

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

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

**ΠΜΣ «ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΜΕ  
ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ  
ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΛΜΥΡΟΥ»**

**Βόλτση Γ. Βικτώρια**

Επιβλέπων καθηγητής:

Δρ. Σταθάκης Δημήτριος

Βόλος, Ιούνιος 2015



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

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

**ΠΜΣ «ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΜΕ  
ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ  
ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΛΜΥΡΟΥ»**

**Βόλτση Γ. Βικτώρια**

Επιβλέπων καθηγητής:

Δρ. Σταθάκης Δημήτριος

Βόλος, Ιούνιος 2015

© Βόλτση Γ. Βικτώρια, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

ΘΕΜΑ: «ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ  
ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΛΜΥΡΟΥ»

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό με κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Η πνευματική ιδιοκτησία των φωτογραφιών παραμένει στους φωτογράφους και/ή στα πρακτορεία.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις θέσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εισχώρηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) γενικά, αλλά και της αιολικής ενέργειας ειδικά, στην εγχώρια αγορά, συνεχίζει να αποτελεί μια από τις προτεραιότητες της χώρας στο πλαίσιο των Ευρωπαϊκών της δεσμεύσεων. Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας και των πλεονεκτημάτων που αυτή παρουσιάζει, αναμφίβολα μπορεί και πρέπει να συμβάλλει στην προσπάθεια ενός ενεργειακού εξορθολογισμού, ο οποίος θα μεταφραστεί σε μια άμβλυνση των ορυκτών καυσίμων, που σχετίζονται με περιβαλλοντικά προβλήματα, καθώς και σε υψηλότερη ενεργειακή αυτονομία. Προϋπόθεση της επιτυχούς ενσωμάτωσης της αιολικής ενέργειας στην εθνική ενεργειακή πολιτική, αποτελεί η κριτική εξέταση του χωροθετικού ζητήματος.

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία εξετάζει τη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου στο δήμο Αλμυρού, λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη νομοθεσία και αξιοποιώντας τις δυνατότητες σύγχρονων εργαλείων, όπως τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) και οι πολυκριτηριακές μέθοδοι ανάλυσης. Για το σκοπό αυτό/Πιο συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν τρία διαφορετικά σενάρια χωροθέτησης με χρήση του ελεύθερου GIS λογισμικού QGIS, ενώ στο δεύτερο από αυτά, εφαρμόζεται η Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία ως βοηθητικό όργανο για τη λήψη της απόφασης.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Αιολική Ενέργεια, Χωροθέτηση ανεμογεννητριών, Πολυκριτηριακή Ανάλυση, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία, Δήμος Αλμυρού

## **ABSTRACT**

The penetration of Renewable Energy Sources (RES) in general, and the penetration of wind power specifically, as well, still constitutes one of the country's priorities, in the context of its European commitments. The utilization of wind power and the advantages that it, indubitably, presents, can contribute to the efforts of energy streamlining, which would be translated into a mitigation of the fossil fuels, related to environmental problems, as well as, into higher energy autonomy. The critical examination of the turbines sitting issue is a precondition for the successful integration of wind power into the national energy policy.

In the context, the present thesis examines the sitting of a wind farm in Almyros municipality, taking into account the subsistent legislation and, also, by utilizing the abilities of modern tools such as, Geographic Information System and specifically, three different sitting scenarios are considered, using the open source GIS software, QGIS, whereas during the second scenario Analytic Hierarchy Process (AHP) is applied, as auxiliary instrument of decision-making.

**KEY WORDS:** Renewable Energy Sources, Wind Power, Turbine sitting, Multi-criteria Analysis, Geographic Information System, Analytic Hierarchy Process, Almyros Municipality

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	11
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	14
1.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	14
1.2 ΜΟΡΦΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	14
1.2.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	14
1.2.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	15
1.2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ .....	15
1.2.4 ΒΙΟΜΑΖΑ .....	16
1.2.5 ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	16
1.2.6 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	17
1.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ .....	18
1.5 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΙ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ .....	18
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b> .....	21
2.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	21
2.2 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ .....	22
2.2.1. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ .....	23
2.2.2. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΞΟΝΑ .....	24
2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ...	25
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ</b> .....	28
3.1 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	28
3.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ .....	30
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΜΕ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΛΜΥΡΟΥ</b> .....	32
4.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	32

4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ .....	34
4.3 ΠΡΩΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ .....	38
4.4 ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ .....	49
4.5 ΤΡΙΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ.....	59
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>64</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>66</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>93</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 1: Δημογραφικά στοιχεία Δήμου Αλμυρού για τα έτη 2001 και 2011
- Πίνακας 2: Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων
- Πίνακας 3: Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος
- Πίνακας 4: Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς
- Πίνακας 5: Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες
- Πίνακας 6: Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις
- Πίνακας 7: Αποστάσεις από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων
- Πίνακας 8: Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο
- Πίνακας 9: Πηγές δεδομένων
- Πίνακας 10: Κριτήρια και ζώνες αποκλεισμού πρώτου σεναρίου χωροθέτησης
- Πίνακας 11: Κριτήρια, εύρη ζωνών εγγύτητας και τιμές ανά ζώνη, δευτέρου σεναρίου χωροθέτησης
- Πίνακας 12: Πίνακας βαρών
- Πίνακας 13: Αιολικό δυναμικό
- Πίνακας 14: Κριτήρια και ζώνες αποκλεισμού τρίτου σεναρίου χωροθέτησης

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 1: Βασικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας
- Σχήμα 2: Αναπαράσταση ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα
- Σχήμα 3: Αναπαράσταση ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα
- Σχήμα 4: Πλήθος pixel ανά τιμή καταλληλότητας χωροθέτησης

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1: Περιοχές με αιολικό δυναμικό, σε ύψος 80μ, μεγαλύτερο των 5m/s
- Εικόνα 2: Περιοχές αποκλεισμού
- Εικόνα 3: Υποψήφιες θέσεις χωροθέτησης αιολικού πάρκου, με ύψος ανεμογεννητριών 80 μ
- Εικόνα 4: Ζώνη εγγύτητας NATURA 2000



- Εικόνα 5: Υποψήφιες θέσεις χωροθέτησης αιολικού πάρκου, με ύψος ανεμογεννητριών 80 μ, συμπεριλαμβανομένων και των εντός NATURA 2000
- Εικόνα 6: Συγκριτικός χάρτης υποψηφίων θέσεων, με και χωρίς ζώνη αποκλεισμού NATURA 2000
- Εικόνα 7: Ποσοστό καταλληλότητας χωροθέτησης
- Εικόνα 8: Θέσεις χωροθέτησης με ποσοστό καταλληλότητας μεγαλύτερο από 83%
- Εικόνα 9: Θέσεις χωροθέτησης με ποσοστό καταλληλότητας μεγαλύτερο από 85%
- Εικόνα 10: Συγκριτικός χάρτης καταλληλότητας κοινών περιοχών
- Εικόνα 11: Τελικές θέσεις χωροθέτησης με καταλληλότητα μεγαλύτερη από 85%
- Εικόνα 12: Τελικές θέσεις χωροθέτησης, χωρίς να περιλαμβάνονται οι περιοχές NATURA 2000
- Εικόνα 13: Τελικές θέσεις χωροθέτησης, περιλαμβάνοντας και οι περιοχές NATURA 2000
- Εικόνα 14: Συγκριτικός χάρτης τελικών θέσεων χωροθέτησης των δύο προηγούμενων υπο-σεναρίων (με και χωρίς NATURA 2000)
- Εικόνα 15: Ζώνη εγγύτητας 3χλμ από εγκαταστάσεις αεροδρομίου
- Εικόνα 16: Περιοχές με αιολικό δυναμικό σε ύψος 80μ, μεγαλύτερο των 5m/s
- Εικόνα 17: Αιολικό δυναμικό σε ύψος 80μ
- Εικόνα 18: Καταφύγια Άγριας Ζωής
- Εικόνα 19: Ζώνες αποκλεισμού 1,5 χλμ από ακτές ελέγχου ποιότητας υδάτων
- Εικόνα 20: Απεικόνιση αιολικού πάρκου Ανάβρας
- Εικόνα 21: Κλίσεις εδάφους του υφιστάμενου αιολικού πάρκου Ανάβρας
- Εικόνα 22: Κλίσεις εδάφους από 0-25%
- Εικόνα 23: Λεκάνη ορατότητας και ζώνες αποκλεισμού
- Εικόνα 24: Λεκάνη ορατότητας και περιοχές αποκλεισμού χωρίς τις περιοχές NATURA 2000
- Εικόνα 25: Ζώνη αποκλεισμού 595 μ από αρχαιολογικούς χώρους
- Εικόνα 26: Ζώνη αποκλεισμού 1 χλμ από ενδιαφέροντες δυναμικούς οικισμούς
- Εικόνα 27: Ζώνη αποκλεισμού 127,5μ από περιοχές διανομών και αναδασμών
- Εικόνα 28: Ζώνες αποκλεισμού 500 μ από μεταλλευτικές δραστηριότητες
- Εικόνα 29: Ζώνες αποκλεισμού 127,5 μ από δίκτυο υψηλής τάσεως
- Εικόνα 30: Ζώνες αποκλεισμού 500 μ από Ιερές Μονές
- Εικόνα 31: Ζώνες αποκλεισμού 127,5 μ από τους κύριους οδικούς άξονες και οδικό δίκτυο αρμοδιοτήτων ΟΤΑ

- Εικόνα 32: Ζώνες αποκλεισμού 500 μ από τους λοιπούς οικισμούς
- Εικόνα 33: Λεκάνη ορατότητας σε ακτίνα 6χλμ από τον παραδοσιακό οικισμό Αγ. Ιωάννη και 3χλμ από το κέντρο των υπόλοιπων οικισμών με ύψος παρατηρητή 1,75 μ και ύψος παρατηρούμε στόχου τα 85 μ
- Εικόνα 34: Ζώνη αποκλεισμού 1500 μ από παραδοσιακούς οικισμούς
- Εικόνα 35: Ζώνες αποκλεισμού 1000 μ από πόλεις και οικισμούς με πληθυσμό άνω των 2000 κατοίκων
- Εικόνα 36: Ζώνες αποκλεισμού με τελικές κατάλληλες θέσεις
- Εικόνα 37: Ζώνες εγγύτητας από το αεροδρόμιο
- Εικόνα 38: Ζώνες εγγύτητας από κύριο οδικό δίκτυο και δίκτυο ΟΤΑ

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΩΝ

ΑΙΔ	Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία
ΑΠ	Αιολικό Πάρκο
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΕΠΟ	Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων
ΕΠΧΣΑΑ	Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού Αειφόρου Ανάπτυξης
ΜΠΕ	Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΟΤΑ	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΠΑ	Πολυκριτηριακή Ανάλυση
ΠΑΚ	Περιοχή Αιολικής Καταλληλότητας
ΠΕΡΠΟ	Περιοχές Ειδικά Ρυθμιζόμενης Πολεοδόμησης
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
ΥΤ	Υψηλής Τάσης
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως
ΑΗΡ	Analytic Hierarchy Process
GIS	Geographic Information System
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
USGS	United States Geological Survey

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Είναι δεδομένο πως ο πεπερασμένος χαρακτήρας της ανθρώπινης νόησης δεν επιτρέπει την εκ των προτέρων γνώση κάθε πιθανής συνέπειας ενός συμβάντος ή μιας διαδικασίας στο πλαίσιο ενός απείρως πολύπλοκου συστήματος, όπως είναι ο πλανήτης Γη. Η αλληλεπίδραση του ανθρώπου και των νέων τεχνολογιών, είναι μία από αυτές τις διαδικασίες, τα αποτελέσματα της οποίας συχνά δεν είναι δυνατό να προβλεφθούν, σε ικανοποιητικό τουλάχιστον βαθμό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί, η τροπή των πραγμάτων από τη βιομηχανική επανάσταση και έπειτα. Αναμφίβολα, η βιομηχανική επανάσταση έδωσε στο ανθρώπινο είδος πρωτόγνωρες δυνατότητες, μία εκ των οποίων, υπήρξε η γιγάντωση της παραγωγικής ικανότητας του ανθρώπου, η οποία συχνά χρησιμοποιήθηκε ιδεολογικά, ώστε να δικαιολογηθεί μια αλόγιστη, όπως αποδείχθηκε αργότερα, εκμετάλλευση της φύσης. Αν και οι πρεσβευτές των ιδεολογιών αυτών θα μπορούσαν να δικαιολογηθούν ως ένα βαθμό, εφόσον οι πολυεπίπεδες συνέπειες της καταδυνάστευσης αυτής δεν επέρχονται στο φως παρά μόνο με το πέρασμα κάποιων γενεών, οι σημερινές γενιές σίγουρα δεν μπορούν να επικαλεστούν την άγνοια αυτή ως ελαφρυντικό στοιχείο.

Μια σειρά από τρομακτικές και ζημιογόνες επιπτώσεις θέτουν την ανθρωπότητα προ των ευθυνών της. Η ατμοσφαιρική ρύπανση, η μείωση της βιοποικιλότητας, η ρύπανση των υδάτων, η διάβρωση, η ερημοποίηση, η κλιματική αλλαγή και η φτωχοποίηση τεράστιων πληθυσμιακών ομάδων, αποτελούν κάποια από τα γεγονότα που θα έπρεπε ίσως να οδηγήσουν στην απόρριψη του αναπτυξιακού αυτού του μοντέλου, που απειλεί τόσο τη σημερινή, όσο και τις επόμενες γενιές, με ακόμη δυσμενέστερες καταστάσεις. Είναι γεγονός ότι τις τελευταίες δεκαετίες, έχει διαπιστωθεί ο κίνδυνος αυτός, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας παγκόσμιας τάσης προς την αντικατάσταση των συμβατικών μεθόδων παραγωγής και κατανάλωσης. Τμήμα αυτής της τάσης αποτελεί και η μετάβαση από τις συμβατικές, μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, προς εκείνες τις μορφές ενέργειας που είναι ανανεώσιμες, αλλά και φιλικότερες προς το περιβάλλον (Μοδινός, 1996).

Τις τελευταίες δεκαετίες λοιπόν, έχουν ληφθεί αποφάσεις τόσο σε εθνικό, όσο και σε υπερεθνικό επίπεδο για την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), οι οποίες αναφέρονται αναλυτικότερα παρακάτω. Ωστόσο, δεν είναι απόλυτα βέβαιο ότι οι πρωτοβουλίες αυτές έχουν αποδώσει τα επιθυμητά αποτελέσματα, καθώς η κυρίαρχη άποψη σε παγκόσμιο επίπεδο, τείνει να ταυτίζει το αυξημένο βιοτικό

επίπεδο με τη γιγάντωση των οικονομιών, παρά με την κάλυψη των πραγματικών ανθρώπινων αναγκών. Παρόλα αυτά όμως, παρατηρείται σταδιακά όλο και μεγαλύτερη αποδοχή των ΑΠΕ, ενώ ολόκληρη η ανθρωπότητα έχει ευαισθητοποιηθεί ακόμα περισσότερο σχετικά με τα περιβαλλοντικά θέματα μείζονος σημασίας, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται πλέον μια παγκόσμια προσπάθεια για την προώθηση των ΑΠΕ και την οριστική αντικατάσταση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το γεγονός αυτό οδηγεί συνεχώς στην εύρεση νέων τεχνολογιών και στην εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, προκειμένου να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες μιας ευρύτερης περιοχής, συμβάλλοντας όμως ταυτόχρονα στη διαφύλαξη και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος.

Η επίτευξη αυτού του στόχου αποτέλεσε και το έναυσμα για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, κύριος σκοπός της οποίας είναι η διερεύνηση μιας εναλλακτικής μεθόδου, για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του Δήμου Αλμυρού στο Νομό Μαγνησίας. Η κυρίαρχη ιδέα για την πραγμάτωση αυτής της ερευνητικής διαδικασίας, είναι η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας για τη χωροθέτηση ανεμογεννητριών στην ευρύτερη περιοχή του δήμου Αλμυρού με τη χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης.

Αρχικά, παρατίθεται το θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας και οι σχετικοί ορισμοί για την κατανόηση των ΑΠΕ, καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτών, ενώ παρουσιάζονται ακόμη οι βασικοί ευρωπαϊκοί και εθνικοί στόχοι, που έχουν τεθεί αναφορικά με τις συγκεκριμένες πηγές ενέργειας. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην αιολική ενέργεια, καθώς αποτελεί την κατευθυντήρια δύναμη για τη λειτουργία των αιολικών πάρκων, ενώ σημαντική αναφορά γίνεται στις ανεμογεννήτριες, τα γενικά χαρακτηριστικά, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτών, καθώς αποτελούν θεμελιώδες αντικείμενο της εργασίας αυτής.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται μια λεπτομερής αναφορά για την πολυκριτηριακή ανάλυση, που αποτελεί τη μέθοδο που έχει ληφθεί υπόψη στη συγκεκριμένη περίπτωση, ενώ τέλος παρατίθεται το πρακτικό μέρος της εργασίας, που αποτελεί τη χωροθέτηση των ανεμογεννητριών στο δήμο Αλμυρού, με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Geographic Information System – G.I.S). Στο τελικό αυτό μέρος, δίνονται σχετικές πληροφορίες για την ευρύτερη περιοχή του δήμου Αλμυρού και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αυτής, ενώ ακόμα παρουσιάζονται σε πίνακες όλα τα δεδομένα πληροφοριών, που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας. Τέλος, παρουσιάζονται τρία σενάρια, που προτείνουν βέλτιστες θέσεις χωροθέτησης του αιολικού πάρκου ως πιθανές λύσεις. Τα τρία αυτά σενάρια,

αποτελούν τρεις διαφορετικές μεθοδολογίες, καθεμιά από τις οποίες μπορεί να εφαρμοστεί για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων, λαμβάνοντας όμως υπόψη διαφορετικά κριτήρια αποκλεισμού ή δίνοντας διαφορετική βαρύτητα στα κριτήρια της κάθε περίπτωσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο παρόν κεφάλαιο δίνεται μια σύντομη αναφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μια προσπάθεια προσδιορισμού των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων αυτών, ενώ τέλος παρατίθενται τόσο οι διεθνείς όσο και οι εθνικοί στόχοι.

Ως πηγή ενέργειας ορίζεται κάθε κινούμενη ή στάσιμη ύλη, σύστημα ή διάταξη, που προσφέρει ενέργεια, η οποία καταλήγει στην παραγωγή θερμότητας, φωτός ή ισχύος (Γελεγένης και Αξαόπουλος, 2005: 21).

Ανάλογα με το ρυθμό αναδημιουργίας και κατανάλωσης της ενέργειας, οι πηγές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- A. *Ανανεώσιμες Πηγές*: χαρακτηρίζονται από τη γρήγορη και συνεχή ανανέωσή τους, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα σταθερής εκμετάλλευσης (Γελεγένης και Αξαόπουλος, 2005: 22). Σε αυτές εντάσσονται η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, καθώς επίσης και η ενέργεια των υδάτων (κύματα, παλίρροια, υδατοπτώσεις), η βιομάζα, τα αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τέλος τα βιοαέρια (ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ, 2001: 3).
- B. *Συμβατικές ή Αναλώσιμες Πηγές*: πρόκειται για πηγές ενέργειας οι οποίες, χρειάζονται τεράστια χρονικά διαστήματα για να ανανεωθούν, γεγονός που τις καθιστά πρακτικά μη ανανεώσιμες για τον άνθρωπο. Τέτοιες πηγές ενέργειας είναι μεταξύ άλλων το πετρέλαιο και τα παράγωγά του, οι άνθρακες, τα πυρηνικά καύσιμα και το φυσικό αέριο εκμετάλλευσης (Γελεγένης και Αξαόπουλος, 2005: 22).

### 1.2 ΜΟΡΦΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 1.2.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Με τον όρο ηλιακή ενέργεια ορίζεται η ενέργεια που παράγεται λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του ηλίου, η οποία διασχίζοντας το διάστημα φτάνει στη Γη με τη μορφή ακτινοβολίας. Αυτή η ενέργεια υπήρξε στο παρελθόν και συνεχίζει να αποτελεί την κυριότερη πηγή ενέργειας του ανθρώπου. Με εξαίρεση την πυρηνική, τη

γεωθερμική και την παλιρροιακή ενέργεια, όλες οι υπόλοιπες μορφές της οφείλονται στη δράση του ηλίου (Γελεγένης και Αξιάδουλος, 2005: 191).

Από την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που φθάνει στη γη ένα πολύ μικρό ποσοστό της αξιοποιείται μέσω της σύγχρονης τεχνολογίας, η οποία περιλαμβάνει τριών ειδών συστήματα, τα θερμικά ηλιακά, τα παθητικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά. Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται, για παράδειγμα, οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να απορροφήσουν την ηλιακή ενέργεια και μέσω αυτής να θερμάνουν κάποιο είδος ρευστού, όπως το νερό. Από την άλλη πλευρά, τα παθητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως από τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική μέσω δομικών στοιχείων, τα οποία είναι σχεδιασμένα και συνδυασμένα με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για το φωτισμό και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας εντός του χώρου. Τέλος, τα φωτοβολταϊκά συστήματα συμβάλλουν στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πλήθώρα εφαρμογών για την κάλυψη μικρότερων ή μεγαλύτερων ενεργειακών αναγκών (πχ κάλυψη ενεργειακής ανάγκης φωτεινού σηματοδότη, δημόσιων ή ιδιωτικών εγκαταστάσεων κλπ). Τα φωτοβολταϊκά αυτά συστήματα μπορούν να αξιοποιηθούν σε τεράστιο βαθμό σε όλη την έκταση της ελληνικής επικράτειας, λόγω της εκτεταμένης ελληνικής ηλιοφάνειας ([www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)).

### 1.2.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Με βάση τα επιστημονικά δεδομένα είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία στον πυρήνα της γης ανέρχεται περίπου στους 4000° C. Μέρος αυτής της θερμότητας που φτάνει ακόμα και ως το φλοιό της Γης ονομάζεται γεωθερμική ενέργεια (Γελεγένης και Αξιάδουλος, 2005: 215). Η γεωθερμική αυτή ενέργεια έχει τη μορφή ρευστού, η θερμοκρασία του οποίου κυμαίνεται από 25 έως 360° C. Η γεωθερμία προσφέρει ενέργεια χαμηλού κόστους, χωρίς εκπομπή βλαβερών ρύπων, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για θέρμανση (κύρια εφαρμογή της στην Ελλάδα), όσο και για ψύξη, ενώ σπανιότερα χρησιμοποιείται και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όταν η τιμή της θερμοκρασίας είναι υψηλή ([www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)).

### 1.2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ

Με τον όρο υδροηλεκτρική ενέργεια ορίζεται η μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών,

σε ηλεκτρική ενέργεια, γεγονός που επιτυγχάνεται μέσω υδροηλεκτρικών τεχνικών έργων, στα οποία δεσμεύονται και αποθηκεύονται μεγάλες ποσότητες ύδατος. Η ελεγχόμενη αποδέσμευσή και η αξιοποίηση αυτών από υδροστρόβιλους μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε μηχανική, ενώ με τη χρήση γεννητριών η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Από περιβαλλοντική άποψη, αν και τα μεγάλα αυτά υδροηλεκτρικά έργα, όπως και όλες οι εγκαταστάσεις μεγάλου μεγέθους, δε συνάδουν με το φυσικό περιβάλλον, ένα προσεκτικά μελετημένο και κατασκευασμένο έργο, μπορεί ενδεχομένως να ενταχθεί στο τοπίο το ίδιο ομαλά όσο και τα μικρού μεγέθους υδροηλεκτρικά έργα ([www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)).

Η ενέργεια που προέρχεται από τις παλίρροιες, καθώς και η ενέργεια των κυμάτων, είναι λιγότερο διαδεδομένες, η μεν πρώτη λόγω της περιορισμένης εμφάνισης παλίρροιών, ενώ η δεύτερη λόγω του υψηλού κόστους της σχετικής τεχνολογίας (Γελεγιάνης και Αξαόπουλος, 2005: 255). Ωστόσο, όσον αφορά την τελευταία περίπτωση, είναι δυνατόν να παραχθεί ενέργεια, όταν η διαφορά θερμοκρασίας των επιφανειακών υδάτων του ωκεανού από τα ψυχρά νερά του πυθμένα του είναι μεγαλύτερη από 3.5° C ([kre-kastor.kas.sch.gr](http://kre-kastor.kas.sch.gr)).

#### 1.2.4 ΒΙΟΜΑΖΑ

Με τον όρο βιομάζα ορίζεται η ύλη οργανικής προελεύσεως που δύναται να μετατραπεί σε ενέργεια. Τέτοιου είδους ύλη αποτελούν μεταξύ άλλων, τα φυτικά και ζωικά υπολείμματα, καθώς και τα αστικά απορρίμματα. Η βιομάζα χρησιμεύει κυρίως στη θέρμανση αλλά και για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων ([www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)).

#### 1.2.5 ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Με τον όρο οσμωτική ενέργεια εννοείται η ενέργεια που παράγεται σε ένα εργοστάσιο κατά την ανάμειξη γλυκού και αλμυρού νερού. Κατά τη διαδικασία αυτή το θαλασσίνο νερό διαχωρίζεται από το γλυκό νερό μέσω μιας ημι-διαπερατής μεμβράνης, η οποία εν συνεχεία, επιτρέπει στο γλυκό νερό να εισέλθει στη δεξαμενή του θαλασσινού νερού (τα μόρια του νερού μπορούν να διαπεράσουν τη μεμβράνη, σε αντίθεση με αυτά του άλατος), αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο την πίεση του θαλασσινού νερού, λόγω της διαφορετικής αλατότητας, στέλνοντάς το προς μία τουρμπίνα, η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε μηχανική και η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Κατόπιν το θαλασσίνο νερό επιστρέφει πίσω στη θάλασσα. Προς το παρόν, η μη



εξελιγμένη τεχνολογία των μεμβρανών αυτών δεν έχει επιτρέψει την εμπορική αξιοποίηση της συγκεκριμένης μεθόδου (el.wikipedia.org).

### 1.2.6 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ο όρος αιολική ενέργεια ορίζεται κυρίως ως η ενέργεια που παράγεται από τη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε ηλεκτρική. Όπως είναι γνωστό, η εκμετάλλευση του ανέμου, ανάγεται στους αρχαίους ακόμα χρόνους, με ένα από τα χαρακτηριστικότερα παραδείγματα να αποτελούν τα ιστιοφόρα.

Όπως και στη περίπτωση της υδροηλεκτρικής ενέργειας, έτσι και σε αυτήν την περίπτωση, η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται μέσω δύο σταδίων. Αρχικά η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε μηχανική μέσω της πτερωτής και εν συνεχεία, μέσω γεννήτριας, η μηχανική ενέργεια προσδίδει ηλεκτρική ενέργεια, ενώ ακόμα υπάρχει και η δυνατότητα αποθήκευσης της πλεονάζουσας παραγόμενης ενέργειας. Όσον αφορά την Ελλάδα, λόγω του μεγάλου αιολικού δυναμικού της σε πολλές περιοχές της επικράτειας, έχει τη δυνατότητα κάλυψης ποσοστού των ενεργειακών αναγκών της, διαμέσου της εκμεταλλεύσεως της αιολικής ενέργειας (www.ypeka.gr).

### 1.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ

Τα δυο κύρια χαρακτηριστικά των ΑΠΕ, τα οποία τις καθιστούν ελκυστικές σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας είναι αφενός, η πρακτικά ανεξάντλητη δυνατότητα ανανέωσής τους, η οποία μας δίνει τη δυνατότητα συνεχούς χρήσης τους, και αφετέρου, ο ήπιος χαρακτήρας τους, ο οποίος επιβαρύνει το φυσικό περιβάλλον σαφώς λιγότερο από τις συμβατικές μορφές ενέργειας.

Το λειτουργικό κόστος των εγκαταστάσεών τους, όπως και η συντήρησή τους, είναι στις περισσότερες περιπτώσεις χαμηλό, ενώ ο προσδόκιμος χρόνος ζωής τους είναι αρκετά μεγάλος. Ταυτόχρονα, είναι δυνατόν να εξυπηρετήσουν ενεργειακές ανάγκες μεγάλης έως μικρής κλίμακας.

Ο εγχώριος χαρακτήρας τους συμβάλει στην εθνική ενεργειακή αυτονομία, ενώ το γεγονός ότι μπορούν να κατακερματιστούν γεωγραφικά βοηθάει στην αποκέντρωση της ενεργειακής παραγωγής, άρα και στην ελαχιστοποίηση των όποιων απωλειών σχετίζονται με τη μεταφορά της ενέργειας από το σημείο παραγωγής της σε κάποιο άλλο σημείο.

Όσον αφορά την ποικιλία που παρουσιάζουν οι ΑΠΕ, αυτή δίνει τη δυνατότητα κάλυψης πολλαπλών ενεργειακών αναγκών, όπως είναι η ηλεκτροπαραγωγή, θέρμανση, ψύξη κ.α. Εκτός από τις θέσεις εργασίες που μπορούν να δημιουργήσουν, λόγω του φιλικού τους χαρακτήρα ως προς το περιβάλλον, η εγκατάστασή τους σε μια περιοχή μπορεί να οδηγήσει στην αναβάθμισή της, εν αντιθέσει με τη βαριά βιομηχανία παραγωγής ενέργειας, όπου συστηματικά υποβαθμίζει τις περιοχές στις οποίες εγκαθίσταται ([www.hellasres.gr](http://www.hellasres.gr)).

#### 1.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ

Εκτός από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως, οι ΑΠΕ παρουσιάζουν και ορισμένα μειονεκτήματα, όπως είναι το διασπαρμένο δυναμικό και η χαμηλή πυκνότητα ισχύος. Το γεγονός αυτό οδηγεί συχνά στη δέσμευση μεγάλων εκτάσεων για την παραγωγή ικανής ποσότητας ενέργειας, χωρίς όμως η δέσμευση αυτή να συνεπάγεται αυτομάτως τον αποκλεισμό άλλων χρήσεων γης, όπως συμβαίνει για παράδειγμα στην περίπτωση των αιολικών πάρκων. Ωστόσο, η διαθεσιμότητά τους, δεν είναι δεδομένη ανά πάσα στιγμή οδηγώντας έτσι, είτε σε επιπρόσθετο εξοπλισμό αποθήκευσης, είτε στην υιοθέτηση παράλληλων ενεργειακών πηγών. Παρόλα αυτά, η χρήση των ΑΠΕ θέτει σαφείς περιορισμούς, αναλόγως με τα φυσικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής στην οποία εφαρμόζονται, καθώς η κάθε μορφή ΑΠΕ δεν είναι διαθέσιμη σε όλες τις γεωγραφικές τοποθεσίες του πλανήτη. Τέλος, ορισμένες από τις πηγές αυτές ενέργειας, δεν είναι ακόμη τεχνολογικά ώριμες, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο το απαραίτητο οικονομικό και επενδυτικό κόστος (Γαλανού, 2012).

#### 1.5 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΙ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στο πλαίσιο της προσπάθειας περιορισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του μεταπολεμικού πολιτικο-οικονομικού και παραγωγικού μοντέλου, η Ευρωπαϊκή Ένωση έλαβε ορισμένες αποφάσεις σχετικά με την εισχώρηση των ήπιων μορφών ενέργειας στην ενεργειακή αγορά. Μερικοί από τους βασικούς στόχους του ενεργειακού αυτού προγράμματος, που ορίστηκαν για το σύνολο των κρατών μελών, είναι οι εξής:

- ❖ Μείωση κατά 20% των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990
- ❖ Διείσδυση κατά 20% των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας
- ❖ Εξοικονόμηση 20% της πρωτογενούς ενέργειας ([www.yreka.gr](http://www.yreka.gr)).

Από εκεί και έπειτα, κάθε κράτος μέλος, έθεσε διαφορετικούς στόχους, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Συγκεκριμένα, η Ελλάδα έθεσε ως στόχους:

1. Μείωση 4% στις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 2005.
2. Από το 20% της επιδιωκόμενης συνολικής προσφοράς των ΑΠΕ στην κατανάλωση ενέργειας, το 40% αναφέρεται στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, το 20% στη θέρμανση και στην ψύξη, ενώ ένα 10% στις μεταφορές.

Πιο συγκεκριμένα, από τα επιδιωκόμενα 13.300 MW ηλεκτροπαραγωγής για το 2020, έχει τεθεί ως στόχος τα αιολικά πάρκα να προσφέρουν 7.500 MW, τα υδροηλεκτρικά 4.650 MW, η βιομάζα 350 MW, ενώ τα ηλιοθερμικά 250 MW.

Εκτός των άλλων, κάθε κράτος μέλος είναι υποχρεωμένο να παρουσιάζει στοιχεία για την πρόοδο των μεσοπρόθεσμων στόχων του. Έτσι, με βάση την αναφορά του 2014, κατά τα έτη 2011 και 2012, η εισχώρηση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας ξεπέρασε το επιδιωκόμενο ποσοστό, καθώς λόγω και της οικονομικής κρίσης, παρουσιάστηκε αύξηση μετατόπιση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας για θέρμανση προς τις τεχνολογίες της βιομάζας. Στον τομέα της θέρμανσης, μάλιστα, το ποσοστό εισχώρησης των ΑΠΕ ξεπέρασε το 20% (24,5%) που είχε τεθεί ως στόχος για το 2020.

Όσον αφορά την εισχώρηση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ηλεκτρισμού, αν και παρατηρείται σταθερή αύξηση, υπάρχει ωστόσο μια μικρή απόκλιση από τον καθορισμένο στόχο. Αν και η επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος έδινε προτεραιότητα στα αιολικά πάρκα, ωστόσο στην πράξη, τα φωτοβολταϊκά κατείχαν το μεγαλύτερο μερίδιο, γεγονός που είχε ίσως ως αποτέλεσμα τη μη επίτευξη του τελικού στόχου στη συνολική παραγωγή ενέργειας από τις ΑΠΕ, λόγω της μικρότερης δυνατότητας των φωτοβολταϊκών συγκριτικά με τα αιολικά πάρκα. Η εκτεταμένη αυτή διάδοσης των φωτοβολταϊκών οφείλεται εκτός των άλλων, στο μεγάλο επενδυτικό ενδιαφέρον, τις ευνοϊκές πολιτικές αποφάσεις (απλοποίηση της διαδικασίας αδειοδότησης) και τη μείωση του κόστους της σχετικής τεχνολογίας.

Τέλος, σχετικά σταθερή ανάπτυξη παρουσιάστηκε και στην εγκατεστημένη ισχύ των αιολικών πάρκων, άλλα και των μικρών υδροηλεκτρικών έργων, φτάνοντας τα

1809 MW το 2013 (αύξηση 39% συγκριτικά με το 2010). Παρόλα αυτά, η εγκατεστημένη ισχύς παρέμεινε μακριά από τον επιδιωκόμενο στόχο για το 2013 που ήταν 3119 MW (ΥΠΕΚΑ, 2014).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Με τον όρο άνεμος εννοείται κάθε ρεύμα αέρα που δημιουργείται λόγω των θερμοκρασιακών διαφορών του αέρα της ατμόσφαιρας (Γελεγένης και Αξαόπουλος, 2005: 283). Πιο συγκεκριμένα, ο αέρας που βρίσκεται επάνω από λίμνες, θάλασσες και ωκεανούς, είναι σχετικά ψυχρότερος σε σχέση με το θερμό αέρα, που βρίσκεται επάνω από το έδαφος, λόγω της μεγαλύτερης θερμότητας που δεσμεύει το έδαφος μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας. Κατά τη θέρμανση αυτή η πυκνότητα του αέρα ελαττώνεται με αποτέλεσμα να ανέρχεται σε υψηλότερα σημεία, ενώ από την άλλη πλευρά, ο βαρύτερος αέρας κινείται προς τα κάτω για να πάρει τη θέση του ελαφρύτερου αέρα, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο τα παραλιακά ρεύματα (Μπεργελές, 1995: 11). Με παρόμοιο τρόπο δημιουργούνται οι πλανητικοί άνεμοι που κινούνται από τους ψυχρούς πόλους προς τις θερμές τροπικές περιοχές και το αντίστροφο, καθώς και οι άνεμοι που δημιουργούνται μεταξύ των κλιτύων και των πεδιάδων (Μπεργελές, 1995: 11). Αυτή η κινητική ενέργεια του ανέμου, αποτελεί τη λεγόμενη αιολική ενέργεια (Καλδέλλης, 1999: 53).

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας υφίσταται από τα αρχαία ακόμα χρόνια, όπου και χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την κίνηση των ιστιοφόρων πλοίων. Άλλες πάλι αιολικές μηχανές, όπως οι ανεμόμυλοι, χρησιμοποιήθηκαν από διάφορους αρχαίους πολιτισμούς για το άλεσμα των δημητριακών και την άρδευση. Αρκετούς αιώνες μετά μεταφέρθηκαν και στην Ευρώπη του Μεσαίωνα. Αργότερα, ένας άλλος τύπος ανεμόμυλου (αργός πολύπτερος) διαδόθηκε ευρέως στην Αμερική και χρησιμοποιήθηκε στην άντληση του νερού (Καλδέλλης, 1999: 57 - 58). Στην αρχή του αιώνα, τόσο στη Δανία, όσο και στην Αμερική, χρησιμοποιήθηκαν μεταλλικοί ανεμόμυλοι για την παραγωγή ηλεκτρισμού (Καλδέλλης, 1999: 57 - 59). Παρόλα αυτά, μετά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, η χρήση των ανεμόμυλων μειώθηκε σημαντικά, λόγω της ανάπτυξης άλλων μορφών ενέργειας και της δημιουργίας εκτεταμένων ηλεκτρικών δικτύων. Με την πετρελαϊκή κρίση του 1973, η αιολική ενέργεια ήρθε πάλι στο προσκήνιο ως εναλλακτική πηγή ενέργειας του πετρελαίου, ενώ από το 1980 και έπειτα το ενδιαφέρον για τη συγκεκριμένη πηγή ενέργειας συντηρήθηκε και αυξήθηκε εξαιτίας των οικολογικών επιπτώσεων των συμβατικών πηγών ενέργειας (Μπεργελές, 1995: 12 - 13).

## 2.2 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

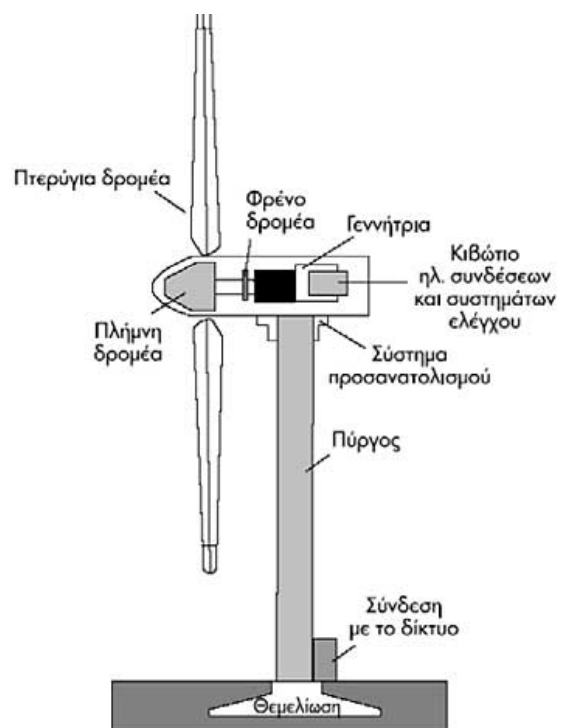
«Οι ανεμογεννήτριες είναι οι ηλεκτρομηχανολογικές μηχανές που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρισμό, είτε σε απευθείας σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο, είτε τροφοδοτώντας ένα αυτόνομο σύστημα.» (Κανελλόπουλος, 2008: 17).

Με βάση τον προσανατολισμό του άξονά τους σε σχέση με τη ροή του ανέμου, οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες, στις ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κάθετου άξονα. Ωστόσο, και στις δύο περιπτώσεις τα βασικά χαρακτηριστικά των ανεμογεννητριών είναι:

- Η ονομαστική ισχύς
- Η διάμετρος και η επιφάνεια του δρομέα
- Το ύψος του άξονα περιστροφής
- Το ανώτατο και κατώτατο ύψος που φτάνει το πτερύγιο
- Ο θάλαμος μηχανισμών μέσα στον οποίο βρίσκονται το κιβώτιο ταχυτήτων, η γεννήτρια και τα υπόλοιπα συστήματα της μηχανής (Κανελλόπουλος, 2008: 20).

Τα βασικά μέρη της σύγχρονης ανεμογεννήτριας είναι:

- Ο πύργος, ο οποίος συνήθως, έχει κυλινδρικό σχήμα, είναι κατασκευασμένος από χάλυβα, ενώ αποτελείται από δύο ή τρία συνδεδεμένα τμήματα.
- Ο θάλαμος, όπου γίνεται η εγκατάσταση του μηχανικού συστήματος της ανεμογεννήτριας, ο οποίος περιέχει:
  1. Τον κύριο άξονα με το σύστημα πέδησης (δηλαδή τα φρένα)
  2. Το μονοσχισιακό κιβώτιο ταχυτήτων



Πηγή: [www.gjco.gr](http://www.gjco.gr)

**Σχήμα 1:** Βασικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας

3. Την ηλεκτρογεννήτρια που προσιδιάζει στις γεννήτριες των εξοχικών.

- Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου ασφαλούς λειτουργίας, το οποίο μπορεί να αποτελείται από περισσότερα του ενός υποσυστήματα, επιφορτισμένα να διατηρούν τη σωστή λειτουργία της ανεμογεννήτριας.
- Τα περύγια, τα οποία κατασκευάζονται πλέον από υαλοήματα και ειδικές ρητίνες και έχουν αυξημένη αντοχή (Μπινόπουλος και Χαβιαρόπουλος, 2006).

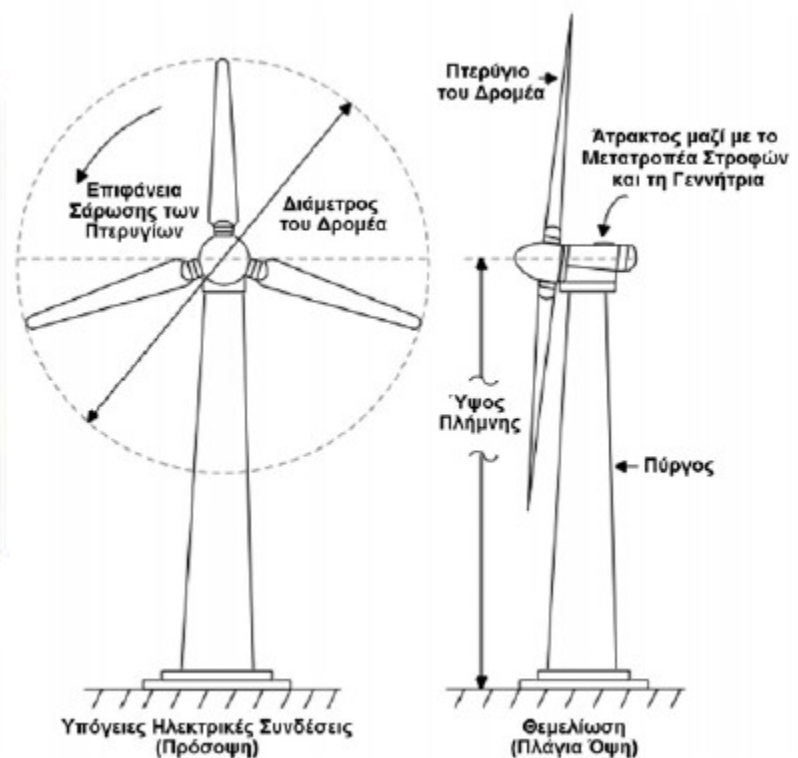
### 2.2.1. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ

«Τα περύγια των ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα περιστρέφονται γύρω από έναν οριζόντιο άξονα, ενώ το επίπεδο περιστροφής βρίσκεται σχεδόν κάθετα στη φορά του ανέμου». (Κανελλόπουλος, 2008: 17).

Ο δρομέας (περιστρεφόμενος μηχανισμός) των σημερινών ανεμογεννητριών αποτελείται συνήθως από ένα, δύο ή τρία περύγια, ωστόσο, προτιμούνται εκείνοι με τα τρία περύγια, διότι ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα στα φορτία που δέχονται κατά τη λειτουργία τους, ενώ διάφοροι αυτοματισμοί προστατεύουν από υπερτάχυνση.



Πηγή: [www.anemogennitria.gr](http://www.anemogennitria.gr)



Πηγή: [gneng.blogspot.com](http://gneng.blogspot.com)

**Σχήμα 2:** Αναπαράσταση ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα

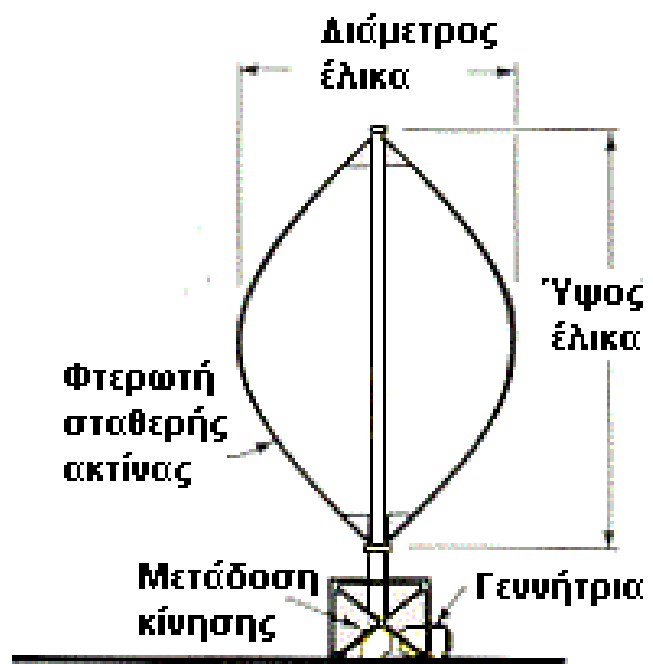
Ο δρομέας τις περισσότερες φορές βρίσκεται μπροστά από τον πύργο, ενώ για την καλύτερη δέσμευση της κινητικής ενέργειας του αέρα, διαθέτουν σύστημα ευθυγράμμισης του άξονα του δρομέα στον άνεμο. Ο πύργος στήριξης είναι σωληνωτού τύπου, τύπου δικτυώματος (και οι δυο αυτοί τύποι είναι υποστηριζόμενοι) ή λεπτή κολώνα που στηρίζεται από συρματόσχοινα. Οι ανεμογεννήτριες που μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια σε άλλου τύπου ενέργεια, έχουν το σύστημα μετατροπής στο κουβούκλιο της μηχανής, ενώ αυτές που χρησιμοποιούν τη μηχανική ενέργεια άμεσα, έχουν το κιβώτιο ταχυτήτων στη βάση του πύργου στήριξης. (Μπεργελές, 1995: 94-97).

### 2.2.2. ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΞΟΝΑ

Στο συγκεκριμένο τύπο ανεμογεννήτριας τα πτερύγια περιστρέφονται γύρω από κατακόρυφο άξονα κάθετο στην επιφάνεια του εδάφους και κάθετο στη ροή του ανέμου (Κανελλόπουλος, 2008: 24). Αυτές οι ανεμογεννήτριες είναι πιο απλές στην κατασκευή τους από τις αντίστοιχες οριζόντιου άξονα, καθώς σε αυτήν την περίπτωση δεν απαιτείται σύστημα προσανατολισμού του δρομέα με την πνοή του ανέμου, ενώ το σύστημα μετατροπής της μηχανικής ενέργειας βρίσκεται στο κάτω μέρος της ανεμογεννήτριας (Μπεργελές, 1995: 97).



Πηγή: [www.zeroenergybuildings.org](http://www.zeroenergybuildings.org)



Πηγή: [users.sch.gr](http://users.sch.gr)

**Σχήμα 3:** Αναπαράσταση ανεμογεννήτριας κάθετου άξονα



### 2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

Η μικρή «πυκνότητα» της αιολικής ενέργειας και της μη-ύπαρξης κατάλληλου αιολικού δυναμικού σε όλες τις περιοχές για την κάλυψη σημαντικών ενεργειακών αναγκών, απαιτεί την παραγωγή ενέργειας από σημαντικό αριθμό ανεμογεννητριών, που χωροθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να εκμεταλλευτούν την ισχύ του ανέμου στο μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό.

Εκτός από τα γενικά πλεονεκτήματα των ΑΠΕ, η εξάπλωση των αιολικών πάρκων στην Ελλάδα παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, καθώς πρόκειται για μια χώρα με ιδιαίτερα υψηλό αιολικό δυναμικό. Μάλιστα, δεδομένης της περιορισμένης ανάπτυξης των ΑΠΕ στην Ελλάδα, υπάρχουν πολλές πιθανές θέσεις εγκατάστασης αιολικών πάρκων, τα οποία θα συνέβαλλαν στην προσπάθεια μεγαλύτερης ενεργειακής ασφάλειας, αυτονομίας αλλά και αποκεντρωμένης ανάπτυξης, μέσω αυτόνομων συστημάτων παραγωγής ενέργειας. Από την άλλη πλευρά, η αιολική ενέργεια θα μπορούσε να αποτελέσει διέξοδο στο κατασκευαστικό και επενδυτικό κενό που παρουσιάζεται αυτήν τη στιγμή στη χώρα, λαμβάνοντας ιδιαίτερα υπόψη τη θετική αντιμετώπιση σχετικά με τις ΑΠΕ, τη χρηματοδότησή τους, καθώς και το γεγονός ότι η αιολική ενέργεια αποτελεί πλέον μια τεχνολογικά ώριμη και οικονομικά ανταγωνιστική επιλογή (Καλδέλλης, 1999: 64 - 68).

Παρόλα αυτά όμως, υπάρχουν και ορισμένες ενστάσεις που εγείρονται όσον αφορά στην αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, μία από τις οποίες αναφέρεται στην ηχητική όχληση που πιθανόν προκαλείται από τις ανεμογεννήτριες. Πιο συγκεκριμένα, ο θόρυβος αυτός που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες διακρίνεται σε δύο επιμέρους κατηγορίες, το μηχανικό και τον αεροδυναμικό θόρυβο. Ο πρώτος προέρχεται από ορισμένα τμήματα της ανεμογεννήτριας, όπως είναι το κιβώτιο ταχυτήτων ή ηλεκτρογεννήτρια, η μείωση του οποίου μπορεί να αντιμετωπιστεί είτε στην πηγή, είτε στην διαδρομή του θορύβου. Ωστόσο, στις σύγχρονες ανεμογεννήτριες η κατασκευή των μηχανικών τμημάτων συμβάλλει στη μείωση του παραγόμενου θορύβου, ενώ ακόμη είναι δυνατή και η ηχομόνωση του κελύφους της κατασκευής. Όσον αφορά την αντιμετώπιση αυτή κατά τη διαδρομή, τα ηχομονωτικά πετάσματα αποτελούν μια καλή λύση. Από την άλλη πλευρά, ο αεροδυναμικός θόρυβος έχει ως πηγή την κίνηση των πτερυγίων, ωστόσο αφορά περισσότερο τις παλαιού τύπου ανεμογεννήτριες τα πτερύγια των οποίων ήταν μεταλλικά. Σήμερα τα πτερύγια αυτά κατασκευάζονται από ειδικά σχεδιασμένα υλικά επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο τη μεγάλη μείωση του

θορύβου. Επιπλέον, είναι εξίσου σημαντικό το γεγονός ότι οι προϋποθέσεις εγκατάστασης ανεμογεννητριών, προβλέπουν την κατάλληλη απόστασή τους από τους οικισμούς, εξαιρείοντας ουσιαστικά την πιθανότητα ηχητικής όχλησης.

Εκτός των άλλων, ιδιαίτερη ανησυχία εκφράζεται αναφορικά με τις παρεμβολές των ανεμογεννητριών στο ραδιοτηλεοπτικό σήμα ή στις τηλεπικοινωνίες, καθώς επίσης και στις ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές των ίδιων των ανεμογεννητριών. Στην πρώτη περίπτωση η ανησυχία δεν είναι αβάσιμη, αλλά αφορά περισσότερο στην παλιά τεχνολογία των ανεμογεννητριών, όπου η κατασκευή των πτερυγίων τους γινόταν από μέταλλο, γεγονός που έπαυσε πλέον να ισχύει, ενώ ακόμα και η νομοθεσία αδειοδότησης των αιολικών πάρκων, προβλέπει πλέον την ασφαλή χωροθέτησή τους, σε απόσταση από τηλεπικοινωνιακούς και ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς. Ακόμα και αν προέκυπτε κάποιο πρόβλημα ωστόσο, αυτό θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με τη λήψη ορισμένων απλών τεχνικών έργων, όπως για παράδειγμα, η εγκατάσταση επιπλέον αναμεταδοτών.

Από την άλλη πλευρά, η οπτική όχληση είναι επίσης υπαρκτή, καθώς οι ανεμογεννήτριες έχουν μεγάλο φυσικό μέγεθος και η τοποθέτησή τους γίνεται συνήθως στην κορυφή λόφων, με αποτέλεσμα να γίνονται ορατές από πολλά σημεία. Ωστόσο, το γεγονός ότι βρίσκονται συνήθως σε μακρινή απόσταση από τους οικισμούς, εξομαλύνουν το πρόβλημα, ενώ σε καμία περίπτωση οι ανεμογεννήτριες δε δημιουργούν το έντονο πρόβλημα, που προκαλείται από τις παραδοσιακές εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής, όπως οι εγκαταστάσεις του λιγνίτη (Μπινόπουλος και Χαβιαρόπουλος, 2006).

Επιπλέον, η σκίαση, δηλαδή η προσωρινή και περιοδική διακοπή της ηλιακής ακτινοβολίας, λόγω της περιστροφής των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας, είναι δυνατό να προκαλέσει αρνητικές αντιδράσεις σε επιληπτικούς ανθρώπους (σε συχνότητες μεταξύ 2,5 - 3 Hz) ή και επιληπτικές κρίσεις (σε συχνότητες μεταξύ 15 - 20 Hz). Ωστόσο, η νέας τεχνολογίας ανεμογεννήτριες προκαλούν συχνότητες ως 1,75 Hz, μικρότερη δηλαδή από τις συχνότητες που είναι σε θέση να προκαλέσουν προβλήματα. Επιπρόσθετα, η σωστή χωροθέτηση των ανεμογεννητριών, δηλαδή η τοποθέτηση τους σε ικανοποιητική απόσταση από κατοικημένες περιοχές, όπως προβλέπεται από την ελληνική νομοθεσία, μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις οχλήσεις της σκίασης (Κωνσταντέλου, 2009). Οι επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρει ένα αιολικό πάρκο στη βοσκή των αιγοπροβάτων, αλλά και στους πληθυσμούς πουλιών, είναι εξίσου σημαντικές παρόλα αυτά, στην πράξη αποδεικνύεται ότι στην πρώτη περίπτωση, το

πρόβλημα δεν υφίσταται, εφόσον τα ζώα μπορούν να συνεχίσουν τη βοσκή και μετά την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου στην περιοχή, ενώ στην περίπτωση των πουλιών αντίστοιχες έρευνες έχουν επισημάνει ότι οι θάνατοι των πουλιών που οφείλονται στις ανεμογεννήτριες είναι εξαιρετικά περιορισμένοι (Μπινόπουλος και Χαβιαρόπουλος, 2006).

Ένα μάλιστα από τα ουσιαστικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας έγκειται στο γεγονός ότι πρόκειται για μια «αραιή» μορφή ενέργειας, που σημαίνει πως για να παραχθεί ικανοποιητική ποσότητα ενέργειας, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν είτε πολλές, είτε μεγάλου μεγέθους ανεμογεννήτριες, με αποτέλεσμα η χωροθέτησή τους να είναι ακόμα δυσκολότερη. Άλλωστε, η αξιοποίηση του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού είναι περιορισμένη και εν τέλει, μόνο ένα ποσοστό της απορροφούμενης αιολικής ενέργειας μετατρέπεται σε ωφέλιμη.

Επιπρόσθετα, το γεγονός ότι δεν είναι δυνατή η ακριβή πρόβλεψη της διεύθυνσης και της ταχύτητας των ανέμων, οδηγεί στη χρησιμοποίησή της ως συμπληρωματικής πηγής ενέργειας, εκτός βέβαια κι αν υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης μεγάλων ποσών της παραγμένης ενέργειας για μετέπειτα χρήση. Η αποθήκευση αυτή της ενέργειας είναι απαραίτητη για το συγχρονισμό ζήτησης και διάθεσης, ιδιαίτερα μάλιστα στις περιπτώσεις αυτόνομων μονάδων, έτσι ώστε να αυξάνεται το αρχικό κόστος της επένδυσης, οι απώλειες ενέργειας κατά τη μετατροπή και την αποθήκευση, αλλά και οι υποχρεώσεις συντήρησης (Καλδέλλης, 1999: 62 - 64).

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ****3.1 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

Εδώ και τρεις δεκαετίες περίπου οι πολυκριτηριακές μέθοδοι ανάλυσης χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geographic Information System – G.I.S) για την επίλυση χωρικών προβλημάτων (Greene et al, 2011). Η πολυκριτηριακή ανάλυση βοηθάει στη λήψη αποφάσεων (από μεμονωμένα πρόσωπα ή ομάδες προσώπων) που αφορούν αντικρουόμενους στόχους, για τους οποίους δεν μπορεί να υπάρξει μια απόλυτα ικανοποιητική λύση, καθώς καμία από τις εναλλακτικές επιλογές δεν είναι άριστη προς όλα τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη (Αχίλλας και Μπανιάς, 2012). Έτσι, ο λήπτης της απόφασης θα πρέπει να επιλέξει τους στόχους που επιθυμεί να βελτιστοποιήσει και εκείνους για τους οποίους είναι διατεθειμένος να αποδεχθεί συμβιβασμούς (Λαδένης και Μπούρης, 2013). Επομένως, η πολυκριτηριακή ανάλυση δεν είναι μόνο μια μέθοδος απλής βελτιστοποίησης, που αναδεικνύει τις καλύτερες πιθανές λύσεις, αλλά αποτελεί επίσης και μία μέθοδο που δίνει έμφαση κυρίως στις αξίες και την υποκειμενικότητα, που εφαρμόζονται στις αντικειμενικές παραμέτρους του προβλήματος, αλλά και στην κατανόηση των επιπτώσεων αυτών (Greene et al, 2011). Αυτό επιτυγχάνεται, υποβοηθώντας τον Αποφασίζοντα να οργανώσει τις διαθέσιμες πληροφορίες, να εξετάσει συστηματικά τα αρνητικά και θετικά σημεία κάθε πιθανής λύσης, αλλά και να συνειδητοποιήσει ακόμα τις προτιμήσεις και τις αξίες του (Λαδένης και Μπούρης, 2013). Η ΠΑ αναδείχθηκε ως η αντίδραση στη μονοκριτηριακή βελτιστοποίηση, ενώ το μεγαλύτερο ίσως πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το γεγονός ότι λαμβάνει ταυτόχρονα υπόψη, τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά κριτήρια, με την προϋπόθεση ότι τα τελευταία μπορούν να παρουσιαστούν με τη χρήση κλιμακωτών μεγεθών (μιας συνεχούς κλίμακας). Επιπλέον, βοηθάει στη συμπερίληψη μη-οικονομικών κριτηρίων, τα οποία συχνά αγνοούνται από άλλες μεθόδους λήψης αποφάσεων (Greene et al, 2011). Τέλος, ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο της ΠΑ είναι η «απονομή» βάρους σε κάθε κριτήριο, ανάλογα με τη σημαντικότητά του (Bennui et al, 2007).

Ένας τρόπος κατηγοριοποίησης όλων των πολυκριτηριακών μεθόδων ανάλυσης που αναπτύχθηκαν όλα αυτά τα χρόνια, είναι η σύνδεσή τους με διάφορους τύπους προβλημάτων. Κάποια από αυτά τα προβλήματα, που μπορούν να καθορίσουν την επιλογή μιας μεθόδου ΠΑ, είναι:

- Η επιλογή μιας εναλλακτικής λύσης μεταξύ πολλών άλλων
- Η κατάταξη των εναλλακτικών αυτών σε σειρά προτίμησης
- Η κατηγοριοποίηση τους σε τάξεις ή ομάδες, η περιγραφή του προβλήματος
- Ο σχεδιασμός νέων εναλλακτικών προτάσεων για τη διευθέτηση του προβλήματος.

Υπάρχουν όμως και άλλοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή μιας πολυκριτηριακής μεθόδου. Μεταξύ αυτών:

1. Ο αριθμός των υπευθύνων για τη λήψη της απόφασης (ένας - πολλοί).
2. Το στάδιο της διαδικασίας λήψης της απόφασης, κατά το οποίο χρειαζόμαστε υποστήριξη (πχ είτε κατά το στάδιο διερεύνησης του προβλήματος ή κατά το στάδιο αξιολόγησης των προτάσεων).
3. Ο αριθμός των προς επίτευξη στόχων. Για παράδειγμα, εάν έχει τεθεί ένας μόνο επιθυμητός στόχος, όπως η χωροθέτηση κάποιου έργου, μπορεί να επικεντρωθεί στα αντίστοιχα κριτήρια με μετρήσιμα χαρακτηριστικά. Αν οι στόχοι είναι περισσότεροι του ενός είναι απαραίτητο να καθοριστεί αν πρόκειται για συμπληρωματικούς ή αλληλοαποκλειόμενους στόχους και να κατηγοριοποιηθούν τα κριτήρια με βάση τους στόχους αυτούς.
4. Αριθμός εναλλακτικών επιλογών. Τα σενάρια με περιορισμένο αριθμό ξεκάθαρων εναλλακτικών (πχ ανάλυση τριών προκαθορισμένων τοποθεσιών χωροθέτησης ενός έργου) είναι προβλήματα που συνήθως οδηγούν στην επιλογή μίας από τις προτάσεις. Ένας μεγάλος ή απεριόριστος αριθμός εναλλακτικών, όπως για παράδειγμα η ανάδειξη όλων των πιθανών εναλλακτικών τοποθεσιών για τη χωροθέτηση ενός έργου, υποδεικνύει ένα πρόβλημα διαλογής ή εκτίμησης της καταλληλότητας.
5. Ύπαρξη περιορισμών, είτε αφορά τις λύσεις που πρέπει να αποκλειστούν, είτε στις προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί η προτεινόμενη λύση.
6. Ανοχή ρίσκων. Για παράδειγμα, ένας υπεύθυνος που έχει χαμηλή ανοχή ρίσκων, πιθανότατα θα κάνει δεκτές τις εναλλακτικές που πληρούν όλα ή τα περισσότερα από τα κριτήρια.
7. Αβεβαιότητα. Κατά πόσο, δηλαδή, τα κριτήρια και η βαρύτητα του καθενός θα διαμορφωθούν με βεβαιότητα (νομοτελειακά) ή με αβεβαιότητα (πιθανοκρατικά ή ασαφώς).

8. Κλίμακες μέτρησης και μονάδες. Εάν δηλαδή, είναι δυνατή η μετατροπή ετερογενών κριτηρίων, που βασίζονται σε διαφορετικές κλίμακες, σε μία κοινή κλίμακα και εάν μπορούν να αναπαρασταθούν αριθμητικά τα κριτήρια αυτά.
9. Εμπειρία, που βασίζεται στην εμπειρία και την εκπαίδευση των αναλυτών.
10. Υπολογιστική δύναμη, που αφορά τις δυνατότητες των χρησιμοποιούμενων υπολογιστικών συστημάτων σε επίπεδο λογισμικού και υλισμικού.
11. Κατεύθυνση της διαδικασίας επίλυσης. Δηλαδή αν η διαδικασία επίλυσης οδηγείται προς μία απόφαση (επιλογή) ή εάν η απόφαση έχει παρθεί και ζητείται η διασάφηση των αξιακών κρίσεων που θα μπορούσαν να στηρίξουν την επιλογή που έχει γίνει.

Βέβαια, ανάλογα με την κάθε περίπτωση είναι δυνατό να υπάρξει συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων, που δεν είναι αλληλοαποκλειόμενες μεταξύ τους, καθώς μπορούν να εφαρμοστούν σε διαφορετικά στάδια της διαδικασίας λήψης της απόφασης (Greene et al, 2011).

### 3.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Για την παρούσα εργασία (δεύτερο σενάριο), ως μέθοδος ΠΑ επιλέχθηκε η Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (Analytic Hierarchy Process - AHP), η οποία ανήκει στις μεθόδους των Σχέσεων Υπεροχής (Outranking Methods) και είναι δημοφιλής μεταξύ των διαδικασιών ιεράρχησης και ταξινόμησης κριτηρίων. Η ΑΙΔ αποτελεί ένα λογικό, ιεραρχικό πλαίσιο, το οποίο δίνει τη δυνατότητα στον Αποφασίζοντα να αναλύσει ένα σύνθετο πρόβλημα μέσω μιας ιεραρχικής δομής. Η σύγκριση κατά ζεύγη μεταξύ των κριτηρίων συστηματοποιεί και φανερώνει τις ενδοκριτηριακές και αξιακές προτεραιότητες του λήπτη της απόφασης (Bennui et al, 2007).

Κατά τον Saaty (2008), η μέθοδος αυτή αποτελεί μια διαδικασία μετρήσεων μέσω της κατά ζεύγη σύγκρισης των κριτηρίων, η οποία βασίζεται στην κρίση των ειδικών με σκοπό την εξαγωγή μιας κλίμακας προτεραιοτήτων μεταξύ των κριτηρίων. Οι συγκρίσεις αυτές γίνονται μέσω απόλυτων κρίσεων, που αναπαριστούν την ιεραρχική σχέση μεταξύ των κριτηρίων. Οι τιμές των κατά ζεύγη συγκρίσεων αποτελούν ουσιαστικά τα δεδομένα εισαγωγής, τα οποία εν τέλει μας δίνουν τα σχετικά βάρη των κριτηρίων (Bennui et al, 2007).

Πιο συγκεκριμένα, για τη σύγκριση μεταξύ των κριτηρίων δημιουργήθηκε πίνακας, στις στήλες και στις γραμμές του οποίου τοποθετήθηκαν τα κριτήρια που ελήφθησαν υπόψη στην παρούσα εργασία. Στις περιπτώσεις που το κριτήριο της στήλης κρίνεται σημαντικότερο από το αντίστοιχο κριτήριο της γραμμής με το οποίο συγκρίνεται, το αποτέλεσμα της σύγκρισης παίρνει την τιμή τρία (3). Από την άλλη πλευρά, αν στο κριτήριο που βρίσκεται στη γραμμή αποδίδεται μεγαλύτερη σημασία, η τιμή είναι ίση με το ένα (1), ενώ στην περίπτωση ισοδυναμίας των δυο κριτηρίων, η τιμή της σύγκρισης είναι δύο (2). Στην περίπτωση που το κριτήριο στη γραμμή και τη στήλη είναι το ίδιο η τιμή είναι μηδενική (0). Τέλος, το αποτέλεσμα του κάθε κριτηρίου, διαιρείται με το άθροισμα των αποτελεσμάτων όλων των κριτηρίων, δίνοντας σε κάθε κριτήριο το αντίστοιχο βάρος του. Το άθροισμα όλων αυτών των βαρών ισούται με τη μονάδα.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΜΕ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΑΛΜΥΡΟΥ****4.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Ο Καλλικρατικός δήμος Αλμυρού εντοπίζεται στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιφερειακής ενότητας Μαγνησίας, στην περιφέρεια Θεσσαλίας. Αποτελεί συνένωση των καποδιστριακών δήμων Αλμυρού, Σούρπης, Πτελεού και της Κοινότητας Ανάβρας και αποτελείται από 37 χωριά, μία πόλη και δύο κωμοπόλεις, με έδρα την πόλη του Αλμυρού. Έχει έκταση περίπου 910 τετραγωνικά χιλιόμετρα, από τα οποία τα 180 τχλμ περίπου, βρίσκονται σε μια εύφορη πεδιάδα, γνωστή από την αρχαιότητα με το όνομα Κρόκιο πεδίο.

Ο δήμος συνορεύει από βορρά προς δύση με τους δήμους Βόλου, Ρήγα Φεραίου, Φαρσάλων, Δομοκού, Στυλίδας, ενώ στο ανατολικό – νοτιοανατολικό του τμήμα γειτνιάζει με τον Παγασητικό Κόλπο και η ακτογραμμή του αγγίζει σε μήκος τα 92 χιλιόμετρα. Τμήμα του δήμου διασχίζει και η εθνική οδός Αθηνών – Θεσσαλονίκης.

Σύμφωνα με την απογραφή του 2011, ο πληθυσμός του δήμου είναι 18.614 κάτοικοι, ενώ ο ενεργός πληθυσμός απασχολείται στον πρωτογενή τομέα, κυρίως γεωργία, καθώς και στον τριτογενή (υπηρεσίες) (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2014).

**Πίνακας 1:** Δημογραφικά στοιχεία Δήμου Αλμυρού για τα έτη 2001 και 2011 (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2014)

Δήμος Αλμυρού	Πραγματικός Πληθυσμός		Νόμιμος Πληθυσμός		Μόνιμος Πληθυσμός	
	2001	2011	2001	2011	2001	2011
	21 169	18 557	22 690	20 616	20 139	18 614

Εντός του δήμου υπάρχουν προστατευόμενες περιοχές του δικτύου NATURA 2000, καθώς επίσης και βιότοποι, όπως το έλος της Λειχούρας και το «δάσος» με τα αλμυρικά. Βορειοδυτικά της πόλης του Αλμυρού, βρίσκεται το αισθητικό δάσος Κουρί, που αποτελεί το μοναδικό στο είδος του δρυοδάσος των Βαλκανίων, που βρίσκεται μέσα σε κάμπο, καταλαμβάνοντας έκταση περίπου 1150 στρεμμάτων.

Ο δήμος Αλμυρού διαθέτει περιοχές βιομηχανικών εγκαταστάσεων και ιδιωτικά λιμάνια, λατομεία, ιχθυοκαλλιέργειες, καθώς επίσης και ο κρατικός αερολιμένας Νέας Αγχιάλου.



Εκτός των άλλων, ο δήμος δίνει τη δυνατότητα εναλλακτικού τουρισμού, καθώς διαθέτει αρκετά αξιοθέατα, όπως φαράγγια, σπήλαια και το υπό σύσταση καταδυτικό πάρκο και μουσείο, ενώ προσφέρει ακόμα αναρριχητικές διαδρομές, διαδρομή downhill, περιπατητικές και ορειβατικές διαδρομές.

Ο δήμος διαρρέεται από ρέματα και χείμαρρους, με κυριότερο εξ' αυτών τον Ξηριά, ο οποίος κατά την αρχαιότητα ήταν γνωστός με το όνομα Κουράλιος.

Από την άλλη πλευρά, η περιοχή έχει ιδιαίτερο αρχαιολογικό ενδιαφέρον, καθώς ήταν γνωστή από την αρχαιότητα ακόμα, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την περιοχή του Πτελεού, που αναφέρεται σε ένα από τα έπη του Ομήρου, στην Ιλιάδα. Στην περιοχή αυτή, συναντώνται πολλές αρχαιολογικές τοποθεσίες, μεταξύ των άλλων το κάστρο Αχιλλέως στον Πτελεό, η Μαγούλα με τις γειτνιάζουσες λίμνες στα Ζερέλια, η αρχαία Άλως, ο τούρκικος και ο ελληνικός στρατώνας στη Σούρπη, απομεινάρια των πρώτων συνόρων του ελληνικού κράτους (1831) και το Καρατσάνταλι.

Κατά μήκος της ακτογραμμής υπάρχουν πολλές παραλίες, με τις καλύτερες εξ' αυτών να βρίσκονται στο νότιο τμήμα του δήμου, στα σύνορα με το Νομό Φθιώτιδας, που είναι οι παραλίες του Πτελεού, του Αγίου Δημητρίου και της Λεύκης. Μάλιστα, κάθε καλοκαίρι τουριστικά σκάφη εκτελούν διαδρομές από τον οικισμό του Αχιλλείου προς τα νησιά του νομού, Σκιάθο και Σκόπελο, προσδίδοντας έναν πιο ελκυστικό χαρακτήρα. Εκτός των άλλων, εντός της επικράτειας του δήμου Αλμυρού, υπάρχουν και δυο άλλα νησιά, το μικρό και το μεγάλο Αργυρόνησο.

Στο δήμο Αλμυρού παράγεται το 80% της ετήσιας ποσότητας τσαγιού του βουνού στην Ελλάδα, ενώ στις περιοχές της Αμαλιάπολης, Νηών, Πτελεού είναι χαρακτηριστική η καλλιέργεια ελιάς (μονοκαλλιέργεια), η οποία αποτελεί κύρια πηγή εισοδήματος για τους κατοίκους.

Όσον αφορά το ορεινό τμήμα του δήμου, αυτό περιλαμβάνει το όρος Όθρυς στα δυτικά, νοτιοδυτικά, το οποίο εκτείνεται και εντός του Νομού Φθιώτιδας, αποτελώντας μάλιστα το φυσικό γεωγραφικό όριο μεταξύ της Στερεάς Ελλάδας και της Μαγνησίας. Κατά τη μυθολογία, η Όθρυς αναφέρεται ως το βουνό στο οποίο κατοικούσαν οι Τιτάνες, καθώς επίσης και το βουνό στο οποίο προσάραξε η κιβωτός του Δευκαλίωνα και της Πύρρας μετά τον κατακλυσμό. Το όρος αυτό έχει μέγιστο υψόμετρο 1726 μέτρα στην κορυφή Γκιούζι. Συγκριτικά το Πήλιο έχει μέγιστο υψόμετρο 1624 μέτρα.

Τέλος, από γεωλογική άποψη, η Όθρυς αποτελείται από ασβεστόλιθο, μάρμαρο και σερπεντινίτη, γεγονός που οδήγησε στη μεταλλευτική του δραστηριότητα, τόσο κατά το παρελθόν, όσο και στη σημερινή εποχή. Παλαιότερα, μάλιστα, λειτουργούσαν

μεταλλεία σίδηρου, μαγγανίου, βωξίτη, λιγνίτη, χαλκού και χρωμίου (www.almyros-city.gr, 2015).

#### 4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζονται οι σχετικοί πίνακες από το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, στους οποίους αναφέρονται αναλυτικά οι ζώνες αποκλεισμού εντός των οποίων απαγορεύεται η εγκατάσταση υποδομών παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, όπως επίσης δίνονται και οι αποστάσεις που απαιτούνται μεταξύ των εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας στις επιμέρους περιπτώσεις. Συγκεκριμένα, οι ασύμβατες χρήσεις περιλαμβάνουν τοποθεσίες περιβαλλοντικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος, οικιστικών δραστηριοτήτων, τοποθεσίες τεχνικής υποδομής και άλλων ειδικών χρήσεων ενώ, τέλος, αφορούν και ζώνες παραγωγικών δραστηριοτήτων. Τα κριτήρια αυτά, σε συνδυασμό με τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τις πηγές που παρουσιάζονται παρακάτω, αποτέλεσαν τη βάση πάνω στην οποία στηρίχθηκε το πρακτικό κομμάτι της παρούσας εργασίας, δηλαδή η επίλυση του προβλήματος της χωροθέτησης ανεμογεννητριών στην περιοχή μελέτης, με χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης και λογισμικού γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (QGIS). Μετά την εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού και ελαχίστων αποστάσεων, οι εναπομένουσες θέσεις είναι αυτές που θα συμμετάσχουν στην έρευνα για την εύρεση των ιδανικών σημείων εγκατάστασης των ανεμογεννητριών.

Οι ζώνες ασύμβατων χρήσεων/αποκλεισμού και οι σχετικές αποστάσεις δίνονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 2:** Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων (ΦΕΚ 2464/3/12/08, Παράρτημα II, Πίνακας Α)

<i>Ασύμβατη Χρήση</i>	<i>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από ασύμβατη χρήση</i>
Μέγιστη απόσταση από υφιστάμενη οδό χερσαίας προσπέλασης οποιασδήποτε κατηγορίας	Σε περιοχές (ΠΑΚ): 15 γλμ ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ/μονάδα

**Πίνακας 3:** Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος (ΦΕΚ 2464/3/12/08, Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας Β)

<i>Ασύμβατη Χρήση</i>	<i>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από ασύμβατη χρήση</i>
Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου NATURA 2000	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ
Ακτές κολύμβησης	1500 μ

**Πίνακας 4:** Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς (ΦΕΚ 2464/3/12/08, Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας Γ)

<i>Ασύμβατη Χρήση</i>	<i>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από ασύμβατη χρήση</i>
Ζώνη απολύτου προστασίας (Ζώνη Α) λοιπόν αρχαιολογικών χώρων	$A=7d$ , όπου (d) η διάμετρος της πτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ

**Πίνακας 5:** Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες (ΦΕΚ 2464/3/12/08, Παράρτημα ΙΙ, Πίνακας Δ)

<i>Ασύμβατη Χρήση</i>	<i>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από ασύμβατη χρήση</i>
- Πόλεις και οικισμοί με πληθυσμό > 2000 κατοίκων ή οικισμοί με πληθυσμό < 2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως δυναμικοί, τουριστικοί ή αξιόλογοι - Οργανωμένη δόμηση Α' ή Β' κατοικίας (ΠΕΡΠΟ, Συνεταιρισμοί κλπ) ή και διαμορφωμένες περιοχές Β' κατοικίας, όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ κάθε μεμονωμένης εγκατάστασης αιολικού πάρκου	1000 μ από το όριο του οικισμού ή του σχεδίου πόλης  1000 μ από τα όρια του σχεδίου ή της διαμορφωμένης περιοχής αντίστοιχα
Παραδοσιακοί οικισμοί	1500 μ από το όριο του οικισμού
Λοιποί οικισμοί	500 μ από το όριο του οικισμού
Ιερές Μονές	500 μ από το όριο της Μονής

**Πίνακας 6:** Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις (ΦΕΚ 2464/3/12/08, Παράρτημα II, Πίνακας Ε)

<i>Ασύμβατη Χρήση</i>	<i>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από ασύμβατη χρήση</i>
Κύριοι οδικοί άξονες, οδικό δίκτυο αρμοδιότητας των ΟΤΑ 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 διέλευσης των γραμμών ΥΤ
Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα

**Πίνακας 7:** Αποστάσεις από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων (ΦΕΚ 2464/3/12/08, Παράρτημα II, Πίνακας Ζ)

<i>Ασύμβατη Χρήση</i>	<i>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από ασύμβατη χρήση</i>
Αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, ζώνες αναδάσμου, αρδευόμενες εκτάσεις	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Λατομικές ζώνες και δραστηριότητες, λειτουργούσες επιφανειακές μεταλλευτικές - εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες	500 μ

**Πίνακας 8:** Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο (ΦΕΚ 2464/3/12/08, Παράρτημα IV)

<i>Σημείο Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος</i>	<i>Μέγιστη απόσταση από ΑΠ (χλμ)</i>
	<i>Εντός ΠΑΚ</i>
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	6
Τα πλησιέστερα όρια πόλεων ή οικισμών	3

**Πίνακας 9:** Πηγές δεδομένων

	Δεδομένο	Φορέας	ΦΕΚ	Πηγή	
1	Αεροδρόμια	Google Earth - Ιδία Επεξεργασία			
2	Ακτές Κολύμβησης	Geodata.gov.gr		<a href="http://geodata.gov.gr/geodata/">http://geodata.gov.gr/geodata/</a>	
3	Αρχαιολογικός	Εθνικό Τυπογραφείο - Διαρκής Κατάλογος Κυρηγμένων Αρχαιολογικών Χώρων και Μνημείων της Ελλάδος - Ιδία Επεξεργασία	ΦΕΚ 12ΑΑΠ/26-09-2006	<a href="http://www.et.gr/">www.et.gr/</a>	<a href="http://listedmonuments.culture.gr/">http://listedmonuments.culture.gr/</a>
4	Ενδιαφέροντες – Δυναμικοί Οικισμοί	Εθνικό Τυπογραφείο - Ιδία Επεξεργασία		<a href="http://www.et.gr/">www.et.gr/</a>	
5	Εποικιστικά	Νομαρχία Μαγνησίας - Ιδία Επεξεργασία		<a href="http://www.magnesia.gr/gis/Xartes/gis_xartes_arx.htm">http://www.magnesia.gr/gis/Xartes/gis_xartes_arx.htm</a>	
6	Λατομεία κλπ	ΥΠΕΚΑ – Πύλη ΛΑΤΟΜΕΤ		<a href="http://www.latomet.gr/">http://www.latomet.gr/</a>	
7	Δίκτυο Υψηλής Τάσης	ΥΠΕΚΑ – Εθνικό Πληροφοριακό Σύστημα για την Ενέργεια		<a href="http://195.251.42.2/cgi-bin/nisehist.sh?objtype=enexart">http://195.251.42.2/cgi-bin/nisehist.sh?objtype=enexart</a>	
8	Ιερές Μονές	Εκκλησία της Ελλάδος - Google Earth - Ιδία Επεξεργασία		<a href="http://www.ecclesia.gr/">http://www.ecclesia.gr/</a>	
9	Κύριο Οδικό και ΟΤΑ	Open Street Map - Geofabrik		<a href="https://www.openstreetmap.org/">https://www.openstreetmap.org/</a>	<a href="http://www.geofabrik.de/">http://www.geofabrik.de/</a>
10	λοιποί οικισμοί	Geodata.gov.gr - Εθνικό Τυπογραφείο - Ιδία Επεξεργασία	ΦΕΚ καθορισμού ορίων οικισμών 1986	<a href="http://geodata.gov.gr/geodata/">http://geodata.gov.gr/geodata/</a>	<a href="http://www.et.gr/">www.et.gr/</a>
11	Natura 2000	Geodata.gov.gr		<a href="http://geodata.gov.gr/geodata/">http://geodata.gov.gr/geodata/</a>	
12	Παραδοσιακοί Οικισμοί	Geodata.gov.gr - Εθνικό Τυπογραφείο - Ιδία Επεξεργασία	ΦΕΚ καθορισμού ορίων οικισμών 1986	<a href="http://geodata.gov.gr/geodata/">http://geodata.gov.gr/geodata/</a>	<a href="http://www.et.gr/">www.et.gr/</a>
13	Πόλεις και Οικισμοί >2000	Geodata.gov.gr - Εθνικό Τυπογραφείο - Ιδία Επεξεργασία	ΦΕΚ καθορισμού ορίων οικισμών 1986	<a href="http://geodata.gov.gr/geodata/">http://geodata.gov.gr/geodata/</a>	<a href="http://www.et.gr/">www.et.gr/</a>
14	Χερσαίο Οδικό 15km	Open Street Map - Geofabrik		<a href="https://www.openstreetmap.org/">https://www.openstreetmap.org/</a>	<a href="http://www.geofabrik.de/">http://www.geofabrik.de/</a>
15	Υφιστάμενο Αιολικό πάρκο	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)		<a href="http://www.rae.gr/geo/">http://www.rae.gr/geo/</a>	
16	Καταφύγια Άγριας Ζωής	Geodata.gov.gr		<a href="http://geodata.gov.gr/geodata/">http://geodata.gov.gr/geodata/</a>	
17	Κλίσεις Εδάφους	Ιδία Επεξεργασία (πηγή πρωτογενών δεδομένων SRTM USGS)			
18	Λεκάνη Ορατότητας	Ιδία Επεξεργασία (πηγή πρωτογενών δεδομένων SRTM USGS)			
19	Αιολικό Δυναμικό	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) - Geodata.gov.gr		<a href="http://geodata.gov.gr/geodata/">http://geodata.gov.gr/geodata/</a>	<a href="http://www.rae.gr/geo/">http://www.rae.gr/geo/</a>
20	Ψηφιακό Υψομετρικό Μοντέλο (DEM)	USGS		<a href="http://earthexplorer.usgs.gov/">http://earthexplorer.usgs.gov/</a>	

#### 4.3 ΠΡΩΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, για τη διεξαγωγή του πρώτου σεναρίου χωροθέτησης των ανεμογεννητριών στο δήμο Αλμυρού, είναι η εξής:

Αρχικά και αφού προηγουμένως συλλέχθηκαν τα σχετικά δεδομένα, αυτά εισήχθησαν σε κατάλληλο λογισμικό πρόγραμμα για περαιτέρω επεξεργασία (QGIS) (Πίνακας 10). Κατόπιν, τα διανυσματικά δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να δημιουργηθούν οι ζώνες εγγύτητας (buffer zones), οι οποίες και παρουσιάζονται αθροιζόμενες με τα αρχικά αυτά διανυσματικά δεδομένα, δημιουργώντας με αυτήν τη μέθοδο ζώνες αποκλεισμού, με βάση πάντοτε στις αποστάσεις που ορίζονται από το ΕΠΣΧΑΑ. Οι ζώνες αυτές εγγύτητας δημιουργήθηκαν για το σύνολο των διανυσματικών δεδομένων, πλην του «υφιστάμενου αιολικού πάρκου» και των «καταφυγίων άγριας ζωής», τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως έχουν, ορίζοντας από μόνα τους ζώνες αποκλεισμού. Για τα σύνολα αυτά των διανυσματικών δεδομένων, η απόφαση να μη δημιουργηθούν ζώνες εγγύτητας επαφίεται, όσο αφορά τα καταφύγια άγριας ζωής, στην έλλειψη σαφούς καθορισμού ζώνης εγγύτητας από το ΕΠΣΧΑΑ (ορίζεται από την ΕΠΟ). Επιπλέον, σε συνδυασμό με ίδια γνώση της περιοχής, αποφασίστηκε να μην οριστεί ζώνη εγγύτητας για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας (πχ γύρω από το δάσος Κουρί, το οποίο και ορίζεται εντός ενός εκ των καταφυγίων, υφίσταται έντονη ανθρωπογενής δραστηριότητα). Για το υφιστάμενο αιολικό πάρκο, εξαιτίας του ότι βρίσκεται σε ιδανική θέση, δεν ήταν δυνατό να απολεσθούν περαιτέρω πιθανές ψηφίδες (pixels) βέλτιστων θέσεων χωροθέτησης, αποκλειστικά και μόνο για λόγους ελέγχου, στην παρούσα εργασία.

Στη συνέχεια τα παραγόμενα αρχεία (buffer zones), περιορίστηκαν (clip) στην περιοχή μελέτης<sup>1</sup> (Δήμος Αλμυρού), αφαιρώντας την επιπλέον πληροφορία.

---

<sup>1</sup> Ως περιοχή μελέτης ορίστηκε ο δήμος Αλμυρού, γεγονός το οποίο επηρέασε το βαθμό δυσκολίας εντοπισμού των κατάλληλων θέσεων χωροθέτησης. Αυτό οφείλεται στο ότι τα όρια του Δήμου Αλμυρού με τον όμορο δήμο της Στυλίδας, ορίζονται στην κορυφογραμμή της Όθρυος. Το παραπάνω, σε συνδυασμό με το αιολικό δυναμικό, το οποίο παρουσιάζει υψηλότερες τιμές κοντά στις κορυφές των Όρεων, οδηγεί σε απώλεια πολύτιμης πληροφορίας (πιθανές θέσεις χωροθέτησης), καθότι οι περιοχές εκτός των «στενών» ορίων του δήμου δεν ελήφθησαν υπόψη στον υπολογισμό του μοντέλου. Έτσι, μια χωρικά και γεωγραφικά συνεχής περιοχή, στην οποία παρουσιάζονται ευνοϊκές συνθήκες χωροθέτησης (κυρίως όσον αφορά το αιολικό δυναμικό), διχοτομήθηκε, με αποτέλεσμα τον περιορισμό του πλήθους των πιθανών θέσεων.

Έπειτα, όλα μαζί συνενώθηκαν σε ένα ενιαίο αρχείο (merge), ώστε να ομαδοποιηθούν οι περιοχές αποκλεισμού. Κατόπιν, το νέο διανυσματικό αρχείο (vector), μετετράπη σε ψηφιδωτό (rasterize), προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια της εργασίας. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί, ότι κατά τη μετατροπή του διανυσματικού αρχείου σε ψηφιδωτό, υπήρξε απώλεια πληροφορίας. Παρότι χάνεται πολύτιμη πληροφορία, η μετατροπή αυτή είναι αναγκαία στη μετέπειτα διαδικασία, διότι θα πρέπει να συνδυαστεί με διάφορα άλλα ψηφιδωτά αρχεία. Το βασικότερο ψηφιδωτό αρχείο, αυτό του αιολικού δυναμικού, έχει μέγεθος ψηφίδας 150 x 150 μέτρα (22,5 στρέμματα). Αυτό ουσιαστικά υποδηλώνει και το ελάχιστο μέγεθος ψηφίδας, το οποίο θα πρέπει να έχουν τα νέα ψηφιδωτά αρχεία, για να μπορέσουν να συνδυαστούν επαρκώς με το αρχείο του αιολικού δυναμικού. Κατόπιν τούτου, η πληροφορία που διατηρείται από την μετατροπή του διανυσματικού αρχείου σε ψηφιδωτό είναι με βήμα της τάξεως των 150 μέτρων.

**Πίνακας 10:** Κριτήρια και ζώνες αποκλεισμού πρώτου σεναρίου χωροθέτησης

<b>Σενάριο 1ο</b>		
<b>Κριτήριο αποκλεισμού</b>	<b>Επιπλέον ζώνη αποκλεισμού (μ)</b>	<b>Μορφή αρχείου</b>
Αεροδρόμια	3000	Πολύγωνο
Ακτές κολύμβησης	1500	Σημείο
Αρχαιολογικοί χώροι	595	Πολύγωνο
Ενδιαφέροντες - Δυναμικοί οικισμοί	1000	Πολύγωνο
Διανομές - Αναδασμοί	127,5	Πολύγωνο
Λατομικοί - Μεταλλευτικοί χώροι	500	Πολύγωνο
Δίκτυο υψηλής τάσης (ΔΕΗ)	127,5	Πολύγωνο
Ιερές Μονές	500	Γραμμή
Κύριο οδικό δίκτυο και δίκτυο ΟΤΑ	127,5	Γραμμή
Εγγύτητα από χερσαίο οδικό δίκτυο	15000	Γραμμή
Οικισμοί και πόλεις >2000 κατοίκων	1000	Πολύγωνο
Παραδοσιακοί οικισμοί	1500	Πολύγωνο
Λοιποί οικισμοί	500	Πολύγωνο
NATURA 2000	1000	Πολύγωνο
Υφιστάμενο αιολικό πάρκο	0	Πολύγωνο
Καταφύγια Άγριας Ζωής	0	Πολύγωνο
<b>Οπτική όχληση</b>	<b>Ακτίνα ελέγχου</b>	
Λεκάνη ορατότητας από παραδοσιακούς	6000	Ψηφιδωτό
Λεκάνη ορατότητας από λοιπούς	3000	Ψηφιδωτό
<b>Επιπλέον κριτήρια χωροθέτησης</b>	<b>Καταλληλότητα</b>	
Κλίσεις εδάφους	< 25%	Ψηφιδωτό
Αιολικό δυναμικό	> 5 m/s	Ψηφιδωτό

Επόμενο βήμα αποτελεί η δημιουργία της λεκάνης ορατότητας. Η λεκάνης ορατότητας είναι μία εξαιρετική δυνατότητα των προγραμμάτων GIS. Λαμβάνοντας ένα αρχείο με υψομετρική πληροφορία (elevation raster), στην περίπτωση της παρούσας εργασίας το SRTM, συνδυαζόμενο με ένα διανυσματικό αρχείο με τα σημεία παρατηρητή (observation points), επιστρέφει με γνώμονα (κέντρο) τα συγκεκριμένα σημεία και το ύψος του παρατηρητή, το ύψος του παρατηρούμενου στόχου και την



ακτίνα έρευνας· ψηφιδωτό αρχείο με τις ψηφίδες του να παρουσιάζουν τα ορατά σημεία στην ακτίνα διερεύνησης.

Κατόπιν, δημιουργείται το αρχείο κλίσεων (slope), το οποίο περιέχει πληροφορία, με την κλίση του εδάφους ανά ψηφίδα, εκφραζόμενη σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), με χρήση του ψηφιακού υψομετρικού μοντέλου SRTM (πηγή: USGS). Στο συγκεκριμένο παραγόμενο ψηφιδωτό αρχείο, εφαρμόζεται μέθοδος ταξινόμησης με χρήση ενός άλλου παντοδύναμου εργαλείου (raster calculator), με βάση το οποίο οι ψηφίδες ομαδοποιούνται σε κατάλληλες, αντιστοιχώντας την τιμή ένα (1) (με κλίση μικρότερη ή ίση του 25%) και μη κατάλληλες, αντιστοιχώντας την τιμή μηδέν (0)<sup>2</sup> (με κλίση μεγαλύτερη του 25%).

Εν συνεχεία, γίνεται επεξεργασία του αρχείου του αιολικού δυναμικού<sup>3</sup>, το οποίο αποτελεί ένα αρχείο με διανυσματικά δεδομένα (points). Αυτό περιέχει κανάβο σημείων με μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/s), σε ύψος ογδόντα (80) μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους και με βήμα κανάβου εκατόν πενήντα (150) μέτρα. Το αρχείο αυτό μετατρέπεται σε ψηφιδωτό και στη συνέχεια ταξινομείται αντιστοιχίζοντας στις ψηφίδες με τιμή μεγαλύτερη ή ίση του πέντε (5)<sup>4</sup> την τιμή 1 και στις υπόλοιπες την τιμή 0. Το παραγόμενο αποτέλεσμα οπτικοποιείται με ευκολία παρουσιάζοντας τις θέσεις με το επιθυμητό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό (Εικόνα 1).

---

<sup>2</sup> Η ίδια φιλοσοφία στην ταξινόμηση (τιμές 0 - 1) ακολουθείται με όλα τα ψηφιδωτά αρχεία, τα οποία απαιτείται να συνδυαστούν μεταξύ τους, οι τιμές των ψηφίδων (pixel) των οποίων διαφέρουν μεταξύ τους. Τα ψηφιδωτά αρχεία που προέκυψαν από μετατροπή διανυσματικών αρχείων είναι αυτής της μορφής.

<sup>3</sup> Τα δεδομένα του αιολικού δυναμικού, προέρχονται από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας και είναι προσβάσιμα σε μορφή σχηματικού αρχείου (shape file) μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής του Γεωπληροφοριακού Χάρτη της ΡΑΕ.

<sup>4</sup> Αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο ή ίσο των πέντε (5) μέτρων ανά δευτερόλεπτο, όπως αναφέρει ο Καλδέλλης (1999).

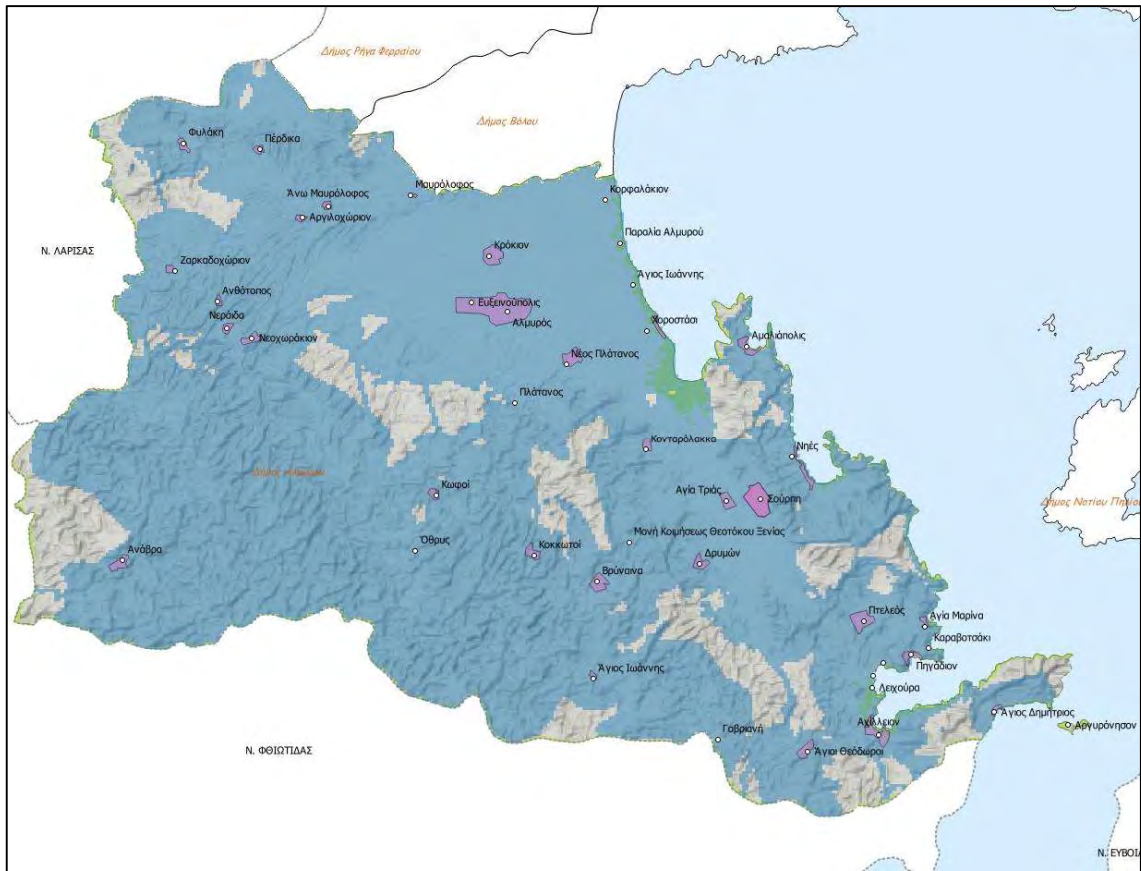
**Εικόνα 1<sup>5</sup>:** Περιοχές με αιολικό δυναμικό, σε ύψος 80μ, μεγαλύτερο των 5m/s (μπλε χρώμα)



Σε αυτό το σημείο, όλα τα δεδομένα έχουν μετατραπεί σε μορφή ψηφιδωτών αρχείων (raster). Η μεθοδολογία προστάζει πλέον να συνενωθούν τα αρχεία με τις περιοχές αποκλεισμού εγκατάστασης ανεμογεννητριών, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα τελικό αρχείο με το σύνολο αυτών. Για το λόγο αυτό, αθροίζονται (μέσω του raster calculator) όλα τα παραπάνω raster (πλην του αιολικού δυναμικού) και επαναταξινομούνται οι τιμές τους με τις μεγαλύτερες ή ίσες του ένα (1) να λαμβάνουν την τιμή ένα (1) και τις υπόλοιπες, την τιμή μηδέν (0) (Εικόνα 2).

<sup>5</sup> Όλες οι εικόνες που θα παρατεθούν, δεν αποτελούν χάρτες, καθότι σκοπός τους είναι η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της διαδικασίας επεξεργασίας των δεδομένων. Παρόλα αυτά, προσπαθήθηκε να διατηρηθεί το ίδιο μοντέλο στην κατασκευή και ανάγνωση τους για διευκόλυνση του αναγνώστη. Κατόπιν τούτου, οι εικόνες είναι προσανατολισμένες στο βορρά (προς τα επάνω) και τα γενικά απεικονιζόμενα στοιχεία παραμένουν τα ίδια (θάλασσα, όμοροι δήμοι, όμοροι νομοί, σκιασμένο ανάγλυφο, σημειακές θέσεις οικισμός, σε αρκετούς εγκεκριμένα όρια οικισμών, ονομασίες περιοχών). Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί πως οι εικόνες δεν είναι υπό σταθερή κλίμακα αν και κατά τη δημιουργία τους τηρηθήκαν όλοι οι κανόνες για να διατηρηθεί η ομοιογένεια μεταξύ των παραγόμενων εικόνων.

Εικόνα 2: Περιοχές αποκλεισμού



Έχοντας το raster με τις ζώνες αποκλεισμού, το τελευταίο βήμα είναι να αφαιρεθούν αυτές από το raster καταλληλότητας του αιολικού δυναμικού, με τη χρήση πάλι του εργαλείου raster calculator. Κατ' αυτόν τον τρόπο, οι συμπίπτουσες ψηφίδες, που αποτελούν τις θέσεις αποκλεισμού και τις θέσεις κατάλληλου αιολικού δυναμικού, αφαιρούμενες, θα λάβουν για τις μεν τελικώς αποκλειόμενες περιοχές, την τιμή μηδέν (0), ενώ για τις δε κατάλληλες θα παραμείνει η τιμή ένα (1), οπότε και μπορούν πολύ εύκολα να οπτικοποιηθούν (Εικόνα 3).

**Εικόνα 3:** Υποψήφιες θέσεις χωροθέτησης αιολικού πάρκου, με ύψος ανεμογεννητριών 80 μ



Από το τελικό αποτέλεσμα διαπιστώνεται ότι οι κατάλληλες θέσεις χωροθέτησης ανεμογεννητριών στα στενά όρια του δήμου είναι ελάχιστες. Όπως παρατηρείται, εντοπίζονται τέσσερις ομάδες ψηφίδων. Η πρώτη βρίσκεται βορειοδυτικά κοντά στο χωριό Φυλάκη και η δεύτερη στα ανατολικά του δήμου και βορειοδυτικά της Σούρπης. Η τρίτη νοτιοανατολικά της Σούρπης και βορείως του Πτελεού στον ορεινό όγκο του όρους Χλωμό, ενώ η τέταρτη εντοπίζεται στα νοτιοανατολικά του νομού, εγγύς του οικισμού Αγίου Δημητρίου στη θέση Τραγοβούνι. Ενδιαφέρον προκαλούν οι μεμονωμένες ψηφίδες στα βορειοδυτικά και νοτιοανατολικά του δήμου, οι οποίες παρουσιάζουν κατάλληλες θέσεις, αλλά παρόλα αυτά καταλαμβάνουν πολύ μικρή έκταση. Αυτό πιθανότατα σημαίνει, ότι ξεφεύγοντας αμιγώς από τα στενά γεωγραφικά όρια της μελέτης και ακολουθώντας τη φυσική συνέχεια του ανάγλυφου, σε εκείνα τα σημεία όπου αλλάζει ο δήμος, λογικά θα γειτνιάζουν και με άλλες ψηφίδες που ικανοποιούν τις συνθήκες της μελέτης, όσον αφορά την καταλληλότητα χωροθέτησης και κυρίως από τη σκοπιά του αιολικού

δυναμικού. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί πως το πλήθος των κατάλληλων θέσεων χωροθέτησης, οι οποίες και παρουσιάζονται με ψηφίδες κόκκινου χρώματος (Εικόνα 3), είναι πενήντα τέσσερις (54). Με δεδομένο αυτό και σε συνδυασμό με το μέγεθος της ψηφίδας στα δεδομένα της μελέτης (150x150 μέτρα), προκύπτει ωφέλιμο εμβαδό χιλίων διακοσίων δέκα πέντε (1215) στρεμμάτων<sup>6</sup>.

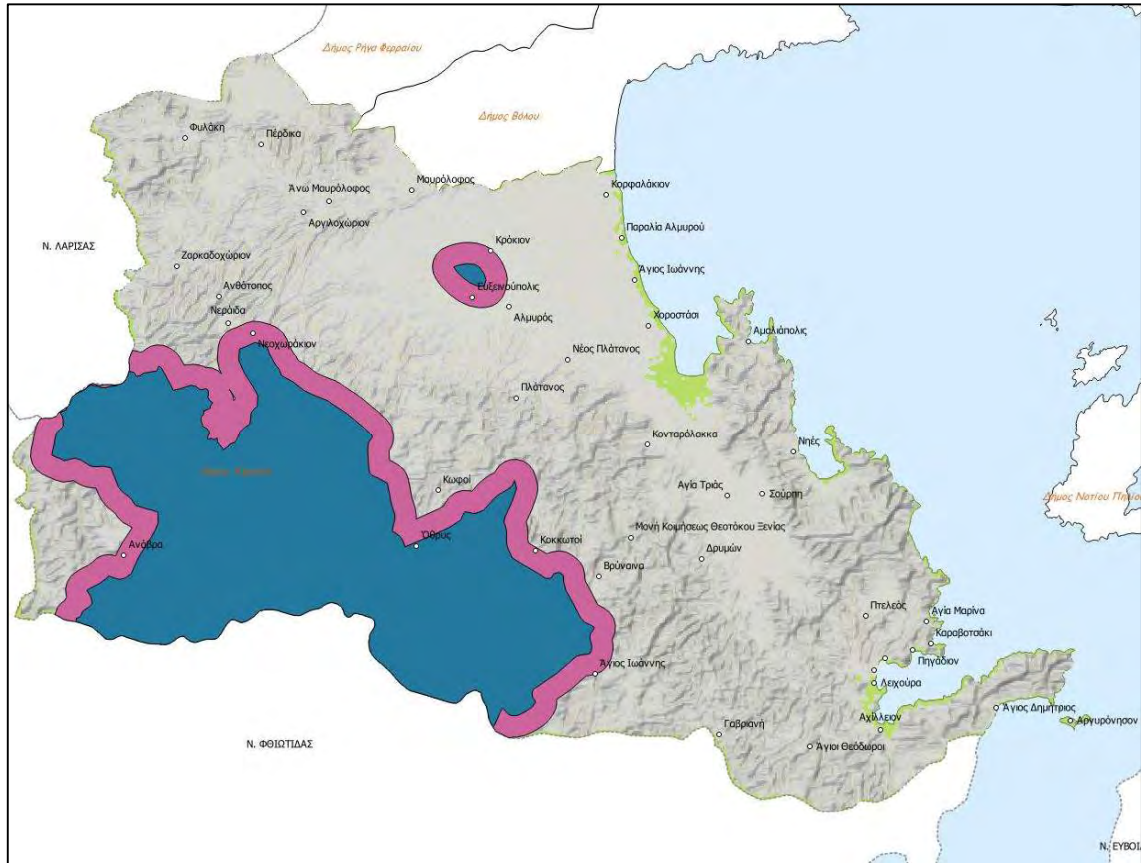
Όπως λοιπόν προέκυψε από τα αποτελέσματα της διερεύνησης, η διαθέσιμη έκταση χωροθέτησης κρίνεται ως πάρα πολύ μικρή. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η περιοχή εγγύς του ήδη εγκατεστημένου αιολικού πάρκου στην Ανάβρα, η οποία όπως είναι γνωστό, έχει το επιθυμητό αιολικό δυναμικό και τις κατάλληλες κλίσεις, δεν παρουσιάζεται στις επιλέξιμες θέσεις. Αυτό συμβαίνει διότι, ένα εκ των κριτηρίων αποκλεισμού που χρησιμοποιήθηκε, είναι η περιοχές NATURA 2000 (Εικόνα 4).

Στον κατάλογο NATURA 2000 συμπεριλαμβάνεται το ορεινό τμήμα του όρους Όθρυς, κατά συνέπεια, ένα μεγάλο μέρος του δήμου Αλμυρού στα κεντρικά και δυτικά αυτού, να μη συμμετέχει στην έρευνα. Έτσι λοιπόν, αποφασίστηκε να επαναληφθεί το σενάριο χωροθέτησης, αφαιρώντας αυτή τη φορά από τη ζώνη αποκλεισμού, τις περιοχές NATURA 2000.

---

<sup>6</sup> Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, το υφιστάμενο αιολικό πάρκο στην Ανάβρα, παρουσιάζεται από τη ΡΑΕ ως πολύγωνο συνολικής εκτάσεως 925 στρεμμάτων, με 20 εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες.

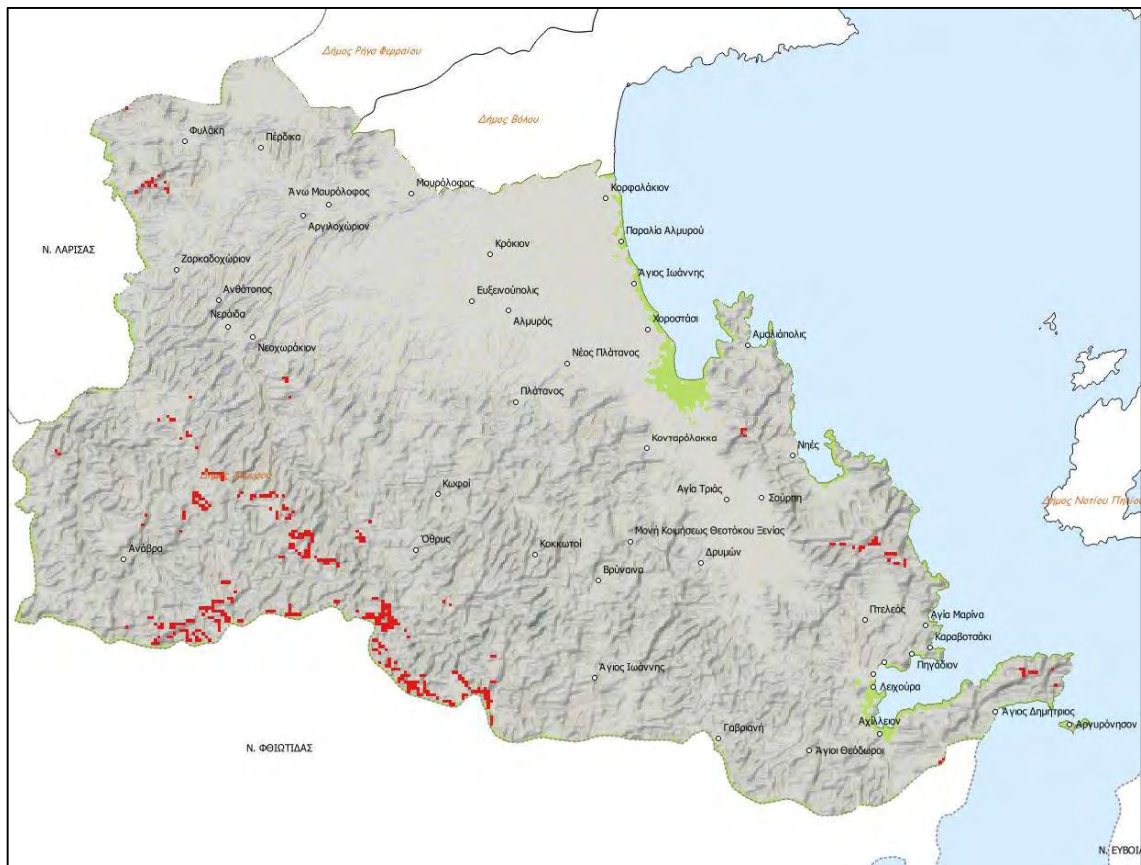
Εικόνα 4: Ζώνη εγγύτητας NATURA 2000



Οι τελικές κατόπιν θέσεις παρουσιάζονται στην εικόνα 5. Συγκριτικά, οι διαφορές μεταξύ αυτών οπτικοποιήθηκαν στην εικόνα 6. Παρατηρώντας τις εικόνες αυτές, διακρίνεται ξεκάθαρα ότι προκύπτουν αρκετές θέσεις στις κορυφογραμμές, δυτικά του δήμου, στα σύνορα με τους όμορους δήμους, με ότι αυτό συνεπάγεται για τη σχέση του φυσικού ανάγλυφου με τις παραδοχές της συγκεκριμένης μελέτης.

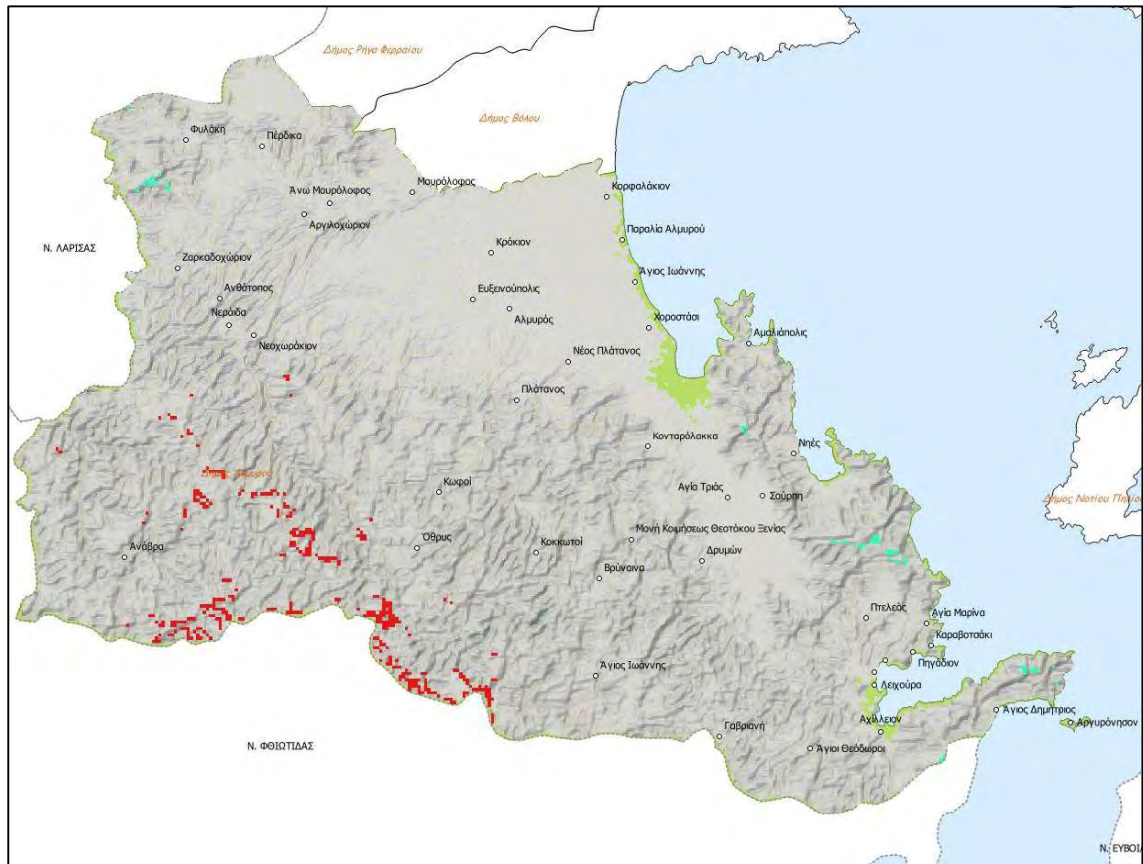
Σε αυτό το υπο-σενάριο, οι τελικές ψηφίδες είναι τετρακόσιες δεκατρείς (413), δίνοντας εμβαδό εννιά χιλιάδων διακόσιων ενενήντα δύο στρεμμάτων και πεντακοσίων τετραγωνικών μέτρων (9292,5), ενώ όπως φαίνεται σε αρκετά σημεία του χάρτη, το σύνολό τους αγγίζει και ξεπερνά το πλήθος των είκοσι δύο (22) ψηφίδων (έκταση χιλίων στρεμμάτων<sup>7</sup>).

**Εικόνα 5:** Υποψήφιες θέσεις χωροθέτησης αιολικού πάρκου, με ύψος ανεμογεννητριών 80 μ, συμπεριλαμβανομένων και των θέσεων εντός NATURA 2000



<sup>7</sup> Συγκριτική έκταση για τη χωροθέτηση πάρκου σε σχέση με το ήδη εγκατεστημένο στην περιοχή της Ανάβρας.

**Εικόνα 6:** Συγκριτικός χάρτης υποψηφίων θέσεων, με και χωρίς ζώνη αποκλεισμού NATURA 2000



Με βάση όλα τα παραπάνω, στην εικόνα 6, δίνεται ο συγκριτικός χάρτης των υποψηφίων θέσεων χωροθέτησης του αιολικού πάρκου, λαμβάνοντας υπόψη, τόσο το αιολικό δυναμικό και τις θέσεις που προέκυψαν με κριτήριο αποκλεισμού τη ζώνη εγγύτητας NATURA 2000, όσο και αυτές που προέκυψαν αποδέχοντας τις θέσεις αυτές ως πιθανές περιοχές χωροθέτησης των ανεμογεννητριών. Στη συγκεκριμένη εικόνα, με γαλάζιο χρώμα παρουσιάζονται οι τελικές θέσεις χωροθέτησης, που κρίθηκαν κατάλληλες λόγω του υψηλού αιολικού δυναμικού, ενώ με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι επιπρόσθετες θέσεις, που προέκυψαν μετά την «ελαστικοποίηση» των ζωνών αποκλεισμού, επιτρέποντας τη χωροθέτηση εντός περιοχών NATURA 2000.



#### 4.4 ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Σε αυτό το σενάριο γίνεται η εφαρμογή της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (Analytical Hierarchical Process), η περιγραφή της οποίας παρουσιάζεται παρακάτω. Η επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων είναι εν μέρει η ίδια με αυτή του πρώτου σεναρίου. Βασική διαφορά είναι ότι, στη συγκεκριμένη περίπτωση δε δημιουργήθηκαν παγιωμένες ζώνες εγγύτητας στα διανυσματικά αρχεία, αλλά ζώνες μεταβλητής βαρύτητας ανάλογα με την απόσταση στα ψηφιδωτά αρχεία (proximity) (Πίνακας 11). Αυτό συνέβη διότι, στο συγκεκριμένο σενάριο τα διανυσματικά δεδομένα δεν είχαν αμιγώς ρόλο αποκλεισμού, αλλά συμμετείχαν στον υπολογισμό του μοντέλου με τρόπο όμοιο των υπολοίπων δεδομένων με διαφορετική όμως βαρύτητα (ανισοβαρώς). Το συγκεκριμένο σενάριο μπορεί να χαρακτηριστεί ελαστικότερο σε σχέση με το αρχικό. Επί της διαδικασίας, τα πρωτογενή δεδομένα αποκόπηκαν στην περιοχή ενδιαφέροντος και στη συνέχεια μετατράπηκαν σε ψηφιδωτά. Κατόπιν, δημιουργήθηκαν τα ψηφιδωτά αρχεία εγγύτητας, με χρήση του εργαλείου proximity. Οι τιμές των ψηφιδών των παραγόμενων ψηφιδωτών αρχείων παρουσιάζουν σε μέτρα την απόσταση του κάθε pixel από το εκάστοτε αντικείμενο μελέτης (βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ).

**Πίνακας 11:** Κριτήρια, εύρη ζωνών εγγύτητας και τιμές ανά ζώνη, δευτέρου σεναρίου χωροθέτησης.

Κριτήριο Αποκλεισμού	Αεροδρόμια		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 1000	> 1000
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Ακτές κολύμβησης		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0 - 250	250 - 500	> 500
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Αρχαιολογικοί χώροι		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 600	> 600
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Ενδιαφέροντες - Δυναμικοί οικισμοί		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 500	> 500
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Διανομές - Αναδασμοί		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 150	> 150
Τιμή	5	7	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Λατομικοί - Μεταλλευτικοί χώροι		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 500	> 500
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Δίκτυο υψηλής τάσης (ΔΕΗ)		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 500	> 500
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Ιερές Μονές		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 500	> 500
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Κύριο οδικό δίκτυο και δίκτυο ΟΤΑ		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0 - 150	150 - 500	> 500
Τιμή	0	10	5
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Εγγύτητα από χερσαίο οδικό δίκτυο		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0 - 150 & >15000	150 - 1000	1000 - 15000
Τιμή	0	10	5
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Οικισμοί και πόλεις >2000 κατοίκων		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 500	> 500
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Παραδοσιακοί οικισμοί		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 1000	> 1000
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Λοιποί οικισμοί		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 500	> 500
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	NATURA 2000		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 500	> 500
Τιμή	5	7	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Υφιστάμενο αιολικό πάρκο		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0 - 250	250 - 1000	> 1000
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο Αποκλεισμού	Καταφύγια Αγριας Ζωής		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	0 - 500	> 500
Τιμή	0	5	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο οπτικής όχλησης	Λεκάνη ορατότητας από παραδοσιακούς οικισμούς		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	> 0	
Τιμή	5	10	
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Κριτήριο οπτικής όχλησης	Λεκάνη ορατότητας από λοιπούς οικισμούς και πόλεις		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (μ)	0	> 0	
Τιμή	5	10	
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Επιπλέον κριτήριο	Κλίσεις εδάφους		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (%)	< 15	15 - 25	> 25
Τιμή	10	5	0
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Επιπλέον κριτήριο	Αιολικό δυναμικό		
Εύρος ζώνης εγγύτητας (m/s)	0 - 5	5 - 6	> 6
Τιμή	0	7	10
Μορφή αρχείου	Πολύγωνο		

Στη συνέχεια, εφαρμόζεται η ΑΙΔ, που αποτελεί τη διαδικασία, βάση της οποίας αντιστοιχούνται τα κατάλληλα βάρη σε κάθε κριτήριο, ανάλογα με τη σημαντικότητα που τους αποδίδεται από το λήπτη της απόφασης. Πρακτικά λοιπόν, για να γίνει αυτό, δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας από τον οποίο προκύπτουν τα σχετικά βάρη. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη δημιουργία του πίνακα προσομοιάζεται από την αντίστοιχη που χρησιμοποιήθηκε από τους Bennui et al (2007)<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Για επεξήγηση της διαδικασίας βλ. σελ. 30 της παρούσης εργασίας

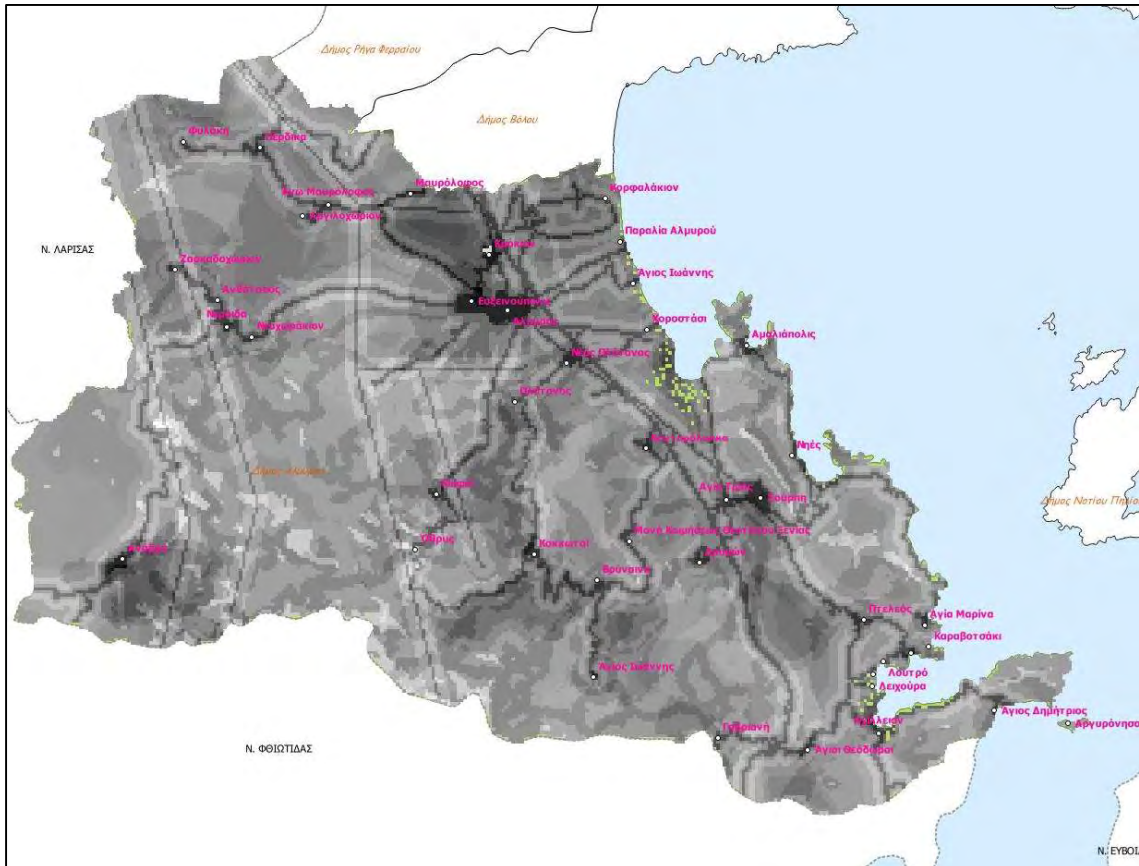
Πίνακας 12: Πίνακας βαρών

Κριτήριο	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Σύνολο	
	NATURA 2000	Αεροδρόμια	Αιολικό Δυναμικό	Ακτές Ελέγχου Ποιότητας Νερού	Απόσταση από χερσαία οδό	Αρχαιολογικοί Χώροι	Διανομές Αναδάσμοι	Δίκτυο Υψηλής Τάσης ΔΕΗ	Δυναμικοί Οικισμοί	Ιερές Μονές	Κλίσεις	Καταφύγιο Άγριας Ζωής	Κύριο Οδικό Δίκτυο και Δίκτυο ΟΤΑ	Λατομικές Μεταλλευτικές τοποθεσίες	Λεκάνη Ορατότητας	Οικισμοί < 2000 κατοίκων	Παραδοσιακοί Οικισμοί	Πόλεις και Οικισμοί > 2000 κατοίκων	Υφιστάμενα Αιολικά Πάρκα		
1	NATURA 2000	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2	Αεροδρόμια	1	0	3	1	1	1	2	1	2	2	3	2	2	1	3	3	3	3	3	
3	Αιολικό Δυναμικό	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	Ακτές Ελέγχου Ποιότητας Νερού	1	3	3	0	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	
5	Απόσταση από χερσαία οδό	1	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	
6	Αρχαιολογικοί Χώροι	1	3	3	1	1	0	1	2	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3	
7	Διανομές Αναδάσμοι	1	2	3	1	1	3	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	
8	Δίκτυο Υψηλής Τάσης ΔΕΗ	1	3	3	1	1	2	1	0	2	1	3	1	1	1	2	2	2	2	2	
9	Δυναμικοί Οικισμοί	1	2	3	1	1	1	1	2	0	1	3	2	3	1	1	1	3	2	3	
10	Ιερές Μονές	1	2	3	1	1	2	1	3	3	0	3	3	3	1	3	2	3	3	3	
11	Κλίσεις	1	1	3	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12	Καταφύγιο Άγριας Ζωής	1	2	3	1	2	1	1	3	2	1	3	0	2	1	2	1	3	2	2	
13	Κύριο Οδικό Δίκτυο και Δίκτυο ΟΤΑ	1	2	3	1	1	1	1	3	1	1	3	2	0	1	2	1	2	2	2	
14	Λατομικές Μεταλλευτικές τοποθεσίες	1	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	2	3	
15	Λεκάνη Ορατότητας	1	1	3	1	1	1	1	2	3	1	3	2	2	1	0	1	2	3	2	
16	Οικισμοί < 2000 κατοίκων	1	1	3	1	1	1	1	2	3	2	3	3	3	1	3	0	3	3	3	
17	Παραδοσιακοί Οικισμοί	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	2	1	0	1	1	
18	Πόλεις και Οικισμοί > 2000 κατοίκων	1	1	3	1	1	1	1	2	2	1	3	2	2	1	1	1	3	0	1	
19	Υφιστάμενα Αιολικά Πάρκα	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	3	2	2	1	2	1	3	3	0	
Σύνολο	Σύνολο	18	35	54	23	22	30	27	41	40	31	52	39	42	22	41	34	47	43	42	683
	Βάρος	0.03	0.05	0.08	0.03	0.03	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.08	0.06	0.06	0.03	0.06	0.05	0.07	0.06	0.06	1
	Σταθμισμένο Βάρος %	26	51	79	34	32	44	40	60	59	45	76	57	61	32	60	50	69	63	61	1000

Στη συνέχεια, και με τη χρήση του Raster Calculator, αντιστοιχίζονται τα προκύπτοντα από τον πίνακα βάρη, με τα ψηφιδωτά αρχεία στα οποία αναφέρονται. Έπειτα, τα αρχεία αυτά συνενώνονται μεταξύ τους. Με αυτόν τρόπο, προκύπτει το τελικό ψηφιδωτό αρχείο, όπως παρουσιάζεται παρακάτω, στο οποίο οι πιο λευκές περιοχές ανταποκρίνονται στις καταλληλότερες θέσεις χωροθέτησης (Εικόνα 7). Το βάρος που προκύπτει για κάθε περιοχή είναι ένας δεκαδικός αριθμός, ενώ το άθροισμα των βαρών δίνει άθροισμα ίσο με τη μονάδα. Για να μπορέσει όμως, η εφαρμογή της πολυκριτηριακής αυτής μεθόδου να εκτελεστεί ορθά με τη χρήση του προγράμματος

που επιλέγεται, οι τιμές ανάγονται στις χίλιες μονάδες με σκοπό να αποφευχθεί η χρήση δεκαδικών αριθμών και αριθμών μικρότερων της μονάδας.

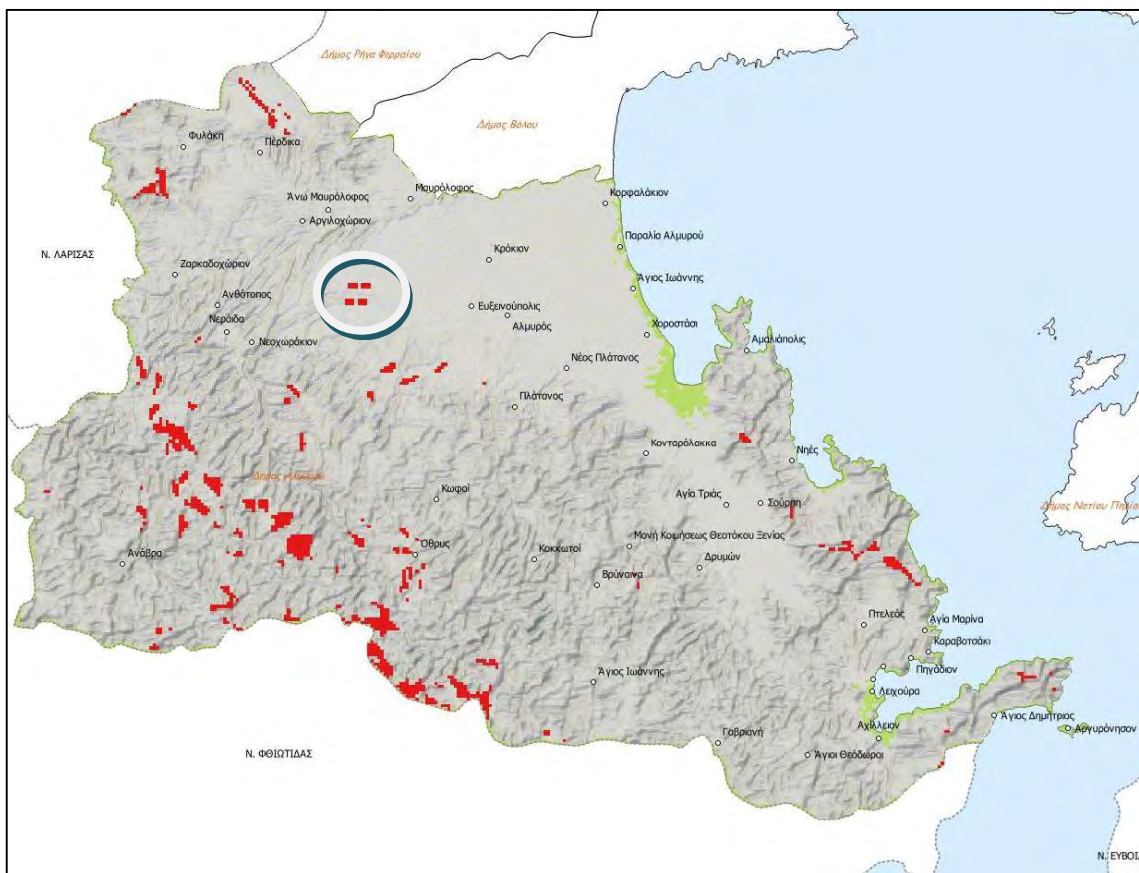
**Εικόνα 7:** Ποσοστό καταλληλότητας χωροθέτησης



Το τελικό αρχείο θα πρέπει θεωρητικά να περιέχει τιμές από μηδέν (λιγότερο κατάλληλη θέση) έως δέκα χιλιάδες (βέλτιστη θέση). Αυτό προκύπτει από τον τρόπο ταξινόμησης των δεδομένων, δηλαδή με βάρη αναγόμενα στις χίλιες μονάδες και ζώνες εγγύτητας ταξινομημένες στην κλίμακα μηδέν ως δέκα (0-10). Στην πράξη, οι τιμές που προέκυψαν βρίσκονται μεταξύ 5.726 και 8.949. Μία θέση με τιμή 5.726 σημαίνει καταλληλότητα της τάξης του 55%. Ουσιαστικά όμως, η καταλληλότητα αυτών των σημείων είναι μικρότερη. Από την άλλη πλευρά, η περιοχή μελέτης παρουσιάζει ασθενές αιολικό δυναμικό (λίγες θέσεις και μικρή ένταση), γεγονός που οδήγησε στην πρωτοδότηση του συγκεκριμένου κριτηρίου με εξαιρετικά μεγάλο βάρος, προκειμένου να συμπεριληφθούν οι περιοχές με σχετικά καλό αιολικό δυναμικό στην τελική λίστα

με της περιοχές καταλληλότητας. Αυτό σημαίνει, ότι πολλά από τα κατάλληλα σημεία, ικανοποιούν ουσιαστικά, το κριτήριο του αιολικού δυναμικού, ενώ αν αυτό απουσίαζε, το ποσοστό καταλληλότητας θα ήταν κατά πολύ μικρότερο. Παρακάτω, παρουσιάζονται δύο εικόνες με καταλληλότητα μεγαλύτερη από 83% και 85% αντίστοιχα (Εικόνες 8 και 9).

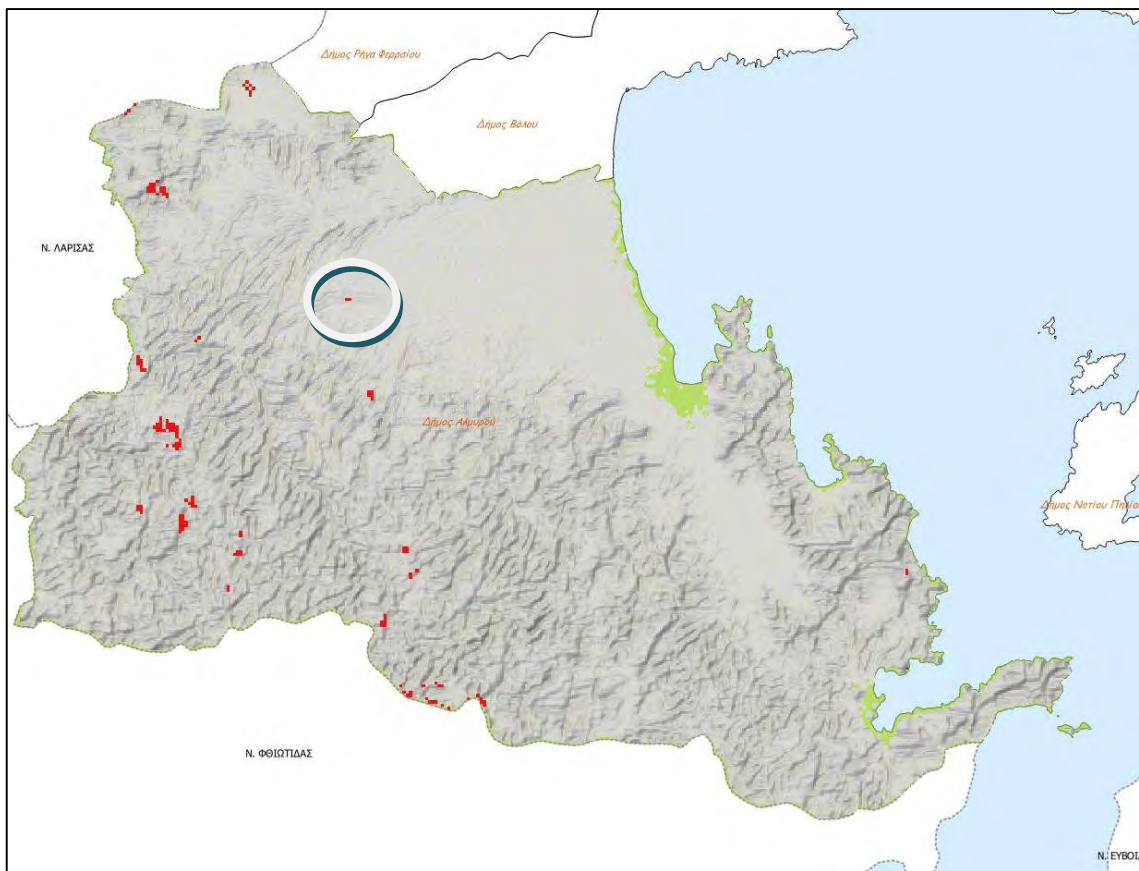
**Εικόνα 8:** Θέσεις χωροθέτησης (κόκκινο χρώμα) με ποσοστό καταλληλότητας μεγαλύτερο από 83%



Έτσι λοιπόν, διαπιστώνεται ότι με τη μέθοδο των βαρών τα δεδομένα παρουσιάζουν μεταβολή, η οποία εξαρτάται, όπως προαναφέρθηκε, από το βάρος και προφανώς τα δεδομένα, που συμμετέχουν στην κατασκευή του πίνακα βαρών και στην μετέπειτα επίλυση του μοντέλου. Αυτό οδηγεί στο σκεπτικό, ότι περιοχές που χρήζουν αποκλεισμού, δεν θα έπρεπε να συμμετέχουν στον πίνακα βαρών, αλλά να αποκόπονται από αυτόν. Παραδείγματος χάριν, όπως φαίνεται στις εικόνες 8 και 9

(λευκός κύκλος), ως κατάλληλη προς χωροθέτηση θέση έχει προκύψει, η περιοχή που βρίσκεται μεταξύ Ευξεινούπολης και Ανθότοπου στον κάμπο του Αλμυρού. Σε εκείνη την τοποθεσία, είναι γνωστό ότι το αιολικό δυναμικό είναι πολύ χαμηλό, παρόλα αυτά όμως, το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε, απέδωσε τη θέση αυτή ως κατάλληλη περιοχή. Αυτό συνέβη διότι, στον πίνακα βαρών δόθηκε εξίσου -σχετικά- μεγάλο βάρος στις χαμηλές κλίσεις (76) και στο δίκτυο υψηλής τάσης (60), συγκριτικά με το αιολικό δυναμικό (79). Ορθότερο ωστόσο, θα ήταν να εντοπιστούν τα κοινά pixels των κατάλληλων προς χωροθέτηση περιοχών με αυτά που έχουν αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο των πέντε (5) m/s (Χάρτης 11). Στο παρόν σενάριο, δεν ακολουθήθηκε η συγκεκριμένη λογική στο σύνολο των δεδομένων, καθότι απώτερος σκοπός ήταν η ενασχόληση με τα βάρη και το πως αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται στη συγκεκριμένη περιοχή.

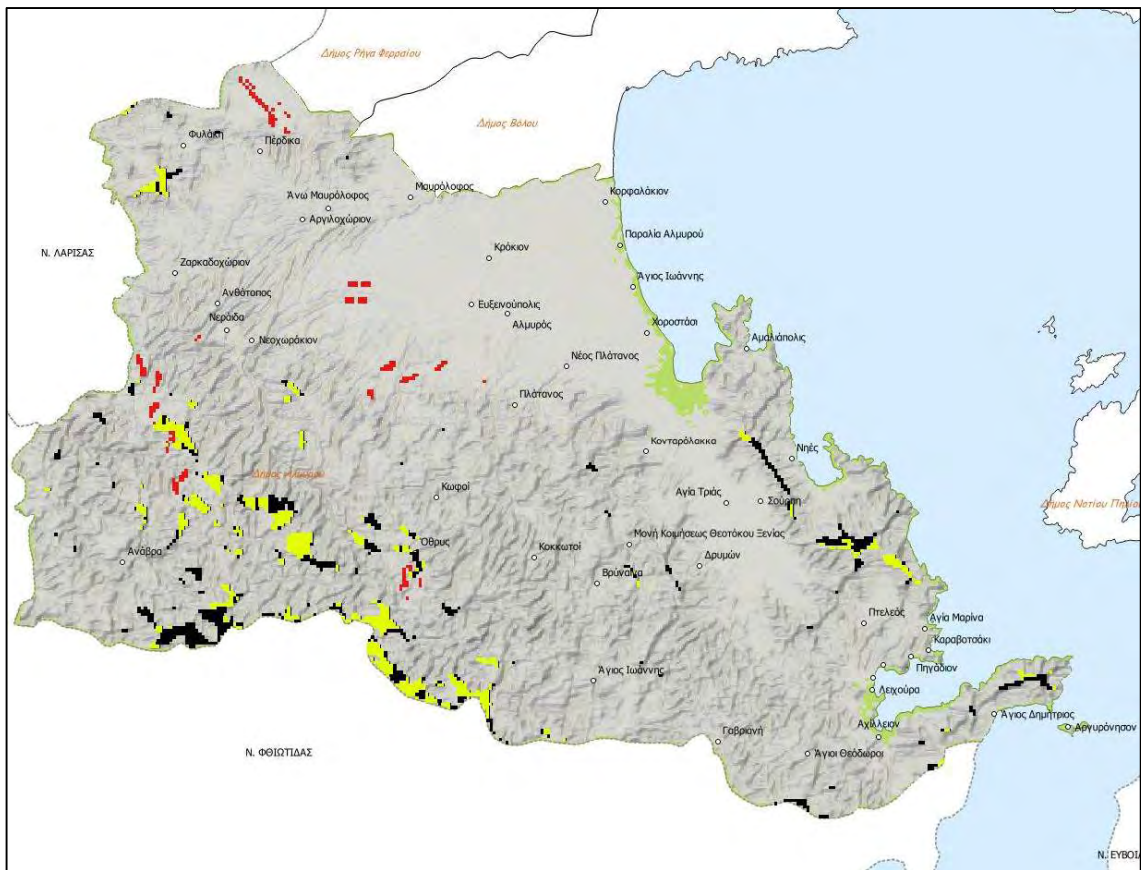
**Εικόνα 9:** Θέσεις χωροθέτησης (κόκκινο χρώμα) με ποσοστό καταλληλότητας μεγαλύτερο από 85%





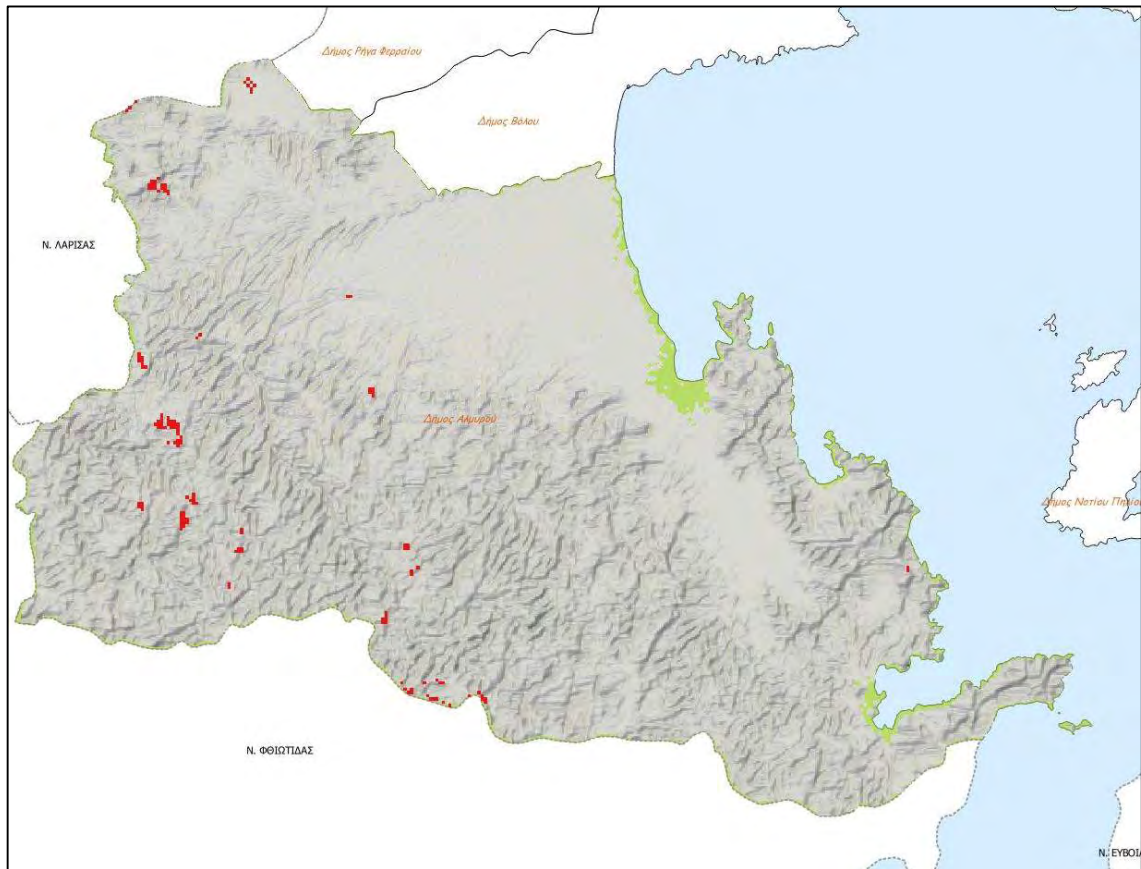
Οι τελικές ψηφίδες που έχουν ποσοστό καταλληλότητας μεγαλύτερο του 83% είναι οκτακόσιες σαράντα-οκτώ (848), έχοντας εμβαδό 19080 στρεμμάτων. Μία έκταση 15367 στρεμμάτων και 500 τμ. (683 ψηφίδες) παρουσιάζει ταυτόχρονα αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο των 5m/s. Τέλος, ο αριθμός των ψηφίδων με καταλληλότητα μεγαλύτερη από 85% είναι 145 και έκτασης 3262 στρεμμάτων και 500 τμ. (Εικόνα 11).

Εικόνα 10: Συγκριτικός χάρτης καταλληλότητας κοινών περιοχών



Στην παραπάνω εικόνα προβάλλεται ένας συγκριτικός χάρτης, στον οποίο συνδυάζονται τα αποτελέσματα των δύο προηγούμενων κριτηρίων και του αιολικού δυναμικού. Πιο συγκεκριμένα, με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι περιοχές με καταλληλότητα μεγαλύτερη από 83%, με μαύρο χρώμα οι περιοχές, οι οποίες έχουν αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο από 5 m/s, ενώ τέλος, με πράσινο (λαχανί) χρώμα αποτυπώνονται οι κοινές περιοχές των δύο προηγούμενων κριτηρίων.

**Εικόνα 11:** Τελικές θέσεις χωροθέτησης με καταλληλότητα μεγαλύτερη από 85%



Στην εικόνα αυτή, παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα, οι τελικές θέσεις χωροθέτησης του αιολικού πάρκου με καταλληλότητα μεγαλύτερη από 85%, όπως αυτές προέκυψαν από το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε στην προκειμένη περίπτωση, χωρίς αυτήν τη φορά να ληφθεί υπόψη η ίδια γνώση, με βάση την οποία, αποκλείστηκε στις εικόνες 8 και 9, η περιοχή χωροθέτησης στον κάμπο του δήμου Αλμυρού, λόγω του χαμηλού αιολικού της δυναμικού.

4.5 ΤΡΙΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Με βάση το πρωταρχικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η διερεύνηση για τη χωροθέτηση του αιολικού πάρκου στο δήμο Αλμυρού θα τελείωνε σε αυτό το σημείο. Ωστόσο όμως, κατά την πρόοδο των εργασιών και την πάροδο των ημερών, αναζητώντας πληροφορίες στο διαδίκτυο, διαπιστώθηκε η ύπαρξη επιπλέον διανυσματικών δεδομένων αιολικού δυναμικού, γεγονός που αποτέλεσε το έναυσμα για την περεταίρω ενασχόληση και τη δημιουργία του τρίτου σεναρίου.

Αρχικά, στη ΡΑΕ εντοπίστηκαν δεδομένα για το αιολικό δυναμικό σε ύψος εκατό (100) και εκατόν είκοσι (120) μέτρων, αντίστοιχα και στον ιστοχώρο [www.geodata.gov.gr](http://www.geodata.gov.gr), για ύψος σαράντα (40) μέτρων. Παρότι λοιπόν, το ΕΠΣΧΑΑ κάνει λόγο για τυπικές ανεμογεννήτριες ύψους ογδόντα πέντε (85) μέτρων, γεγονός που ώθησε στη χρήση του αιολικού δυναμικού των ογδόντα (80) μέτρων, μελετώντας, συνολικά πλέον, τα δεδομένα διαπιστώθηκε ότι:

Σε υψόμετρο σαράντα (40) μέτρων από το έδαφος, στο δήμο Αλμυρού οι περιοχές με αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο των πέντε (5) μέτρων ανά δευτερόλεπτο (όπως παρουσιάζεται και στον παραπάνω πίνακα), είναι αισθητά περισσότερες, σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο ύψος, ενώ αντίστοιχα στα ογδόντα (80) μέτρα είναι λιγότερες (όπως παρουσιάζεται και στον παρακάτω πίνακα).

**Πίνακας 13:** Αιολικό δυναμικό

Αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο των 5m/s	Pixels
Ύψος 40 μ από το έδαφος	3072
Ύψος 80 μ από το έδαφος	1327
Ύψος 100 μ από το έδαφος	1911
Ύψος 120 μ από το έδαφος	2330

Ένεκα των περιστάσεων, αποφασίστηκε να επανεφαρμοστεί το 1<sup>ο</sup> Σενάριο, αναπροσαρμοζόμενο στα νέα δεδομένα. Για το σκοπό αυτό λοιπόν, χρησιμοποιήθηκε το αιολικό δυναμικό των σαράντα μέτρων, για εγκατάσταση ανεμογεννητριών αντίστοιχου ύψους, ενώ τροποποιήθηκαν καταλλήλως οι επηρεαζόμενες ζώνες.

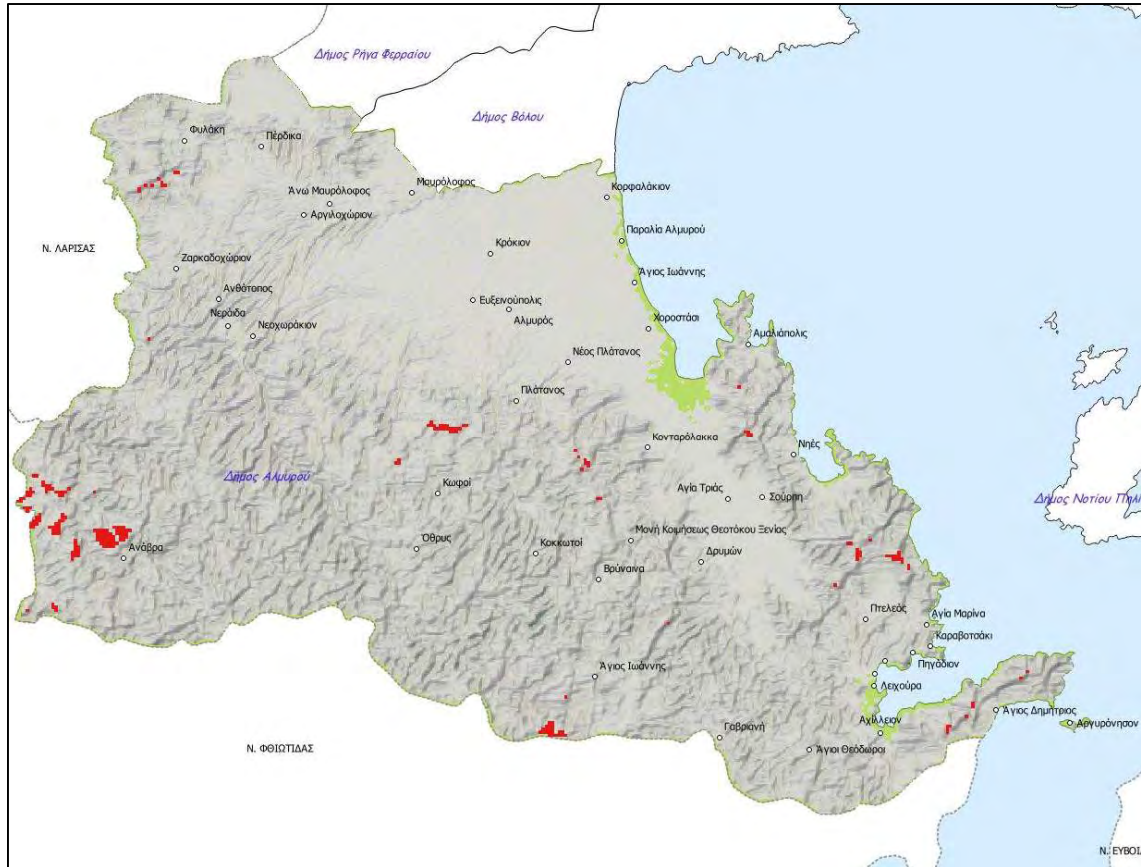
**Πίνακας 14:** Κριτήρια και ζώνες αποκλεισμού τρίτου σεναρίου χωροθέτησης

<b>Σενάριο 3ο</b>		
<b>Κριτήριο αποκλεισμού</b>	<b>Επιπλέον ζώνη αποκλεισμού (μ)</b>	<b>Μορφή αρχείου</b>
Αεροδρόμια	3000	Πολύγωνο
Ακτές κολύμβησης	1500	Σημείο
Αρχαιολογικοί χώροι	<b>500</b>	Πολύγωνο
Ενδιαφέροντες - Δυναμικοί οικισμοί	1000	Πολύγωνο
Διανομές - Αναδασμοί	<b>60</b>	Πολύγωνο
Λατομικοί - Μεταλλευτικοί χώροι	500	Πολύγωνο
Δίκτυο υψηλής τάσης (ΔΕΗ)	<b>60</b>	Πολύγωνο
Ιερές Μονές	500	Γραμμή
Κύριο οδικό δίκτυο και δίκτυο ΟΤΑ	<b>60</b>	Γραμμή
Εγγύτητα από χερσαίο οδικό δίκτυο	15000	Γραμμή
Οικισμοί και πόλεις >2000 κατοίκων	1000	Πολύγωνο
Παραδοσιακοί οικισμοί	1500	Πολύγωνο
Λοιποί οικισμοί	500	Πολύγωνο
NATURA 2000	1000	Πολύγωνο
Υφιστάμενο αιολικό πάρκο	0	Πολύγωνο
Καταφύγια Άγριας Ζωής	0	Πολύγωνο
<b>Οπτική όχληση</b>	<b>Ακτίνα ελέγχου</b>	
Λεκάνη ορατότητας από παραδοσιακούς οικισμούς	6000	Ψηφιδωτό
Λεκάνη ορατότητας από λοιπούς οικισμούς και πόλεις	3000	Ψηφιδωτό
<b>Επιπλέον κριτήρια χωροθέτησης</b>	<b>Καταλληλότητα</b>	
Κλίσεις εδάφους	< 25%	Ψηφιδωτό
Αιολικό δυναμικό	> 5 m/s	Ψηφιδωτό

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με το 1<sup>ο</sup> Σενάριο, αλλά προσαρμόζοντάς τη στα νέα δεδομένα, προέκυψαν αρκετά διαφορετικά αποτελέσματα, τα οποία παρουσιάζονται οπτικοποιημένα στις εικόνες που ακολουθούν (Εικόνες 12, 13 και 14).

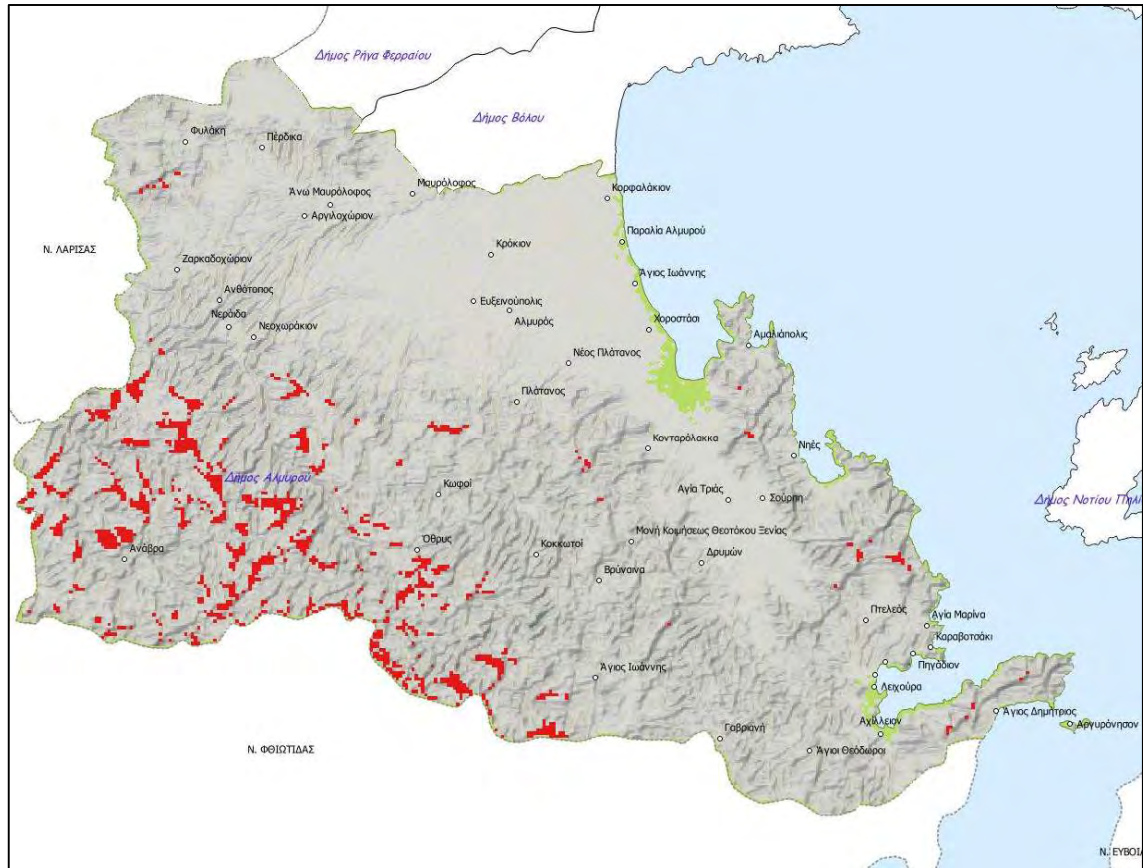
Από την εφαρμογή του μοντέλου, προκύπτει διαθέσιμη γη για χωροθέτηση ίση με 5.242,5 στρέμματα, έχοντας ωστόσο, ως κριτήριο αποκλεισμού τις περιοχές NATURA 2000. Στο υπο-σενάριο, κατά το οποίο οι περιοχές NATURA 2000 λογίζονται ως πιθανές θέσεις χωροθέτησης, η έκταση της γης που παρουσιάζει καταλληλότητα ανέρχεται στα 29.902,5 στρέμματα.

**Εικόνα 12:** Τελικές θέσεις χωροθέτησης, χωρίς να περιλαμβάνονται οι περιοχές NATURA 2000



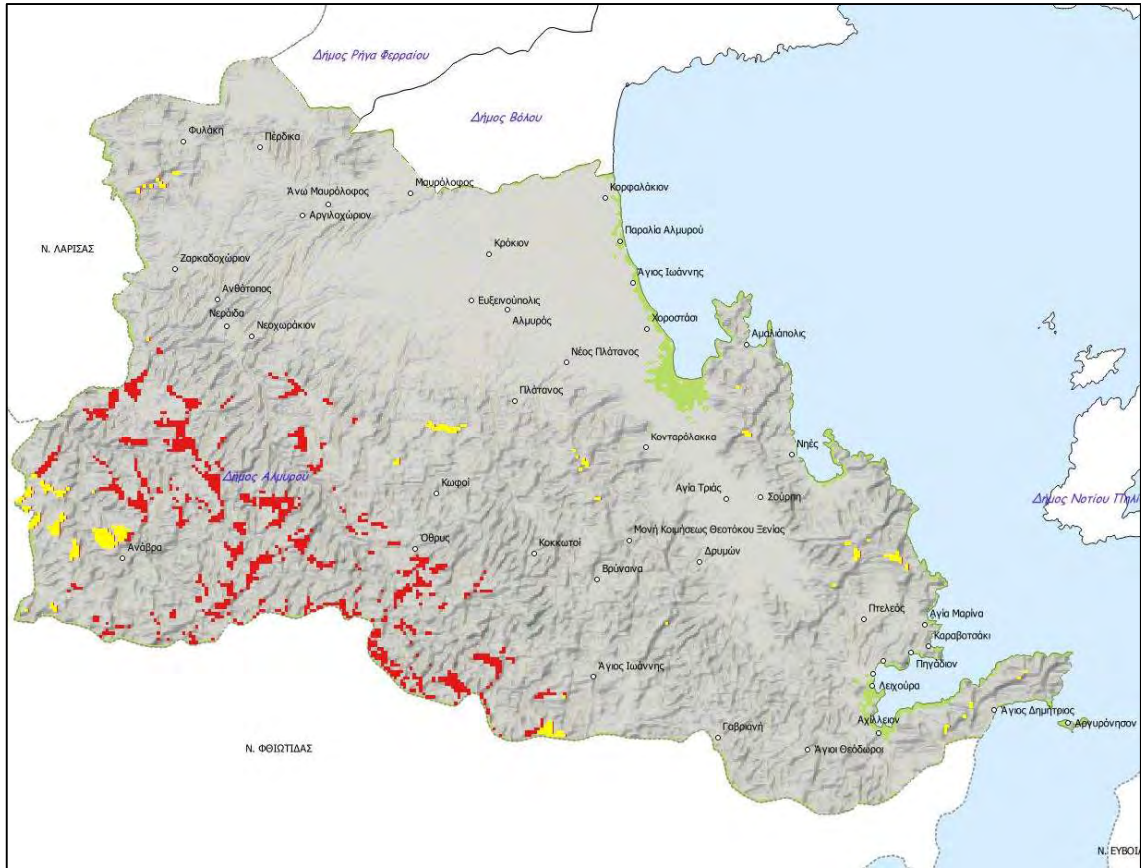
Στην παραπάνω εικόνα, προβάλλονται οι τελικές θέσεις χωροθέτησης, όπως αυτές προέκυψαν από το τρίτο σενάριο για τη χωροθέτηση του αιολικού πάρκου, χωρίς όμως να λαμβάνεται υπόψη το κριτήριο αποκλεισμού, που αναφέρεται στις περιοχές του NATURA 2000. Οι εν λόγω θέσεις παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα.

**Εικόνα 13:** Τελικές θέσεις χωροθέτησης, περιλαμβάνοντας και οι περιοχές NATURA 2000



Σε αντίθεση με την προηγούμενη εικόνα (Εικόνα 12), η εικόνα αυτή περιλαμβάνει τις τελικές θέσεις χωροθέτησης, που προέκυψαν από το υπο-σενάριο της τρίτης περίπτωσης (δηλαδή του τρίτου σεναρίου) για τη χωροθέτηση των ανεμογεννητριών, λαμβάνοντας όμως αυτήν τη φορά υπόψη, ως κριτήριο χωροθέτησης και τις περιοχές NATURA 2000, οι οποίες αποκλείστηκαν στην προηγούμενη περίπτωση. Από αυτό, το περισσότερο «ελαστικό» υπο-σενάριο χωροθέτησης, οι θέσεις που προέκυψαν και ανταποκρίνονται στις τοποθεσίες NATURA 2000, δίνονται με κόκκινο χρώμα στην παραπάνω απεικόνιση του χάρτη.

**Εικόνα 14:** Συγκριτικός χάρτης τελικών θέσεων χωροθέτησης των δύο προηγούμενων υπο-σεναρίων (με και χωρίς NATURA 2000)



Η εικόνα αυτή προβάλλει το συγκριτικό χάρτη των τελικών θέσεων χωροθέτησης των ανεμογεννητριών, όπως αυτά διεξήχθησαν από τα προαναφερθέντα υπο-σενάρια. Στο χάρτη αυτό, περιλαμβάνονται, τόσο οι θέσεις χωροθέτησης που προκύπτουν εξαιρώντας τις περιοχές που έγκειται στη ζώνη αποκλεισμού NATURA 2000, όσο και οι αντίστοιχες θέσεις που προκύπτουν, αποδέχοντας τις περιοχές NATURA 2000 ως πιθανές θέσεις χωροθέτησης του αιολικού πάρκου. Οι τελικές θέσεις χωρίς τις περιοχές NATURA 2000, δίνονται με κίτρινο χρώμα, ενώ αντίστοιχα οι θέσεις χωροθέτησης με τις περιοχές NATURA 2000 παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα.

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Ένα από τα βασικότερα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας, αποτελεί η διαπίστωση ότι, η χωροθέτηση αιολικού πάρκου στο δήμο Αλμυρού, παρουσιάζει σημαντικές και ουσιαστικές δυσκολίες, όσον αφορά την υλοποίησή της. Οι κύριοι λόγοι, στους οποίους επαφίενται οι δυσκολίες αυτές είναι δύο.

Αφενός, έγκειται στο γεγονός ότι οι περιοχές που παρουσιάζουν το κατάλληλο αιολικό δυναμικό δεν είναι πολλές σε αριθμό, διότι αν και οι κατάλληλες περιοχές είναι χωρικά διασπαρμένες, εντοπίζονται κυρίως στις ορεινές περιοχές του δήμου, ενώ αντίθετα, όπου υφίστανται οι επιθυμητές περιοχές, δεν παρουσιάζουν πραγματικά μεγάλη ένταση, συγκριτικά με άλλες περιοχές της χώρας. Γι' αυτό το λόγο, άλλωστε, θεωρήθηκε κατάλληλο οποιοδήποτε αιολικό δυναμικό με τιμή μεγαλύτερη των 5m/s, δηλαδή θεωρώντας κατάλληλη την ελάχιστη αποδεκτή/εκμεταλλεύσιμη τιμή.

Αφετέρου, ένα μεγάλο ποσοστό της έκτασης του δήμου Αλμυρού, εμπίπτει σε κάποιο από τα επιμέρους κριτήρια αποκλεισμού, περιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο ακόμη περισσότερο τη δυνατότητα επιλογής. Αυτός ήταν και ένας από τους λόγους που αποφασίστηκε η «χαλάρωση» των κριτηρίων κατά την εκτέλεση του δεύτερου σεναρίου χωροθέτησης.

Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη το αιολικό δυναμικό και την κλίση του εδάφους, η τοποθεσία του υφιστάμενου αιολικού πάρκου επαληθεύεται ως μια από τις πλέον κατάλληλες θέσεις για τη χωροθέτηση ανεμογεννητριών. Παρόλα αυτά όμως, θα πρέπει να σημειωθεί ότι το εν λόγω αιολικό πάρκο, δε χωροθετείται εν συνόλω, εντός του δήμου Αλμυρού, αλλά καταλαμβάνει και ένα τμήμα του όμορου δήμου.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί, ότι η διερεύνηση της πολυκριτηριακής ανάλυσης οδήγησε στην κατανόηση της σωστής εφαρμογής της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας, μιας μεθόδου που δίνει ιδιαίτερη προσοχή στα βάρη των κριτηρίων, για τα οποία θα πρέπει εκ των προτέρων να υπάρχει ένα σαφές πλάνο για τη σημαντικότητα τους και την ιεραρχική τους κατάταξη. Οι απόλυτες, χωρίς διαβαθμίσεις, κρίσεις όσον αφορά στην ιεράρχηση της σημαντικότητας των κριτηρίων, θα πρέπει μάλλον να αποφεύγονται, καθώς είναι πιθανό να οδηγήσουν σε αστοχίες.

Τέλος, όσον αφορά την ποιότητα των δεδομένων, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το εξής: η παρούσα εργασία έχει δομηθεί εξετάζοντας τη χωροθέτηση της υφιστάμενης τεχνολογίας ανεμογεννητριών (πτερυγίων, κατακόρυφου άξονα κλπ). Παρόλα αυτά, μια νέα τεχνολογία στο χώρο των ανεμογεννητριών παρουσιάστηκε το 2014 και στις 1



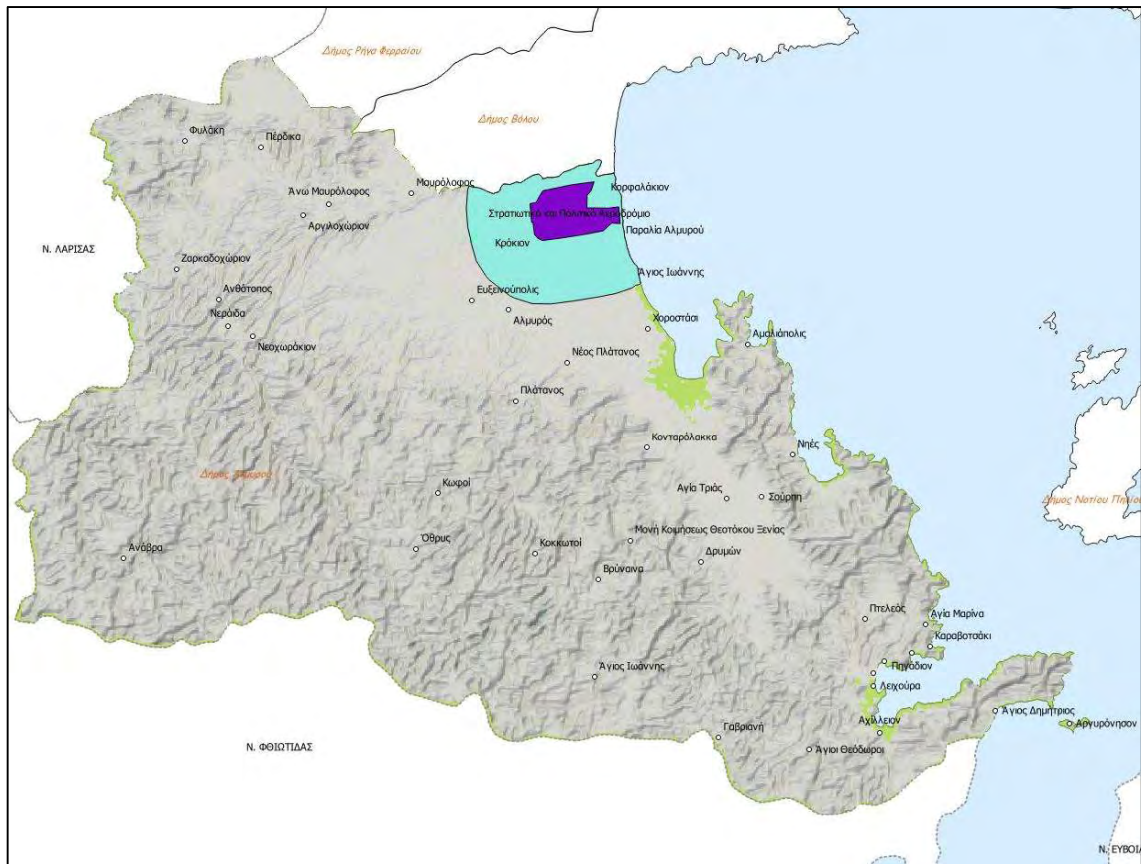
Ιουνίου 2015 αναμένεται να ξεκινήσει η εκστρατεία χρηματοδότησής της μέσω της πλατφόρμας crowdfunding indiegogo. Η Ισπανική εταιρία Vortex ανέπτυξε ένα νέο τύπο ανεμογεννητριών κατακόρυφου άξονα, χωρίς καμία ύπαρξη πτερυγίων. Οι ανεμογεννήτριες αυτές αποτελούνται από έναν στύλο, ο οποίος πάλλεται με τον αέρα, μετατρέποντας τον παλμό αυτόν σε ηλεκτρισμό. Η εταιρία ισχυρίζεται ότι το κόστος εγκατάστασης είναι 53% μικρότερο, το κόστος λειτουργίας είναι 51% μικρότερο και η συντήρηση 80% μικρότερη σε σύγκριση με τις τυπικές ανεμογεννήτριες. Ωστόσο, παράγουν 30% λιγότερο ρεύμα σε σχέση με τις τυπικές. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, το τοπίο στη χωροθέτηση αλλάζει άρδην, καθότι στον ίδιο χώρο δύναται να τοποθετηθούν πολύ περισσότερες ανεμογεννήτριες, σε σύγκριση με τις συμβατικές υπάρχουσες ανεμογεννήτριες. Εκτός των άλλων, το αποτέλεσμα της οπτικής όχλησης, που αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα, τροποποιείται σημαντικά, λόγω της παντελούς έλλειψης πτερυγίων. Έχοντας λάβει όλα τα παραπάνω υπόψη, είναι προφανές ότι η τεχνολογική πρόοδος επηρεάζει άμεσα τα μοντέλα χωροθέτησης με την πάροδο του χρόνου, καθώς νέα τεχνολογικά επιτεύγματα έρχονται στο φως.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

Στις παρακάτω εικόνες του παραρτήματος, προβάλλονται χάρτες της ευρύτερης περιοχής του δήμου Αλμυρού, στους οποίους απεικονίζονται τα κριτήρια αποκλεισμού που αναφέρονται στους επιμέρους πίνακες των τριών σεναρίων χωροθέτησης, που περιγράφηκαν αναλυτικά στις προηγούμενες σελίδες και για τα οποία δε θεωρήθηκε σκόπιμο να γίνει λόγος προηγουμένως.

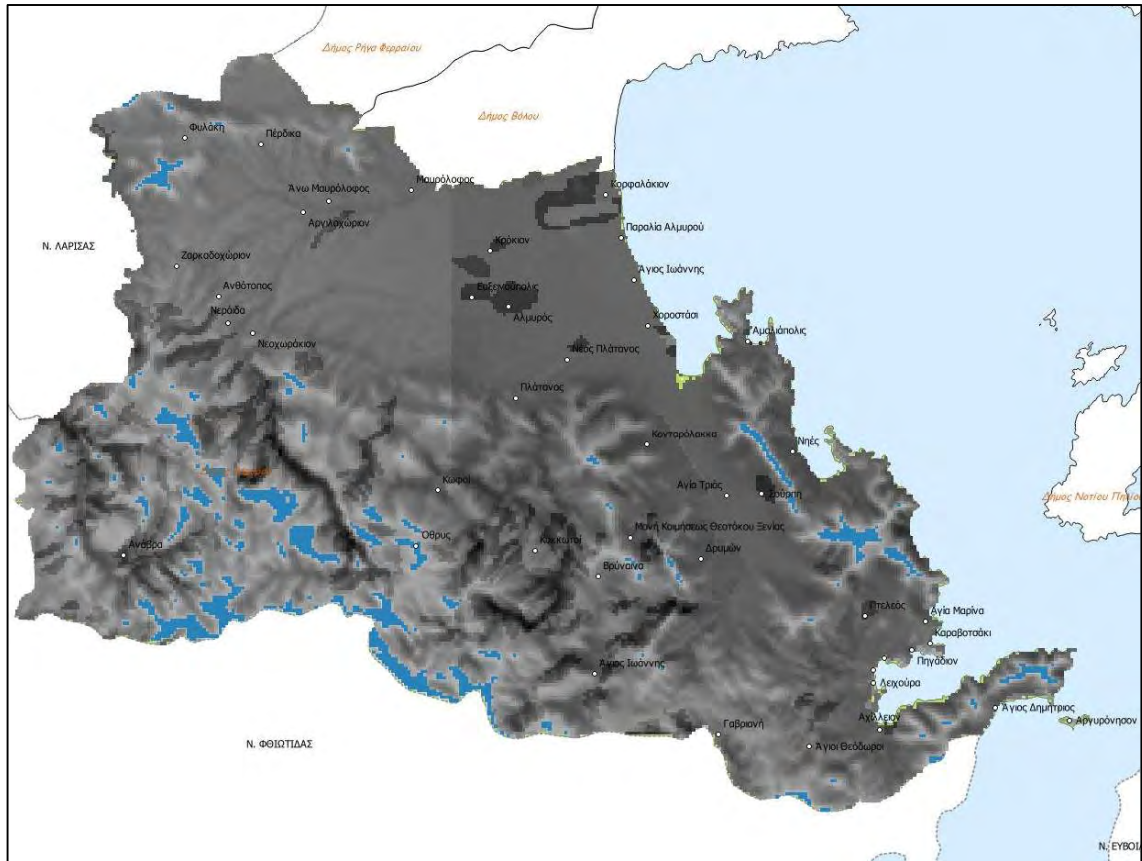
Είναι απαραίτητο να σημειωθεί, ότι όλες οι εικόνες που θα παρατεθούν στο παράρτημα, δεν αποτελούν χάρτες, καθότι σκοπός τους είναι η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της διαδικασίας επεξεργασίας των δεδομένων. Παρόλα αυτά, έγινε προσπάθεια να διατηρηθεί το ίδιο μοντέλο στην κατασκευή και ανάγνωση τους για διευκόλυνση του αναγνώστη. Κατόπιν τούτου, οι εικόνες είναι προσανατολισμένες στο βορρά (προς τα επάνω) και τα γενικά απεικονιζόμενα στοιχεία παραμένουν τα ίδια (θάλασσα, όμοροι δήμοι, όμοροι νομοί, σκιασμένο ανάγλυφο, σημειακές θέσεις οικισμών, σε αρκετούς εγκεκριμένα όρια οικισμών, ονομασίες περιοχών). Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι εικόνες δεν είναι υπό σταθερή κλίμακα αν και κατά τη δημιουργία τους τηρηθήκαν όλοι οι κανόνες για να διατηρηθεί η ομοιογένεια μεταξύ των παραγόμενων εικόνων.

**Εικόνα 15:** Ζώνη εγγύτητας 3χλμ από εγκαταστάσεις αεροδρομίου (Αναφέρεται στα 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> Σενάριο)



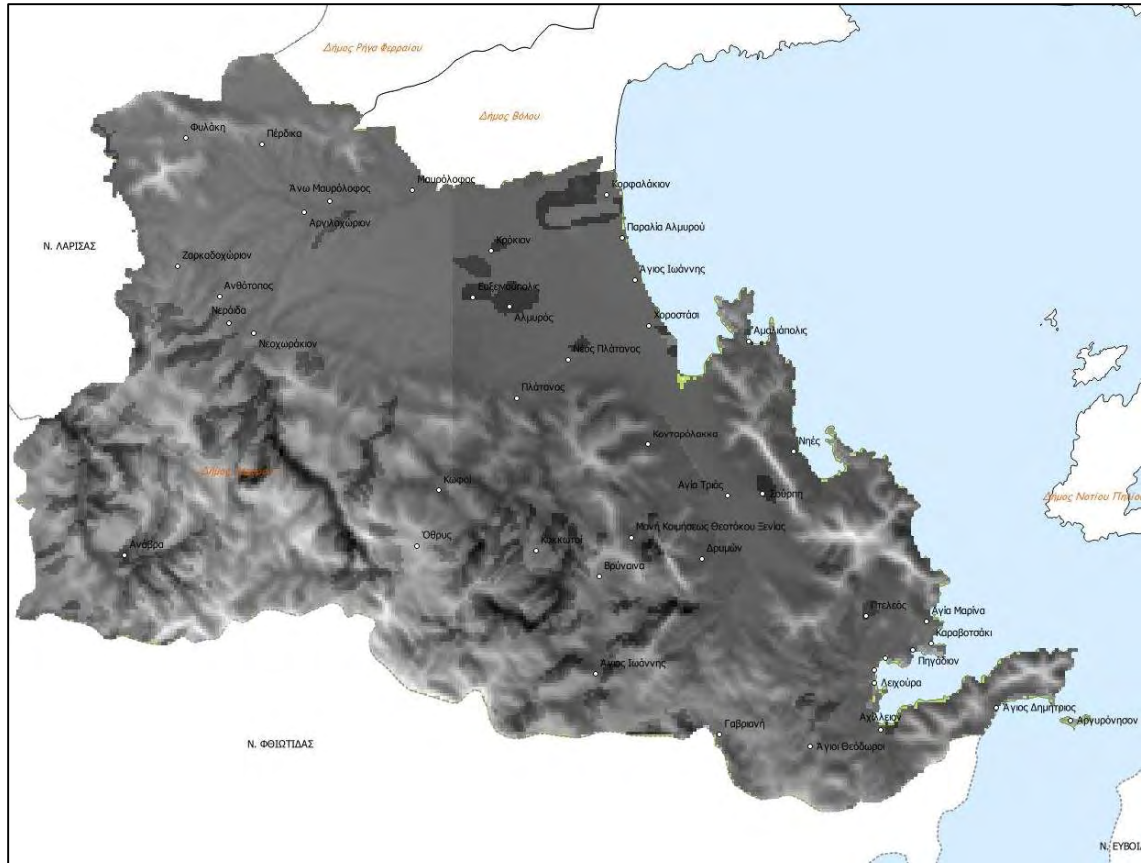
Στην παραπάνω εικόνα προβάλλεται ο χάρτης του δήμου Αλμυρού, λαμβάνοντας υπόψη το κριτήριο της ζώνης εγγύτητας 3χλμ από τα όρια των εγκαταστάσεων του αεροδρομίου. Πιο συγκεκριμένα, με μωβ χρώμα απεικονίζονται τα όρια του αεροδρομίου, ενώ με μπλε χρώμα οριοθετείται η εν λόγω ζώνη εγγύτητας.

**Εικόνα 16:** Περιοχές με Αιολικό δυναμικό σε ύψος 80μ, μεγαλύτερο των 5m/s (μπλε χρώμα) (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο)



Στην εικόνα αυτή, η ευρύτερη περιοχή του δήμου Αλμυρού που παρουσιάζεται με γκρι χρώμα, απεικονίζει τις περιοχές με αιολικό δυναμικό μικρότερο των 5m/s, σε ύψος 80μ από το έδαφος, ενώ από την άλλη, με μπλε χρώμα δίνονται περιοχές με αιολικό δυναμικό μεγαλύτερο των 5m/s, στο ίδιο ύψος.

**Εικόνα 17:** Αιολικό δυναμικό σε ύψος 80μ (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο)



Στην εικόνα αυτή, ο παρόν χάρτης παρουσιάζει γραφικά το αιολικό δυναμικό σε ύψος 80μ από το έδαφος, απεικονίζοντας με λευκό χρώμα τις περιοχές στις οποίες το αιολικό δυναμικό είναι υψηλότερο, συγκριτικά με τις υπόλοιπες περιοχές, όπως αναφέρεται στο πρώτο σενάριο χωροθέτησης του αιολικού πάρκου.

**Εικόνα 18:** Καταφύγια Άγιας Ζωής (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> Σενάριο)



Στην παραπάνω εικόνα, απεικονίζονται οι ζώνες αποκλεισμού που αναφέρονται στα Καταφύγια Άγιας Ζωής, που αποτελούν ένα από τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη στο πρώτο και τρίτο σενάριο χωροθέτησης. Οι θέσεις που υποδηλώνουν τα όρια των καταφυγίων αυτών, παρουσιάζονται με τις ανοιχτόχρωμες περιοχές, εντός των οποίων είναι αδύνατη η εγκατάσταση ανεμογεννητριών.

**Εικόνα 19:** Ζώνες αποκλεισμού 1,5χλμ από ακτές ελέγχου ποιότητας υδάτων (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> Σενάριο)



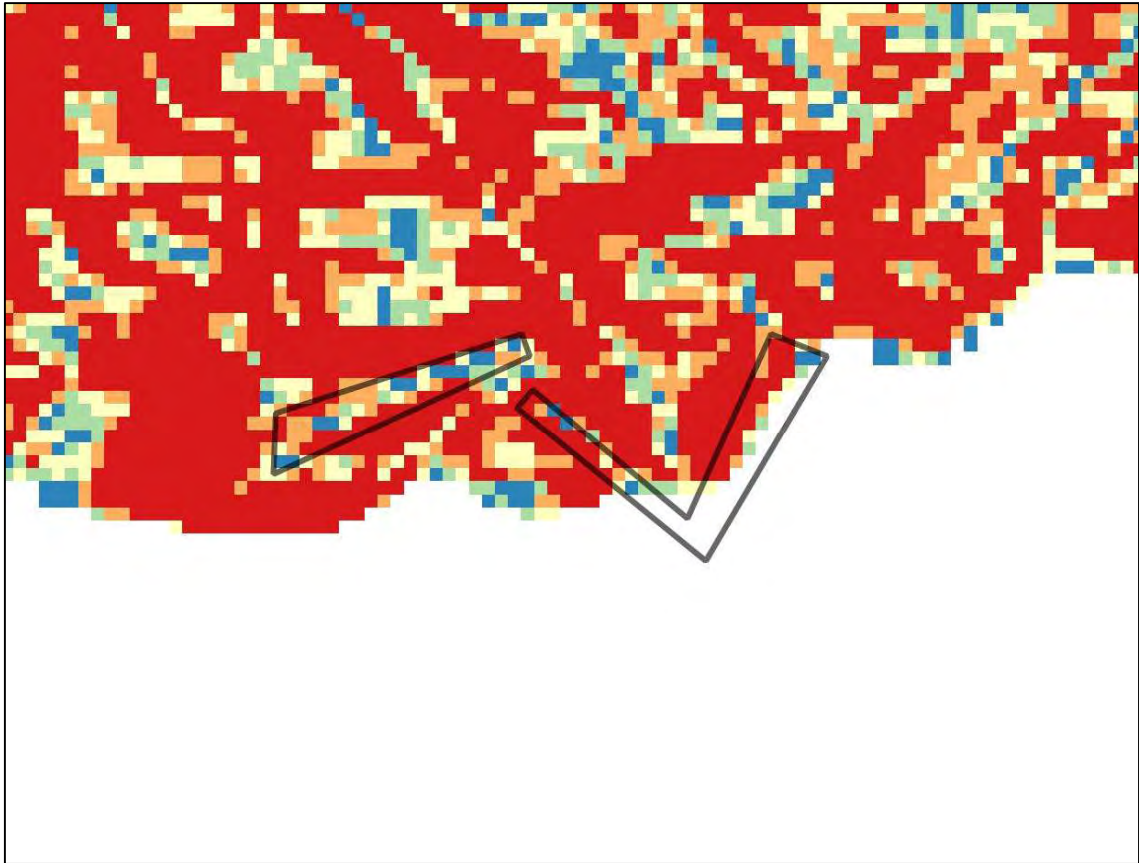
Στην εικόνα αυτή, καταγράφονται οι ζώνες αποκλεισμού 1,5χλμ, με βάση το κριτήριο αποκλεισμού που αφορά τις ακτές ελέγχου ποιότητας υδάτων, όπως αυτό ορίζεται στο πρώτο και τρίτο σενάριο χωροθέτησης της παρούσας εργασίας. Οι ζώνες αυτές, που προβάλλονται με μπλε χρώμα, αυστηρά οριζόμενες, εκτείνονται από τις συγκεκριμένες ακτές και σε ακτίνα 1,5χλμ, ενώ εάν δεν υπάρχει οπτική ορατότητα, οι ζώνες αυτές αποκλεισμού δεν εκτείνονται απαραίτητα σε απόσταση 1,5χλμ.



**Εικόνα 20:** Απεικόνιση αιολικού πάρκου Ανάβρας (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο)

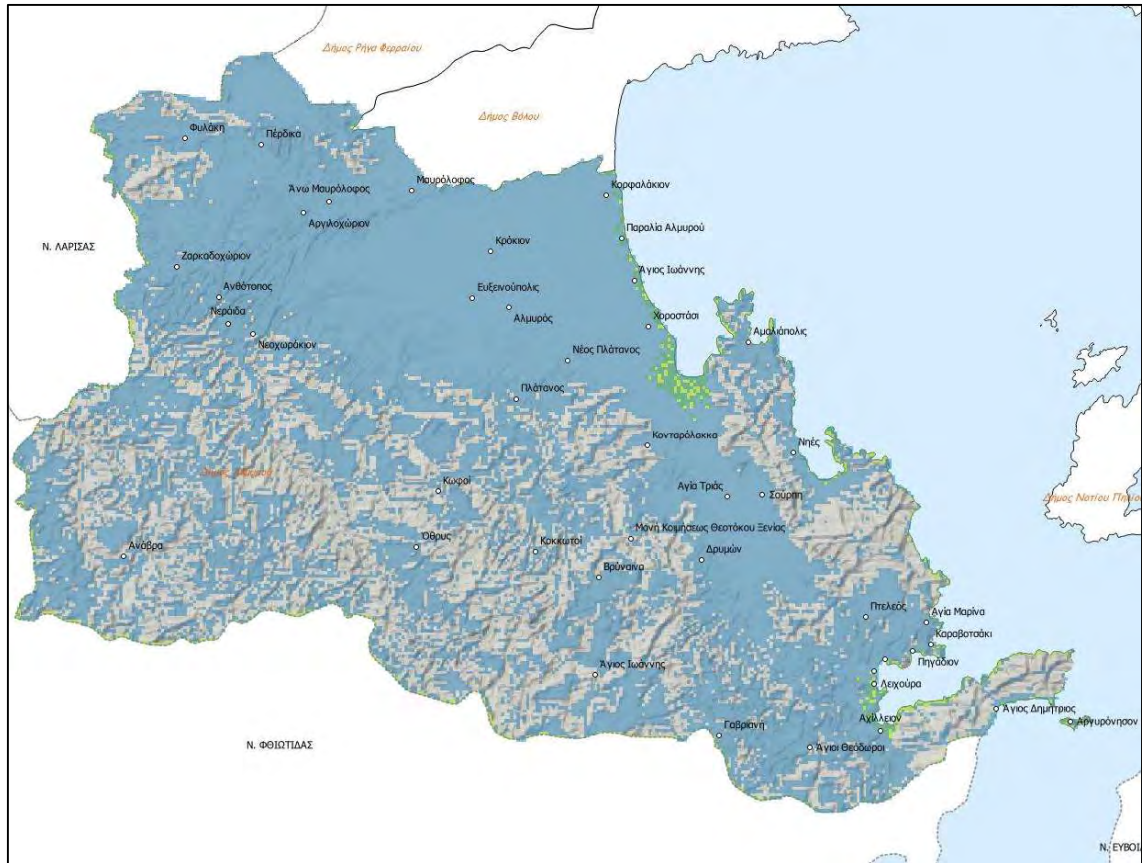
Στο χάρτη της παρούσας εικόνας, θεωρήθηκε αναγκαία η προβολή του υφιστάμενου αιολικού πάρκου, που βρίσκεται στην περιοχή της Ανάβρας, νοτιοδυτικά του δήμου Αλμυρού, το οποίο παρουσιάζεται εδώ με γαλάζιο χρώμα. Το συγκεκριμένο αυτό κριτήριο λαμβάνεται υπόψη, διότι είναι απαραίτητη η απόκλιση της περιοχής αυτής από τη διερεύνηση για τη χωροθέτηση ενός νέου αιολικού πάρκου στην ευρύτερη περιοχή.

**Εικόνα 21:** Κλίσεις εδάφους του υφιστάμενου αιολικού πάρκου Ανάβρας (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> Σενάριο)



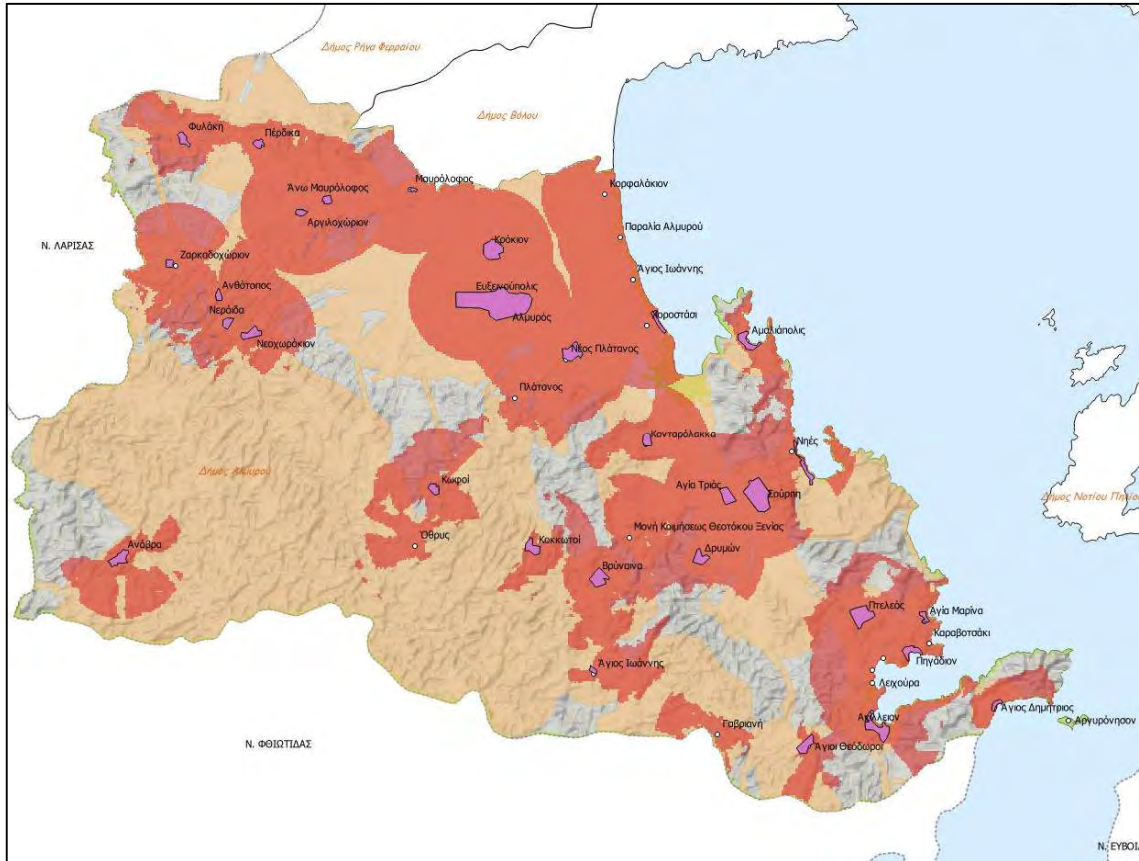
Η εικόνα αυτή αποτελεί μια λεπτομερέστερη απεικόνιση του ήδη υπάρχοντος αιολικού πάρκου της Ανάβρας, στην οποία δίνονται οι κλίσεις του εδάφους με τη μορφή χρωματικών ψηφίδων. Οι περιοχές με κόκκινο χρώμα αντιστοιχούν σε κλίσεις εδάφους μεγαλύτερες από 25%, γεγονός που υποδηλώνει την ύπαρξη μη κατάλληλων θέσεων χωροθέτησης. Ωστόσο, οι περιοχές που απεικονίζονται με τις υπόλοιπες χρωματικές διαβαθμίσεις, αντιστοιχούν σε περιοχές με κλίσεις εδάφους μικρότερες από 25%, οι οποίες καθιστούν την περιοχή κατάλληλη για τη χωροθέτηση ανεμογεννητριών. Παρατηρώντας λοιπόν προσεκτικά την εικόνα αυτή, διαπιστώνεται ότι το υφιστάμενο αιολικό χωροθετήθηκε στην πλέον κατάλληλη θέση του δήμου Αλμυρού.

**Εικόνα 22:** Κλίσεις εδάφους από 0-25% (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> Σενάριο)



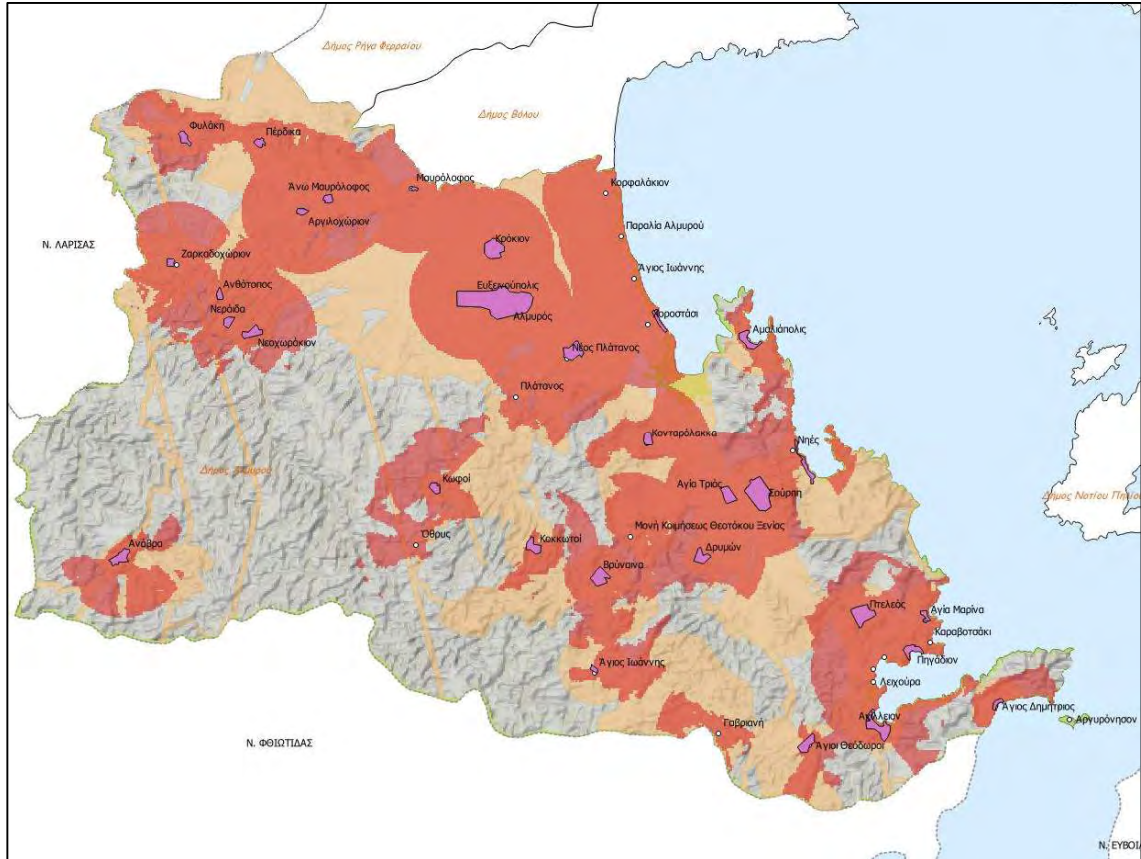
Στην εικόνα αυτή, παρουσιάζεται μια πιο ολοκληρωμένη απεικόνιση όλων των κλίσεων του εδάφους του δήμου Αλμυρού, σε αντίθεση με την προηγούμενη περίπτωση, όπου παρουσιάστηκαν αποκλειστικά οι κλίσεις του εδάφους για την περιοχή της Ανάβρας. Στην περίπτωση αυτή, οι περιοχές με μπλε χρώμα ανταποκρίνονται σε κλίσεις εδάφους με ποσοστό 0-25%.

**Εικόνα 23:** Λεκάνη ορατότητας και ζώνες αποκλεισμού (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο)



Στην παρούσα εικόνα, προβάλλεται η λεκάνη ορατότητας και οι ζώνες αποκλεισμού των θέσεων χωροθέτησης, όπως αυτά αναφέρονται στο πρώτο σενάριο του τέταρτου κεφαλαίου. Οι περιοχές με ροζ χρώμα αντιστοιχούν στα όρια των επιμέρους οικισμών του δήμου, ενώ με κόκκινο χρώμα παρουσιάζεται η λεκάνη ορατότητας 6χλμ από παραδοσιακό οικισμό και η αντίστοιχη λεκάνη ορατότητας 3χλμ από τους υπόλοιπους οικισμούς στην περιοχή. Τέλος, με ανοιχτό πορτοκαλί χρώμα αποτυπώνονται οι λοιπές ζώνες αποκλεισμού.

**Εικόνα 24:** Λεκάνη ορατότητας και περιοχές αποκλεισμού χωρίς τις περιοχές NATURA (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο)



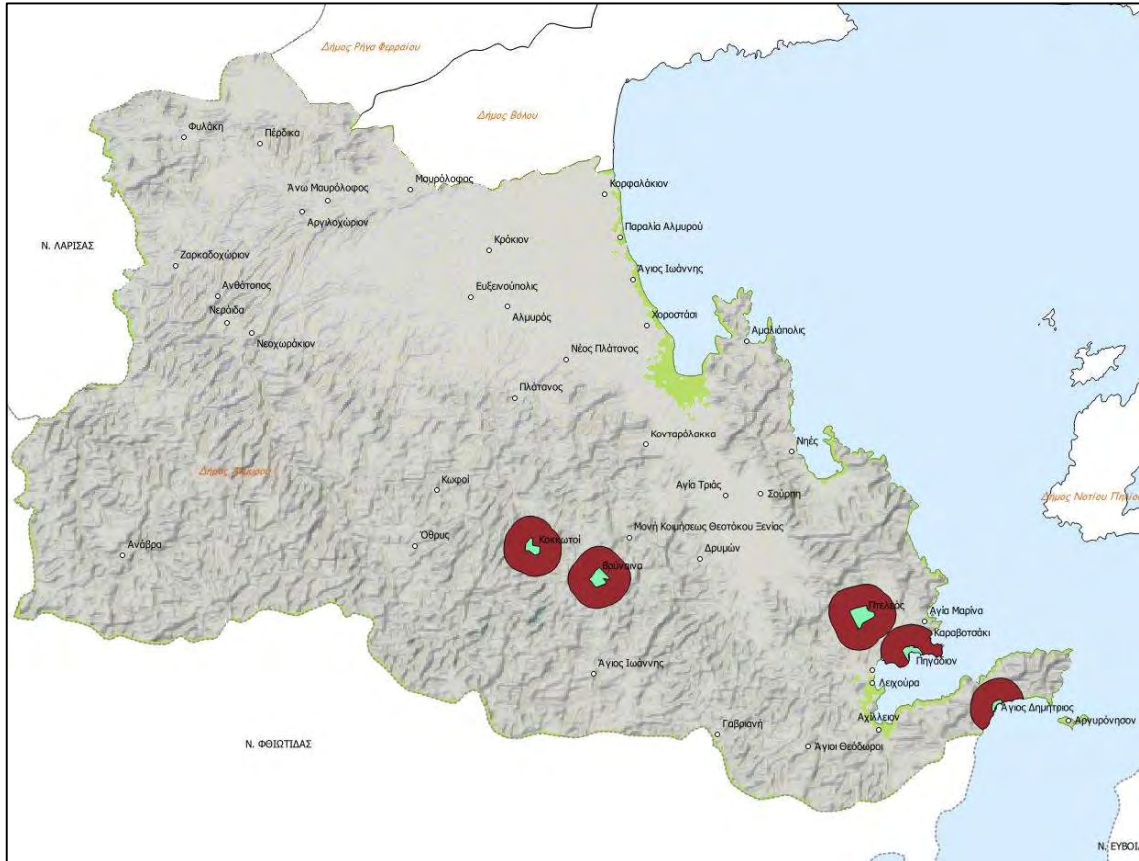
Στην εικόνα αυτή, προβάλλονται τα κριτήρια αποκλεισμού που παρουσιάστηκαν και στην προηγούμενη εικόνα (Εικόνα 24), χωρίς να ληφθούν αυτήν τη φορά υπόψη οι περιοχές που έγκειται στο NATURA 2000.

**Εικόνα 25:** Ζώνη αποκλεισμού 595 μ από αρχαιολογικούς χώρους (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο)



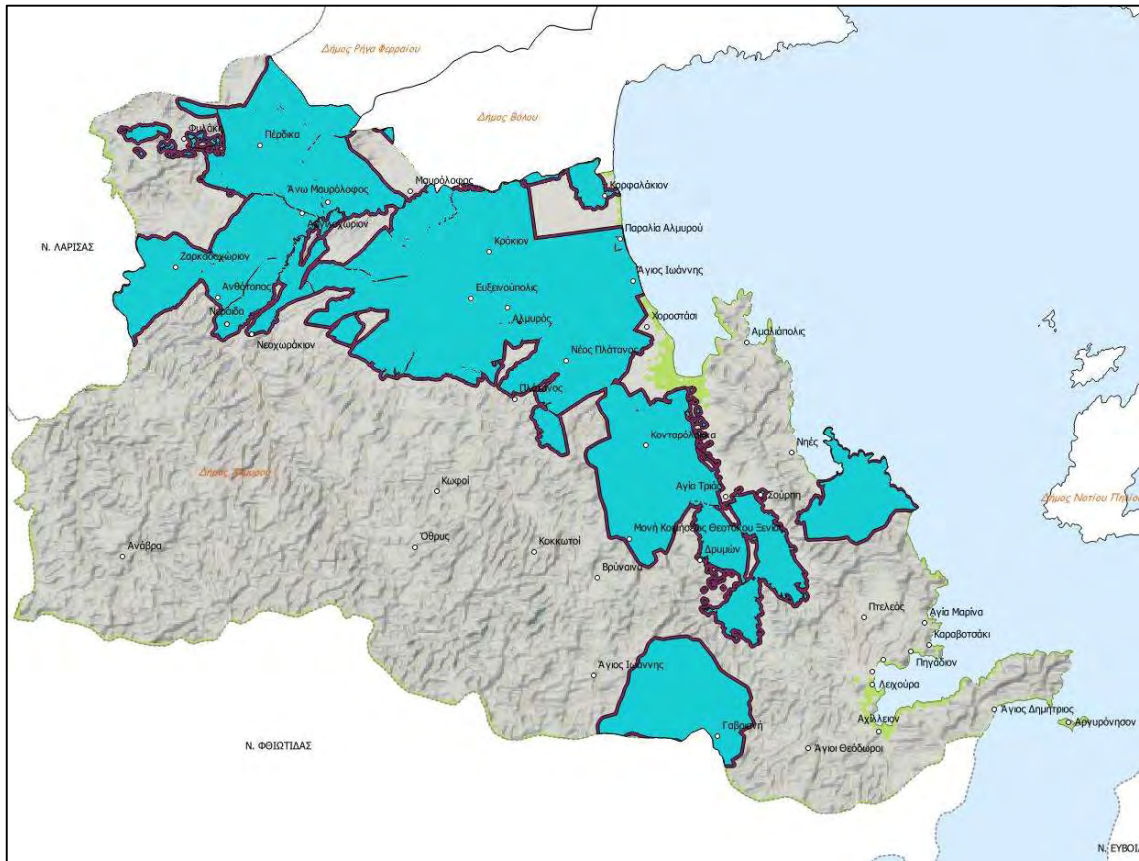
Στην παρούσα απεικόνιση, δίνεται η ζώνη αποκλεισμού 595μ από αρχαιολογικούς χώρους, όπως αυτή ορίζεται στο πρώτο σενάριο της εργασίας αυτής. Η περιοχή με μπλε χρώμα αντιστοιχεί στα όρια του συγκεκριμένου αρχαιολογικού χώρου, ενώ με καφέ χρώμα δίνεται η ζώνη αποκλεισμού.

**Εικόνα 26:** Ζώνη αποκλεισμού 1 χλμ από ενδιαφέροντες δυναμικούς οικισμούς (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> Σενάριο)



Η εικόνα αυτή, αποτυπώνει γραφικά το κριτήριο αποκλεισμού που ελήφθη υπόψη στο πρώτο και τρίτο σενάριο για τη χωροθέτηση των ανεμογεννητριών, σχετικά με τη ζώνη αποκλεισμού 1χλμ από τους ενδιαφέροντες δυναμικούς οικισμούς. Η περιοχές με γαλάζιο χρώμα αντιστοιχούν στα όρια των δυναμικών αυτών οικισμών, ενώ με κόκκινο σκούρο χρώμα δίνονται οι ζώνες αποκλεισμού για κάθε έναν από τους οικισμούς αυτούς.

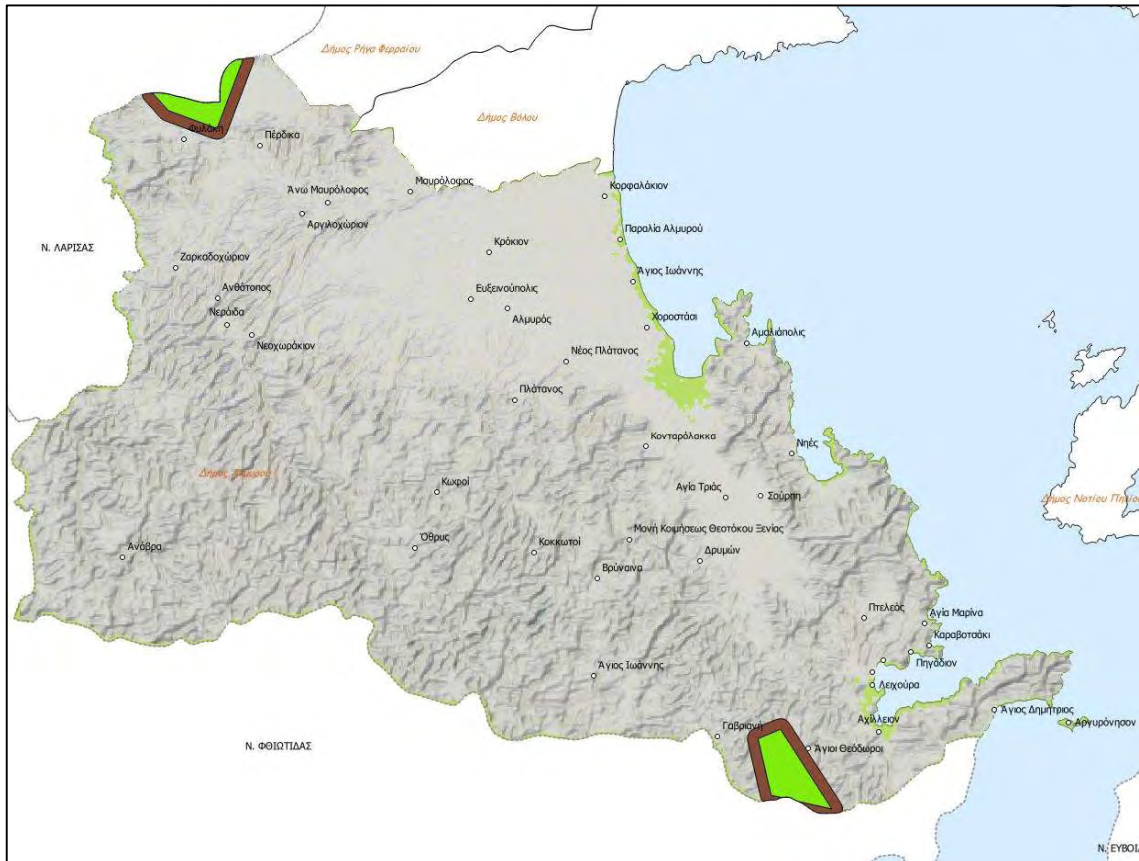
**Εικόνα 27:** Ζώνη αποκλεισμού 127,5μ από περιοχές διανομών και αναδασμών (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο)



Στην εικόνα αυτή, δίνονται οι περιοχές διανομών και αναδασμών του δήμου Αλμυρού, που αποτέλεσαν κριτήριο αποκλεισμού κατά τη διερεύνηση του πρώτου σεναρίου. Οι περιοχές που εμφανίζονται με γαλάζιο χρώμα αναφέρονται στις συγκεκριμένες αυτές περιοχές των διανομών και αναδασμών, ενώ με κόκκινη χοντρή γραμμή αποτυπώνονται οι ζώνες αποκλεισμού των 127,5μ, που ορίζονται για τη χωροθέτηση ανεμογεννητριών σε σχέση με αυτές.

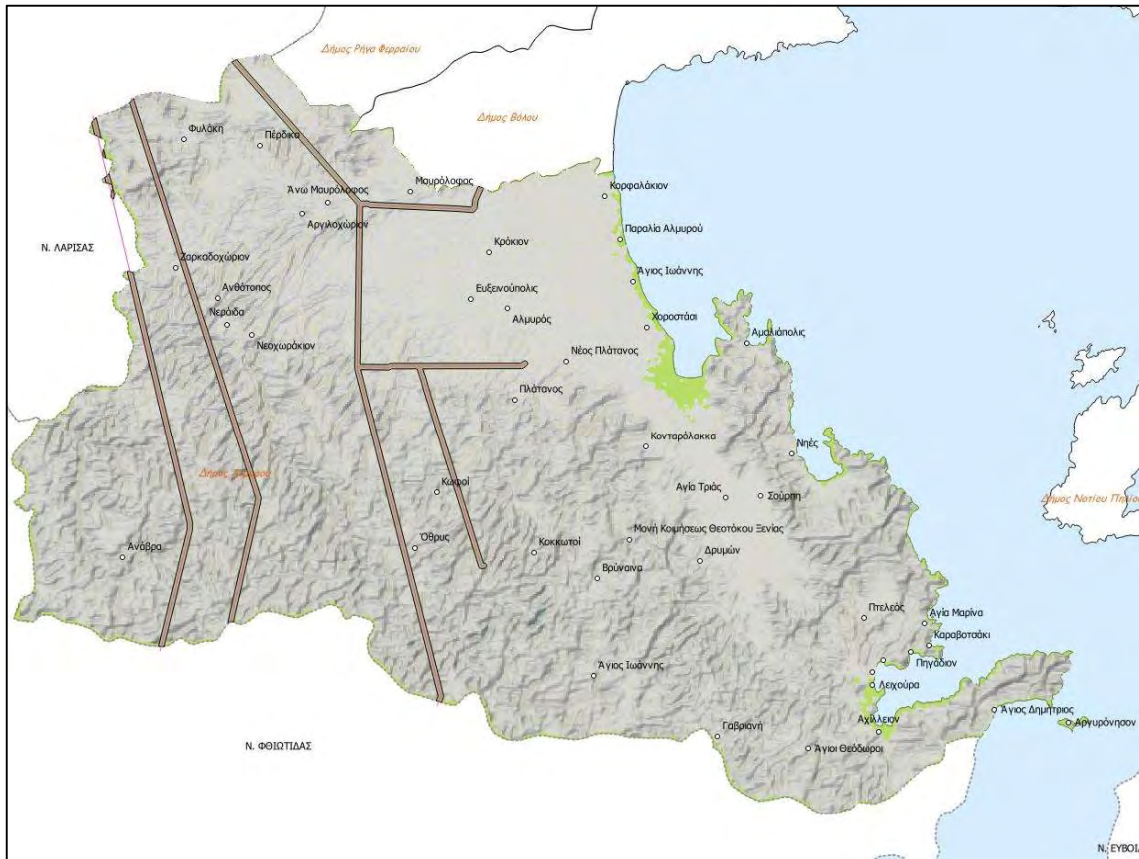


**Εικόνα 28:** Ζώνες αποκλεισμού 500 μ από μεταλλευτικές δραστηριότητες (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> Σενάριο)



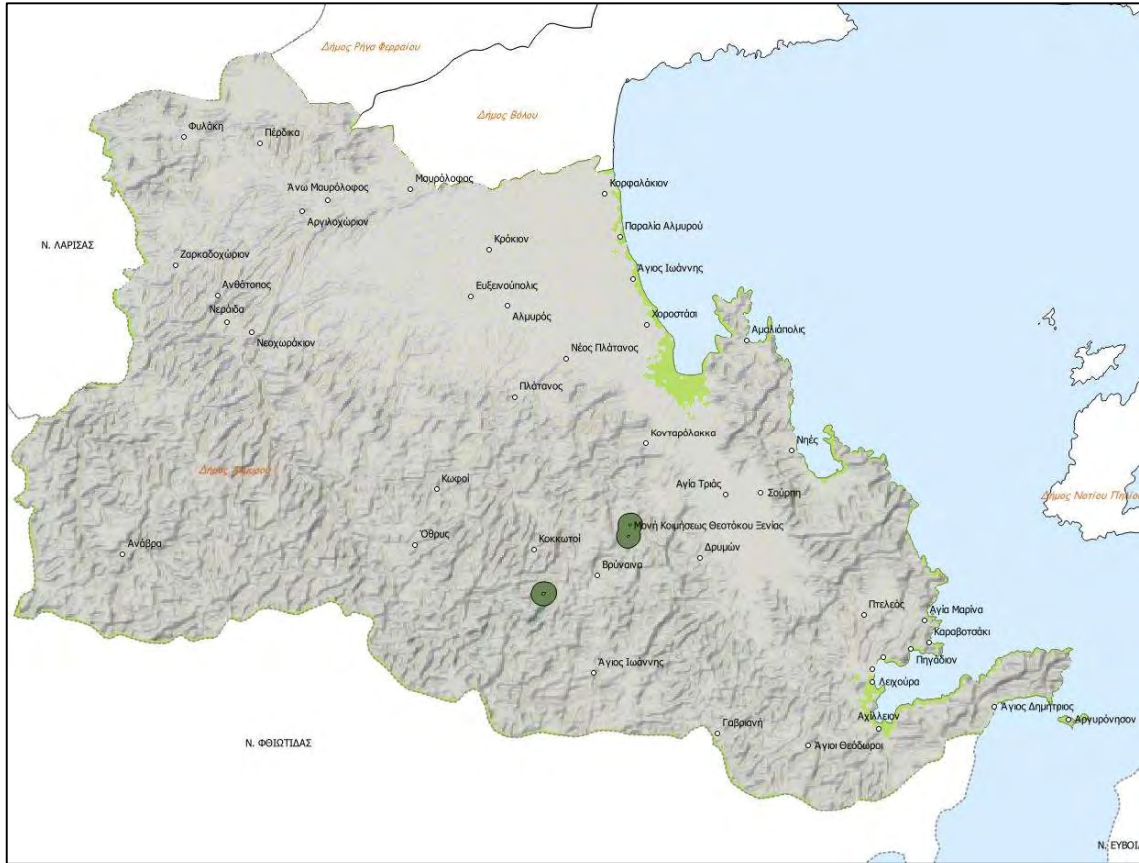
Η εικόνα αυτή παρουσιάζει τις υπάρχουσες θέσεις των μεταλλευτικών δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα στην ευρύτερη περιοχή του δήμου Αλμυρού. Οι περιοχές με πράσινο (λαχανί) χρώμα ταυτίζονται με τα όρια μεταλλευτικών εγκαταστάσεων στα βορειοδυτικά και νοτιοανατολικά του δήμου, ενώ με καφέ χρώμα ορίζεται η ζώνη αποκλεισμού 500 μ, όπως αυτή αναφέρεται στους αντίστοιχους πίνακες του πρώτου και τρίτου σεναρίου.

**Εικόνα 29:** Ζώνες αποκλεισμού 127,5 μ από δίκτυο υψηλής τάσεως (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο)



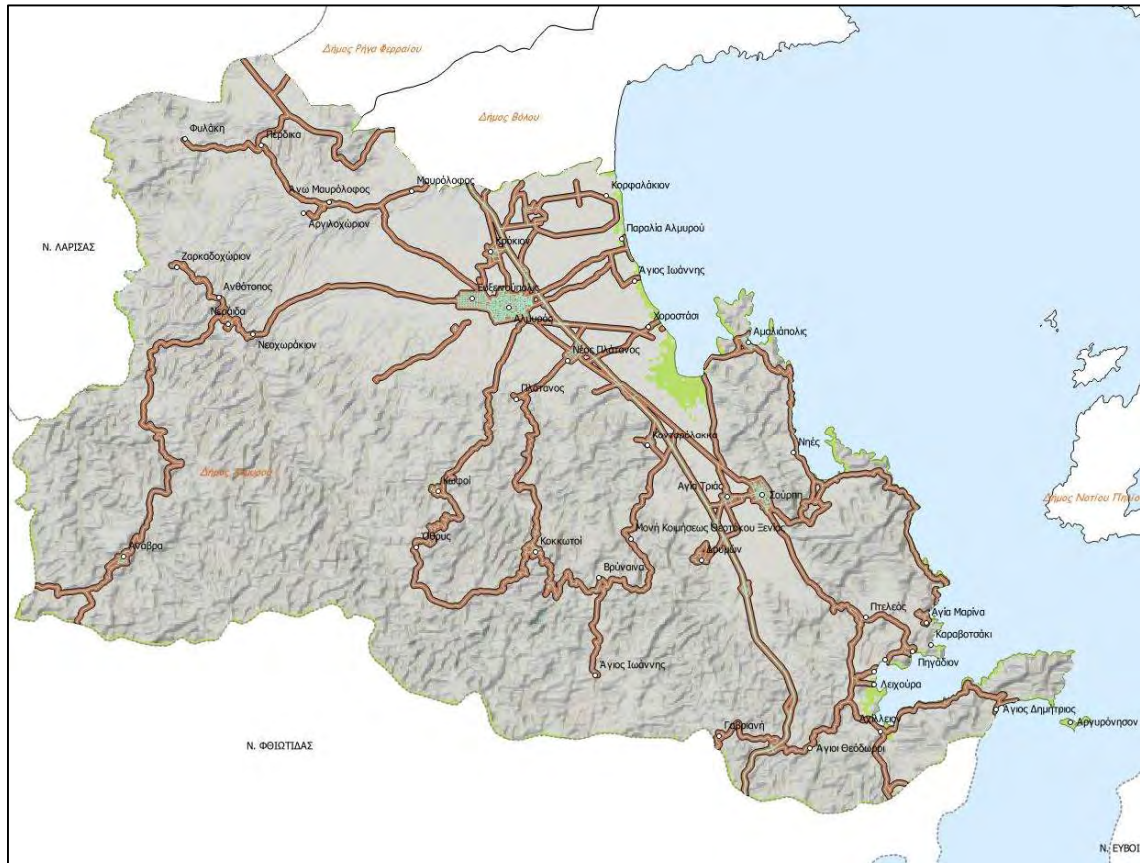
Η περιοχή του δήμου Αλμυρού διαθέτει εκτός των άλλων ένα, μεγάλης εκτάσεως, δίκτυο υψηλής τάσεως, που διασχίζει το δήμο με διεύθυνση βορρά-νότου. Η παρουσία αυτού, αποτελεί ένα επιπλέον κριτήριο αποκλεισμού για τις θέσεις χωροθέτησης του αιολικού πάρκου, που λαμβάνεται υπόψη και αναφέρεται στο πρώτο σενάριο χωροθέτησης. Οι κατά μήκος γραμμές που παρουσιάζονται στο εικονιζόμενο χάρτη, είναι και αυτές που αντιστοιχούν στο δίκτυο υψηλής τάσεως και οι οποίες περιβάλλονται από μια ζώνη αποκλεισμού 127,5 μ γύρω από αυτό.

**Εικόνα 30:** Ζώνες αποκλεισμού 500 μ από Ιερές Μονές (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> Σενάριο)



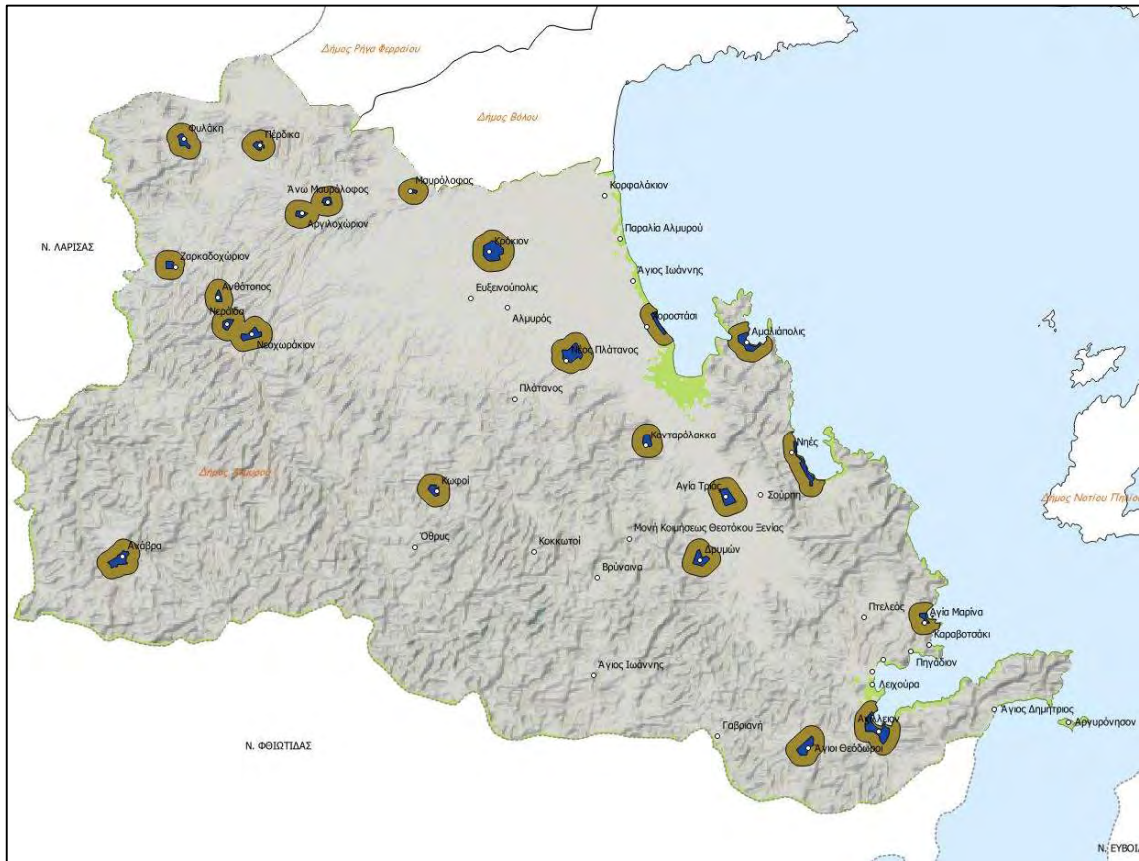
Ένα επιπλέον κριτήριο, που λαμβάνεται υπόψη για τη χωροθέτηση του αιολικού πάρκου στην παρούσα εργασία και αναφέρεται στους πίνακες του πρώτου και τρίτου σεναρίου, είναι οι Ιερές Μονές του δήμου. Οι σημειακές περιοχές που παρουσιάζονται στον εικονιζόμενο χάρτη αντιστοιχούν στις Ιερές Μονές, ενώ οι περιοχές με πράσινο σκούρο χρώμα οριοθετούν τις ζώνες αποκλεισμού 500 μ, που λαμβάνονται υπόψη γύρω από αυτές.

**Εικόνα 31:** Ζώνες αποκλεισμού 127,5 μ από τους κύριους οδικούς άξονες και οδικό δίκτυο αρμοδιότητας ΟΤΑ (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο)

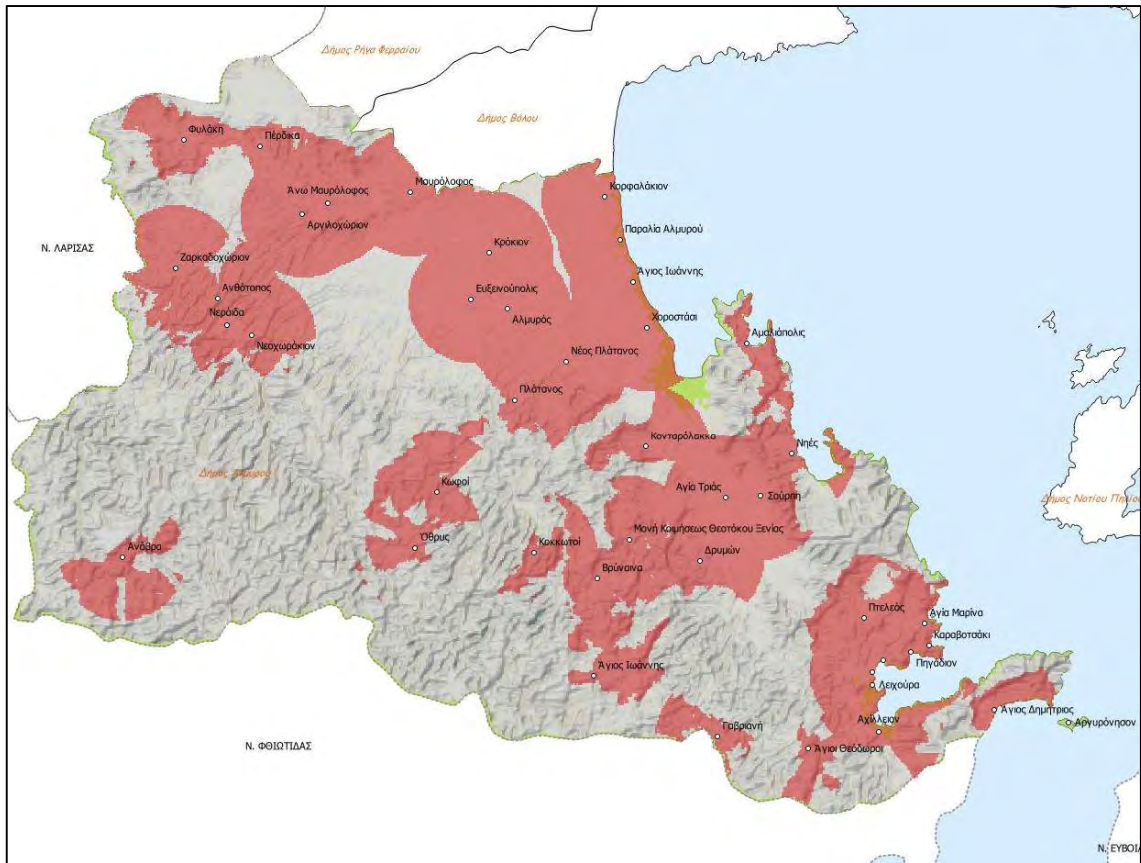


Στην παρούσα εικόνα, παρουσιάζονται οι κύριοι οδικοί άξονες και το οδικό δίκτυο ΟΤΑ του δήμου Αλμυρού, όπως αυτό εκτείνεται κατά μήκος όλου του δήμου. Αναφορικά με το δίκτυο και τους άξονες αυτούς, το κριτήριο αποκλεισμού, που πρέπει να ληφθεί υπόψη για τη χωροθέτηση του αιολικού πάρκου, ανταποκρίνεται σε ζώνες αποκλεισμού ακτίνας 127,5 μ γύρω από αυτά, το οποίο αναφέρεται στο πρώτο σενάριο χωροθέτησης.

**Εικόνα 32:** Ζώνες αποκλεισμού 500 μ από τους λοιπούς οικισμούς (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> Σενάριο)

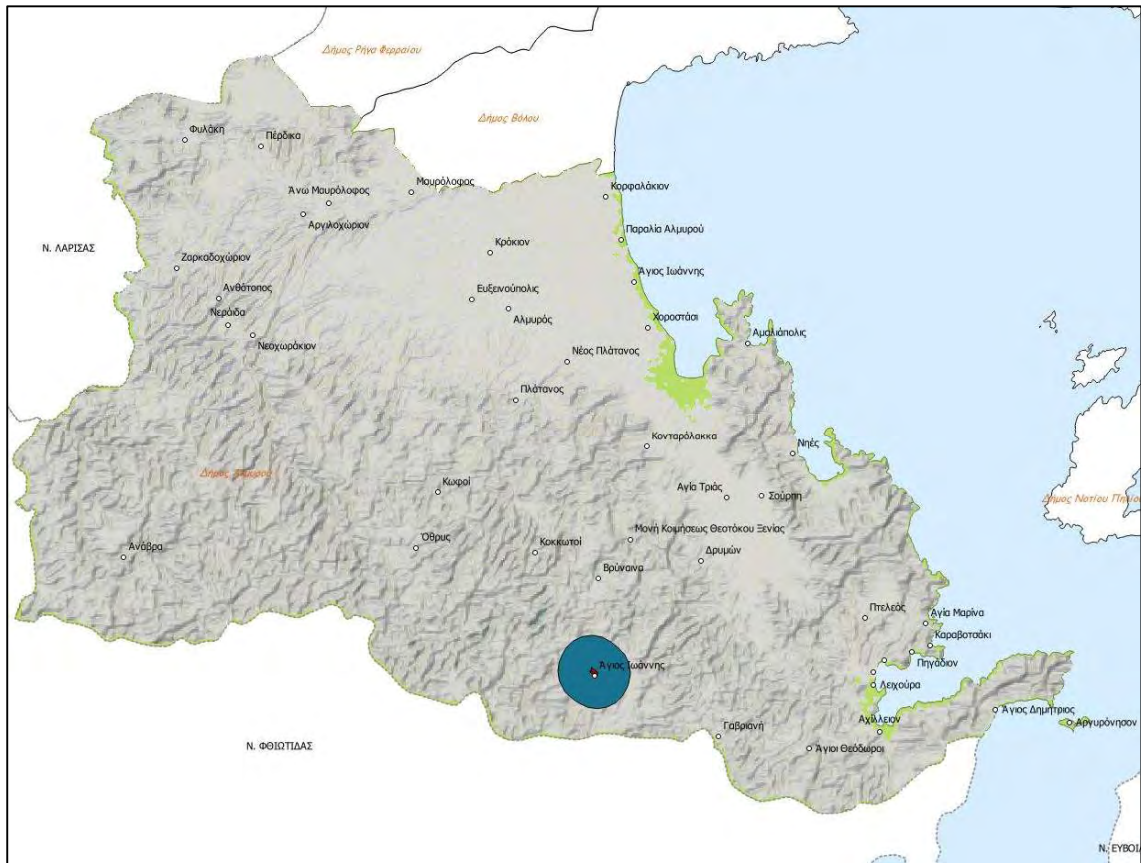


Στην εικόνα αυτή, παρουσιάζονται οι ζώνες αποκλεισμού που λαμβάνονται υπόψη σε ακτίνα 500μ από τους λοιπούς οικισμούς, όπως αναφέρεται στο πρώτο και τρίτο σενάριο της εργασίας. Οι περιοχές με μπλε χρώμα ορίζουν τα όρια των επιμέρους οικισμών, ενώ με καφέ χρώμα αποτυπώνονται οι ζώνες αποκλεισμού που απαιτείται να συμπεριληφθούν ως κριτήρια για τη διερεύνηση των συγκεκριμένων σεναρίων.

**Εικόνα 33:** Λεκάνη ορατότητας (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο)

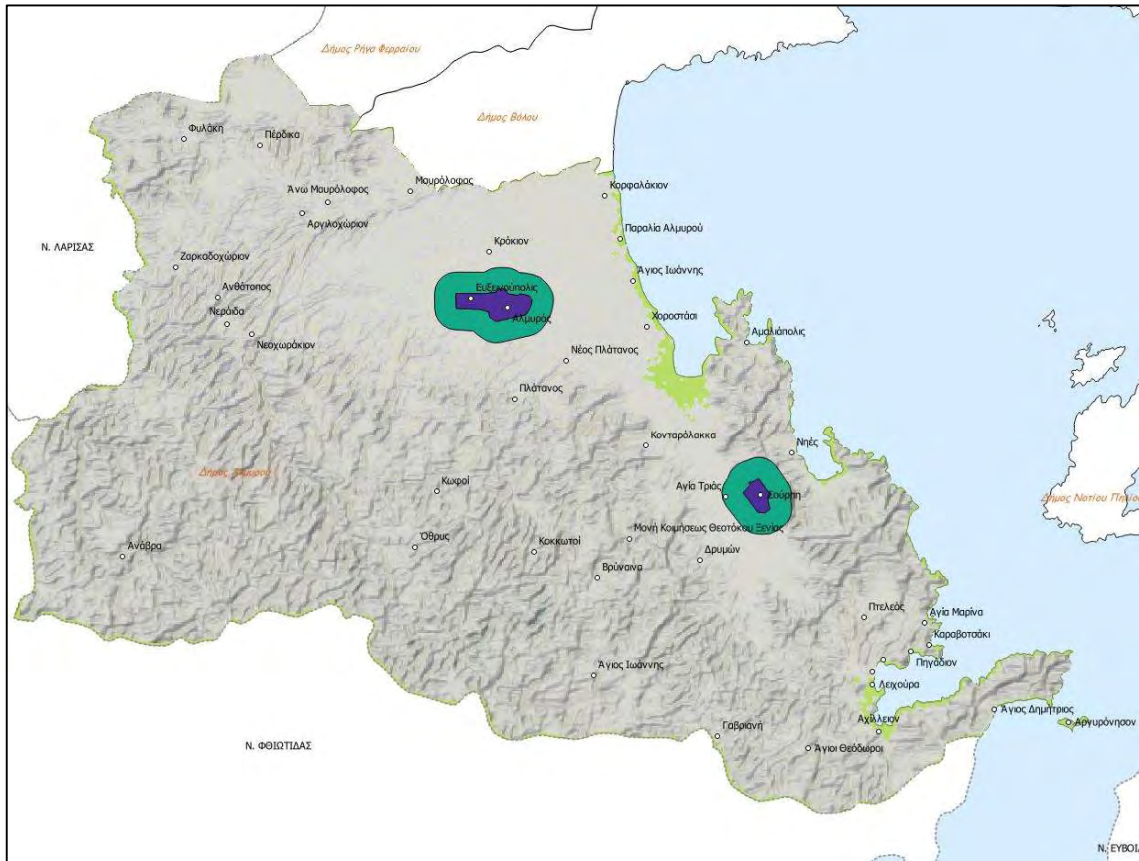
Στην εικονιζόμενη περιοχή, παρουσιάζεται το κριτήριο αποκλεισμού που έχει να κάνει με τη λεκάνη ορατότητας, που λαμβάνεται υπόψη στο πρώτο σενάριο διερεύνησης. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τον παραδοσιακό οικισμό του Αγίου Ιωάννη στα νότια του δήμου, η λεκάνη ορατότητας έγκειται σε ακτίνα 6χλμ, ενώ αντίθετα, από το κέντρο των υπόλοιπων οικισμών με ύψος παρατηρητή 1,75μ και ύψος παρατηρούμενου στόχου τα 85μ, η ακτίνα της λεκάνης ορατότητας ορίζεται στα 3χλμ.

**Εικόνα 34:** Ζώνη αποκλεισμού 1500 μ από παραδοσιακούς οικισμούς (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> Σενάριο)



Στην παρούσα εικόνα, παρουσιάζεται το κριτήριο που ορίζει ως ζώνη αποκλεισμού τα 1500μ για τη χωροθέτηση αιολικού πάρκου από τους παραδοσιακούς οικισμούς, που αναφέρεται στο πρώτο και τρίτο σενάριο. Στο δήμο Αλμυρού υφίσταται μόνο ένας παραδοσιακός οικισμός, αυτός του Αγίου Ιωάννη, που συναντάται στα νοτιοανατολικά του δήμου. Η σημειακή περιοχή με κόκκινο χρώμα αναπαριστά τα όρια του οικισμού αυτού, ενώ με μπλε χρώμα ορίζεται η ζώνη αποκλεισμού των 1500μ.

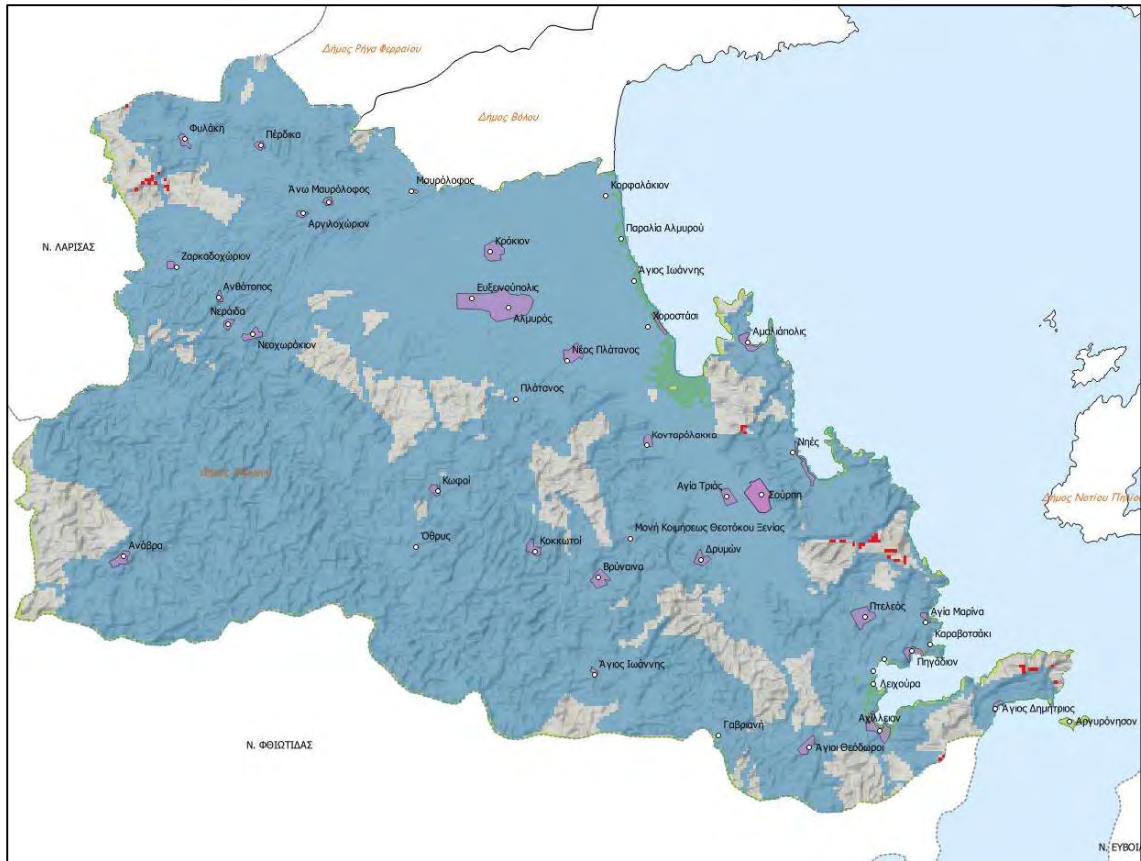
**Εικόνα 35:** Ζώνες αποκλεισμού 1000 μ από πόλεις και οικισμούς με πληθυσμό άνω των 2000 κατοίκων (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> Σενάριο)



Στην εικόνα αυτή, δίνονται οι ζώνες αποκλεισμού ακτίνας 1000μ, για τη χωροθέτηση αιολικού πάρκου, από πόλεις και οικισμούς με πληθυσμό μεγαλύτερο των 2000 κατοίκων, που αναφέρεται στους σχετικούς πίνακες του πρώτου και τρίτου σεναρίου. Στο δήμο Αλμυρού ορίζονται δυο τέτοιες περιοχές, μία στα βόρεια του δήμου και μία νοτιότερα και δυτικά, συγκριτικά με την προηγούμενη θέση, όπως διακρίνεται στον εικονιζόμενο χάρτη. Οι περιοχές με μωβ χρώμα αντιστοιχούν στους επιμέρους οικισμούς, που ανταποκρίνονται στα παραπάνω χαρακτηριστικά, ενώ με πράσινο χρώμα παρουσιάζονται τα όρια της ζώνης αποκλεισμού.



**Εικόνα 36:** Ζώνες αποκλεισμού με τελικές κατάλληλες θέσεις (Αναφέρεται στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο)

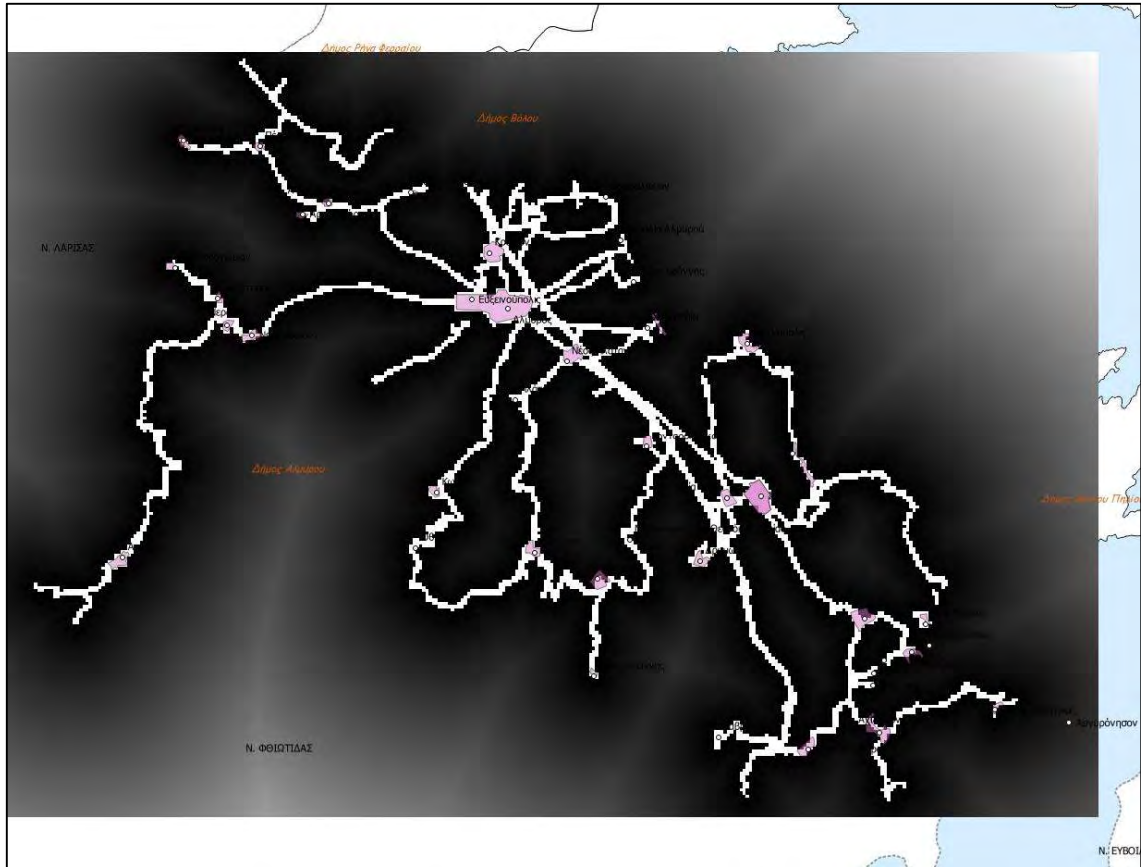


Στον παρόν εικονιζόμενο χάρτη, παρατίθενται όλες οι ζώνες αποκλεισμού που αναφέρθηκαν προηγουμένως, λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των κριτηρίων αποκλεισμού, ενώ δίνονται ακόμη και οι τελικές θέσεις, που κρίθηκαν ως οι καταλληλότερες για τη χωροθέτηση του επιθυμητού αιολικού πάρκου στο δήμο Αλμυρό. Οι περιοχές με το μωβ χρώμα αποδίδουν τα όρια των οικισμών, ενώ με μπλε χρώμα παρουσιάζονται οι ζώνες αποκλεισμού στο σύνολό τους. Τέλος, με κόκκινο χρώμα προβάλλονται οι θέσεις που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη καταλληλότητα, προκειμένου να χωροθετηθούν οι εν λόγω ανεμογεννήτριες. Παρατηρώντας τις περιοχές αυτές, γίνεται εύκολα αντιληπτό το γεγονός ότι οι ζώνες αποκλεισμού καταλαμβάνουν σχεδόν εξ ολοκλήρου το δήμο, ενώ οι προκύπτουσες θέσεις για τη χωροθέτηση είναι σχεδόν μηδαμινές.

**Εικόνα 37:** Ζώνες εγγύτητας από το αεροδρόμιο (Αναφέρεται στο 3<sup>ο</sup> Σενάριο)

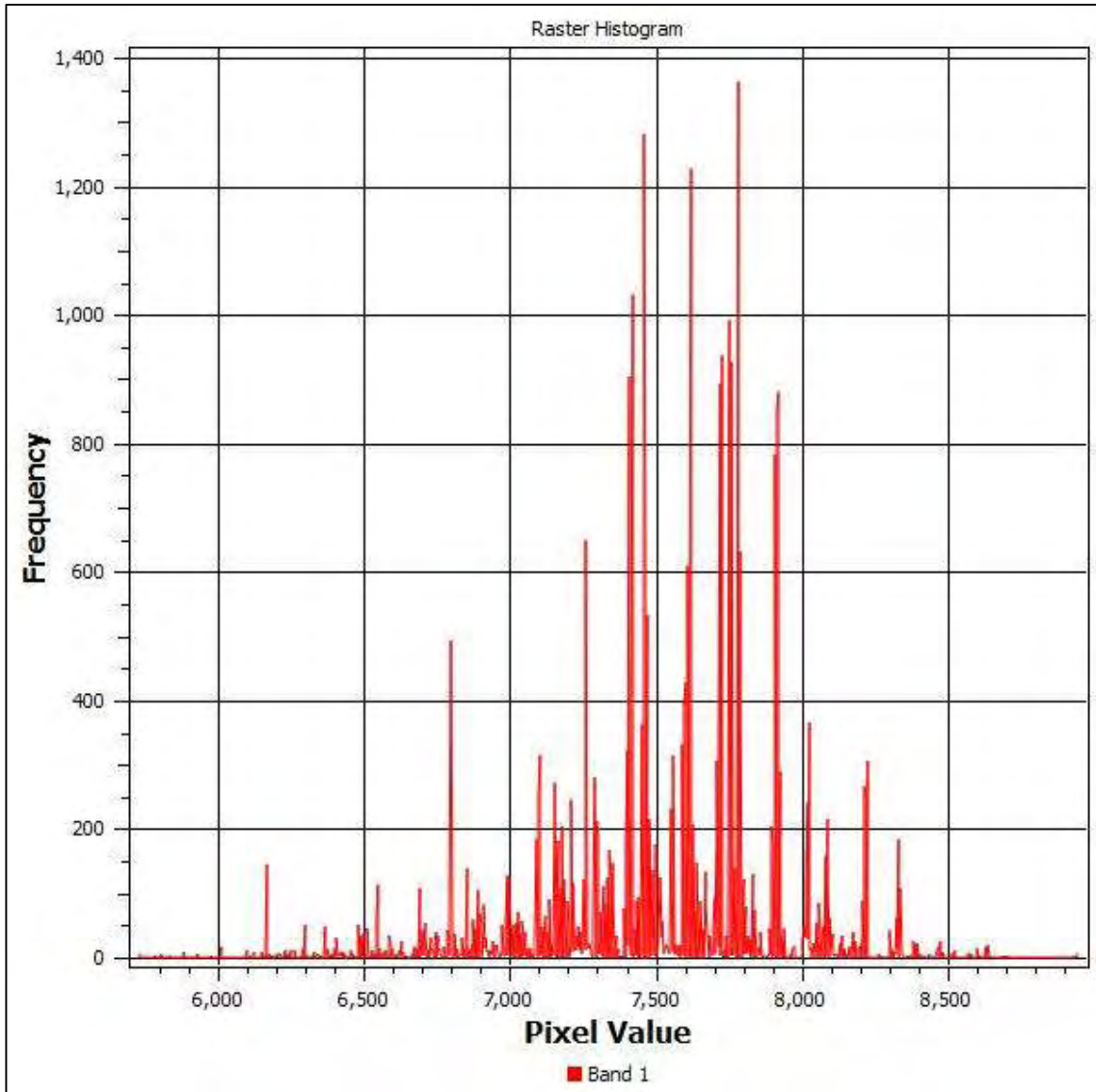


Ο εικονιζόμενος αυτός χάρτης, αποτελεί μια διαφορετικού τύπου απεικόνιση των ζωνών αποκλεισμού, που αφορούν την περιοχή του αεροδρομίου, οι οποίες παρουσιάστηκαν επίσης, στην εικόνα 15, στην αρχή του παραρτήματος. Η διακύμανση των χρωμάτων από κόκκινο έως μπλε, που παρατηρείται στη συγκεκριμένη περίπτωση, ορίζει με κόκκινο χρώμα τις περιοχές που βρίσκονται κοντά στο αεροδρόμιο, ενώ με μπλε χρώμα τις περιοχές που εκτείνονται σε μεγαλύτερη απόσταση από το αεροδρόμιο, οι οποίες βρίσκονται εκτός των ορίων της συγκεκριμένης ζώνης εγγύτητας.

**Εικόνα 38:** Ζώνες εγγύτητας από κύριο οδικό δίκτυο και δίκτυο ΟΤΑ

Στην εικόνα αυτή, δίνεται επίσης μια διαφορετική προσέγγιση απεικόνισης των ζωνών αποκλεισμού από το κύριο οδικό δίκτυο και το δίκτυο ΟΤΑ, που παρουσιάστηκε στην εικόνα 31 του παραρτήματος. Σε αντίθεση με την εικόνα εκείνη, στην περίπτωση αυτή, οι ζώνες αποκλεισμού παρουσιάζονται χρησιμοποιώντας τις διάφορες διαβαθμίσεις του μαύρου χρώματος. Έτσι λοιπόν, με λευκές γραμμές αποτυπώνεται το οδικό δίκτυο και το δίκτυο ΟΤΑ, ενώ όσο μεγαλύτερη είναι η διαβάθμιση του μαύρου, τόσο μεγαλύτερη και μη επιθυμητή είναι η εγγύτητα στην περίπτωση αυτή.

**Σχήμα 4:** Πλήθος pixel ανά τιμή καταλληλότητας χωροθέτησης (Αναφέρεται στο 2<sup>ο</sup> Σενάριο)



**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Γαλανού, Α. (2012) *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Χρονική εξέλιξη – Σύγκριση*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Γελεγένης, Ι. Ι. και Αξαόπουλος, Ι. Π. (2005) *Πηγές ενέργειας: Συμβατικές και ανανεώσιμες*, Αθήνα: Σύγχρονη Εκδοτική
- Καλδέλλης, Κ. Ι. (1999) *Διαχείριση της αιολικής ενέργειας*, Αθήνα: Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης
- Κανελλόπουλος, Β. Δ. (2008) *Αιολική Ενέργεια: Σχεδιάζοντας στις αυλές των ανέμων*, Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ
- Κωνσταντέλου, Π. (2009) *Χωροθέτηση αιολικών σταθμών στο Νομό Λακωνίας*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Λαδένης, Ν. και Μπούρσης, Χ. (2013) *Χωροθέτηση σταθμού μεταφόρτωσης απορριμμάτων με τη χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης για την περίπτωση του ΒΔ τομέα Θεσσαλονίκης*, Πτυχιακή εργασία, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής
- Μοδινός, Μ. (1996) *Αρχαιολογία της Ανάπτυξης*, Κρήτη: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης - Ίδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνας
- Μπεργελές, Γ. (1995) *Ανεμοκινητήρες*, Αθήνα: Εκδόσεις Σιμεών
- Τσιάμη, Α. (2009) *Κριτική προσέγγιση ειδικού χωροταξικού για ΑΠΕ με έμφαση στα αιολικά πάρκα – Εφαρμογή στο Ν. Ευβοίας*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Bennui, A., Rattanamanee, P., Puetpaiboon, U., Phukpattaranont, P. and Chetpattananondh, K. (2007) “Site selection for large wind turbine using GIS”, paper presented at the PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment-ICEE-2007, 10-11 May 2007, Phuket
- Greene, R., Devillers, R., Luther E. J. and Eddy G. B. (2011) “GIS-Based Multiple-Criteria Decision Analysis”, *Geography Compass* **5** (6), pp. 412–432
- Saaty, L. T. (2008) “Decision making with the analytic hierarchy process”, *Int. J. Services Sciences*, **1** (1), pp. 83-98

Ιστοσελίδες:

Αχιλλας, Χ. και Μπανιάς, Γ. (2012) *Επισκόπηση Χρήσης Μεθόδων Πολυκριτηριακής Ανάλυσης ως εργαλείο υποβοήθησης του λήπτη απόφασης* [on line], διαθέσιμο στην:

[http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA\\_SEMINARIA/METRHS\\_H\\_APODOSHS/analysisi\\_c.pdf](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA_SEMINARIA/METRHS_H_APODOSHS/analysisi_c.pdf)

[προσπελάστηκε 2 Μαΐ 2015]

Δήμος Αλμυρού, διαθέσιμο στην: [www.almyros-city.gr](http://www.almyros-city.gr) [προσπελάστηκε 3 Μαρ 2015]

Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ), διαθέσιμο στην:

<http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE> [προσπελάστηκε 5 Μαρ 2015]

Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, διαθέσιμο στην: [www.hellasres.gr](http://www.hellasres.gr) [προσπελάστηκε 10 Απρ 2015]

Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Καστοριάς, διαθέσιμο στην:

[kre-kastor.kas.sch.gr](http://kre-kastor.kas.sch.gr) [προσπελάστηκε 10 Απρ 2015]

Μπινόπουλος, Ε. και Χαβιαρόπουλος, Π. (2006) *Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των Αιολικών Πάρκων: Μύθος και Πραγματικότητα* [on line], διαθέσιμο στην:

[http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_wind.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_wind.htm)

[προσπελάστηκε 10 Απρ 2015]

ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, διαθέσιμο στην:

[http://www.desmie.gr/fileadmin/user\\_upload/Files/adeiodotisi/2001.09.27\\_L.28\\_3\\_Directive.77.pdf](http://www.desmie.gr/fileadmin/user_upload/Files/adeiodotisi/2001.09.27_L.28_3_Directive.77.pdf) [προσπελάστηκε 28 Απρ 2015]

Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας, διαθέσιμο στην: [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr) [προσπελάστηκε 12 Απρ 2015]

ΥΠΕΚΑ (2014) *Second Progress Report on the Promotion and Use of Energy from Renewable Sources in Greece* [on line], διαθέσιμο στην:

<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/progress-reports>

[προσπελάστηκε 12 Απρ 2015]

VORTEX BLADELESS (2015), διαθέσιμο στην: [www.vortexbladeless.com](http://www.vortexbladeless.com)

[προσπελάστηκε 20 Μαΐ 2015]

Εικόνες:

*Αιολική Ενέργεια* [on line], διαθέσιμο στην:

[http://users.sch.gr/imarinakis/aeolian\\_energy.htm](http://users.sch.gr/imarinakis/aeolian_energy.htm) [προσπελάστηκε 22 Μαΐ 2015]

- ANEMOGENNITRIA.GR *Αιολική Ενέργεια και Ανεμογεννήτριες* [on line], διαθέσιμο στην: <http://www.anemogennitria.gr/> [προσπελάστηκε 22 Μαΐ 2015]
- Enet.gr ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ *Ψιθυρίζουν ή φωνάζουν οι ανεμογεννήτριες;* [on line], διαθέσιμο στην: <http://www.enet.gr/?i=news.el.article&id=443762> [προσπελάστηκε 20 Μαΐ 2015]
- GJ Τεχνική Εταιρεία *Σχεδιασμός και Υλοποίηση Έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - ΕΡΓΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ* [on line], διαθέσιμο στην: [http://www.gjco.gr/site/xpage.asp?sid=118&page=services&current\\_ID=118&v\\_id=118](http://www.gjco.gr/site/xpage.asp?sid=118&page=services&current_ID=118&v_id=118) [προσπελάστηκε 22 Μαΐ 2015]
- Zero Energy Buildings *Ανεμογεννήτριες κάθετου [κατακόρυφου] άξονα περιστροφής* [on line], διαθέσιμο στην: [www.zeroenergybuildings.org/2012/03/blog-post\\_17.html](http://www.zeroenergybuildings.org/2012/03/blog-post_17.html) [προσπελάστηκε 22 Μαΐ 2015]
- Gneng-Αιολική Ενέργεια [on line], διαθέσιμο στην: <http://gneng.blogspot.gr/p/blog-page.html> [προσπελάστηκε 22 Μαΐ 2015]