



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ-ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

*Εκτίμηση αιολικού δυναμικού στην
περιοχή της Κεφαλονιάς βάσει του
ειδικού χωροταξικού σχεδιασμού για τις
ΑΠΕ*



Κεφαλά Μαρία

Επιβλέπων: Ευάγγελος Μπαλτάς,

Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2015

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ-ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

Εκτίμηση αιολικού δυναμικού στην περιοχή της Κεφαλονιάς βάσει του ειδικού χωροταξικού σχεδιασμού για τις ΑΠΕ

Κεφαλά Μαρία

Τριμελής Επιτροπή:

Μπαλτάς Ευάγγελος, Καθηγητής ΕΜΠ

Φώτης Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Μαμάσης Νικόλαος, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2015

Πρόλογος

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της εργασίας, κ. Ευάγγελο Μπαλτά, Καθηγητή ΕΜΠ, για την συνεργασία σχετικά με την παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και την πολύτιμη βοήθεια του καθ' όλη την διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στους διδάσκοντες του ΔΠΜΣ «Επιστήμη και Τεχνολογία των Υδατικών Πόρων», τα μαθήματα των οποίων παρακολούθησα, για τις σημαντικές γνώσεις που αποκόμισα.

Περιεχόμενα

Περίληψη	7
Extended summary	9
Introduction	9
Identification of the suitable areas	9
Maximum number of standard wind turbines	11
1 Εισαγωγή.....	13
1.1 Ενεργειακή κατάσταση στην Ευρώπη.....	13
1.2 Στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	15
1.3 Ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα.....	15
1.3.1 Η Εξωτερική Εξάρτηση.....	16
1.3.2 Οι ενεργειακοί στόχοι της χώρας στον τομέα των ΑΠΕ Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
2 Θεωρητικές Έννοιες	21
2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	21
2.1.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας .	22
Πλεονεκτήματα.....	22
Μειονεκτήματα.....	23
2.1.2 Μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	23
2.2 Ειδικό χωροταξικό για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	34
2.2.1 Χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων	34
2.2.2 Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στο νησιωτικό χώρο.....	35
2.3 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.....	36
2.3.1 Γενικά	36
2.3.2 Βασικές Αρχές	37
2.3.3 Βασικά μέρη ΓΣΠ.....	38
2.3.4 Βασικές διαδικασίες και στάδια στα ΓΣΠ	39
2.3.5 Εφαρμογές	40
3 Περιοχή Μελέτης.....	43
3.1 Γενικά στοιχεία.....	43
3.2 Μορφολογία	44
3.3 Κλίμα	45
3.4 Πληθυσμιακά στοιχεία.....	45

3.5	Οικιστικό δίκτυο	46
3.6	Χρήσεις γης	47
3.7	Υποδομές – δίκτυα	49
3.7.1	Οδικό δίκτυο	49
3.7.2	Αεροδρόμιο.....	50
3.7.3	Λιμάνι.....	50
3.7.4	Διασυνδεδεμένα νησιά.....	50
3.7.5	Υδρογραφικό δίκτυο	50
3.7.6	Ακτές κολύμβησης	52
3.8	Ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά – Προστατευόμενες περιοχές	53
3.9	Αρχαιολογικοί χώροι – Μνημεία – Ιερές Μονές	56
3.10	Αιολικό δυναμικό	59
4	Μεθοδολογία.....	61
4.1	Γενικό περίγραμμα μεθοδολογίας.....	61
4.2	Στάδιο 1 : Εκτίμηση κατάλληλων περιοχών.....	62
4.3	Στάδιο δεύτερο: Εκτίμηση Αιολικού Δυναμικού περιοχής μελέτης	63
5	Εφαρμογή	65
5.1	Καθορισμός κριτηρίων	65
5.1.1	Περιβαλλοντικά Κριτήρια	66
5.1.2	Πολιτιστικά Κριτήρια	66
5.1.3	Οικιστικά Κριτήρια	67
5.1.4	Κριτήρια δικτύων και υποδομών.....	67
5.1.5	Κριτήρια παραγωγικών δραστηριοτήτων	67
5.1.6	Λειτουργικά κριτήρια.....	68
5.2	Προσδιορισμός Θεματικών Επιπέδων	69
5.3	Δημιουργία Ζωνών Αποκλεισμού	72
5.3.1	Ζώνη αποκλεισμού: Περιβαλλοντικά Κριτήρια	73
5.3.2	Ζώνη αποκλεισμού: Πολιτιστικά Κριτήρια	74
5.3.3	Ζώνη αποκλεισμού: Οικιστικά Κριτήρια.....	75
5.3.4	Ζώνη αποκλεισμού: Κριτήρια Δικτύων και Υποδομών	76
5.3.5	Ζώνη αποκλεισμού: Κριτήρια Παραγωγικών Δραστηριοτήτων.....	77
5.3.6	Τελικές Ζώνες Αποκλεισμού	78
5.4	Δημιουργία ζωνών επιρροής	79

5.5	Τελικές Προτεινόμενες Περιοχές	80
5.6	Στάδιο 2: Εκτίμηση Αιολικού Δυναμικού Κεφαλονιάς	82
	Αξιολόγηση αιολικού δυναμικού	85
6	Συμπεράσματα.....	87
6.1	Γενικά συμπεράσματα	87
6.2	Συμπεράσματα από την εκτίμηση των περιοχών που είναι κατάλληλες για εγκατάσταση αιολικών	87
6.3	Συμπεράσματα από την εκτίμηση του Αιολικού Δυναμικού της Κεφαλονιάς.....	88
	Αναφορές.....	90
	Παράρτημα	93

Περίληψη

Οι συνεχώς αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες οδήγησαν στην ανάπτυξη και χρησιμοποίηση νέων μορφών ενέργειας που είναι περισσότερο φιλικές προς το περιβάλλον και δεν εξαρτώνται από τα ορυκτά καύσιμα, τις Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας (ΑΠΕ). Από τις πλέον διαδεδομένες μορφές ΑΠΕ είναι η αιολική ενέργεια, η οποία αποτελεί προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ωστόσο, πέρα από τα οφέλη που δημιουργεί, η ανεξέλεγκτη και απρογραμματίστη χωροθέτηση αιολικών πάρκων, μπορεί να οδηγήσει τελικά σε αδυναμία συνετής χρησιμοποίησης των φυσικών πόρων και πλημμελή προστασία του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Επομένως, ο χωροταξικός σχεδιασμός, που θα επιτρέπει αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο περιβάλλον ώστε να ανταποκρίνονται στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών θεωρείται απαραίτητος. Ο σχεδιασμός αυτός στην Ελλάδα διασφαλίζεται μέσω του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΕΠΧΣΑΑ) για τις ΑΠΕ δίνοντας τις κατευθυντήριες γραμμές για την πολιτική χωροθέτησης έργων ΑΠΕ καθώς και την καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων αυτής. Βάση των παραπάνω, στόχος της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι η εύρεση των κατάλληλων για χωροθέτηση περιοχών και εν συνεχεία η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού στην περιοχή της Κεφαλονιάς.

Η Κεφαλονιά βρίσκεται στο Ιόνιο πέλαγος και έχει έκταση 734,014 τ.χλμ. Το νησί διαθέτει ενδιαφέροντα ανεμολογικά χαρακτηριστικά που το καθιστούν κατάλληλο για μελέτη. Για την εύρεση των κατάλληλων περιοχών χρησιμοποιήθηκαν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

Αρχικά με βάση τους κανόνες του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού, δηλαδή περιοχές στις οποίες δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση αιολικών πάρκων. Έπειτα, δημιουργήθηκαν ζώνες με βάση κριτήρια που εξασφαλίζουν τη λειτουργικότητα των αιολικών εγκαταστάσεων. Από το συνδυασμό αυτών των ζωνών προέκυψαν οι περιοχές που είναι κατάλληλες για χωροθέτηση των αιολικών σταθμών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί.

Στο επόμενο στάδιο έγινε η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού θεωρώντας την τυπική ανεμογεννήτρια που ορίζει το ΕΠΧΣΑΑ. Χρησιμοποιώντας τις προτεινόμενες περιοχές του αρχικού σταδίου και με βάση τους περιορισμούς πυκνότητας ανεμογεννητριών του ΕΠΧΣΑΑ για τον νησιωτικό χώρο έγινε η εκτίμηση της 'φέρουσας ικανότητας' της Κεφαλονιάς σε τυπικές ανεμογεννήτριες.

Τέλος, έγινε αξιολόγηση των προτεινόμενων περιοχών ώστε να μπορούν να εκτιμηθούν οι πλέον κατάλληλες από αυτές. Τα δυναμικά κριτήρια επιλέχθηκαν έτσι ώστε να βρεθούν οι βέλτιστες περιοχές όσον αφορά την απόδοση, τη λειτουργικότητα και την ομαλότερη ένταξη στο περιβάλλον του νησιού.

Extended summary

Introduction

Overuse of hydrocarbons and the environmental cost of this, create the global need for using alternative, environmentally friendly, forms of energy. This can be achieved with Renewable Energy Sources. The promotion of renewable energy sources is a priority in European Union policies.

Wind energy is the most important form of renewable energy. However, it is necessary to create a legal framework to ensure the sustainability and smooth integration of wind farms on the environment. Special Framework of Spatial Planning and Sustainable Development for Renewable Energy ensure this in Greece.

Aim of this postgraduate thesis is the capacity estimation of standard wind turbines using the criteria of Special Framework of Spatial Planning. Study area is the island of Kefalonia, which is located in Ionian sea. The area of the island is 734,014 km² and it has high wind potentials.

Process' methodology has two stages:

- a. The identification of the appropriate areas, according to the spatial planning of wind farms, based on the available data of wind potential
- b. The maximum number of standard wind turbines that can be installed

Identification of the suitable areas

In the first stage became the definition of simple criteria to assess the suitable areas. The criteria are divided into five main categories:

- Environmental
- Residential
- Network Infrastructure
- Cultural
- Operating / Finance

To find suitable areas for the installation of wind farms, areas which excluded either for practical reasons or for security reasons were identified. Thus exclusion zones created serving each of the above categories. For environmental purposes, exclusion zones created for protected areas that are part of the network Natura 2000, rivers and bathing beaches. For residential criteria created exclusion zones around residential areas serving mainly security reasons while on cultural criteria created exclusion zones around archaeological monuments and cultural heritage sites. The

criteria of networks and infrastructures created exclusion zones around roads and airports serving security reasons. The exclusion zones were created based on the buffer tool ArcMap 10.

Then the zones of influence concerning the wind resources and accessibility to road network were created. The intersection of these constraints creates the final zone of influence. Removal the exclusion zones of influence zones exported final proposed areas suitable for wind farm installation.

This methodology was applied using the appropriate tools of ArcMap as shown below.

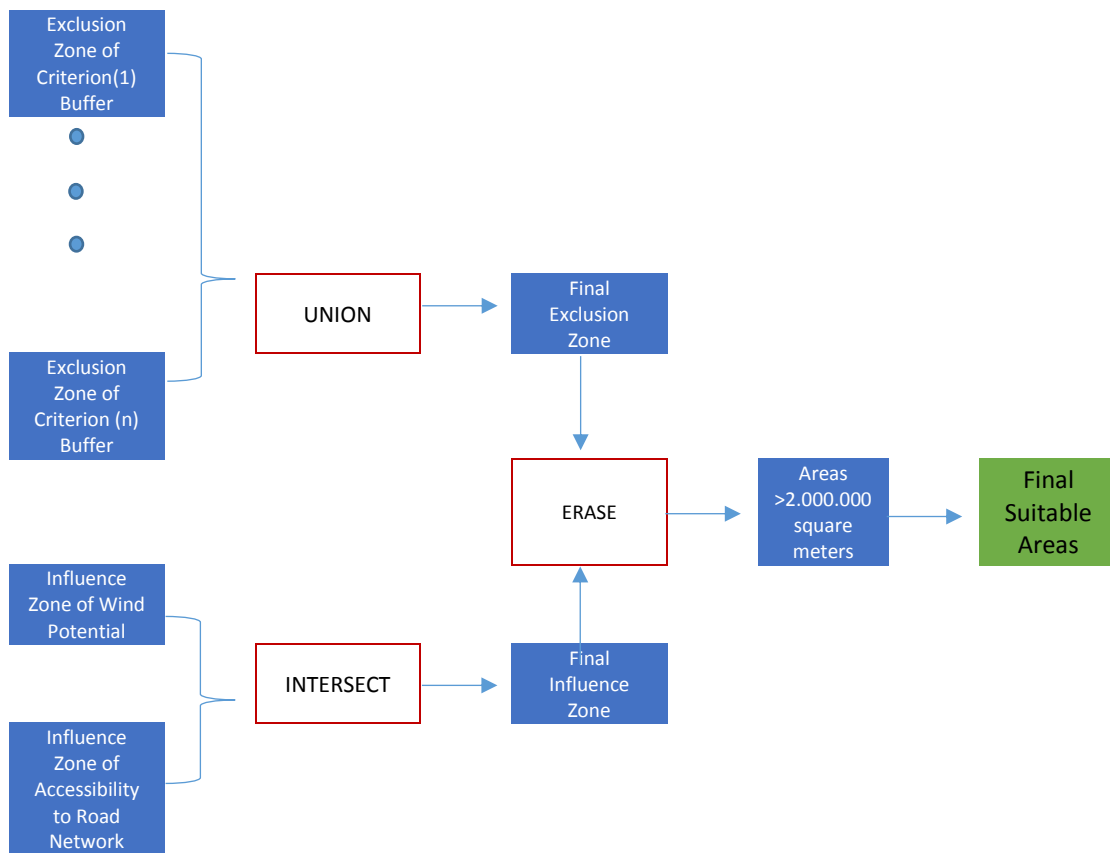


Figure 1: First Stage Flowchart

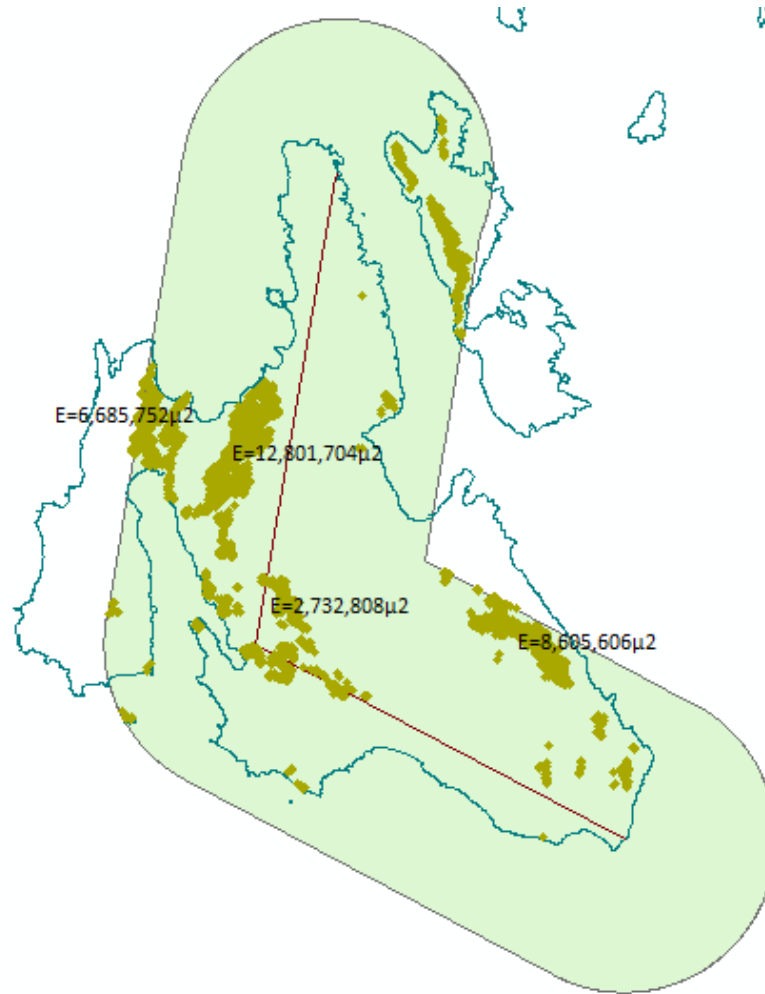


Figure 2: Area of Final Suitable Areas

The total area of suitable areas is about 30.825.871 square meters.

Maximum number of standard wind turbines

The next step was the estimation of the maximum number of standard wind turbines which can be installed on the island. The characteristics of standard wind turbines are defined in Special Framework of Spatial Planning and Sustainable Development for Renewable Energy.

Figure 3: Standard Wind Turbine Characteristics

Standard Wind Turbine Characteristics	
Rotor Diameter	85 m
Tower Height	80 m
Rated Power	2 MW
Rated Speed	12 m/s
Operating Range	3 - 22 m/s

As well, the maximum land coverage from wind farms in the inhabited islands of the Aegean Sea, Ionian Sea and Crete cannot exceed 4% of the municipality area (0,53 standard wind turbines/10.000 m²). Using this restrictive criterion and the standard wind turbines characteristics the total wind potential of Kefalonia is 28 MW.

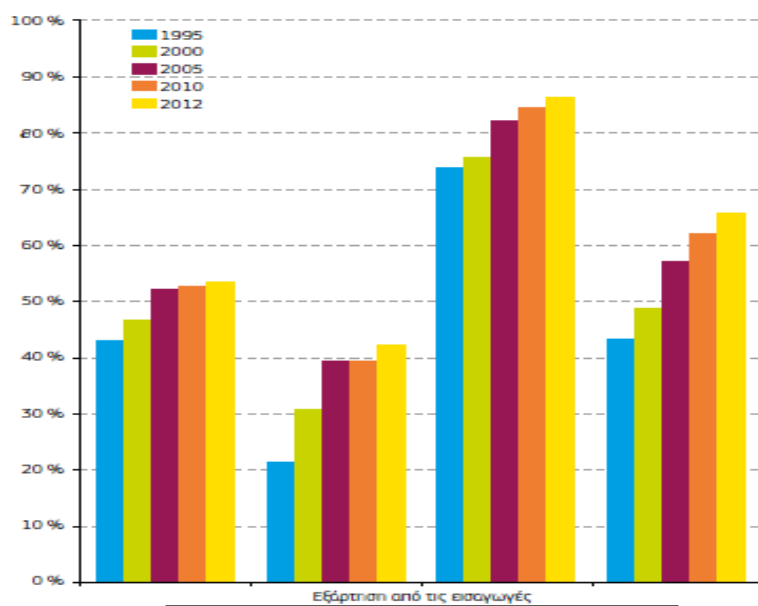
1 Εισαγωγή

Όλες οι ανθρώπινες δραστηριότητες εξαρτώνται από την ενέργεια. Εύκολα λοιπόν γίνεται αντιληπτή η ζωτική της σημασία. Ωστόσο οι ορυκτοί πόροι (πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακας), που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας είναι πεπερασμένοι. Επίσης οι τεράστιες ποσότητες ενέργειας που απαιτούνται για να εξασφαλιστεί η σημερινή ποιότητα ζωής έχουν ως αποτέλεσμα τη ρύπανση (ατμοσφαιρική ρύπανση, ρύπανση του νερού, του εδάφους, επιπτώσεις στο κλίμα). Παρουσιάζεται επομένως η ανάγκη όχι μόνο για καλύτερη διαχείριση των πηγών ενέργειας, αλλά και για ανάπτυξη νέων.

Ειδικότερα η Ευρώπη καταναλώνει και εισάγει όλο και περισσότερη ενέργεια. Οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) γνωρίζουν καλά ότι είναι προς το συμφέρον τους να δρουν συντονισμένα στον στρατηγικό αυτόν τομέα. Έτσι, η Ευρώπη έχει σήμερα κοινούς κανόνες και μπορεί να βαδίζει προς την ίδια κατεύθυνση, ώστε να εξασφαλίζει ικανοποιητική ποσότητα ενέργειας, σε προσιτές τιμές και προκαλώντας τη μικρότερη δυνατή ρύπανση.

1.1 Ενεργειακή κατάσταση στην Ευρώπη

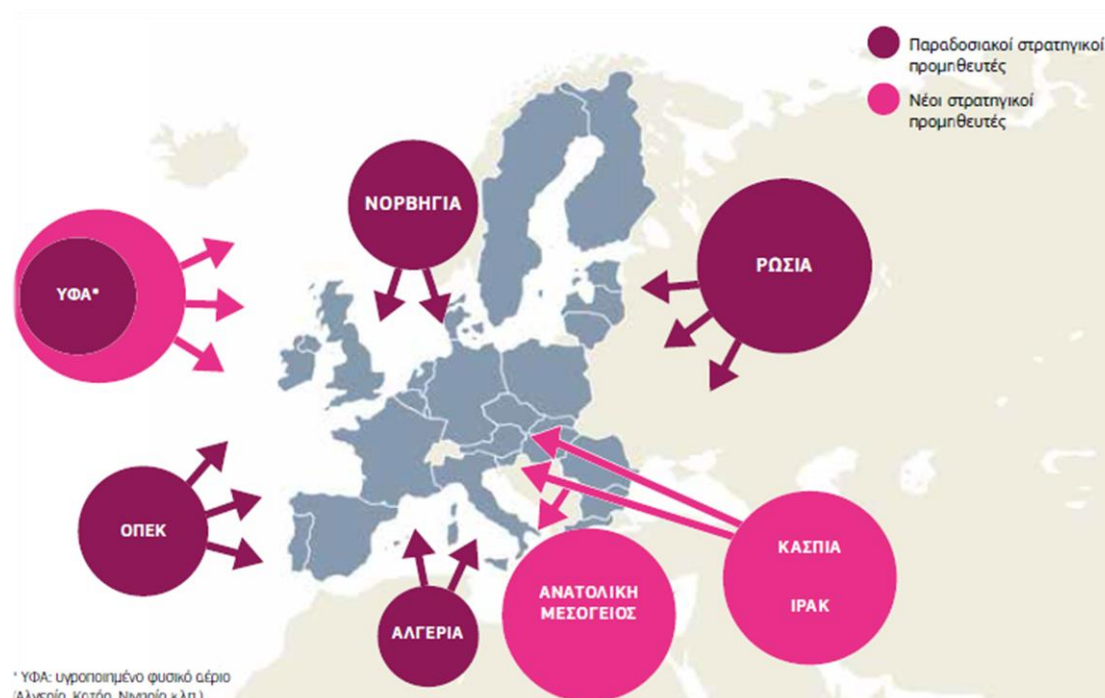
Ένα βασικό χαρακτηριστικό της Ευρώπης είναι η ενεργειακή της εξάρτηση από τον υπόλοιπο κόσμο. Η ΕΕ, παρότι η δεύτερη οικονομία σε παγκόσμια κλίμακα,



Σχήμα 1.1: Προμηθευτές πετρελαίου και φυσικού αερίου ΕΕ (Πηγή: Eurostat)

καταναλώνει μεν το 1/5 της ενέργειας που παράγεται στον κόσμο, διαθέτει όμως ελάχιστα αποθέματα ενεργειακών πόρων.

Η ενεργειακή αυτή εξάρτηση έχει τεράστιες επιπτώσεις στην οικονομία της ΕΕ. Αγοράζεται πετρέλαιό από τις χώρες του Οργανισμού Πετρέλαιο-Εξαγωγικών Κρατών (ΟΠΕΚ) και τη Ρωσία, και το φυσικό αέριο από την Αλγερία, τη Νορβηγία και τη Ρωσία. Το κόστος της ενέργειας αυξάνεται επίσης σταθερά. Επομένως, η Ευρώπη, που πρέπει να εισάγει πάνω από τη μισή της ενέργεια, διότι διαθέτει ελάχιστα αποθέματα ενεργειακών πόρων, οφείλει να αποδέχεται τις τιμές που αποφασίζουν οι παγκόσμιες αγορές ή ακόμη και μεμονωμένες χώρες εφοδιασμού.



Σχήμα 1.2: Εισαγωγές ορυκτών καυσίμων στην ΕΕ των 27 (1995-2012) (Πηγή: Eurostat)

Ταυτόχρονα, διακεκριμένοι επιστήμονες απέδειξαν το τεράστιο κόστος της κλιματικής αλλαγής, αν ο κόσμος δεν καταφέρει να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό αφορά άμεσα τον τομέα της ενέργειας, ο οποίος εξαρτάται κατά 80% και πλέον από τα ορυκτά καύσιμα, τα οποία εκπέμπουν κατά την καύση τους διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το κυριότερο αέριο του θερμοκηπίου. Συνεπώς, το μέλλον του τομέα της ενέργειας στην Ευρώπη εξαρτάται από τη μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων και την αύξηση της χρήσης πηγών ενέργειας με χαμηλές ανθρακούχες εκπομπές.

1.2 Στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ο σημερινός στόχος της ΕΕ είναι το 20% της κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ να προέρχεται έως το 2020 από ΑΠΕ και τουλάχιστον το 27% μέχρι το 2030. Η προώθηση του στόχου αυτού σε ολόκληρη την Ευρώπη έχει οδηγήσει σε θεαματική αύξηση της παραγωγικής ικανότητας στον τομέα των ΑΠΕ. Το 2011 ηλιακοί συλλέκτες πάνω από 100 GW εγκαταστάθηκαν σε ολόκληρο τον κόσμο, εκ των οποίων το 70% στην ΕΕ.

Η επέκταση της αγοράς ΑΠΕ της Ευρώπης μείωσε σημαντικά το κόστος των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: τα τελευταία επτά χρόνια το κόστος των ηλιακών συλλεκτών μειώθηκε κατά 70%.

Οι ΑΠΕ αποτελούν επίσης μέρος του αναπτυσσόμενου τομέα της «πράσινης» τεχνολογίας που απασχολεί όλο και περισσότερα άτομα στην Ευρώπη. Το 2011, 1,2 εκατομμύρια άτομα εργάζονταν σε θέσεις συνδεδεμένες με τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έως το 2020 οι τομείς των ΑΠΕ και της ενεργειακής απόδοσης αναμένεται να απασχολούν πάνω από τέσσερα εκατομμύρια άτομα σε ολόκληρη την ΕΕ.

Οι ΑΠΕ βρίσκονται στο επίκεντρο της ευρωπαϊκής μακροπρόθεσμης ενεργειακής στρατηγικής, επειδή συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και μειώνουν τις εισαγωγές ενέργειας στην Ευρώπη, συμβάλλοντας στη μεγαλύτερη ενεργειακή της ανεξαρτησία. Η πλήρης άνθηση αυτού του κλάδου συμβάλλει στην τεχνολογική πρωτοπορία της Ευρώπης δημιουργώντας νέες «πράσινες» θέσεις εργασίας στις χώρες της ΕΕ και οδηγώντας σε εξαγωγές υψηλής προστιθέμενης αξίας.

1.3 Ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα

Ο ελληνικός ενεργειακός τομέας χαρακτηρίζεται από μια ολοένα και λιγότερο αποδοτική κατανάλωση κυρίως στους τομείς των μεταφορών και του τριτογενούς-οικιακού τομέα, και από μια ανεπάρκεια της εσωτερικής παραγωγής να ικανοποιήσει τις ενεργειακές ανάγκες και κατά συνέπεια από μια εξωτερική εξάρτηση αυξημένη και δαπανηρή για την οικονομία της χώρας.

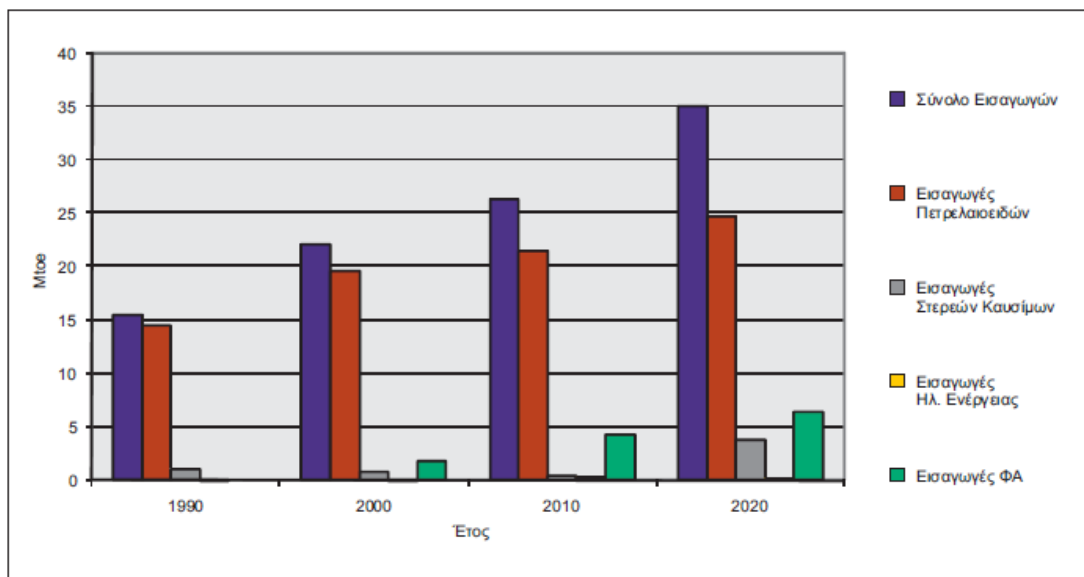
Ο λιγνίτης είναι η κύρια εγχώρια πηγή ενέργειας και χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Τα 4/5 (85,7%) της συνολικής εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτονται από ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο και λιγνίτης). Το φυσικό αέριο εισήχθη για πρώτη φορά το 1996 και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εξαιρουμένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών, άρχισαν να αποτελούν αξιοσημείωτη πηγή για την παραγωγή ενέργειας από τα τέλη της δεκαετίας του '90. Η ενεργειακή εξάρτηση της χώρας είναι πολύ μεγαλύτερη από το

κοινωνικό μέσο όρο και αγγίζει το 72% το 2006, εξαιτίας κυρίως των εισαγωγών πετρελαίου και φυσικού αερίου.

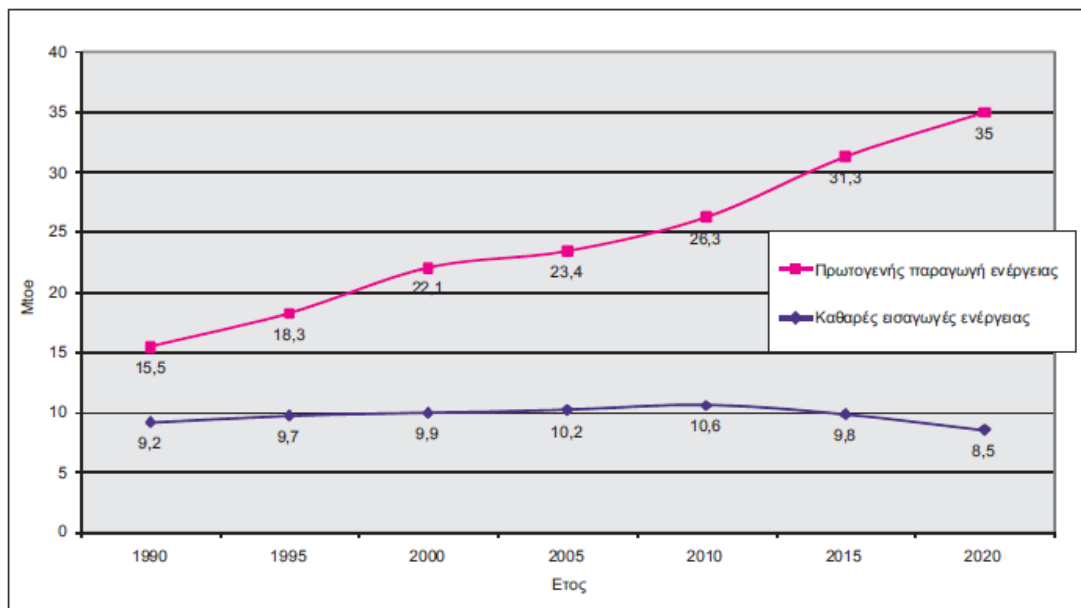
1.3.1 Η Εξωτερική Εξάρτηση

Η ενεργειακή εξάρτηση της Ελλάδας παρουσιάζεται στα Σχήματα 1.5 και 1.6, όπου συμπεριλαμβάνονται και οι προβλέψεις για το 2020 σύμφωνα με τις υπάρχουσες τάσεις. Συνέπεια της μεγάλης ενεργειακής εξάρτησης αποτελεί το γεγονός ότι μεταξύ του 2004 και 2008 διπλασιάστηκε η αξία των εισαγωγών αργού πετρελαίου. Σημειώνεται ότι δεδομένου του ότι η τιμή του φυσικού αερίου είναι συνδεδεμένη με την τιμή του πετρελαίου επηρεάζεται ανάλογα και η αξία των εισαγωγών φυσικού αερίου.

Η Ευρωπαϊκή αλληλεγγύη και η συνεχής ανάπτυξη του ΑΕΠ μειώνουν τους κινδύνους που συνδέονται με την ισχυρή ενεργειακή εξάρτηση της Ελλάδας. Η πρόσφατη Ρωσο-ουκρανική κρίση απέδειξε πάντως, την δυνατότητα του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος να διαχειρισθεί μια διακοπή εφοδιασμού προερχόμενη από τον κύριο προμηθευτή φυσικού αερίου, χωρίς επιπτώσεις για τους καταναλωτές.



Σχήμα 1.3: Εξέλιξη του καταμερισμού των ενεργειακών εισαγωγών ανά καύσιμο (Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης, Φεβρουάριος 2009)



Σχήμα 1.4: Εξέλιξη εγχώριας παραγωγής ενέργειας και ενεργειακών εισαγωγών (Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης, Φεβρουάριος 2009)

1.3.2 Οι ενεργειακοί στόχοι της χώρας στον τομέα των ΑΠΕ

Η συνεισφορά των ΑΠΕ στο εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο, ήταν της τάξης του 5,3% το 2006, σε επίπεδο συνολικής διάθεσης πρωτογενούς ενέργειας στη χώρα και της τάξης του 18%, σε επίπεδο εγχώριας παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας. Η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ το 2006 ήταν 1,8 Mtoe (1 toe = 11.627,9 kWh), ενώ στις αρχές της δεκαετίας του 90 ήταν 1,2 Mtoe. Εξ αυτών, 702 ktoe (δηλαδή 39%) οφείλονται στη χρήση βιομάζας στα νοικοκυριά, 230 ktoe περίπου στη χρήση βιομάζας στη βιομηχανία για ίδιες ανάγκες (συνολικό ποσοστό της βιομάζας 52%), 536 ktoe (30%) από την παραγωγή των υδροηλεκτρικών, 146 ktoe (8,1%) από την παραγωγή των αιολικών, 109 ktoe (6%) από την παραγωγή των θερμικών ηλιακών συστημάτων, 11 ktoe από τη γεωθερμία και 33 ktoe από το βιοαέριο, κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ηλεκτροπαραγωγή από τις κλασσικές ΑΠΕ στην Ελλάδα (χωρίς τα μεγάλα υδροηλεκτρικά) αυξάνεται σημαντικά τα τελευταία χρόνια και είναι της τάξης του 3,3% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Αφορά κυρίως σε αιολικά και μικρά υδροηλεκτρικά, και σε μικρότερο βαθμό στη βιομάζα, και στα φωτοβολταϊκά.

Λαμβάνοντας υπόψη τα μεγάλα υδροηλεκτρικά, η ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ είναι 12,4% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η εγκατεστημένη ισχύς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ήταν 3.894 MW στο τέλος του 2006. Επίσης, συνέπεια των μέτρων οικονομικής υποστήριξης κυρίως των επιχειρησιακών προγραμμάτων «Ενέργεια» & «Ανταγωνιστικότητα»

του 2ου και 3ου ΚΠΣ και του Αναπτυξιακού Νόμου είναι η σταθερά αυξανόμενη διείσδυση που είχαν τα αιολικά, τα μικρά υδροηλεκτρικά και το βιοαέριο.

Ειδικότερα, τα 27 MW των αιολικών πάρκων το 1997, έφθασαν τα 745 MW στο τέλος του 2006. Τα μικρά υδροηλεκτρικά έφθασαν τα 108 MW στο τέλος του 2006 από τα 43 MW (όλα της ΔΕΗ) το 1997. Τέλος οι εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής από βιοαέριο ΧΥΤΑ και συμπαραγωγής από βιοαέριο λυμάτων (στα Λιόσια και την Ψυττάλεια) έχουν ηλεκτρική ισχύ 14 και 10 MW αντίστοιχα. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ το 2006, έφθασε τις 8,3 TWh περίπου και προήλθε κατά 79% από υδροηλεκτρικούς σταθμούς (6774 GWh), κατά 20% από αιολικά πάρκα (1691 GWh), κατά 1,1% (92 GWh) από βιοαέριο, ενώ υπήρχε και μία μικρή παραγωγή από φωτοβολταϊκούς σταθμούς. Η ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας την ίδια χρονιά ήταν 64,3 TWh. Για το 2006 η συνολική πρωτογενής παραγωγή θερμότητας ήταν της τάξεως των 44.000 TJ, προερχόμενη κυρίως από τη βιομάζα και σε μικρότερο ποσοστό από την ηλιακή ενέργεια και το βιοαέριο.

Δεδομένου ότι το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδος θεωρείται ρυπογόνο, μη αποδοτικό, εξαρτημένο από πεπερασμένους πόρους και ελλειμματικό, πρώτη πολιτική προτεραιότητα είναι η προώθηση των ΑΠΕ.

Άλλωστε, οι κοινοτικοί στόχοι για ενεργειακή ασφάλεια και για 20% διείσδυση των ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση των κρατών-μελών, 20% μείωση των εκπομπών CO₂ και 20% εξοικονόμηση στη συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια, επιβάλλουν τη μείωση της εξάρτησης από το εισαγόμενο πετρέλαιο και το ρυπογόνο λιγνίτη.

Προς επίτευξη των ανωτέρω στόχων, απαιτείται και είναι τεχνικά εφικτό η εγκατάσταση και λειτουργία συνολικής ισχύος 7,5-8 GW ΑΠΕ (κυρίως αιολικών και υδροηλεκτρικών σταθμών, αλλά και φωτοβολταϊκών) που θα παράγουν περί τις 15.000 GWh ενέργειας. Σημειώνεται ότι η εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ είχε ένα σταθερό ρυθμό αύξησης από το 2000 έως το 2004, της τάξης του 22% κατ' έτος. Τα 483 MW εγκατεστημένης ισχύος στο τέλος του 2004 έγιναν 1.060 MW στο τέλος του 2007, ενώ μέσα στο 2008 προστέθηκαν 140 MW επιπλέον. Οι παραπάνω αριθμοί, δείχνουν μια ετήσια αύξηση της ισχύος κατά περίπου 38% κατά την περίοδο 2004-2008.

Για την ταχύτερη διείσδυση κάθε μορφής ΑΠΕ στην ελληνική αγορά, η Ελληνική ενεργειακή στρατηγική αποβλέπει στη δημιουργία αξιόπιστων και σταθερών θεσμικών, ρυθμιστικών και ελεγκτικών πλαισίων, καθώς και τη θέσπιση αποτελεσματικών κανόνων για την ομαλή λειτουργία των ενεργειακών αγορών και του ανταγωνισμού.

Με σκοπό τη δημιουργία αξιόπιστου, ενιαίου και αρμονικού πλαισίου ανάπτυξης ιδιωτικών επενδύσεων ΑΠΕ, έγινε ουσιαστική συνεργασία του Υπουργείου Ανάπτυξης με όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, τα συναρμόδια Υπουργεία, την αγορά και τις Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις. Επιπλέον, προωθήθηκε ήδη

νομοθέτημα για την περαιτέρω απλοποίηση των αδειοδοτικών διαδικασιών και την ισορροπημένη χρηματοδότηση και ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

2 Θεωρητικές Έννοιες

2.3 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δηλαδή η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, τα αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τα βιοαέρια, όπως ορίζει η ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ. Η εκμετάλλευσή τους δεν απαιτεί κάποια ενεργητική παρέμβαση (πχ. εξόρυξη, άντληση, καύση) όπως με τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Οι ΑΠΕ εκμεταλλεύονται την ήδη υπάρχουσα ροή ενέργειας και υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και υπήρξε στροφή στην χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ ξεκίνησε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα των συνεχόμενων πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής. Την αμέσως επόμενη δεκαετία παγιώθηκε, μετά τη συνειδητοποίηση της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασσικών πηγών ενέργειας.

Οι ΑΠΕ χρησιμοποιούνται τόσο άμεσα (πχ. για θέρμανση), όσο και μετά από μετατροπή τους σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Η υψηλή ωστόσο μέχρι πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών σχετικά με την εκμετάλλευση των ΑΠΕ, σε συνδυασμό με τις πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες, που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση της παρούσας κατάστασης στον ενεργειακό τομέα, εμπόδιζαν την εκμετάλλευση αυτού του δυναμικού. Παρότι όπως υπολογίζεται το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.

Σήμερα οι ΑΠΕ, αποτελούν βασικό κομμάτι της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ήδη σε πολλές χώρες οι ΑΠΕ αποτελούν μια σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού.

Σύμφωνα με στοιχεία της Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας (International Energy Agency), οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούσαν το 2012, περίπου το 13,2% του συνολικού ενεργειακού εφοδιασμού παγκοσμίως, ενώ το 2013 οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 22% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μια αύξηση 5% από το 2012.

Ειδικά για την Ελλάδα, η Έκθεση του Εθνικού Σχεδίου Δράσης για την επίτευξη της συμβολής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% έως το 2020, απορρέει από την Οδηγία 2009/28/ΕΚ, και περιλαμβάνει εκτιμήσεις για την εξέλιξη του ενεργειακού τομέα και τη διείσδυση των τεχνολογιών των ΑΠΕ έως το 2020. Οι εκτιμήσεις αυτές εξειδικεύονται στη συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και ψύξης κυρίως για τον οικιακό τομέα, αλλά και στη χρήση βιοκαυσίμων στις μεταφορές.



Σχήμα 2.1: Εθνικοί Δεσμευτικοί Στόχοι & Εκτίμηση Διείσδυσης ΑΠΕ (Πηγή: www.ypeka.gr)

2.3.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Πλεονεκτήματα

Τα βασικά πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι τα εξής:

- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Είναι στην ουσία ανεξάντλητες, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες

μονάδες παραγωγής (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της σε μεγάλες αποστάσεις.

- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.

Μειονεκτήματα

Αντιθέτως τα σημαντικότερα μειονεκτήματα από την χρήση των ΑΠΕ:

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια της γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
- Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

2.3.2 Μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Στην συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά οι μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και οι κυριότεροι τρόποι εκμετάλλευσής τους.

2.3.2.1 Αιολική ενέργεια

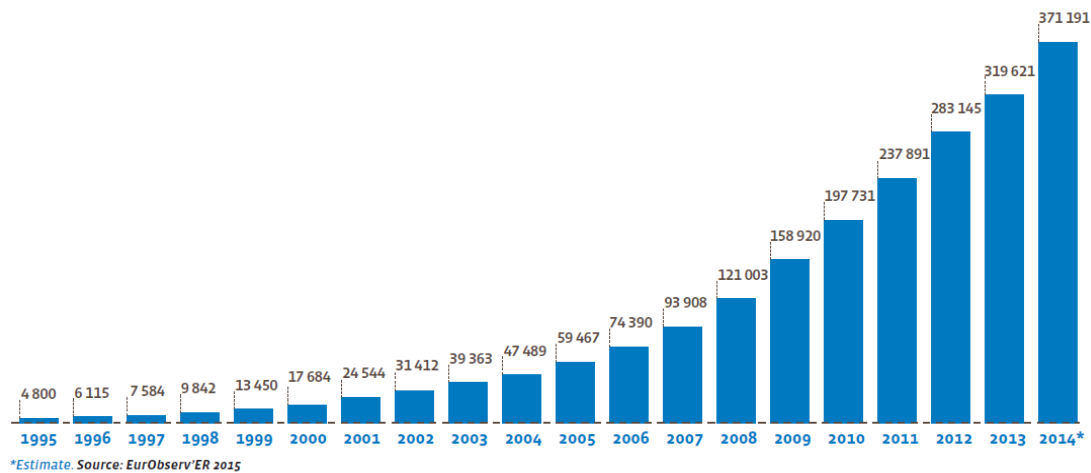
Η εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου από τον άνθρωπο αποτελεί μία πρακτική που βρίσκει τις ρίζες της στην αρχαιότητα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας είναι τα ιστιοφόρα και οι ανεμόμυλοι. Σήμερα, για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούνται οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ).

Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής, πραγματοποιείται η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της πτερωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνεται η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Οι Α/Γ χρησιμοποιούνται για την πλήρη κάλυψη ή και τη συμπλήρωση των ενεργειακών αναγκών. Το παραγόμενο από τις ανεμογεννήτριες ηλεκτρικό ρεύμα είτε καταναλώνεται επιτόπου, είτε εγχέεται και διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να καταναλωθεί αλλού. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τις Α/Γ, όταν η παραγωγή είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση, συχνά αποθηκεύεται για να χρησιμοποιηθεί αργότερα. Η αποθήκευση σήμερα γίνεται με δύο οικονομικά βιώσιμους τρόπους, ανάλογα με το μέγεθος της παραγόμενης ενέργειας. Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μπαταρίες) είναι η πλέον γνωστή και διαδεδομένη μέθοδος αποθήκευσης Η/Ε, η οποία χρησιμοποιείται για μικρής κλίμακας παραγωγικές μη διασυνδεδεμένες στο κεντρικό δίκτυο μονάδες. Η άντληση ύδατος με χρήση Η/Ε παραγόμενης από Α/Γ και η ταμίευσή του σε τεχνητές λίμνες κατασκευασμένες σε υψόμετρο το οποίο είναι ικανό να τροφοδοτήσει υδροηλεκτρικό σταθμό, είναι η μέθοδος αποθήκευσης που χρησιμοποιείται όταν η παραγόμενη Η/Ε είναι μεγάλη.

Η Ελλάδα διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό, σε αρκετές περιοχές της Κρήτης, της Πελοποννήσου, της Εύβοιας και φυσικά στα νησιά του Αιγαίου. Σε αυτές τις περιοχές συναντώνται και τα περισσότερα αιολικά πάρκα, τα οποία αποτελούνται από συστοιχίες ανεμογεννητριών σε βέλτιστη διάταξη για την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού.

Η αιολική ενέργεια είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Η εκμετάλλευση του υψηλού της δυναμικού στη χώρα μας, σε συνδυασμό με τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών που ενσωματώνεται 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.



Σχήμα 2.2: Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας από το 1995 (MW) (Πηγή: EUROBSERV'ER, 2015)

Παραγωγική διαδικασία

Τα συστήματα ενεργειακής μετατροπής του αέρα (ανεμογεννήτριες) σχεδιάζονται για να μετατρέψουν την ενέργεια της μετακίνησης αέρα (κινητική ενέργεια) σε μηχανική δύναμη (μηχανική ενέργεια), η οποία είναι η κινητήρια δύναμη μιας μηχανής. Στην ανεμογεννήτρια, αυτή η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενώ στους ανεμόμυλους αυτή η ενέργεια χρησιμοποιείται για να κάνει την οποιαδήποτε εργασία, όπως την άντληση του νερού, το άλεσμα των σιταριών ή την κίνηση των μηχανημάτων.

Η διαθέσιμη ισχύς του ανέμου είναι:

$$P = a * \rho * \pi r^2 * u^{3/2}$$

Όπου P η ισχύς σε watt,

a μια σταθερά απόδοσης,

ρ η πυκνότητα του αέρα σε kg ανά κυβικό μέτρο,

r η ακτίνα της ανεμογεννήτριας σε μέτρα και

u η ταχύτητα του ανέμου σε m/s. (Μπεργελές, 2005)

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί είτε να αποθηκευτεί σε μπαταρίες, είτε να χρησιμοποιηθεί άμεσα. Υπάρχουν τρεις βασικοί φυσικοί νόμοι που κυβερνούν το ποσό της διαθέσιμης από τον αέρα ενέργειας.

1. Ο πρώτος νόμος δηλώνει ότι η δύναμη που παράγεται από τη γεννήτρια είναι ανάλογη προς την κυβική δύναμη της ταχύτητας του αέρα. Παραδείγματος χάρη, εάν διπλασιαστεί η ταχύτητα του αέρα, η διαθέσιμη ισχύς οκταπλασιάζεται, ενώ εάν η ταχύτητα αέρα τριπλασιαστεί, είκοσι επτά φορές περισσότερη ισχύς είναι διαθέσιμη. Αντίθετα, υπάρχει πολύ λίγη

ενέργεια στον αέρα όταν αυτός έχει χαμηλή ταχύτητα. Αυτός ο νόμος σημαίνει ότι το ακριβές και λεπτομερές τοπικό στοιχείο ταχύτητας αέρα είναι απαραίτητο για να καθορίσει την πιθανή ενεργειακή παραγωγή από μια δεδομένη περιοχή, και οι γεννήτριες πρέπει να σχεδιαστούν για εκείνη την συγκεκριμένη περιοχή. Ο μέσος όρος ταχύτητας αέρα έχει συχνά μόνο περιορισμένη αξία.

2. Ο δεύτερος νόμος δηλώνει ότι η διαθέσιμη δύναμη είναι ανάλογη προς το εμβαδόν σάρωσης των πτερυγίων. Αυτή η δύναμη είναι ανάλογη προς το τετράγωνο του μήκους των πτερυγίων. Παραδείγματος χάριν, ο διπλασιασμός του μήκους των πτερυγίων θα αυξήσει την ισχύ τέσσερις φορές, και ο τριπλασιασμός του μήκους των πτερυγίων θα αυξήσει την ισχύ εννέα φορές.
3. Ο τρίτος νόμος δηλώνει ότι στις ανεμογεννήτριες υπάρχει μια μέγιστη θεωρητική αποδοτικότητα της τάξης του 59%. Στην πράξη, οι περισσότερες ανεμογεννήτριες είναι πολύ λιγότερο αποδοτικές από αυτό, και οι διαφορετικοί τύποι σχεδιάζονται για να έχουν τη μέγιστη αποδοτικότητα με τις διαφορετικές ταχύτητες αέρα. Οι καλύτερες ανεμογεννήτριες έχουν αποδοτικότητα μεταξύ του 35 - 40%. Οι ανεμογεννήτριες σχεδιάζονται για να λειτουργήσουν μεταξύ ορισμένων ταχυτήτων αέρα.

Ανεμογεννήτριες

Το σημαντικότερο μέρος ενός αιολικού πάρκου είναι η αιολική μηχανή. Πρόκειται για την διάταξη η οποία μετατρέπει την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική ή δυναμική ενέργεια άλλου σώματος (πχ άντληση νερού). Έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τύποι αιολικών μηχανών, με τα χαρακτηριστικά που τις διαφοροποιούν να είναι η κατεύθυνση του άξονα περιστροφής και ο αριθμός των πτερυγίων.

Οι βασικές κατηγορίες αιολικών μηχανών είναι δύο: οριζόντιου άξονα, που είναι και η συνηθέστερη, και κατακόρυφου άξονα.

Οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα διαθέτουν συνήθως ρυθμιζόμενης κλίσης πτερύγια ώστε να ρυθμίζεται η απόδοση της μηχανής ανάλογα με την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου. Στην αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα, με δύο ή τρία πτερύγια σε ποσοστό 90%.

Στις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα ο ρότορας περιστρέφεται περί τον κατακόρυφο άξονα. Οι ανεμογεννήτριες αυτές δεν επηρεάζονται από την αλλαγή της κατεύθυνσης του ανέμου και για αυτό το λόγο είναι απλούστερες στην κατασκευή τους.

Λειτουργικά χαρακτηριστικά ανεμογεννητριών

Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στις βασικές παραμέτρους μιας ανεμογεννήτριας:

Ταχύτητα εκκίνησης: είναι η ταχύτητα του ανέμου στην οποία η ανεμογεννήτρια αρχίζει να παράγει καθαρή ισχύ. Η ταχύτητα αυτή είναι μεγαλύτερη από αυτή που απαιτείται για να αρχίσουν να περιστρέφονται τα πτερύγια.

Ταχύτητα αποκοπής: η λειτουργία της Α/Γ διακόπτεται μόλις η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει την ταχύτητα αποκοπής, για την αποφυγή υπερφόρτισης της.

Ταχύτητα κατωφλίου εισόδου: είναι η ταχύτητα στην οποία η Α/Γ αρχίζει να παράγει καθαρή ισχύ και είναι διαφορετική (μεγαλύτερη) από την ταχύτητα ανέμου που απαιτείται για να ξεκινήσει η περιστροφή του ρότορα.

Ταχύτητα κατωφλίου εξόδου: είναι η τιμή της ταχύτητας του ανέμου στην οποία η γεννήτρια παράγει ισχύ με ελαττωμένο μηχανικό και αεροδυναμικό φορτίο και χωρίς ηλεκτρικές απώλειες.

Ονομαστική Ισχύς: είναι η μέγιστη ισχύς που μπορεί να παραχθεί συνεχώς κατά την κανονική λειτουργία της Α/Γ.

Ονομαστική ταχύτητα: η ταχύτητα του ανέμου για την οποία παράγεται η ονομαστική ισχύς.

Η ωφέλιμη ισχύς παράγεται μεταξύ των ταχυτήτων κατωφλίου εισόδου και εξόδου.

Λειτουργία Τυπικής Ανεμογεννήτριας Οριζοντίου Άξονα

Ο συνηθέστερος τύπος σύγχρονων ανεμογεννητριών είναι με δύο πτερύγια και είναι οριζοντίου άξονα ο οποίος είναι τοποθετημένος πάνω σε ένα κατακόρυφο ιστό. Ο ρότορας μπορεί να έχει μία, δύο τρεις ή περισσότερες λεπίδες. Οι ρότορες με φτερωτή μίας λεπίδας χρειάζονται αντίβαρο στο άλλο μέρος του άξονα για τον περιορισμό των δονήσεων. Αυτός ο τύπος δεν ενδείκνυται για περιοχές που επικρατεί ψύχος, διότι ο σχηματισμός πάγου στο ρότορα μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην ζυγοστάθμισή του. Οι ρότορες δύο λεπίδων είναι οι περισσότερο δημοφιλείς, εξαιτίας της ανθεκτικότητάς τους και του χαμηλότερου κόστους κατασκευής. Ο ρότορας τριών λεπίδων είναι ελαφρύτερος και διανέμει πιο ομοιόμορφα τις καταπονήσεις, ιδιαίτερα όταν υπάρχει μεταβολή στην κατεύθυνση του ανέμου.

Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα χωρίζονται επίσης σε δύο τύπους:

- Ο τύπος με τη φτερωτή πίσω, όπου ο ρότορας βρίσκεται πίσω από τον πύργο. Αυτός ο τύπος δε διαθέτει τη μεταλλική πλάκα (πτερύγιο), που κρατά το ρότορα προσανατολισμένο στον άνεμο και προτιμάται για ισχυρότερους ανέμους

- Ο τύπος με τη φτερωτή μπροστά, όπου ο ρότορας είναι σχεδιασμένος να στρέφεται προς τον άνεμο με τη βοήθεια ενός πτερυγίου στην ουρά.

Λειτουργία Τυπικής Ανεμογεννήτριας Κατακόρυφου Άξονα

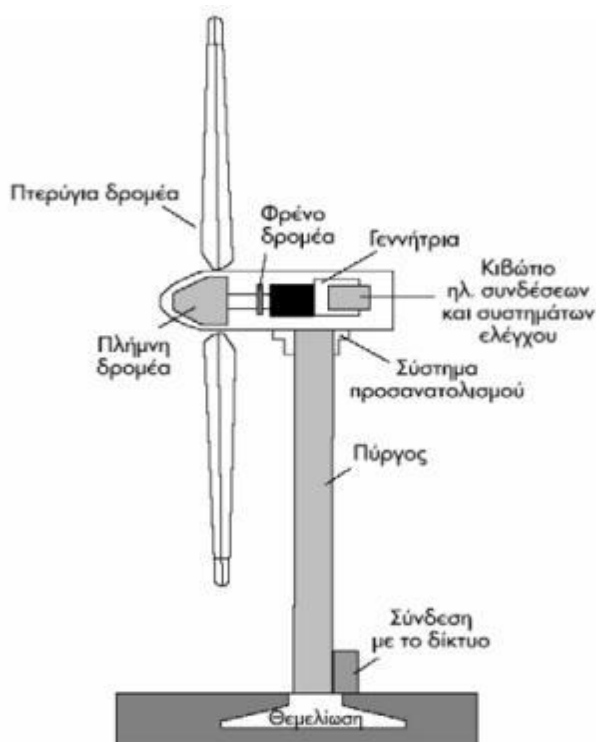
Ο ρότορας είναι κάθετος στη διεύθυνση του ανέμου. Το σημαντικό πλεονέκτημα αυτού του τύπου ανεμογεννητριών είναι η αυτόματη προσαρμογή τους στη διεύθυνση του ανέμου, καθώς ο άξονας τους είναι κάθετος στη διεύθυνση πνοής. Οι πιο γνωστοί τύποι ανεμογεννητριών κατακόρυφου άξονα είναι οι μηχανές τύπου Darrieus και Savonius.

Οι ανεμογεννήτριες αυτού του τύπου, διαχωρίζονται σε δύο τύπους με βάση τη μέθοδο λειτουργίας τους:

- Ανεμογεννήτριες σταθερής ταχύτητας, όπου ο ρότορας της ανεμογεννήτριας στρέφεται με σταθερό αριθμό στροφών ανεξάρτητα της ταχύτητας του ανέμου.
- Ανεμογεννήτριες μεταβλητής ταχύτητας, όπου η ταχύτητα του ρότορα μεταβάλλεται με ελεγχόμενο τρόπο, ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου.

Μηχανικές λεπτομέρειες

Τα κυριότερα μηχανικά μέρη μιας τυπικής ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 2.3: Μέρη τυπικής ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα (Πηγή: ΚΑΠΕ)

- Ο δρομέας, που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, που απαρτίζεται από τον κύριο άξονα, τα έδρανα και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας
- Η ηλεκτρική γεννήτρια, η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική
- Το σύστημα προσανατολισμού, που αναγκάζει τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου
- Τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση
- Το σύστημα ελέγχου (ηλεκτρονικός πίνακας και πίνακας ελέγχου) που συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας, φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της. (Μπεργελές, 2005)

Οι ανεμογεννήτριες εμπορικής κλίμακας κυμαίνονται σε μέγεθος από 100 kW έως αρκετά MW ενώ το ύψος του πύργου κυμαίνεται από 50μ. έως 135μ αναλόγως του τύπου. Οι μεγαλύτερες τουρμπίνες τοποθετούνται σε ομάδες στα αιολικά πάρκα, τα οποία παρέχουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας στο δίκτυο ηλεκτροδότησης. Οι μικρές, μονές τουρμπίνες, κάτω των 100 kW, χρησιμοποιούνται για σπίτια και για κεραίες τηλεπικοινωνιών, ή για άντληση νερού. Οι μικρές τουρμπίνες μερικές φορές χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με γεννήτριες πετρελαίου, μπαταρίες και φωτοβολταϊκά συστήματα. Αυτά τα συστήματα ονομάζονται υβριδικά αιολικά συστήματα και συνήθως χρησιμοποιούνται σε μακρινές περιοχές, εκτός δικτύου ηλεκτροδότησης (Ανδρονίκου, 2012).

2.3.2.2 Ηλιακή Ενέργεια

Με τον όρο Ηλιακή Ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας. Η τεχνολογία σήμερα αξιοποιεί ένα μηδαμινό ποσοστό της καταφθάνουσας στην επιφάνεια του πλανήτη μας ηλιακής ενέργειας με τριών ειδών συστήματα: τα θερμικά ηλιακά, τα παθητικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

- Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

Η πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι απορροφούν την ηλιακή ενέργεια και στη συνέχεια, τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε κάποιο ρευστό, όπως το νερό για παράδειγμα. Η ηλιακή ενέργεια απορροφάται μέσω ηλιακών συλλεκτών, καλά προσανατολισμένων στον ήλιο, οι οποίοι βρίσκονται σε επαφή με νερό και του μεταδίδουν μέρος της θερμότητας που παρέλαβαν. Το παραγόμενο ζεστό νερό

χρησιμοποιείται για απλή οικιακή ή πιο σύνθετη βιομηχανική χρήση, τελευταία δε ακόμη και για τη θέρμανση και ψύξη χώρων μέσω κατάλληλων διατάξεων

- Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δομικά στοιχεία, κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους, ώστε να υποβοηθούν την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τον φυσικό φωτισμό των κτιρίων ή για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας μέσα σε αυτά. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν την αρχή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής και μπορούν να εφαρμοσθούν σε όλους σχεδόν τους τύπους κτιρίων.

- Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Πρόκειται για συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια και που, εδώ και πολλά χρόνια, χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροδότηση μη διασυνδεδεμένων στο ηλεκτρικό δίκτυο καταναλώσεων. Δορυφόροι, φάροι και απομονωμένα σπίτια χρησιμοποιούν παραδοσιακά τα φωτοβολταϊκά για την ηλεκτροδότησή τους. Στην Ελλάδα, η προοπτική ανάπτυξης και εφαρμογής των Φ/Β συστημάτων είναι τεράστια, λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας. Η ηλεκτροπαραγωγή από φωτοβολταϊκά έχει ένα τεράστιο πλεονέκτημα αποδίδει την μέγιστη ισχύ της κατά τη διάρκεια της ημέρας που παρουσιάζεται η μέγιστη ζήτηση.

Ανάλογα με τη χρήση του παραγόμενου ρεύματος, τα Φ/Β κατατάσσονται σε:

- Αυτόνομα συστήματα, η παραγόμενη ενέργεια των οποίων καταναλώνεται επιτόπου και εξολοκλήρου από την παραγωγή στην κατανάλωση
- Διασυνδεδεμένα συστήματα, η παραγόμενη ενέργεια των οποίων διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να μεταφερθεί και να καταναλωθεί αλλού.

2.3.2.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια (Υ/Ε) είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση και τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής του στροβίλου, γίνεται η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της πτερωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνεται τη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας

σε ηλεκτρική. Το σύνολο των έργων και εξοπλισμού μέσω των οποίων γίνεται η μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική, ονομάζεται Υδροηλεκτρικό Έργο (ΥΗΕ).

Η δέσμευση/ αποθήκευση ποσοτήτων ύδατος σε φυσικές ή τεχνητές λίμνες, για ένα Υδροηλεκτρικό Σταθμό, ισοδυναμεί πρακτικά με αποταμίευση Υδροηλεκτρικής Ενέργειας. Η προγραμματισμένη αποδέσμευση αυτών των ποσοτήτων ύδατος και η εκτόνωσή τους στους υδροστροβίλους οδηγεί στην ελεγχόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με δεδομένη την ύπαρξη κατάλληλων υδάτινων πόρων και τον επαρκή εφοδιασμό τους με τις απαραίτητες βροχοπτώσεις, η Υ/Ε καθίσταται μια σημαντικότερη εναλλακτική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη ενός Υδροηλεκτρικού Σταθμού είναι ποικίλα. Ακόμα και το μειονέκτημα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων εξ αιτίας των μεγάλης κλίμακας έργων πολιτικού μηχανικού, τα οποία ένα μεγάλο υδροηλεκτρικό έργο προϋποθέτει, με μια καλοσχεδιασμένη μελέτη, μπορεί να μετατραπεί σε πλεονέκτημα. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της λίμνης Πλαστήρα, κατά την οποία ο κατακλυσμός της περιοχής από ύδατα μετά τη δημιουργία του φράγματος, δημιούργησε ένα νέο υδροβιότοπο, ο οποίος σύντομα μετατράπηκε σε πόλο τουριστικής έλξης δίνοντας ταυτόχρονα νέες αρδευτικές δυνατότητες στη γύρω περιοχή.

Τα Μικρής κλίμακας Υδροηλεκτρικά έργα (ΜΥΗΕ) είναι κυρίως "συνεχούς ροής", δηλαδή δεν περιλαμβάνουν σημαντική περισυλλογή και αποταμίευση ύδατος, και συνεπώς ούτε κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και ταμιευτήρων. Γι' αυτό το λόγο γίνεται συνήθως και ο διαχωρισμός μεταξύ μικρών και μεγάλων υδροηλεκτρικών. Ένας μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός αποτελεί ένα έργο απόλυτα συμβατό με το περιβάλλον, καθώς το σύνολο των επιμέρους παρεμβάσεων στην περιοχή εγκατάστασης του έργου μπορεί να ενταχθεί αισθητικά και λειτουργικά στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας τους τοπικούς πόρους.

2.3.2.4 Βιομάζα

Βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων που προέρχονται από τη γεωργία, (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τις συναφείς βιομηχανίες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, όπως ορίζει η ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ.

Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά περιλαμβάνεται σε αυτήν οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο βιομάζα εννοούμε τα φυτικά και δασικά υπολείμματα (καυσόξυλα, κλαδοδέματα, άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες,

κουκούτσια), τα ζωικά απόβλητα (κοπριά, άχρηστα αλιεύματα), τα φυτά που καλλιεργούνται στις ενεργειακές φυτείες για να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας, καθώς επίσης και τα αστικά απορρίμματα και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων, της αγροτικής βιομηχανίας και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των αστικών απορριμμάτων.

Η βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Ειδικότερα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (θέρμανσης, ψύξης, ηλεκτρισμού κ.λπ.) και ακόμα για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλη, βιοντήζελ κ.λπ.).

2.3.2.5 Γεωθερμική Ενέργεια

Η γεωθερμία είναι μια ήπια και πρακτικά ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, που μπορεί με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες να καλύψει ανάγκες θέρμανσης και ψύξης, αλλά και σε ορισμένες περιπτώσεις να παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η γεωθερμία προσφέρει ενέργεια χαμηλού κόστους, ενώ δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με εκπομπές βλαβερών ρύπων.

Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ή ατμού, ποικίλει από περιοχή σε περιοχή, ενώ συνήθως κυμαίνεται από 25° C μέχρι 360° C. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150° C), η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η κυριότερη θερμική χρήση της γεωθερμικής ενέργειας παγκοσμίως αφορά στη θέρμανση θερμοκηπίων. Χρησιμοποιείται ακόμα στις υδατοκαλλιέργειες, όπου εκτρέφονται υδρόβιοι οργανισμοί αλλά και για τηλεθέρμανση, δηλαδή θέρμανση συνόλου κτιρίων, οικισμών, χωριών ή και πόλεων.

Σήμερα στην Ελλάδα, η εκμετάλλευση της γεωθερμίας γίνεται αποκλειστικά για χρήση της σε θερμικές εφαρμογές, οι οποίες είναι εξίσου σημαντικές με την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Ακόμα, λόγω του πλούσιου σε γεωθερμική ενέργεια υπεδάφους της χώρας μας, κυρίως κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου του Νοτίου Αιγαίου (Μήλος, Νίσυρος, Σαντορίνη), μπορεί να έχει ευρεία εφαρμογή για τη θερμική αφαλάτωση του θαλασσινού νερού με στόχο την απόληψη πόσιμου, κυρίως στις άνυδρες νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές. Μία τέτοια εφαρμογή έχει χαμηλότερο κόστος από εκείνο που απαιτείται για τον εφοδιασμό των περιοχών αυτών με πόσιμο νερό, μέσω υδροφόρων πλοίων.

2.3.2.6 Κυματική Ενέργεια

Ο θαλάσσιος κυματισμός είναι, όπως όλες οι μορφές ΑΠΕ, μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Επιπρόσθετα παρουσιάζει μεταξύ των ΑΠΕ την υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα, η οποία μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 1000 kW/m μετώπου κύματος. Υπολογίζεται ότι η αξιοποίηση του 1% του κυματικού δυναμικού του πλανήτη μας θα κάλυπτε περίπου στο τετραπλάσιο την παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση.

Το αντίξοο περιβάλλον στο οποίο καλούνται να λειτουργήσουν οι διάφορες τεχνολογίες επίδρασε στο παρελθόν ανασταλτικά στις προσπάθειες αυτές. Οι τεράστιες καταπονήσεις σε ακραίες καιρικές συνθήκες απαιτούν υψηλούς δείκτες μηχανικής αντοχής, με αποτέλεσμα μεγάλο κατασκευαστικό κόστος. Η μεγάλη απόσταση από την ακτή για τεχνολογίες πλωτής εγκατάστασης συνεπάγεται υψηλό κόστος διασύνδεσης και λειτουργίας. Το υψηλό κόστος των τεχνολογιών μπορεί να αντισταθμισθεί μόνον με βέλτιστη εκμετάλλευση της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας των κυμάτων, δηλ. υψηλούς δείκτες απόδοσης. Προς αυτή την κατεύθυνση εξελίσσονται οι διάφορες τεχνολογίες και σήμερα τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους έχουν βελτιωθεί σημαντικά.

2.3.2.7 Παλιρροιακή ενέργεια

Η παλιρροιακή δύναμη, αποκαλούμενη επίσης παλιρροιακή ενέργεια, είναι μια μορφή υδρο-ενέργειας που μετατρέπει την ενέργεια των παλιρροιών σε ηλεκτρική ενέργεια ή άλλες χρήσιμες μορφές ενέργειας.

Οι παλίρροιες είναι πιο προβλέψιμες από την αιολική ενέργεια και την ηλιακή ενέργεια. Ωστόσο μειονεκτεί συγκριτικά με τις υπόλοιπες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας, με το σχετικά υψηλό κόστος και την περιορισμένη διαθεσιμότητα των περιοχών με τις αρκετά υψηλές παλιρροιακές σειρές ή τις ταχύτητες ροής, περιορίζοντας κατά συνέπεια η συνολική διαθεσιμότητά της.

Εντούτοις, πολλές πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις και βελτιώσεις, και στο σχέδιο (π.χ. δυναμική παλιρροιακή δύναμη, παλιρροιακές λιμνοθάλασσες) και την τεχνολογία στρόβιλων (π.χ. νέοι αξονικοί στρόβιλοι, στρόβιλοι διασταυρώσεων), δείχνουν ότι η συνολική διαθεσιμότητα της παλιρροιακής δύναμης μπορεί να είναι πολύ υψηλότερη και ότι οι οικονομικές και περιβαλλοντικές δαπάνες μπορούν να μειωθούν σε πιο ανταγωνιστικά επίπεδα.

2.4 Ειδικό χωροταξικό για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΕΠΧΣΑΑ) για τις ΑΠΕ εγκρίθηκε το Δεκέμβριο του 2008. Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκαν οι αναγκαίοι όροι, περιορισμοί και κατευθύνσεις για την προστασία και διαχείριση του περιβάλλοντος που έχουν προκύψει κατά τη διαδικασία στρατηγικής περιβαλλοντικής εκτίμησης. Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στις διατάξεις που αφορούν την αιολική ενέργεια.

2.4.1 Χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων

Στόχος του χωροταξικού σχεδιασμού των αιολικών εγκαταστάσεων είναι:

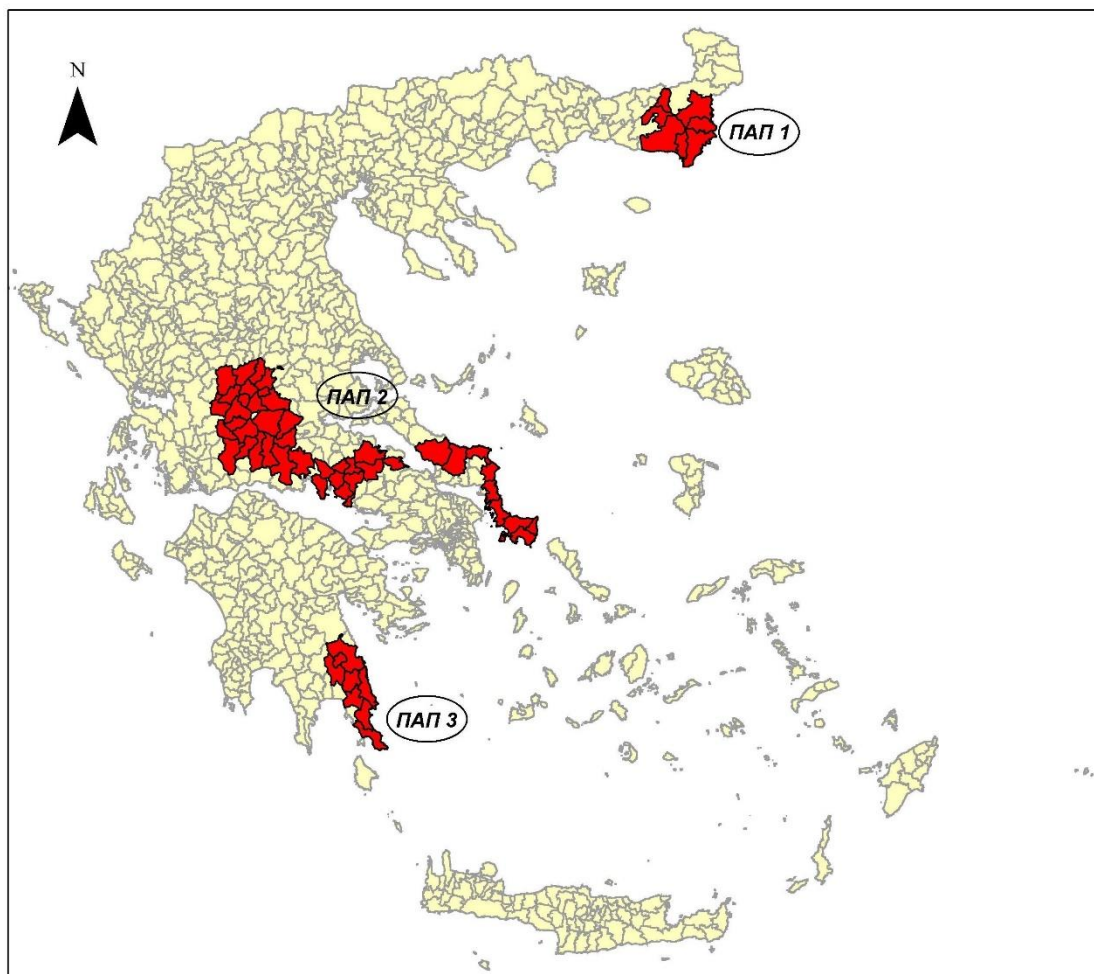
- 1) Ο εντοπισμός, με βάση τα στοιχεία αιολικού δυναμικού, των κατάλληλων περιοχών που να επιτρέπεται, ανάλογα με τις χωροταξικές και περιβαλλοντικές ιδιαιτερότητές τους η λειτουργία αιολικών εγκαταστάσεων.
- 2) Η καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που να επιτρέπουν αφενός τη δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.
- 3) Η δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών.

Για τη χωροθέτηση των αιολικών εγκαταστάσεων ο εθνικός χώρος, με βάση το εν δυνάμει εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό του και τα ιδιαίτερα χωροταξικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του, διακρίνεται στις ακόλουθες μείζονες κατηγορίες:

- Στην ηπειρωτική χώρα, συμπεριλαμβανομένης της Εύβοιας.
- Στην Αττική, που αποτελεί ειδικότερη κατηγορία της ηπειρωτικής χώρας λόγω του μητροπολιτικού χαρακτήρα της.
- Στα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, συμπεριλαμβανομένης της Κρήτης.
- Στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες.

Η ηπειρωτική χώρα διακρίνεται περαιτέρω σε Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.) και σε Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (Π.Α.Κ.) ως εξής:

α. Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.): Είναι οι περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, οι οποίες διαθέτουν συγκριτικά πλεονεκτήματα για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών, ενώ ταυτόχρονα προσφέρονται από απόψεως επίτευξης των χωροταξικών στόχων.



Σχήμα 2.4: Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (Πηγή: ΕΠΧΣΑΑ, 2008)

β. Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (Π.Α.Κ.). Χαρακτηρίζονται όλοι οι πρωτοβάθμιοι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) της ηπειρωτικής χώρας που δεν περιλαμβάνονται στις Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας των οποίων περιοχές ή και μεμονωμένες θέσεις που κρίνονται από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας ως ενεργειακά αποδοτικές.

2.4.2 Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στο νησιωτικό χώρο

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους και στην Κρήτη πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια:

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών σε επίπεδο πρωτοβάθμιου Ο.Τ.Α. δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% ανά ΟΤΑ δηλαδή 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες / 1000 στρέμματα.

Ειδικά στα μη διασυνδεδεμένα με το σύστημα και το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της ηπειρωτικής χώρας νησιά και μέχρι τη διασύνδεσή τους η συνολική ισχύς των αιολικών σταθμών ανά νησί δεν πρέπει να ξεπερνά το διπλάσιο του επιπέδου αιχμής της ζήτησης που αυτό εμφανίζει σε μεσο-μακροπρόθεσμο ορίζοντα (δεκαετία). Εξαίρεση από το όριο αυτό, δηλαδή από το διπλάσιο του επιπέδου αιχμής της ζήτησης κάθε νησιού, αποτελούν οι προτάσεις εγκατάστασης αιολικών πάρκων που περιλαμβάνουν την κατασκευή επαρκούς διασύνδεσης με το σύστημα και το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της ηπειρωτικής χώρας καθώς και τα αιολικά πάρκα που αποτελούν μέρος πρότασης υβριδικών σταθμών.

Επιπρόσθετα δίδονται οι παρακάτω κατευθύνσεις:

- Ενδείκνυται η αξιοποίηση / χρήση υφιστάμενων οδών για την εξυπηρέτηση των αιολικών πάρκων με τις απαραίτητες βελτιώσεις και επεκτάσεις.
- Ο σχεδιασμός των έργων αυτών πρέπει να γίνεται κατά τρόπο ώστε να αποφεύγονται, κατά το δυνατόν, μεγάλοι βάθους και εκτεταμένες εκσκαφές. Το δε πλάτος των δρόμων πρόσβασης πρέπει να περιορίζεται στο αναγκαίο μέτρο.
- Παράλληλα πρέπει να εκτελούνται όλα τα απαραίτητα αντιπλημμυρικά έργα ανάσχεσης της διάβρωσης, ώστε να μην υπάρξει φόβος αλλοίωσης του τοπίου λόγω του έργου.
- Η φθορά της βλάστησης πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατόν (η εκχέρσωση θάμνων και δέντρων θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις υποδείξεις της τοπικής Δασικής Υπηρεσίας) και να αντικαθίσταται η αισθητική του τοπίου.
- Η εσωτερική οδοποιία να είναι χωμάτινη με επίστρωση χαλικιού (3Α).
- Ενδείκνυται η γραμμή μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το δίκτυο της ΔΕΗ να ακολουθεί, κατά το δυνατόν, υφιστάμενες οδούς προσπέλασης, ώστε να περιορίζεται στο ελάχιστο η εκχέρσωση εκτάσεων ή γενικότερη υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

2.5 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

2.5.1 Γενικά

Στη διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών διαπιστώθηκε ευρέως ότι η ανάγκη για αξιόπιστες κι ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με τη γη, την κοινωνία και το περιβάλλον δεν μπορούσαν να ικανοποιηθούν με τους παραδοσιακούς τρόπους συλλογής, καταγραφής, ενημέρωσης και επεξεργασίας πληροφοριών. Έτσι, κυρίως

από τις αρχές της δεκαετίας του '80, γνώρισαν εξαιρετικά μεγάλη ανάπτυξη τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), γνωστά ευρέως και ως Geographic Information Systems (G.I.S.).

Οι κυριότεροι λόγοι που την τελευταία εικοσιπενταετία η τεχνολογία των Γ.Σ.Π. γνώρισε ευρεία ανάπτυξη ήταν:

- η μεγάλη ανάπτυξη της πληροφορικής και το διαρκώς μειούμενο κόστος των αντίστοιχων μηχανημάτων και προγραμμάτων
- η βελτίωση των μαθηματικών μεθόδων ανάλυσης, ερμηνείας και πρόβλεψης των συνθηκών του γήινου περιβάλλοντος
- η διαρκώς αυξανόμενη ανησυχία για την περιβαλλοντική υποβάθμιση τόσο σε τοπικό, όσο και σε εθνικό και υπερεθνικό επίπεδο, και
- η αδυναμία επεξεργασίας με παραδοσιακούς τρόπους της πληθώρας στοιχείων και σύνθετων επεξεργασιών που απαιτούνται για τη μελέτη των φυσικών, κοινωνικών και οικονομικών μεγεθών των σύγχρονων πολύπλοκων προβλημάτων ανάπτυξης (Μανιάτης, 1996).

2.5.2 Βασικές Αρχές

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) έχουν σαν κυρίαρχο στόχο τον χωρικό σχεδιασμό. Ουσιαστικά χρησιμοποιούνται στην διατύπωση και αξιολόγηση πολιτικών και προγραμμάτων που αναφέρονται στο φυσικό ή περιβαλλοντικό σχεδιασμό, από τοπικό έως εθνικό επίπεδο.

«Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αποτελούν ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για την συλλογή, αποθήκευση, ανάληψη ανά πάσα στιγμή, μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων του πραγματικού κόσμου», (*Burrough - McDonnell, 1998*).

«Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι μια οργανωμένη συλλογή μηχανικών υπολογιστικών συστημάτων (hardware), λογισμικών συστημάτων (software), χωρικών δεδομένων και ανθρώπινου δυναμικού, με σκοπό τη συλλογή, καταχώρηση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση, κάθε μορφής πληροφορίας που αφορά στο γεωγραφικό περιβάλλον», (*Κουτσόπουλος, 2005α*).

Ένα ΓΣΠ έχει τη δυνατότητα να φέρει σε πέρας τις εξής δραστηριότητες:

- Να μπορεί να αποθηκεύει, να διαχειρίζεται και να ενσωματώνει ένα μεγάλο όγκο χωρικών στοιχείων
- Να αποτελεί το πιο κατάλληλο εργαλείο χωρικής ανάλυσης εστιαζόμενο ειδικά στην χωρική διάσταση των στοιχείων
- Να αποτελεί ένα πολύ αποτελεσματικό μηχανισμό για την επίλυση χωρικών προβλημάτων μέσα από την οργάνωση, διαχείριση και μετασχηματισμό

μεγάλου όγκου στοιχείων με τέτοιο τρόπο που η πληροφορία να είναι προσιτή σε όλους τους χρήστες.

Τέλος όσον αφορά τις βασικές αρχές στις οποίες πρέπει να στηρίζεται ένα ΓΣΠ αυτές είναι:

- Το σύστημα που θα αναπτυχθεί πρέπει να είναι χρήσιμο στους πολιτικούς υπεύθυνους που παίρνουν τις αποφάσεις, δηλαδή στους χρήστες.
- Οι τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν για την συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων, πρέπει να είναι προσαρμοσμένες στην τεχνολογία και γενικότερα στην υποδομή που υπάρχει.
- Το επίπεδο απόδοσης του συστήματος και κατ' επέκταση οι δυνατότητες του Η/Υ να είναι σύμφωνα με τις ανάγκες και κυρίως τις οικονομικές δυνατότητες και την τεχνολογία.
- Τέλος οι παραδοχές που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων, πρέπει να αναφέρονται ρητά και κατηγορηματικά σε κάθε επιλογή προγραμμάτων που βασίζονται στις πληροφορίες του ΓΣΠ (Κουτσόπουλος, 2005b).

2.5.3 Βασικά μέρη ΓΣΠ

Τα Γ.Σ.Π. έχουν τρία βασικά συστατικά τα οποία βρίσκονται σε συνεχή ισορροπία και αλληλεξάρτηση. Πρόκειται για τα μηχανήματα (hardware), τους αλγόριθμους (software) και τα διαθέσιμα (resources). Τα μηχανήματα και οι αλγόριθμοι έχουν ένα καθορισμένο κύκλο ζωής, επηρεάζονται στενά από τις τεχνολογικές εξελίξεις και αντικαθίστανται συχνά από νεότερα και πιο σύγχρονα προϊόντα (Κουτσόπουλος, 2005b).

Τα μηχανήματα (hardware)

Τα μηχανικά μέρη ενός ΓΣΠ είναι τρία: η κεντρική μονάδα (CPU), τα περιφερειακά και το τερματικό (V.D.U.). Κύρια χαρακτηριστικά της κεντρικής μονάδας είναι το λειτουργικό σύστημα, η μνήμη και η ταχύτητα. Τα περιφερειακά διαφοροποιούνται σε περιφερειακά εισόδου, που επιτρέπουν την είσοδο των στοιχείων, σε περιφερειακά εξόδου που συμμετέχουν στην παρουσίαση των στοιχείων και σε περιφερειακά διαχείρισης που βοηθούν στην αποθήκευση και διαχείριση των στοιχείων. Τέλος το τερματικό αποτελεί το μέσο με το οποίο ο χρήστης ελέγχει τον υπολογιστή και τα περιφερειακά.

Οι αλγόριθμοι (software)

Οι αλγόριθμοι σε ένα Γ.Σ.Π., μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε πέντε βασικές ομάδες (Burrough - McDonnell, 1998):

- i. Λογισμικό Εισαγωγής και Επαλήθευσης Στοιχείων

- ii. Λογισμικό Αποθήκευσης και διαχείρισης Στοιχείων
- iii. Λογισμικό Μετασχηματισμού Στοιχείων
- iv. Λογισμικό Παρουσίασης
- v. Λογισμικό Αναζητήσεων

Στις παραπάνω πέντε ομάδες αξίζει να προστεθεί και μια έκτη που αφορά το Λογισμικό Ανάλυσης Χώρου που είναι αναγκαίο για την κάλυψη των αναγκών για εμπειρικές εφαρμογές, που ουσιαστικά αναφέρονται στην ανάλυση χώρου. (Κουτσόπουλος, 2005β)

Τα διαθέσιμα (resources)

Το σύνολο των λογισμικών ενός ΓΣΠ καθορίζει πώς τα γεωγραφικά στοιχεία μετατρέπονται σε πληροφορία, αλλά εντούτοις δεν μπορούν να εγγυηθούν ότι η όλη διαδικασία είναι η πιο κατάλληλη ή η πλέον αποδοτική.

Για την εξασφάλιση των παραπάνω σημαντικό ρόλο παίζουν οι άνθρωποι, τα στοιχεία και η οργανωτική υποδομή που αποτελούν και τα διαθέσιμα.

2.5.4 Βασικές διαδικασίες και στάδια στα ΓΣΠ

Οι τρεις βασικές διαδικασίες που συνθέτουν ένα Γ.Σ.Π. και εκτελούνται κατά την εφαρμογή του είναι ο καθορισμός του προβλήματος, η διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία και τα συμπεράσματα. Παρακάτω, περιγράφονται αναλυτικότερα οι βασικές διαδικασίες και τα στάδια ενός Γ.Σ.Π.

Καθορισμός Προβλήματος

Το πρώτο βήμα στη δημιουργία και εφαρμογή ενός Γ.Σ.Π. είναι η αναγνώριση των διαφορετικών στρωμάτων των υπευθύνων των αποφάσεων (decision makers) και των χρηστών. Στη συνέχεια εξετάζεται πως αυτές οι αποφάσεις διαμορφώνουν τα χωρικά πρότυπα και τις διαδικασίες που σχετίζονται με το πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί. Ο ακριβής προσδιορισμός του προβλήματος είναι το πιο καθοριστικό βήμα, αφού περιέχει το σκοπό στον οποίο αποβλέπει η μελέτη και οριοθετεί το πρόβλημα προς επίλυση. Επιπλέον, πρέπει να διατυπώνεται αναλυτικά και με σαφήνεια, ώστε να παρέχετε η δυνατότητα εύρεσης της καταλληλότερης τεχνικής για την υλοποίησή του προβλήματος.

Διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία

Το δεύτερο βήμα σε κάθε Γ.Σ.Π. αποτελεί η διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα νευραλγικό κέντρο κάθε Γ.Σ.Π. το οποίο αποτελείται από τέσσερα στάδια:

Στάδιο εισόδου:

Το στάδιο αυτό αφορά την αναγνώριση και συλλογή στοιχείων χωρικών και μη, την κωδικοποίησή τους καθώς και την αποθήκευσή τους.

Στάδιο της διαχείρισης:

Τα χωρικά στοιχεία διαμορφώνονται κατάλληλα, δημιουργείται δηλαδή μια βάση δεδομένων που τα περιέχει. Ειδικότερα στη βάση αυτή καταγράφονται σημαντικές πληροφορίες για κάθε στοιχείο, όπως η θέση, η τοπολογία και άλλα χαρακτηριστικά του με στόχο την εύκολη ενημέρωση, συντήρηση και ανάκτησή τους.

Στάδιο της Ανάλυσης:

Στο παρόν στάδιο πραγματοποιείται η επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν στο στάδιο της εισαγωγής των δεδομένων. Η επεξεργασία αυτή μπορεί να αναφέρεται σε διάφορες θεματικές ενότητες, όπως η Γεωγραφία, η Αναζήτηση βάσει κριτηρίων, οι Τάσεις που επικρατούν, η Μελέτη προτύπων αλλά και οι Διαδικασίες.

Στάδιο της παρουσίασης:

Σ' αυτό το στάδιο η πληροφορία που προέκυψε από το στάδιο της Ανάλυσης παρουσιάζεται με μια από τις παρακάτω βασικές μορφές:

- i. Μορφή 1η: Πίνακες, Αριθμητικές συναρτήσεις, Μέσοι όροι και άλλες μη σχεδιαστικές αποδόσεις.
- ii. Μορφή 2η: Ιστογράμματα, Πολύγωνα συχνότητας και άλλες μορφές γραφημάτων
- iii. Μορφή 3η: Χάρτες

Τα δεδομένα αυτά μπορούν είτε να παρουσιαστούν κατευθείαν στην οθόνη του υπολογιστή είτε να αποθηκευτούν σε δισκέτες και σκληρούς δίσκους είτε τέλος να εκτυπωθούν με τη βοήθεια κάποιου εκτυπωτή.

Συμπεράσματα

«Στο στάδιο των συμπερασμάτων πρέπει να καθρεπτίζεται η υλοποίηση του στόχου του Γ.Σ.Π και οι εναλλακτικές απόψεις για την επίλυση του προβλήματος».

Όλα τα συμπεράσματα πρέπει να είναι προσεκτικά τεκμηριωμένα με βάση κατάλληλα στοιχεία ή, αν αναφέρονται στην κρίση του μελετητή, πρέπει αυτό να αναφέρεται ρητώς και οι λόγοι να εξηγούνται με σαφήνεια (Κουτσόπουλος, 2005).

2.5.5 Εφαρμογές

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών μπορούν να συμβάλλουν ως ολοκληρωμένα εργαλεία χωρικής ανάλυσης και σχεδιασμού σε μια πληθώρα επιστημονικών πεδίων όπως:

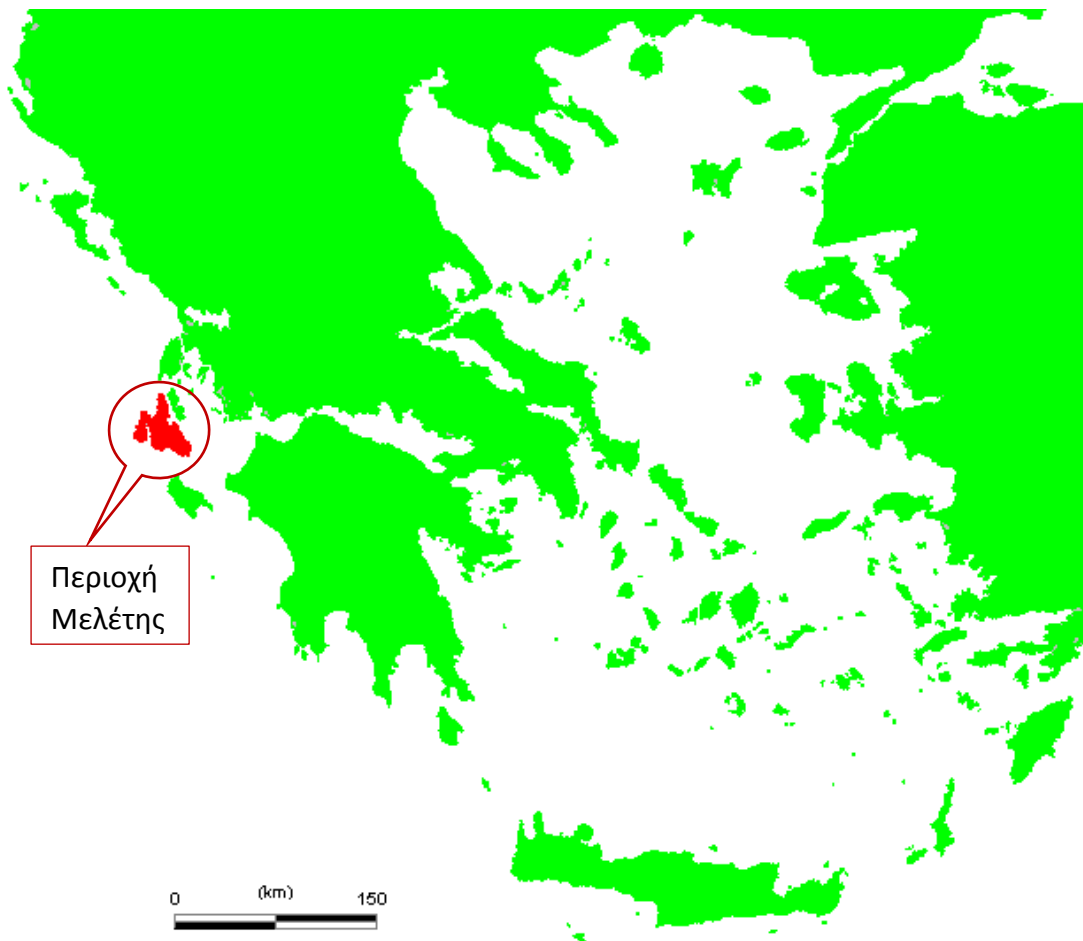
- Περιφερειακός Προγραμματισμός – Σχεδιασμός (Χωρική ανάλυση ανισοτήτων, διαχείριση ολοκληρωμένων αναπτυξιακών προγραμμάτων κ.α.)
- Αστικός Προγραμματισμός – Σχεδιασμός (χωρική ανάλυση αστικών περιοχών, δήμων, γειτονιών, κ.α.)
- Συγκοινωνίες – Μεταφορές (διαχείριση συστημάτων μεταφορών οδικών, ακτοπλοϊκών κ.α.)
- Τεχνική υποδομή (διαχείριση δικτύων ύδρευσης – αποχέτευσης, ενέργειας κ.α.)
- Περιβάλλον (διαχείριση οικοσυστημάτων, πολιτικές προστασίας και πρόληψης, κ.α.)
- Φορολογία (φορολογία ακίνητης περιουσίας κ.α.)
- Εκπαίδευση και Υγεία-Πρόνοια (πολιτική διαχείρισης παροχών εκπαίδευσης, υγείας-πρόνοιας, κ.α.)
- Πυροσβεστική, Δασική Υπηρεσία, Αστυνομία (πολιτικές πρόληψης και αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών, κ.α.)
- Ανάλυση Αγοράς (ανάλυση καταναλωτικής συμπεριφοράς, κ.α.)
- Αγορά Εργασίας (χωρική ανάλυση αγορών εργασίας, σύζευξη προσφοράς-ζήτησης, κ.α.)

(Κουτσόπουλος, 2005α)

3 Περιοχή Μελέτης

3.3 Γενικά στοιχεία

Η Κεφαλονιά (Κεφαλληνία) είναι το μεγαλύτερο και πιο ορεινό [νησί](#) των [Επτανήσων](#) και το τρίτο σε πληθυσμό μετά την Κέρκυρα και τη Ζάκυνθο. Βρίσκεται απέναντι από την είσοδο του [Πατραϊκού Κόλπου](#), βόρεια της [Ζακύνθου](#), νότια της [Λευκάδας](#) και δυτικά της [Ιθάκης](#). Απέχει από την Πάτρα 53 ν.μ. (2:30 ώρες) και από την Κυλλήνη 22,5 ν.μ. (1:15 ώρα).



Σχήμα 3.1: Γεωγραφική θέση της Κεφαλονιάς (Πηγή: [wikimedia.org](#))

Το νησί αποτελείται από 4 χερσονήσους : της Παλικής, της Ερίσου, της Λειβαθώς και της Άτρου. Στη μεγαλύτερή του έκταση είναι ορεινό, το ορεινότερο μάλιστα των Ιονίων νησιών με τα ψηλότερα βουνά. Οι άπειροι κόλποι και όρμοι του νησιού του έδωσαν το παράξενο σχήμα του και του χάρισαν ναυτική άνθηση από τα αρχαιότατα χρόνια. Οι ακτές της Κεφαλονιάς είναι βραχώδεις και σχηματίζουν πεντακάθαρες παραλίες με βότσαλα και άμμο.

Οι περισσότερες παραλίες της περιοχής έχουν ενταχθεί στο πρόγραμμα

παρακαλούθησης ποιότητας νερών κολύμβησης που οργανώθηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ και άλλους φορείς και στηρίζει το πρόγραμμα "Γαλάζιες σημαίες της Ευρώπης".

Πίνακας 3.1: Γεωγραφικά στοιχεία Κεφαλονιάς (Πηγή: Wikipedia)

Γεωγραφία	
Νησιωτικό σύμπλεγμα	Επτάνησα
Έκταση	734,014 km ²
Υψόμετρο	1.628 m
Υψηλότερη κορυφή	Μέγας Σωρός
Διοίκηση	
Περιφέρεια	Κεφαλληνίας
Νομός	Κεφαλληνίας
Πρωτεύουσα	Αργοστόλι (πόλη)

3.4 Μορφολογία

Μεγάλο μέρος της έκτασης του νησιού καταλαμβάνει η οροσειρά Αίνος χαρακτηρισμένη ως Εθνικός δρυμός με σημαντικότερες κορυφές:

- Μέγας Σωρός (1.628μ.)
- Αγία Δυνατή (1.131μ.),
- Ευμορφία (1.043μ.)
- Κόκκινη Ράχη (1.078μ.)

και σημαντικότερες πεδιάδες:

- της Κραναίας
- της χερσονήσου Παλικής
- του Αρακλείου
- της Σάμης

3.5 Κλίμα

Ο ΝΟΜΟΣ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ έχει γενικά εύκρατο κλίμα, δηλαδή ήπιους χειμώνες και δροσερά σχετικά καλοκαίρια. Σε μερικές ηπειρωτικές περιοχές του νησιού καμιά φορά σημειώνεται θερμοκρασία 40ο C ή και μεγαλύτερη. Τη περίοδο του χειμώνα ο παγετός εμφανίζεται σπάνια κι αυτό όχι σε μεγάλη έκταση. Ολικός παγετός για παράδειγμα δεν έχει σημειωθεί ποτέ. Η θερμοκρασία το φθινόπωρο είναι μεγαλύτερη από της Άνοιξης κι αυτό λόγω της μεγάλης συχνότητας των υφέσεων και των θερμών ανέμων κατά την εποχή αυτή. Στους 15,6ο C φθάνει το ετήσιο θερμομετρικό εύρος, με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο και θερμότερο τον Αύγουστο. Η υγρασία είναι σε υψηλά επίπεδα ιδίως κατά τη ψυχρή εποχή (πάνω από 70% από τον Οκτώβριο έως το Μάιο), εξαιτίας των υγρών νοτίων ανέμων οι οποίοι επικρατούν στη πλειοψηφία τους αυτή τη περίοδο. Ο Νομός Κεφαλληνίας έχει σχετικά μικρή νέφωση (3,5 της κλίμακας 0 – 10), ενώ αρκετά μεγάλος είναι ο αριθμός αιθρίων ημερών - 167 ετησίως, ενώ των νεφοσκεπών - 55 ετησίως. Η ηλιοφάνεια στη Κεφαλονιά είναι πλούσια όσο σε λίγες περιοχές της χώρας. Οι νότιοι άνεμοι παρουσιάζουν μεγάλη συχνότητα ιδίως κατά τη ψυχρή εποχή, με αποτέλεσμα να φέρνουν αρκετές βροχές. Αν και το ύψος της βροχής είναι 900 χλστ. τόσο στις πεδινές όσο και στις παράκτιες περιοχές, εντούτις σε περιοχές της βορειοανατολικής Κεφαλονιάς (στην ευρύτερη περιοχή της Ερίσου), βρέχει σπάνια...!!! Το χιόνι δεν είναι συχνό και εμφανίζεται μόνο από το Νοέμβριο - Φεβρουάριο. Συχνότερα από άλλες περιοχές της Ελλάδος συναντάμε χαλαζόπτωση, με τις μεγαλύτερες τιμές στους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο – ενώ το φαινόμενο είναι σπάνιο τους καλοκαιρινούς μήνες.

3.6 Πληθυσμιακά στοιχεία

Ο πληθυσμός της Κεφαλονιάς είναι 38.082 κάτοικοι σύμφωνα με την απογραφή του 2011. Η κατανομή των κατοίκων στην πρωτεύουσα και τις άλλες κωμοπόλεις και χωριά παρουσιάζεται παρακάτω:

- Αργοστόλι : 9.122 κατ.
- Ληξούρι : 3.741 κατ.
- Σάμη : 1.079 κατ.
- Πόρος : 940 κατ.
- Βαλσαμάτα : 917 κατ.
- Διλινάτα : 713 κατ.
- Σβορωνάτα: 664 κατ.
- Βλαχάτα : 582 κατ.
- Σκάλα : 523 κατ.
- Περατάτα : 514 κατ.

- Μεταξάτα : 493 κατ.
- Αθέρας : 217
- Φισκάρδο : 206 κατ.
- Άσσος : 65 κατ.
- Κονιδαράτα : 20 κατ.
- Φερεντινάτα : 191 κατ.

Πληθυσμιακά στοιχεία Κεφαλονιάς (Πηγή:Ελληνική Στατιστική Αρχή)

3.7 Οικιστικό δίκτυο

Έδρα του δήμου είναι το [Αργοστόλι](#), στην [ομώνυμη δημοτική ενότητα](#), ενώ οι υπόλοιπες ενότητες είναι: [Λειβαθός](#), [Ελειός-Πρόννοι](#), [Παλική](#), [Ομαλά](#), [Σάμη](#), [Έρισος](#), [Πύλαρος](#).

Όλα τα χωριά της Κεφαλονιάς ανήκουν στον ενιαίο καλλικρατικό δήμο Κεφαλονιάς, ο οποίος χωρίζεται σε οκτώ δημοτικές ενότητες, οι οποίες και ταυτίζονται με τους πρώην δήμους του νησιού.

Τα χωριά της Κεφαλονιάς, αριθμητικά, υπολογίζονται σε περισσότερα από 300, ενώ υπάρχει και η λαϊκή δοξασία πως μετρώνται σε 365 «ένα για κάθε μέρα του χρόνου». Κοινό χαρακτηριστικό των περισσότερων είναι η ονομασία, που καταλήγει σε «-άτα», κάτι που επίσης συναντάμε στα επώνυμα των ντόπιων.

Παραδοσιακοί Οικισμοί		
Έρισος		
<ul style="list-style-type: none"> • Άσσος • Φισκάρδο • Βαρύ • Καρυά • Κοθρέα • Κομιτάτα • Νεοχώρι 	<ul style="list-style-type: none"> • Μεσοβούνια • Πλαγιά • Τουλιάτα • Αγρυλιά • Μάγγανος • Χαλικερή • Τσελεντάτα 	<ul style="list-style-type: none"> • Κατσαράτα • Ευρετή • Παλιοστάρι • Ψιλιθριάς • Γερμενάτα • Βασιλικάδες • Κουλούμοι
Λειβαθώ		
<ul style="list-style-type: none"> • Κάστρο 		
<ul style="list-style-type: none"> • Σβορωνάτα 		
Παλική		
<ul style="list-style-type: none"> • Δαμουλιανάτα 		

• <u>Καμιναράτα</u>
• <u>Μονοπολάτα</u>
• <u>Κοντογενάδα</u>
• <u>Χαβριάτα</u>
• <u>Χαβδάτα</u>
• <u>Ρίφιο</u>
Πύλαρος
• <u>Δρακοπουλάτα</u>

Πίνακας 3.2: Παραδοσιακοί Οικισμοί Κεφαλονιάς (Πηγή: Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης Περιβάλλοντος & Ενέργειας)

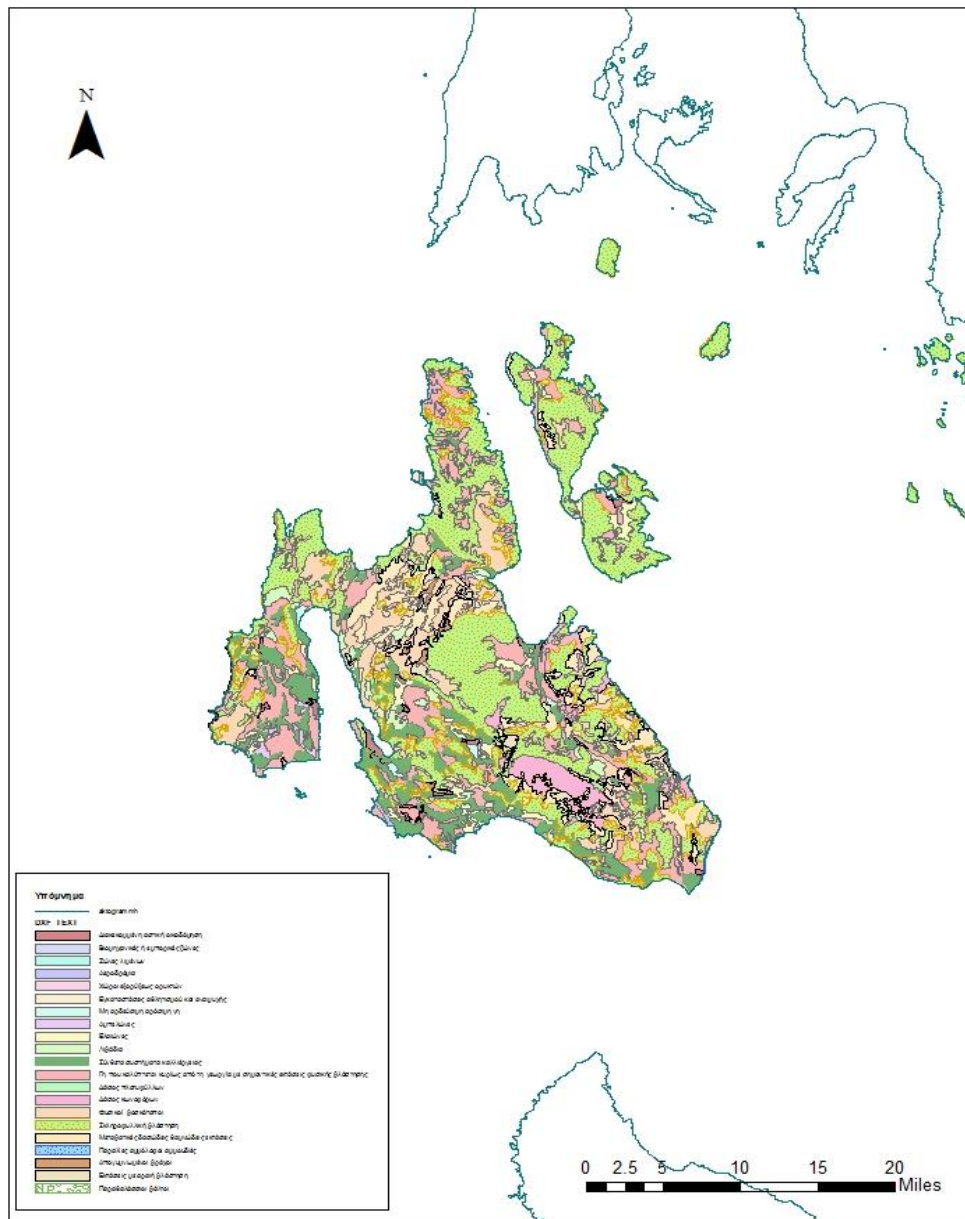
3.8 Χρήσεις γης

Οι κυριότερες χρήσεις γης για την Κεφαλονιά σύμφωνα με το Corine 2000 είναι:

- Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση
- Βιομηχανικές ή εμπορικές ζώνες
- Ζώνες λιμένων
- Αεροδρόμια
- Χώροι εξορύξεως ορυκτών
- Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής
- Μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη
- Αμπελώνες
- Ελαιώνες
- Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας
- Γη που καλύπτεται κυρίως από τη γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης
- Δάσος πλατυφύλλων
- Μεταβατικές δασώδεις θαμνώδεις εκτάσεις
- Σκληροφυλλική βλάστηση
- Δάσος κωνοφόρων
- Φυσικοί βοσκότοποι
- Παραθαλάσσιοι βάλτοι
- Εκτάσεις με αραιή βλάστηση

- Απογυμνωμένοι βράχοι
- Παραλίες αμμόλοφοι αμμουδιές

Στην συνέχεια φαίνεται ο χάρτης του Corine 2000 με τις χρήσεις γης της Κεφαλονιάς.

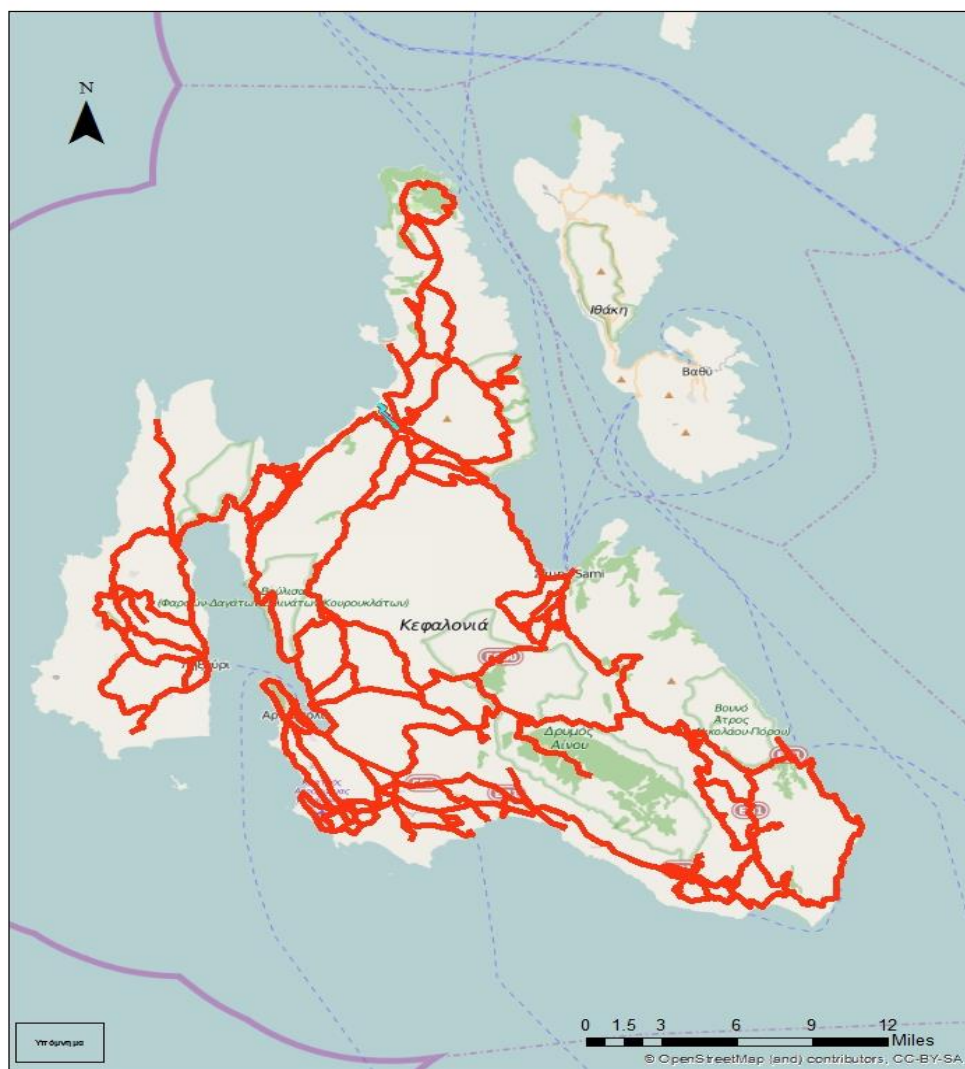


Σχήμα 3.2.: Χάρτης χρήσεων γης Corine 2000 (Πηγή: European Environment Agency)

3.9 Υποδομές – δίκτυα

3.9.1 Οδικό δίκτυο

Το οδικό δίκτυο της Κεφαλονιάς είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένο για την εξυπηρέτηση των μεταφορικών αναγκών των πολιτών, της γεωργίας, του εμπορίου και του τουρισμού.



Σχήμα 3.3: Οδικό Δίκτυο Κεφαλονιάς (Πηγή: OpenStreetMap)

3.9.2 Αεροδρόμιο

Το Διεθνές Αεροδρόμιο Κεφαλονιάς ιδρύθηκε και λειτούργησε το έτος 1971 σε απόσταση 8 χιλιομέτρων από την πρωτεύουσα του Νομού, το ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ.

Η λειτουργία του άρχισε με πτήσεις εσωτερικού (Κεφαλονία-Αθήνα-Κεφαλονία), οι οποίες γίνονταν με ελικοφόρα αεροσκάφη YS-11, σε περιορισμένης έκτασης εγκαταστάσεις υποδομής.

Στά χρόνια που μεσολάβησαν μέχρι σήμερα συντελέστηκε προοδευτικά ένα πολυεπίπεδο έργο ανάπτυξης και εκσυγχρονισμού του Αεροδρομίου, που το κατέστησε ικανό να παρέχει υψηλού επιπέδου αεροπορικές υπηρεσίες και διευκολύνσεις στην, με εντυπωσιακούς ρυθμούς, προοδευτικά αυξανόμενη κίνηση αεροσκαφών και επιβατικού κοινού.

Το Αεροδρόμιο διαθέτει σύγχρονες, πλήρως εξοπλισμένες κτιριακές εγκαταστάσεις εμβαδού 4,500 τ.μ., διάδρομο διαστάσεων 2,440 μ. Χ 45μ, δάπεδο στάθμευσης αεροσκαφών εμβαδού 23 στεμμάτων και πρόσθετο δάπεδο στάθμευσης ελαφρών αεροσκαφών εμβαδού 3,5 στρεμμάτων.

3.9.3 Λιμάνι

Στην περιοχή της Σάμης βρίσκεται το μεγαλύτερο λιμάνι του νησιού. Είναι από τα πιο ασφαλή λιμάνια καθώς είναι προστατευμένο από σχεδόν όλους τους ανέμους. Συνδέει ακτοπλοϊκά την Κεφαλονιά με την Πάτρα.

Το λιμάνι του Πόρου, νοτιότερα, εξυπηρετεί την γραμμή Κεφαλονιά-Κυλλήνη.

Άλλα λιμάνια του νησιού είναι αυτό του Φισκάρδου, του Αργοστολίου και του Ληξουρίου. Μέσω αυτών το νησί συνδέεται ακτοπλοϊκά με την Λευκάδα και την Ζάκυνθο.

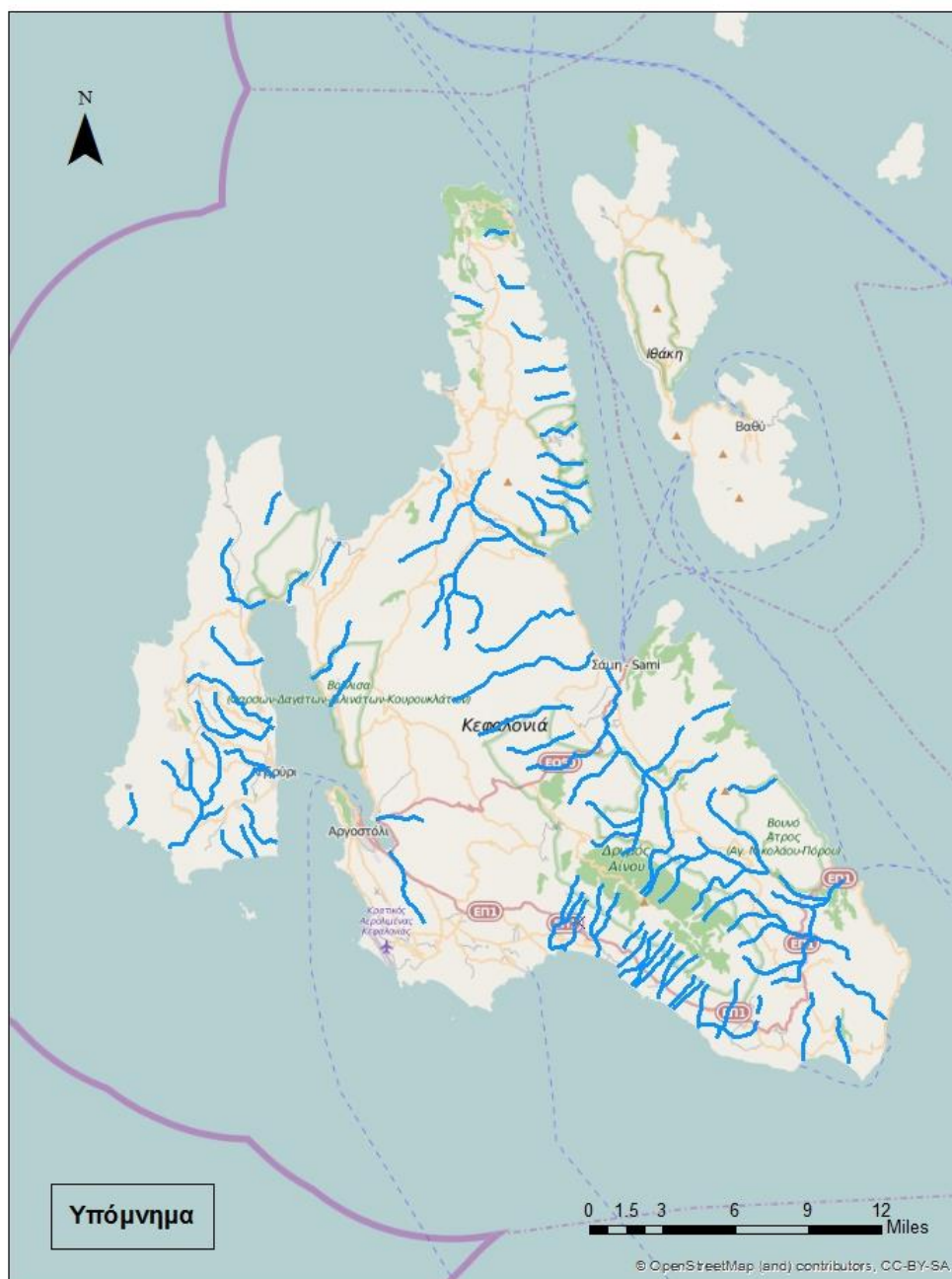
3.9.4 Διασυνδεδεμένα νησιά

Σύμφωνα με την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας η Κεφαλονιά ανήκει στα διασυνδεδεμένα νησιά όπως φαίνεται στον παρακάτω κατάλογο διασυνδεδεμένων νησιών: Σαμοθράκη, Θάσος, Αμολιανή, Σκιάθος, Σκόπελος, Αλόνησος, Άνδρος, Τήνος, Εύβοια, Κέα, Αίγινα Αγκίστρι, Πόρος, Ύδρα, Σπέτσες, Κύθηρα, Σαλαμίνα, Ελαφώνησος, Κέρκυρα, Παξοί, Αντίπαξοι, Λευκάδα, Μεγανήσι, Κάλαμος, Καστός, **Κεφαλονιά**, Ιθάκη και Ζάκυνθος.

3.9.5 Υδρογραφικό δίκτυο

Το υδρογραφικό δίκτυο της Κεφαλονιάς αποτελείται κυρίως από χειμάρρους. Το ανάγλυφο του νησιού είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον, διότι σε πολλές περιοχές του

νησιού σχηματίζονται ρεματιές και χείμαρροι , οι οποίοι σε καλά υδρολογικά έτη ρέουν καθ' όλη τη διάρκειά του. Στον παρακάτω χάρτη παρουσιάζεται το υδρογραφικό δίκτυο Κεφαλονιάς.



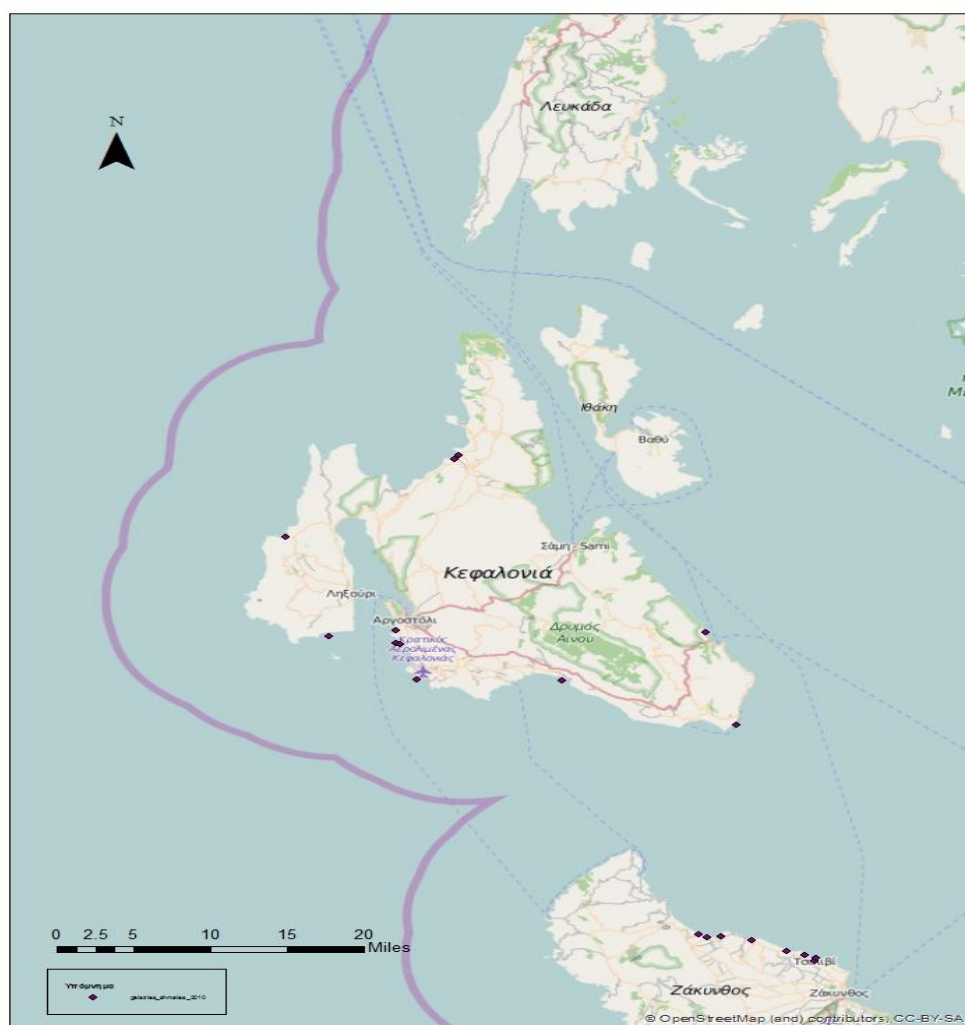
Σχήμα 3.4: Υδρογραφικό δίκτυο Κεφαλονιάς

3.9.6 Ακτές κολύμβησης

Η Κεφαλονιά έχει ένα μεγάλο αριθμό παραλιών. Κάποιες από αυτές είναι ενταγμένες στο πρόγραμμα παρακολούθησης των ακτών κολύμβησης του Υπουργείου Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος & Ενέργειας.

Στόχος του Προγράμματος αυτού είναι η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας των λουομένων, η συμμόρφωση με την Οδηγία 76/160/ΕΟΚ και η σταδιακή αντικατάστασή της από την Οδηγία 2006/7/ΕΚ μέχρι το 2014, η οποία έχει εκδοθεί και ενσωματωθεί στο Εθνικό Δίκαιο και υιοθετεί νέους μικροβιολογικούς δείκτες.

Το «Πρόγραμμα» επαναλαμβάνεται κάθε έτος κατά τη διάρκεια της κολυμβητικής περιόδου, από το Μάιο έως τον Οκτώβρη και τα αποτελέσματά του καθώς και η ετήσια έκθεση παρακολούθησης κοινοποιούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση.



Σχήμα 3.5: Δίκτυο παρακολούθησης ακτών κολύμβησης (Πηγή: geodata.gov.gr)

Το Πρόγραμμα “ΓΑΛΑΖΙΕΣ ΣΗΜΑΙΕΣ” αποτελεί πρωτοβουλία της διεθνούς οργάνωσης FEE (Foundation for Environmental Education), που στην Ελλάδα εκπροσωπείται από την Ελληνική Εταιρία Προστασίας της Φύσης (ΕΕΠΦ). Η Ελληνική Εταιρία Προστασίας της Φύσης συνεργάζεται με το ΥΠΕΚΑ και ειδικότερα κάνει χρήση των επίσημων δημοσιοποιημένων αποτελεσμάτων του προγράμματος παρακολούθησης της ΕΓΥ για τη συμμετοχή των ενδιαφερόμενων φορέων διαχείρισης των ακτών στο διεθνές εθελοντικό πρόγραμμα “ΓΑΛΑΖΙΕΣ ΣΗΜΑΙΕΣ” (“BLUE FLAGS”). Οι παραλίες με γαλάζιες σημαίες της Κεφαλονιάς είναι οι παρακάτω:

- Πετανοί
- Πλατύς Γιαλός
- Μακρύς Γιαλός
- Άβυθος
- Λουρδάς
- Άμμες
- Σκάλα
- Αράγια Πόρου
- Μύρτος
- Ξι
- Αγ. Βαρβάρα/Κατελειός
- Αντίσαμος

3.10 Ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά – Προστατευόμενες περιοχές

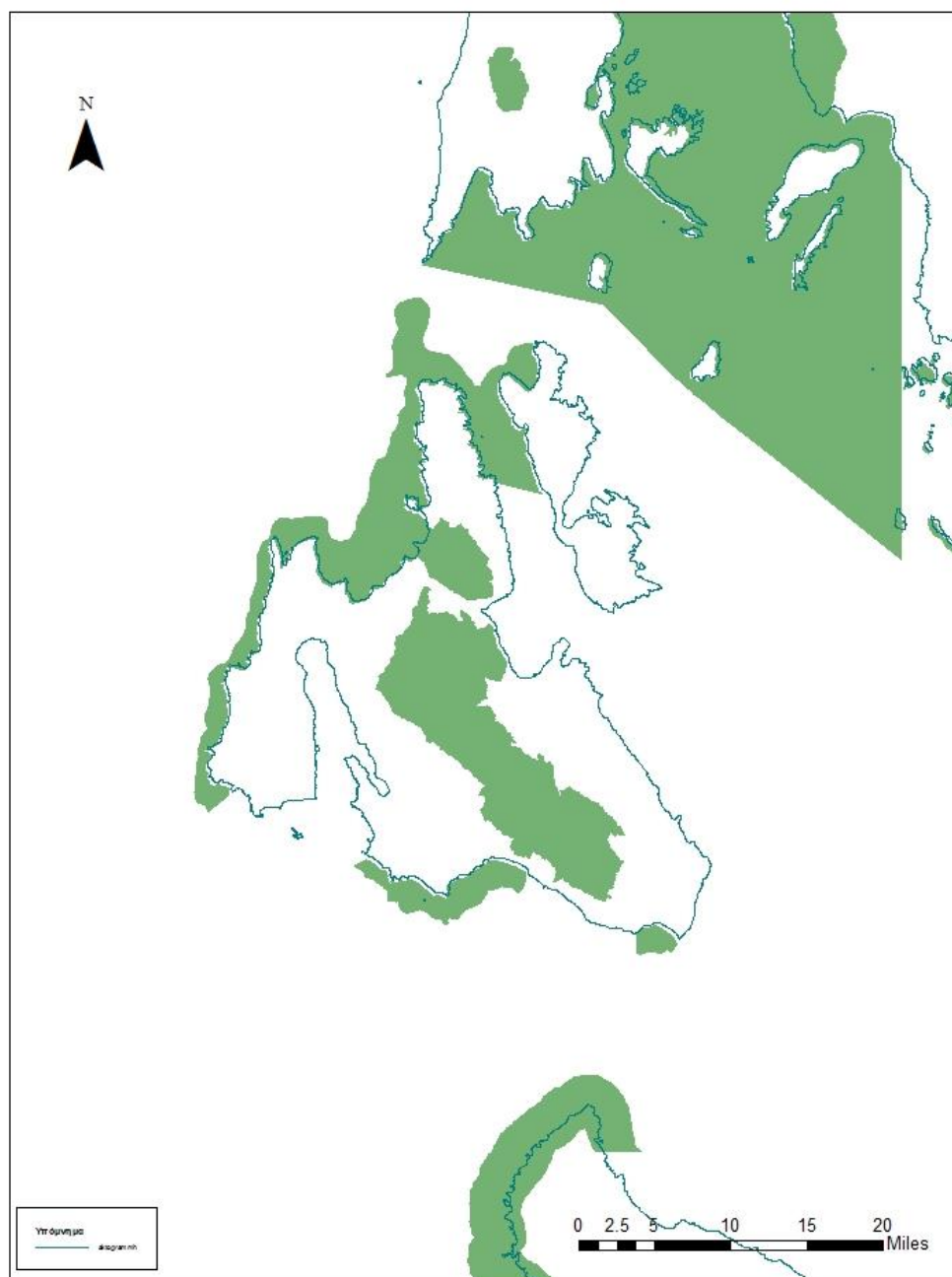
Το Δίκτυο Natura 2000 αποτελεί ένα Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο περιοχών, οι οποίες φιλοξενούν φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτόπους ειδών που είναι σημαντικοί σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Αποτελείται από δύο κατηγορίες περιοχών:

- τις «Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)» (Special Protection Areas - SPA) για την Ορνιθοπανίδα, όπως ορίζονται στην Οδηγία 79/409/ΕΚ «για τη διατήρηση των άγριων πτηνών»
- τους «Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ)» (Sites of Community Importance – SCI) όπως ορίζονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Για τον προσδιορισμό των ΤΚΣ λαμβάνονται υπόψη οι τύποι οικοτόπων και τα είδη των Παραρτημάτων I και II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ καθώς και τα κριτήρια του Παραρτήματος III αυτής.

Στο νησί της Κεφαλονιάς υπάρχουν έξι τέτοιες περιοχές όπως φαίνονται στον πίνακα και στον χάρτη παρακάτω:

Περιοχές δικτύου natura 2000 Κεφαλονιάς		
Κωδικός	Όνομασία Τόπου	Έκταση (ha)
GR2220001	ΚΑΛΟΝ ΟΡΟΣ ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ	2566,19
GR2220002	ΕΘΝΙΚΟΣ ΔΡΥΜΟΣ ΑΙΝΟΥ	2779,43
GR2220003	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΑΡΧΙΠΕΛΑΓΟΣ ΙΟΝΙΟΥ (ΜΕΓΑΝΗΣΙ, ΑΡΚΟΥΔΙ, ΑΤΟΚΟΣ, ΒΡΩΜΟΝΑΣ)	88333,27
GR2220004	ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ ΑΠΟ ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ ΕΩΣ ΒΛΑΧΑΤΑ (ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑ) ΚΑΙ ΟΡΜΟΣ ΜΟΥΝΤΑ	3736,16
GR2220005	ΔΥΤΙΚΕΣ ΑΚΤΕΣ ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ - ΣΤΕΝΟ ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ ΙΘΑΚΗΣ - ΒΟΡΕΙΑ ΙΘΑΚΗ (ΑΚΡΟΤΗΡΙΟ ΓΕΡΟ ΓΚΟΜΠΟΣ - ΔΡΑΚΟΥ ΠΗΔΗΜΑ - ΚΕΝΤΡΙ - ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ)	18742,55
GR2220006	ΚΕΦΑΛΟΝΙΑ: ΑΙΝΟΣ, ΑΓΙΑ ΔΥΝΑΤΗ ΚΑΙ ΚΑΛΟΝ ΟΡΟΣ	20715,15

Πίνακας 3.3: Περιοχές δικτύου Natura 2000 στην Κεφαλονιά(Πηγή:kefaloniapress.gr)



Σχήμα 3.6: Περιοχές δικτύου Natura 2000 στην Κεφαλονιά (Πηγή:Natura 2000)

3.11 Αρχαιολογικοί χώροι – Μνημεία – Ιερές Μονές

3.11.1 [Μονη Αγίου Γερασιμου](#)

Η εκκλησία του Αγίου Γερασίμου, προστάτη της **Κεφαλονιάς**, είναι η τρίτη μεγαλύτερη στην Ελλάδα ενώ τα έργα της αγιογράφησης του εσωτερικού της συνεχίζονται.

3.11.2 [Αρχαιολογικό Μουσείο Κεφαλονιας](#)

Το Αρχαιολογικό Μουσείο Κεφαλονιάς φιλοξενεί ευρήματα από ανασκαφές σε διάφορα σημεία της **Κεφαλονιάς**, από την παλαιολιθική εποχή έως και την Ρωμαϊκή.

3.11.3 [Λαογραφικά Μουσεία](#)

Υπάρχουν τρία λαογραφικά μουσεία στην **Κεφαλονιά**, ένα στο Αργοστόλι, ένα στον Άγιο Δημήτριο στο ποτάμι και ένα στα Καμιναράτα Παλικής.

3.11.4 [Εκκλησιαστικό Βυζαντινό Μουσείο](#)

Το μουσείο φιλοξενεί εικόνες και ξυλόγλυπτα από εκκλησίες της **Κεφαλονιάς** που ερημώθηκαν με τους σεισμούς του 1953.

3.11.5 [Μουσείο Φυσικής Ιστορίας](#)

Το μουσείο παρέχει πολλές πληροφορίες για την **Κεφαλονιά**, όπως την Κεφαλληνιακή Ελάτη, τα άγρια άλογα του Αίνου, τα παράξενα γεωλογικά φαινόμενα του νησιού, κτλ.

3.11.6 [Σπήλαιο Μελισσανης](#)

Το Σπήλαιο Μελισσάνης είναι το πιο γνωστό σπήλαιο της **Κεφαλονιάς** και ένα από τα εντυπωσιακότερα λιμνοσπήλαια στην Ελλάδα.

3.11.7 [Σπήλαιο Δρογκαράτης](#)

Το 2ο πιο αξιόλογο σπήλαιο της **Κεφαλονιάς** είναι το Σπήλαιο Δρογκαράτης. Έχει εξαιρετική ακουστική και για αυτό πραγματοποιούνται συχνά συναυλίες.

3.11.8 [Κουνοπετρα](#)

Στο νοτιοδυτικό άκρο της **Κεφαλονιάς** βρίσκεται η περίφημη Κουνόπετρα, που παλλόταν ρυθμικά και ασταμάτητα μέχρι τους σεισμούς του 1953.

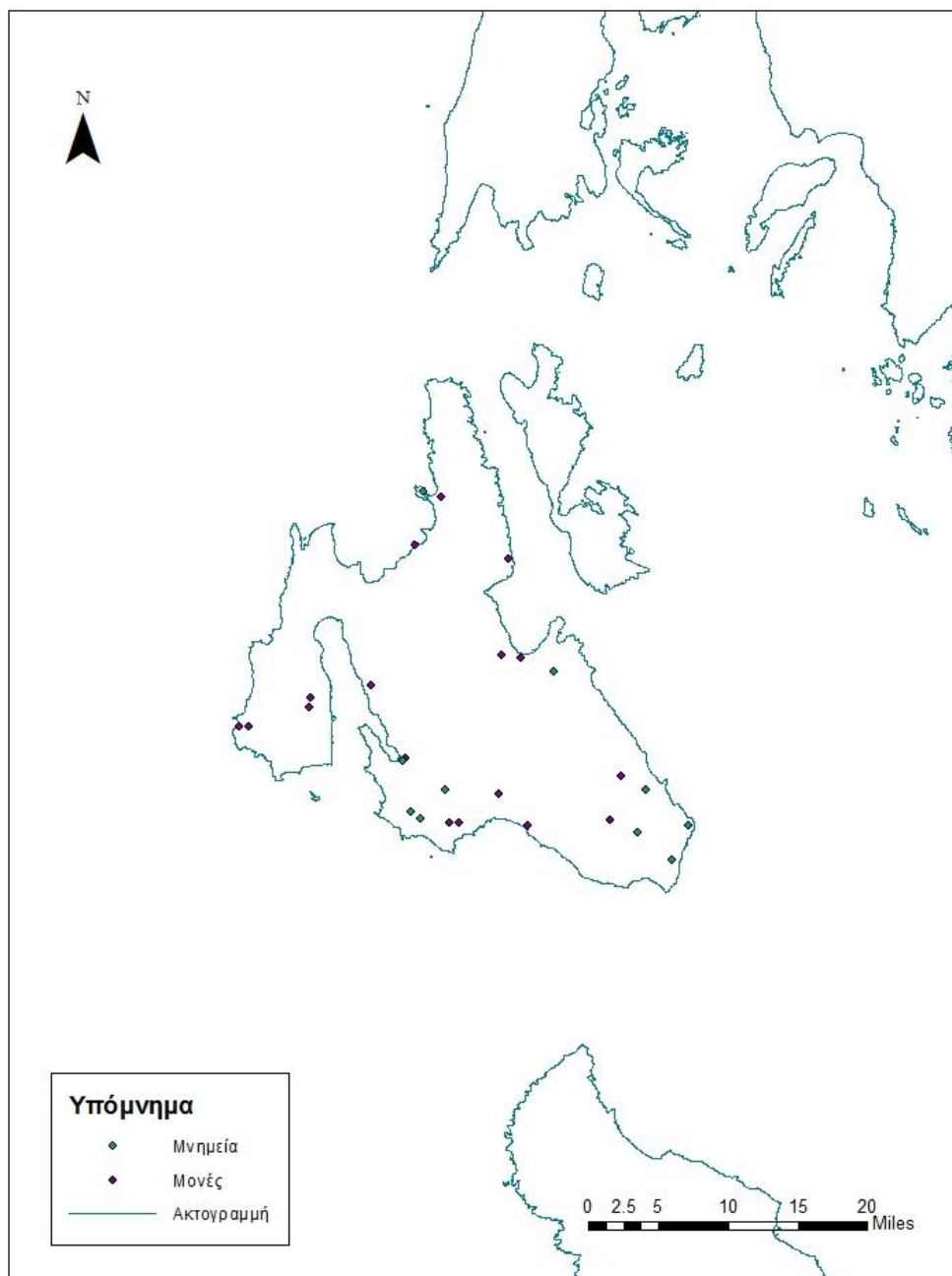
3.11.9 [Καταβοθρες](#)

3.11.10

Οι Καταβόθρες είναι το σημείο όπου το νερό της θάλασσας χάνεται και φτάνει μετά από μερικές μέρες στην άλλη πλευρά της **Κεφαλονιάς**, ταξιδεύοντας κάτω από το νησί.

3.11.11 [Μονη Κηπουραιων](#)

Η Μονή Κηπουραίων βρίσκεται στην Παλική, και κρέμεται πάνω σε έναν βράχο 100 μέτρα πάνω από την θάλασσα.

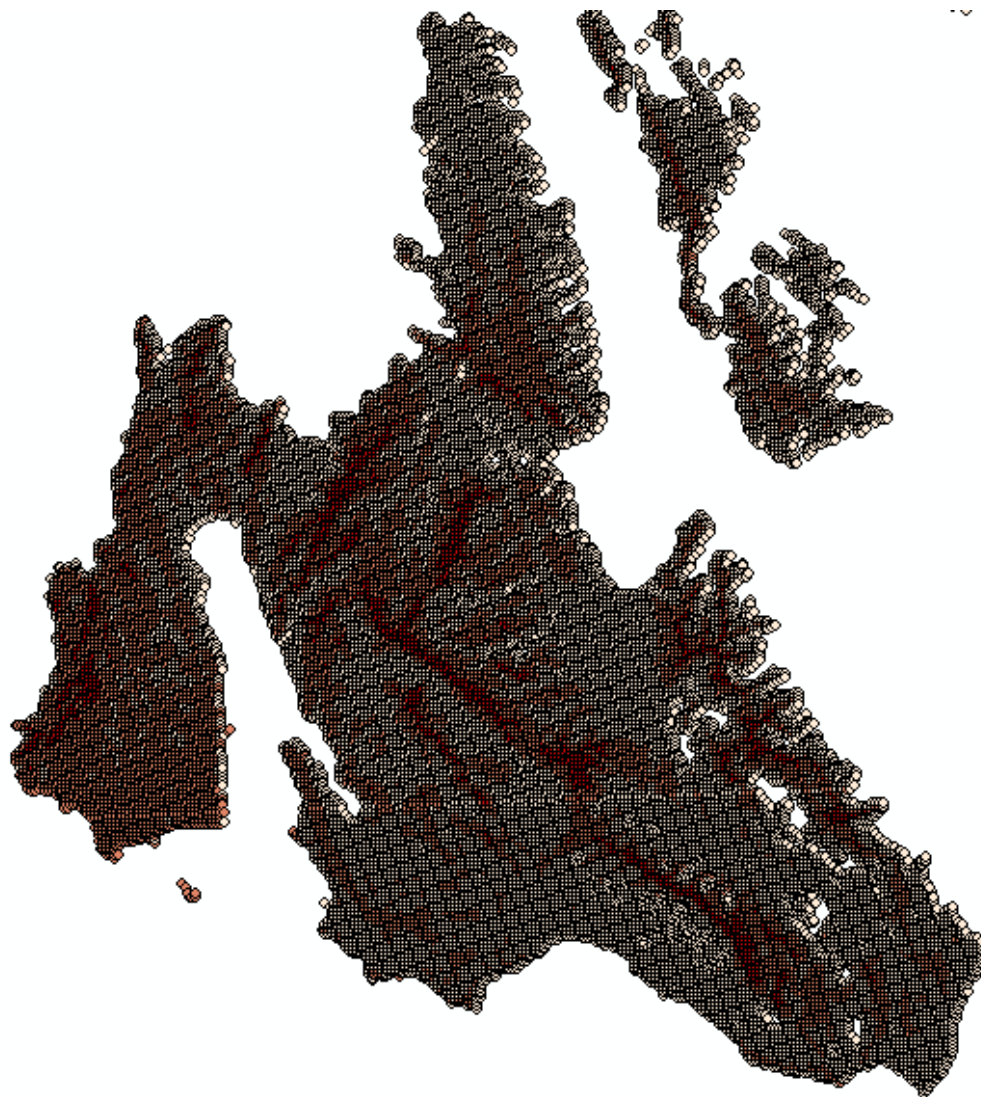


Σχήμα 3.9: Θέσεις αρχαίων μνημείων και ιερών μονών.

3.12 Αιολικό δυναμικό

Χρησιμοποιώντας δεδομένα από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) έγινε παραγωγή του αιολικού χάρτη Κεφαλονιάς. Χρησιμοποιήθηκαν ανεμολογικά δεδομένα για ύψος 80 m από την επιφάνεια του εδάφους που είναι και το σύνηθες ύψος της τυπικής ανεμογεννήτριας.

Παρατηρώντας το χάρτη που ακολουθεί, προκύπτει ότι η Κεφαλονιά διαθέτει σχετικά υψηλό αιολικό δυναμικό αφού η χαμηλότερη τιμή της ταχύτητας του ανέμου είναι τα 4,17 m/s και η ψηλότερη 14 m/s. Η ελάχιστη ταχύτητα που απαιτείται για να είναι λειτουργικό ένα αιολικό πάρκο είναι τα 4 m/s. Αυτό σημαίνει ότι από άποψη αιολικού δυναμικού όλο το νησί είναι κατάλληλο για εγκατάσταση ανεμογεννητριών.



Σχήμα 3.7: Αιολικό Δυναμικό Κεφαλονιάς (Πηγή: Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας)

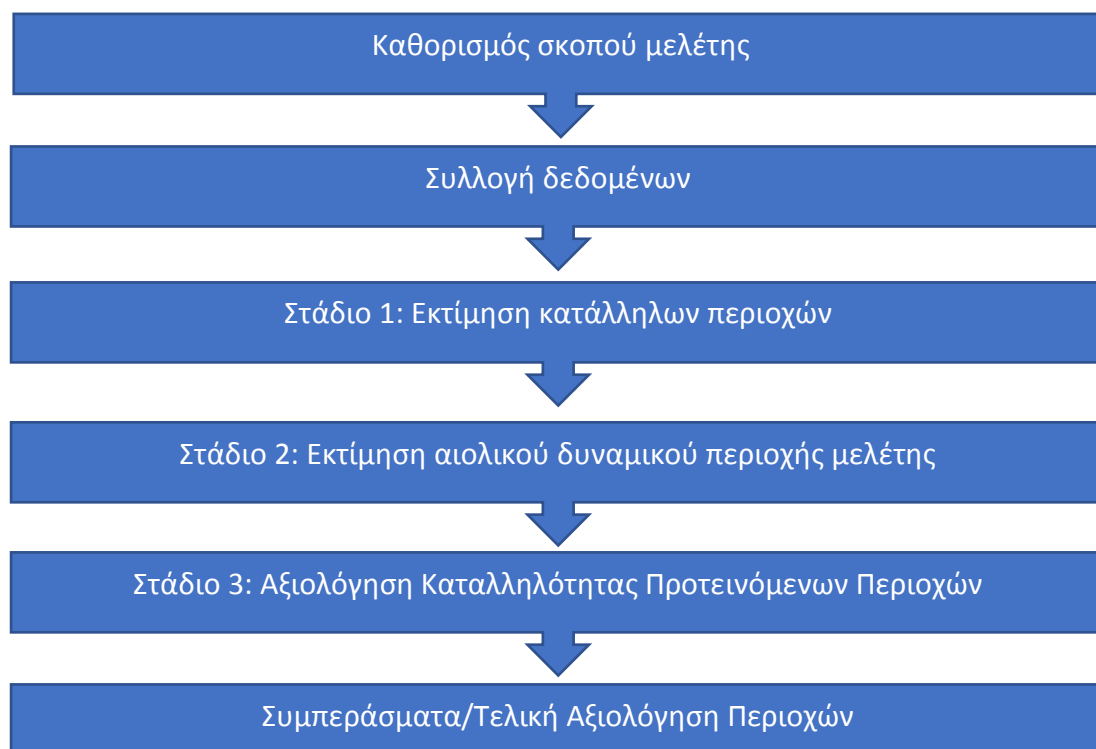
4 Μεθοδολογία

4.3 Γενικό περίγραμμα μεθοδολογίας

Στην συγκεκριμένη εργασία στόχος είναι η εξεύρεση των περιοχών οι οποίες είναι κατάλληλες για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς και τα κριτήρια που θέτει το Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Με την εξεύρεση των καταλληλότερων περιοχών μπορεί να γίνει και η εκτίμηση του συνολικού αιολικού δυναμικού της περιοχής μελέτης.

Στο πρώτο στάδιο της εφαρμογής γίνεται ο καθορισμός των απλών κριτηρίων τα οποία θέτει η νομοθεσία ώστε να εξευρεθούν οι περιοχές στις οποίες επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικού πάρκου. Στη συνέχεια, στο δεύτερο στάδιο γίνεται η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού των τελικών προτεινόμενων περιοχών του πρώτου σταδίου. Στο τελευταίο στάδιο γίνεται η αξιολόγηση των τελικών αυτών περιοχών.

Το γενικό περίγραμμα της μεθοδολογίας με τα επιμέρους στάδια της διαδικασίας παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Σχήμα 4.1: Μεθοδολογικό πλαίσιο μελέτης

4.4 Στάδιο 1 : Εκτίμηση κατάλληλων περιοχών

Στο στάδιο αυτό έγινε ο καθορισμός των απλών κριτηρίων ώστε να εκτιμηθούν οι κατάλληλες περιοχές. Τα κριτήρια διαχωρίζονται σε πέντε βασικές κατηγορίες:

- Περιβαλλοντικά
- Οικιστικά
- Δικτύων Υποδομών
- Πολιτιστικά
- Λειτουργικά/Οικονομικά

Για την εξεύρεση των κατάλληλων θέσεων για την εγκατάσταση των αιολικών πάρκων, προσδιορίστηκαν οι περιοχές που αποκλείονται είτε για πρακτικούς λόγους, είτε για λόγους ασφαλείας. Δημιουργούνται έτσι οι ζώνες αποκλεισμού που εξυπηρετούν κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες. Για περιβαλλοντικούς σκοπούς, δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού για προστατευόμενες περιοχές που είναι ενταγμένες στο δίκτυο Natura 2000, ποταμούς και από ακτές κολύμβησης. Για τα οικιστικά κριτήρια δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού γύρω από κατοικημένες περιοχές, εξυπηρετώντας κυρίως λόγους ασφαλείας ενώ για τα πολιτιστικά κριτήρια δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού γύρω από αρχαιολογικά μνημεία και τόπους πολιτιστικής κληρονομιάς. Για τα κριτήρια δικτύων και υποδομών δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού γύρω από το οδικό δίκτυο και από αεροδρόμια εξυπηρετώντας λόγους ασφαλείας. Όσον αφορά το δίκτυο ηλεκτροδότησης αποκλείστηκε μια περιοχή ασφαλείας περιμετρικά από αυτό. Οι ζώνες αποκλεισμού δημιουργήθηκαν βάση του εργαλείου *Buffer* του ArcMap 10.

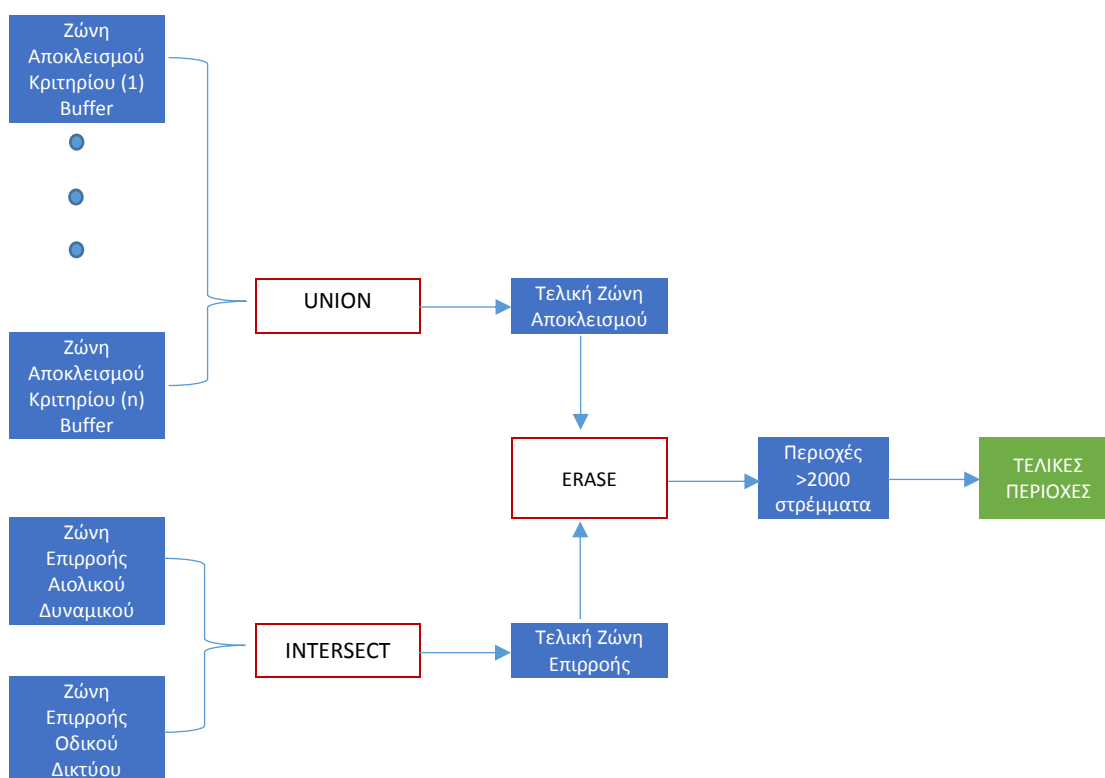
Στην συνέχεια έγινε η ένωση των παραπάνω ζωνών αποκλεισμού που αφορούν το κάθε κριτήριο με το εργαλείο *Union* του ArcMap 10, παράγοντας μια τελική ζώνη αποκλεισμού στις περιοχές που είναι ακατάλληλες για εγκατάσταση αιολικού πάρκου.

Έπειτα, έγινε η δημιουργία των ζωνών επιρροής που αφορούσαν το αιολικό δυναμικό και την προσβασιμότητα στο οδικό δίκτυο. Επειδή στην Κεφαλονιά υπάρχει δίκτυο μέσης τάσης θεωρήθηκε ότι οι επιθυμητές περιοχές/θέσεις θα πρέπει να απέχουν το πολύ δέκα χιλιόμετρα από αυτό. Για να είναι βιώσιμο ένα αιολικό πάρκο χρειάζονται ταχύτητες ανέμων μεγαλύτερες των 4 m/s. Χρησιμοποιώντας δεδομένα από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας δημιουργήθηκε ο χάρτης αιολικού δυναμικού. Από τον χάρτη αυτό φαίνεται ότι η μικρότερη ταχύτητα ανέμου στην Κεφαλονιά είναι 4,17 m/s. Στα πλαίσια της εργασίας και για να πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα από άποψη αιολικού δυναμικού λήφθηκαν υπόψη μόνο οι περιοχές με ταχύτητα μεγαλύτερη των 6m/s.

Η τομή αυτών των περιορισμών με το εργαλείο *Intersect* του ArcMap 10, δημιουργεί την τελική ζώνη επιρροής. Από την αφαίρεση των ζωνών αποκλεισμού από τις ζώνες επιρροής εξάγονται οι τελικές προτεινόμενες περιοχές που είναι κατάλληλες για την

χωροθέτηση αιολικού πάρκου. Η αφαίρεση έγινε με το εργαλείο *Erase* του ArcMap 10.

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης επιλέχθηκαν μόνο οι περιοχές που είναι μεγαλύτερες από 2000 στρέμματα που προκύπτει από τη φέρουσα ικανότητα για τις νησιωτικές περιοχές σύμφωνα με το Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ (0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες / 1000 στρέμματα). Η επιλογή των περιοχών που είναι μεγαλύτερες από 2000 στρέμματα έγινε με την εντολή *Calculate Areas* αφού υπολογίστηκαν αρχικά τα εμβαδά όλων των περιοχών και επιλέχθηκαν τελικά αυτά που πληρούν τον περιορισμό.



Σχήμα 4.2: Διάγραμμα ροής πρώτου σταδίου

4.5 Στάδιο δεύτερο: Εκτίμηση Αιολικού Δυναμικού περιοχής μελέτης

Μετά την εξαγωγή των τελικών περιοχών που είναι κατάλληλες για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών έγινε η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού της Κεφαλονιάς. Αυτό έγινε λαμβάνοντας υπόψη στους υπολογισμούς την τυπική ανεμογεννήτρια. Σύμφωνα με το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ως τυπική ανεμογεννήτρια (Α/Γ) ή ισοδύναμη αυτής θεωρείται η ανεμογεννήτρια με διάμετρο ρότορα $D=85$ m.

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης Α/Γ προκύπτει από τον τύπο $(N_{ισ}) = D / D_{τ}$, (όπου $N_{ισ}$ είναι ο ισοδύναμος αριθμός τυπικών Α/Γ, D η διάμετρος του ρότορα της εγκατεστημένης Α/Γ και $D_{τ}$ η διάμετρος του ρότορα της τυπικής Α/Γ).

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω για τον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού των Κυθήρων στην συγκεκριμένη εργασία θεωρήθηκε η τυπική ανεμογεννήτρια με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Πίνακας 4.1: Χαρακτηριστικά Τυπικής Ανεμογεννήτριας

Χαρακτηριστικά Τυπικής Ανεμογεννήτριας	
Διάμετρος ρότορα	85 m
Ύψος Πύργου	80 m
Ονομαστική Ισχύς	2 MW
Ονομαστική ταχύτητα ανέμου	12 m/s
Εύρος λειτουργίας	3 - 22 m/s

Χρησιμοποιώντας λοιπόν τα παραπάνω χαρακτηριστικά τυπικής ανεμογεννήτριας σε συνδυασμό με τον περιορισμό που ισχύει για τον νησιωτικό χώρο από το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έγινε η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού των Κυθήρων. Σύμφωνα με τον περιορισμό αυτό η μέγιστη φέρουσα ικανότητα ανεμογεννητριών για τον νησιωτικό χώρο είναι 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες/1000 στρέμματα.

5 Εφαρμογή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο ώστε να εξευρεθούν οι περιοχές που είναι κατάλληλες για χωροθέτηση αιολικών πάρκων στην Κεφαλονιά. Αυτό έγινε με την χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του λογισμικού ArcMap 10. Επίσης, όλοι οι χάρτες είναι στο παγκόσμιο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς WGS 1984.

5.3 Καθορισμός κριτηρίων

Για την εφαρμογή της χωροθέτησης αιολικών πάρκων στο νησί της Κεφαλονιάς, τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν επιλέχθηκαν με βάση το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, το οποίο υποδεικνύει τις κατευθύνσεις του χωροταξικού σχεδιασμού των αιολικών πάρκων.

Κατά την εφαρμογή, χρησιμοποιούνται κριτήρια τα οποία επηρεάζουν την λήψη της απόφασης στην συγκεκριμένη περιοχή μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, στην Κεφαλονιά υπάρχει ο εθνικός δρυμός του Αίνου, ο οποίος αποτέλεσε περιοχή αποκλεισμού. Ακόμα, δεν υπάρχουν κηρυγμένα μνημεία της φύσης για να ληφθούν υπόψη.

Επιπρόσθετα, το νησί διαθέτει δίκτυο μέσης τάσης από το οποίο οι θέσεις των ανεμογεννητριών θα πρέπει να απέχουν το πολύ 10χλμ., λειτουργικό κριτήριο το οποίο διαμόρφωσε μια ζώνη επιρροής.

Όσον αφορά τις περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων, τους τουριστικούς λιμένες, τα θεματικά πάρκα και στα λοιπά τουριστικά καταλύματα και εγκαταστάσεις, αυτά δεν συνυπολογίστηκαν κατά τη διαδικασία χωροθέτησης καθώς θεωρήθηκε ότι θα ληφθούν υπόψη από την εκάστοτε Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για κάθε μεμονωμένη εγκατάσταση.

Τέλος στο ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ δεν δίνονται συγκεκριμένες κατευθύνσεις για το αιολικό δυναμικό, αφού αυτό εξαρτάται όχι μόνο από την μέση ταχύτητα του ανέμου αλλά και από πολλές άλλες παραμέτρους. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, ωστόσο, θεωρήθηκε απαραίτητο να ληφθεί υπόψη η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας του ανέμου με βάση τα στοιχεία του ΚΑΠΕ γιατί αποτελεί το κριτήριο με τη μεγαλύτερη βαρύτητα για τη βιωσιμότητα της εγκατάστασης. Τα κριτήρια μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

5.3.1 Περιβαλλοντικά Κριτήρια

Αυτά τα κριτήρια λαμβάνουν υπόψη τις διάφορες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που θα έχουν οι αιολικές εγκαταστάσεις στο φυσικό περιβάλλον της ευρύτερης περιοχής. Τα κριτήρια που αφορούν τις προστατευόμενες περιοχές ορνιθοπανίδας (ΖΕΠ), τις περιοχές Natura 2000 καθώς και τις ακτές κολύμβησης που παρακολουθούνται από πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης. Για τα κριτήρια που αφορούν το υδρογραφικό δίκτυο (ποταμοί), το χωροταξικό πλαίσιο δεν ορίζει μια συγκεκριμένη ζώνη αποκλεισμού αλλά θεωρήθηκε ορθό να επιλεγεί μια λογική ζώνη αποκλεισμού για περιβαλλοντικούς σκοπούς.

Κριτήριο 1^ο, 2^ο: *Προστατευόμενες Περιοχές (Τόποι Κοινοτικής Σημασίας), Ζώνες Ειδικής Προστασίας*

Θα πρέπει οι προτεινόμενες περιοχές να μην βρίσκονται μέσα σε περιοχές που έχουν ενταχθεί στο δίκτυο Natura 2000 ως Τόποι Κοινοτικής Σημασίας. Επίσης, θα πρέπει οι προτεινόμενες περιοχές να μη βρίσκονται εντός καθορισμένης Ζώνης Ειδικής Προστασίας ορνιθοπανίδας (ΖΕΠ).

Κριτήριο 3^ο: *Ακτές κολύμβησης*

Οι προτεινόμενες περιοχές θα πρέπει να απέχουν 1.500 m , από της ακτές κολύμβησης που παρακολουθούνται από το ΥΠΕΚΑ.

Κριτήριο 4^ο: *Υδρογραφικό δίκτυο*

Οι προτεινόμενες περιοχές πρέπει να απέχουν 150 m από ποταμούς.

5.3.2 Πολιτιστικά Κριτήρια

Στα πολιτιστικά κριτήρια ανήκουν όλοι οι αρχαιολογικοί χώροι, καθώς και μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς.

Κριτήριο 5^ο: *Αρχαιολογικοί Χώροι – Πολιτιστικά Μνημεία*

Τα αιολικά πάρκα πρέπει να χωροθετούνται σε απόσταση μεγαλύτερη των 500 m από ζώνη απολύτου προστασίας, λοιπών αρχαιολογικών χώρων και Κηρυγμένων Πολιτιστικών Χώρων όπως αυτά καθορίζονται από το Υπουργείο Πολιτισμού.

5.3.3 Οικιστικά Κριτήρια

Τα κριτήρια αυτά αφορούν τους περιορισμούς χωροθέτησης Αιολικών εγκαταστάσεων με βάση τα διάφορα είδη οικισμών (οικισμοί < 2000 κατοίκων, παραδοσιακοί οικισμοί, λοιποί οικισμοί) και τα μοναστηριακά συγκροτήματα.

Κριτήριο 6^ο: *Οικισμοί < 2000 κατοίκων*

Οι ελάχιστες αποστάσεις εγκατάστασης αιολικών από οικιστικές δραστηριότητες σύμφωνα με το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ πρέπει να είναι 1.000 m από τα όρια οικισμού < 2000 κατοίκων.

Κριτήριο 7^ο: *Παραδοσιακοί Οικισμοί*

Για τους παραδοσιακούς οικισμούς το χωροταξικό πλαίσιο ορίζει ως ελάχιστη απόσταση τα 1500 m από το όριο του οικισμού.

Κριτήριο 8^ο, 9^ο : *Λοιποί οικισμοί, Ιερές Μονές*

Για τους υπόλοιπους οικισμούς η ελάχιστη απόσταση είναι τα 500 m από τα όρια του οικισμού. Το ίδιο όριο ισχύει και για την ελάχιστη απόσταση από τα όρια της Μονής.

5.3.4 Κριτήρια δικτύων και υποδομών

Κριτήριο 10^ο: *Οδικό δίκτυο*

Η ελάχιστη απόσταση ασφαλείας σύμφωνα με το Χωροταξικό Πλαίσιο είναι $1,5 \cdot d$ όπου d η διάμετρος της ανεμογεννήτριας. Στην παρούσα διπλωματική όπως έχει αναφερθεί χρησιμοποιήθηκε ως ανεμογεννήτρια αναφοράς η τυπική ανεμογεννήτρια ($d = 85$ m). Άρα η απόσταση αυτή λήφθηκε 130 m.

5.3.5 Κριτήρια παραγωγικών δραστηριοτήτων

Σε αυτή την κατηγορία κριτηρίων ανήκουν η αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, αρδευόμενες εκτάσεις και η μεταλλευτικές – εξορυκτικές ζώνες. Για τον καθορισμό αυτών των περιοχών χρησιμοποιήθηκε ο χάρτης των χρήσεων γης του Corine 2000.

Πιο συγκεκριμένα, στη παρούσα εργασία ως αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας θεωρήθηκαν τα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας, οι ελαιώνες και οι αμπελώνες.

Κριτήριο 11^ο, 12^ο : *Ελαιώνες, Σύνθετα Συστήματα Καλλιέργειας*

Η ελάχιστη απόσταση ασφαλείας από τους ελαιώνες, τους αμπελώνες και τα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας είναι 1,5*d, δηλαδή τα 130 m.

Κριτήριο 13^ο: *Μεταλλευτικές – εξορυκτικές ζώνες*

Η ελάχιστη απόσταση ασφαλείας είναι τα 500 m από τις μεταλλευτικές δραστηριότητες.

5.3.6 Λειτουργικά κριτήρια

Η προτεινόμενη περιοχή θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από κατάλληλο αιολικό δυναμικό. Οι περιοχές αιολικού δυναμικού πρέπει να είναι μεγαλύτερες των 4 m/s που είναι ελάχιστο όριο για να είναι βιώσιμο ένα αιολικό πάρκο. Η παραγωγή των χαρτών αιολικού δυναμικού έγινε χρησιμοποιώντας δεδομένα από το ΚΑΠΕ. Ο χάρτης αυτός φαίνεται στο κεφάλαιο 3. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία οι κατηγορίες του αιολικού δυναμικού σε (m/s) μέσης ετήσιας τιμής ανέμου έχουν ως εξής:

- Ανεπαρκές < 4
- Χαμηλό 4 – 5,5
- Μέσο 5,5 -7
- Υψηλό 7 - 9
- Πολύ υψηλό > 9

Χωρίς αμφιβολία, το αιολικό δυναμικό είναι πρωταρχικό κριτήριο αφού είναι αυτό που πρωταρχικά καθορίζει, ποια θέση κρίνεται καταλληλότερη για την χωροθέτηση του αιολικού πάρκου, ενώ οι μετρήσεις αιολικού δυναμικού είναι απαραίτητες για το σχεδιασμό και τον καλό προγραμματισμό λειτουργίας ενός αιολικού σταθμού.

Επίσης, η προσβασιμότητα στις αιολικές εγκαταστάσεις είναι επίσης πολύ σημαντική. Η μικρή απόσταση από το οδικό δίκτυο οποιασδήποτε κατηγορίας αφενός εξασφαλίζει την προσβασιμότητα στις εγκαταστάσεις, αφετέρου μειώνει το κόστος των δευτερευόντων έργων υποδομής που συνοδεύουν αυτές τις εγκαταστάσεις. Ο χάρτης του οδικού δικτύου της Κεφαλονιάς παρουσιάζεται επίσης στο κεφάλαιο 3.

Κριτήριο 14^ο: *Αιολικό δυναμικό*

Στην συγκεκριμένη εργασία το ελάχιστο αιολικό δυναμικό που λήφθηκε υπόψη ήταν 6,0 m/s.

Κριτήριο 15^ο: *Προσβασιμότητα στο οδικό δίκτυο*

Στα νησιά η μέγιστη απόσταση των αιολικών εγκαταστάσεων από υφιστάμενη οδό οποιασδήποτε κατηγορίας είναι τα 10 km ανεξάρτητα από την ισχύ/μονάδα.

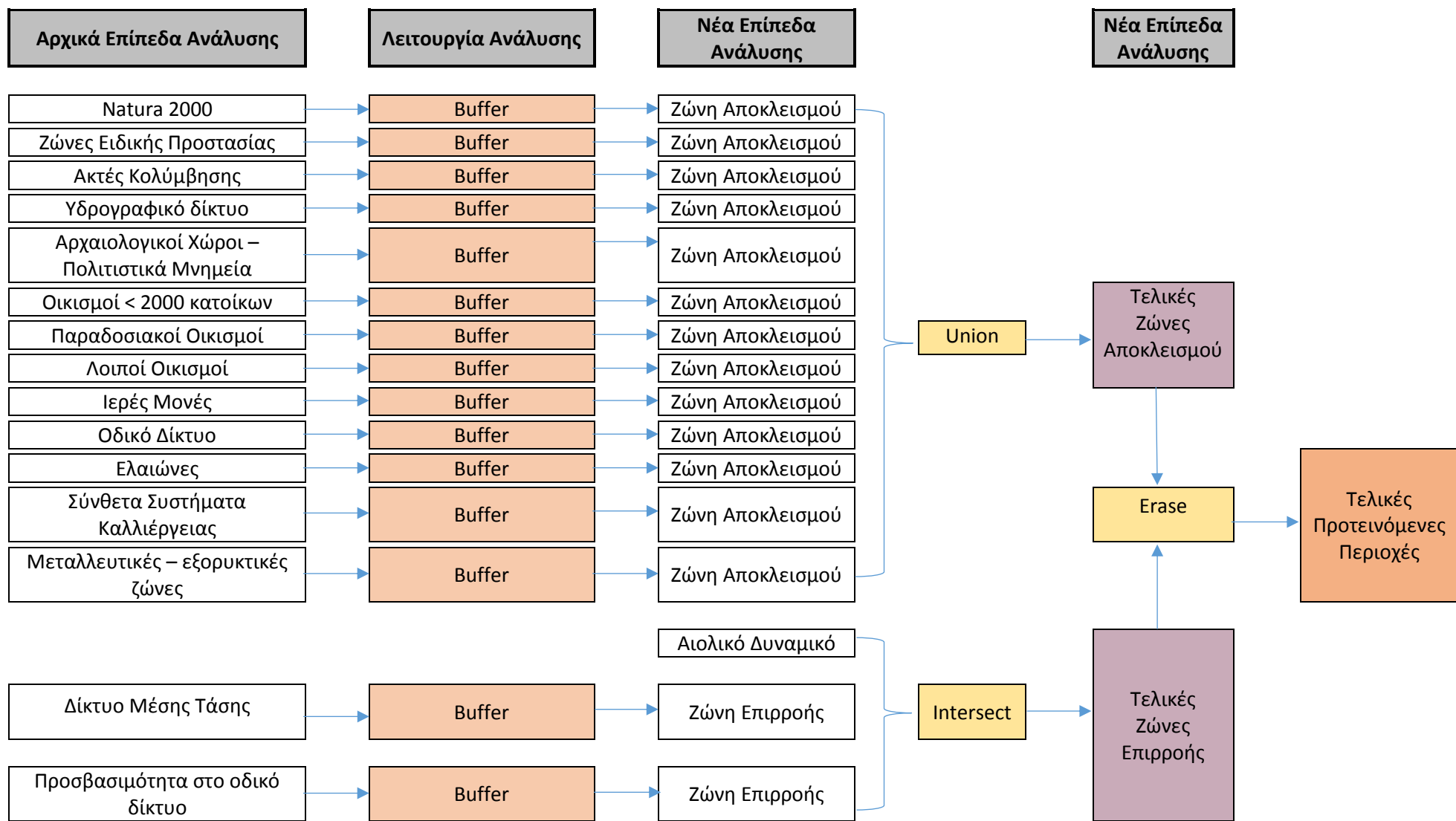
5.4 Προσδιορισμός Θεματικών Επιπέδων

Κάθε κριτήριο πρέπει να μεταφρασθεί σε συγκεκριμένα γεωγραφικά – γεωμετρικά στοιχεία και στα αντίστοιχα θεματικά επίπεδα. Η επιλογή αυτή εξαρτάται από την ανάλυση που είναι αναγκαία στην εκάστοτε μελέτη και τα τελικά προϊόντα που πρέπει να δημιουργηθούν (Κουτσόπουλος, 2005β).

Για την οργάνωση των χωρικών στοιχείων σε επίπεδα, δύο είναι οι βασικές συνιστώσες: η μορφή των στοιχείων (σημείο, γραμμή, πολύγωνο) και η θεματολογία τους (Κουτσόπουλος, 2005β). Στον παρακάτω πίνακα περιγράφονται τα κριτήρια με τη μετατροπή τους σε θεματικά επίπεδα αρχικά και τελικά:

Πίνακας 5.1: Θεματικά επίπεδα ζωνών αποκλεισμού & ζωνών επιρροής

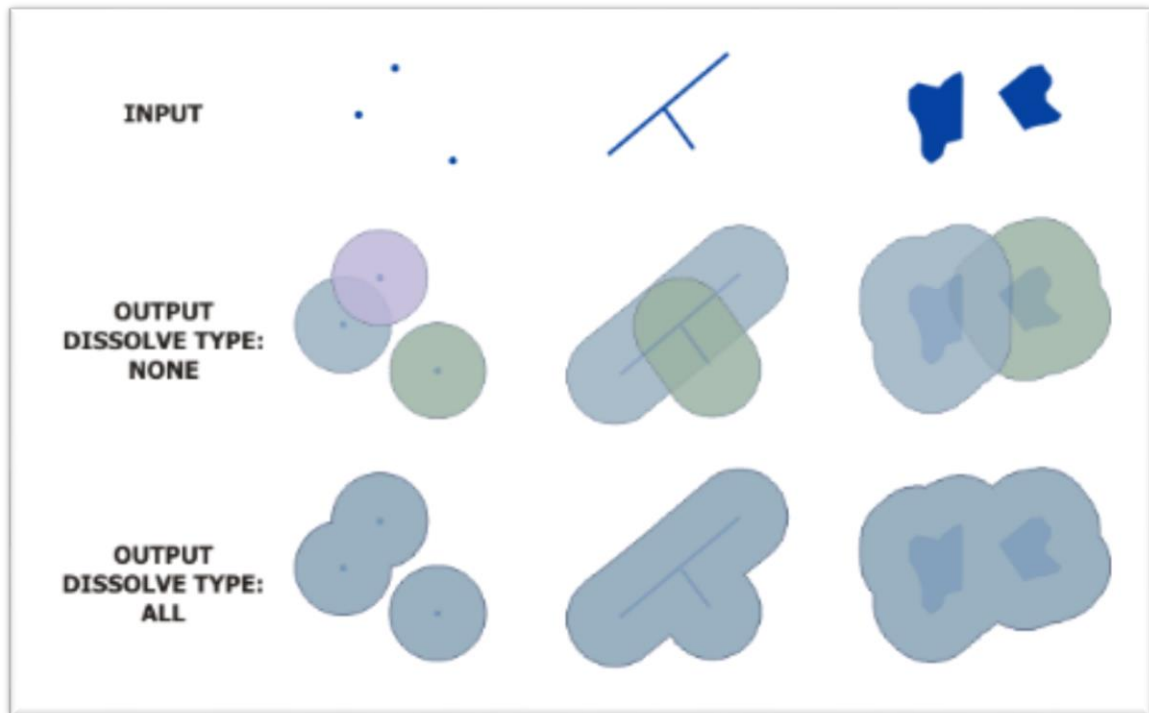
Κριτήριο	Αρχικά Επίπεδα	Τοπολογία	Παραγόμενα Επίπεδα	Τοπολογία
1	Προστατευόμενες Περιοχές Natura 2000	Πολυγωνική	Ζώνη Αποκλεισμού	Πολυγωνική
2	Ζώνες Ειδικής Προστασίας	Πολυγωνική	Ζώνη Αποκλεισμού	Πολυγωνική
3	Ακτές Κολύμβησης	Σημειακή	Ζώνη Αποκλεισμού 1.500 m	Πολυγωνική
4	Υδρογραφικό δίκτυο	Γραμμική	Ζώνη Αποκλεισμού 150 m	Πολυγωνική
5	Αρχαιολογικοί Χώροι – Πολιτιστικά Μνημεία	Σημειακή	Ζώνη Αποκλεισμού 500 m	Πολυγωνική
6	Οικισμοί < 2000 κατοίκων	Πολυγωνική	Ζώνη Αποκλεισμού 1000 m	Πολυγωνική
7	Παραδοσιακοί Οικισμοί	Πολυγωνική	Ζώνη Αποκλεισμού 1500 m	Πολυγωνική
8	Λοιποί Οικισμοί	Πολυγωνική	Ζώνη Αποκλεισμού 500 m	Πολυγωνική
9	Ιερές Μονές	Σημειακή	Ζώνη Αποκλεισμού 500 m	Πολυγωνική
10	Οδικό Δίκτυο	Γραμμική	Ζώνη Αποκλεισμού 130 m	Πολυγωνική
11	Ελαιώνες	Πολυγωνική	Ζώνη Αποκλεισμού 130 m	Πολυγωνική
12	Αμπελώνες	Πολυγωνική	Ζώνη Αποκλεισμού 130 m	Πολυγωνική
13	Σύνθετα Συστήματα Καλλιέργειας	Πολυγωνική	Ζώνη Αποκλεισμού 130 m	Πολυγωνική
14	Μεταλλευτικές – εξορυκτικές ζώνες	Πολυγωνική	Ζώνη Αποκλεισμού 500 m	Πολυγωνική
15	Δίκτυο Μέσης Τάσης	Γραμμική	Ζώνη Επιρροής 10.000 m	Πολυγωνική
16	Αιολικό Δυναμικό	Πολυγωνική	Ζώνη Επιρροής	Πολυγωνική
17	Προσβασιμότητα στο οδικό δίκτυο	Γραμμική	Ζώνη Επιρροής 10.000 m	Πολυγωνική



Σχήμα 5.1: Διαδικασία εύρεσης τελικών προτεινόμενων περιοχών

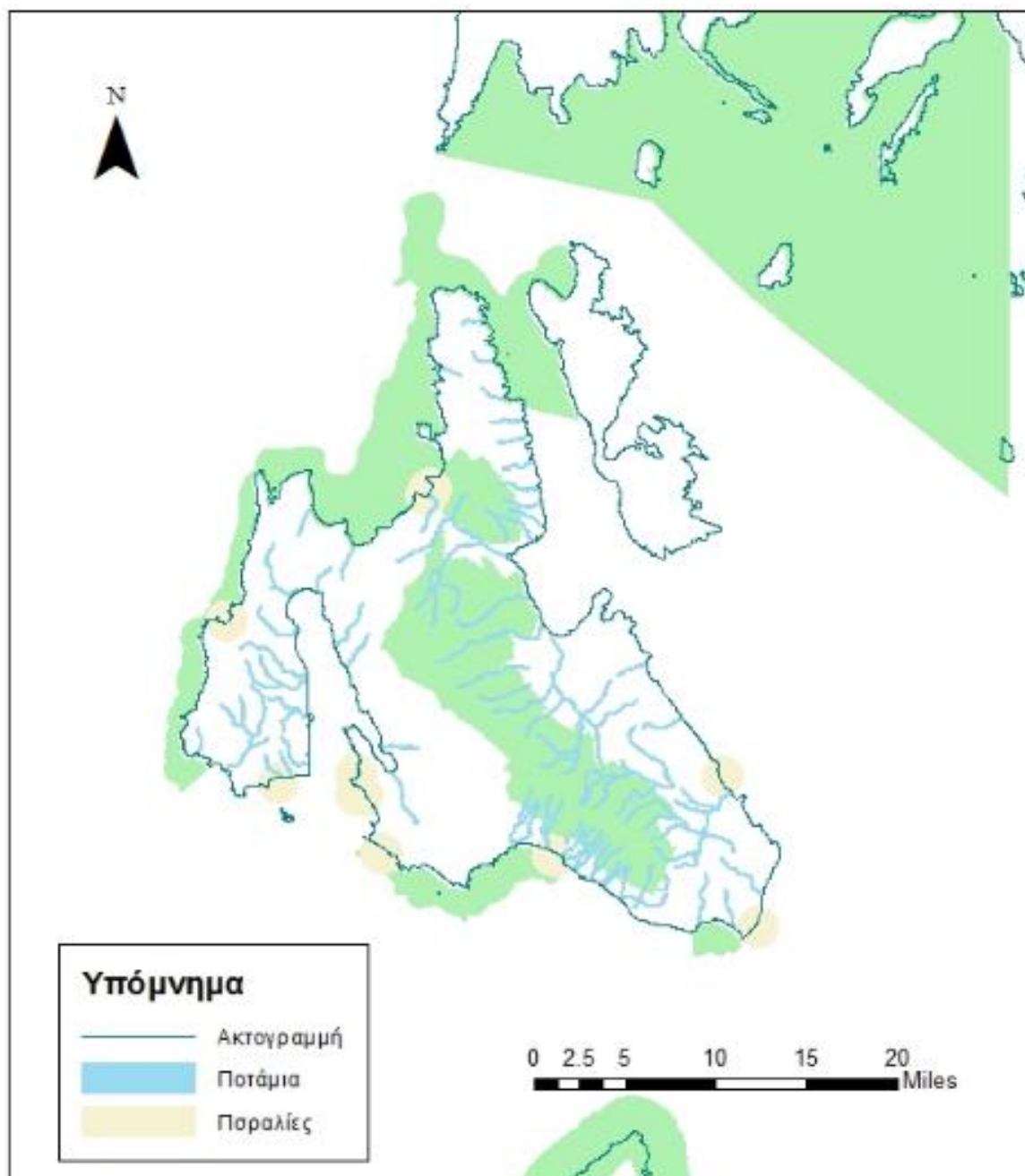
5.5 Δημιουργία Ζωνών Αποκλεισμού

Χρησιμοποιώντας το παραπάνω μοντέλο, δημιουργούνται οι ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων, δηλαδή εκείνων των περιοχών που βάση του Ειδικού Χωροταξικού Πλαισίου, θεωρούνται ασύμβατες για την κατασκευή αιολικών πάρκων για λόγους κοινωνικούς, περιβαλλοντικούς και τεχνικούς. Για την δημιουργία των ζωνών αποκλεισμού χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο *Buffer Tool* του ArcMap 10. Με το εργαλείο αυτό, δημιουργούνται ζώνες περιμετρικά των αρχικών θεματικών επιπέδων, αναλόγως της απόστασης που καταχωρείται από τον χρήστη.



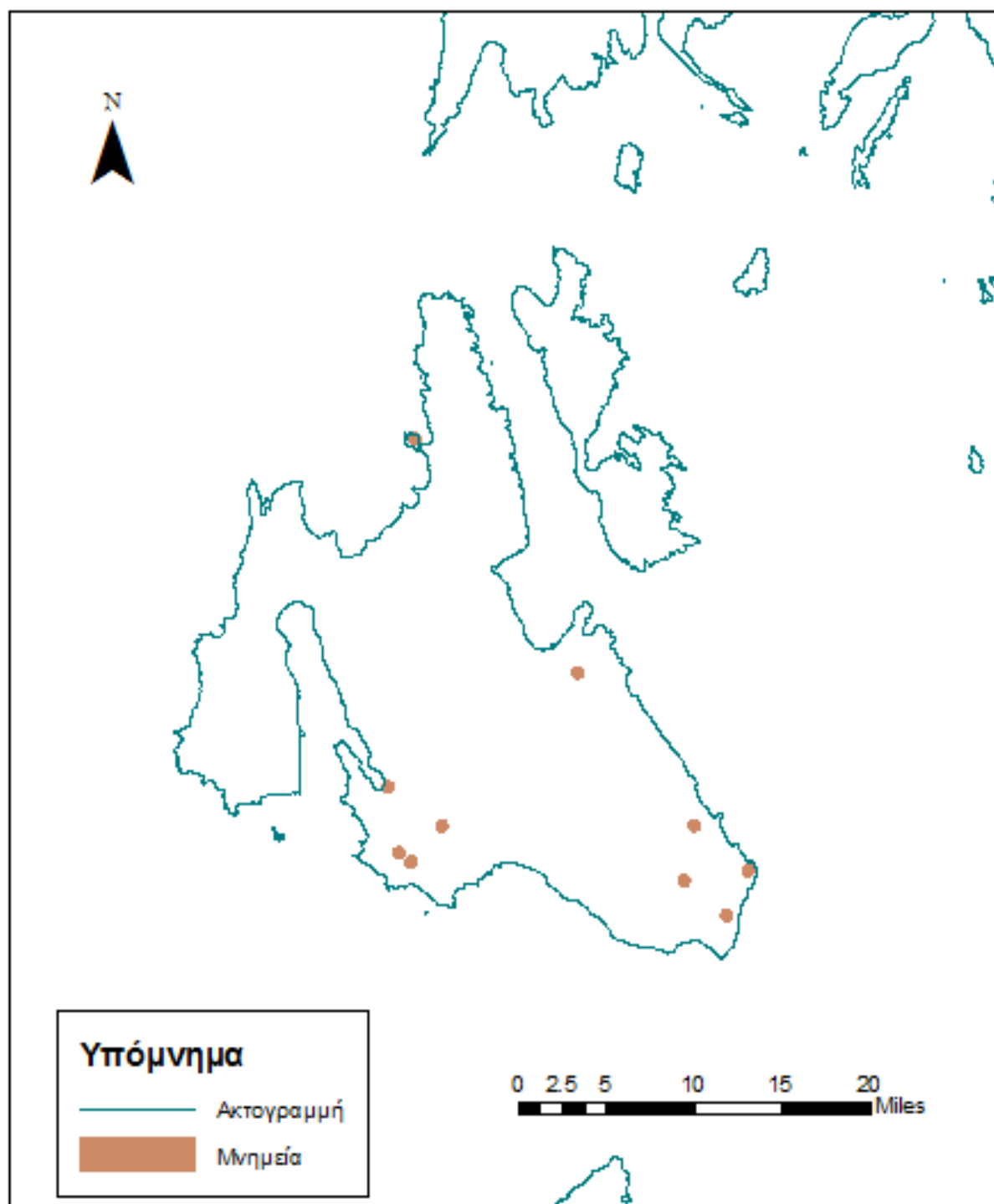
Σχήμα 5.3: Τρόπος λειτουργίας Buffer Tool του ArcMap (Πηγή: ESRI, ArcGis Resource Center)

5.5.1 Ζώνη αποκλεισμού: Περιβαλλοντικά Κριτήρια



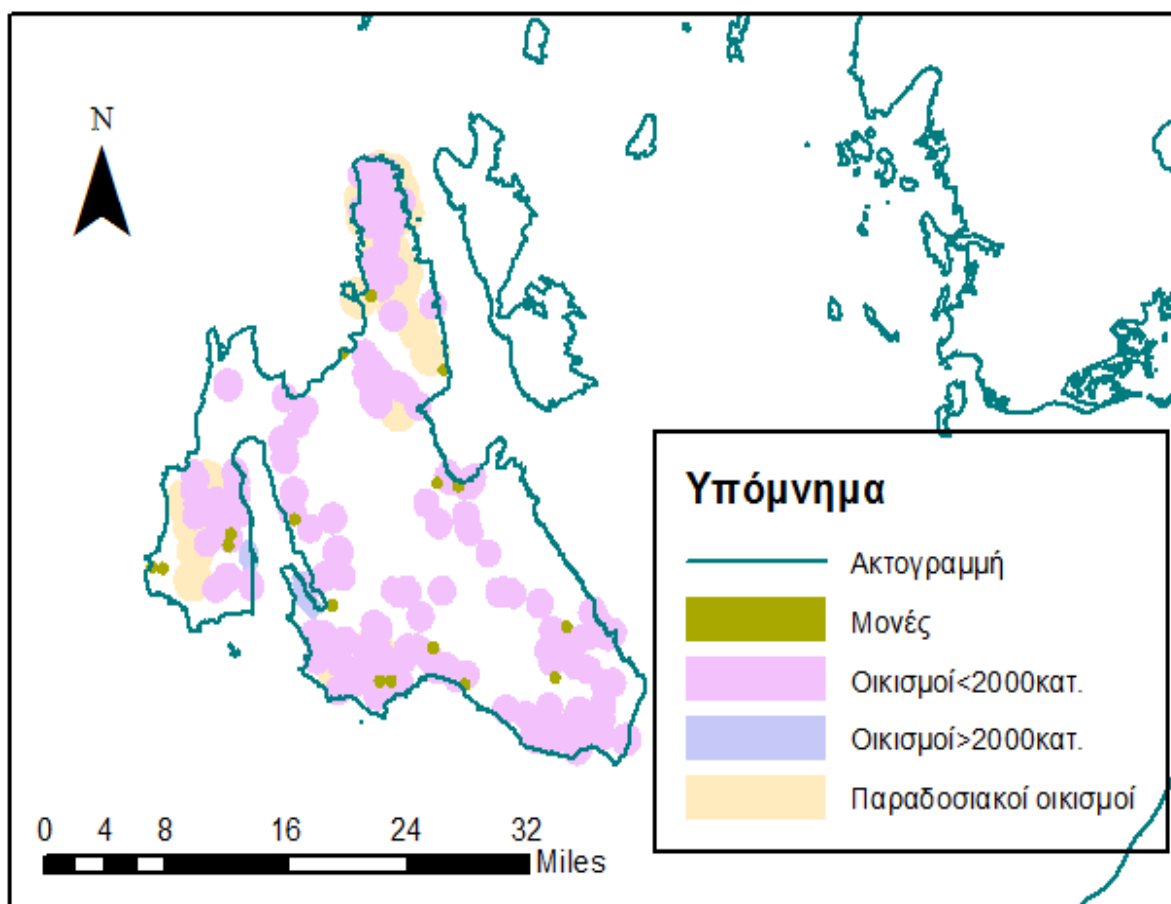
Σχήμα 5.4: Περιοχές αποκλεισμού: Περιβαλλοντικά κριτήρια

5.5.2 Ζώνη αποκλεισμού: Πολιτιστικά Κριτήρια



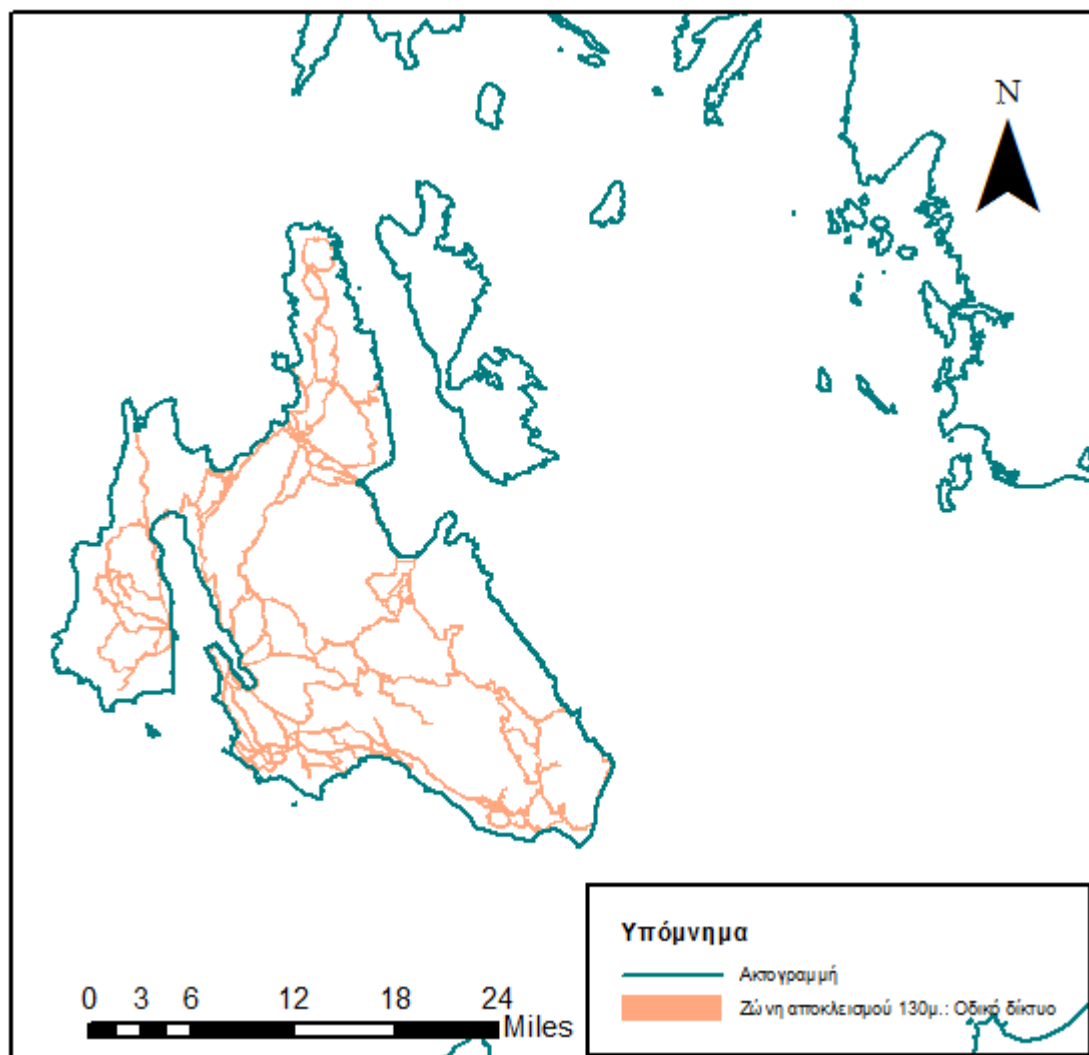
Σχήμα 5.5: Περιοχές αποκλεισμού: Πολιτιστικά Κριτήρια

5.5.3 Ζώνη αποκλεισμού: Οικιστικά Κριτήρια



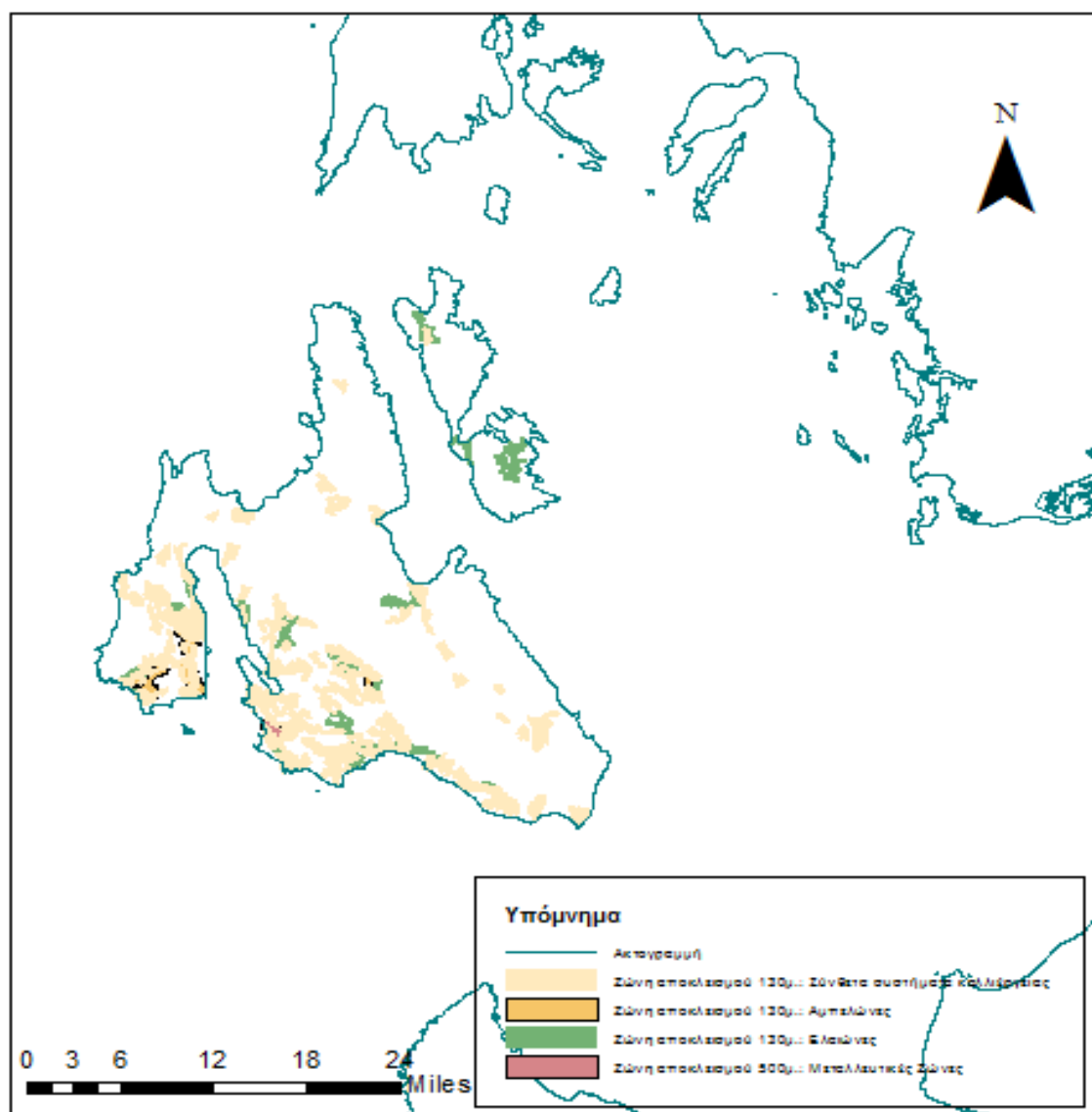
Σχήμα 5.6: Περιοχές αποκλεισμού: Οικιστικά Κριτήρια

5.5.4 Ζώνη αποκλεισμού: Κριτήρια Δικτύων και Υποδομών



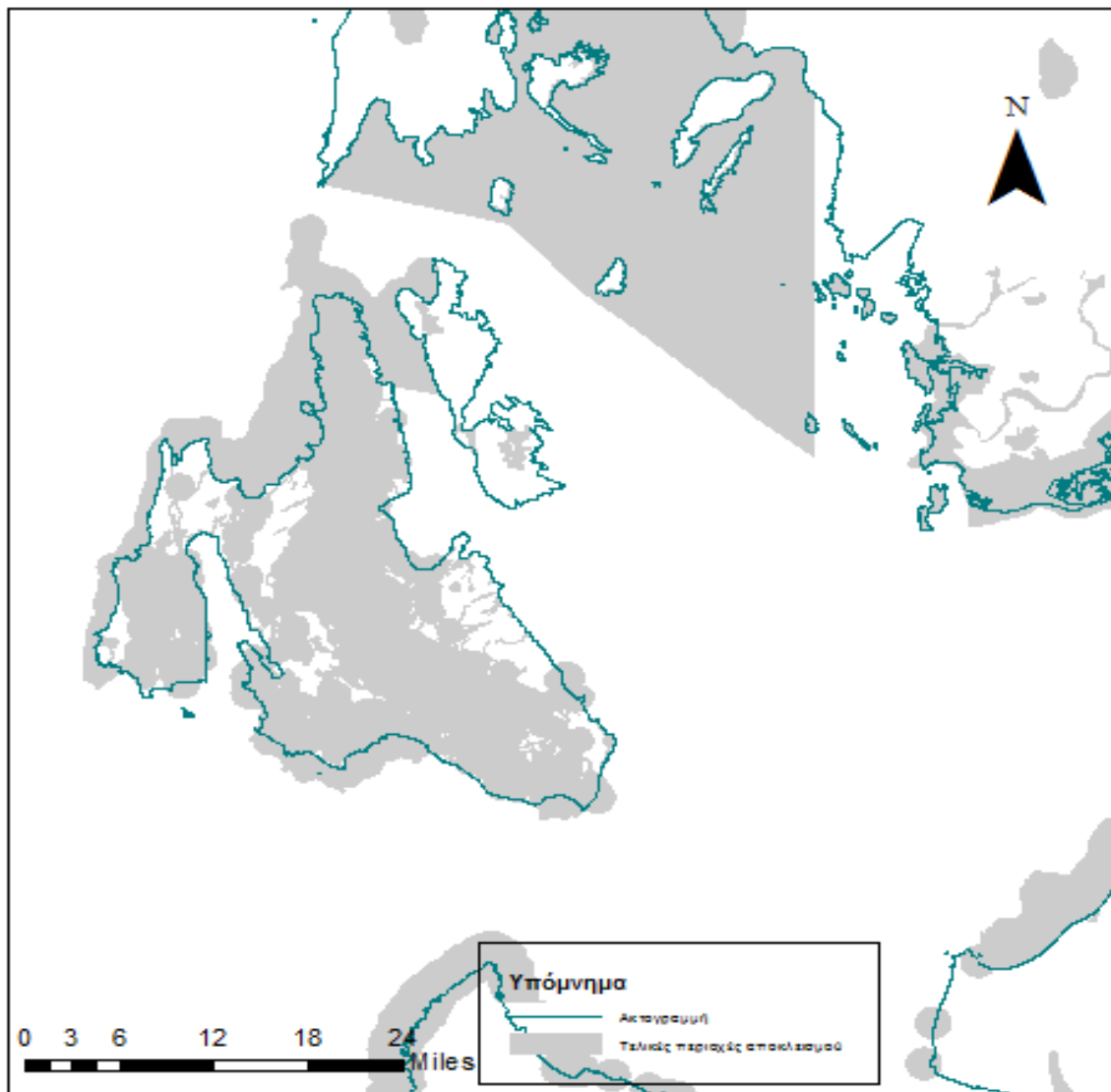
Σχήμα 5.7: Περιοχές αποκλεισμού: Κριτήρια Δικτύων και Υποδομών

5.5.5 Ζώνη αποκλεισμού: Κριτήρια Παραγωγικών Δραστηριοτήτων



Σχήμα 5.8: Περιοχές αποκλεισμού: Κριτήρια Παραγωγικών Δραστηριοτήτων

5.5.6 Τελικές Ζώνες Αποκλεισμού



Σχήμα 5.9: Τελικές Ζώνες Αποκλεισμού

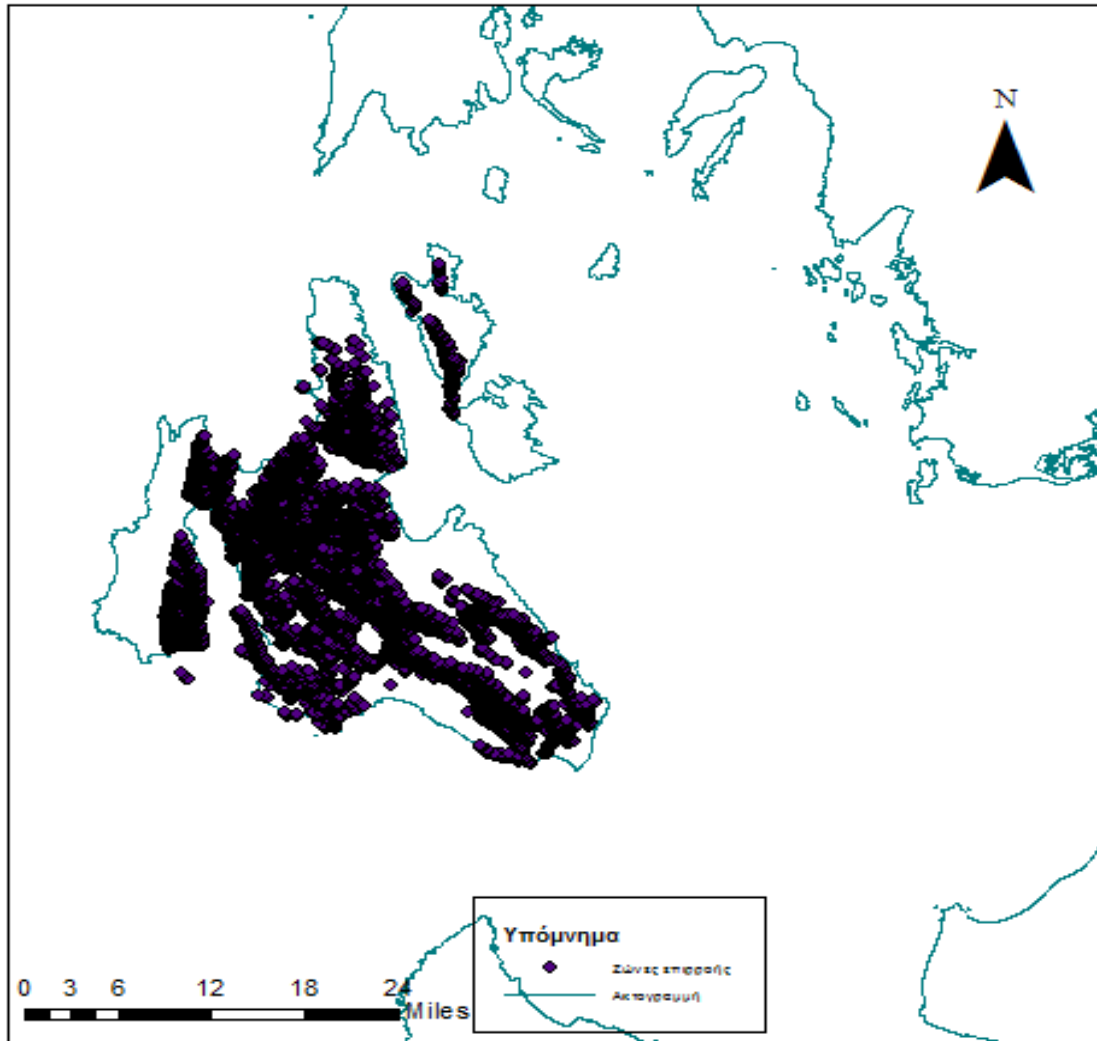
Με την εντολή *Union* του ArcMap 10 γίνεται η ένωση όλων των επιμέρους κριτηρίων (περιβαλλοντικών, οικιστικών, πολιτιστικών, δικτύων και υποδομών, παραγωγικών δραστηριοτήτων). Έγινε έτσι η εξαγωγή της τελικής ενιαίας ζώνης αποκλεισμού η οποία παρουσιάζεται στον παραπάνω χάρτη. Στις περιοχές αυτές δεν μπορεί να γίνει χωροθέτηση αιολικού πάρκου σύμφωνα με το Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο για τις αιολικές εγκαταστάσεις.

5.6 Δημιουργία ζωνών επιρροής

Σύμφωνα με το χωροταξικό πλαίσιο για τη δημιουργία των ζωνών επιρροής της χωροθέτησης αιολικών πάρκων, απαραίτητα επίπεδα είναι το δίκτυο υψηλής τάσης, το οδικό δίκτυο και οπωσδήποτε το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό της περιοχής. Το νησί όμως δεν διαθέτει δίκτυο υψηλής τάσης. Θεωρήθηκε, λοιπόν, ότι η σύνδεση των αιολικών θα γίνει μέσω του δικτύου μέσης τάσης.

Το κριτήριο με τη μεγαλύτερη βαρύτητα για την οικονομικοτεχνική βιωσιμότητα της εγκατάστασης είναι η ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού. Αυτό συμπεριλήφθηκε στον κατάλογο με τα κριτήρια γιατί είναι το πρώτο και σημαντικότερο βήμα για την εξέλιξη του έργου. Από το χάρτη του αιολικού δυναμικού που παράχθηκε με βάση τα δεδομένα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας επιλέχθηκαν οι περιοχές που διαθέτουν αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο από 4 m/s, ως καταρχήν κατάλληλες. Τα 4 m/s είναι η ελάχιστη ετήσια μέση τιμή της ταχύτητας του ανέμου που χρειάζεται για να είναι βιώσιμη μία αιολική εγκατάσταση. Στην Κεφαλονιά ωστόσο όπως φαίνεται στο χάρτη του κεφαλαίου 3 η ελάχιστη ταχύτητα ανέμου τα 4,17 m/s. Αυτό σημαίνει ότι σε πρώτη φάση δεν υπάρχει περιορισμός από άποψη αιολικού δυναμικού, αν και στα πλαίσια της εργασίας και για λόγους υψηλής απόδοσης της εγκατάστασης λήφθησαν υπόψη μόνο οι ταχύτητες ανέμου άνω των 6m/s. Επίσης, δημιουργήθηκε μια ζώνη επιρροής 10 χιλιομέτρων γύρω από το οδικό δίκτυο που είναι η μέγιστη επιτρεπτή απόσταση για τα νησιά (*Buffer*). Η ζώνη αυτή λόγω του πυκνού οδικού δικτύου καλύπτει ουσιαστικά το σύνολο του νησιού.

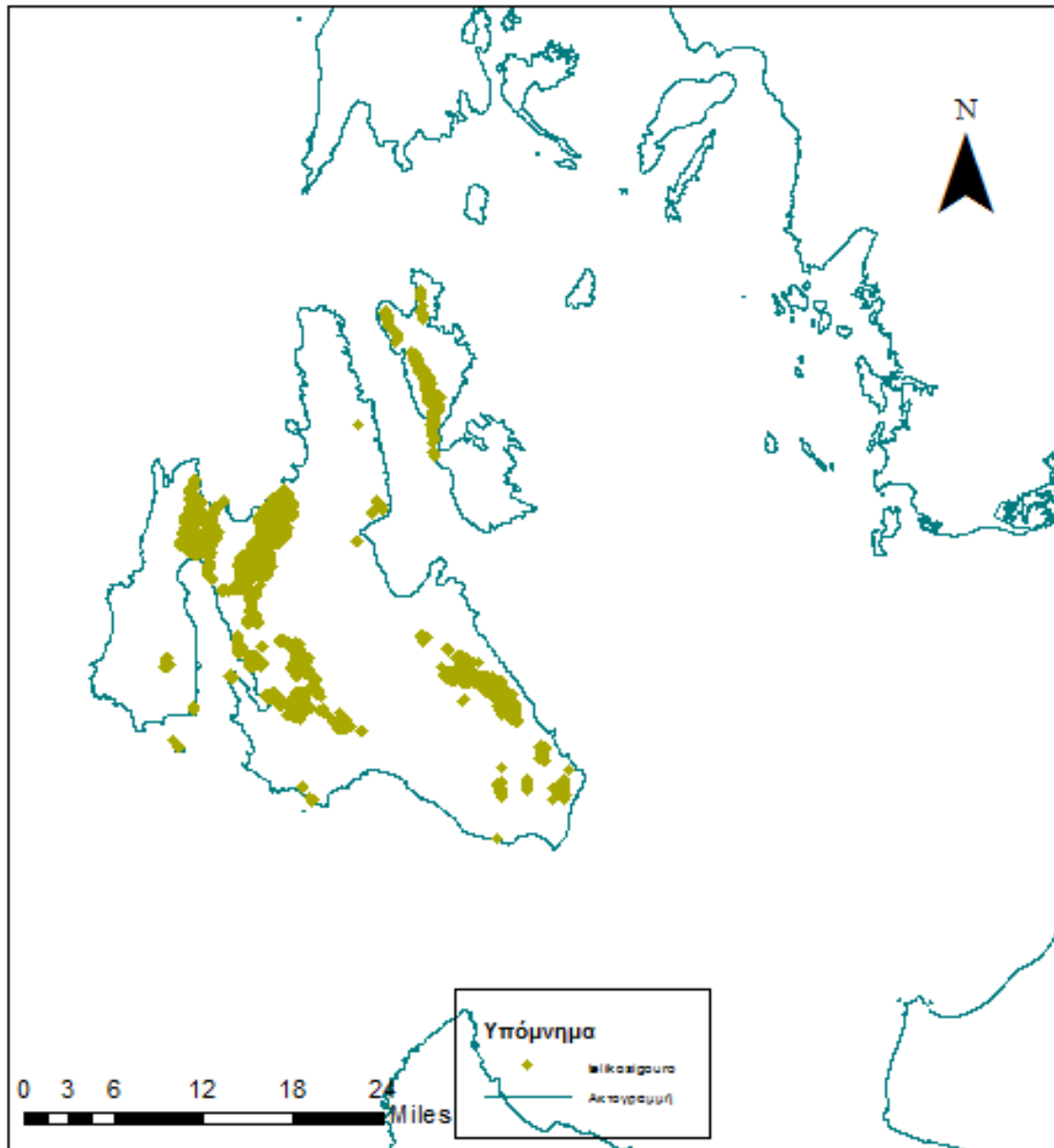
Από την τομή (*Intersect*) των δύο παραπάνω επιπέδων προέκυψε η ζώνη καταλληλότητας για χωροθέτηση αιολικών πάρκων.



Σχήμα 5.9: Τελικές Ζώνες Επιρροής

5.7 Τελικές Προτεινόμενες Περιοχές

Το τελευταίο στάδιο της διαδικασίας, περιλαμβάνει την αφαίρεση των δυο επιπέδων, των ζωνών αποκλεισμού από τις ζώνες επιρροής. Προκύπτουν έτσι οι τελικές περιοχές που είναι δυνατή η χωροθέτηση αιολικού πάρκου. Αυτό γίνεται μέσω του εργαλείου *Erase*, με το οποίο γίνεται η αφαίρεση των ζωνών αποκλεισμού από τις ζώνες επιρροής, δίνοντας έτσι τις αρχικές προτεινόμενες περιοχές. Οι περιοχές αυτές δίνονται στο χάρτη που ακολουθεί.

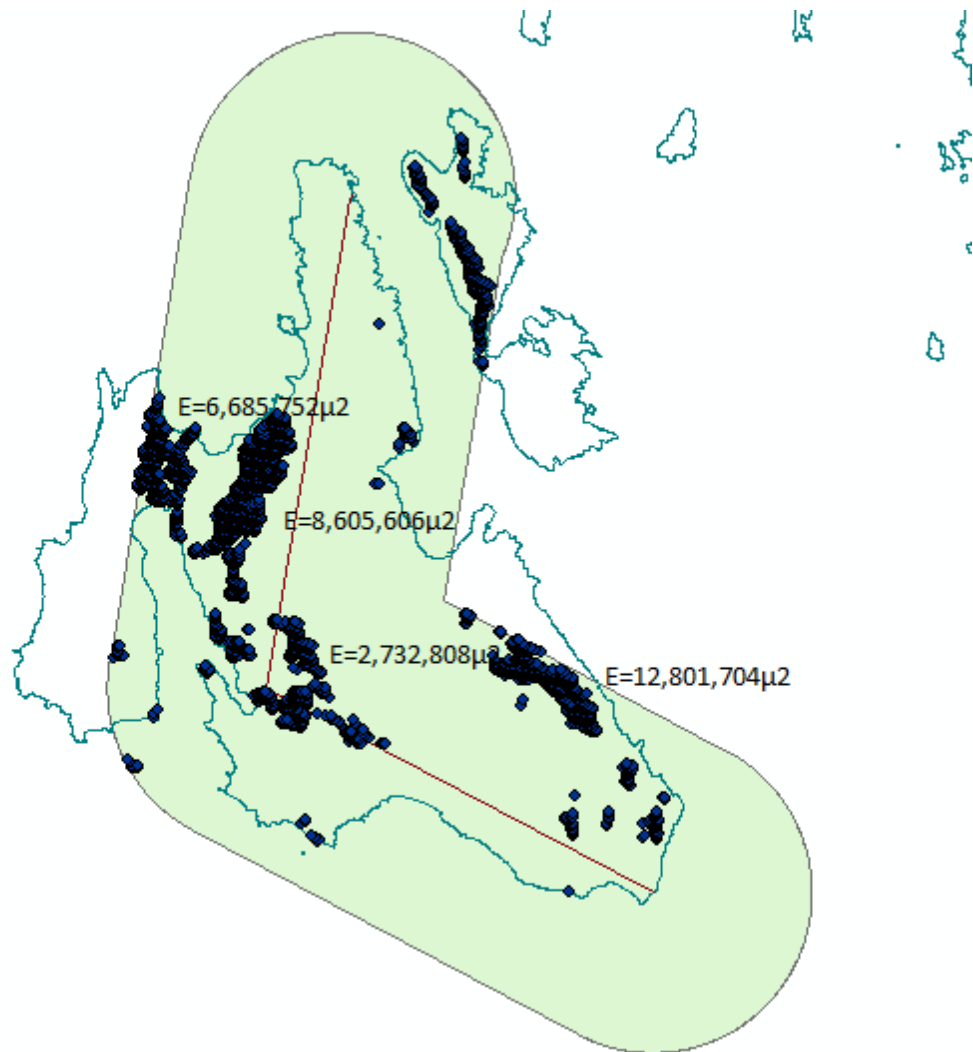


Σχήμα 5.10: Αρχικές Προτεινόμενες Περιοχές

Όπως φαίνεται στον παραπάνω χάρτη, στις αρχικές προτεινόμενες περιοχές υπάρχουν πολλά κατακερματισμένα πολύγωνα τα οποία καλύπτουν πολύ μικρή έκταση. Οι περιοχές αυτές δεν είναι κατάλληλες για χωροθέτηση αιολικού πάρκου. Σύμφωνα με το χωροταξικό πλαίσιο η ελάχιστη απόσταση μεταξύ ανεμογεννητριών είναι 2,5 φορές η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας. Ωστόσο για τις εγκαταστάσεις σε νησιωτικό χώρο η μέγιστη πυκνότητα αιολικών εγκαταστάσεων είναι 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες/1000 στρέμματα, δηλαδή 1 τυπική ανεμογεννήτρια/ 2000 στρέμματα. Έτσι, οι τελικές προτεινόμενες θέσεις πρέπει να έχουν έκταση μεγαλύτερη των 2000 στρεμμάτων.

Ο υπολογισμός των εμβαδών των περιοχών που προήλθαν από την αφαίρεση των ζωνών αποκλεισμού από τις ζώνες επιρροής, γίνεται με την βοήθεια του ArcMap10 με τη χρήση του *Calculate Areas*. Η επιλογή των ενδιαφερόμενων περιοχών έγινε

από το πεδίο *Attributes* του καινούργιου επιπέδου επιλέγοντας τις περιοχές με εμβαδόν ≥ 2000 στρεμμάτων. Προκύπτουν έτσι τέσσερις τελικές προτεινόμενες περιοχές, που φαίνονται στο χάρτη που ακολουθεί.



Σχήμα 5.11: Τελικές Προτεινόμενες Περιοχές

5.8 Στάδιο 2: Εκτίμηση Αιολικού Δυναμικού Κεφαλονιάς

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους και στην Κρήτη πρέπει να λαμβάνονται υπόψη το ειδικό κριτήριο της μέγιστης επιτρεπόμενης κάλυψης εδαφών. Αυτό δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% του ΟΤΑ, δηλαδή 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες / 1000

στρέμματα. Σύμφωνα λοιπόν με το παραπάνω κριτήριο γίνεται και η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού της Κεφαλονιάς.

Από το χάρτη με τις τελικές προτεινόμενες περιοχές, όπου επιτρέπεται η εγκατάσταση αιολικών πάρκων, γίνεται ο υπολογισμός των εμβαδών αυτών των περιοχών. Τα εμβαδά αυτά φαίνονται στον πίνακα και το χάρτη που ακολουθούν.

Πίνακας 5.2: Αριθμός τυπικών ανεμογεννητριών ανά προτεινόμενη περιοχή

α/α	Εμβαδόν (m ²)	Τυπικές Α/Γ
1	6 685 752	3
2	8 605 606	4
3	2 732 808	1
4	12 801 704	6
Σύνολο	30.825.871	14
Συνολική Ισχύς: 28 MW		



Σχήμα 5.12: Εμβαδά τελικών προτεινόμενων περιοχών (m²)

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι οι τελικές προτεινόμενες περιοχές έχουν συνολική έκταση περίπου 30.800 στρεμμάτων. Επομένως, το τελικό αιολικό δυναμικό της Κεφαλονιάς είναι 14 ισοδύναμες τυπικές ανεμογεννήτριες, δηλαδή 28 MW. Στον χάρτη που ακολουθεί φαίνεται ο αριθμός ισοδύναμων τυπικών ανεμογεννητριών ανά προτεινόμενη περιοχή.



Σχήμα 5.13: Τυπικές Α/Γ ανά Προτεινόμενη Περιοχή

Αξιολόγηση αιολικού δυναμικού

Σύμφωνα με την Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά 2011-2012 της ΕΛΣΤΑΤ η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά νοικοκυριό στην Ελλάδα είναι 1.651 kWh/έτος/κάτοικο. Στην Κεφαλονιά σύμφωνα με την απογραφή του 2011 υπάρχουν 38.082 κάτοικοι, δηλαδή οι ενεργειακές ανάγκες συνολικά του νησιού ανέρχονται σε 62,873,382 kWh/έτος. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία μία τυπική ανεμογεννήτρια 2 MW σε μια τυπική θέση στην Ελλάδα μπορεί να παράγει περίπου 4.500.000 kWh/χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι οι δεκατέσσερις ανεμογεννήτριες που προέκυψαν από την παρούσα εργασία αρκούν οριακά για να καλύψουν την ετήσια κατανάλωση ενέργειας του νησιού.

6 Συμπεράσματα

6.1 Γενικά συμπεράσματα

Ο ρόλος των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην αντιμετώπιση του παγκόσμιου ενεργειακού προβλήματος είναι αποδεδειγμένα ιδιαίτερα σημαντικός. Επομένως, η χωροθέτηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και ιδιαίτερα της αιολικής ενέργειας αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για την προώθησή τους. Η χωροθέτηση αυτή πρέπει να είναι αποτέλεσμα ευρύτερου σχεδιασμού έτσι ώστε η ένταξη των αιολικών εγκαταστάσεων να γίνεται αρμονικά, χωρίς τη δημιουργία προβλημάτων στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Ταυτόχρονα θα πρέπει να εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα και η λειτουργικότητα αυτών των εγκαταστάσεων.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία έγινε η ανάδειξη των περιοχών που είναι κατάλληλες για αιολικές εγκαταστάσεις στην Κεφαλονιά. Αυτό έγινε με βάση τα οικονομικά, λειτουργικά, οικιστικά, περιβαλλοντικά και πολιτιστικά κριτήρια που ορίζει το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας του ΥΠΕΚΑ (Οκτώβριος 2008). Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για να γίνει αυτό είναι τα Γεωγραφικά Συστήματα Σχεδιασμού. Σε πρώτη φάση επιλέχθηκαν οι προτεινόμενες περιοχές με βάση τα παραπάνω κριτήρια, δημιουργώντας ζώνες αποκλεισμού για τις περιοχές που είναι ακατάλληλες και ζώνες επιρροής για τις περιοχές που πρέπει να εντάσσονται στη χωροθέτηση. Στην συνέχεια, θεωρώντας μία τυπική ανεμογεννήτρια τα βασικά χαρακτηριστικά της οποίας ορίζει το Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο έγινε η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού του νησιού. Τέλος, έγινε η αξιολόγηση των προτεινόμενων περιοχών χρησιμοποιώντας τέσσερα δυναμικά κριτήρια (αιολικό δυναμικό, προσβασιμότητα στο οδικό δίκτυο, κλίσεις εδάφους, ορατότητα από σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος) που αφορούν κατά βάση σκοπούς οικονομικούς, λειτουργικούς και αρμονικής ένταξης στο περιβάλλον. Η επικάλυψη των επιμέρους κριτηρίων έδωσε την τελική αξιολόγηση των προτεινόμενων περιοχών.

6.2 Συμπεράσματα από την εκτίμηση των περιοχών που είναι κατάλληλες για εγκατάσταση αιολικών

Η Κεφαλονιά παρά το μεγάλο της μέγεθος δεν διαθέτει αρκετές περιοχές που να πληρούν τις προδιαγραφές για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων. Παρόλα αυτά ο αριθμός των ανεμογεννητριών που προέκυψαν από την παρούσα εργασία είναι τέτοιος που καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες του νησιού σε περίοδο μη αιχμής (μόνιμους κατοίκους). Λαμβάνεται, βέβαια, υπόψη ότι στην παρούσα εργασία έγιναν αυστηρές παραδοχές σχετικά με την ταχύτητα του ανέμου ($>6\text{m/s}$), στις οποίες οφείλεται ο αποκλεισμός πολλών εν δυνάμει περιοχών, δεδομένου ότι η

ελάχιστη απαιτούμενη ταχύτητα ανέμου για να κριθεί λειτουργικό ένα αιολικό πάρκο θεωρείται τα 4m/s.

Ένας ακόμα σημαντικός λόγος που περιορίζει σημαντικά τις περιοχές προς εγκατάσταση αιολικών πάρκων είναι οι μεγάλες και προστατευόμενες εκτάσεις πρασίνου (εθνικός δρυμός Αίνου και περιοχές Natura) .

Επίσης το νησί της Κεφαλονιάς λόγω του μεγάλου σεισμού του 1953 υπέστη μεγάλες καταστροφές και ανακήρυξε παραδοσιακούς οικισμούς όλα τα διασωθέντα χωριά . Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την πυκνότητα των χωριών καθιστά αδύνατη την εγκατάσταση αιολικών πάρκων στην βόρεια Κεφαλονιά.

Επίσης, λόγω αναγλύφου το νησί διαθέτει αρκετούς χειμάρρους με αποτέλεσμα να αποκλείονται επίσης αρκετές περιοχές. Τέλος, πολλές περιοχές αποκλείονται λόγω χρήσεων γης, αφού είναι υψηλής παραγωγικότητας (πρόκειται κυρίως για περιοχές σύνθετων καλλιεργειών).

Τελικά, οι περιοχές που κρίνονται ως κατάλληλες είναι συνολικά 4 και έχουν συνολική έκταση 30.800 στρεμμάτων.

6.3 Συμπεράσματα από την εκτίμηση του Αιολικού Δυναμικού της Κεφαλονιάς

Σύμφωνα με την Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά 2011-2012 της ΕΛΣΤΑΤ η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά νοικοκυριό στην Ελλάδα είναι 1.651 kWh/έτος/κάτοικο. Στην Κεφαλονιά σύμφωνα με την απογραφή του 2011 υπάρχουν 38.082 κάτοικοι, δηλαδή οι ενεργειακές ανάγκες συνολικά του νησιού ανέρχονται σε 62,873,382 kWh/έτος. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία μία τυπική ανεμογεννήτρια 2 MW σε μια τυπική θέση στην Ελλάδα μπορεί να παράγει περίπου 4.500.000 kWh/χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι οι δεκατέσσερις ανεμογεννήτριες που προέκυψαν από την παρούσα εργασία αρκούν οριακά για να καλύψουν την ετήσια κατανάλωση ενέργειας του νησιού για ένα έτος.

Θεωρώντας ως τυπική ανεμογεννήτρια αυτή που ορίζεται από το Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο, δηλαδή την ανεμογεννήτρια με διάμετρο ρότορα 85 m και ονομαστική ισχύ 2 MW, και τον περιορισμό 0,53 τυπικών ανεμογεννητριών / 1000 στρέμματα (που ορίζει επίσης το ΕΠΧΣΑΑ) για τον νησιωτικό χώρο έγινε η εκτίμηση του συνολικού αιολικού δυναμικού της Κεφαλονιάς. Η ισχύς αυτή υπολογίστηκε σε 28MW ή αλλιώς σε 14 τυπικές ανεμογεννήτριες. Όπως, υπολογίστηκε με βάση την βιβλιογραφία θα μπορούσε να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες του νησιού σε περίοδο μη αιχμής και να μειώσει σε σημαντικό βαθμό την εξάρτηση του νησιού τους καλοκαιρινούς, τουριστικούς μήνες.

Αναφορές

- Baltas E. A., & Dervos N. A. (2012, June 15). Special framework for the spatial planning & the sustainable development. *Renewable Energy*.
- Burrough P., & Mc Donnel R. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*, New York: Oxford University Press.
- EUROBSERV'ER, (February 2015). *Wind Energy Barometer*.
- Harrison J. D. (2012). *Onshore Wind Power Systems(ONSWPS): A GIS-BASED*, University of Southern California.
- Ανδρονίκου Ε. (2012). *Ανάπτυξη των ΑΠΕ και επιπτώσεις στην απασχόληση. Η περίπτωση της Κύπρου*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Δαγκαλίδης Α. (2010). *Κλαδική Μελέτη: Αιολικά Πάρκα*, Αθήνα: Τράπεζα Πειραιώς.
- Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, (2010). *Μελέτη Διασυνδέσεων των Νησιών του Αιγίου στο Ηπειρωτικό Σύστημα - Φάση Α' Γενικός Σχεδιασμός*, Αθήνα.
- Ελληνική Στατιστική Αρχή, (2013). *Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά 2011-2012*, Πειραιάς.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ενέργειας, (2015). *Μία βιώσιμη, ασφαλής και οικονομικά προσιτή ενέργεια για τους Ευρωπαίους*. Λουξεμβούργο: Υπηρεσία Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, (Φεβρουάριος 2009). *Το Ελληνικό Ενεργειακό Σύστημα*. Αθήνα: Υπουργείο Ανάπτυξης.
- Κουτσόπουλος Κ. (2005α). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*, Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Κουτσόπουλος Κ. (2005β). *Εφαρμογές του Λογισμικού ArcGIS 9x με Απλά Λόγια*. Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Λεμονής Γ. (2002). *Κυματική Ενέργεια στην Ευρώπη Εθνικές Δραστηριότητες και Προοπτικές Αξιοποίησης*. Αθήνα.
- Μανιάτης Γ. (1996). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γης – Κτηματολογίου*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
- Μπεργελές Γ. (2005). *Ανεμοκινητήρες*, Αθήνα: Εκδόσεις Συμεών.
- Νάκου Ε (2007). *Χωροθέτηση Αιολικού Πάρκου στο Νομό Φωκίδας με Λογική της Ασάφειας και ΓΣΠ*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

- Νικολάου Σ. (2013). *Χωροθετικός Σχεδιασμός ΑΠΕ σε περιβάλλον GIS: Η περίπτωση των αιολικών πάρκων της Κύπρου*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Σαλταούρα, Α. (2015). *Διαφορές Χερσαίων και Υπεράκτιων Αιολικών Πάρκων*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Σαρρή Ε., Π. (2008). *Χωροθέτηση Αιολικών Πάρκων στο Νομό Λακωνίας με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Σκαλούμπακας Κ. (2011). *Μελέτη ενεργειακού δυναμικού παλιρροιακής ενέργειας στο στενό του Ευρίπου και τρόποι εκμετάλλευσης μέσω εγκατάστασης παλιρροιακής τουρμπίνας*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Στρατηγέα Α. & Γραμματικογιάννης Η. (2010). *Μεθοδολογία Αξιολόγησης Εναλλακτικών Θέσεων Χωροθέτησης Αιολικού Πάρκου*, *Τεχνικά Χρονικά - Επιστημονικές Εκδόσεις ΤΕΕ*.
- Τσιπουρίδης Ι. (2005). *Η Αιολική Ενέργεια με στοιχεία και αριθμούς*, Αθήνα: ΔΕΗ.
- Υπουργείο Ανάπτυξης (Φεβρουάριος 2009). *Το Ελληνικό Ενεργειακό Σύστημα*, Αθήνα.
- Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης, Περιβάλλοντος & Ενέργειας (2008). *Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Αθήνα.

Διαδικτυακές Αναφορές

- *etcgreen.com*, www.etcgreen.com
- *EurObserv'ER*, www.eurobserv-er.org
- *European Environment Agency*, www.eea.europa.eu
- *Eurostat*, ec.europa.eu/eurostat
- *geodata.gov.gr*, geodata.gov.gr/geodata/
- *National Geographic Greece*, www.nationalgeographic.gr
- *Natura 2000*, natura2000.eea.europa.eu
- *OpenStreetMap*, www.openstreetmap.org
- *Vestas*, www.vestas.com
- *Wikipedia*, el.wikipedia.org
- *Ελληνική Στατιστική Αρχή*, www.statistics.gr

- *Ευρωπαϊκή Ένωση*, europa.eu
- *Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)*, www.cres.gr
- *Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας*, www.rae.gr
- *Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης Περιβάλλοντος & Ενέργειας*, www.ypeka.gr
- *Υπουργείο Πολιτισμού & Τουρισμού, Διαρκής Κατάλογος των Κηρυγμένων Αρχαιολογικών Χώρων και Μνημείων*, listedmonuments.culture.gr

Παράρτημα

Ι. Αποστάσεις αιολικών εγκαταστάσεων από γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής

A. Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων	
A. Μέγιστη απόσταση από υφιστάμενη οδό χερσαίας προσπέλασης οποιασδήποτε κατηγορίας	<ul style="list-style-type: none"> - Για εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα κάτω των 10 MWe: Σε Π.Α.Π. και Αττική: 20 χλμ. μήκους όδευσης - Σε άλλες περιοχές (Π.Α.Κ.): 15 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα - Σε νησιά: 10 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα.
B. Μέγιστη απόσταση από το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας Υψηλής Τάσης (Υ.Τ.)	Όπως ορίζει ο Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. στους όρους σύνδεσης της εγκατάστασης (υψηλή τάση) και η ΔΕΗ (μέση και χαμηλή τάση)
Γ. Ελάχιστη απόσταση (A) μεταξύ των ανεμογεννητριών.	2,5 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας (A=2,5d)

B. Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Περιοχές απολύτου προστασίας της Φύσης και προστασίας της φύσης του άρθρου 19 παρ.1, 2 ν.1650/86 (Α'160)	Σύμφωνα με την εγκεκριμένη Ε.Π.Μ. ή το σχετικό π.δ. (του άρθρου 21 του ν. 1650/86) ή την σχετική Κ.Υ.Α. (ν. 3044/02)
<ul style="list-style-type: none"> - Πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης των παρ. 1 και 2 του άρθρου 19 του ν. 1650/1986. - Οι υγρότοποι RAMSAR - Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών 	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ

της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).	
Ακτές κολύμβησης, που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.	1500μ. ²
Περιοχές ΖΕΠ ορνιθοπανίδας (SPA)	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ, μετά από ειδική ορνιθολογική μελέτη

Γ. Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση¹ εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Εγγεγραμμένα στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και τα άλλα μείζονος σημασίας μνημεία, αρχαιολογικοί χώροι και ιστορικοί τόποι της παρ. 5. εδάφιο ββ του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	3.000 μ.
Ζώνη απολύτου προστασίας (Ζώνη Α) λοιπών αρχαιολογικών χώρων	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.
Κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία και ιστορικοί τόποι	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.

Δ. Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση² εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Πόλεις και οικισμοί με πληθυσμό >2000 κατοίκων ή οικισμοί με πληθυσμό < 2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως	1.000 μ από το όριο ² του οικισμού ή του σχεδίου πόλης κατά περίπτωση

¹ Η αναφερόμενη απόσταση δεν λαμβάνεται υπόψη στη περίπτωση που η άτρακτος μιας Α/Γ δεν είναι ορατή από την ασύμβατη χρήση.

² Στις περιπτώσεις που δεν έχει οριοθετηθεί ο οικισμός η απόσταση υπολογίζεται από το κέντρο του οικισμού προσαυξημένη κατά 500 μέτρα και, σε κάθε περίπτωση, σε απόσταση μεγαλύτερη των 500 μ. από την τελευταία κατοικία του οικισμού.

δυναμικοί, τουριστικοί ή αξιόλογοι κατά την έννοια του άρθρου 2 του π.δ. 24.4/3.5.1985	
Παραδοσιακοί οικισμοί	1.500 μ. από το όριο ³ του οικισμού ³ Κατά παρέκκλιση από τα παραπάνω είναι δυνατή με απόφαση του Γ.Γ. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. ύστερα από εισήγηση της αρμόδιας Δ/νσης του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. η μείωση της ως άνω απόστασης μέχρι τα 1000 μ εφόσον ο αριθμός των κατοικιών που συνθέτουν τον οικισμό είναι μικρότερος των είκοσι.
Λοιποί οικισμοί	500 μ. από το όριο ³ του οικισμού
Οργανωμένη δόμηση Α΄ ή Β΄ κατοικίας (Π.Ε.Ρ.ΠΟ., Συνεταιρισμοί κλπ) ή και διαμορφωμένες περιοχές Β΄ κατοικίας, όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της Μ.Π.Ε. κάθε μεμονωμένης εγκατάστασης αιολικού πάρκου	1.000 μ. από τα όρια του σχεδίου ή της διαμορφωμένης περιοχής αντίστοιχα.
Ιερές Μονές	500 μ. από τα όρια της Μονής
Μεμονωμένη κατοικία (νομίμως υφιστάμενη)	Εξασφάλιση ελάχιστου επιπέδου θορύβου μικρότερου των 45 db.

Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να εξασφαλίζεται ελάχιστο επίπεδο θορύβου στα όρια των ανωτέρω οικιστικών δραστηριοτήτων μικρότερο των 45 db.

Ε. Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Κύριοι οδικοί άξονες, οδικό δίκτυο αρμοδιότητας των Ο.Τ.Α. και σιδηροδρομικές γραμμές.	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια της ζώνης απαλλοτρίωσης της οδού ή του σιδηροδρομικού δικτύου αντίστοιχα.
Γραμμές υψηλής τάσεως	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια από τα όρια διέλευσης των γραμμών Υ.Τ.
Υποδομές τηλεπικοινωνιών (κεραίες), RADAR	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα.
Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση

³ Σε περίπτωση που υφίσταται ήδη εγκατάσταση αιολικού σταθμού, ή πάρκο κεραιών ή ραντάρ, σε απόσταση μικρότερη των 1500μ από τα όριά του, η ελάχιστη απόσταση κάθε νέας εγκατάστασης αιολικού πάρκου από αυτά, ορίζεται ως αντιστάθμισμα στα 2.500μ.

αεροπλοΐας	του αρμόδιου φορέα.
------------	---------------------

ΣΤ. Αποστάσεις από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, ζώνες αναδασμού, αρδευόμενες εκτάσεις	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Ιχθυοκαλλιέργειες	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Μονάδες εσταυλισμένης κτηνοτροφίας:	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Λατομικές ζώνες και δραστηριότητες	Όπως ορίζεται στην κείμενη νομοθεσία.
Λειτουργούσες επιφανειακά μεταλλευτικές - εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες	500 μ.
ΠΟΤΑ και άλλες Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες και άλλες θεσμοθετημένες ή διαμορφωμένες τουριστικά περιοχές (όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ του αιολικού πάρκου για κάθε μεμονωμένη εγκατάσταση). Τουριστικά καταλύματα και ειδικές τουριστικές υποδομές,	1.000 μ από τα όρια της ζώνης / περιοχής ^{4 5}

II. Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο

Για την εκτίμηση της επίπτωσης μιας υπό αδειοδότηση αιολικής μονάδας στο τοπίο, λαμβάνεται υπόψη η οπτική παρεμβολή της από τα σημεία 'ιδιαίτερου ενδιαφέροντος', που ευρίσκονται εντός κύκλου, που ορίζεται με κέντρο την μονάδα και ακτίνα που διαφοροποιείται ανάλογα με τη σημασία και την ποιότητα του

⁴ Η αναφερόμενη απόσταση δεν λαμβάνεται υπόψη στη περίπτωση που η άτρακτος μιας Α/Γ δεν είναι ορατή από την ασύμβατη χρήση.

⁵ Οι αποστάσεις αυτές μπορεί να μειώνονται με τη σύμφωνη γνώμη του φορέα της ασύμβατης χρήσης, η οποία παρέχεται για όλη τη διάρκεια κύκλου ζωής των σχετικών εγκαταστάσεων και πάντως για χρονικό διάστημα τουλάχιστον ίσο με τον χρόνο ισχύος των σχετικών αδειών παραγωγής (25 έτη). Σε κάθε περίπτωση η απόσταση αυτή δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 500 μέτρων από τα όρια των εγκαταστάσεων διανυκτέρευσης και 1.5 d από τα όρια των λοιπών εγκαταστάσεων.

σημείου 'ιδιαίτερου ενδιαφέροντος' και την κατηγορία χώρου που ανήκει σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Σημείο Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος	Μέγιστη απόσταση από Α/Π (χλμ)	
	Εντός Π.Α.Π. - Αττικής - Θαλάσσιου χώρου	Εντός Π.Α.Κ.- Κατοικημένα Νησιά
Το πλησιέστερο όριο των εγγεγραμμένων στον κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλων μείζονος σημασίας μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων της παρ. 5. εδάφιο ββ) του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	6	6
Το πλησιέστερο όριο ζώνης απολύτου προστασίας (ζώνη Α') λοιπών αρχαιολογικών χώρων	6	6
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου πυρήνα Εθνικού Δρυμού, μνημείου της φύσης, αισθητικού δάσους των παρ. 3 και 4 του άρθρου 19 του Ν. 1650/86.	0,8	1
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	6	6
Τα πλησιέστερα όρια πόλεων ή οικισμών	2	3
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένης ή διαμορφωμένης τουριστικής περιοχής τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες	2	3

Οι ανεμογεννήτριες, που χωροθετούνται εκτός του κύκλου ή που η άτρακτος τους δεν έχει οπτική επαφή με το σημείο, δεν λαμβάνονται υπόψη.

Γενικότερα, και παρόλο που η συγκέντρωση αιολικών πάρκων σε περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού είναι επιθυμητή (περιοχές Προτεραιότητας), τόσο από οικονομικής, όσο και από περιβαλλοντικής απόψεως, η πυκνότητα των ανεμογεννητριών γύρω από τυχόν υφιστάμενα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος των περιοχών αυτών, θα πρέπει να περιορίζεται εντός προδιαγεγραμμένων ορίων. Σε περίπτωση που υπάρχει υπέρβαση αυτού του ορίου πυκνότητας, θα πρέπει να τίθεται περιορισμός στην κάλυψη του οπτικού ορίζοντα των σημείων ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Περαιτέρω, ο βαθμός επίδρασης της κάθε ανεμογεννήτριας στο

τοπίο από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, εξαρτάται από την πραγματική απόσταση της από το σημείο.

Προκειμένου να αντικειμενικοποιηθούν τα πιο πάνω, τίθενται οι παρακάτω απαιτήσεις-κριτήρια, ως προς τα οποία ελέγχεται το αιολικό πάρκο και με τα οποία οφείλει να συμμορφωθεί:

- Το πρώτο κριτήριο αφορά στην συνολική πυκνότητα των ανεμογεννητριών, που χωροθετούνται εντός κύκλου με κέντρο το εκάστοτε σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ακτίνα την μέγιστη απόσταση κατά τα ανωτέρω και η άτρακτος των οποίων έχει οπτική επαφή με το σημείο. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η πραγματική απόσταση των ανεμογεννητριών από το σημείο, η κυκλική επιφάνεια χωρίζεται σε τρία συνολικά ομόκεντρα τμήματα (ζώνες) Α', Β' και Γ', σε κάθε μία από τις οποίες, η μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα εγκατάστασης, είναι διαφορετική.
- Το δεύτερο κριτήριο, το οποίο εφαρμόζεται μόνο στην περίπτωση κατά την οποία υφίσταται υπέρβαση του πρώτου κριτηρίου, αφορά στο ποσοστό κάλυψης από τις ανεμογεννήτριες του οπτικού ορίζοντα ενός παρατηρητή, που βρίσκεται στο σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και περιστρέφεται 360° περί τον εαυτό του. Για την εκτίμηση του κριτηρίου αυτού, οι ανεμογεννήτριες, μεταξύ των οποίων η πραγματική απόσταση δεν υπερβαίνει τα 500 μέτρα, ενώνονται με νοητά ευθύγραμμα τμήματα και υπολογίζονται οι γωνίες (σε μοίρες), που δημιουργούνται με κέντρο το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και με πλευρές που διέρχονται από τα άκρα των προαναφερθέντων νοητών τμημάτων.

Κατά την εξέταση του κριτηρίου, λαμβάνονται και πάλι υπ' όψη μόνον οι ανεμογεννήτριες, που χωροθετούνται εντός κύκλου με κέντρο το εκάστοτε σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ακτίνα την μέγιστη απόσταση κατά τα ανωτέρω και η άτρακτος των οποίων έχει οπτική επαφή με το σημείο. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η πραγματική απόσταση των Α/Γ από το σημείο, ο κύκλος χωρίζεται και πάλι σε τρεις συνολικά ομόκεντρες ζώνες Α', Β' και Γ', σε κάθε μία από τις οποίες, το άθροισμα των γωνιών, που περικλείουν τα νοητά τμήματα που βρίσκονται εντός της αντίστοιχης ζώνης, έχει διαφορετικό συντελεστή βαρύτητας. Δεν λαμβάνονται υπόψη τμήματα αιολικών πάρκων, των οποίων η γωνία θέασης από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, καλύπτεται από άλλα αιολικά πάρκα, που βρίσκονται πλησιέστερα στο σημείο ενδιαφέροντος και συνεπώς η γωνία θέασης τους έχει ήδη ληφθεί υπ' όψη στον συνολικό υπολογισμό (γωνιακή επικάλυψη).

Αν ένα αιολικό πάρκο πληροί το πρώτο κριτήριο, σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, χωροθετούνται επαρκώς αραιά, ακόμα και αν πιθανόν απλώνονται σε αρκετές περιοχές του ορίζοντα γύρω από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Αν ένα αιολικό πάρκο πληροί το δεύτερο κριτήριο, ακόμη και αν δεν πληροί το πρώτο κριτήριο, σημαίνει ότι, οι

ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, χωροθετούνται προς μία ή ελάχιστες κατευθύνσεις, ακόμα και αν προς τις ελάχιστες ή τη μία αυτή κατεύθυνση έχουν αυξημένη πυκνότητα.

Οι ομόκεντρες ζώνες είναι κοινές για την εφαρμογή και των δύο κριτηρίων και ορίζονται ανάλογα με τη σημασία του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ανάλογα με την κατηγορία χώρου που χωροθετείται το υπό εξέταση αιολικό πάρκο, ως εξής:

Σημείο Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος	Ακτίνες ζωνών (σε χλμ.)					
	Εντός Π.Α.Π. Αττικής-Θαλάσσιου χώρου			Εντός Π.Α.Κ. - Κατοικημένα Νησιά		
	Α'	Β'	Γ'	Α'	Β'	Γ'
Όρια των εγγεγραμμένων στον κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλων μείζονος σημασίας μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων της παρ. 5. εδάφιο ββ) του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	3	4,5	6	3	4,5	6
Όρια ζώνης απολύτου προστασίας (ζώνη Α') λουπών αρχαιολογικών χώρων	0,5	3	6	0,5	3	6
Όρια θεσμοθετημένου πυρήνα Εθνικού Δρυμού, μνημείου της φύσης, αισθητικού δάσους των παρ. 3 και 4 του άρθρου 19 του Ν. 1650/86	0,2	0,8	-	0,3	1	-
Όρια θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	1,5	3	6	1,5	3	6
Όρια πόλεων ή οικισμών >2000 κατοίκων και όρια οικισμών <2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως τουριστικοί ή αξιόλογοι	1	2	-	1	3	-
Όρια οικισμών <2000 κατοίκων που δεν χαρακτηρίζονται ως τουριστικοί ή αξιόλογοι	0,5	1	2	0,5	1	2
Όρια θεσμοθετημένης ή διαμορφωμένης τουριστικής περιοχής, τουριστικά καταλύματα, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες.	1	1,5	2	1	2	3

Για την εφαρμογή του πρώτου κριτηρίου, η μέγιστη πυκνότητα ανεμογεννητριών ανά ζώνη, ανάλογα με την κατηγορία του χώρου, είναι:

Ζώνες	Κριτήριο 1: Μέγιστη πυκνότητα ανεμογεννητριών (πλήθος Α/Γ ανά τ.χλμ.)
--------------	--

	Εντός Π.Α.Π. Αττικής - Θαλάσσιου χώρου	Εντός Π.Α.Κ.	Κατοικημένα Νησιά
Α'	0	0	0
Β'	4	3	2
Γ'	7	6	4

Το παραπάνω πλήθος, αφορά ανεμογεννήτριες με διάμετρο πτερυγίων 85 μέτρων (τυπική Α/Γ). Αν η διάμετρος είναι διαφορετική, το πλήθος προσαρμόζεται ανάλογα με στρογγυλοποίηση προς τα άνω, στον πλησιέστερο μεγαλύτερο ακέραιο αριθμό.

Σε περίπτωση, που υφίσταται υπέρβαση του πρώτου κριτηρίου «πυκνότητας», θα πρέπει να πληρείται τουλάχιστον το δεύτερο κριτήριο «οπτικής κάλυψης». Για τον υπολογισμό του δεύτερου αυτού κριτηρίου, οι συντελεστές βαρύτητας ανά ζώνη που εφαρμόζονται επί του αθροίσματος των γωνιών, που περικλείουν τα νοητά τμήματα που βρίσκονται εντός της αντίστοιχης ζώνης (συμπεριλαμβανομένων των προϋφιστάμενων εγκαταστάσεων), ανάλογα με την κατηγορία του χώρου, είναι:

Ζώνες	Συντελεστές βαρύτητας γωνιών οπτικής κάλυψης για την εφαρμογή του κριτηρίου 2		
	Εντός Π.Α.Π.- Αττικής- Θαλάσσιου χώρου	Π.Α.Κ.	Κατοικημένα Νησιά
Α'	1	1	1
Β'	0,5	0,7	0,8
Γ'	0,3	0,5	0,7

Τέλος, για την εφαρμογή του δεύτερου κριτηρίου, τίθεται ανώτατο όριο στο λόγο του σταθμισμένου (με τους ανωτέρω συντελεστές) αθροίσματος των γωνιών που ορίζονται, προς το σύνολο του κύκλου (360°). Το όριο αυτό, ανάλογα με το αν πρόκειται για περιοχή προτεραιότητας ή όχι, είναι:

Κριτήριο 2: Ποσοστό οπτικής κάλυψης του ορίζοντα		
Εντός Π.Α.Π. - Αττικής-Θαλάσσιου χώρου	Π.Α.Κ.	Κατοικημένα Νησιά
30%	20%	15%

Η διαφοροποίηση των πιο πάνω τιμών (μέγιστη πυκνότητα εγκατάστασης Α/Γ, συντελεστές βαρύτητας γωνιών οπτικής κάλυψης και ποσοστά οπτικής κάλυψης), ανταποκρίνεται στους χωροταξικούς στόχους ευνοϊκότερης αντιμετώπισης των εγκαταστάσεων εντός των περιοχών υψηλής εκμεταλλευσιμότητας του αιολικού δυναμικού (Π.Α.Π., Αττική, θαλάσσιος χώρος), αλλά παράλληλα λαμβάνει υπόψη και τις ιδιαιτερότητες του νησιωτικού χώρου.