8															β/Μεσα(Υ/Σ)	26	190		3x2x400	4000	7000			
9															γ/Μικρο(Υ/Σ)	20	190		3x2x400	4000	7000			
10															δ/Πολύ Μικρο(Υ/Σ)	40	190		3x2x400	4000	7000			
11	2	Σημίτλεγμα Νήσων Φοιρών (Παρίσι)	37°35'30"	26°30'0"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο-Θαλάσσια Σάμοι										α/Μακρο(Υ/Σ)	96	190		3x5x300	7000	3500			
12															β/Μεσα(Υ/Σ)	66	190		3x5x300	7000	3500			
13	α	Άγιος Μηνάς				2062	2,062	180	7-8		8	12	25	37										
14																								
15																								
16	β	Αιθρία (ή Αιθρουποράς)				438	0,438		7-8		2	3	5	8										
17																								
18	γ	Κεδρό (ή Μικρά Αιθρουποράς)				63	0,063		7-8	Βόρειο της Αιθρία	1	1	3	3										
19																								
20	δ	Μακρονησί (ή Μακρή)				900	0,9	90	7-8	Μικρό και οι δύο βράχοι που βρίσκονται βόρειο του	2	3	6	9										
21																								
22	ε	Αλαιψονησί (ή Αλοφονησί)				310	0,31		7-8		1	2	4	6										
23																								
24																								
25	ζ	Θηρακονησί				344	0,344	100	7-8	Βορειοδυτικό της Ουμίας	1	2	4	6										
26																								
27																								
28	3	Σαμπούλα	37°37'40"	26°47'40"	Θαλάσσια Σάμοι	812,5	0,8125	120	7-8	Βόρειο της Σάμου, 5 εκ. τοίχος κτιογραφία 2001	3	5	10	15	α/Μεσα(Υ/Σ)	1,25	20	433	3x5x190	0	0			
29															β/Μεσα(Υ/Μεγα(Υ/Σ))	13,6	20		3x5x190	0	0			
30																								
31	4α	Διδυμοί	37°25'30"	24°58'30"	Νοτιοδυτικό Αιγαίο	532	0,532	100	8-9	Ακτολική της Σάμου	2	3	6	10	Ελαφ(Υ/Σ)	3,5	20	269	3x5x190	0	0			
32																								
33																								
34	β	Άστρο	37°23'30"	24°59'30"	Νοτιοδυτικό Αιγαίο	144	0,144	90	8-9	Ακτολική της Σάμου	1	1	2	3										
35																								
36																								
37	5	Ρήγινα (Μικρόνησος)	37°24'50"	25°13'30"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	14000	14	100	8-9	Νοτιοδυτικό της Μικρόνησου, Ακτολητή κτιογραφία 2001	56	84	168	251	α/Μεσα(Υ/Σ)	8,5	190	989	3x5x1200	4000	6200			
38										Πλήθος κτιογραφιών ευρημάτων					β/Μεσα	9,8	190		3x5x1200	4000	6200			
39										Αρχαιολογικός τόπος κωδικ					γ/Ελαφ	22	190		3x5x1200	4000	6200			
40																								
41	6	Δήλος	37°24'0"	25°16'20"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	3000	3	80	8-9	14 εκ. τοίχοι κτιογραφία 2001, Πολύ μικρή	12	18	36	54	Ελαφ(Υ/Σ)	6	190	209	3x5x300	900	3000			
42																								
43	7	Τραγονησί & Χταπόδι	37°24'40"	25°34'10"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	1628	1,628	120	8-9	Ακτολική της Μικρόνησου	7	10	20	29	Ελαφ(Υ/Σ)	28	190	112	3x5x300	900	2900			
44																								
45	8	Αγαθονησί	37°27'30"	26°57'60"	Θαλάσσια Σάμοι	13600	13,6	200	7-8	Νοτιοανατολική Σάμου, 188 εκ. τοίχοι κτιογραφία 2001	54	81	163	244	α/Μεσα(Υ/Σ)	92	190	939	3x2x300	7000				
46															β/Μεσα(Υ/Σ)	66	190		3x2x300	7000				
47															γ/Μεσα(Υ/Σ)	95,3	190		3x2x300	7000				
48	9α	Χέλια	37°18'30"	26°36'10"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	250	0,25	80	7-8	Ακτολική Πέτρου	1	1	3	4										
49																								
50	β	Χωρίς Ονομα	37°18'30"	26°34'00"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	300	0,3	60	7-8	Ακτολική, πολύ κοντά στην Πέτρο	1	2	4	5	Πάρο	3,5	20		3x5x95	0	0			
51																								
52	10α	Αρίοι	37°22'50"	26°44'10"	Θαλάσσια Σάμοι	6500	6,5	100	7-8	54 εκ. τοίχοι κτιογραφία 2001	26	39	78	117	α/Μεσα	27,5	190	490	3x5x300					
53															β/Μεσα(Υ/Σ)	47	190		3x5x300			9000		
54	β	Πλησίον Βραχονησίδες			Θαλάσσια Σάμοι	2000	2		7-8		8	12	24	36	γ/Μεσα(Υ/Σ)	79,6	190	139	3x5x300			9000		
55																								
56	11	Σημίτλεγμα Νήσων Λειφών	37°17'50"	26°45'20"	Θαλάσσια Σάμοι	1300	1,3	260	7-8	656 εκ. τοίχοι κτιογραφία 2001	5	8	16	23	α/Μεσα	18	20	694	3x5x300					
57															β/Μεσα(Υ/Σ)	39	20		3x5x300	0	0			
58																								
59	12	Φαρμακονησί	37°17'20"	27°5'10"	Θαλάσσια Σάμοι	4000	4	100	7-8	Ακτολική Λαρκού, 74 εκ. τοίχοι κτιογραφία 2001	16	24	48	72	α/Μεσα(Υ/Σ)	43,5	190	277	3x5x300	1900	3900			
60															β/Μεσα	34,5	190		3x5x300					
61															γ/Μεσα(Υ/Σ)	40	190		3x5x300	1900	3900			

62	13	Χωρίς Όνομα	37°12'10"	26°46'30"	Θαλάσσια Σάμοι	1700	1,7	100	7-8	Βόρεια της Λέρου	7	εως	10	20	εως	31	α/Μαρο	8	190	110	3ε/ε000		
63																	β/Μαρο(ΥΓΕ)	30,5	190		3ε/ε000	1000	3000
64																							
65	14	Στρογγιλιό (ή Στρογγιλιή)	36°51'3"	24°51'40"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	1500	1,5	140	8-9	Φέρια κρητική κτισμένη. Δυτική Πέλου	6	εως	9	18	εως	27	Γάρο(ΥΓΕ)	36,7	190	104	3ε/ε000	900	2500
66																							
67	15	Σημίτλεγμα Βραχονησίδων Μακάρες (ή Μακάρες ή Μακάριοι)	37°4'60"	25°41'50"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	1300	1,3	100	8-9	Αιολική. Κεντρικά κρητικού υψώσε, 1,5 με 2 μέτρα ύψους	5	εως	8	16	εως	23	Γάρο(ΥΓΕ)	35,2	190	80	3ε/ε000	900	2500
68																							
69																							
70	16	Κατριάη	36°54'10"	24°43'30"	Νοτιοδυτικό Αιγαίο	710	0,71	80	8-9	Νότια Θύρου	3	εως	4	9	εως	13	Γάρο(ΑΙΓ)	8	20	375	3ε/ε190	0	0
71																							
72	17	Κέρος	36°53'30"	25°38'50"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	15000	15	400	8-9	Σημίτλεγμα Κουρναρήλων. Κεντρικά κρητικού υψώσε	60	εως	90	180	εως	269	Γάρο(ΥΓΕ)	40	190	1025	300ε000		7000
73																							
74	18	Καρθαίωση	36°37'40"	25°0'100"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	1200	1,2		8-9	Μεγάλου Φολέγκυδρου και Σάου	5	εως	7	14	εως	22	α/Μαρο(ΥΓΕ)	8,2	20	600	3ε/ε000	0	0
75																	β/Μαρο	10	20		3ε/ε000	0	0
76	19	Βραχονησίδες περίεξ Αστιακάλακας	36°34'10"	26°22'10"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	4000	4		7-8		16	εως	24	48	εως	72	Αιολική						
77																							
78	20	Παργαίση & Παργαί	36°34'10"	27°3'10"	Θαλάσσια Ρόδοι	1800	1,8	120	7-8	Δυτική Μεθούρου	7	εως	11	22	εως	32							
79																							
80																							
81																							
82																							
83	21	Καρά Παλαγιά (ή Πελαγογιά)	39°19'50"	24°4'30"	Βορειοδυτικό Αιγαίο	25000	25	280	6-7	Βορειοανατολική Σιπυλίου & Αλοήρου, 10 κήποι και Βορειοανατολική Σιπυλίου & Αλοήρου του Αίγιου όρους Αιολία στο Μεσογαϊκό Πέριο Αλοήρου και από κεντρικό της μεσογαϊκής φύκις.	100	εως	150	300	εως	449	Γαρο	190	190	1725			
84																							
85																							
86																							
87																							
88	22	Πράσσο	39°20'30"	24°8'60"	Βορειοδυτικό Αιγαίο	700	0,7	140	6-7	Αιολική. Κεντρικά μεσογαϊκής φύκις	3	εως	4	8	εως	13							
89																							
90	23	Γιοίρα	39°23'10"	24°10'0"	Βορειοδυτικό Αιγαίο	11000	11	460	6-7	Αιολική. Κεντρικά μεσογαϊκής φύκις	44	εως	66	132	εως	198							
91																							
92	24	Ψαδοίρα	39°29'50"	24°10'40"	Βορειοδυτικό Αιγαίο	700	0,7	40	6-7	Αιολική. Κεντρικά μεσογαϊκής φύκις	3	εως	4	8	εως	13							
93																							
94	25	Πιπέρι	39°20'50"	24°19'20"	Βορειοδυτικό Αιγαίο	700	0,7	340	6-7	2 κήποι. Κεντρικά μεσογαϊκής φύκις	3	εως	4	8	εως	13							
95																							
96	26	Μεγαλογιά	39°12'50"	25°50'10"	Κεντρικό Αιγαίο	500	0,5	40	7-8	Δυτική Λέρου	2	εως	3	6	εως	9	Γαρο	7	20	280	3ε/ε000	0	0
97																							
98	27	Σιατζοίρα	39°4'30"	24°6'40"	Βορειοδυτικό Αιγαίο	7000	7	80	6-7	Αιολική Σιπυλίου. Αιολική. Κεντρικά μεσογαϊκής φύκις	28	εως	42	84	εως	126	Αιολική	20	190	485			
99																							
100	28	Νησίδες Πάριξ Σιπυλίου			Κεντρικό Αιγαίο																		
101																							
102	α	Σηροποίρα	38°50'10"	24°21'20"		3500	3,5	160	9-10		14	εως	21	42	εως	63	α/Μαρο(ΥΓΕ)	65,7	190		3ε/ε000	2100	4300
103																							
104	β	Βαλξο	38°48'50"	24°29'30"		3900	3,9	200	9-10	Νότια Θύρου	16	εως	23	47	εως	70							
105																							
106	γ	Σαράκη	38°45'10"	24°36'40"		3700	3,7	120	9-10	Νότια Θύρου, με 0 με το ηφαίσθιο του.	15	εως	22	44	εως	66							
107																							
108	29	Απύρα	38°32'20"	25°30'40"	Κεντρικό Αιγαίο	3500	3,5	120	7-8		14	εως	21	42	εως	63	α/Μαρο(ΥΓΕ)	3,7	190	242	3ε/ε000	1900	3900
109																							
110																							
111																							
112	30	Σερβίτσι	40°0'60"	25°7'60"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	800	0,8	120	7-8	Βορειοδυτική Λέρου	3	εως	5	10	εως	14	α/Μαρο(ΥΓΕ)	29	20	404	3ε/ε190	0	0
113																							
114	31	Ακρά Νότια Λήμνοι	39°48'50"	25°11'0"	Νοτιοανατολικό Αιγαίο	28000	28	300	7-8	Μεγάλη θάλασσα. Πολλά κτισμένα	112	εως	168	336	εως	503	β/Μαρο(ΑΙΓ)	19,8	20		3ε/ε190	0	0
115																							
116																							
117	32	Κελερός	40°3'30"	23°43'30"	Βορειοδυτικό Αιγαίο	700	0,7	120	4-5	Μεγάλου Θανάξ και Κισκιάδης	3	εως	4	8	εως	13	Νότια	14,3	20	375	3ε/ε190	0	0

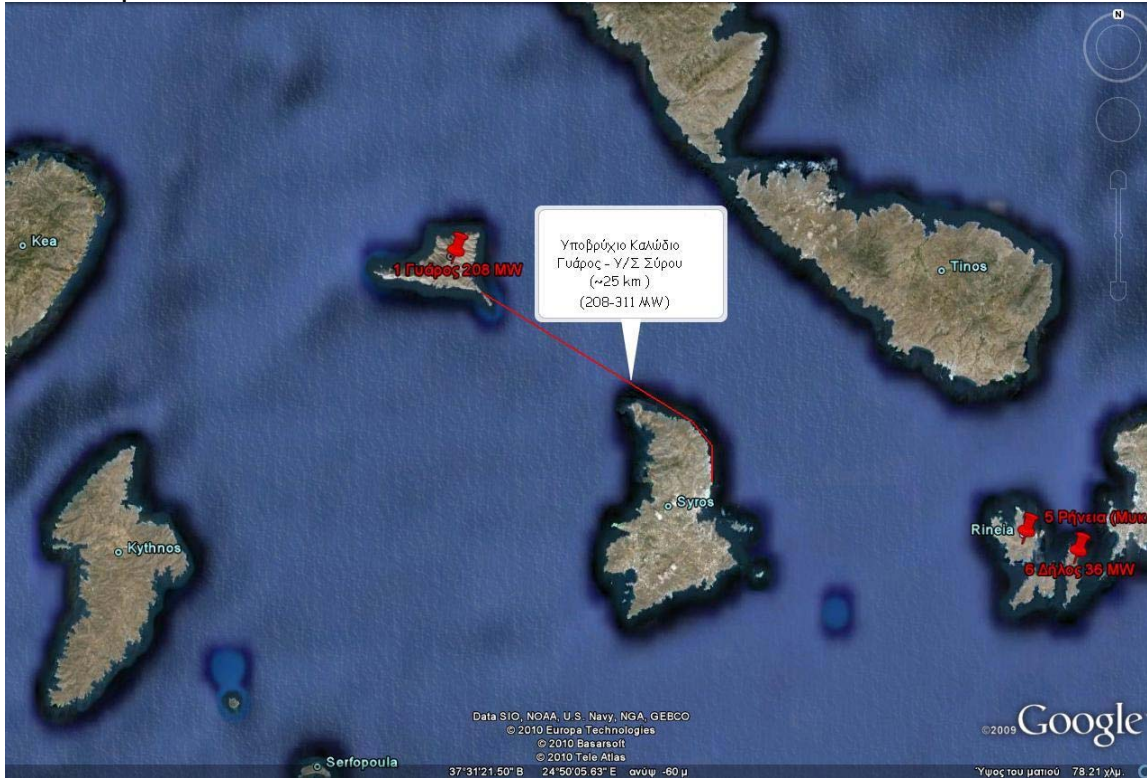
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2:

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ ΒΡΑΧΟΝΗΣΙΔΩΝ

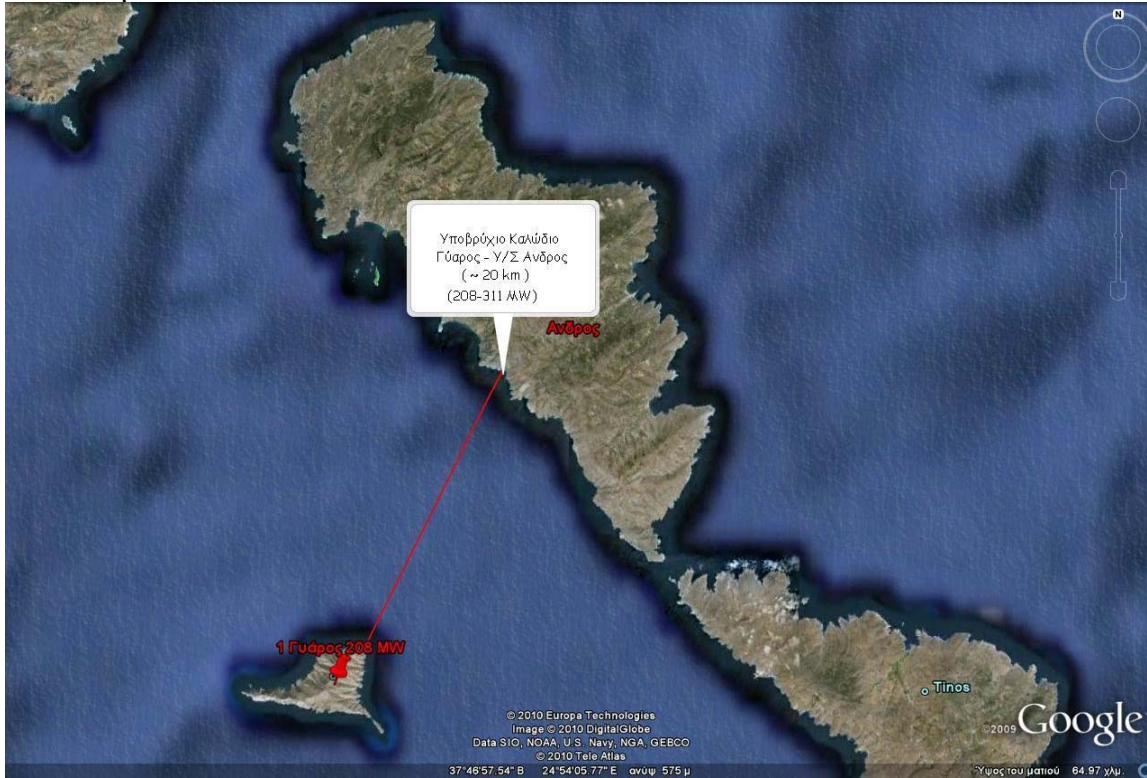
1) Γεωγραφική Περιοχή Κυκλάδων Τοπολογία 1α



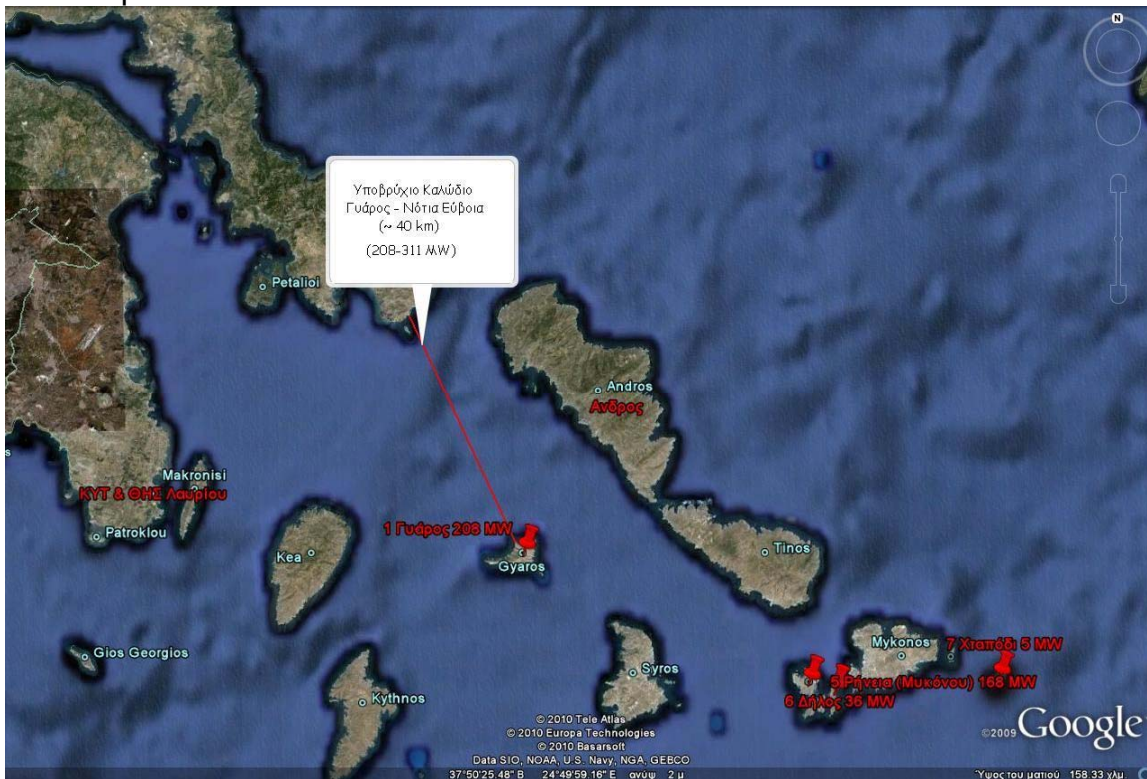
Τοπολογία 1b



Τοπολογία 1c



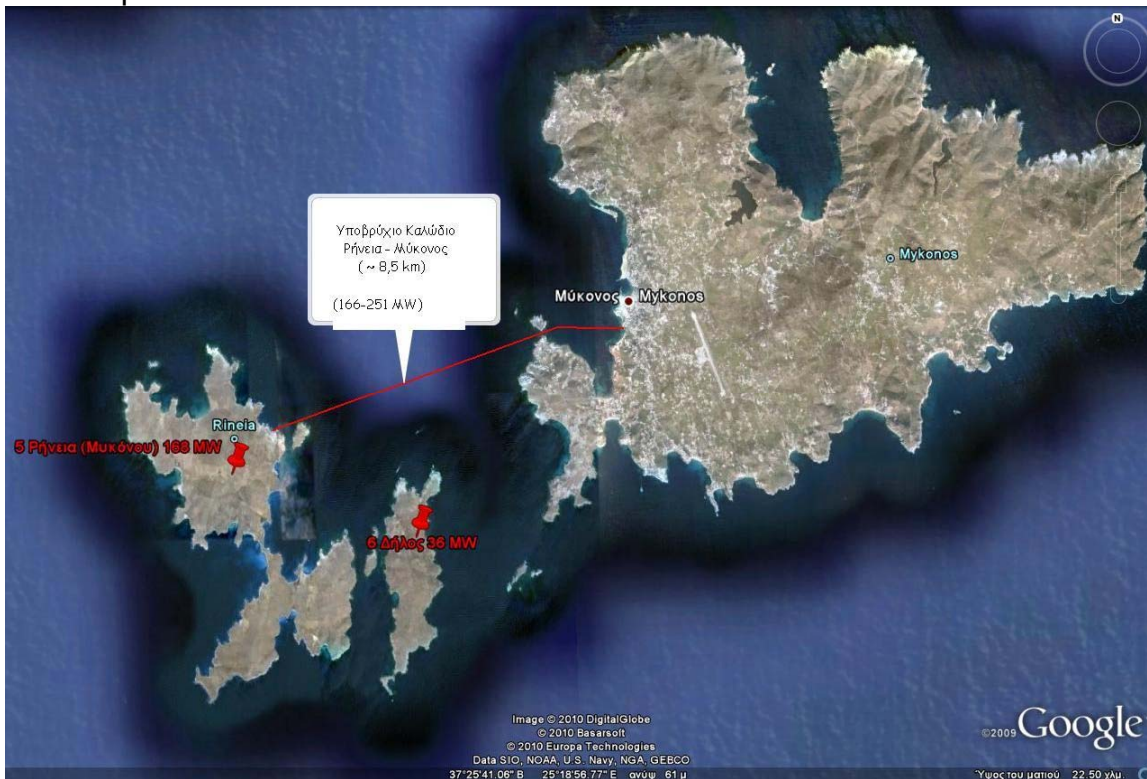
Τοπολογία 1d



Τοπολογία 4



Τοπολογία 5α



Τοπολογία 5b



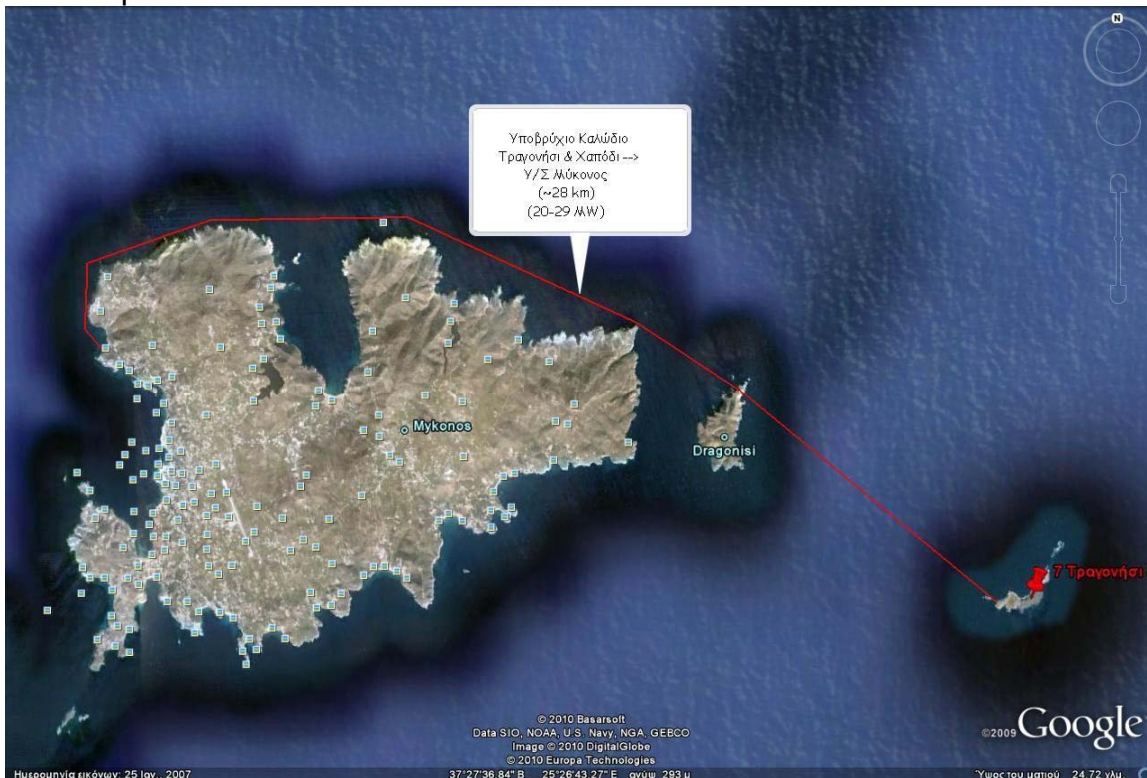
Τοπολογία 5c



Τοπολογία 6



Τοπολογία 7



Τοπολογία 14



Τοπολογία 15



Τοπολογία 16



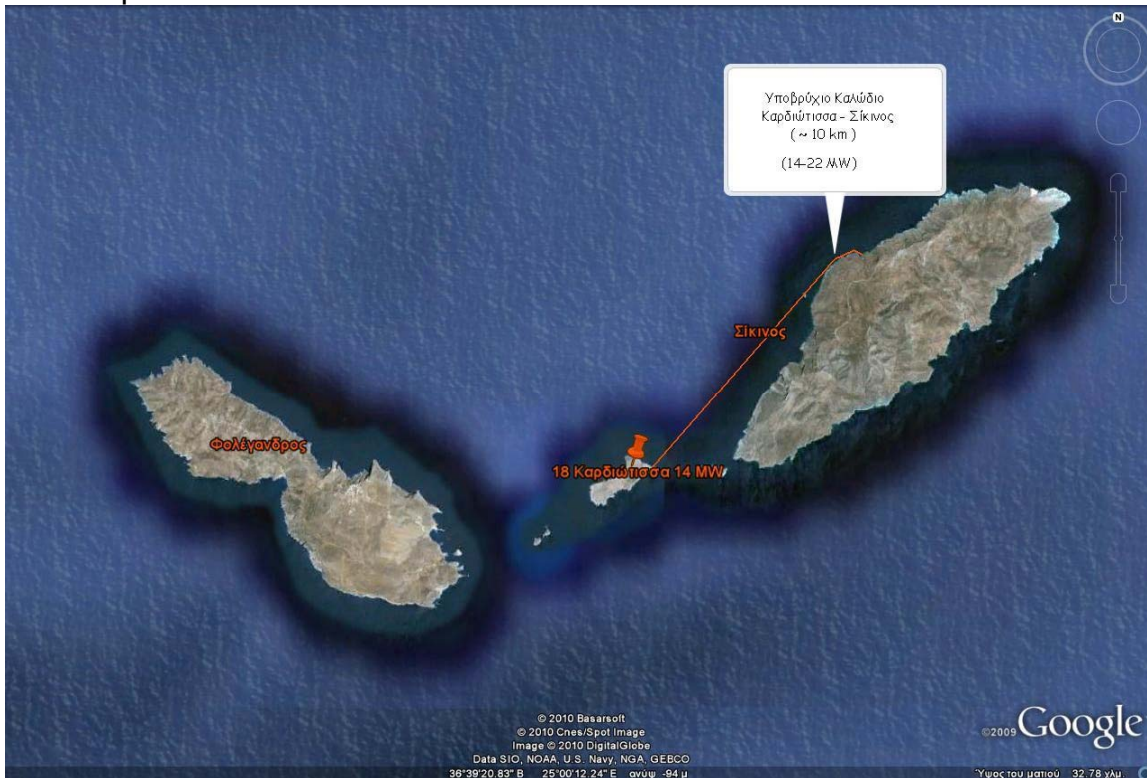
Τοπολογία 17



Τοπολογία 18a



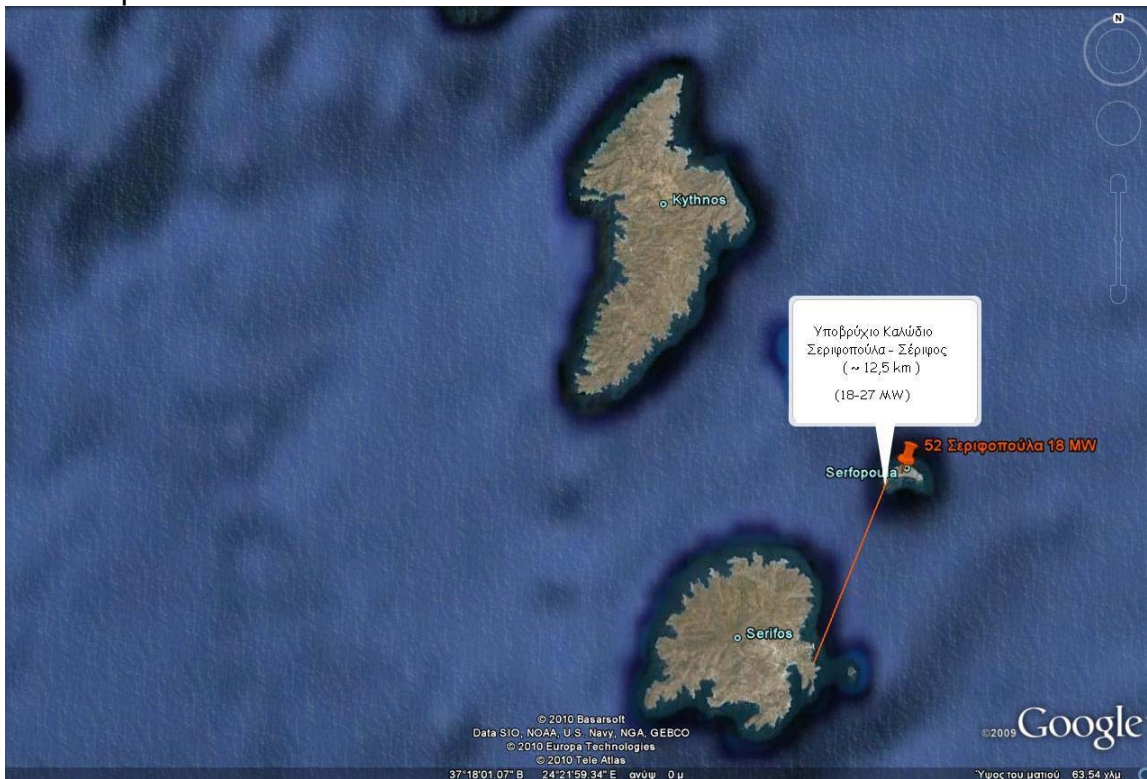
Τοπολογία 18b



Τοπολογία 47



Τοπολογία 52a



Τοπολογία 52b

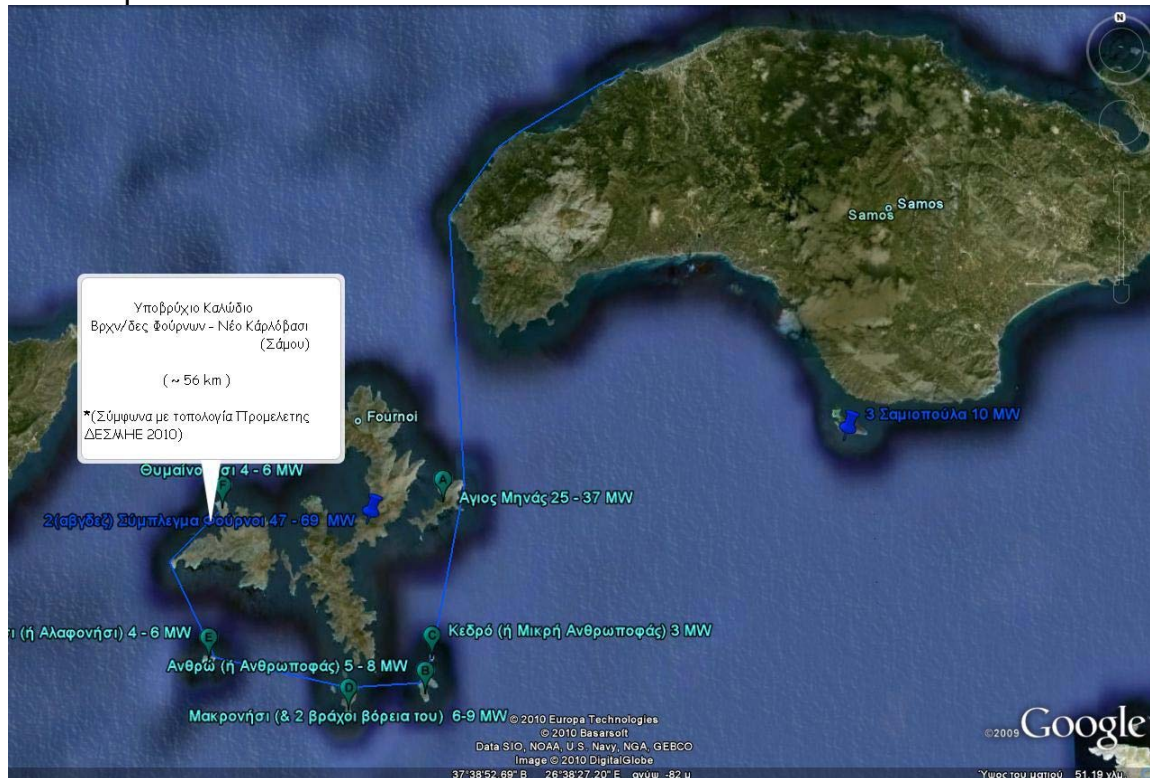


Τοπολογία 59

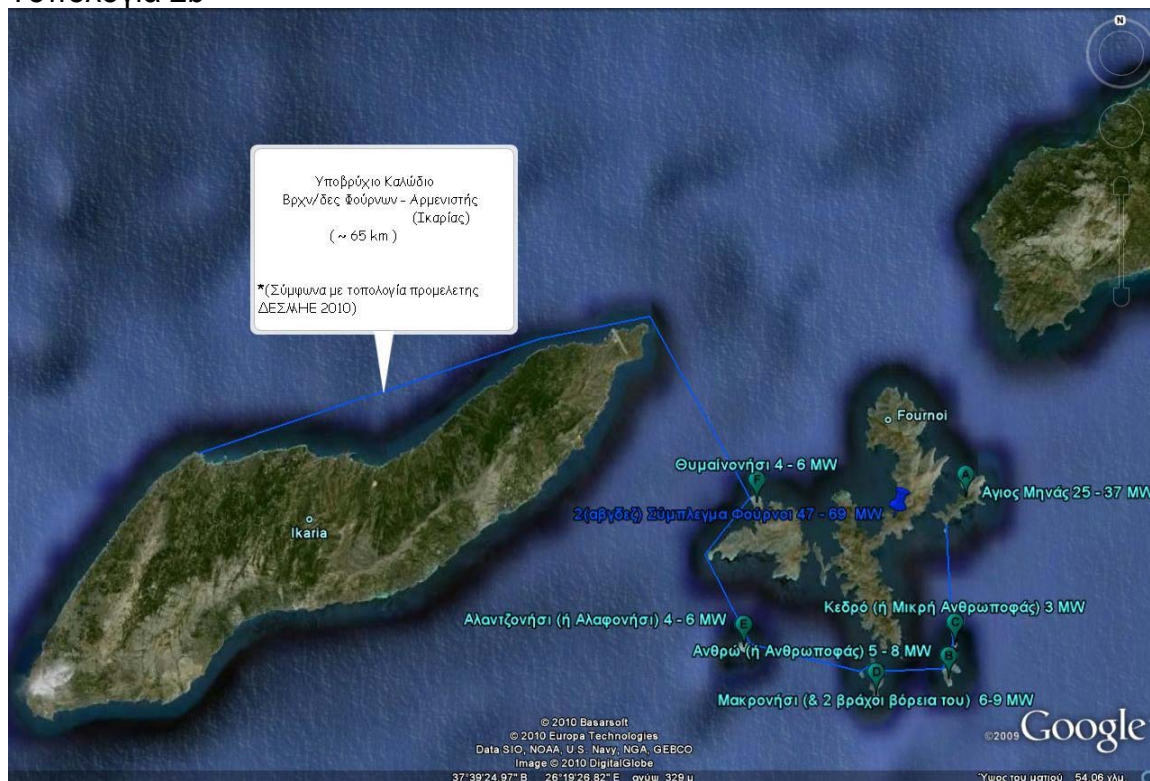


2) Γεωγραφική Περιοχή Νησιών Βορείου Αιγαίου

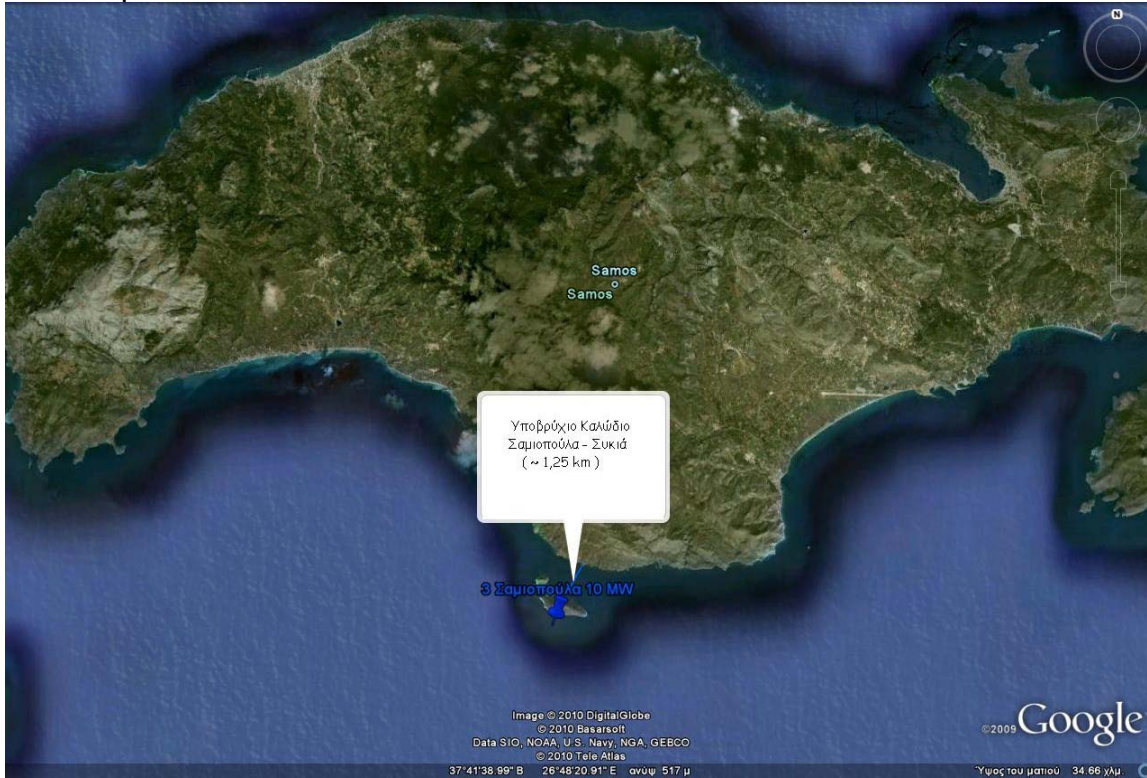
Τοπολογία 2α



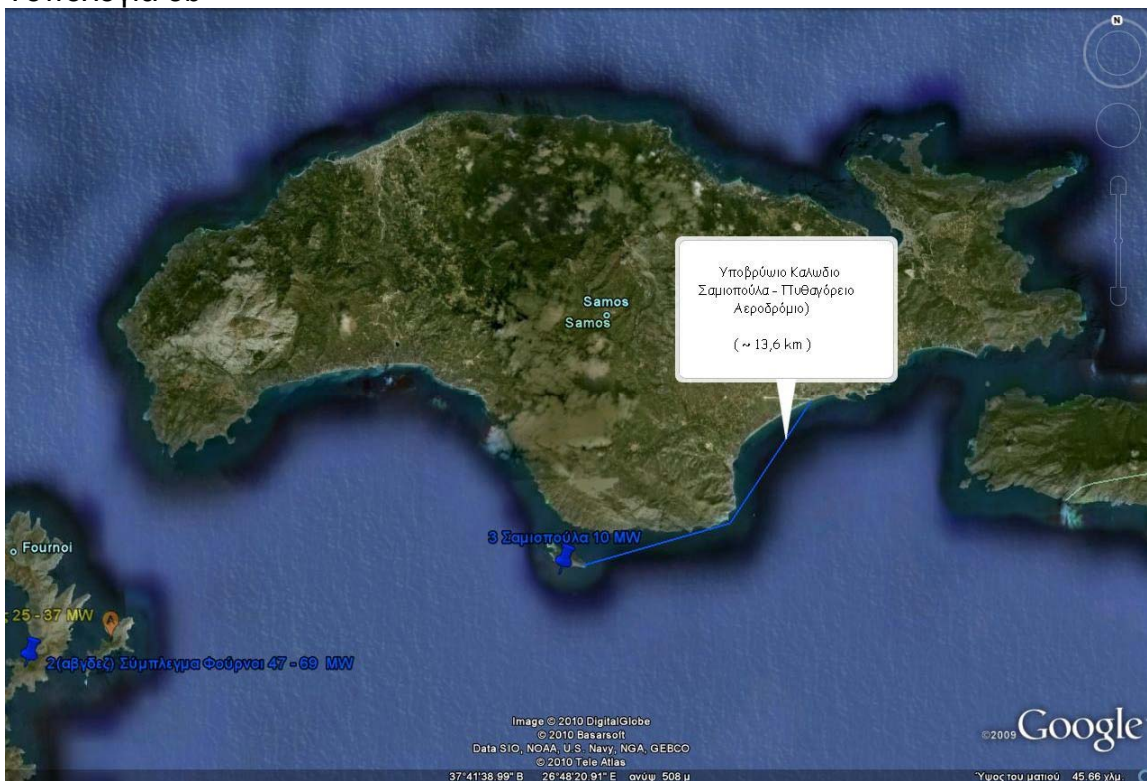
Τοπολογία 2β



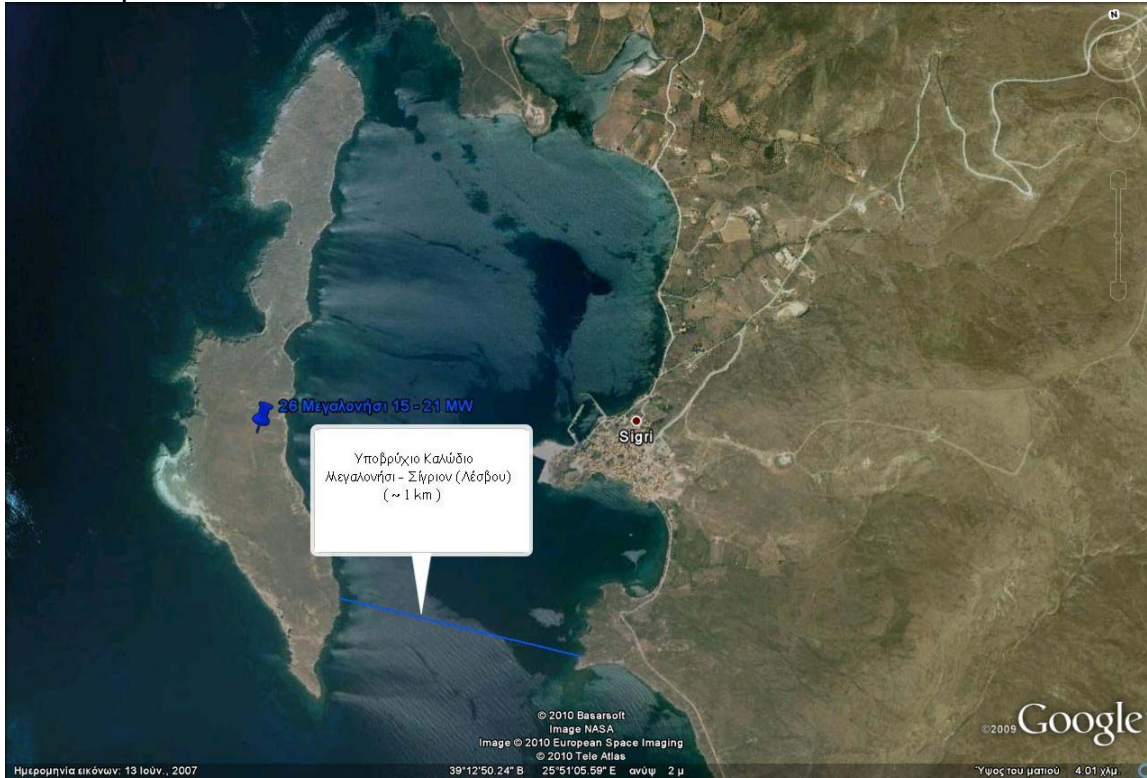
Τοπολογία 3α



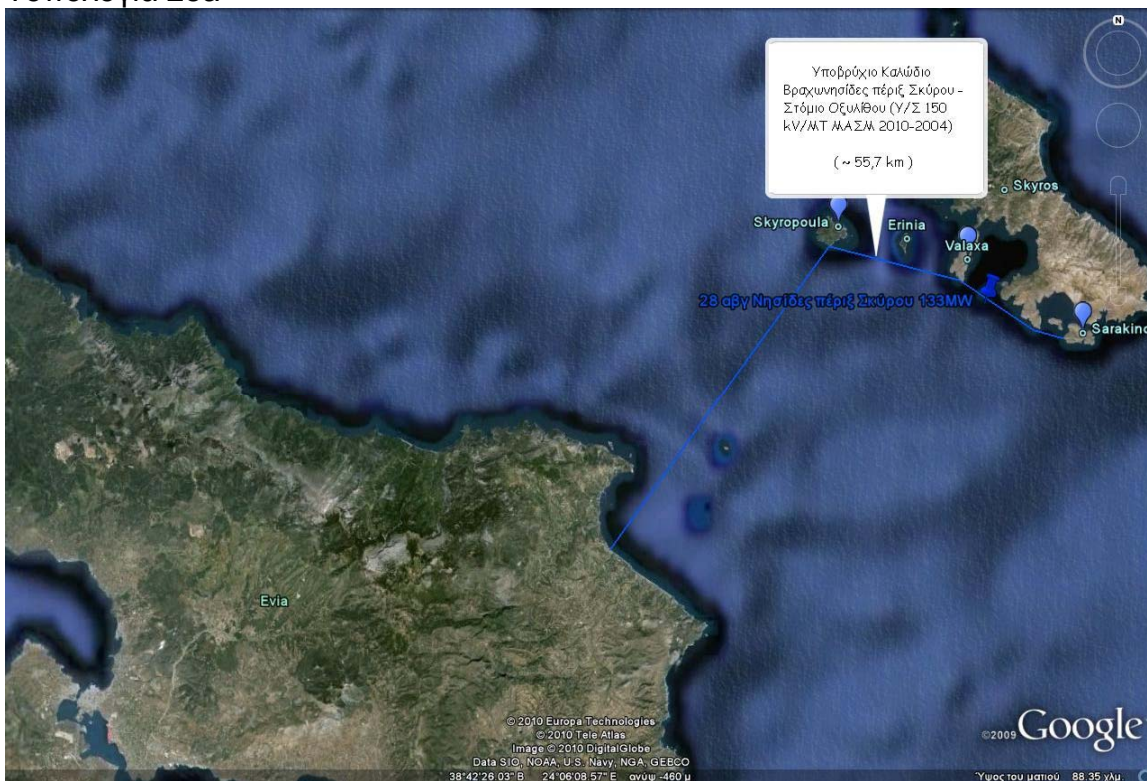
Τοπολογία 3β



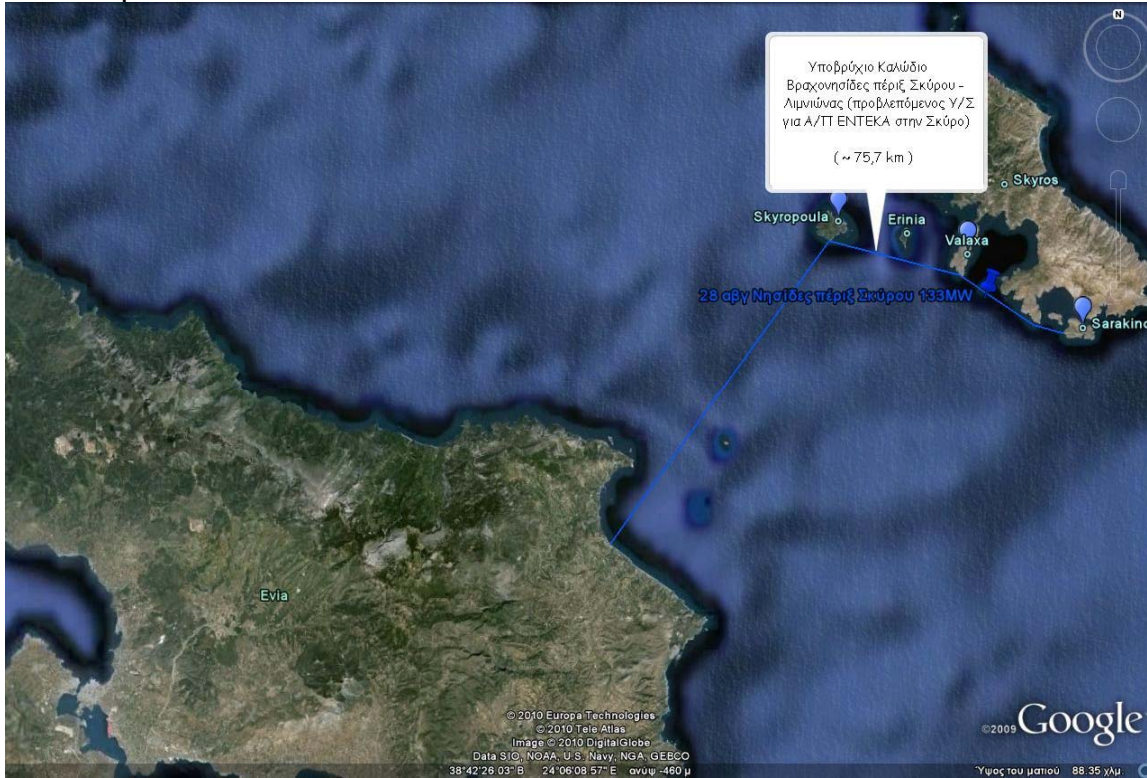
Τοπολογία 26α



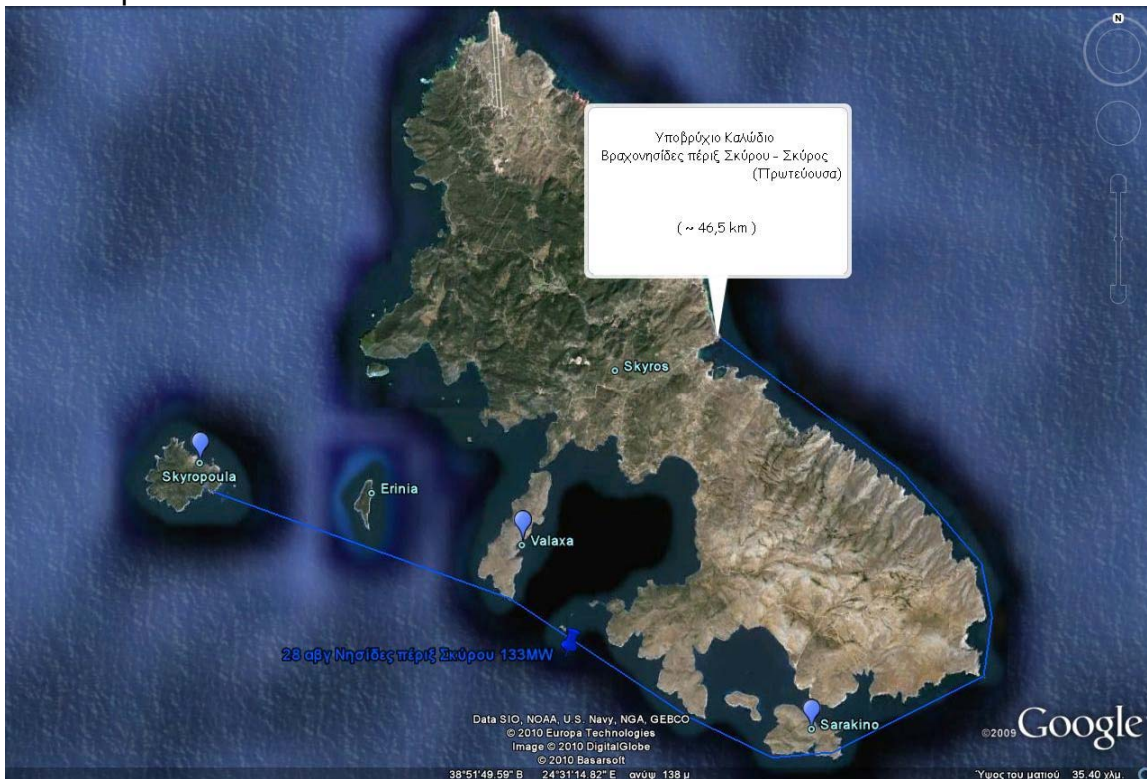
Τοπολογία 28α



Τοπολογία 28b



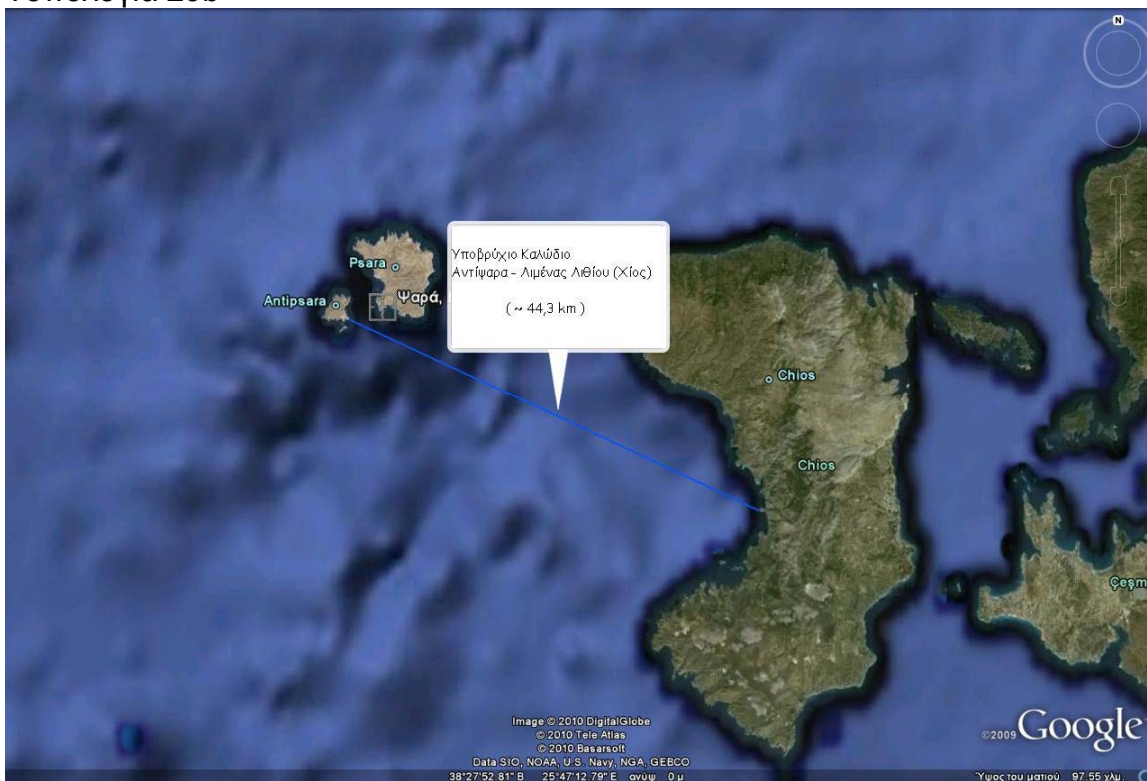
Τοπολογία 28c



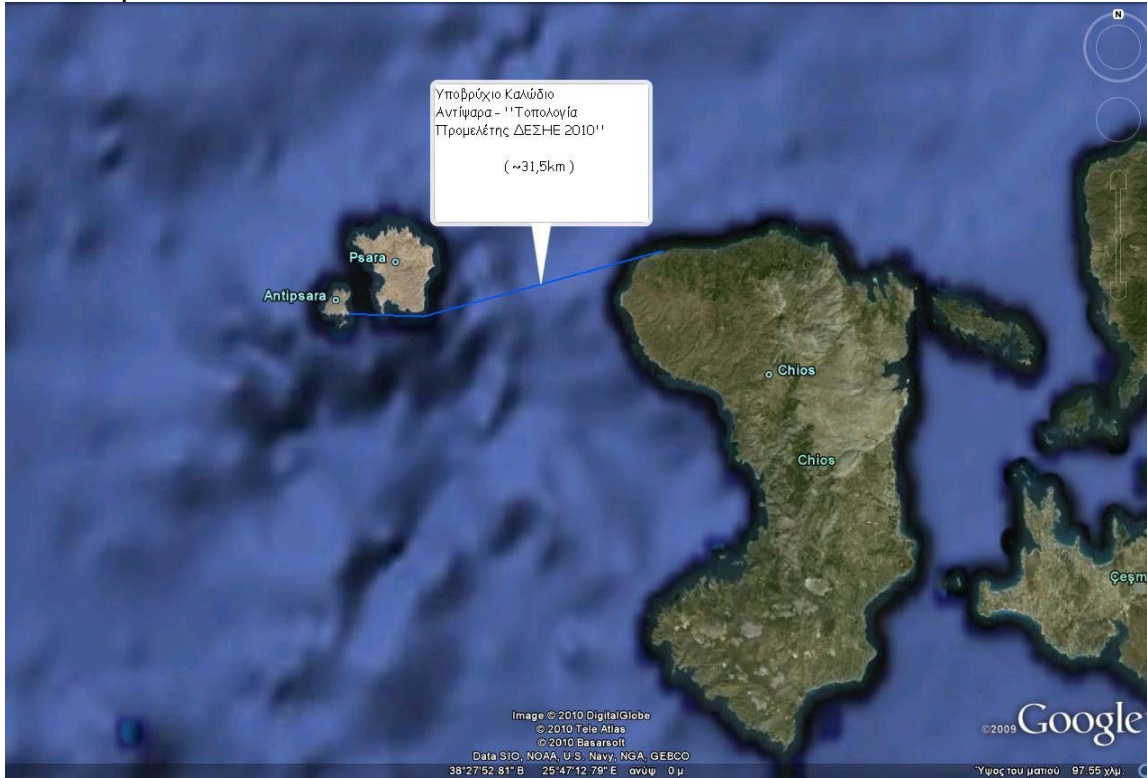
Τοπολογία 29α



Τοπολογία 29β



Τοπολογία 29c



Τοπολογία 30a

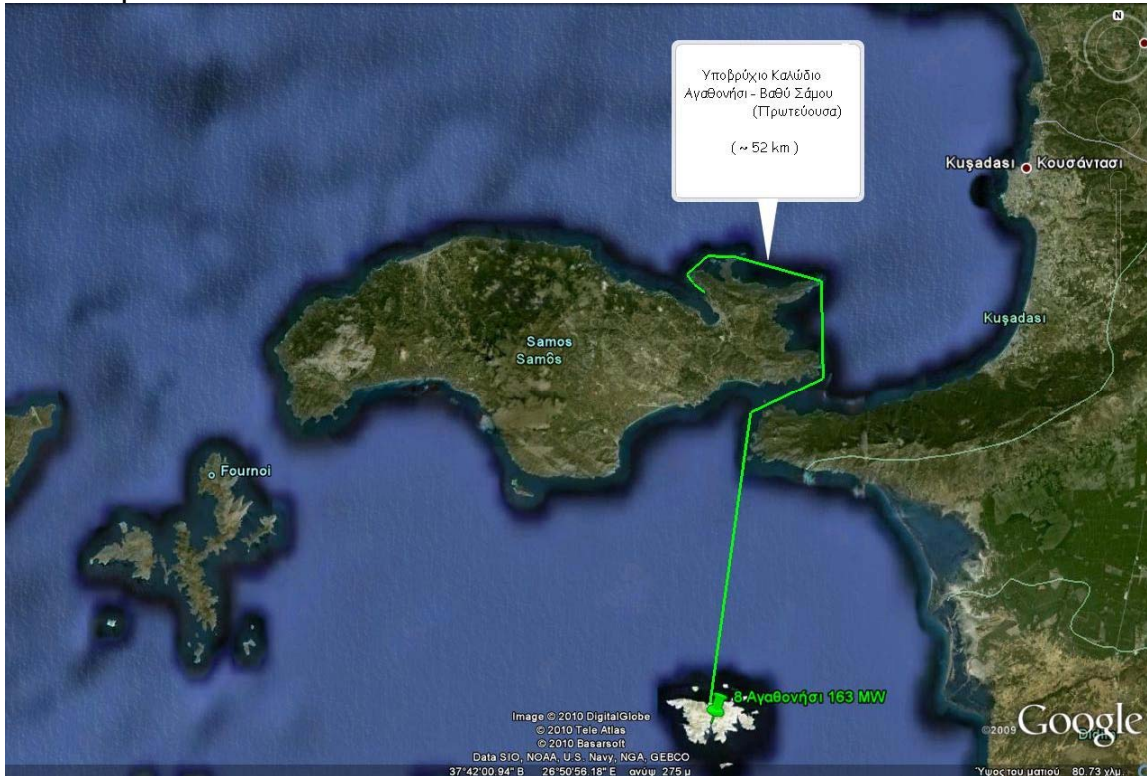


Τοπολογία 30b

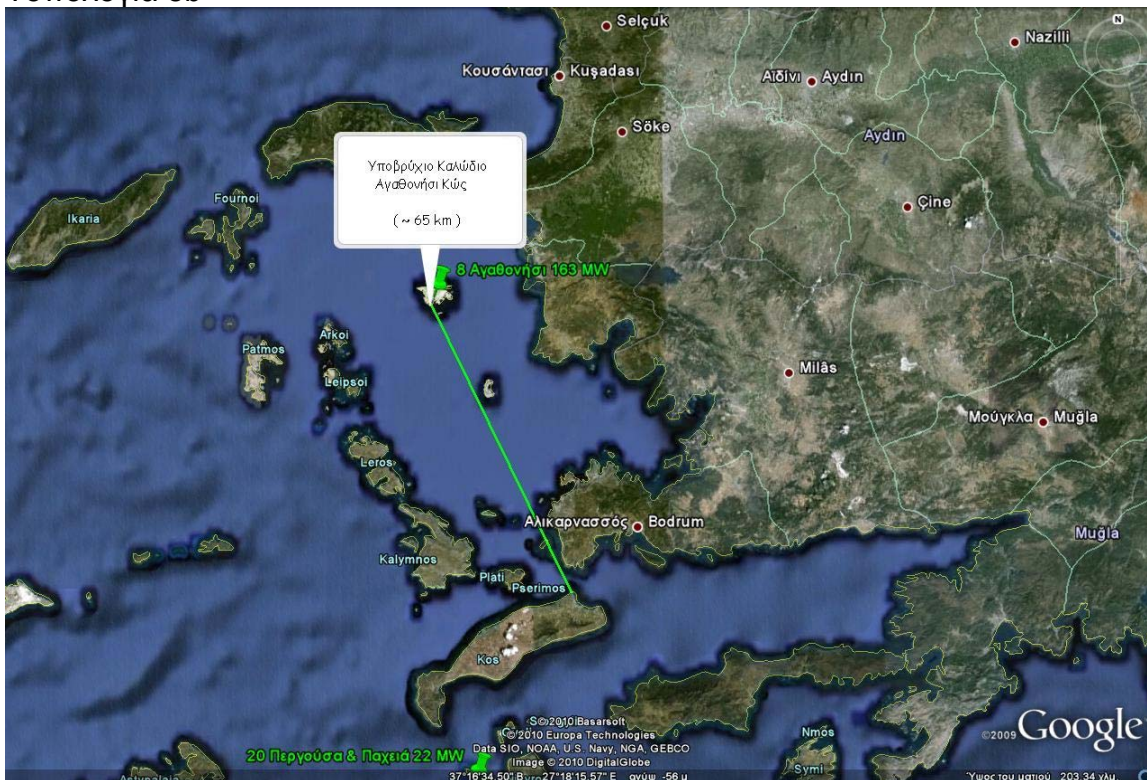


3) Γεωγραφική Περιοχή Δωδεκανήσων

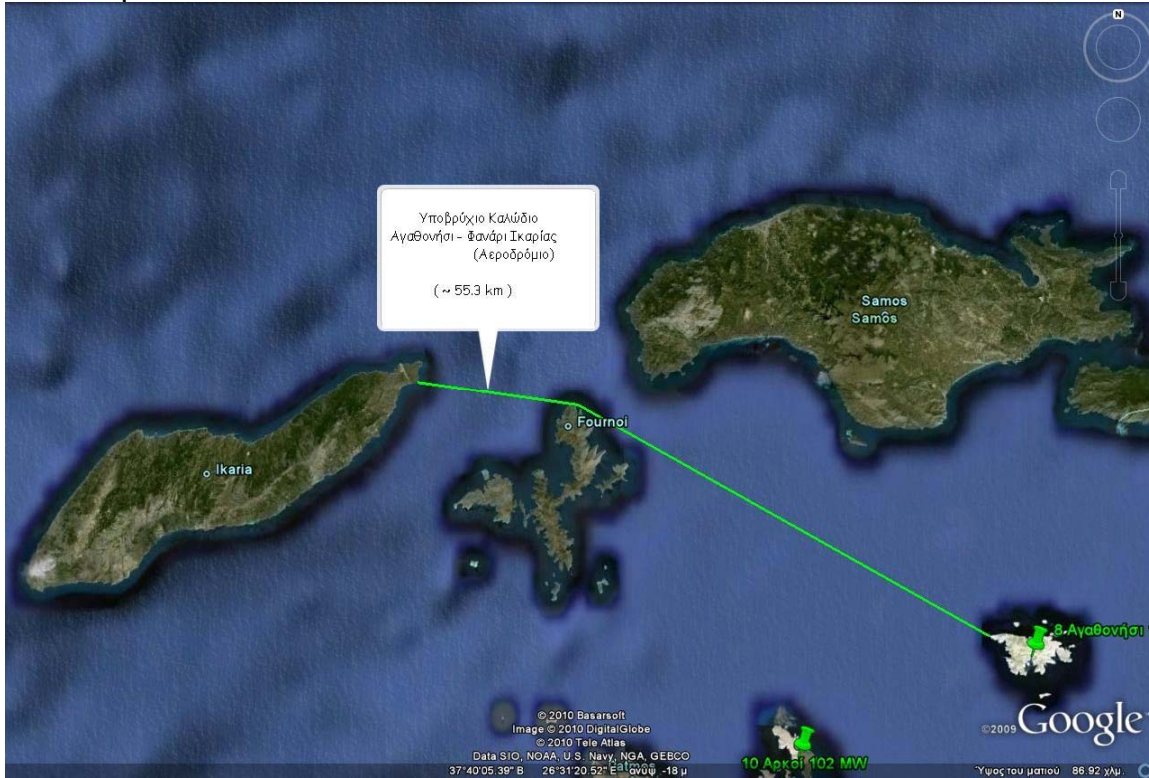
Τοπολογία 8α



Τοπολογία 8b



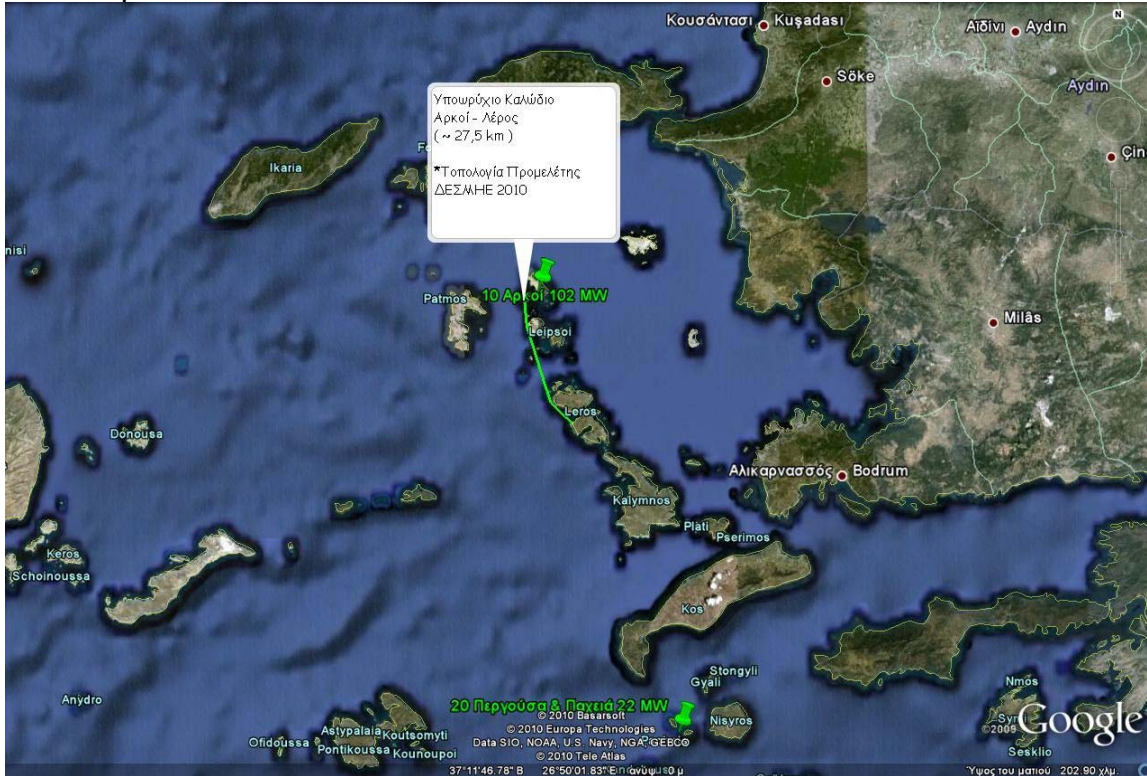
Τοπολογία 8c



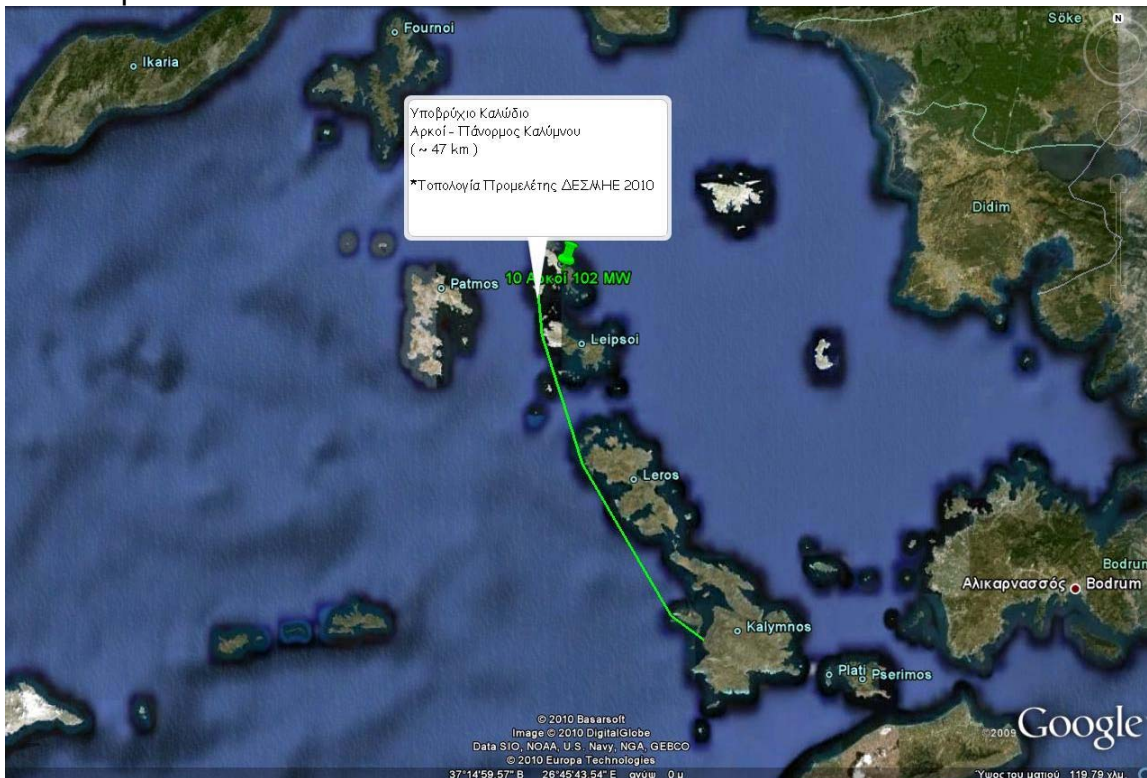
Τοπολογία 9(a & b)



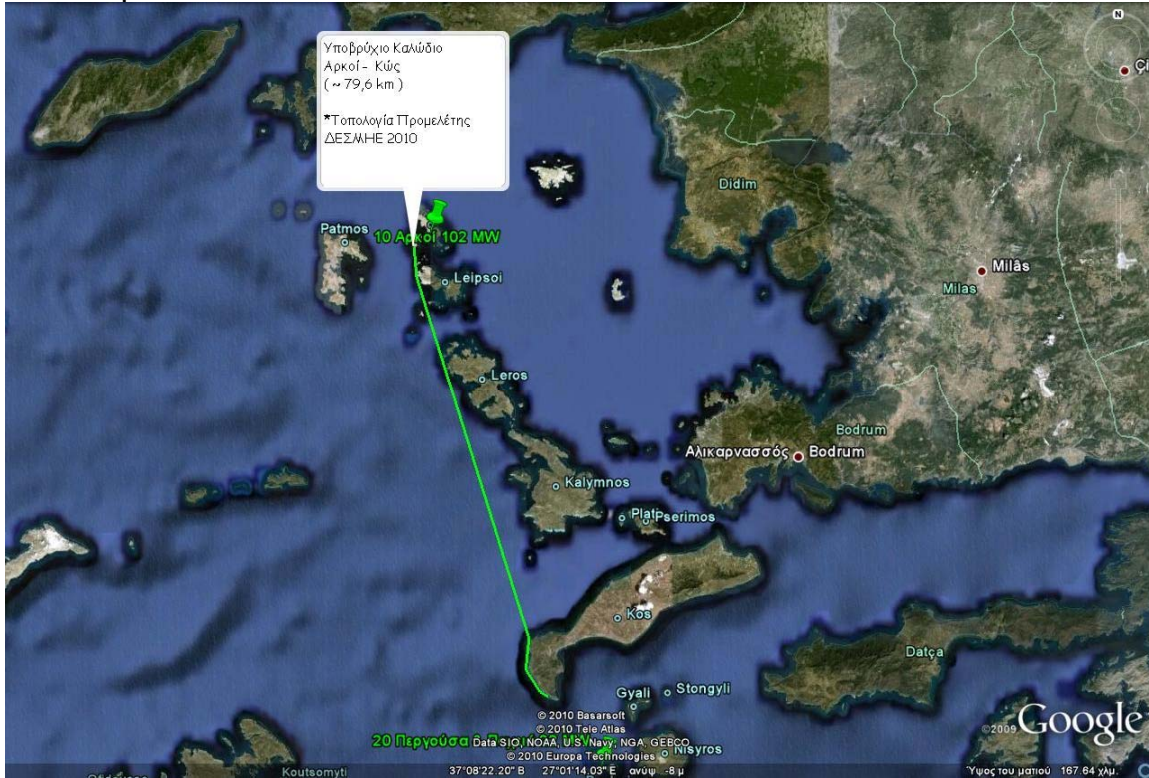
Τοπολογία 10α



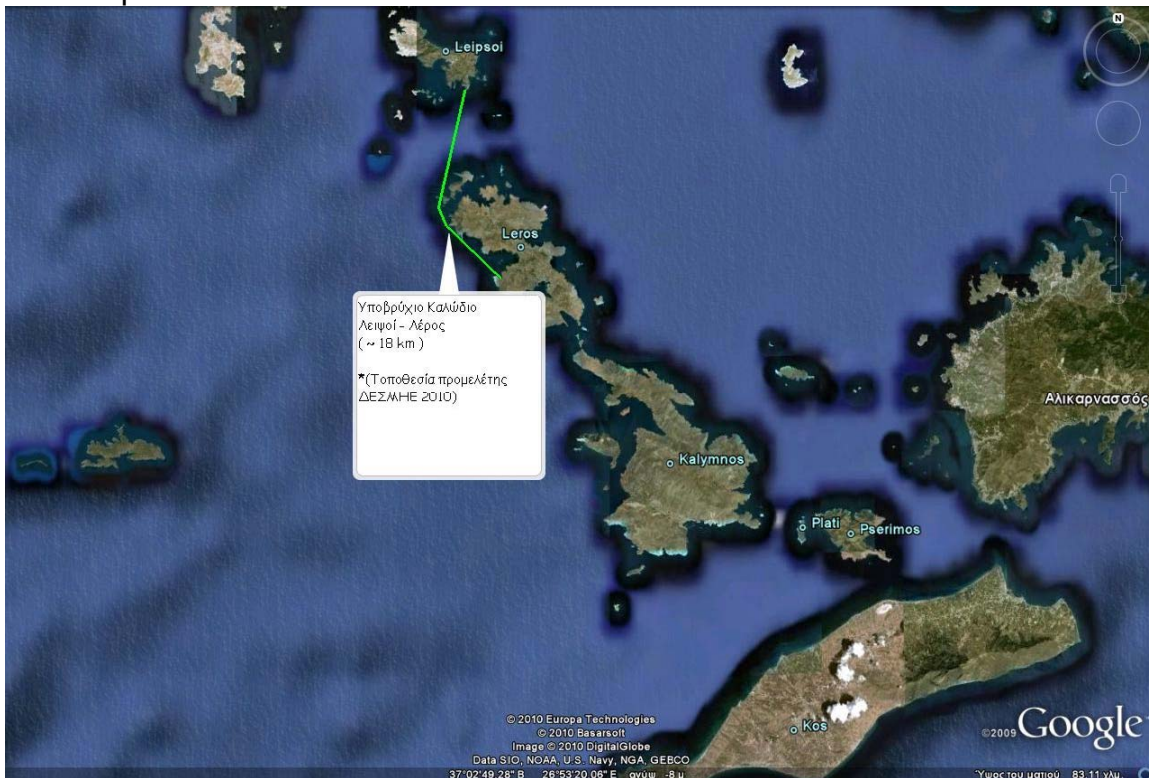
Τοπολογία 10β



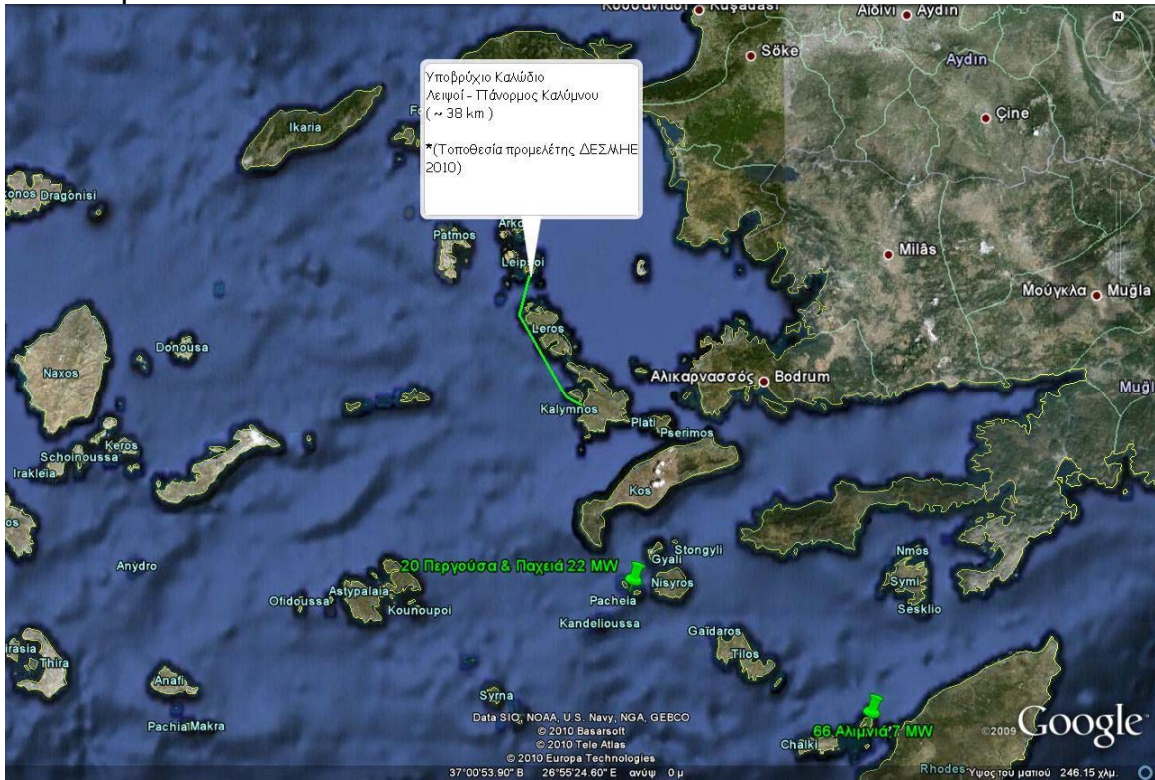
Τοπολογία 10c



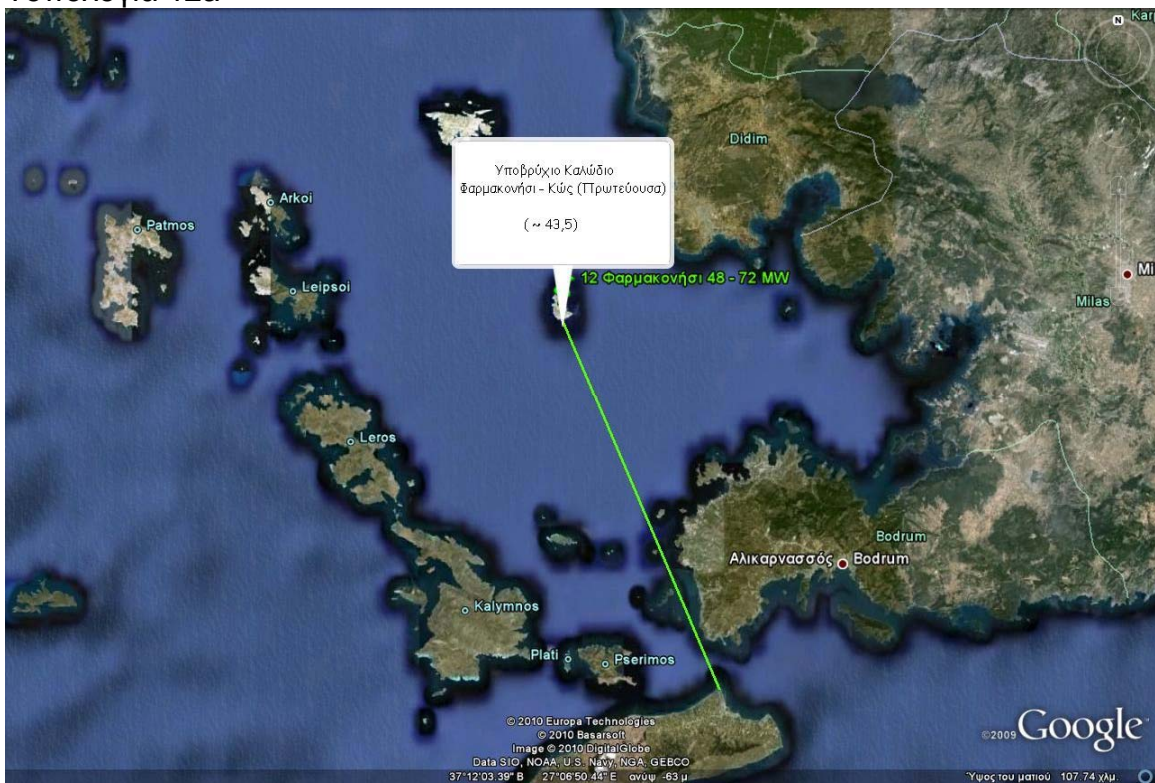
Τοπολογία 11a



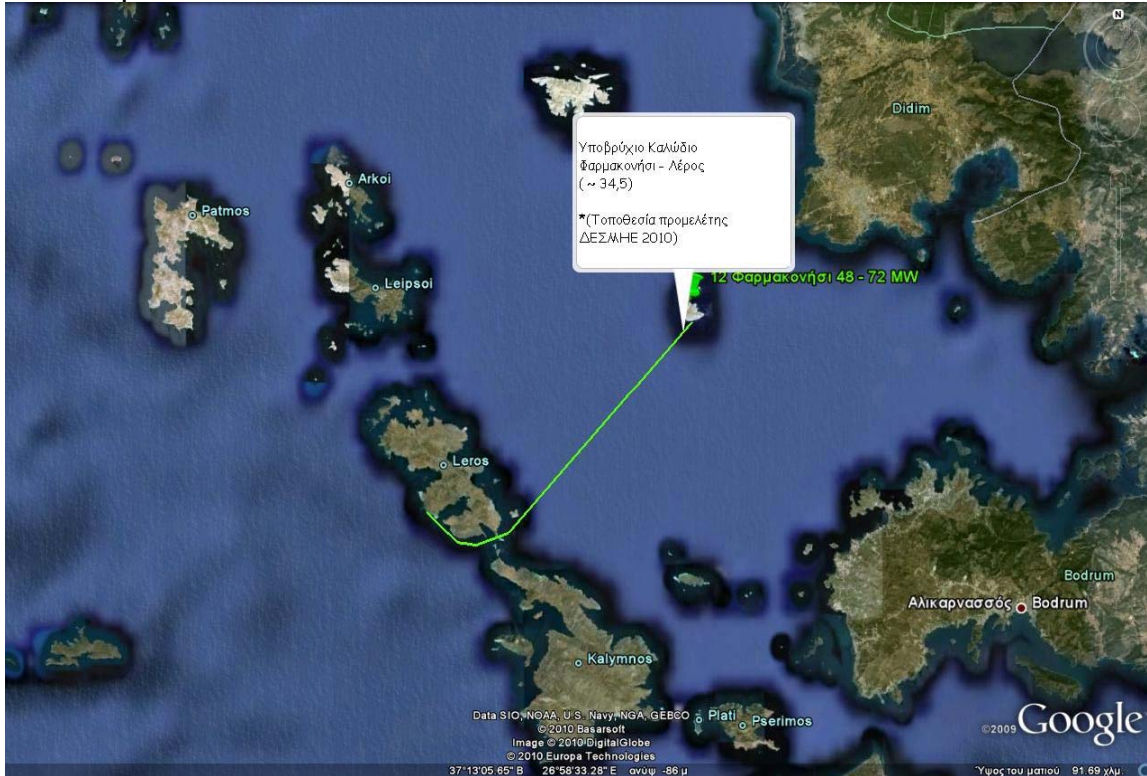
Τοπολογία 11b



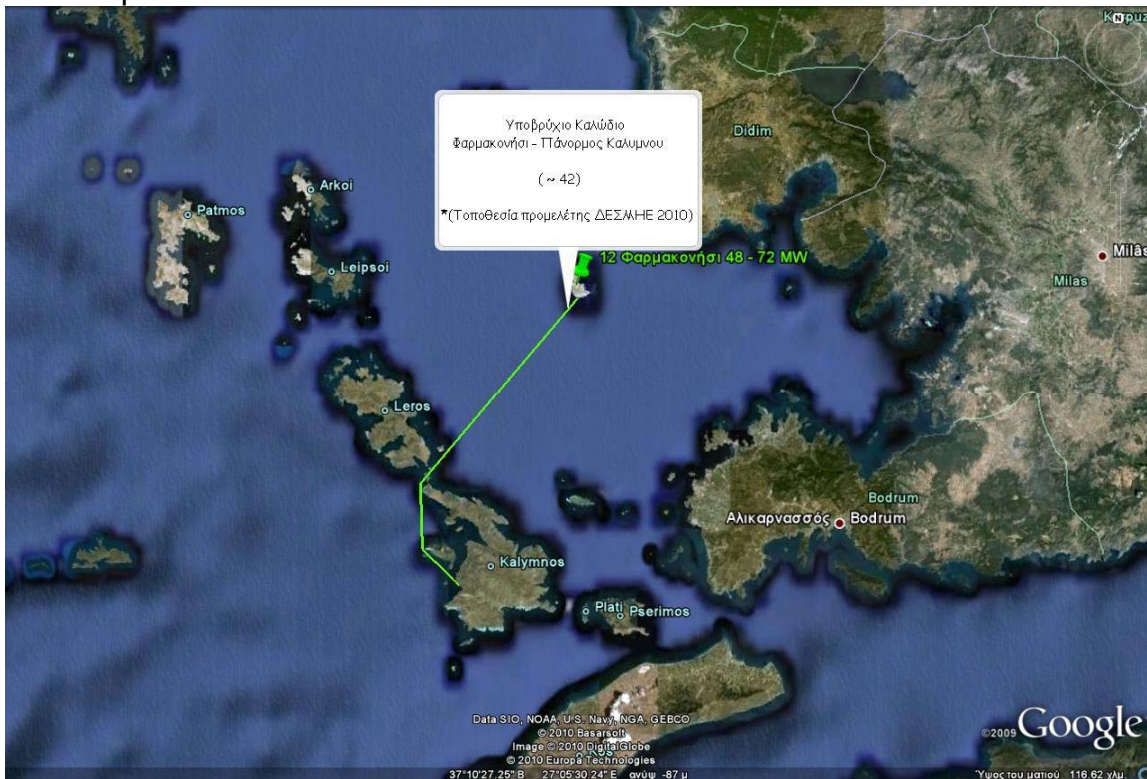
Τοπολογία 12a



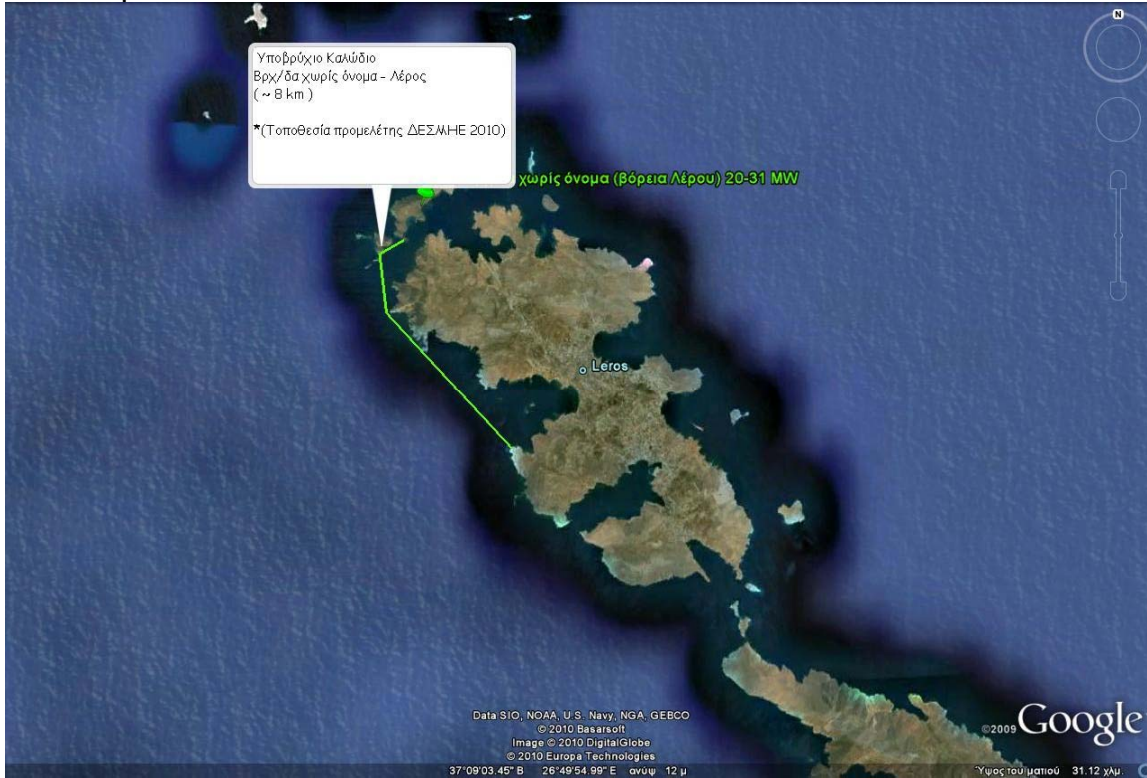
Τοπολογία 12b



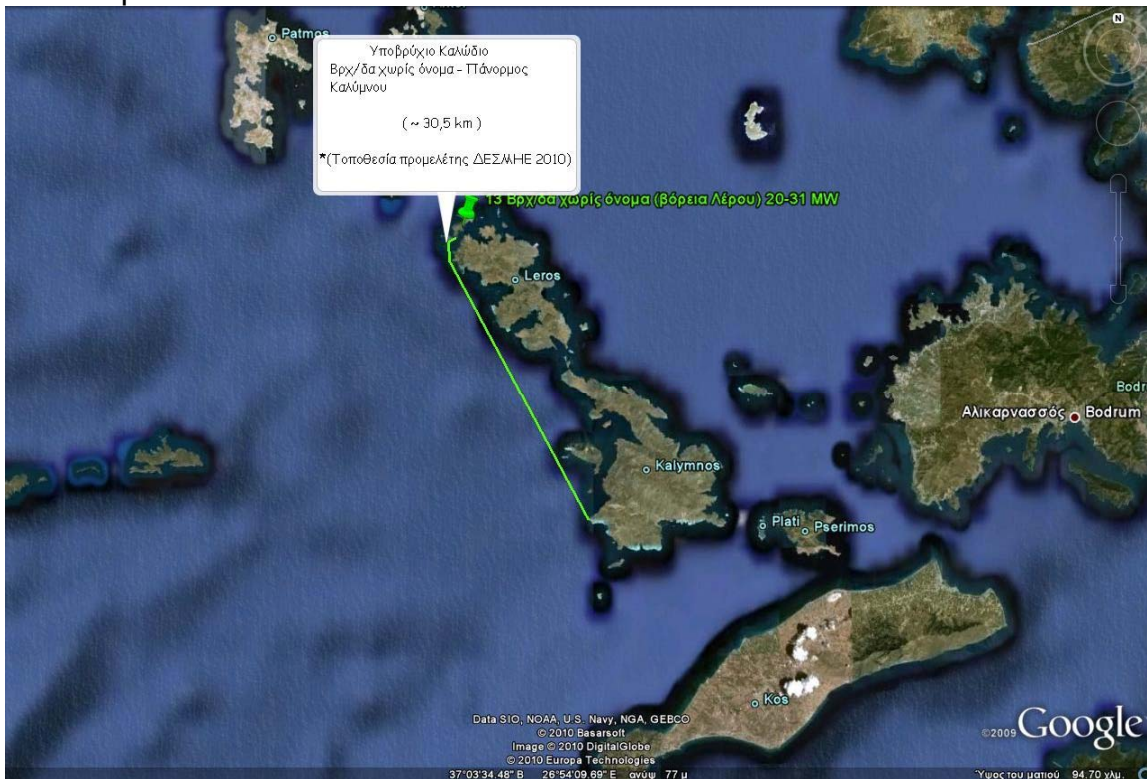
Τοπολογία 12c



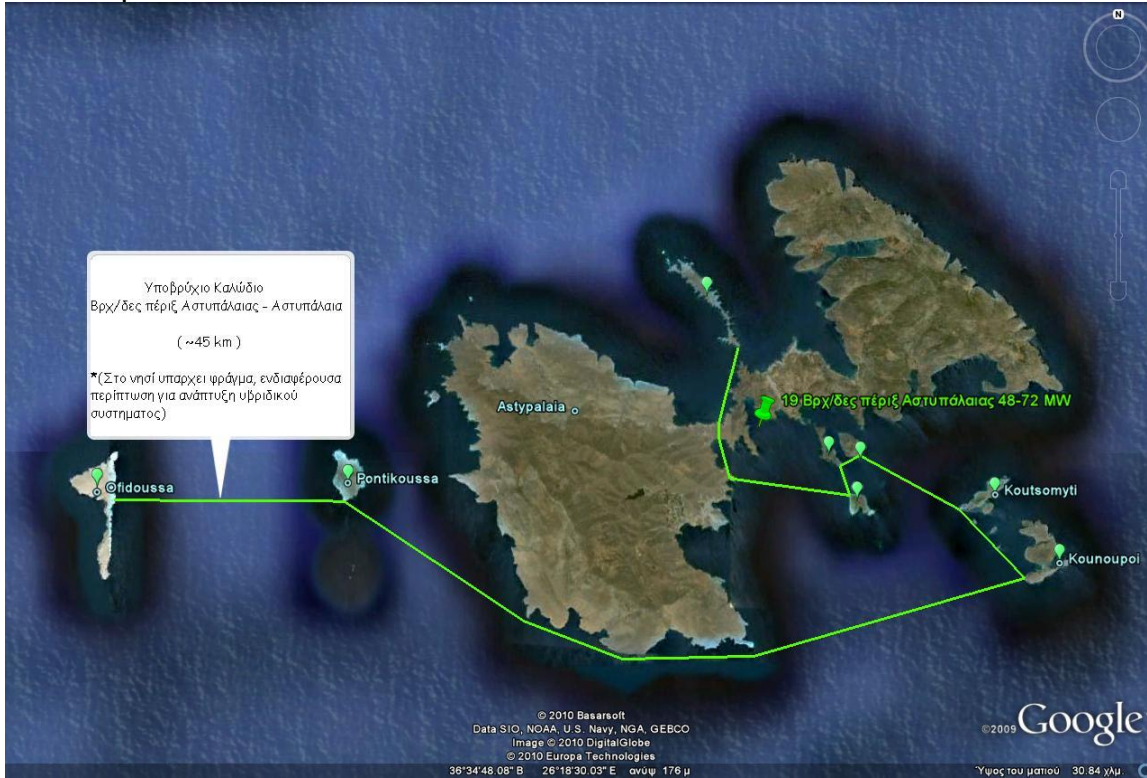
Τοπολογία 13α



Τοπολογία 13β

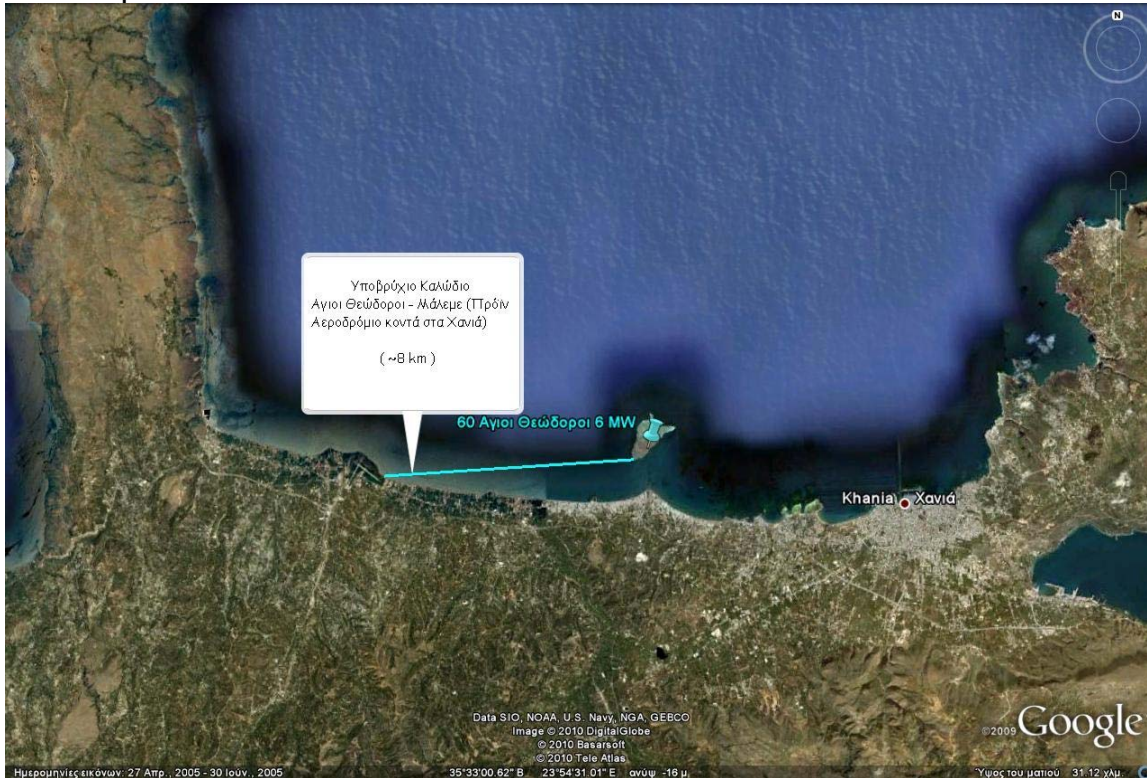


Τοπολογία 19

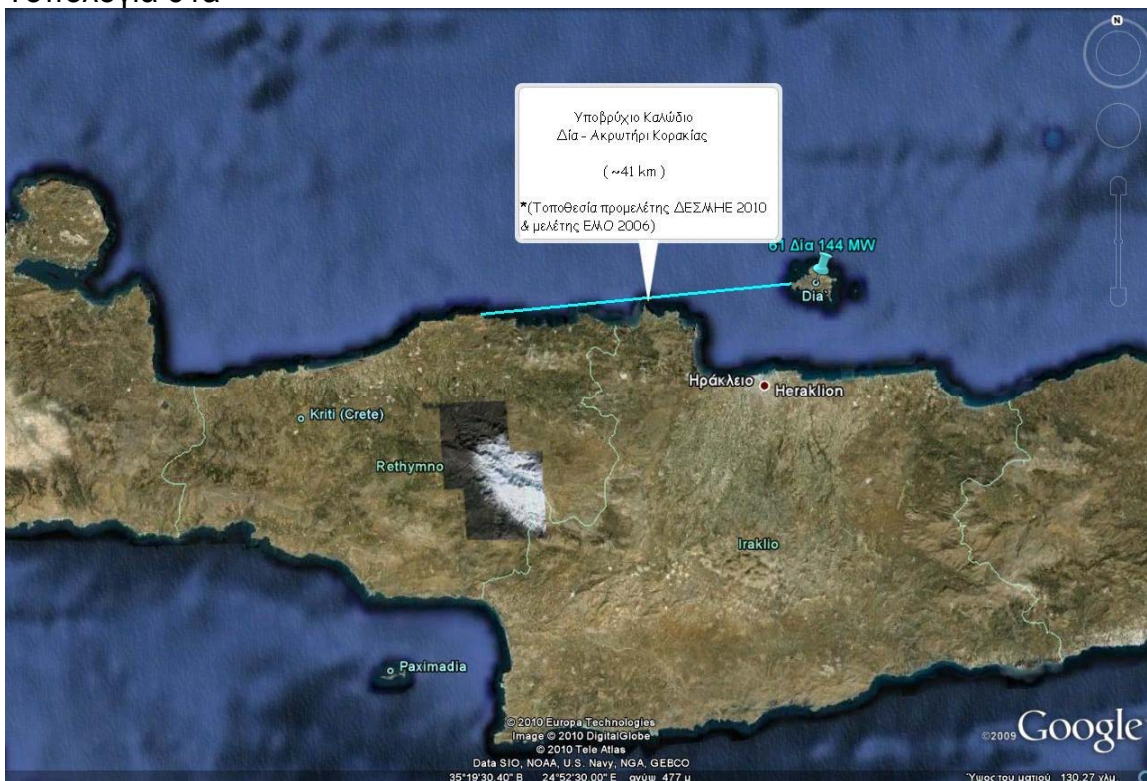


4) Γεωγραφική Περιοχή Κρήτης

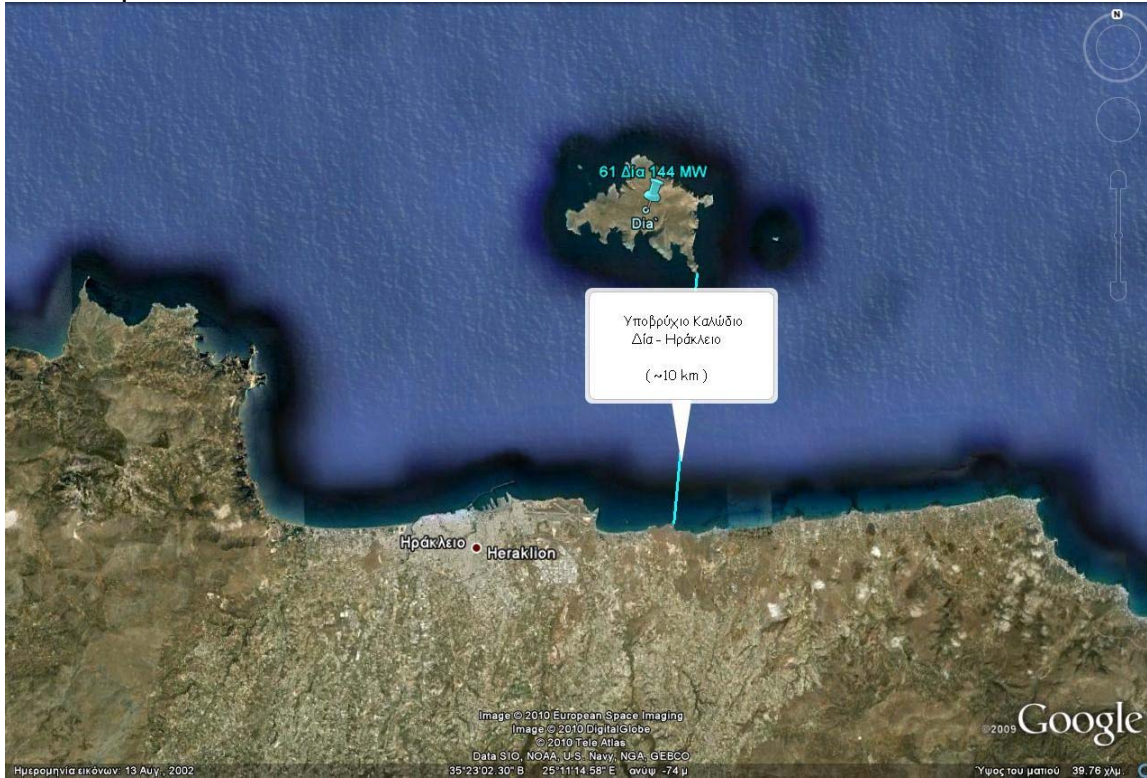
Τοπολογία 60



Τοπολογία 61a



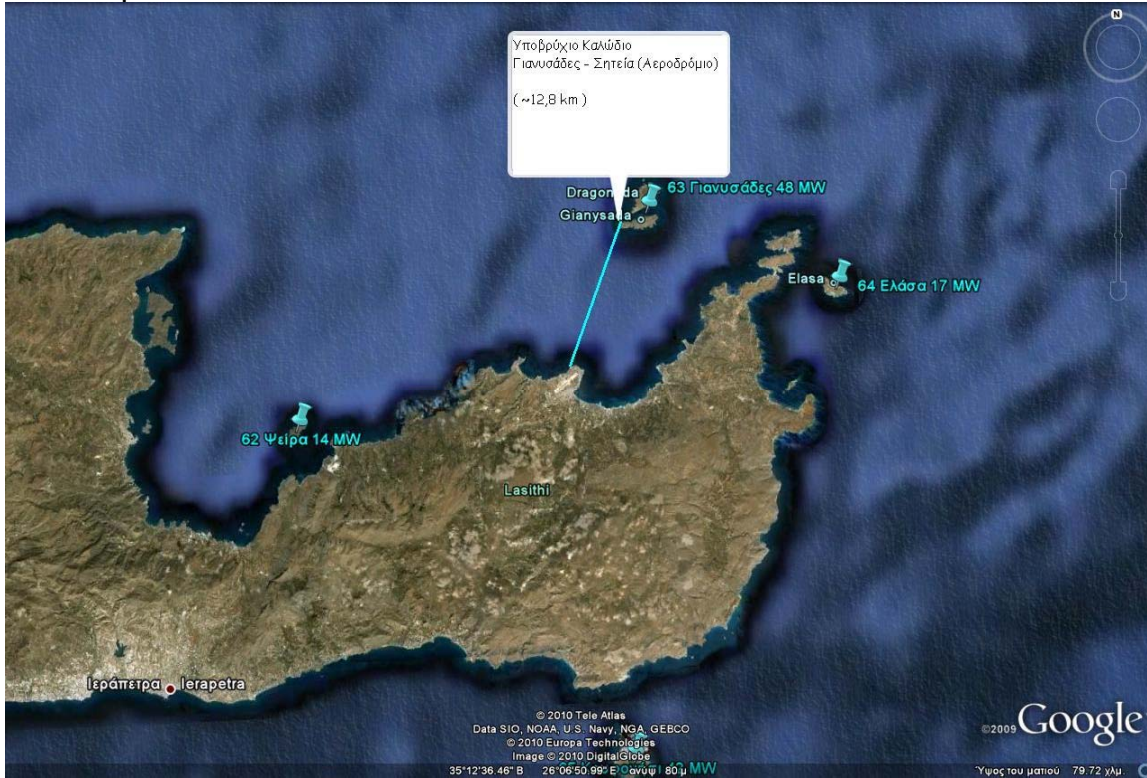
Τοπολογία 61b



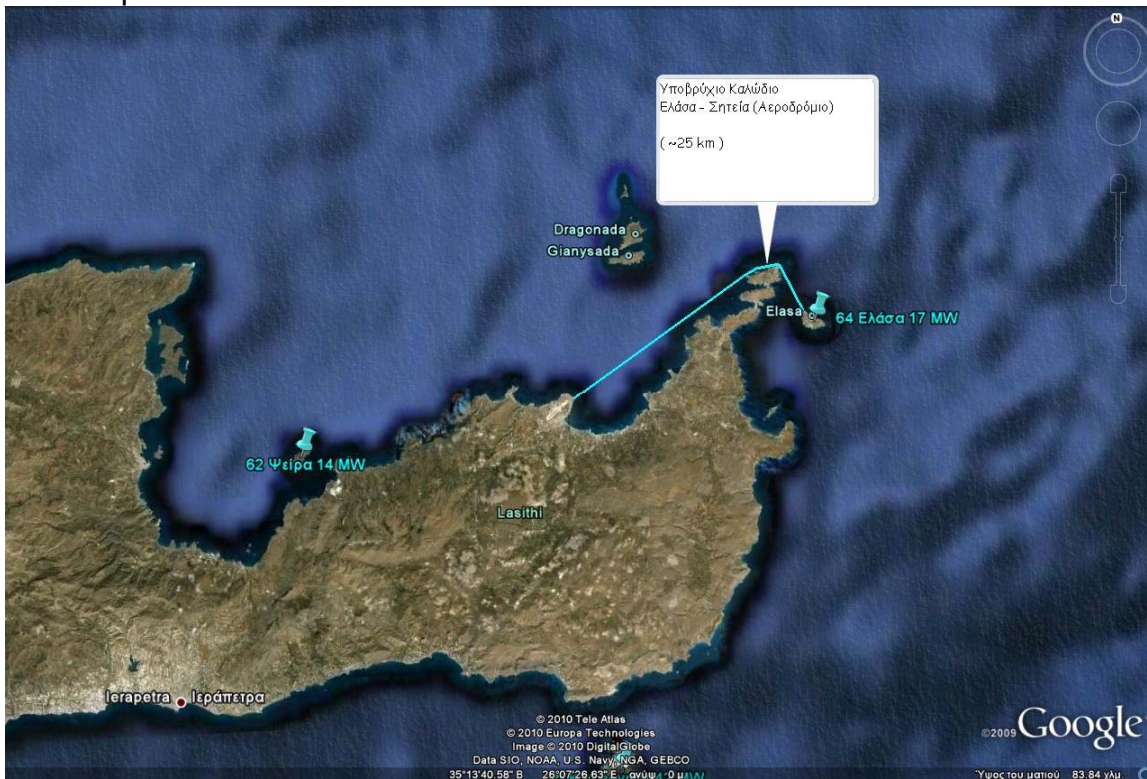
Τοπολογία 62



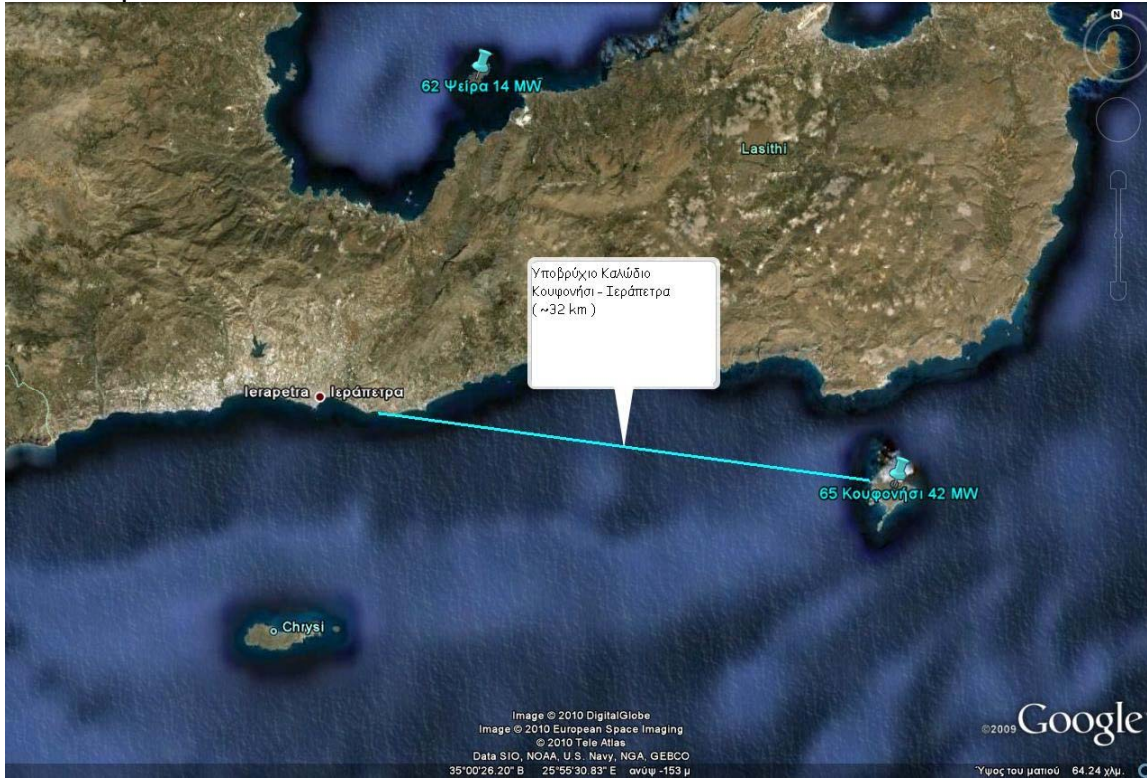
Τοπολογία 63



Τοπολογία 64

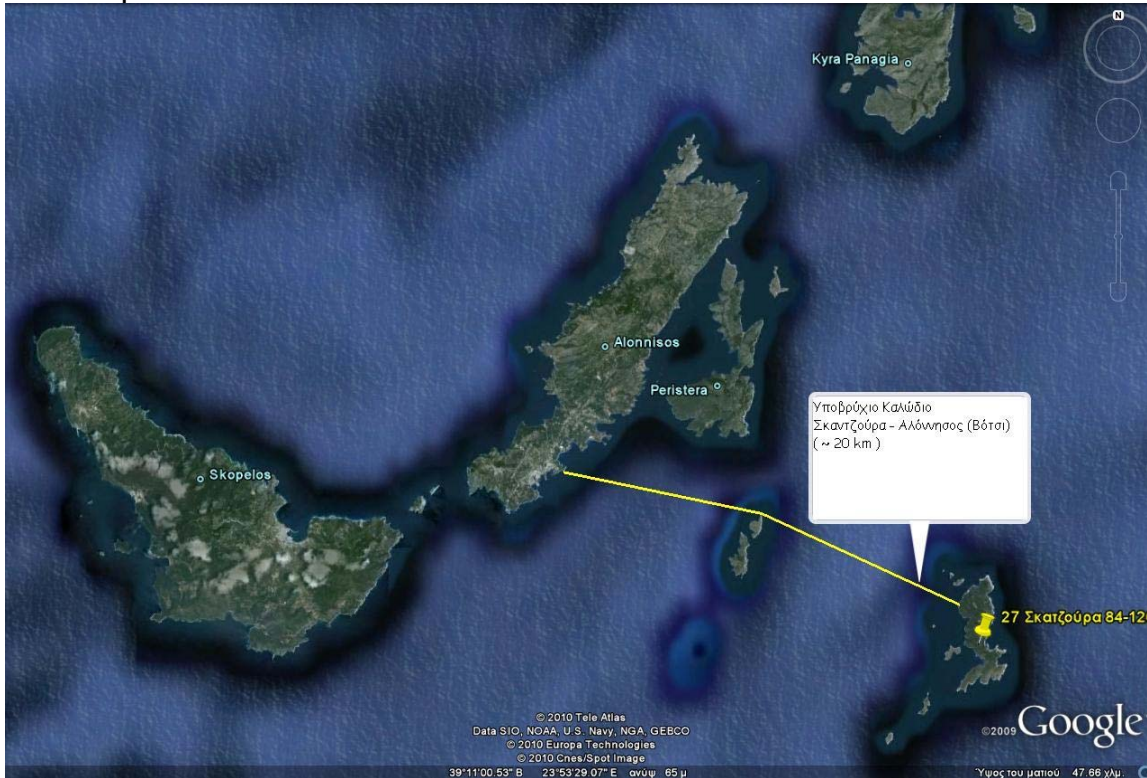


Τοπολογία 65

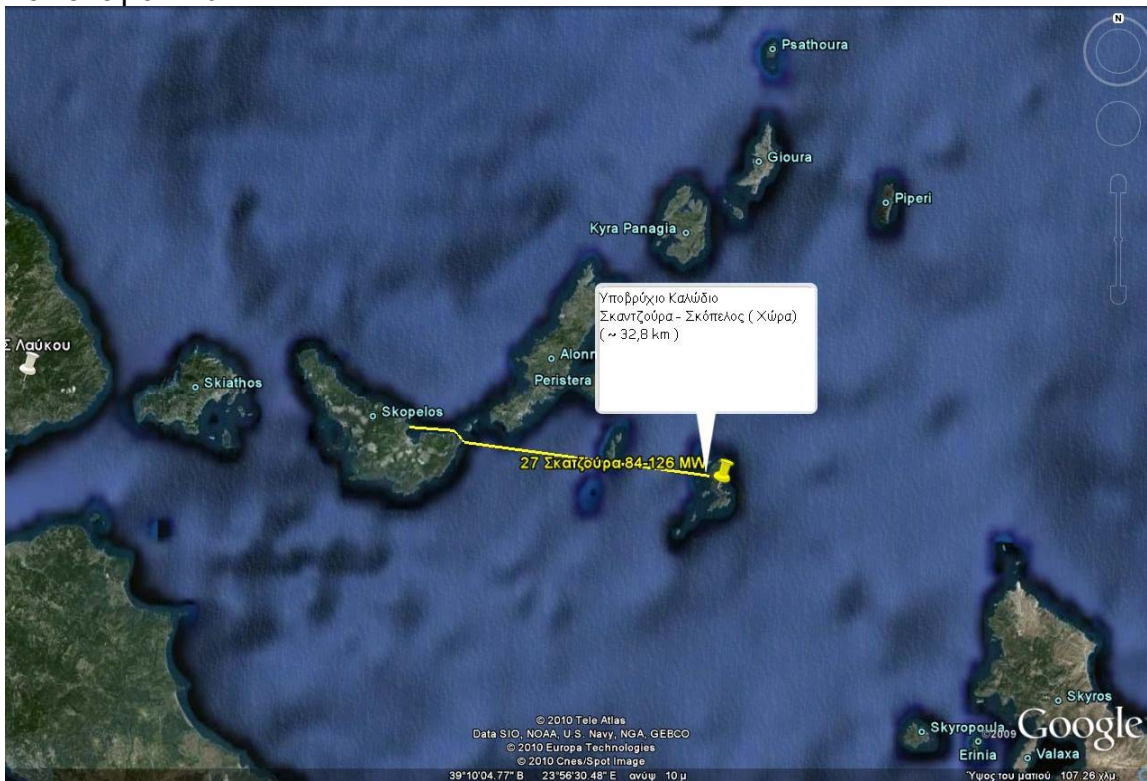


5) Γεωγραφική Περιοχή Σποράδων

Τοπολογία 27α

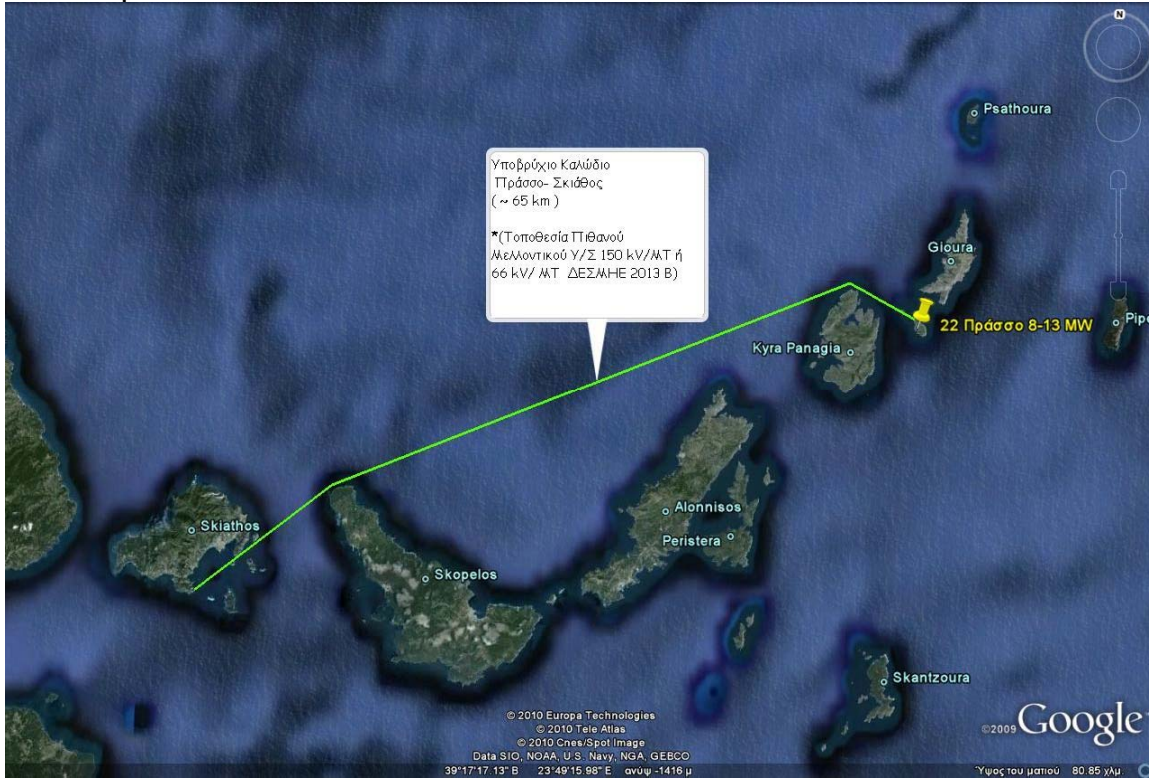


Τοπολογία 27β

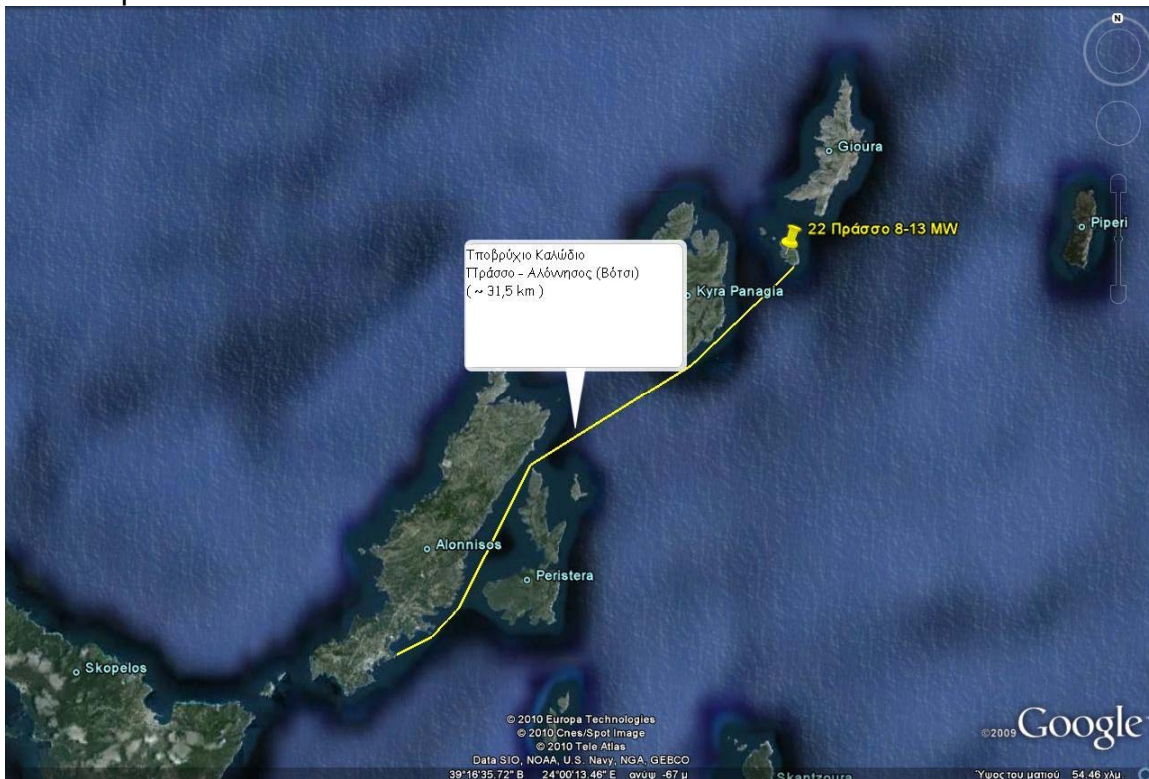


Τοπολογία 27c

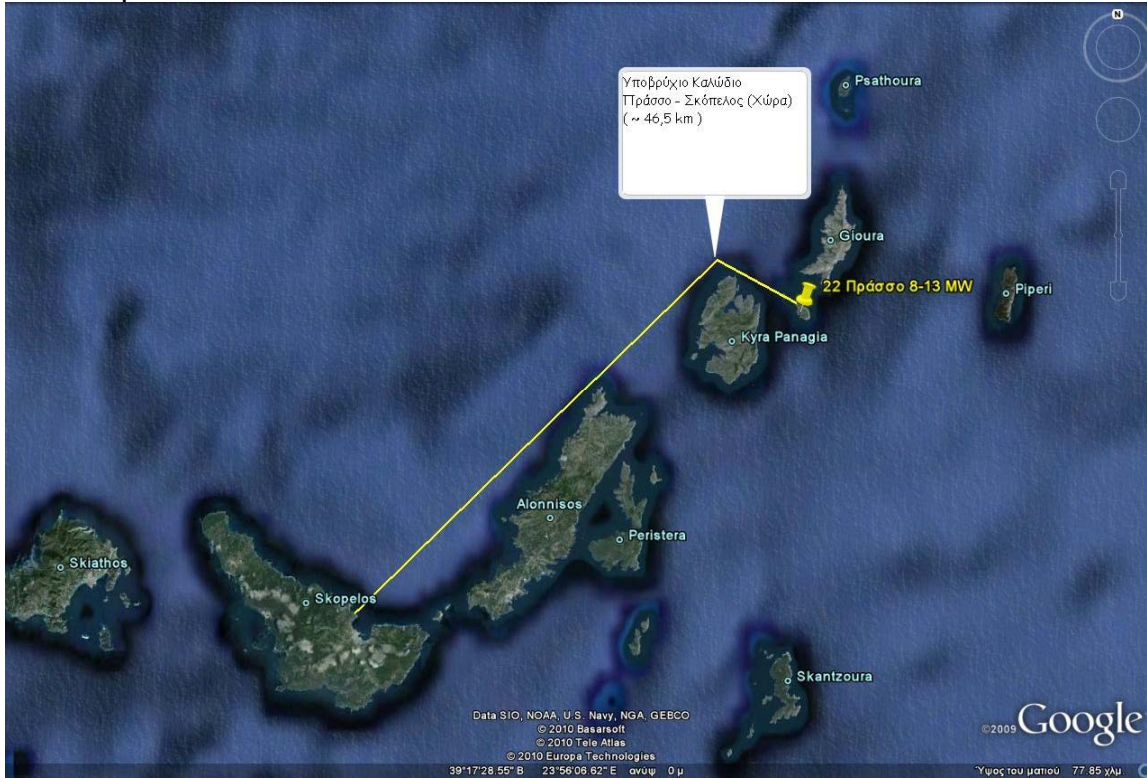
Τοπολογία 22α



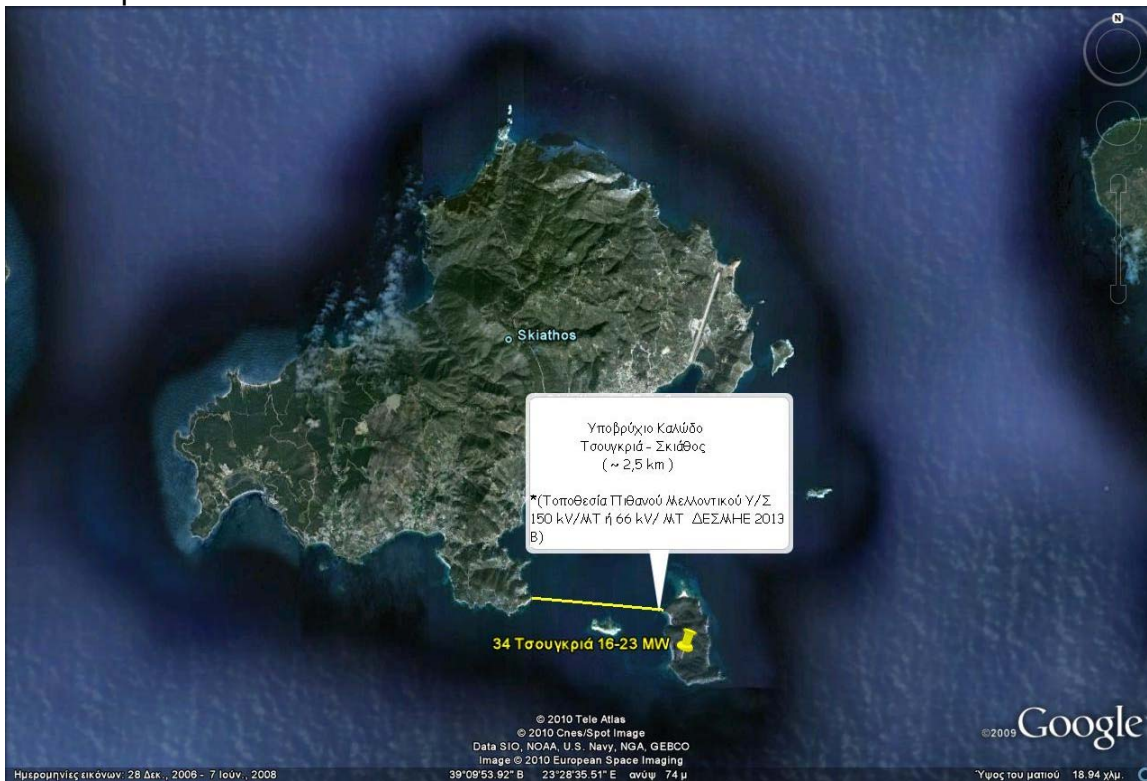
Τοπολογία 22β



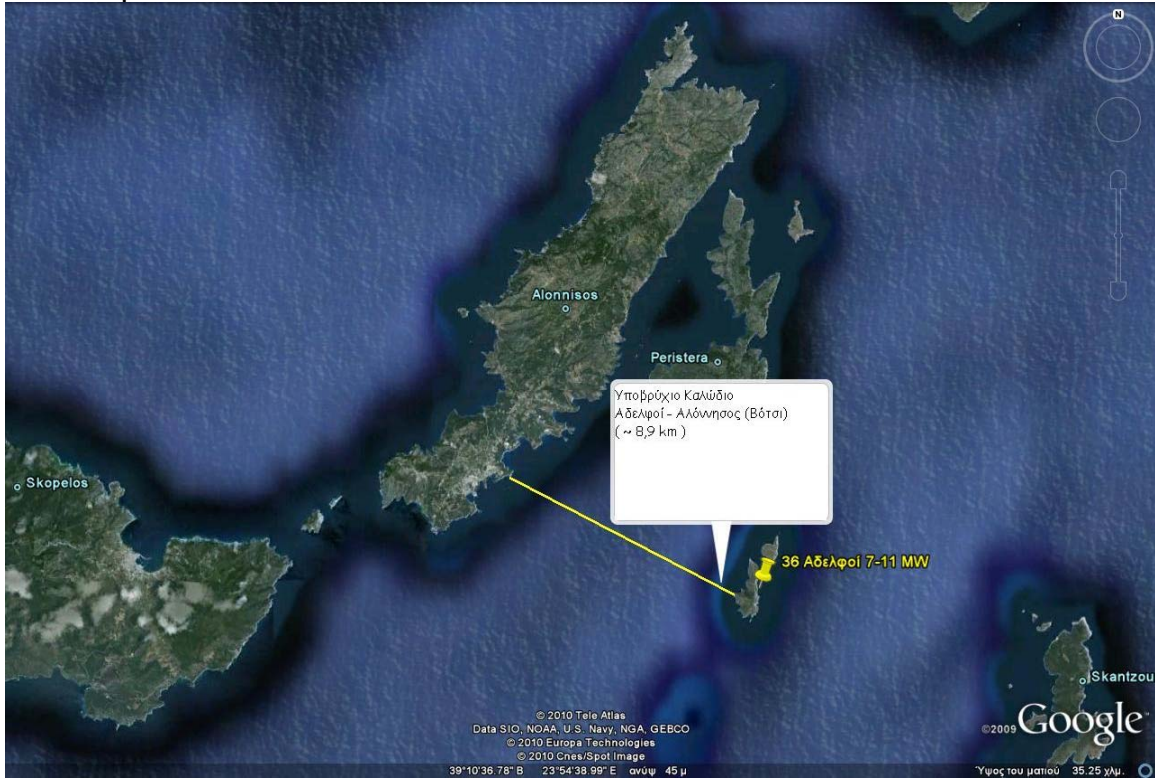
Τοπολογία 22c



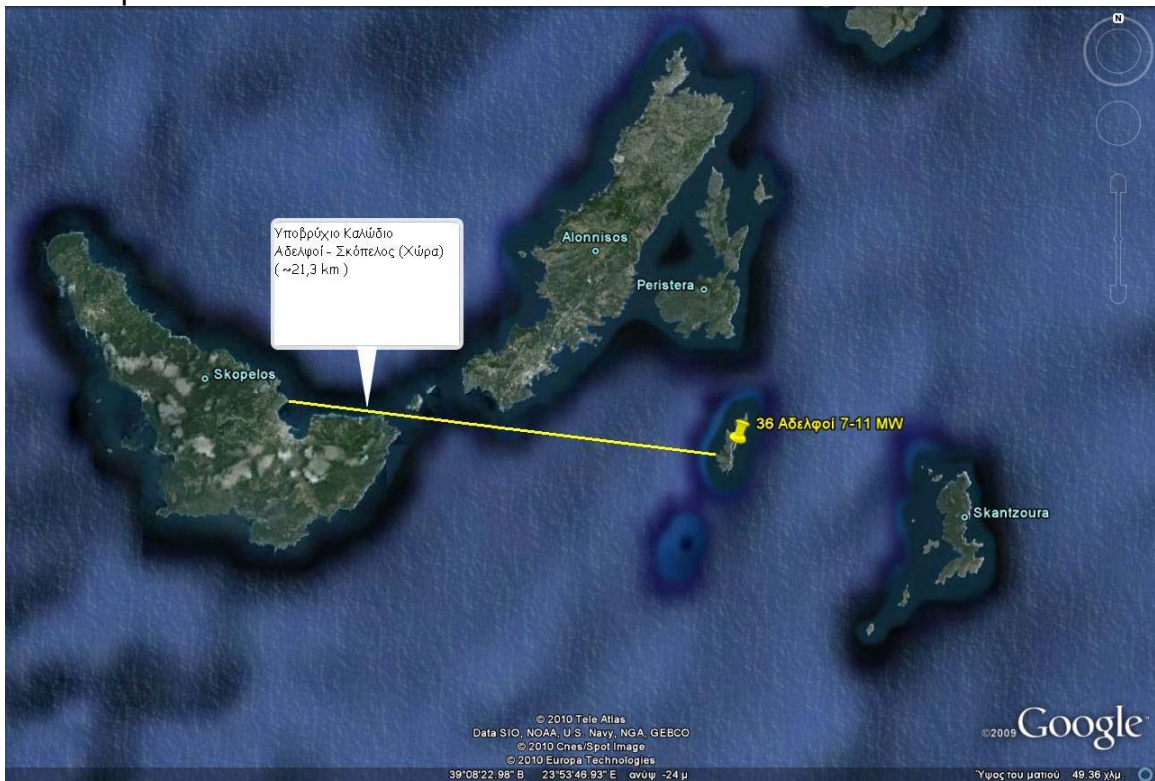
Τοπολογία 34



Τοπολογία 36α

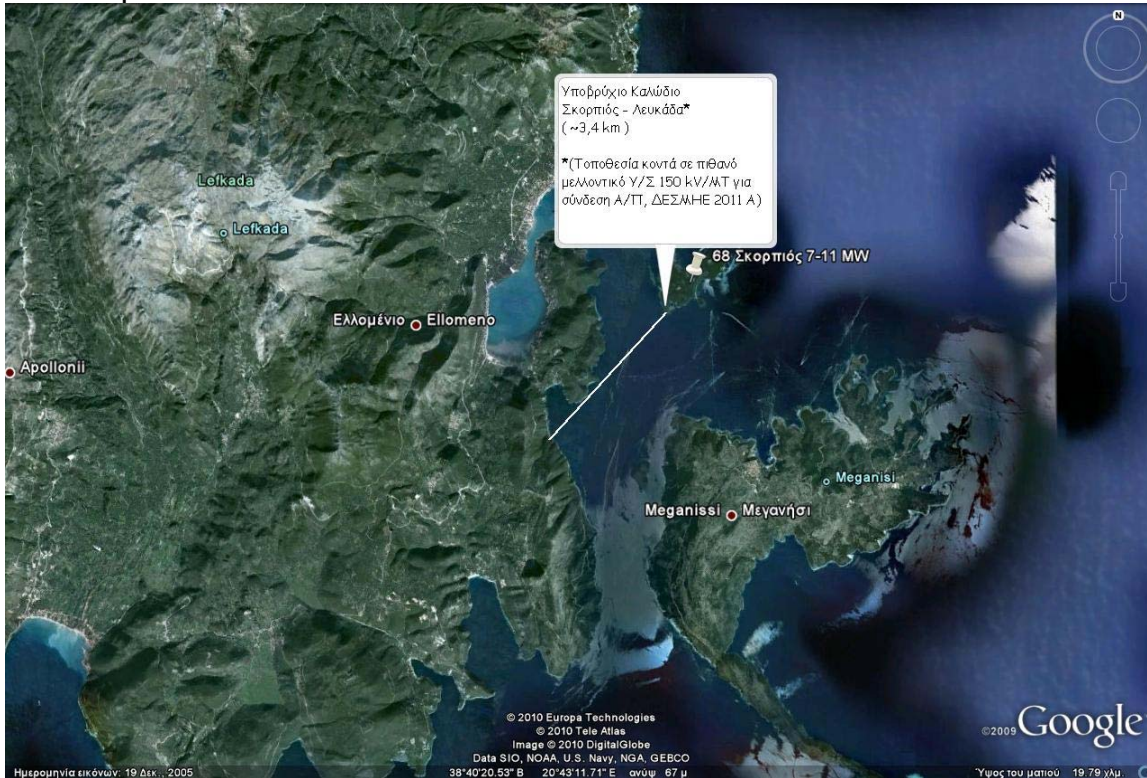


Τοπολογία 36β

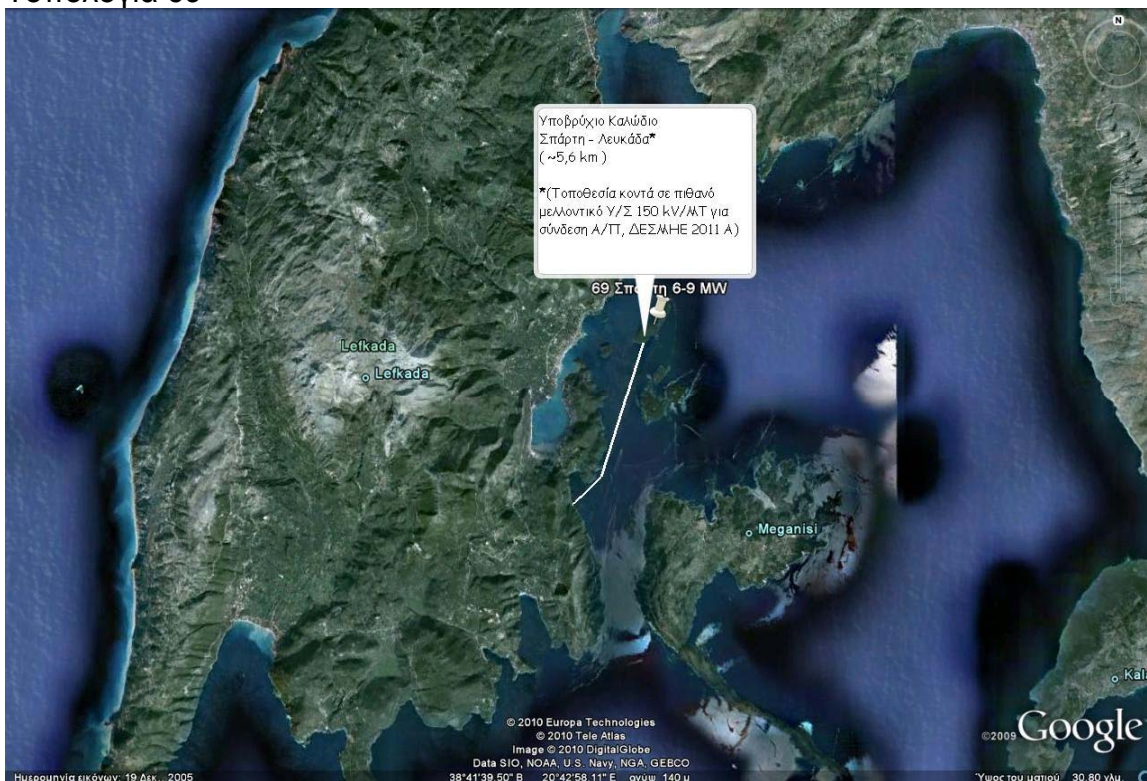


6) Γεωγραφική Περιοχή Νησιών Ιονίου

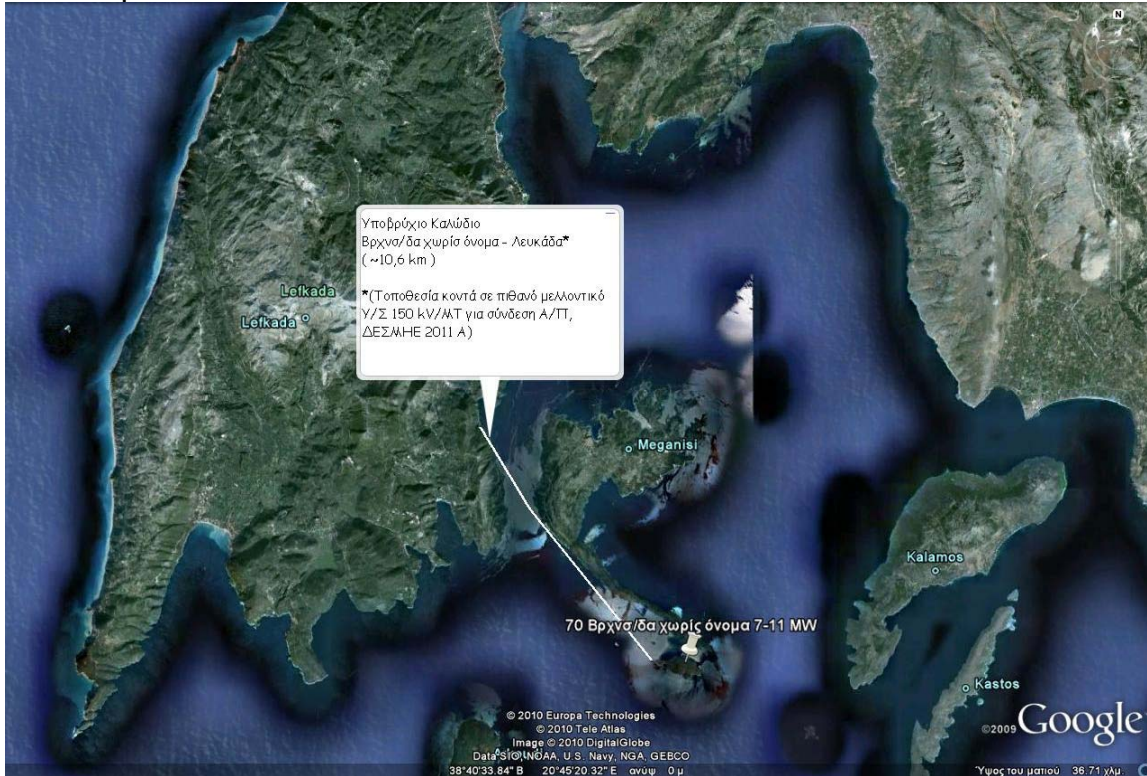
Τοπολογία 68



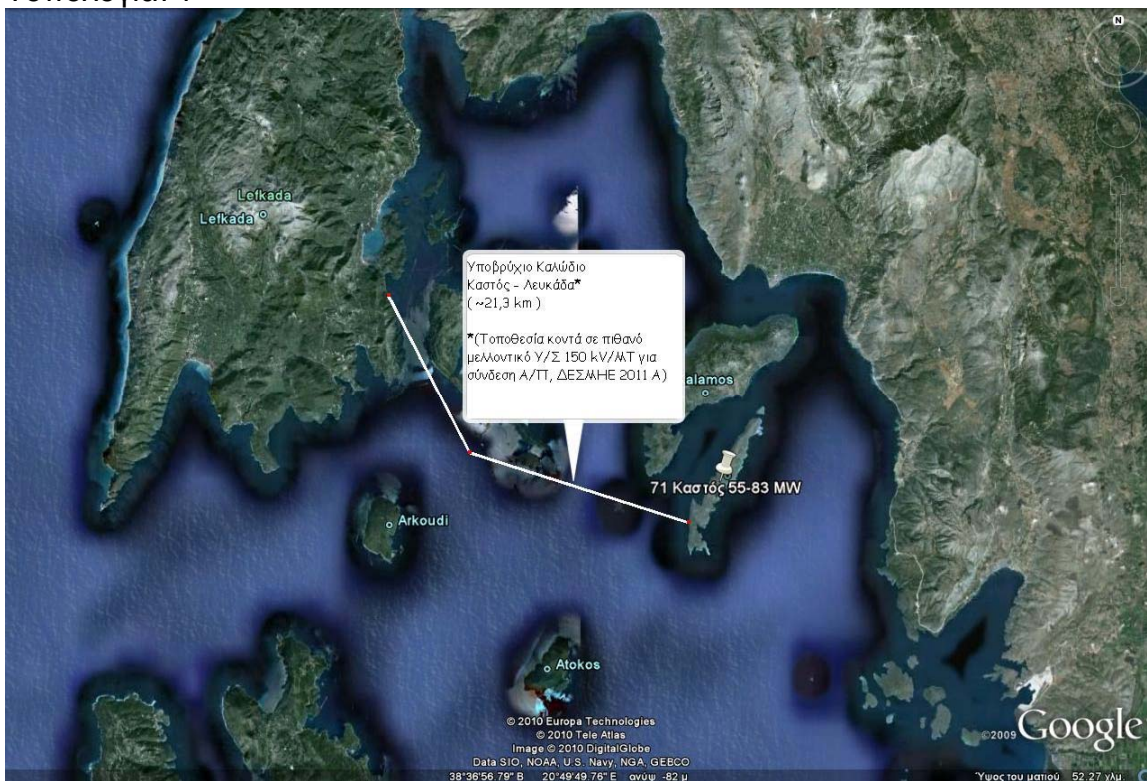
Τοπολογία 69



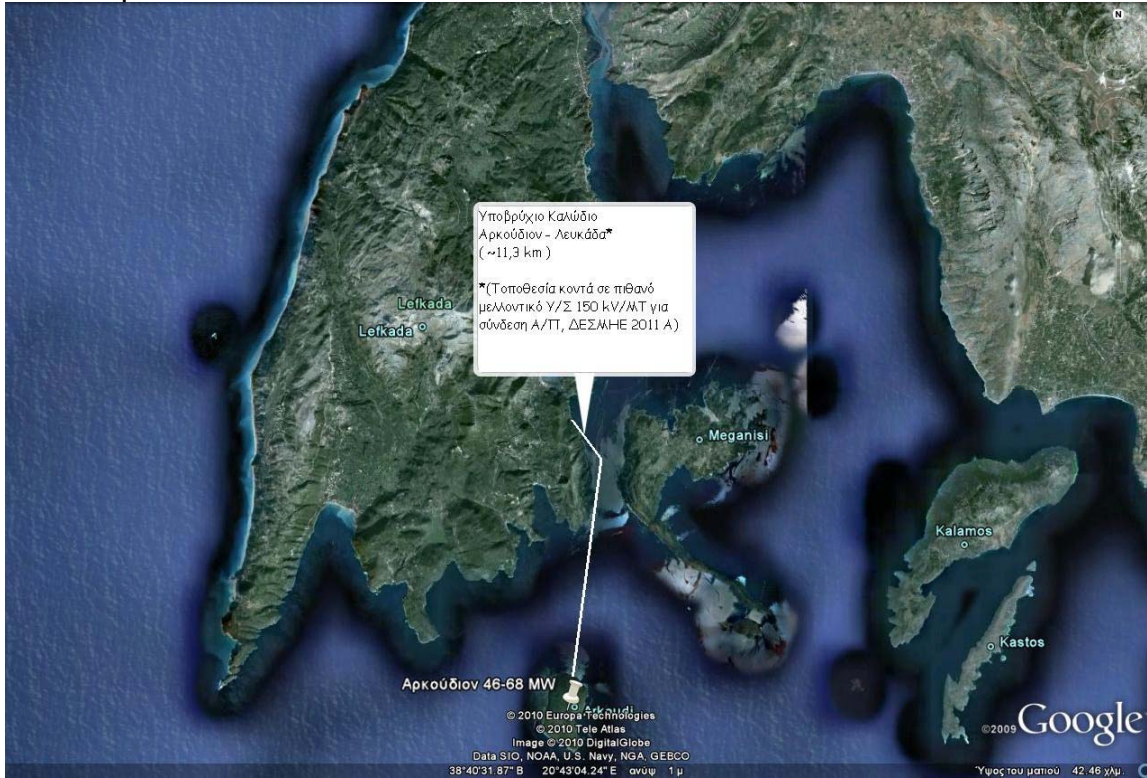
Τοπολογία 70



Τοπολογία71



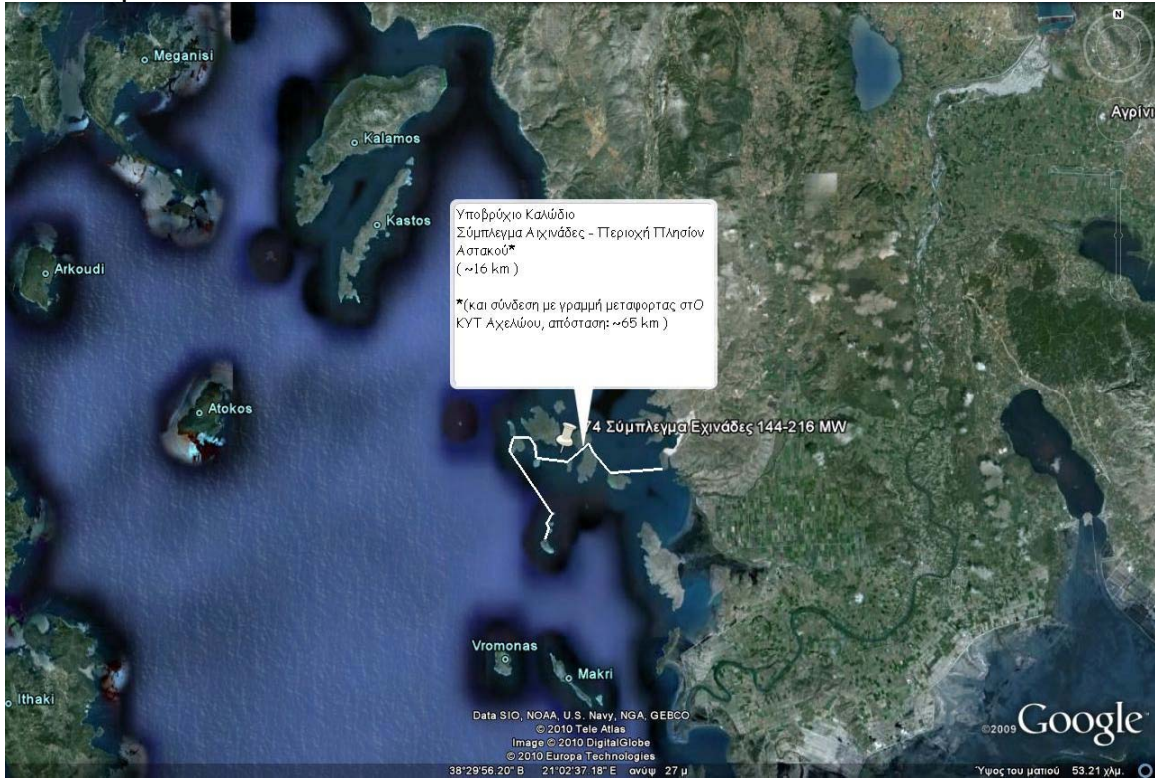
Τοπολογία72



Τοπολογία73

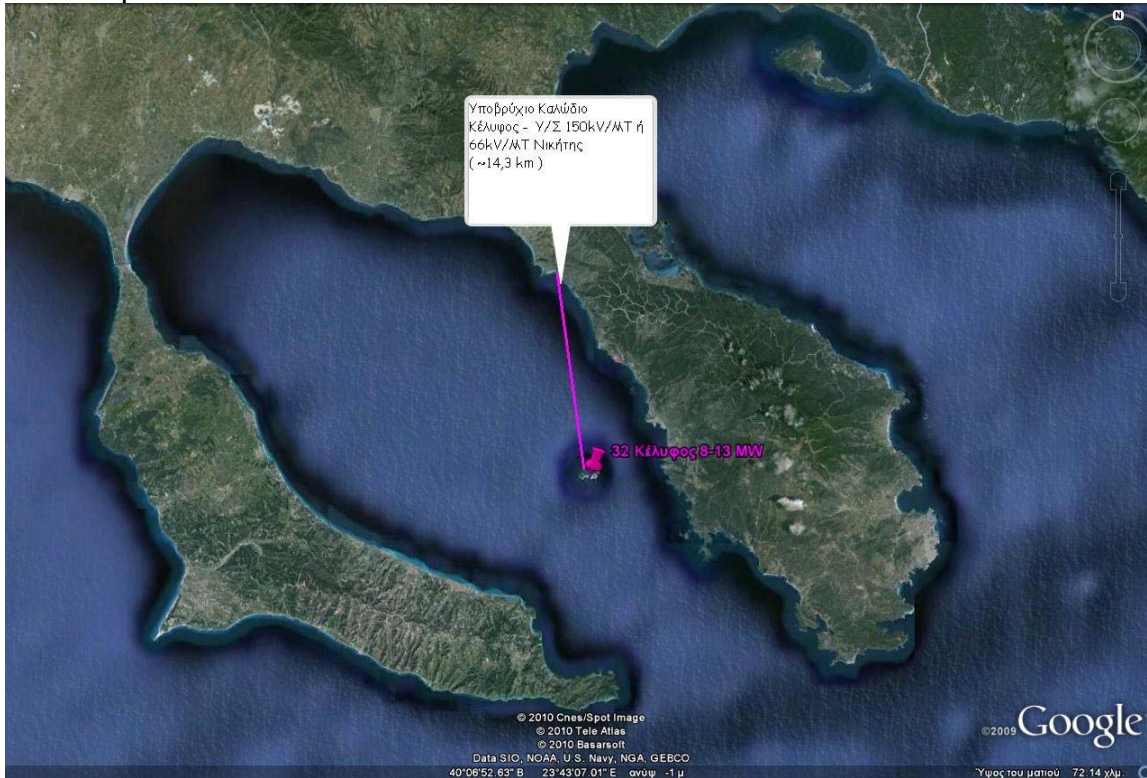


Τοπολογία74

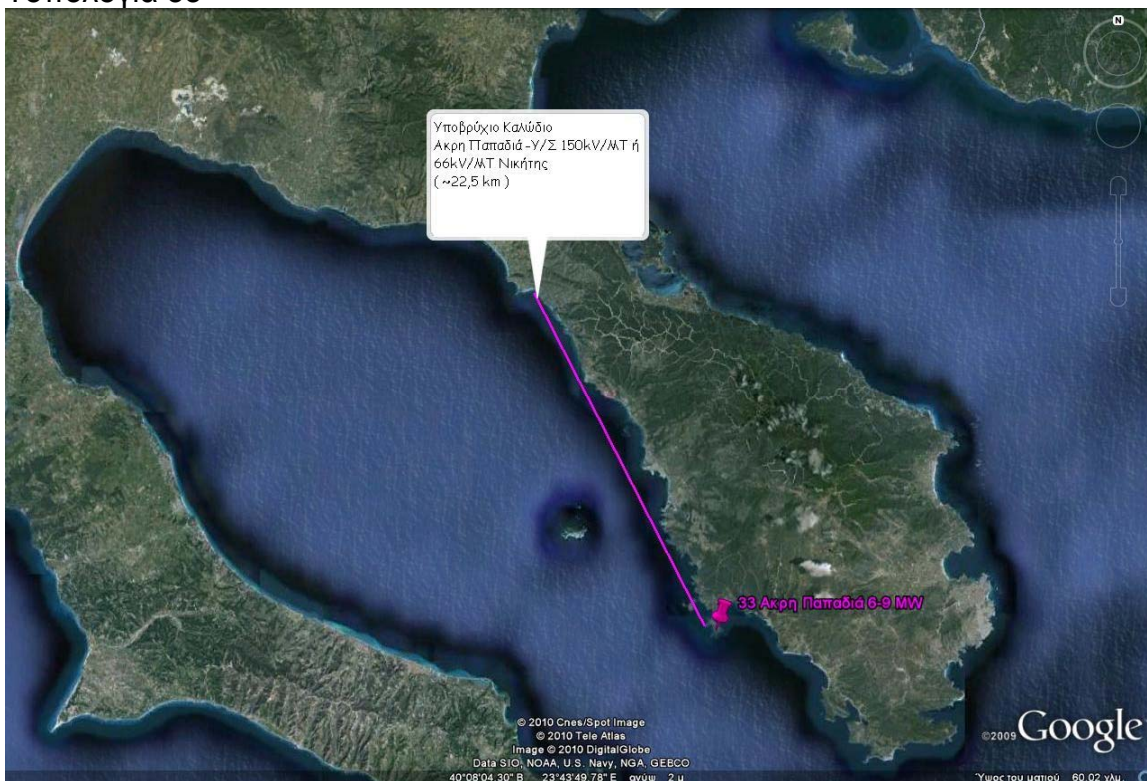


7) Γεωγραφική Περιοχή Χαλκιδικής

Τοπολογία 32

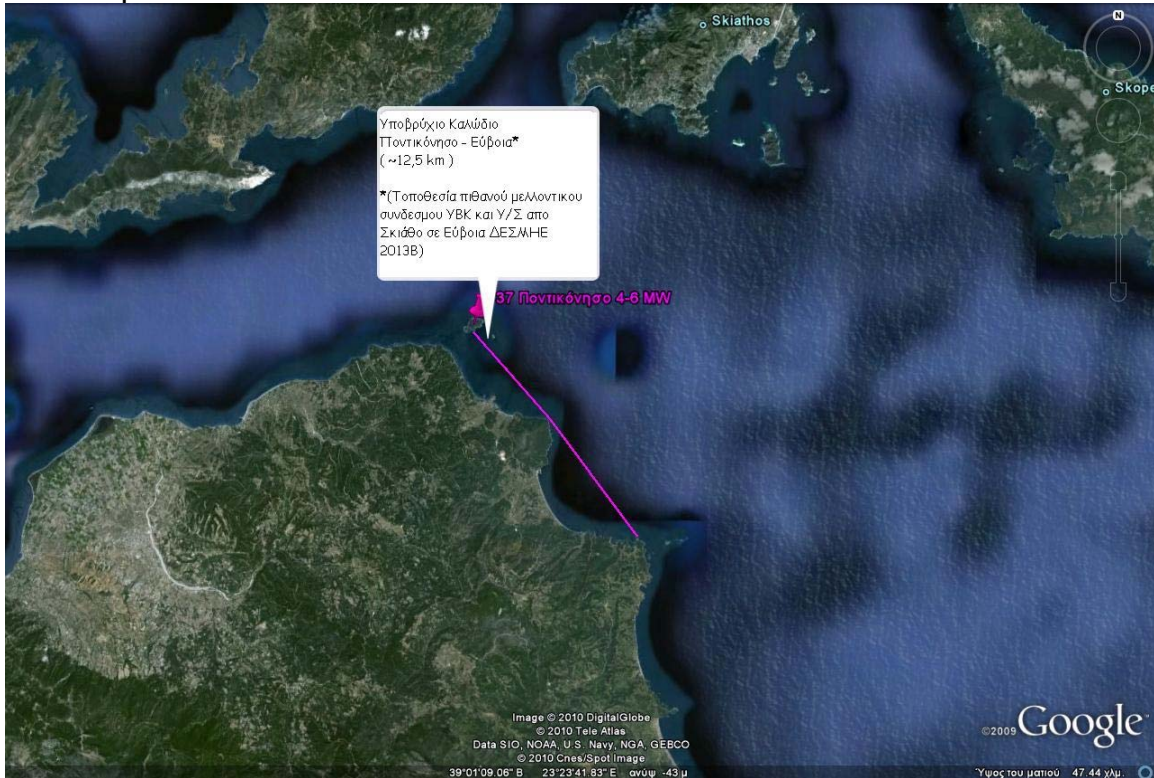


Τοπολογία 33

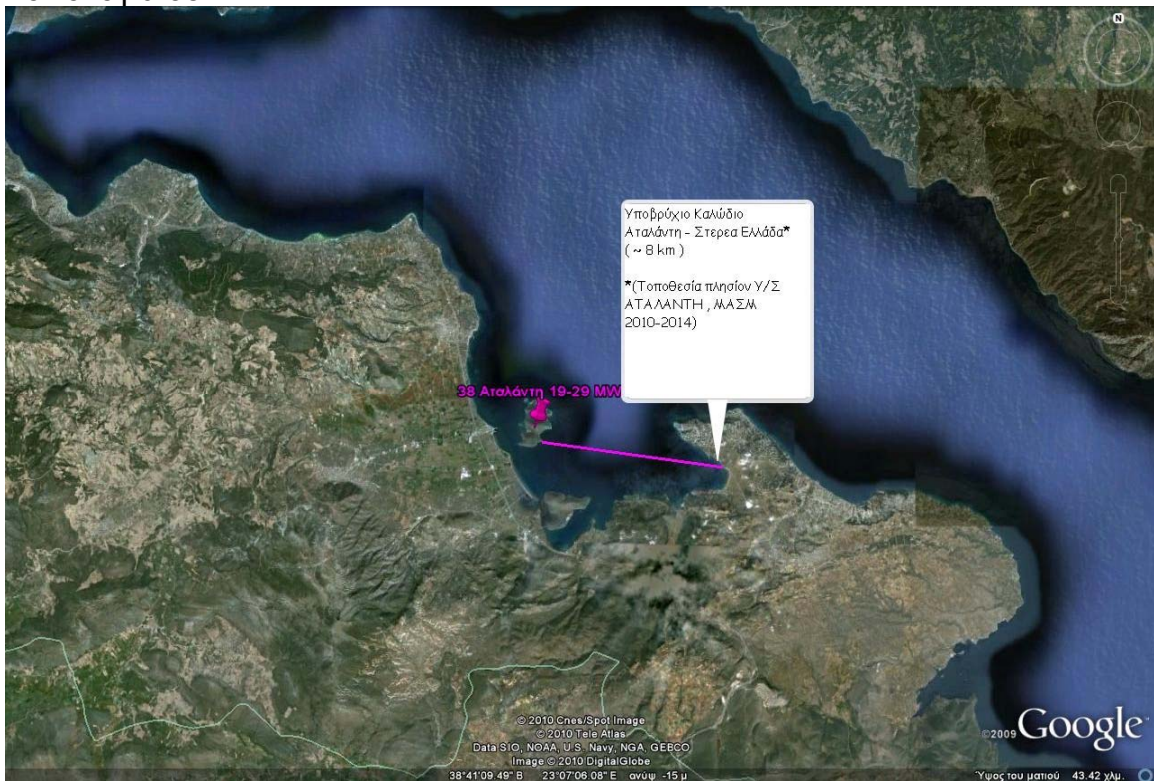


8) Γεωγραφική Περιοχή Πέριξ Εύβοιας

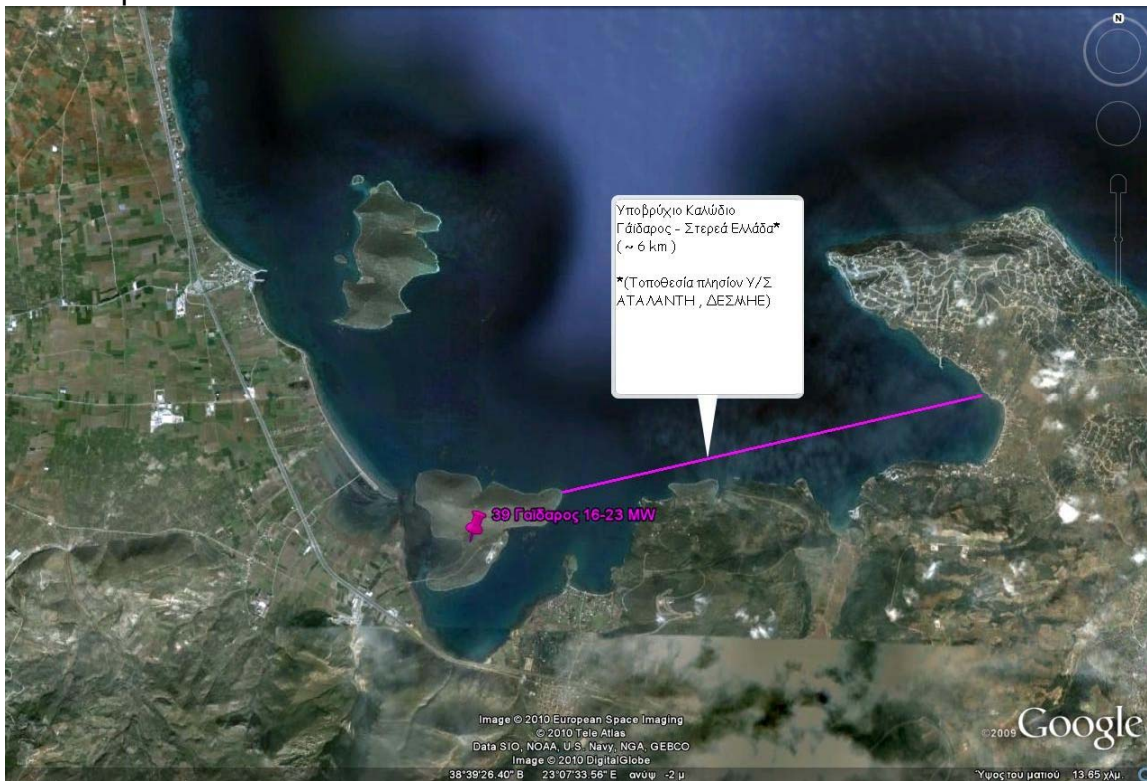
Τοπολογία 37



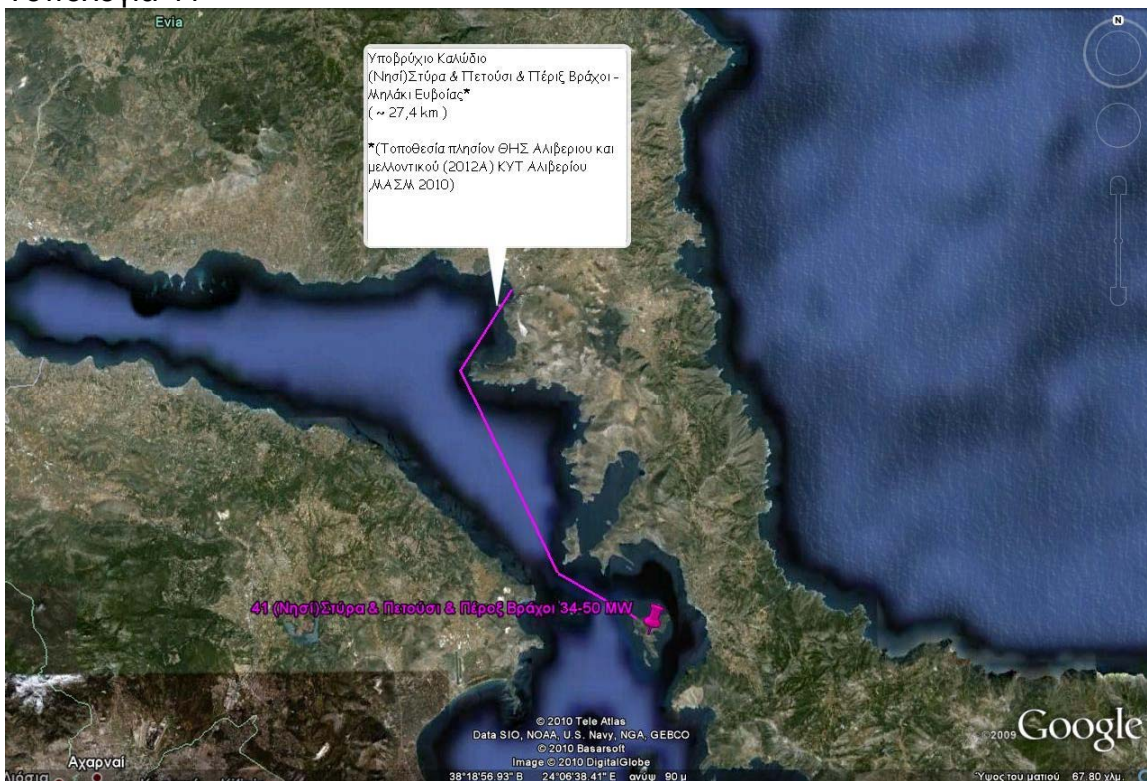
Τοπολογία 38

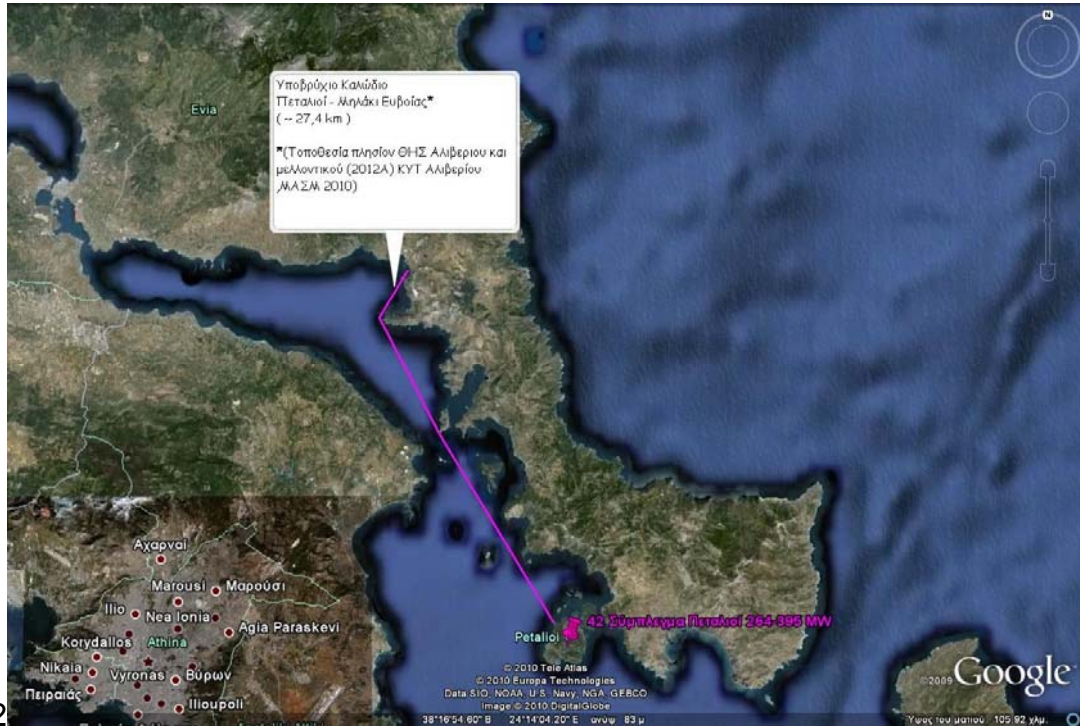


Τοπολογία 39
Τοπολογία 40



Τοπολογία 41

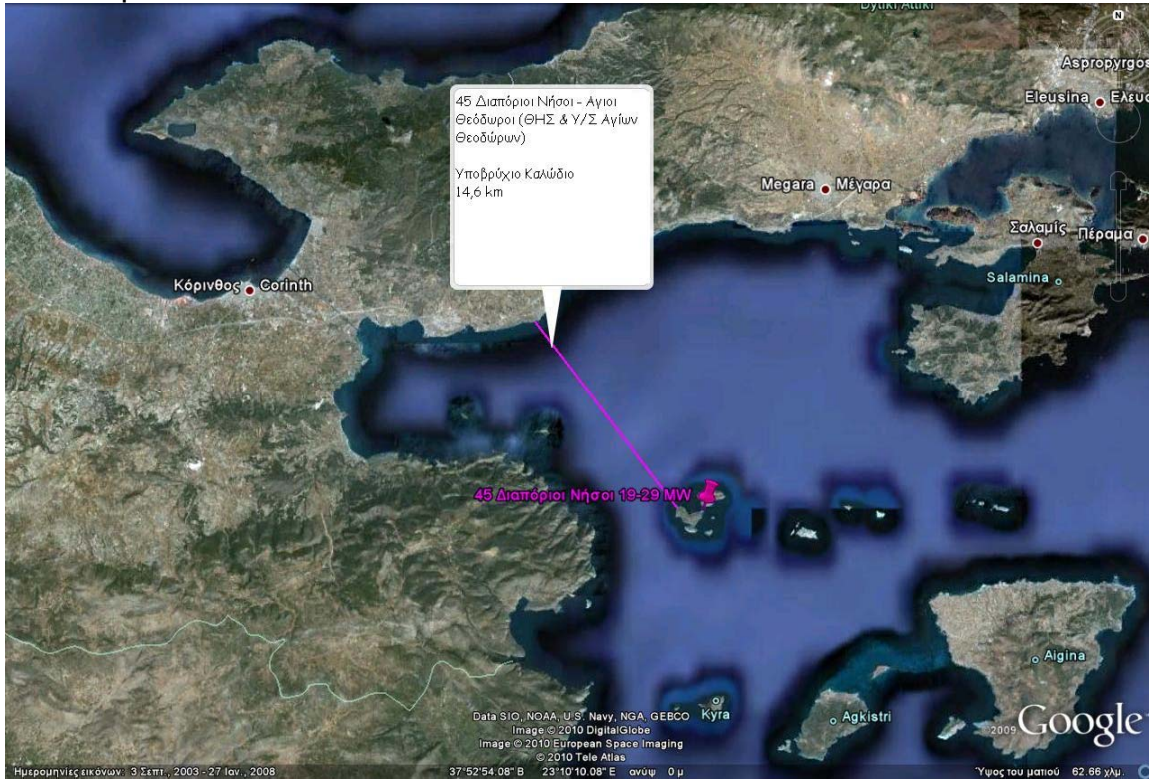




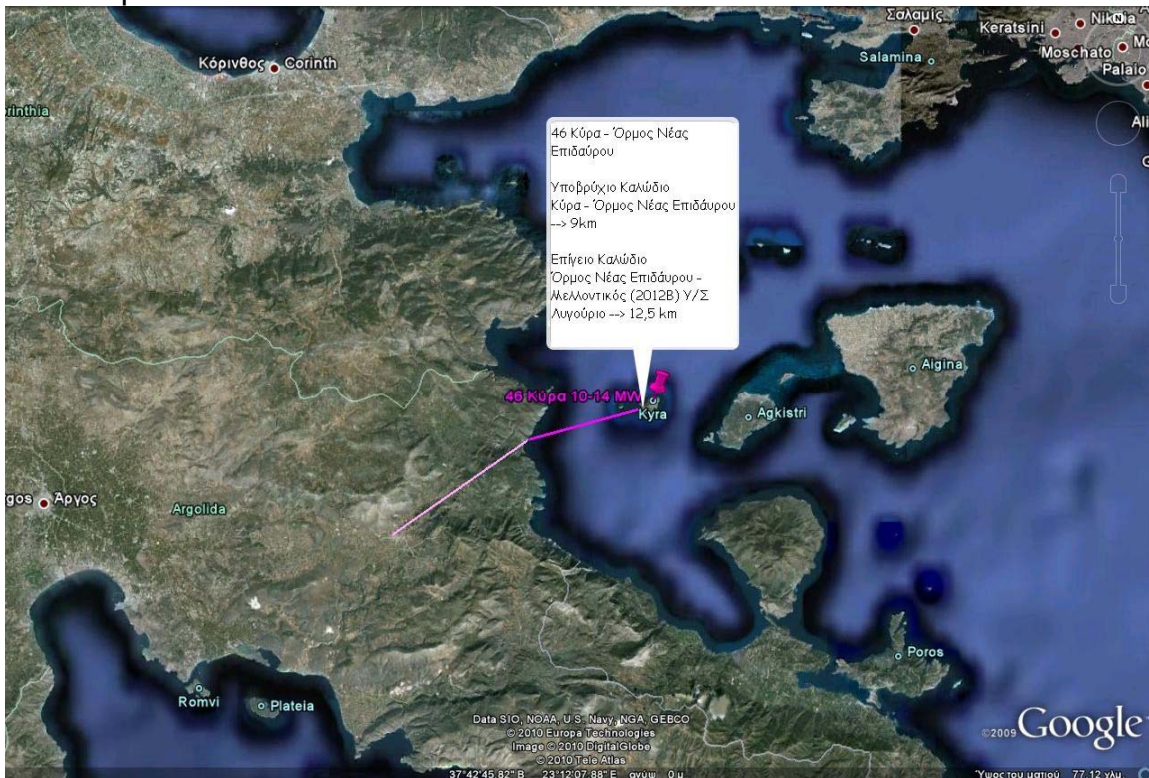
Τοπολογία 42

9) Γεωγραφική Περιοχή Σαρωνικού Κόλπου

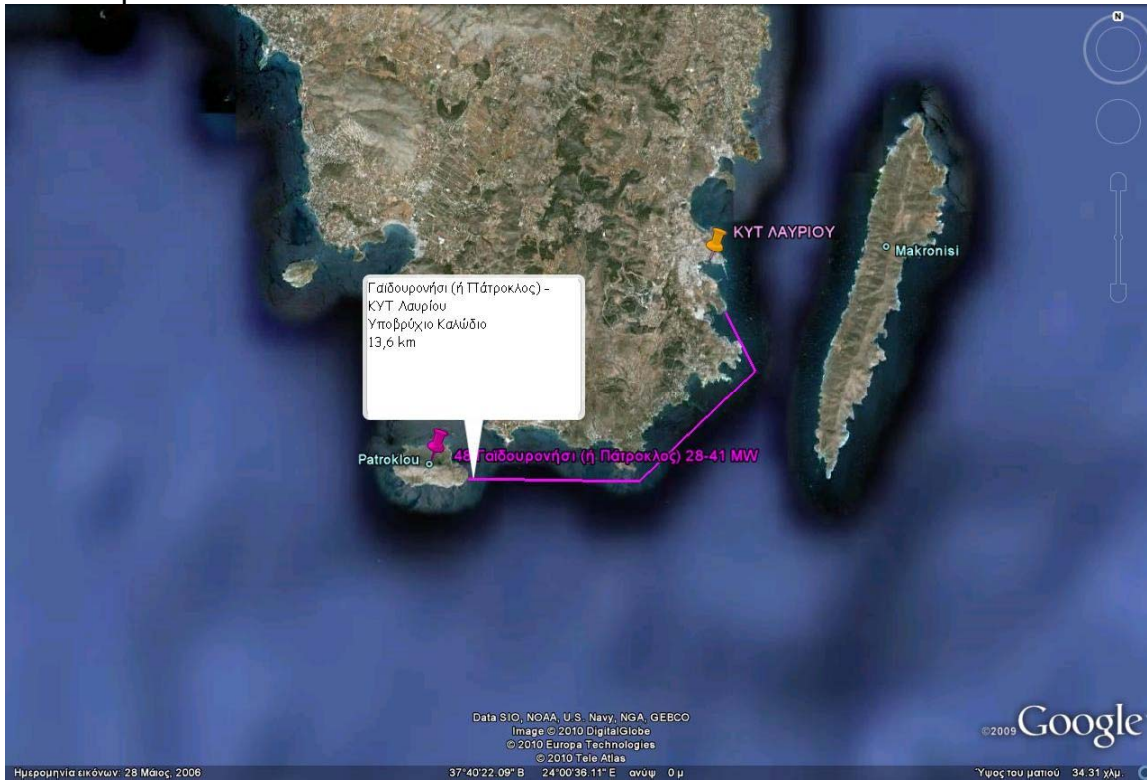
Τοπολογία 45



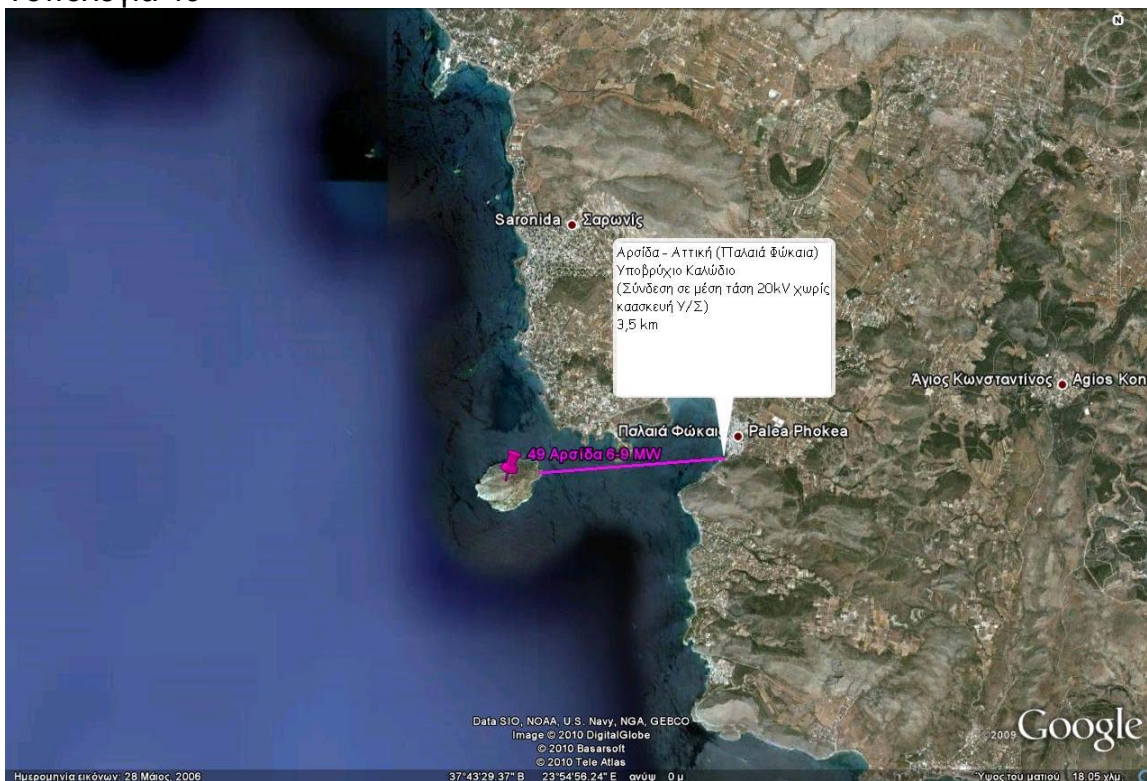
Τοπολογία 46



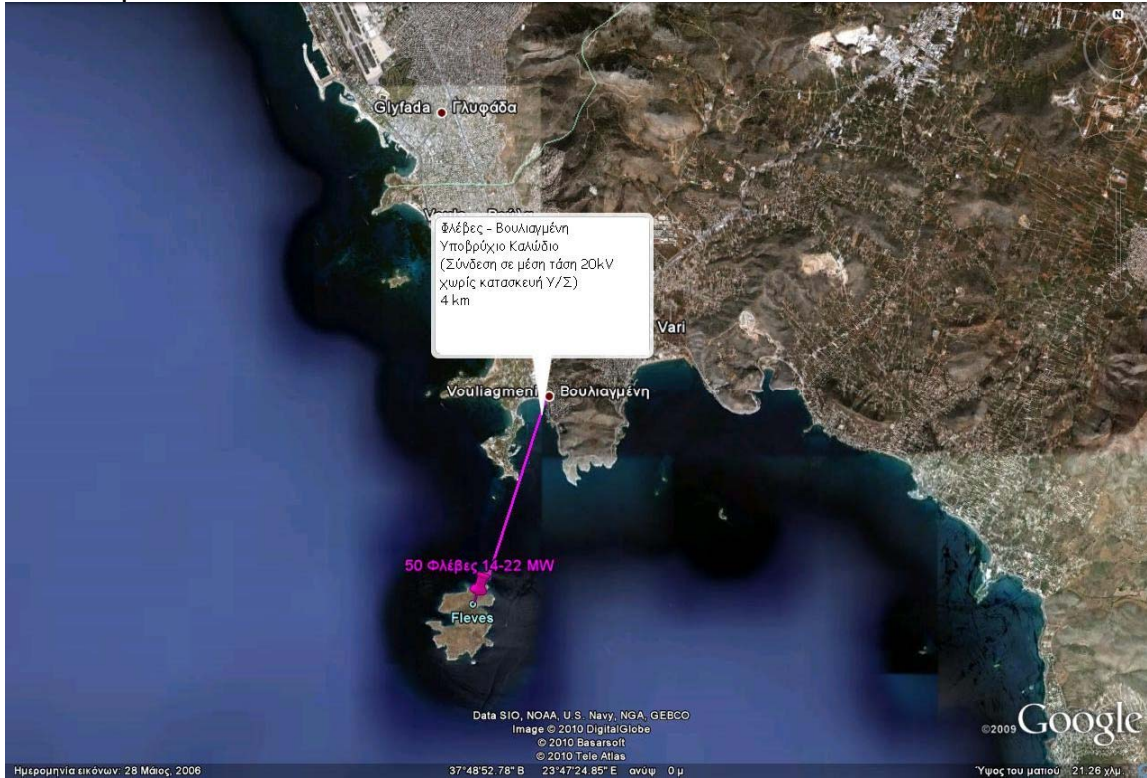
Τοπολογία 48



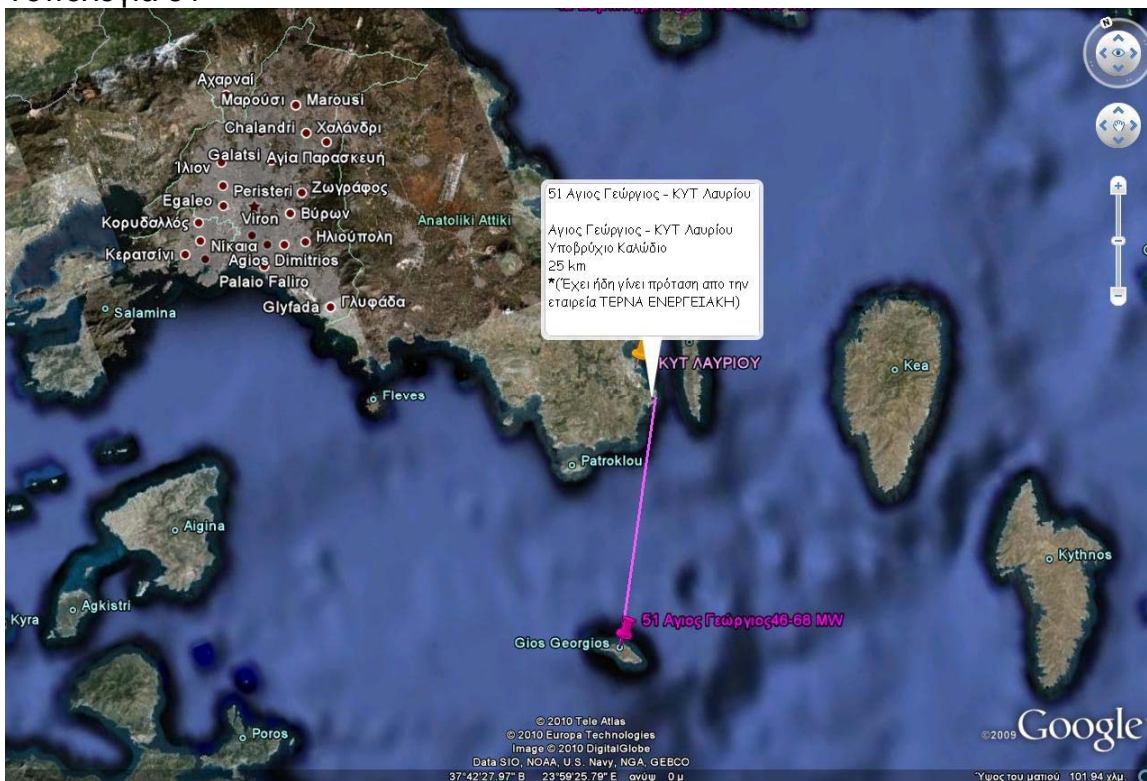
Τοπολογία 49



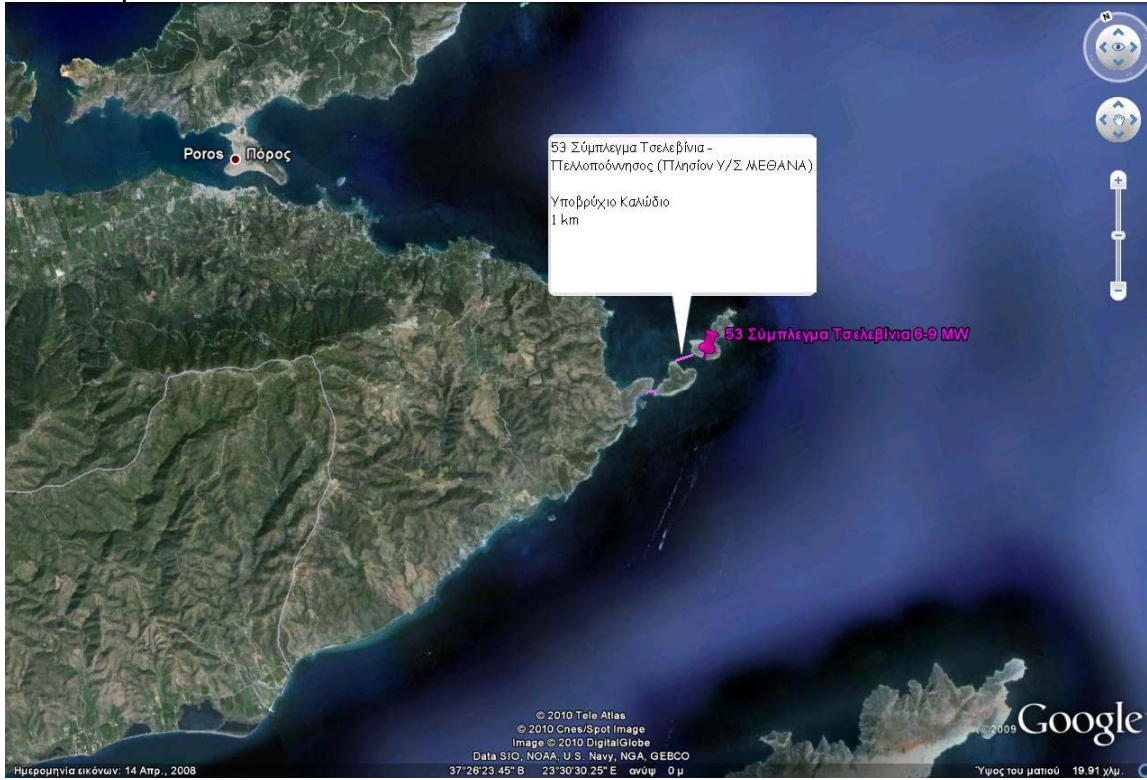
Τοπολογία 50



Τοπολογία 51



Τοπολογία 53

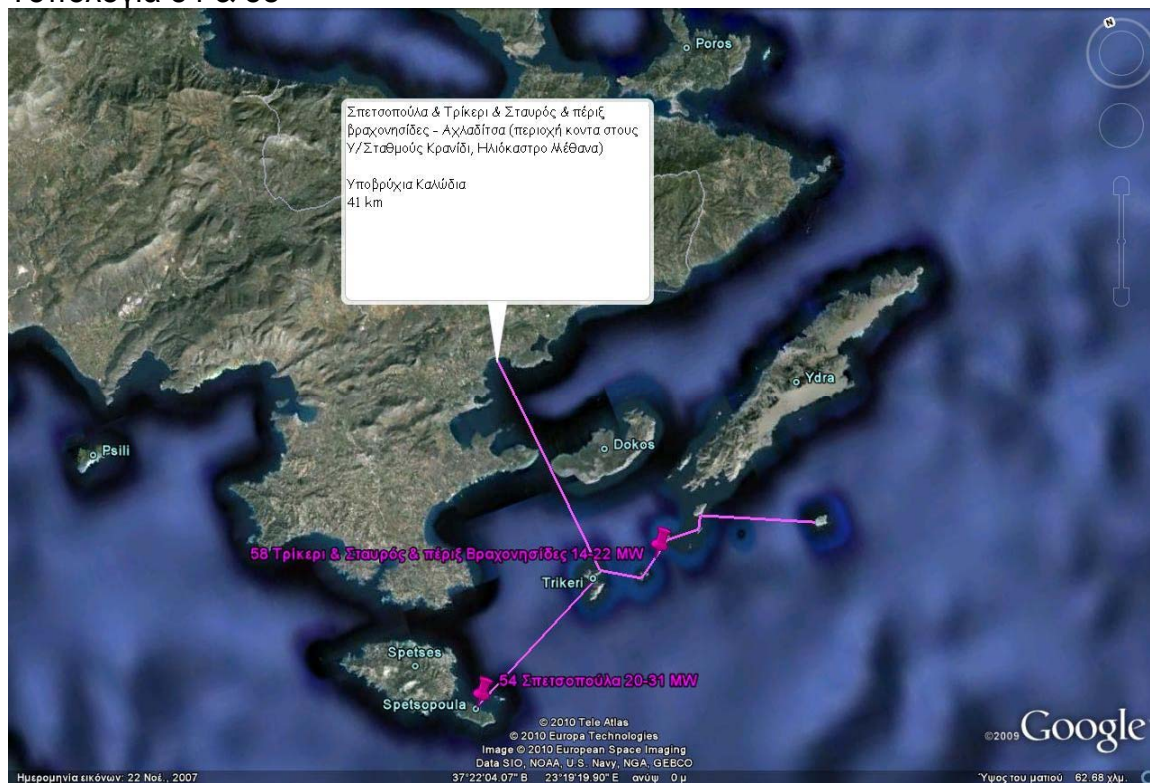


10) Γεωγραφική Περιοχή Αργολικού Κόλπου

Τοπολογία 55 & 56 & 57

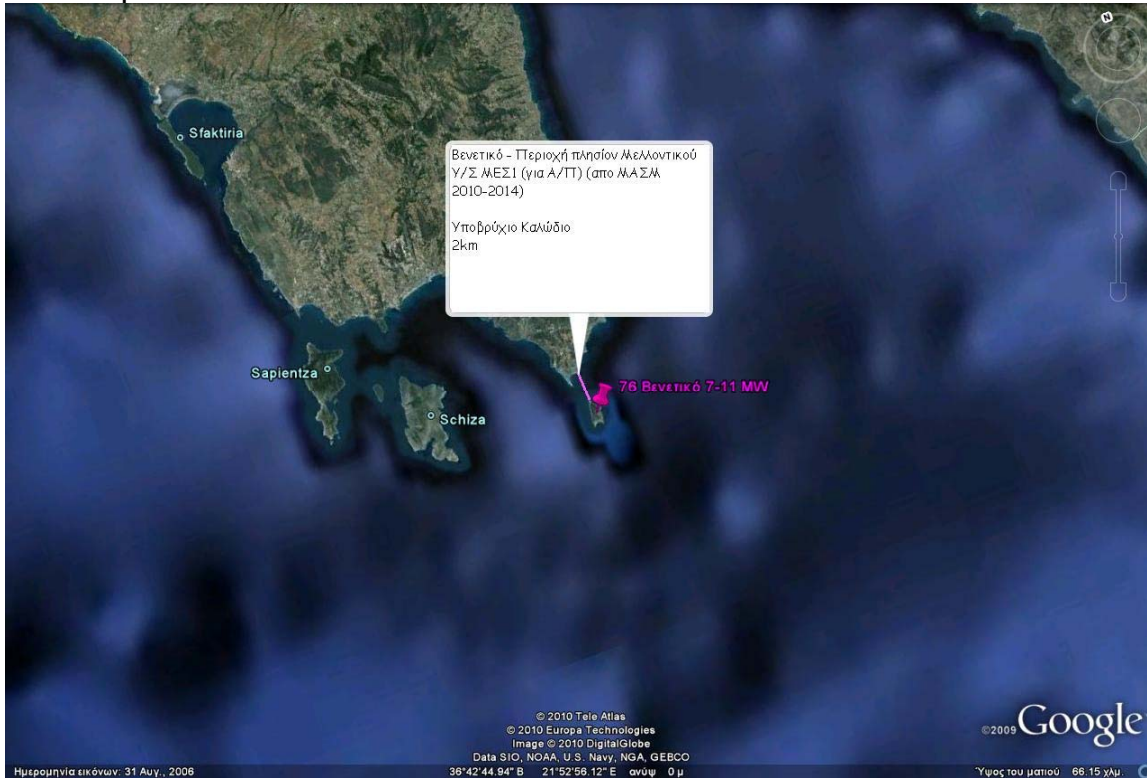


Τοπολογία 54 & 58



11) Γεωγραφική Περιοχή Νότιας Πελοποννήσου

Τοπολογία 76



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

FINANCIAL ANALYSIS				ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ 1a				
Wind Farm Capacity	Αιολική εγκατάσταση πύλων		(MW)	311,00				
Capacity factor	Συντελεστής εκμετάλλευσимότητος			0,39				
Investment cost	Συνολικό κόστος επένδυσης		κ€	560.436	th. Euros			
	Κόστος επένδυσης		(κ€/MW)	1700				
	Κόστος Καλωδίου		κ€	19036				
	Κόστος διασύνδεσης		κ€	11000				
Operational cost	Κόστος συντήρησης και λειτουργιών		(%κόστος επένδυσης)	2,0%				
Tax	Φόρος		(%)	30%				
Depreciation rate	Ρυθμός απόσβεσης		(%)	6,7%				
Interest rate	Επίσοδο δανειαμού		(%)	6%				
Pay-back tariff	Ετήσια παραγωγή Οικονομικής Ενέργειας		(κ€/MWh)	0,14236				
Discount rate	Επίσοδο προξέρωσης		(%)	8%				
Salvage value	Υπολειμματική αξία		(%κόστος επένδυσης)	35%				
Absorption rate	Ποσοστό απορρόφησης αολικής ενέργειας			100%				
Electricity Production	Παράγωγή Ενέργειας	Electricity Production		933526 MWh				
Own Capital	Ίδια κεφάλαια	70%						
Subsidy	Επιχορήγηση	0%						
Loan	Δάνεια	30%						
FINANCIAL ANALYSIS				(thousand €)				
Year	Income	Oper.Cost	Interest	Depreciation	Profit (before tax)	Net profit	Loan refund	Net Cash flow
0								-362365,20
1	135744	11206,72	10667,65	37549,21	76969,16	53626,73	16613,06	74504,66
2	135744	11206,72	6079,06	37549,21	71906,67	54534,66	16613,06	75271,61
3	135744	11206,72	6070,26	37549,21	76915,75	55241,06	16613,06	75907,16
4	135744	11206,72	7061,49	37549,21	79924,54	55947,16	16613,06	76493,21
5	135744	11206,72	6652,71	37549,21	80933,32	56653,32	16613,06	77069,46
6	135744	11206,72	5043,92	37549,21	81942,11	57359,47	16613,06	78065,61
7	135744	11206,72	4035,14	37549,21	82950,89	58065,62	16613,06	78991,76
8	135744	11206,72	3026,35	37549,21	83959,67	58771,77	16613,06	79937,90
9	135744	11206,72	2017,57	37549,21	84968,46	59477,92	16613,06	80214,05
10	135744	11206,72	1008,79	37549,21	85977,24	60184,07	16613,06	80920,20
11	135744	11206,72	0,00	37549,21	86986,03	60890,22	0,00	80439,43
12	135744	11206,72	0,00	37549,21	86986,03	60890,22	0,00	80439,43
13	135744	11206,72	0,00	37549,21	86986,03	60890,22	0,00	80439,43
14	135744	11206,72	0,00	37549,21	86986,03	60890,22	0,00	80439,43
15	135744	11206,72	0,00	37549,21	86986,03	60890,22	0,00	80439,43
16	135744	11206,72	0,00	0,00	124535,24	67174,67	0,00	67174,67
17	135744	11206,72	0,00	0,00	124535,24	67174,67	0,00	67174,67
18	135744	11206,72	0,00	0,00	124535,24	67174,67	0,00	67174,67
19	135744	11206,72	0,00	0,00	124535,24	67174,67	0,00	67174,67
20	135744	11206,72	0,00	0,00	124535,24	67174,67	0,00	293327,27
	NPV=	426144,6				IRR= 19,9%		
						Εισοδήμας	Αποδόσεις	
Year	Loan	Interest	Refund	T.C				
0	16613,06							
1	151317,72	10667,65	16613,06	26966,61				
2	134504,64	6079,06	16613,06	25992,14				
3	117691,56	6070,26	16613,06	24893,30				
4	100878,48	7061,49	16613,06	23674,57				
5	84065,40	6652,71	16613,06	22605,79				
6	67252,32	5043,92	16613,06	21857,06				
7	50439,24	4035,14	16613,06	20946,22				
8	33626,16	3026,35	16613,06	19859,43				
9	16813,06	2017,57	16613,06	18630,65				
10	0€+0€	1008,79	16613,06	17921,86				

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ- ΠΗΓΕΣ

- [1] RETD AE (Renewable Energy Technology & Development (<http://www.retd.gr/>)
- [2] Υπουργείο Ανάπτυξης (http://www.ypan.gr/index_c cms.htm) και Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια Βικιπαίδεια.
- [3] Ημερησία On Line <http://www.imerisia.gr/>
- [4] Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α)
- [5] ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΟΡΙΟΥ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ Α.Π.Ε. ΣΤΑ ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΝΗΣΙΑ. ΡΑΕ. 21 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2003 και ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΝΤΛΗΣΙΟΤΑΜΙΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΤΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΣΕΡΙΦΟ Μαντάς Ζήσιμος-Δανιήλ: Υποψ. Διδάκτορας Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ, Μπέτζιος Γεώργιος: Διπλ. Μηχανολόγος Διπλ. Οικονομολόγος, Θεοδωρόπουλος Πέτρος: Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ, Ζερβός Αρθούρος: Αναπλ. Καθηγητής ΕΜΠ
- [6] [7] [9] ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΣΜ 2010-2014
- [8] ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ .Ομάδα Εργασίας για την Διασύνδεση των Κυκλάδων. ΡΑΕ, ΔΕΗ. ΔΕΣΜΗΕ., ΑΘΗΝΑ 2005
- [10] Ε.Μ.Π. Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Ρευστών, Σημειώσεις Αιολικής Ενέργειας, Ζερβός Αρθούρος: Αν.Καθηγητής, Κάραλης Γεώργιος: Μηχανολόγος Μηχανικός, Αθήνα 2007
- ΑΝΕΜΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ, Γ.Μπεργελές, Εκδόσεις Συμεών 2005
- Review of Power Cable Standard Rating Methods, *Rating of Electric Power Cables in Unfavorable Thermal Environment*. By George J. Anders 1, ISBN 0-471-67909-7 © 2004 the Institute of Electrical and Electronics Engineers
- Calculation of Underground Cable Ampacity, Francisco de León CYME International T&D

- ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΝΗΣΙΩΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
(ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ)
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος
Μ.Παπαδόπουλος, Σ.Παπαθανασίου, Μ.Τσίλη, Ε.Καραμάνου
ΑΘΗΝΑ
- ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2008-2012 και (ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2010-2014) ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΔΕΣΜΗ ΑΕ)
- Τεχνική Προσφορά της εταιρίας NEXANS για λογαριασμό της ΔΕΗ, σχετικά με το έργο υποβρύχιας διασύνδεσης Πολυπότομου – Νέας Μάκρης.
- The ABB Group : <http://www.abb.com>
- NEXANS Group: <http://www.nexans.com>
- Κεντρική Ευρωπαϊκή Τράπεζα: www.ecb.int
- Υπουργείο Οικονομίας Και Οικονομικών: www.mnec.gr
- Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: www.hellasres.gr
- ENERGIJA.gr: www.energia.gr
- Greenpeace: www.greenpeace.gr
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ): www.cres.gr

- Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ): www.rae.gr
- AGORES - A Global Overview of Renewable Energy Systems: www.agores.org
- Global Wind Energy Council (WGEC)
- European Wind Energy Association (EWEA)

e-mail επικοινωνίας: bnikolis@gmail.com