

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών  
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών**

*Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος*

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**



**Αιολική Ενέργεια και Χωροθέτηση Αιολικών Πάρκων στο  
Νομό Αρκαδίας με Χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων  
Πληροφοριών/ GIS**

**Χριστίνα Σπηλιοπούλου**

**Επιβλέπων Καθηγητής**

**Σίσσυ Ευθυμιάδου**

**Δεκέμβριος 2015**

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών**

*Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος*

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Αιολική Ενέργεια και Χωροθέτηση Αιολικών Πάρκων στο  
Νομό Αρκαδίας με Χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων  
Πληροφοριών/ GIS**

**Χριστίνα Σπηλιοπούλου**

**Επιβλέπων Καθηγητής**

**Σίσσυ Ευθυμιάδου**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για  
απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών

Στην Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος  
από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών  
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

**Δεκέμβριος 2015**



## Περίληψη

Οι ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις ενεργειακής κατανάλωσης σε παγκόσμιο επίπεδο και η ευρέως διαδεδομένη χρήση συμβατικών καυσίμων, έχουν οδηγήσει στην σταδιακή εξάντληση των μη ανανεώσιμων ορυκτών πόρων, αλλά και σε πολλαπλά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η αλλοίωση της σύστασης της γήινης ατμόσφαιρας, η υπερθέρμανση του πλανήτη και η κλιματική αλλαγή προβληματίζουν έντονα τη διεθνή κοινότητα τις τελευταίες δεκαετίες, και παρέχουν ισχυρό κίνητρο για την επίδιωξη της βιώσιμης ανάπτυξης.

Η ανάπτυξη και αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, αποτελεί κρίσιμη παράμετρο του ευρωπαϊκού στρατηγικού σχεδιασμού για την αειφόρο ανάπτυξη. Οι ΑΠΕ είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας εξαιρετικά φιλικές προς το περιβάλλον, και ειδικότερα η τεχνολογία της αιολικής ενέργειας αποτελεί σημαντική πρόκληση για τους ερευνητές στον τομέα της ενέργειας, σε όλο τον κόσμο. Είναι κοινώς αποδεκτό πως η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας συμβάλει στη μείωση των εισαγωγών ενέργειας, προσφέροντας την προοπτική ενεργειακής ανεξαρτησίας και αυτάρκειας σε χώρες που στερούνται ορυκτού πλούτου.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως προτεραιότητά της τη διείσδυση της αιολικής τεχνολογίας στην αγορά ενέργειας, ωστόσο η ανεξέλεγκτη και άνευ σχεδιασμού εγκατάσταση αιολικών πάρκων μπορεί να επιφέρει σοβαρές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον, να προκαλέσει συγκρούσεις χρήσεων γης, και να υποβαθμίσει την ποιότητα ζωής του εγχώριου πληθυσμού. Οι δυσμενείς επιπτώσεις μπορούν να περιοριστούν μόνον με τον προσεκτικό χωροταξικό σχεδιασμό ώστε να ενθαρρυνθεί η αποδοχή των αιολικών έργων από την κοινή γνώμη, να εξασφαλιστεί η προστασία των ενδιατημάτων της άγριας ζωής, αλλά και να επιτευχθεί η οικονομική ανάπτυξη και ο ασφαλής ενεργειακός εφοδιασμός.

Στην Ελλάδα το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ (ΕΠΧΣΑΑ) παρέχει τις βασικές κατευθυντήριες γραμμές και τους νομοθετικούς περιορισμούς για την ορθολογιστική χωροθέτηση αιολικών πάρκων. Το ΕΠΧΣΑΑ θέτει ένα σύνολο χωρικών, περιβαλλοντικών και τεχνικών κριτηρίων καθιερώνοντας ένα ενιαίο κανονιστικό πλαίσιο που επιτρέπει τη δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και την απροβλημάτιστη ένταξή τους στο περιβάλλον, προωθώντας την κοινωνική συναίνεση, και συντελώντας στην επίτευξη των εθνικών και ευρωπαϊκών στόχων και υποχρεώσεων.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή παρουσιάζει τα είδη των ΑΠΕ, αναλύει την έννοια της Αιολικής Ενέργειας, καθώς και τα πλεονεκτήματα και τις πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις της σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Επιπλέον, παρουσιάζεται το νομοθετικό πλαίσιο χωροθέτησης στην Ελλάδα και μελετάται η περίπτωση χωροθέτησης αιολικών υποδομών στην περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας, στο Νότιο τμήμα της Ελλάδας.

Η Αρκαδία παρουσιάζει ευνοϊκό αιολικό δυναμικό, διαθέτει έντονο ανάγλυφο και θεωρείται σε γενικές γραμμές κατάλληλη τοποθεσία χωροθέτησης εγκαταστάσεων παραγωγής αιολικής ισχύος.

Η παρούσα μελέτη για τον νομό Αρκαδίας βασίστηκε στην εξέταση κριτηρίων και κανόνων που ορίζει το ΕΠΧΣΑΑ με χρήση λογισμικού Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.). Τα Γ.Σ.Π. επελέγησαν ως χρήσιμα εργαλεία για τη συλλογή, καταχώρηση, ανάλυση και απεικόνιση πληροφοριών που αφορά το γεωγραφικό περιβάλλον, με σκοπό τον εντοπισμό περιοχών του νομού Αρκαδίας οι οποίες πληρούν τις βασικές προϋποθέσεις βάσει της κείμενης νομοθεσίας, και ταυτόχρονα παρουσιάζουν ενδιαφέρον από πλευράς αιολικής έκθεσης. Για την περαιτέρω αξιολόγηση και ιεράρχηση των επιλεγμένων περιοχών ώστε να καθορισθούν οι περιοχές βιώσιμης χωροθέτησης αιολικών πάρκων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης, η οποία βρίσκει ευρεία εφαρμογή σε παρόμοιες επιστημονικές μελέτες της διεθνούς βιβλιογραφίας, ενώ υπολογίσθηκε και η Φέρουσα Ικανότητα ανά δήμο του νομού Αρκαδίας.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία στοχεύει στη δημιουργία ενός ευέλικτου εργαλείου αρχικού εντοπισμού περιοχών βιώσιμης χωροθέτησης, παρέχοντας τις βασικές κατευθύνσεις για την περαιτέρω έρευνα των ειδικών χαρακτηριστικών τοπολογίας και επιμέρους συνθηκών ανά περιοχή. Επιπλέον, προσφέρει το έναυσμα για μελέτες σε μικρότερη κλίμακα, ώστε να ικανοποιηθούν ισότιμα οι απαιτήσεις της αειφορίας, για οικονομική ανάπτυξη, κοινωνική ευημερία και περιβαλλοντική υπευθυνότητα στον πολλά υποσχόμενο τομέα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας.

**Λέξεις - Κλειδιά: ΑΠΕ, αιολική ανέργεια, αιολικά πάρκα, χωροθέτηση, Αρκαδία, ΓΣΠ**

## Summary

The evergrowing demand in energy consumption on a global level, and the common use of conventional fuels, have lead gradually both to the depletion of non renewable fossil resources and to multiple environmental problems. The alteration of the body chemistry in the earths' atmosphere, global warming and the climate change have caused serious concerns to the international community over the last decades, and have offered a strong motivation towards the pursue of sustainable development.

The development and exploitation of Renewable Energy Sources (R.E.S) is a basic parameter of the european strategic planning for sustainable development. RES constitute forms of energy that are exceptionally friendly towards the environment, and wind technology in particular poses a great challenge for researchers in the field of energy, all over the world. It is commonly accepted that the exploitation of wind energy contributes to the reduction of energy imports, and offers the perspective of energy independence and sufficiency to countries that are in shortage of fossil fuels.

The European Union has set the penetration of wind technology in the energy market as a priority, however the uncontrollable and without planning installation of wind farms can have serious consequences to the natural environment , can create conflicts of land uses and deteriorate the quality of life of the local population. These adverse effects can only be limited by careful spatial planning, so that public acceptance of the wind farms can be encouraged, the protection of the natural habitat of wildlife can be protected, and economic growth and secure energy supply can be achieved.

In Greece the Special Framework for Spatial Planning and Sustainable Development for RES (SFSPSD), provides the basic guidelines and legislative limitations for the appropriate sitting of wind farms. The SFSPSD sets a whole of spatial, environmental and technical criteria, establishing uniformity in the regulatory framework, allowing the development of sustainable RES sitting and their unproblematic integration to the environment, promoting social consensus, and contributing to the achievement of national and european goals and obligations .

This dissertation presents the forms of RES, analyses the meaning of Wind Energy, as well as its advantages and possible adverse effects on a financial, social and environmental level. Furthermore, the Greek legislation framework for wind farm spatial sitting is presented, and the case of wind farm sitting in the Prefecture of Arcadia in Southern Greece is examined. Arcadia presents benevolent wind potential, intense terrain and is generally considered to be an appropriate location for wind farms sitting.

This study concerning the region of Arcadia was based on the examination of criteria and rules set by the SFSPSD with the use of software of Geographic Information Systems (GIS). A GIS software was chosen as a useful tool for the collection, input, analysis and visualization of information regarding the geographic environment, with the purpose of

detecting locations in the Prefecture of Arcadia that satisfy the requirements of the greek legislation as well as present substantial wind exposure. In order to further evaluate and prioritise the selected regions, so that the regions of sustainable sitting of wind parks could be determined, the method of multi-criteria analysis was used, which has been applied in several similar scientific studies worldwide. Finally the Bearing Capacity was calculated per Municipality.

The suggested methodology aims for the development of a versatile tool for the initial location of sustainable sitting regions, providing basic directions towards further research on the specific traits of topology and general conditions per area. Furthermore, it provides stimulus for research on a smaller scale, so that the requirements of sustainable development can be equally met, regarding economic growth, social prosperity and environmental responsibility in the promising sector of wind power exploitation.

**Keywords: RES, wind power, wind farms, sitting, Arcadia, GIS**

## Ευχαριστίες

Στους γονείς μου για την υπομονή τους, και στην επιβλέπουσα καθηγήτρια κα Σίσσυ Ευθυμιάδου για το αμέριστο ενδιαφέρον της, που συνέβαλε στην ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής.

# Περιεχόμενα

## Κεφάλαιο I

1.Εισαγωγή .....	10
1.1 Περιβάλλον και Ενέργεια .....	10
1.2 Η Κλιματική Αλλαγή .....	12
1.3 Το πρόβλημα της ενέργειας στον κόσμο .....	13
1.4 Καταγραφή του προβλήματος στην Ελλάδα .....	14
1.5 Σημασία και Αναγκαιότητα της μελέτης .....	16
1.6 Σκοπός και στόχος της διατριβής .....	17

## Κεφάλαιο II

2. Αιολική Ενέργεια.....	18
2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας .....	18
2.2 Είδη ΑΠΕ .....	18
2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας .....	20
2.4 Οι ΑΠΕ σε παγκόσμια κλίμακα .....	22
2.5 Η Αιολική Ενέργεια .....	27
2.5.1 Ιστορική Αναδρομή Χρήσης της Αιολικής Ενέργειας .....	28
2.5.2 Η τεχνολογία των αιολικών μηχανών .....	29
2.5.3 Τα Αιολικά Πάρκα .....	31
2.5.4 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας .....	32
2.5.5 Κίνδυνοι Περιοχών Εγκατάστασης Αιολικών Πάρκων .....	34
2.5.6 Η αιολική ενέργεια στην Ευρώπη και στον κόσμο .....	37
2.5.7 Η αιολική ενέργεια στην Ελλάδα .....	43
2.6 Νομοθεσία .....	45
2.7 Ευρωπαϊκοί και Εθνικοί Στόχοι .....	47

## Κεφάλαιο III

3. Περιγραφή Περιοχής Μελέτης .....	48
3.1 Γεωγραφική θέση-έκταση-διοικητική υπαγωγή .....	48
3.2 Πληθυσμός .....	49
3.3 Οικονομικές δραστηριότητες .....	50
3.4 Κλίμα .....	51
3.5 Υδατικοί πόροι .....	52
3.6 Γεωμορφολογία – ανάγλυφο .....	52
3.7 Χρήσεις γης, φυσικό περιβάλλον, οικοσυστήματα .....	53
3.8 Αιολικό Δυναμικό Αρκαδίας .....	56

## Κεφάλαιο IV

4. Μεθοδολογία .....	59
4.1 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών .....	59
4.2 Εργαλείο ArGIS έκδοση 10.2.2 και Αρχεία Δεδομένων .....	60
4.3 Μελέτη της τρέχουσας κατάστασης στο νομό Αρκαδίας .....	61

4.4 Νομοθετικοί Περιορισμοί .....	62
4.5 Ιεράρχηση Διαθέσιμων Περιοχών .....	67
4.6 Εντοπισμός βέλτιστων περιοχών χωροθέτησης .....	67
4.7 Υπολογισμός Φέρουσας Ικανότητας .....	67

## Κεφάλαιο V

5. Έρευνα.....	69
Περιοχές με Νομοθετικούς Περιορισμούς.....	69
5.1.1 Ζώνες Αποκλεισμού.....	69
5.1.2 Τήρηση Αποστάσεων βάσει ΕΠΧΣΑΑ.....	69
Αξιολόγηση και Ιεράρχηση Επιτρεπόμενων Περιοχών Βάσει Νομοθεσίας.....	71
Αποστάσεις από περιοχές ενταγμένες στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο	
Natura 2000.....	71
5.2.2 Αποστάσεις από ποτάμια και λίμνες.....	72
5.2.3 Κλίση.....	73
5.2.4 Αιολικό Δυναμικό.....	73
5.2.5 Αποστάσεις από το οδικό δίκτυο.....	74
5.2.6 Αποστάσεις από αρχαιολογικούς χώρους .....	74

Προσδιορισμός Περιοχών Προτεραιότητας στην περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας.....	75
Προσδιορισμός Περιοχών Βιώσιμης Χωροθέτησης στην περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας.....	75
Υπολογισμός Φέρουσας Ικανότητας Περιοχών Βιώσιμης Χωροθέτησης στην περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας.....	76

## Κεφάλαιο VI

6. Συμπεράσματα.....	79
Ξένη Βιβλιογραφία.....	81
Ελληνική Βιβλιογραφία .....	91
Παράρτημα/Χάρτες.....	93
Χάρτης 1 .....	94
Χάρτης2.....	95
Χάρτης 3 .....	96
Χάρτης 4 .....	97
Χάρτης 5 .....	98
Χάρτης 6.....	99

Χάρτης 7.....	100
Χάρτης 8 .....	101
Χάρτης 9 .....	102
Χάρτης 10 .....	103
Χάρτης 11.....	104
Χάρτης 12.....	105
Χάρτης 13.....	106
Χάρτης 14.....	107
Χάρτης 15.....	108
Χάρτης 16.....	109
Χάρτης 17.....	110
Χάρτης 18.....	111
Χάρτης 19.....	112
Χάρτης 20.....	113
Χάρτης 21.....	114

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

### 1.1 Περιβάλλον και Ενέργεια.

Η παραγωγή και η εκμετάλλευση της ενέργειας αποτελεί τον θεμελιώδη λίθο της ανάπτυξης των ανθρώπινων κοινωνιών και του πολιτισμού μας (Munteanu, 2008). Ο άνθρωπος από τα πρώτα του βήματα χρησιμοποίησε τις διάφορες πηγές ενέργειας ώστε να εξασφαλίσει την επιβίωσή του, μορφές όπως το φως και τη θερμότητα, ενώ επιδιώκοντας την βελτίωση της

ποιότητας ζωής του, κατασκεύασε μηχανές μετατροπής ενέργειας σε θερμική, ηλεκτρική ή μηχανική ενέργεια (Sathyajith, 2006).

Η άνοδος του ανθρώπινου βιοτικού επιπέδου και η τεχνολογική ανάπτυξη οδήγησε στην αύξηση των ανθρώπινων αναγκών και μοιραία στην κατακόρυφη αύξηση της ενεργειακής ζήτησης (Salisu et al, 2015). Σήμερα οι ανθρώπινες δραστηριότητες συνδέονται άμεσα με την κατανάλωση ενέργειας και μάλιστα με την πιο διαδεδομένη μορφή της που προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων (Pourang et al., 2012), ωστόσο η ποσότητα των διαθέσιμων υδρογονανθράκων είναι πεπερασμένη και οδεύει νομοτελειακά στην εξάντλησή της (Tsani, 2010).

Η εκτεταμένη χρήση πετρελαίου, βενζίνης και άνθρακα έχει προκαλέσει πολλαπλά περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία, μέχρι πρότινος, ήταν άγνωστα στην ανθρώπινη ιστορία. Η συστηματική καύση ορυκτών καυσίμων απελευθερώνει στην ατμόσφαιρα σημαντικές ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου όπως το CO<sub>2</sub> και το CH<sub>4</sub>, που παγιδεύουν την εξερχόμενη ακτινοβολία στην τροπόσφαιρα αυξάνοντας έτσι τη μέση θερμοκρασία του πλανήτη (Zekai, 2004). Ο τομέας παραγωγής ενέργειας είναι υπεύθυνος για την εκπομπή των 3/4 περίπου επί του συνόλου των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, και για το 1/5 των εκπομπών CH<sub>4</sub> (Pourang et al., 2012).

Πέραν της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της συνεπαγόμενης όξυνσης του φαινομένου του θερμοκηπίου, οι συνέπειες της καύσης ορυκτών καυσίμων είναι αλυσιδωτές και επεκτείνονται στη ρύπανση των εδαφών και των υδάτων, την καταστροφή οικοσυστημάτων και δασών μέσω της κλιματικής αλλαγής, τη μείωση της βιοποικιλότητας, την εκτεταμένη ερημοποίηση περιοχών του πλανήτη, τη φτωχοποίηση πληθυσμών λόγω εξάντλησης φυσικών πόρων, φαινόμενα τα οποία καλείται επιτακτικά να αντιμετωπίσει η παγκόσμια κοινότητα (Abbot, 2010 ; IPCC, 2007).

Το γεγονός αυτό κατέστησε αδήριτη ανάγκη την ενημέρωση και εκπαίδευση των κοινωνιών σε περιβαλλοντικά προβλήματα, με στόχο την ανάπτυξη ικανοτήτων αναγνώρισης των προβλημάτων αυτών αλλά και τη συμμετοχή στην επίλυσή τους (UNESCO, 1978), ενώ σημαντική πρόκληση αποτελεί και η αντιστροφή των εγκατεστημένων φαινομένων που προέκυψαν από την υπερθέρμανση του πλανήτη (Hoel, Kvemdokk, 1996).

Όπως αναφέρθηκε, η καύση των παραγώγων του πετρελαίου είναι η κύρια αιτία πρόκλησης περιβαλλοντικών προβλημάτων σε τοπική αλλά και παγκόσμια κλίμακα, συνεπάγεται όμως την παραγωγή ενέργειας η οποία είναι συνδεδεμένη με την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη των κοινωνιών (Bridges et al, 2015), καθώς επηρεάζει καταλυτικά τομείς όπως η βιομηχανία, η γεωργία, η επιστήμη, οι μεταφορές κλπ.

Βιώσιμη λύση στο πρόβλημα των εκπομπών CO<sub>2</sub>, της κλιματικής αλλαγής, της σταδιακής εξάντλησης των ορυκτών πόρων, μπορεί να δώσει η παραγωγή «πράσινης» ενέργειας (Subhatra, 2010), που δεν θα επιφέρει δυσμενείς περιβαλλοντικές συνέπειες, αλλά ούτε και θα υποβαθμίσει το επίπεδο ποιότητας ζωής των κοινωνιών (Wang et al, 2014). Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν πρακτικά ανεξάντλητες φυσικές πηγές ενέργειας,

όπως η ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια, η γεωθερμική, η υδροηλεκτρική κ.α., και μπορούν να υποκαταστήσουν σε σημαντικό βαθμό τα ορυκτά καύσιμα (Grimaud et al, 2003) διασφαλίζοντας ουσιαστικά το μέλλον του πλανήτη.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές δεν αποτελεί πλέον ένα απλό επιστημονικό εγχείρημα, αλλά έναν απαραίτητο κρίκο της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς όλο και περισσότερες χώρες επενδύουν στην πράσινη ενέργεια (Blazejczak et al, 2014), αφενός μεν λόγω της προοπτικής εξάντλησης των ορυκτών πόρων, αφετέρου δε λόγω των δεσμεύσεων που έχουν αναλάβει βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο για την προστασία του περιβάλλοντος (Marmidis, 2008).

Η απαίτηση για αειφορική διαχείριση των φυσικών πόρων ώστε να καλύπτονται οι παρούσες ανάγκες των κοινωνιών, χωρίς να υποβιβάζεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις ανάγκες τους (WCED, 1987) παραμένει διαχρονική και παγκόσμια. Στόχος της αειφόρου ανάπτυξης είναι η εξίσου και κατ'αναλογία ανάπτυξη της οικονομίας και της κοινωνικής ευημερίας, με τη χρήση περιβαλλοντικά υπεύθυνων πρακτικών.

## **1.2 Η Κλιματική Αλλαγή.**

Η τάση των σύγχρονων κοινωνιών για κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας με σκοπό τη θέρμανση ή ψύξη εσωτερικών χώρων, τις επίγειες, θαλάσσιες και εναέρια μεταφορές, τη λειτουργία βιομηχανικών μονάδων, έχει αυξήσει κατακόρυφα την ενεργειακή ζήτηση όπως και την ενεργειακή κατανάλωση. Το μεγαλύτερο ποσοστό της απαιτούμενης ενέργειας προκύπτει από συμβατικές μη ανανεώσιμες πηγές όπως τα παράγωγα του πετρελαίου και ο άνθρακας, με αποτέλεσμα αφενός μεν να προβάλλει ο ορατός κίνδυνος εξάντλησής τους (Capellán-Pérez et al, 2014) αφετέρου να οξύνονται περιβαλλοντικά προβλήματα όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Szarka, 2006).

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί σημαντική απειλή για την ισορροπία των οικοσυστημάτων του πλανήτη, για τη διατήρηση των φυσικών πόρων, αλλά και για την υγεία και επιβίωση του ανθρώπινου είδους (Bartzokas et al, 2010)

Βάσει της έκθεσης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007) τα επίπεδα CO<sub>2</sub> στην γήινη ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί κατά 35% τα τελευταία 200 έτη, ενώ αναμένεται αύξηση των συγκεντρώσεων των θερμοκηπιακών αερίων κατά 70% για το διάστημα 2000 έως 2030. Η ποσότητα δε, αερίου CO<sub>2</sub> που πρόκειται να εκλυθεί στην ατμόσφαιρα το έτος 2030 θα φτάνει τα 38 δισεκατομμύρια τόνους, από την παραγωγή ενέργειας και μόνον, με προφανείς επιπτώσεις στο κλίμα του πλανήτη (OECD/ IEA, 2002a).

Οι προβλέψεις της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την κλιματική αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007) είναι ιδιαίτερα δυσοίωνες: η μέση θερμοκρασία του πλανήτη αναμένεται να αυξηθεί κατά 2 έως 2,8 βαθμούς Κελσίου ενώ η στάθμη της θάλασσας προβλέπεται να ανέλθει από 18 έως 38 εκατοστά, μέχρι το έτος 2050.

Η αλλαγή της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη εκτιμάται πως θα επηρεάσει τη διαθεσιμότητα του νερού, μειώνοντας τα υδάτινα αποθέματα μέχρι το 2050 έως και 30% σε ξηρές περιοχές μέσου υψομέτρου. Επιπλέον, είναι πολύ πιθανόν να εμφανιστούν ακραία καιρικά φαινόμενα σε διάφορες περιοχές της Γης, όπως ξηρασία, πλημμύρες επηρεάζοντας τις καιρικές συνθήκες σε όλες τις κλιματικές ζώνες (Bartzokas et al,2010) , στις δε τροπικές περιοχές προβλέπεται αυξημένος κίνδυνος λοιμών. Τουλάχιστον το 1/5 της χλωρίδας και πανίδας του πλανήτη εκτιμάται πως θα αντιμετωπίσει κίνδυνο εξαφάνισης, στην περίπτωση που η θερμοκρασία του πλανήτη αυξηθεί πέραν των 2,5 βαθμών Κελσίου, δεδομένου ότι θα κληθεί να προσαρμοστεί σε ξαφνική αλλαγή του παγκόσμιου κλίματος.

Από τα παραπάνω προκύπτει πως οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής δεν έχουν μόνον περιβαλλοντικό χαρακτήρα, αλλά και μία ξεκάθαρη οικονομική, και κυρίως κοινωνική διάσταση (Marcinkowski, 2009) που θα επηρεάσει τον τρόπο ζωής του ανθρώπου, την ευημερία αλλά και την υγεία του.

### **1.3 Το πρόβλημα της ενέργειας στον κόσμο**

Το ζήτημα της διαρκώς αυξανόμενης ζήτησης για πρωτογενή ενέργεια προβληματίζει την παγκόσμια κοινότητα, καθώς βάσει εκτιμήσεων της ΙΕΑ, η ζήτηση προβλέπεται να αυξάνει ετησίως με ρυθμό 1,8% περίπου, μέχρι το 2040.

Η αύξηση του πληθυσμού της γης, σε συνδυασμό με την καθιέρωση του δυτικού τρόπου ζωής και κατανάλωσης, ωθεί στην αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, με βασική πηγή πρωτογενούς ενέργειας τα ορυκτά καύσιμα, και συγκεκριμένα το πετρέλαιο, το οποίο παραμένει σταθερά στην πρώτη θέση προτίμησης (**Πίνακας I.1**)

**Πίνακας I.1.** Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας σε Mtoe, ανά είδος ενεργειακής πηγής για την περίοδο 1990 έως 2040-εκτιμώμενη (ΙΕΑ, 2013)

<b>ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>	<b>1980</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2015</b>	<b>2040</b>	<b>2005- 2040</b>
ΑΝΘΡΑΚΑΣ	1786	2292	2892	3988	4994	2,20%
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	3106	3647	4000	4720	5585	1,30%
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	1237	2089	2354	3044	3948	2,10%
ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	186	675	721	804	854	0,70%
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	147	226	251	327	416	2%
ΒΙΟΜΑΖΑ & ΑΠΟΒΛΗΤΑ	753	1041	1149	1334	1615	1,40%
ΑΛΛΕΣ ΑΠΕ	12	53	61	145	308	6,70%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>7228</b>	<b>10023</b>	<b>11429</b>	<b>14361</b>	<b>17721</b>	<b>1,80%</b>

Η καύση ορυκτών καυσίμων όχι μόνον οξύνει τα περιβαλλοντικά προβλήματα της εξάντλησης των φυσικών πόρων, της διατάραξης των οικοσυστημάτων και της κλιματικής αλλαγής, αλλά θέτει υπό αμφισβήτηση τον ασφαλή ενεργειακό εφοδιασμό των χωρών με αυξημένη βιομηχανική παραγωγή (Zhang, 2014). Οι μη πετρελαιοπαραγωγές χώρες που δεν διαθέτουν ίδιες πηγές πρωτογενούς ενέργειας, μοιραία , έχουν σχέση εξάρτησης από άλλα κράτη, καθώς η παραγωγή, εξαγωγιμότητα και τιμολόγηση των προϊόντων τους συνδέεται άρρηκτα με τη δυνατότητα εισαγωγής ορυκτών καυσίμων (Dogan, 2015).

#### **1.4 Καταγραφή του προβλήματος στην Ελλάδα**

Στην Ελλάδα, το ενεργειακό ισοζύγιο στηρίζεται κατά κύριο λόγο στις εισαγωγές πετρελαίου, ενώ οι εγχώριες ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια καλύπτονται σχεδόν κατά αποκλειστικότητα από θερμικούς ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς, η λειτουργία των οποίων βασίζεται στην καύση λιγνίτη.

Ο λιγνίτης χαρακτηρίζεται από το χαμηλό κόστος εξόρυξης καθώς εξορύσσεται από επιφανειακά και όχι υπόγεια ορυχεία, και εξασφαλίζει παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος χαμηλής τιμής (ΔΕΗ). Τα αποθέματα σε λιγνίτη βρίσκονται κατά κύριο λόγο στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας στο τρίγωνο που σχηματίζουν η Φλώρινα η Πτολεμαΐδα και το Αμύνταιο, στη Μεγαλόπολη Αρκαδίας, στη Δράμα και την Ελασσόνα, και εκτιμώνται σε 5 δις τόνους(ΔΕΗ) περίπου. Τα εν λόγω κοιτάσματα θεωρείται πως επαρκούν για την κάλυψη των αναγκών της χώρας, για τα επόμενα πενήντα έτη.

Η περιφερειακή ενότητα της Αρκαδίας φιλοξενεί το Λιγνιτικό Κέντρο Μεγαλόπολης στο οποίο υπάρχουν τρία ορυχεία του Χωρεμίου, της Μαραθούσας και των Κυπαρισσίων ενώ λειτουργούν τέσσερις θερμικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής(ΔΕΗ).

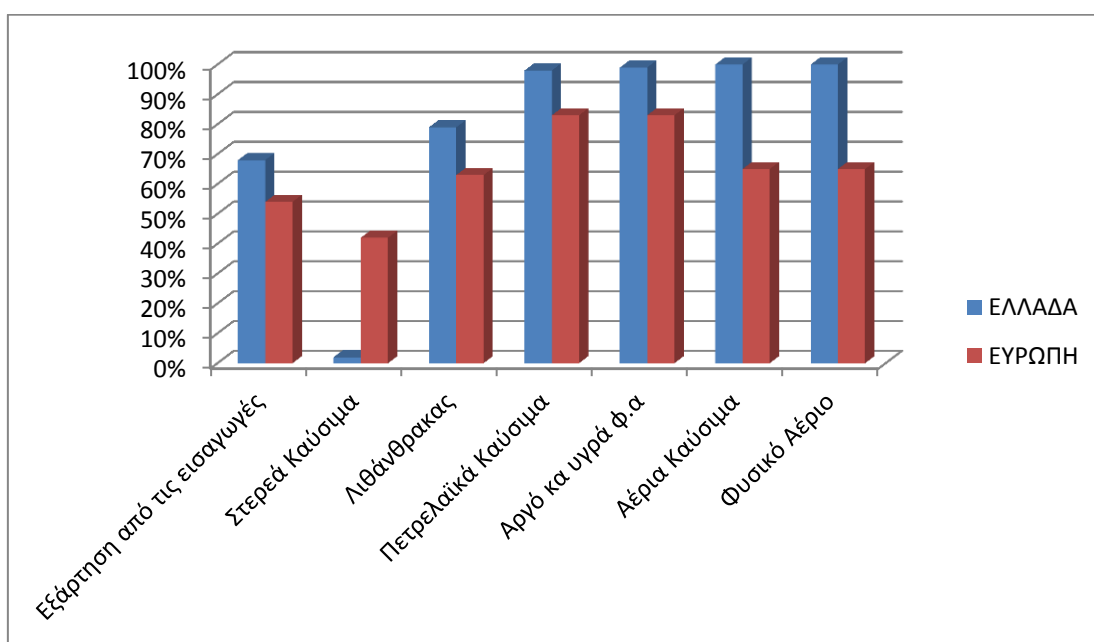
**Πίνακας Ι.2.** Θερμικοί σταθμοί παραγωγής ΔΕΗ ( ΠΑΕ <http://www.rae.gr>)

Σταθμός	Αρ. Μονάδων	Εγκατ. Ισχύς (MW)	Περιοχή
Αγίου Δημητρίου	5	1587	Δ. Μακεδονία
Καρδιάς	4	1200	Δ. Μακεδονία
Πτολεμαΐδας	4	620	Δ. Μακεδονία
Αμυνταίου	2	600	Δ. Μακεδονία
	4	380	Ευβοία

Αλιβερίου			
Λαυρίου	4	1197	Αττική
Αγ. Γεωργίου	2	360	Αττική
Μεγαλόπολης	4	850	Πελοπόννησος
Λιπτολ	2	43	Δ. Μακεδονία
Αργοστολίου	1	11,6	Ν. Ιονίου
Ζακύνθου	1	27	Ν. Ιονίου

Ωστόσο, η καύση λιγνίτη πέραν του γεγονότος πως αποτελεί μία φθηνή ενεργειακή λύση, αφ' ενός δεν έχει ανεξάντλητα αποθέματα, αφ' ετέρου δε, οξύνει ποικίλα περιβαλλοντικά προβλήματα, καθώς δεν είναι απαλλαγμένη από ρυπογόνα παραπροϊόντα που εκλύονται στο φυσικό περιβάλλον (Evans et al, 2009). Το πετρέλαιο και τα παράγωγά του, σε συνδυασμό με τον λιγνίτη αθροιστικά αποτελούν το 88% περίπου της συνολικής κατανάλωσης στη χώρα μας.

Σε σύγκριση με τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ η Ελλάδα είναι περισσότερο εξαρτώμενη από την εισαγωγή καυσίμων, όπως πετρελαίου, αργού, λιθάνθρακα κλπ.(βλ Διάγραμμα 1.1.). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η συμμετοχή του πετρελαίου στην πρωτογενή ενεργειακή κατανάλωση ανέρχεται σε 54%, ενώ στη χώρα μας αγγίζει το 68%.



**Διάγραμμα 1.1.** Ενεργειακή εξάρτηση από τις εισαγωγές καυσίμων σε Ελλάδα και ΕΕ. Europe Energy Portal, 2013.

Παρά το γεγονός πως η χώρα μας είναι ιδιαίτερος ευνοημένη από πλευράς διαθεσίμων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή ακτινοβολία και το ευνοϊκό αιολικό δυναμικό (Bartzokas et al,2010) που διαθέτει δεδομένης της γεωγραφικής της θέσης, η αξιοποίηση των ΑΠΕ παραμένει σε πρώιμο στάδιο. Ωστόσο εκτιμάται πως με την υιοθέτηση μίας ορθής εθνικής στρατηγικής θα καλυπτόταν το 15% τουλάχιστον των εγχώριων ενεργειακών αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας, με την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού, ιδιαίτερα στις νησιωτικές περιοχές (Balog,2015).

Από τα παραπάνω προκύπτει πως η ανάγκη για ενεργειακή αυτάρκεια και ασφάλεια, η θωράκιση απέναντι στις διεθνείς πετρελαϊκές κρίσεις, η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, καθώς και η προοπτική εξάντλησης των διαθέσιμων ορυκτών πόρων της χώρας μας, καθιστούν επιτακτική την αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρουν οι ΑΠΕ και ειδικότερα η τεχνολογία της αιολικής ενέργειας.

Η περιοχή της περιφερειακής ενότητας της Αρκαδίας είναι περιοχή που γνωρίζει τουριστική ανάπτυξη, με πλούτο οικοσυστημάτων, εναλλαγών τοπίου και φυσικής ομορφιάς, είναι όμως και περιβαλλοντικά επιβαρυνόμενη από την παρουσία λιγνιτικών σταθμών παραγωγής και λιγνιτωρυχείων. Παρουσιάζει ευνοϊκό αιολικό δυναμικό, με το νοτιότερο τμήμα της (Κυνουρία) να ανήκει στις περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΕΠΧΣΑΑ).

Για να τύχει της αποδοχής της κοινής γνώμης, η εγκατάσταση αιολικών έργων, ειδικότερα σε τοπικό επίπεδο (Bell et al, 2005) απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, ως προς τη θέση αλλά και την έκταση του έργου (Dimitropoulos et al, 2009). Εύλογα προκύπτει η ανάγκη μελέτης της χωροθέτησης των αιολικών υποδομών στον υπό εξέταση νομό, ώστε να ικανοποιούνται τόσο οι νομοθετικές απαιτήσεις, όσο και οι αρχές της αειφορίας, οι οποίες απαιτούν ισότιμη ανάπτυξη των οικονομικών ωφελειών, του κοινωνικού χαρακτήρα του έργου καθώς και της περιβαλλοντικής υπευθυνότητας.

### **1.5 Σημασία και Αναγκαιότητα της μελέτης**

Η παγκόσμια ενεργειακή πρακτική βασίζεται κατά κύριο λόγο στην καύση ορυκτών καυσίμων, εντείνοντας τις συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου, μεταβάλλοντας τη σύσταση της γήινης ατμόσφαιρας, τροποποιώντας το παγκόσμιο κλίμα και απειλώντας έτσι όλες τις μορφές ζωής του πλανήτη. Το επιστημονικό ενδιαφέρον έχει στραφεί τις τελευταίες δεκαετίες στην έρευνα νέων μεθόδων παραγωγής «πράσινης ενέργειας», ενέργειας δηλαδή απαλλαγμένης από ρυπογόνες εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων και μικροσωματιδίων.

Η αιολική ενέργεια παρέχει αυτή τη δυνατότητα, της μετατροπής της σε ηλεκτρική χωρίς την έκλυση αερίων ρύπων που οξύνουν το πρόβλημα της υπερθέρμανσης του πλανήτη, ωστόσο η εκμετάλλευσή της απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, ιδιαίτερος σε επίπεδο χωροθέτησης.

Η επιλογή των κατάλληλων περιοχών για την εγκατάσταση αιολικών υποδομών είναι διαδικασία μείζονος σημασίας, και περιλαμβάνει πλήθος παραμέτρων που λαμβάνονται υπ' όψιν όπως η αξιοποίηση του βέλτιστου αιολικού δυναμικού, αλλά και η προστασία των

τοπικών οικοσυστημάτων και της άγριας ζωής, η κοινωνική αποδοχή των έργων, η ασφάλεια των οικιστικών συγκεντρώσεων κ.ά. Η επιτυχής χωροθέτηση των αιολικών έργων, η ενσωμάτωσή τους με σεβασμό στο φυσικό περιβάλλον, αλλά και ο ασφαλής ενεργειακός εφοδιασμός των τοπικών κοινωνιών, είναι ο καλύτερος τρόπος ενίσχυσης της περιβαλλοντικής συνείδησης του κοινού.

Ιδιαίτερος στην Ελλάδα που τα ορυκτά καύσιμα αποτελούν την πλέον διαδεδομένη λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η ορθή χωροταξική τοποθέτηση αιολικών έργων θα οδηγήσει στην εξοικείωση του πληθυσμού με τις ΑΠΕ. Επιπρόσθετα θα λειτουργήσει ευεργετικά στην ελάφρυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι περιοχές με θερμικούς ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς - όπως είναι ο δήμος Μεγαλόπολης της Αρκαδίας ο οποίος φιλοξενεί ένα από τα μεγαλύτερα λιγνιτωρυχεία της χώρας καθώς και τέσσερις(4) λιγνιτικούς σταθμούς - αλλά θα οδηγήσει και τη χώρα στο δρόμο προς την απεξάρτηση από την διεθνή αγορά πετρελαίου και τις εισαγωγές καυσίμων. Άλλωστε η χώρα μας ευνοείται σε μεγάλο βαθμό από το ανάγλυφό της και τη γεωγραφική της θέση, καθώς διαθέτει ιδιαίτερος ευνοϊκό αιολικό δυναμικό τόσο στο νησιωτικό, όσο και στην ηπειρωτικό τμήμα της.

## **1.6 Σκοπός και στόχος της διατριβής**

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η διερεύνηση και ο εντοπισμός περιοχών στην περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας, οι οποίες πληρούν τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την εγκατάσταση αιολικών υποδομών με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι προϋποθέσεις αυτές βασίζονται στους τρεις πυλώνες της αειφορίας, και στηρίζονται στην απαίτηση της οικονομικής αποδοτικότητας του έργου, της κοινωνικής ανάπτυξης αποδοχής και συνέργειας, και την περιβαλλοντικής υπευθυνότητας.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε βασίζεται στην χαρτογράφηση-διερεύνηση του συνόλου των περιοχών του νομού Αρκαδίας και, σε πρώτο επίπεδο, στην οριοθέτηση ζωνών αποκλεισμού, βάσει απαγορεύσεων και νομοθετικών περιορισμών του υφιστάμενου θεσμικού πλαισίου(ΕΠΧΣΑΑ), κάνοντας χρήση εφαρμογής Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών(ΓΣΠ).

Σε δεύτερο επίπεδο, αξιολογούνται, χαρτογραφούνται και ιεραρχούνται οι προτεινόμενες περιοχές ώστε να προκύψουν οι θέσεις που διαγράφουν τις βέλτιστες προοπτικές χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων, βάσει των προδιαγραφών που θέτει το ΕΠΧΣΑΑ, αλλά και βάσει δεδομένων αιολικού δυναμικού. Για τις προκύπτουσες περιοχές βιώσιμης χωροθέτησης υπολογίζεται η Φέρουσα Ικανότητα ανά ΟΤΑ, βάσει της κείμενης νομοθεσίας.

Οι επιμέρους στόχοι της διατριβής συνοψίζονται: i) στη συζήτηση των πλεονεκτημάτων της αιολικής ενέργειας απέναντι στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και την παγκόσμια ενεργειακή κρίση, ii) στη δημιουργία προτύπου μηχανισμού χωροθέτησης αιολικών έργων με χρήση ΓΣΠ, λαμβάνοντας υπόψιν τα πολλαπλά κριτήρια χωροθέτησης που θέτει το Ειδικό

Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΕΠΧΣΑΑ), iii) στην αξιολόγηση των συναγόμενων πληροφοριών για τη λήψη αποφάσεων βέλτιστου χωροταξικού σχεδιασμού της υπό εξέταση περιοχής της Αρκαδίας.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ.**

### **ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

---

#### **2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**

Από τα παραπάνω προκύπτει εύλογα το συμπέρασμα πως οι σύγχρονες κοινωνίες οφείλουν να μεριμνήσουν για την οικονομική ανάπτυξη και την κοινωνική ευημερία, χωρίς αυτό να αποβαίνει σε βάρος του φυσικού περιβάλλοντος. Η ανάπτυξη της οικονομίας και η προστασία του περιβάλλοντος δεν είναι δύο τομείς ανταγωνιστικοί, αλλά θα πρέπει να αλληλοσυμπληρώνονται και να αλληλοτροφοδοτούνται (Sanghoon, Dae-Won, 2015).

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελούν διαθέσιμες μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας φιλικής προς το περιβάλλον, απαλλαγμένες από τα μειονεκτήματα των

συμβατικών τρόπων παραγωγής ενέργειας, όπως η έκλυση ρυπογόνων θερμοκηπιακών αερίων. Κύριο πλεονέκτημά τους, πέραν του φιλοπεριβαλλοντικού τους χαρακτήρα, είναι και το γεγονός πως είναι πρακτικά ανεξάντλητες (Mihalakakou et al, 2002). Η εκμετάλλευσή τους δεν βασίζεται σε κάποια ουσιαστική ανθρώπινη παρέμβαση όπως στην περίπτωση εξόρυξης ή καύσης ορυκτών, αλλά στην αξιοποίηση της υφιστάμενης φυσικής ενεργειακής ροής η οποία είναι σε αφθονία γύρω μας (Mourelatos et al, 1998) Για τον λόγο αυτό αποτελούν κύρια συνιστώσα της αειφορικής ανάπτυξης, προσφέροντας ασφαλή ενεργειακό εφοδιασμό με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος (Iniyan et al, 2000).

Οι βασικές μορφές των ΑΠΕ όπως η ηλιακή ενέργεια, η η κυματική ενέργεια, η αιολική, η βιομάζα, η υδροηλεκτρική και η γεωθερμική, δύνανται να αντικαταστήσουν σε σημαντικό βαθμό τα παραδοσιακά ορυκτά καύσιμα παράγοντας καθαρή ενέργεια, για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών για θέρμανση, ψύξη, ηλεκτρισμό, καύσιμα και βιομηχανική και γεωργική παραγωγή (Shepova, 2015).

Ο προβληματισμός για την ευρεία αξιοποίηση των ΑΠΕ και για την υιοθέτηση αξιόπιστων και προσοδοφόρων τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους, προέκυψε τη δεκαετία του 1970, με την περιοδική εμφάνιση των κρίσεων του πετρελαίου (Bert, Detlef, Hoogwijk, 2015). Την δεκαετία του 1980 το ενδιαφέρον εδραιώθηκε, κατόπιν περιβαλλοντικών μελετών που διαπίστωναν την αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες και τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

## **2.2 Είδη ΑΠΕ**

Ο ορισμός των ΑΠΕ σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2001/77/EK είναι: *«οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η κυματική ενέργεια, η παλιρροϊκή ενέργεια, η ενέργεια από βιομάζα, ή άλλα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, βιοαέρια, η γεωθερμική ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς.»*

Αναλυτικότερα οι μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι:

### **Αιολική ενέργεια**

Η αιολική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία προσφέρει τη δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες εκμεταλλευόμενες το αιολικό δυναμικό της εκάστοτε περιοχής μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική ή ηλεκτρική. Το φυσικό περιβάλλον δεν επιβαρύνεται σημαντικά καθώς δεν απελευθερώνονται ρύποι από τη συγκεκριμένη διαδικασία, ενώ τεχνολογία αυτή προσφέρει λύση ενεργειακού εφοδιασμού πχ σε απομακρυσμένα νησιά ή ηπειρωτικές περιοχές χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα.

Η οδηγία 2001/77/EK ορίζει τις αιολικές εγκαταστάσεις ως *«εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού που λειτουργούν είτε με τη μορφή*

*μεμονωμένων ανεμογεννητριών (Α/Γ), είτε με τη μορφή αιολικών πάρκων, δηλαδή συστοιχίας ανεμογεννητριών.»*

### **Ηλιακή ενέργεια**

Πρόκειται για την ενέργεια, που προέρχεται από τον ήλιο. Μπορεί να αξιοποιηθεί για την ηλεκτροπαραγωγή, με τη βοήθεια φωτοβολταϊκών συλλεκτών οι οποίοι συλλέγουν και μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια, ενώ τα ολοκληρωμένα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα παρέχουν τη δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας. Ακόμη η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται σε θερμικές εφαρμογές όπως σε ηλιακούς θερμοσίφωνες και φούρνους, ενώ με τον κατάλληλο βιοκλιματικό σχεδιασμό κτιρίων και τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων προσφέρει δυνατότητες θέρμανσης, κλιματισμού και φωτισμού στον κτιριακό τομέα.

### **Υδροηλεκτρική Ενέργεια**

Η υδροηλεκτρική ενέργεια προκύπτει από την αξιοποίηση την ενέργειας των υδατοπτώσεων με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή τη μετατροπή της σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια. Πρόκειται για παραδοσιακή και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία αξιοποιήθηκε και σε παλαιότερες εποχές με την δημιουργία φραγμάτων και τον σχηματισμό υδάτινων ταμιευτήρων μεγάλων ποταμών. Τα υδροηλεκτρικά έργα, μέσω των οποίων παράγεται ηλεκτρική ενέργεια από το δυναμικό των υδατοπτώσεων ή μετασχηματίζεται σε μηχανική ενέργεια, βρίσκουν εφαρμογή σε αρκετές περιοχές και ενισχύουν την ενεργειακή αυτάρκεια σε τοπικό κυρίως επίπεδο.

### **Βιομάζα**

Πρόκειται για την αξιοποίηση των υποπροϊόντων και υπολειμμάτων της φυτικής, κτηνοτροφικής παραγωγής, της δασοκομίας και αλιείας, της βιομηχανικής επεξεργασίας προϊόντων και υλών, αλλά και των αστικών λυμάτων και απορριμμάτων, με στόχο την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Βασική εφαρμογή της βιομάζας είναι η χρήση των φυτικών υδατανθράκων (απόβλητα βιομηχανίας ξύλου, επεξεργασίας τροφίμων, ποτών, ζωοτροφών κ.ά) με στόχο να αποδεσμευθεί η ενέργεια που είχε δεσμευθεί από το φυτό κατά τη διάρκεια ζωής του μέσω της φωτοσύνθεσης. Επιπλέον, μέσω της αξιοποίησης των αστικών αποβλήτων και απορριμμάτων είναι δυνατή η παραγωγή βιοκαυσίμων, συμπεριλαμβανομένης της βιοαιθανόλης και του βιοαερίου.

### **Γεωθερμική ενέργεια**

Προκύπτει μέσω της θερμότητας που εκλύεται από τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης και συναντάται με τη μορφή φυσικών ατμών, επιφανειακών ή υπόγειων θερμών νερών (θερμοπίδακες) και σε ξηρά θερμά πετρώματα. Είναι αξιοποιήσιμη στις περιοχές που η θερμότητα εκλύεται με φυσικούς τρόπους στην επιφάνεια, και

χρησιμοποιείται σε ευρεία γκάμα θερμικών εφαρμογών, όπως στον γεωργικό τομέα, στη θέρμανση αστικών περιοχών, και για την ηλεκτροπαραγωγή.

### **Κυματική Ενέργεια και παλιρροϊκή ενέργεια**

Προκύπτει από την κινητική ενέργεια των κυμάτων των θαλασσών και των ωκεανών. Σε περιοχές με ευνοϊκό αιολικό δυναμικό, Οι πνέοντες άνεμοι έχουν ως αποτέλεσμα το σχηματισμό κυμάτων η ενέργεια των οποίων μπορεί να αξιοποιηθεί και να μετασχηματισθεί. Επιπλέον η Ενέργεια από παλίρροιες βασίζεται στη βαρυτική αλληλεπίδραση της Γης με τον Ήλιο και τη Σελήνη, η οποία προκαλεί φαινόμενα ανύψωσης της στάθμης των υδάτων. Κατά την άνοδό του το νερό αποθηκεύεται, ενώ κατά τη διάρκεια της καθόδου του διοδεύεται σε τουρμπίνα, με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

### **2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας**

Τα βασικότερα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνοψίζονται παρακάτω:

- Θεωρούνται αρκετά φιλικές προς το φυσικό περιβάλλον, καθώς αποφεύγεται η εκπομπή αερίων ρύπων, και δεν παράγονται κατ'ουσίαν απορρίμματα και απόβλητα. Οδηγούν στη σταθεροποίηση των ποσοτήτων CO<sub>2</sub> που εκλύεται στην ατμόσφαιρα καθώς και των λοιπών θερμοκηπιακών αερίων. Με τον τρόπο αυτόν συμβάλουν στην αντιστροφή των φαινομένων της κλιματικής αλλαγής, και στην προστασία της ανθρώπινης υγείας, της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων (DeLlano-Paz et al, 2015)
- Ανανεώνονται με φυσικό τρόπο και είναι πρακτικά ανεξάντλητες, εν αντιθέσει με τις ορυκτές πρώτες ύλες καυσίμων. Προσφέρουν τη δυνατότητα ενεργειακής ανεξάρτησης και αυτάρκειας χωρών που δεν διαθέτουν ορυκτούς πόρους στο υπέδαφός τους, συμβάλλοντας έτσι στον ασφαλή ενεργειακό εφοδιασμό τους και στην απομάκρυνση των κινδύνων που ενέχουν οι ενδεχόμενες πετρελαϊκές κρίσεις ( ανεπάρκεια καυσίμων, εκτόξευση τιμών κλπ) για την οικονομία τους ( Erdinc et al, 2015)
- Οι εγκαταστάσεις των ΑΠΕ χωροθετούνται γεωγραφικά με διάσπαρτο τρόπο συμβάλλοντας έτσι στην περιφερειακή ανάπτυξη ενεργειακών υποδομών, καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες, μικρών ή μεγαλύτερων περιοχών, ηπειρωτικών ή νησιωτικών, αστικών ή γεωργικών (Pacesila et al, 2015). Με τον τρόπο αυτόν αποφεύγονται οι απώλειες ενέργειας που προκύπτουν από τη μεταφορά της σε μεγάλες αποστάσεις και δεν επιβαρύνεται το εκάστοτε εθνικό σύστημα διανομής ενέργειας.
- Βασίζονται στην ενεργειακή αξιοποίηση πληθώρας φυσικών πόρων που ρέουν σε αφθονία ανάλογα με την γεωγραφική θέση και τοπολογία της κάθε περιοχής, καλύπτοντας μια ευρεία γκάμα οικονομικοκοινωνικών αναγκών όπως η θέρμανση, παραγωγή ηλεκτρικής ή

μηχανικής ενέργειας) μέσω πολλαπλών εφαρμογών (φωτοβολταϊκά πάρκα, ανεμογεννήτριες, υδροηλεκτρικά έργα κλπ) που μπορούν να λειτουργούν συμπληρωματικά μεταξύ τους για την βελτιστοποίηση του ενεργειακού αποτελέσματος (Casisi et al, 2015)

- Το κόστος λειτουργίας τους δεν εξαρτάται από την τιμή των ορυκτών καυσίμων (Longo et al, 2008) , οπότε και δεν επηρεάζονται από τυχόν ελλείψεις ή κλυδωνισμούς της διεθνούς αγοράς πετρελαίου.

- Οι επενδύσεις σε ΑΠΕ μπορούν αν προσφέρουν το έναυσμα για περιφερειακή ανάπτυξη και δημιουργία θέσεων εργασίας σε τοπικό επίπεδο (Del Rio and Burguillo, 2009), ιδιαίτερα σε περιοχές με χαμηλό δείκτη απασχόλησης, αναζωογονώντας έτσι την τοπική οικονομία, προσφέροντας εργασιακές ευκαιρίες στους κατοίκους μακριά από τα κορεσμένα αστικά κέντρα. δημιουργούν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο (Katsaprakakis ,Christakis, 2015).

Ωστόσο, οι ΑΠΕ έχουν και κάποια μειονεκτήματα όπως :

- Ο σχετικά μικρός συντελεστής ενεργειακής απόδοσης που γενικά τις διακρίνει, δεδομένου ότι η ενεργειακή ροή δεν είναι πάντα σταθερή διαχειρίσιμη, πολλώ δε μάλλον προβλέψιμη, ώστε να χρησιμοποιηθούν ως αποκλειστικά συστήματα ενεργειακού εφοδιασμού. Η απόδοση εξαρτάται από παράγοντες όπως η εποχή, οι κλιματικές συνθήκες, το γεωγραφικό μήκος και πλάτος κλπ, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται σημαντικές διακυμάνσεις κατά περιόδους (Leung and Young, 2012).
- Το γεγονός πως ακριβώς λόγω χαμηλής απόδοσης, συχνά απαιτούνται εγκαταστάσεις ΑΠΕ σε ευρεία γεωγραφική επιφάνεια, με συνοδά έργα μεγάλης κλίμακας, επιφέροντας εκτεταμένες αλλαγές χρήσης γης (Hastik et al, 2015).

Αυτό ενέχει οικονομικό κόστος (Nomura et al, 2004) αλλά και ενδεχόμενο περιβαλλοντικό κόστος (Wang et al, 2015), καθώς έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς προβληματισμοί σχετικά με τους κινδύνους που ενέχουν οι αλλαγές χρήσης γης σε ευρεία κλίμακα (οπτική ρύπανση), για την οικολογική ισορροπία (Stuhlberger, 2010) και την ισορροπία των οικοσυστημάτων (χρήση δομικών υλικών, θόρυβος, καταστροφή ενδιαιτημάτων τοπικής πανίδας).

Αυτή είναι και η αιτία που οι ΑΠΕ χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο ως επικουρικές πηγές ενέργειας και δεν τροφοδοτούν κατά αποκλειστικότητα τα μεγάλα αστικά κέντρα.

#### **2.4 Οι ΑΠΕ σε παγκόσμια κλίμακα**

Σήμερα, η χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας αποτελεί βασική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς πρόκειται για πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας που προσφέρουν δυνατότητες ορθολογιστικής αξιοποίησης των φυσικών πόρων, εξυπηρετώντας μία ευρεία γκάμα ενεργειακών αναγκών (Yung-Che et al, 2011).

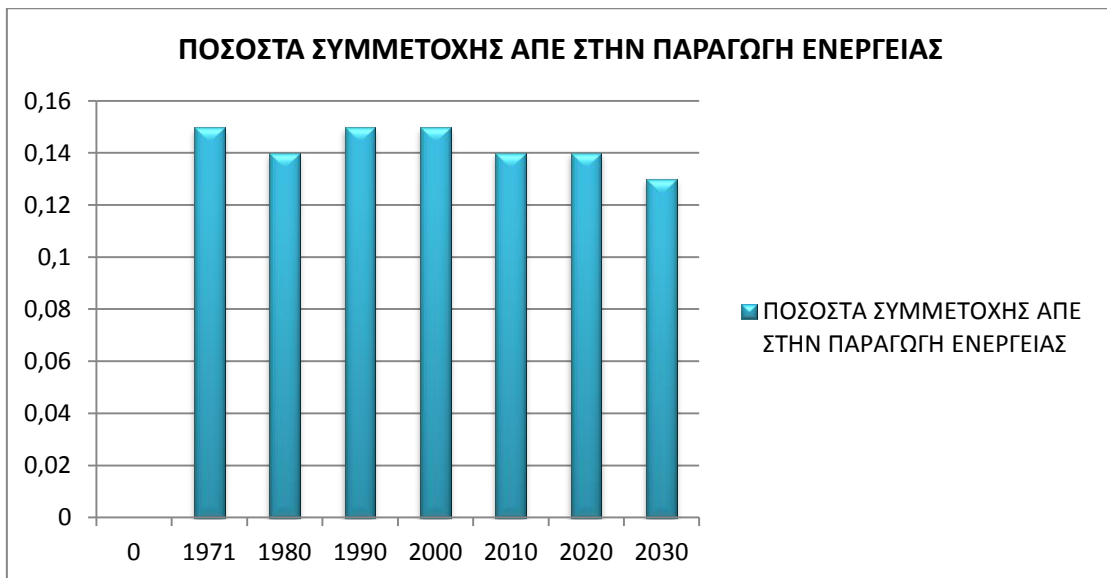
Ωστόσο, η εφαρμογή τους σε παγκόσμιο επίπεδο δεν έχει τη θέση που θα περίμενε κανείς, δεδομένου ότι μόνον το 18% της παραγόμενης ενέργειας στον κόσμο παράγεται από ΑΠΕ (Aitken, 2010), γεγονός που έχει αφυπνίσει αρκετές χώρες στην θέσπιση σχετικών θεσμικών οργάνων για την προώθηση των ΑΠΕ.

Θεωρείται ευρέως πως οι ΑΠΕ αποτελούν μία βιώσιμη λύση για την οικονομική αστάθεια που βιώνουν κράτη που δεν διαθέτουν εξορύξιμο ορυκτό πλούτο, και τα οποία μέχρι πρότινος γνώριζαν σε μεγάλο βαθμό ενεργειακή εξάρτηση από άλλες χώρες, εκτιμάται δε, πως με την κατάλληλη ενεργειακή πολιτική, μέχρι το έτος 2030 τα ποσοστά παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ μπορούν να αγγίξουν το 35%. Το διεθνές ενδιαφέρον για τις ΑΠΕ εμφανίζεται αυξημένο, καθώς αρκετές χώρες στον κόσμο επιδιώκουν την προσέλκυση νέων επενδύσεων προκειμένου να αυξήσουν τα επίπεδα της ενεργειακής τους αυτάρκειας.

Την τελευταία 15ετία η χρήση αιολικής ενέργειας γνωρίζει σημαντική αύξηση σε σχέση με τις υπόλοιπες εναλλακτικές πηγές ενέργειας, οδηγώντας στην τροποποίηση του φυσικού τοπίου αρκετών ευρωπαϊκών χωρών, με τη δημιουργία νέων ενεργειακών τοπίων (Nadai, Labussiere, 2013). Η αιολική ενέργεια παρουσίασε αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος, σε παγκόσμιο επίπεδο, από 17.000MW το 2000, σε 318.000 MW το 2013(Deshaies, Herrero-Luque, 2015).

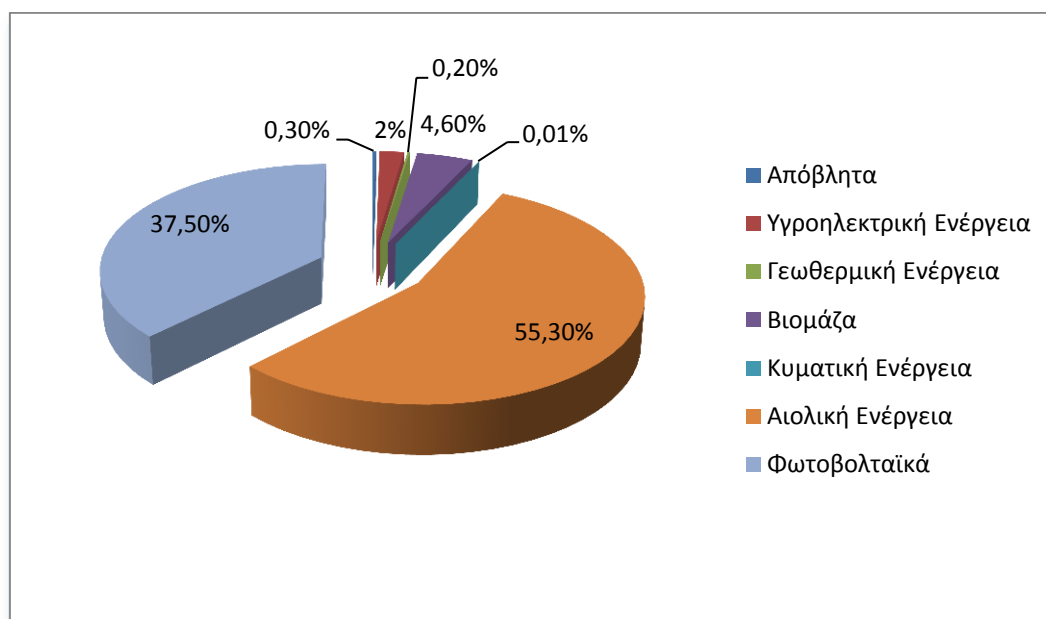
Ωστόσο, παρά το γεγονός πως έχουν εγκατασταθεί ανεμογεννήτριες σε πάνω από 100 χώρες σε όλο τον κόσμο, τα  $\frac{3}{4}$  της παραγόμενης ισχύος προέρχονται από 5 μόνον χώρες : την Κίνα, τις ΗΠΑ, τη Γερμανία, την Ισπανία και την Ινδία (Deshaies, Herrero-Luque, 2015). Οι εν λόγω χώρες έχουν εγκατεστημένα μεγάλα έργα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας, εκτενή φωτοβολταϊκά πάρκα και τεχνολογίες εκμετάλλευσης βιοκαυσίμων. Η ενεργειακή πολιτική της Κίνας έχει θέσει ως στόχο μέχρι το 2020 να παράγεται μέσω της αιολικής ενέργειας ισχύς 30 GW, και συνολική ισχύς από ΑΠΕ έως και 120GW, καλύπτοντας έτσι το 16% των αναμενόμενων ενεργειακών απαιτήσεων της χώρας (Elliot,2007, Yaping et al, 2015).

Στον παρακάτω Πίνακα αποτυπώνεται η συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας από τη δεκαετία του 1970 καθώς και η πρόβλεψη για το 2030. Είναι σαφές πως παρά το γεγονός πως μελλοντικά αναμένεται να παραχθούν μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας από ΑΠΕ, εντούτοις τα ποσοστά συμμετοχής τους προβλέπεται να παραμείνουν περίπου σταθερά.



**Διάγραμμα Π.1.** Ποσοστά συμμετοχής ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο για το διάστημα 1971 έως 2030(εκτιμώμενο). ΙΕΑ, 2013.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ο στόχος που έχει τεθεί είναι μέχρι το έτος 2020 το 1/5 της κάλυψης των ενεργειακών αναγκών να προκύπτει από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Μέσα στο έτος 2014, εγκαταστάθηκε ισχύς από ΑΠΕ που άγγιξε τα 21,3GW(βλ. Πίνακα ) ενώ το 79,1% της συνολικής νέας εγκατεστημένης ισχύος προερχόταν από ανανεώσιμες πηγές (Διάγραμμα 2.1), σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία της EWEA (European Wind Energy Association,2014)



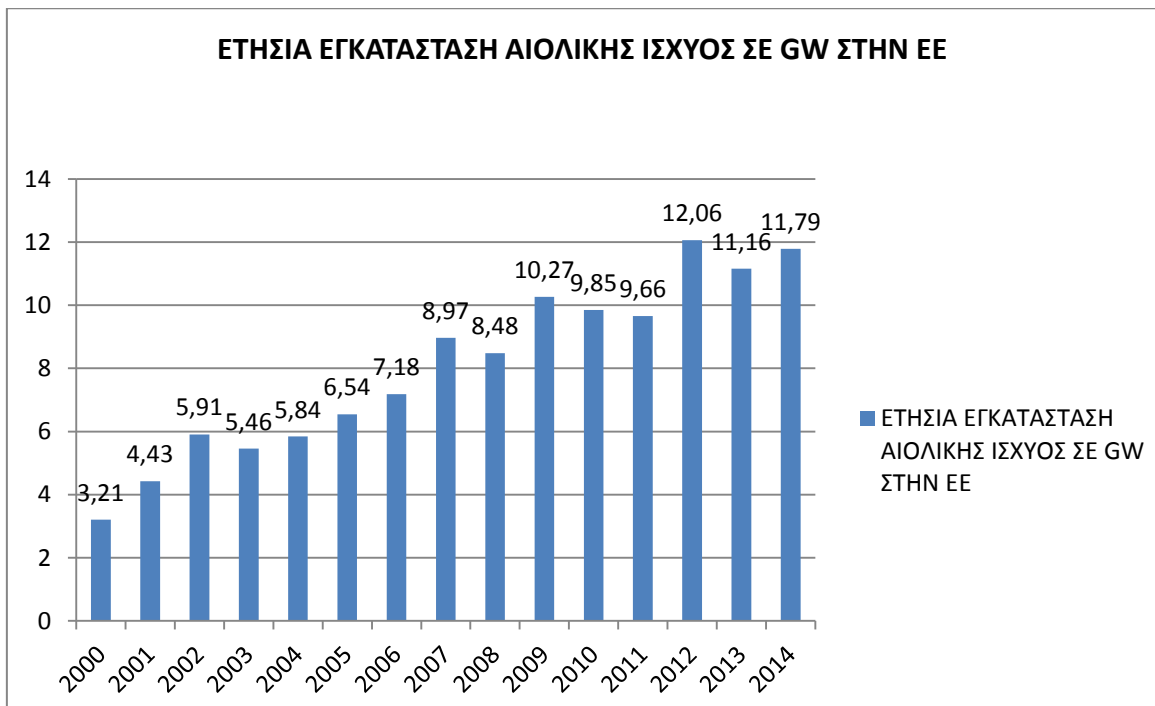
**Διάγραμμα Π.2.** Ποσοστά νέας εγκατεστημένης ισχύος για το έτος 2014 στην ΕΕ. ΙΕΑ, 2014.

**Πίνακας Π.1.** Ποσοτική απεικόνιση σε MW της νέας εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ για το έτος 2014 στην ΕΕ. ΙΕΑ, 2014.

<b>ΕΙΔΟΣ ΑΠΕ</b>	<b>ΝΕΑΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΕ MW</b>
<b>Απόβλητα</b>	68
<b>Υδροηλεκτρική Ενέργεια</b>	436
<b>Γεωθερμική Ενέργεια</b>	45
<b>Βιομάζα</b>	990
<b>Κυματική Ενέργεια</b>	1,3
<b>Αιολική Ενέργεια</b>	11791
<b>Φωτοβολταϊκά</b>	8000

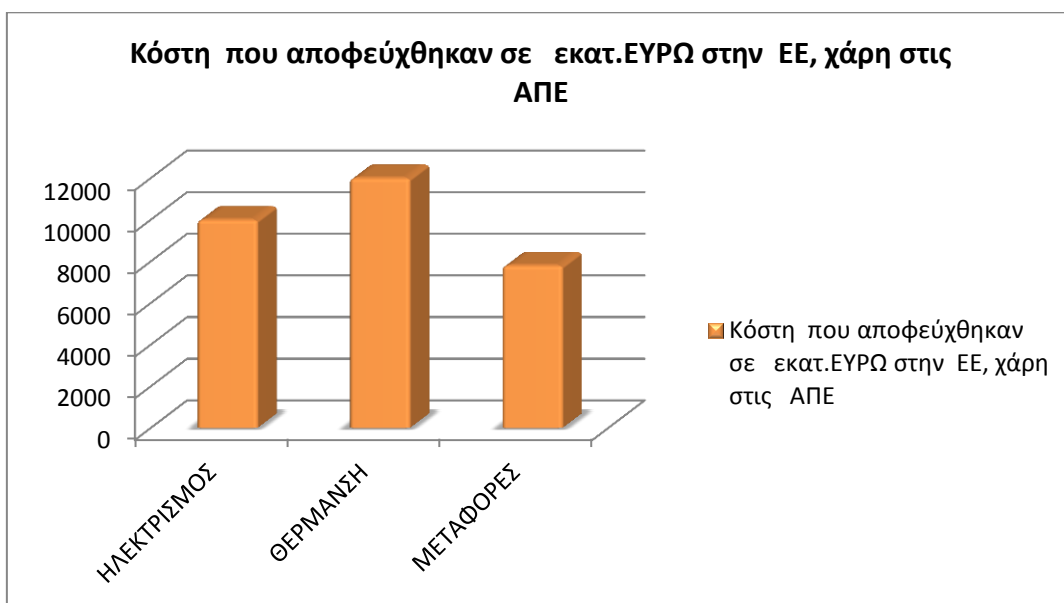
Όπως είναι φανερό στο παραπάνω σχήμα, τα έργα εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας παρουσίασαν τον μεγαλύτερο ρυθμό εγκατάστασης στην ΕΕ με 11,8GW, με τα φωτοβολταϊκά έργα να ακολουθούν με ισχύ 8GW.

Παρακάτω παρατίθενται οι εγκαταστάσεις αιολικής ισχύος στην Ευρώπη, σε ετήσια βάση από το 2010 έως και το 2014, όπου εμφανίζεται σταθερή αύξηση την τελευταία 15ετία από 3,2GW σε 11.8GW.



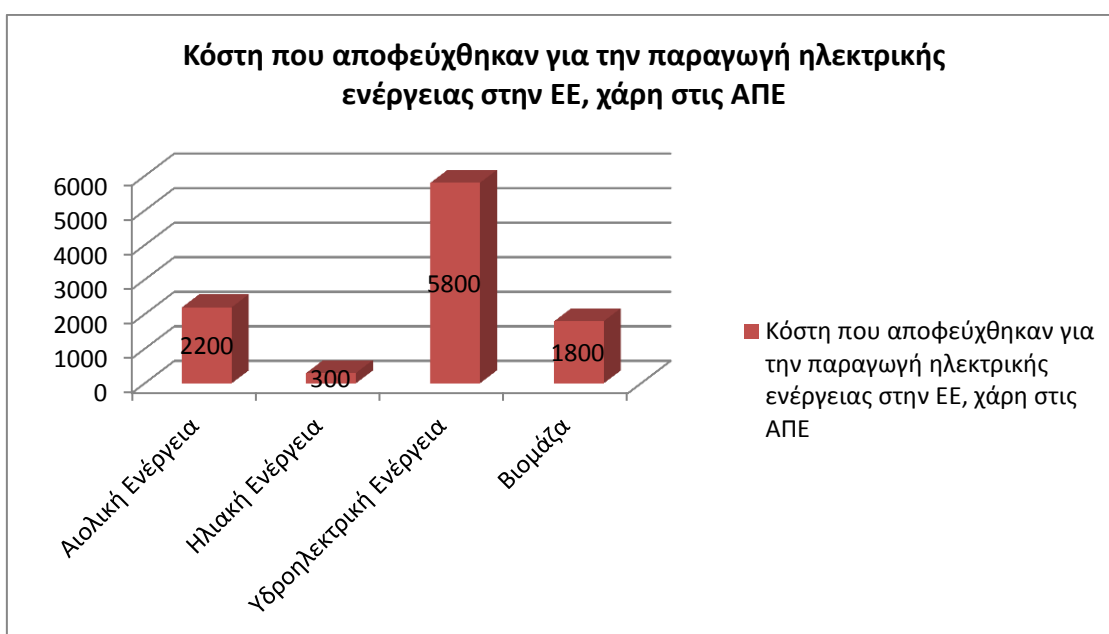
**Διάγραμμα Π.3.** Ποσοτική απεικόνιση νέας εγκατεστημένης ισχύος σε GW για το έτος 2014 στην ΕΕ. EWEA, 2015.

Η αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρουν οι ΑΠΕ, και η εξοικονόμηση οικονομικών πόρων από την αποφυγή εισαγωγής ορυκτών καυσίμων, απέφεραν μόνο το 2010 30 δις ευρώ στα κράτη μέλη της ΕΕ, αθροιστικά για τους τομείς των μεταφορών, θέρμανσης και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας(Διάγραμμα Π.4)



**Διάγραμμα Π.4.** Ποσοτική απεικόνιση κόστους σε εκατ. € που αποφεύχθη στην ΕΕ, χάρη στην ανάπτυξη των ΑΠΕ για το έτος 2010. European Commission, 2014.

Πιο συγκεκριμένα στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, για το έτος 2010 εξοικονομήθηκαν 10δισ ευρώ εκ των οποίων τα 5,8δισ προέκυψαν από ενέργεια που παρήχθη από υδροηλεκτρικά έργα, 2,2δισ από αιολικά έργα, 1,8 από βιομάζα και 0,3δισ από φωτοβολταϊκά έργα(βλ. Διάγραμμα Π.5). Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της ηλιακής, αιολικής και υδροηλεκτρικής ενέργειας έχουν χρόνο ζωής τουλάχιστον 20-25 χρόνια, κατά τη διάρκεια της οποίας συνεχίζουν να αποδίδουν κέρδη.



**Διάγραμμα Π.5.** Ποσοτική απεικόνιση κόστους σε εκατ. € που αποφεύχθη στην ΕΕ, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χάρη στην ανάπτυξη των ΑΠΕ, για το έτος 2010. European Commission, 2014.

Ανάμεσα στα κράτη της ΕΕ, η Ιταλία και η Ισπανία απέφυγαν, χάρη στην αξιοποίηση των ΑΠΕ, τα μεγαλύτερα κόστη που σχετίζονταν με την εισαγωγή καυσίμων, και ακολουθούνται από την Αυστρία, τη Γερμανία και την Πορτογαλία.

Η συνολική εκτιμώμενη εξοικονόμηση για το έτος 2020 και για τους τρεις τομείς (μεταφορές, θέρμανση, ηλεκτρική ενέργεια), αναμένεται να αγγίξει τα 50δισ ευρώ(ΕΕ), χάρη της ενεργειακής παραγωγής από ΑΠΕ που προβλέπεται πως θα αυξηθεί κατά 59% σε σχέση με το 2010.

## **2.5 Η Αιολική Ενέργεια**

Ως αιολική ενέργεια χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προέρχεται από τον άνεμο, ήτοι η ενέργεια που προκύπτει από την οριζόντια μετακίνηση αερίων μαζών. Η αιολική ενέργεια ουσιαστικά απορρέει από την ηλιακή ενέργεια, καθώς οι μετακινήσεις αυτές (άνεμοι) εμφανίζονται λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στον ισημερινό της γης και τους πόλους, αλλά και λόγω της περιστροφικής κίνησης του πλανήτη, (Cushman-Roisin and Beckers, 2011) λόγω των διαφορών στη θερμική συμπεριφορά των υδάτων και της ξηράς, εξαιτίας του γήινου αναγλύφου κλπ.

Η ενέργεια που περικλείει ο άνεμος, η ποιότητα και η ποσότητά της, εξαρτάται από ένα πλήθος παραμέτρων όπως η ταχύτητα με την οποία πνέει, η διεύθυνσή του, ο τυχόν στροβιλισμός των αερίων μαζών ή τοπικές αναταράξεις λόγω εμποδίων (Chaudhry and Hughes, 2012), καθώς και οι τριβές που αναπτύσσονται από την επαφή των αερίων μαζών με το γήινο ανάγλυφο (όρη, κοιλάδες, βλάστηση, ανθρωπογενείς κατασκευές κλπ).

Η αιολική ενέργεια, λόγω της προέλευσής της από την ηλιακή ακτινοβολία, είναι πρακτικά ανεξάντλητη, δεδομένου ότι η επιφάνεια του πλανήτη χαρακτηρίζεται πάγια από θερμοκρασιακή ανομοιομορφία. Πρόκειται για καθαρή μορφή ενέργειας καθώς δεν εκλύει στην ατμόσφαιρα αέριους ρύπους και η δέσμευση και μετατροπή της, με τη χρήση κατάλληλων τεχνολογικών υποδομών, σε ηλεκτρική ενέργεια είναι απαλλαγμένη από απόβλητα (Global Wind Energy Council, 2010).

Η ισχύς που περικλείει ο άνεμος συνολικά στον πλανήτη υπολογίζεται σε  $3,6 \cdot 10^9$  MW, ωστόσο βάσει των εκτιμήσεων του Παγκόσμιου Οργανισμού Μετεωρολογίας, μόνον το 1% της αιολικής ενέργειας, είναι διαθέσιμο για εκμετάλλευση στις διάφορες περιοχές του πλανήτη (Καλδέλλης, 1999). Οι περιοχές που προσφέρονται για δέσμευση και μετατροπή της αιολικής ενέργειας, είναι αυτές με το ευνοϊκότερο αιολικό δυναμικό και ανήκουν στην εύκρατες και στις πολικές ζώνες, με έμφαση στις περιοχές κοντά σε ακτογραμμές.

Σήμερα η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι αρκετά διαδεδομένη (Song, et al, 2016), καθώς από οικονομική σκοπιά αποτελεί μία συμφέρουσα λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής (Fang et al, 2012), λαμβάνοντας υπόψιν πως το κόστος της παραγόμενης αιολικής KWh σε σχέση με τη συμβατική KWh είναι ανταγωνιστικό, πέραν των αδιαμφισβήτητων πρόσθετων κοινωνικών περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων που προσφέρει η αιολική ενέργεια ως ΑΠΕ (Lema, 2016).

Οι σύγχρονες τεχνολογικές υποδομές που αξιοποιούν την αιολική ενέργεια και την μετατρέπουν σε ηλεκτρική, περιλαμβάνουν: α) ένα σύστημα περιστρεφόμενου δρομέα ο οποίος στρέφεται χάρη στην κινητική ενέργεια του ανέμου, β) έναν άξονα που μεταδίδει την κίνηση σε ηλεκτρογεννήτρια με χαμηλή τάση, προκειμένου να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα.

Η πλέον διαδεδομένη και οικονομικά αποδοτική εφαρμογή χρήσης της αιολικής ενέργειας είναι η κατασκευή των αιολικών πάρκων (McWilliam et al, 2012). Τα αιολικά πάρκα συνδυάζουν έργα ηλεκτροπαραγωγής, συνοδά έργα οδοποιίας και έργα που αποσκοπούν στη

μεταφορά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Η λειτουργία των ανεμογεννητριών αποσκοπεί στην επίτευξη ενεργειακής αυτονομίας εγκαταστάσεων μικρής κλίμακας, ή με τη βοήθεια στοιχείων αποθήκευσης ενέργειας, στον εφοδιασμό του ηπειρωτικού δικτύου μεταφοράς με ηλεκτρικό ρεύμα.

Όσο εντείνεται το πρόβλημα της εξάντλησης των ορυκτών καυσίμων, τόσο περισσότερο ενδιαφέρον συγκεντρώνουν οι εφαρμογές χρήσης της αιολικής ενέργειας, η οποία είναι από τις πλέον αναπτυσσόμενες (Kallioras et al, 2015). Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Οργανισμό Αιολικής Ενέργειας (World Wind Energy Association), στο τέλος του 2013 η παγκόσμια χωρητικότητα αιολικής ενέργειας άγγιξε τα 296 GW. Είναι κοινώς αποδεκτό πως η ορθολογιστική αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, δύναται να αναβαθμίσει το ενεργειακό ισοζύγιο σε παγκόσμια κλίμακα χωρίς να προκαλέσει πρόσθετες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις (Liao, 2016).

Βέβαια, δεδομένου ότι η αιολική ενέργεια δεν έχει συνεχή και προβλέψιμη ροή, αλλά εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των περιοχών καθώς και από τις διαρκώς μεταβαλλόμενες μετεωρολογικές συνθήκες ( Song et al, 2014), η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων αποτελεί πρόκληση. Για να είναι αποδοτική και οικονομικά συμφέρουσα η εγκατάσταση αιολικών υποδομών, απαιτείται ενδελεχής μελέτη του αιολικού δυναμικού το οποίο συχνά είναι μεταβαλλόμενο και ασταθές, και προσεκτική επιλογή περιοχών στις οποίες τα διαστήματα άπνοιας είναι σύντομα, και οι θυελλώδεις άνεμοι σπάνιοι.

Επιπλέον, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η χωροταξική διάταξη των ανεμογεννητριών στις περιπτώσεις αιολικών πάρκων, καθώς η ίδια η περιστροφική κίνησή τους προκαλεί ροή αερίων μαζών που ανακόπτουν τη φυσική ροή του ανέμου και μειώνουν την έντασή του, υποβαθμίζοντας έτσι την αποδοτικότητα της αιολικής εγκατάστασης (Song et al, 2013).

### **2.5.1 Ιστορική Αναδρομή Χρήσης της Αιολικής Ενέργειας**

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε από τα πρώτα βήματα του ανθρώπου με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσής του, ενώ υπάρχουν αναρίθμητες ιστορικές αναφορές για την αξιοποίησή της (Kaldellis and Zafirakis, 2011). Από τις πρώτες εφαρμογές εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ήταν η κίνηση των πλοίων με ιστιοπλοϊκά πανιά, ενώ καταγράφονται χρήσεις του ανέμου για την άντληση υδάτων με τη χρήση του αιολικού δυναμικού (νερόμυλοι), καθώς και για την παραγωγή αλεύρων από δημητριακά (ανεμόμυλοι) σε αρκετές περιοχές της γης (Ελλάδα, Αίγυπτος, Περσία, Κίνα κ.ά). Οι πρώτοι ανεμόμυλοι ήταν οριζοντίου άξονα, με υλικά κατασκευής από ξύλο και καλαμιές (Μάμασης, 2006).

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με σκοπό την ηλεκτροπαραγωγή πραγματοποιήθηκε μέσω της πρώτης ανεμογεννήτριας διαμέτρου 17m και 144 πτερυγίων από ξύλο, που εφηύρε ο Αμερικανός C.Brush το 1887. Η ανεμογεννήτρια απέδωσε ισχύ 12KW, μέχρι 35 χρόνια αργότερα να κατασκευαστεί βελτιωμένη έκδοσή της με ισχύ 1,3MW. Μετά από λίγα χρόνια στη Δανία σχεδιάστηκαν ανεμογεννήτριες με δύο ή τρία πτερύγια, ενώ το 1957

κατασκευάστηκε ανεμογεννήτρια με τρία πτερύγια και ισχύ 200KW, βάσει της οποίας σχεδιάζονται ανεμογεννήτριες μέχρι και σήμερα.

Τα τελευταία 30 χρόνια το ενδιαφέρον των ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών έχει στραφεί στην αιολική ενέργεια (Kaldellis and Zafirakis, 2011), με πρωτοπόρους τη Γερμανία, τις ΗΠΑ, την Ισπανία, την Ινδία και την Κίνα (Wu et al, 2014). Στη σύγχρονη Ευρώπη εξέχουσα θέση στην κατασκευή ανεμογεννητριών εξακολουθεί να έχει η Δανία, ενώ την πρώτη θέση στην εγκατεστημένη χωρητικότητα αιολικής ενέργειας κατέχει η Γερμανία. Ακολουθούν η Ισπανία το Ηνωμένο Βασίλειο και η Γαλλία. Στην ΕΕ υπάρχουν ακόμη 15 χώρες με υποδομές μετατροπής αιολικής ενέργειας σε GW ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της Πολωνίας και της Ρουμανίας, και άλλες 8 χώρες με υποδομές αιολικής ενέργειας άνω των 4GW (EWEA, 2015).

### **2.5.2 Η τεχνολογία των αιολικών μηχανών**

Ως Ανεμογεννήτρια αποκαλείται η μηχανή, που δύναται να δεσμεύσει και να μετατρέψει την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική.

Οι τύποι ανεμογεννητριών που σχεδιάστηκαν και χρησιμοποιούνται σε παγκόσμιο επίπεδο χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

1. στις Α/Γ οριζόντιου άξονα, που ως χαρακτηριστικό γνώρισμα έχουν το ότι ο άξονας του δρομέα/έλικα τοποθετείται παράλληλα προς στο έδαφος και έχει δυνατότητα περιστροφής, ώστε να ευθυγραμμίζεται με την κατεύθυνση του ανέμου. Ο συγκεκριμένος τύπος Α/Γ είναι ευρέως διαδεδομένος και χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα στα αιολικά έργα.
2. Στις Α/Γ κατακόρυφου άξονα, οι οποίες διαθέτουν σταθερό άξονα που βρίσκεται κάθετα προς το έδαφος, πάνω στον οποίο είναι προσαρτημένα περιστρεφόμενα πτερύγια. Παρότι πρόκειται για απλουστευμένη μηχανική κατασκευή, η χρήση τους είναι περιορισμένη.

Τα βασικά μέρη μιας Α/Γ οριζοντίου άξονα είναι:

Ο *Πύργος*, πρόκειται για το στήριγμα της Α/Γ και φέρει ολόκληρη την ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Το ύψος του διαφέρει ανάλογα με τα γεωμορφολογικά και αιολικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής, και προκειμένου να αποφεύγεται τυρβώδης ροή του ανέμου.

Ο *Δρομέας*, ο οποίος αποτελεί το κυρίως μέρος της Α/Γ και είναι το περιστρεφόμενο τμήμα. Ο δρομέας φέρει την πλήμνη, όπου βρίσκονται 2 ή 3 πτερύγια ενισχυμένου πολυεστέρα, τα οποία είναι είτε σταθερά είτε περιστρεφόμενα.

Το *Σύστημα μετάδοσης της κίνησης*, το οποίο ευθύνεται για τη μετάδοση της περιστροφικής κίνησης του δρομέα στην ηλεκτρογεννήτρια υψηλής συχνότητας. Αποτελείται από τον

βασικό άξονα, τα έδρανά του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών και σκοπός του είναι να προσαρμόσει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στην ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας.

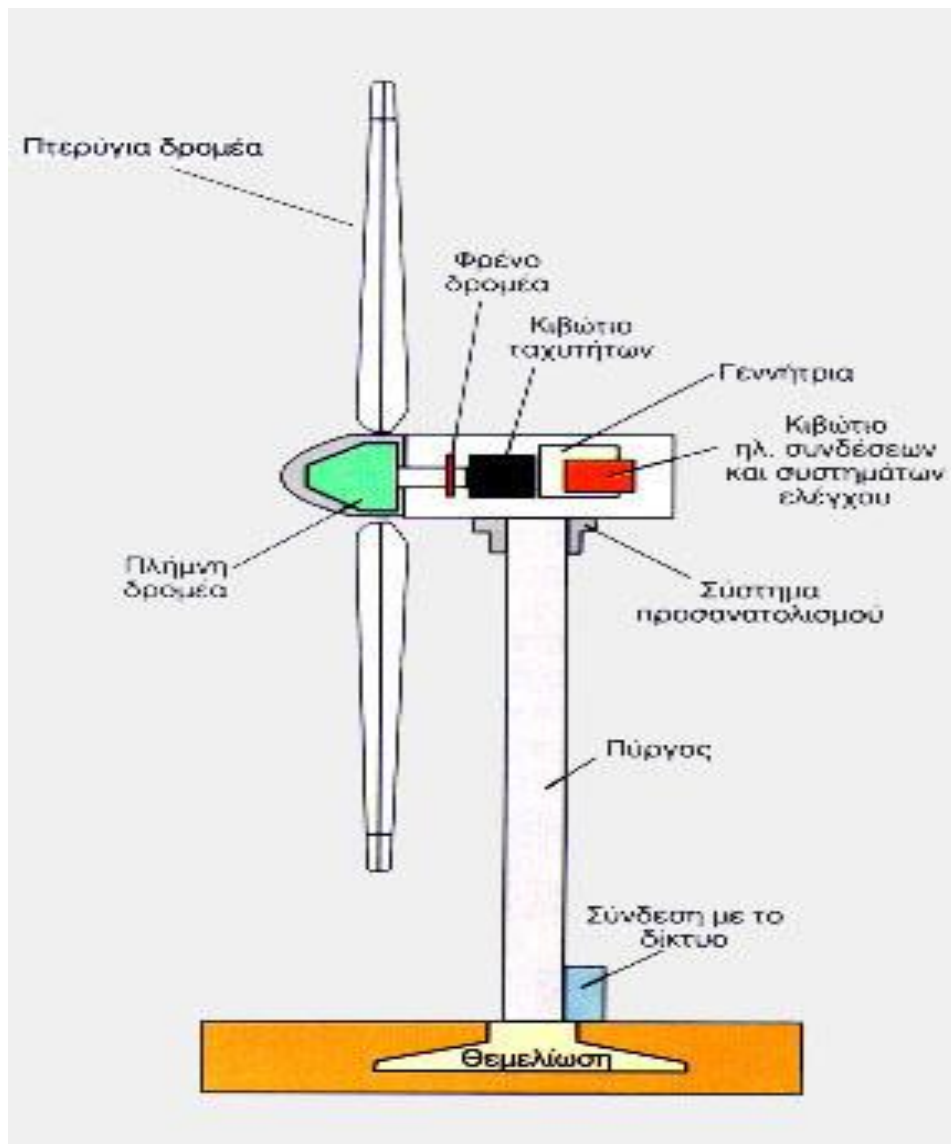
*Η Ηλεκτρογεννήτρια*, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους , η οποία είναι συνήθως μηχανή εναλλασσόμενου ρεύματος και συνδέεται με την έξοδο του κιβωτίου πολλαπλασιασμού στροφών

Το Σύστημα πέδης, πρόκειται για δισκόφρενο, το οποίο βρίσκεται είτε πάνω στον κύριο άξονα είτε στον άξονα της γεννήτριας.

Το Σύστημα προσανατολισμού, που χρησιμεύει στον προσανατολισμό του άξονα περιστροφής του δρομέα, ώστε να τοποθετείται παράλληλα στον άνεμο, κατά τη λειτουργία της Α/Γ.

Ο Ηλεκτρονικός πίνακας και ο πίνακας ελέγχου, που μέσω αυτών ελέγχεται λειτουργία της Α/Γ.

Επιπλέον, οι Α/Γ είναι εξοπλισμένες με ρυθμιστές τάσης ώστε η τάση να κυμαίνεται μεταξύ συγκεκριμένων τιμών (Miller et al,2012 and Salehi et al, 2006) και μπαταρίες στις περιπτώσεις που η Α/Γ δεν είναι συνδεδεμένη σε δίκτυο, και απαιτείται αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας.



**Εικόνα Π.1.** Τυπική Α/Γ οριζοντίου άξονα. Πηγή ΚΑΠΕ ([www.cres.gr](http://www.cres.gr))

Η απόδοση που μπορεί να επιτύχει μία Α/Γ εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, αλλά και από το μέγεθός της, καθώς ανάλογα με τις ενεργειακές ανάγκες που καλείται να καλύψει, μπορεί να αποδώσει ισχύ εκατοντάδων έως και εκατομμυρίων Watt. Το ύψος μιας τυπικής Α/Γ ισχύος 500kW είναι 50m περίπου, με διάμετρο δρομέα 40m. Οι Α/Γ των 3 MW αντίστοιχα έχουν ύψος έως 100m και διάμετρο δρομέα 80m περίπου.

### **2.5.3 Τα Αιολικά Πάρκα**

Η αποδοτική αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας και η μετατροπή της σε απολήψιμες μορφές ενέργειας όπως η ηλεκτρική ή και η μηχανική απαιτεί την εγκατάσταση συστοιχιών ανεμογεννητριών σε περιοχές με ευνοϊκό αιολικό δυναμικό. Ωσαύτως οι κρισιμότεροι παράγοντες για να είναι οικονομικά αποδοτική μία τέτοια επένδυση είναι η ενδελεχής μελέτη και επιλογή της καταλληλότερης περιοχής χωροθέτησης του έργου βάσει της συχνότητας του

ανέμου και της ταχύτητάς του,( Pathak et al, 2015) καθώς και η εγκατάσταση μεγάλου αριθμού ανεμογεννητριών μεγάλης ισχύος, ώστε η απολήψιμη ενέργεια να είναι ποσοτικά σημαντική.

### **Είδη Αιολικών Πάρκων**

Ως αιολικά πάρκα χαρακτηρίζονται οι συστοιχίες ανεμογεννητριών, που λειτουργούν ως ολοκληρωμένες μονάδες παραγωγής ενέργειας. Τα αιολικά πάρκα χωροθετούνται σε τοποθεσίες με ευνοϊκό αιολικό δυναμικό, συνήθως σε περιοχές συνδεδεμένες με το οδικό δίκτυο ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση σε αυτές, αλλά και με υποδομές ηλεκτρικού δικτύου που να επιτρέπει τη μεταφορά της παραγόμενης ενέργειας.

Παρακάτω, παρουσιάζονται τα βασικά είδη των αιολικών πάρκων, βάσει της περιοχής τοποθέτησής τους.

#### **Χερσαία αιολικά πάρκα**

Πρόκειται για πάρκα χωροθετημένα σε χερσαίες περιοχές με απόσταση τουλάχιστον 3km , από τις ακτές. Κατασκευάζονται συνήθως σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο ώστε να εκμεταλλεύονται το ευνοϊκό αιολικό δυναμικό. Αποτελούν τη ευρύτερα διαδεδομένη μορφή αιολικών πάρκων, με τεχνολογία ώριμη και οικονομική, εξαιτίας της προγενέστερης ανάπτυξής τους.

#### **Παράκτια αιολικά πάρκα**

Χωροθετούνται σε αποστάσεις μικρότερες των 3km προς το εσωτερικό των ακτογραμμών ή μικρότερη των 10km προς τη θάλασσα. Τα παράκτια πάρκα, που είναι εγκατεστημένα στην ξηρά, είναι αρκετά διαδεδομένα όπως και τα χερσαία, ενώ, τα παράκτια πάρκα που βρίσκονται μέσα στο θαλάσσιο χώρο, στις περιπτώσεις που τα βάθη της θάλασσας είναι μεγάλα, αντιμετωπίζουν παρόμοιες δυσκολίες με τα υπεράκτια, όσον αφορά τη στήριξη των Α/Γ.

#### **Υπεράκτια αιολικά πάρκα**

Πρόκειται για τα πάρκα που εγκαθίστανται εντός της θάλασσας και σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 10km από την ξηρά. Η εγκατάσταση υπεράκτιων αιολικών πάρκων παρουσιάζει αρκετές τεχνικές δυσκολίες που συνίστανται στη στήριξη, προσβασιμότητα, συντήρηση των Α/Γ, απαιτεί σχετικά μικρά θαλάσσια βάθη χωρίς μεγάλες κλίσεις, ενώ από οικονομικής πλευράς το κόστος είναι αρκετά υψηλό. Η ανάπτυξή τους σε παγκόσμιο επίπεδο είναι σχετικά νέα και η τεχνολογία τους συνεχίζει να εξελίσσεται.

### **2.5.4 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας**

Η εγκατάσταση των ανεμογεννητριών, η λειτουργία του αιολικού πάρκου, αλλά και τα συνοδά έργα που απαιτούνται (π.χ. έργα οδοποιΐας), έχουν γενικά ευνοϊκές συνέπειες για την οικονομία, την κοινωνία και το φυσικό περιβάλλον, αλλά και δυνητικά δυσμενείς επιπτώσεις σε ορισμένους περιβαλλοντικούς τομείς.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας και των αιολικών υποδομών παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω:

Η αιολική ενέργεια βασίζεται σε ανεξάντλητα και ανανεώσιμα αποθέματα ενέργειας, εν αντιθέσει με τα ορυκτά καύσιμα τα οποία μειώνονται με ταχείς ρυθμούς και εκτιμάται ότι πρόκειται να εξαντληθούν τις επόμενες δεκαετίες.

Πρόκειται για ενέργεια που οι εφαρμογές της έχουν ωριμάσει σε τεχνολογικό επίπεδο, προσφέρει προϊόντα σε ανταγωνιστικό κόστος σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, και επιπρόσθετα θεωρείται φιλική προς το περιβάλλον. Η δέσμευση και η μετατροπή της δεν συνδέεται με την παραγωγή μικροσωματιδίων και αερίων ρύπων (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>), και την διοχέτευση στερεών και υγρών αποβλήτων στο φυσικό περιβάλλον, συντελώντας έτσι στην αποφυγή επιβάρυνσης του φαινομένου του θερμοκηπίου και της επίπτωσης της κλιματικής αλλαγής (Herbert et al, 2014).

Η αιολική KWh έχει υπολογισθεί πως ισοδυναμεί με την εξοικονόμηση 1Kgr CO<sub>2</sub>, δεδομένου ότι αποφεύγεται η απελευθέρωσή του στη ατμόσφαιρα. Με δεδομένη την μεγάλη διάρκεια ζωής των ανεμογεννητριών (20 έτη περίπου), συμπεραίνει κανείς πως η ενέργεια που καταναλώθηκε αλλά και οι ρύποι που εκλύθηκαν για την κατασκευή της, υπερκαλύπτονται σε πολλαπλάσιο βαθμό κατά τη λειτουργία της.

Λειτουργεί συμπληρωματικά και επικουρικά στον ασφαλή ενεργειακό εφοδιασμό χωρών (Qui and Anadon, 2012) που δεν διαθέτουν ορυκτά καύσιμα στο υπέδαφός τους, αποδεσμεύοντάς τις εθνικές οικονομίες από την απόλυτη εξάρτηση σε σχέση με τα εισαγωγή πετρελαίου και των παραγώγων του.

Η εγκατάσταση αιολικών υποδομών δεν λειτουργεί ανταγωνιστικά με τυχόν γεωργική ή κτηνοτροφική δραστηριότητα του εγχώριου πληθυσμού, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό των εκτάσεων όπου χωροθετούνται τα αιολικά πάρκα, μπορεί να διατεθεί και για άλλες χρήσεις, δεδομένου ότι οι ανεμογεννήτριες έχουν υπόγειες βάσεις στήριξης.

Πέραν αυτού ευνοείται η οικονομική ανάπτυξη των περιοχών σε τοπικό επίπεδο, καθώς δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας για τους κατοίκους, αλλά και ευκαιρίες απασχόλησης στα συνοδά έργα των αιολικών εγκαταστάσεων, όπως η αναβάθμιση του οδικού και του ηλεκτρικού δικτύου.

Η δημιουργία αιολικών υποδομών δεν απαιτεί την αποψίλωση δασών και την καταστροφή της τοπικής χλωρίδας, καθώς τα αιολικά πάρκα χωροθετούνται κατά κανόνα σε θέσεις με μεγάλο υψόμετρο και αραιής βλάστησης, με αποτέλεσμα να προστατεύονται οι δασώδεις εκτάσεις και οι βοσκοτόποι. Το γεγονός αυτό έχει ευνοϊκή επίδραση και στα άγρια ζώα που βρίσκουν καταφύγιο στις δασώδεις περιοχές.

Τέλος, ευνοεί την γεωγραφική διασπορά των κέντρων παραγωγής ενέργειας, αποσυμφορώντας το κεντρικό ενεργειακό σύστημα και μειώνοντας την ανάγκη διοχέτευσης

ενέργειας σε απομακρυσμένες περιοχές. Με τον τρόπο αυτό συρρικνώνονται και τυχόν ενεργειακές απώλειες.

Ωστόσο όπως αναφέρθηκε παραπάνω η χρήση αιολικής ενέργειας, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις εκτενών αιολικών εγκαταστάσεων δεν είναι απαλλαγμένη από μειονεκτήματα.

Η ροή της αιολικής ενέργειας εμφανίζει σημαντικές διακυμάνσεις σε επίπεδο απόδοσης ισχύος (Song et al, 2014), καθώς η ένταση των ανέμων μεταβάλλεται ανάλογα με το έτος, την εποχή, αλλά ακόμη και ανάλογα με την ώρα της ημέρας ή της νύχτας. Το ποσοστό εκμεταλλεύσιμης ενέργειας των ανέμων είναι σχετικά χαμηλό, καθιστώντας την αιολική ενέργεια, ενέργεια χαμηλής πυκνότητας, που απαιτεί μεγάλο αριθμό ανεμογεννητριών προκειμένου να παράγει αξιόλογη ισχύ, και να καλύψει ενεργειακές ανάγκες σε μεγαλύτερη κλίμακα. Για τον παραπάνω λόγο η αιολική ενέργεια λειτουργεί κυρίως ως επικουρική ενεργειακή πηγή, και δεν καλύπτει συνολικά τις ενεργειακές ανάγκες μεγάλων αστικών κέντρων, παρά μόνον σε τοπικό επίπεδο.

Για την μεγιστοποίηση της παραγόμενης ισχύος απαιτείται η επένδυση αρκετών κεφαλαίων στην έρευνα, χωροθέτηση και εγκατάσταση των αιολικών συστημάτων, πρόκειται δηλαδή για μία διαδικασία που ενέχει αρκετό κόστος (Nomura et al, 2004). Το κόστος αυτό αυξάνεται σημαντικά στην περίπτωση αυτόνομης αιολικής μονάδος, καθώς η διαρκής διαθεσιμότητα της ενέργειας και ο ομαλός εφοδιασμός απαιτούν την εγκατάσταση συστήματος αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, και τυχόν παρακολούθηση και συντήρησή του.

### **2.5.5 Κίνδυνοι Περιοχών Εγκατάστασης Αιολικών Πάρκων**

Επιπλέον, η εγκατάσταση αιολικών πάρκων και η χωροθέτηση έργων μεγάλης κλίμακας μπορεί να επιφέρει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο φυσικό τοπίο, αλλά ενδεχομένως και να διασαλεύσει την ισορροπία εύθραυστων οικοσυστημάτων.

Μερικοί από τους κινδύνους που ελλοχεύουν στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων συνοψίζονται παρακάτω:

#### **Οπτική όχληση**

Η οπτική όχληση, ήτοι το γεγονός πως οι ανεμογεννήτριες αποτελούν οπτικά εμπόδια αλλοιώνοντας την εικόνα του φυσικού τοπίου και ενδεχόμενα υποβαθμίζοντας την ποιότητα της θέας της περιοχής, αποτελεί τον συχνότερο προβληματισμό των τοπικών κοινωνιών (Westerberg et al, 2015)

Η επιλογή ορεινών τοποθεσιών στις οποίες πνέουν δυνατοί άνεμοι, μπορεί να αποδειχθεί προβληματική καθώς συχνά πρόκειται για περιοχές υψηλής αισθητικής με μεγάλο βαθμό

επισκεψιμότητας. Οι ενστάσεις που διατυπώνονται από τον εγχώριο πληθυσμό αφορούν συνήθως τον κίνδυνο υποτίμησης της αξίας των ιδιοκτησιών τους (Gulden, 2011), αλλά και της ανακοπής της τουριστικής ανάπτυξης των εν λόγω περιοχών.

Οι προβληματισμοί αυτοί μπορούν να αρθούν με την ενδελεχή έρευνα και επιλογή των περιοχών εγκατάστασης των αιολικών έργων, ώστε να μην υποβαθμισθεί η αισθητική του φυσικού τοπίου.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μελετώντας:

α) την απόσταση από περιοχές υψηλού φυσικού κάλλους β) την επισκεψιμότητα της περιοχής, γ) την πληθυσμιακή πυκνότητα της περιοχής, δ) την απόσταση των εγκαταστάσεων από τους οικισμούς. Επιπλέον, σημαντική είναι και η μέριμνα για την όσο το δυνατόν καλύτερη ενσωμάτωση των ανεμογεννητριών λαμβάνοντας υπόψιν : το μέγεθος, το χρώμα, τα υλικά και τη διάταξη των Α/Γ, και φυσικά μεριμνώντας για την συστηματική συντήρηση του αιολικού σταθμού.

### **Θόρυβος**

Ο θόρυβος των ανεμογεννητριών προκαλείται από τη λειτουργία των μηχανικών συστημάτων της, όπως της ηλεκτρογεννήτριας και του κιβωτίου ταχυτήτων, ενώ η περιστροφική κίνηση των πτερυγίων παράγει τον λεγόμενο αεροδυναμικό θόρυβο.

Ο θόρυβος που προκαλείται από το κιβώτιο ταχυτήτων είναι διακεκριμένος και ορισμένες φορές υπερβαίνει τον αεροδυναμικό θόρυβο, ωστόσο ο επιμελής σχεδιασμός του μηχανικού μέρους και η κατάλληλη ηχομονωτική επένδυση μπορεί να ελαττώσει σημαντικά την όχληση (Sorkhabi, et al, 2016).

Ο αεροδυναμικός θόρυβος που προκύπτει από τις διακυμάνσεις και την αστάθεια ροής των ανέμων καθώς και από την τυρβώδη ροή που παρατηρείται στις άκρες των πτερυγίων της Α/Γ, καλύπτει ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων. Ο κατάλληλος σχεδιασμός των ακραίων σημείων των πτερυγίων, δύναται να μειώσει το επίπεδο της έντασης του θορύβου.

Οι σύγχρονες Α/Γ ισχύος 300 KW, που λειτουργούν με ταχύτητες ανέμων της τάξης των 8 m/s, παράγουν θόρυβο 45 dBA περίπου σε απόσταση 200 μέτρων. Ο θόρυβος λαμβάνει μεγαλύτερες τιμές όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι μικρότερη καθώς δεν προκαλείται θρόισμα της τοπικής βλάστησης που να μετριάξει το ακουστικό αποτέλεσμα. Βέβαια, εφόσον τηρηθεί η νομοθετική πρόβλεψη για εγκατάσταση αιολικών συστημάτων σε απόσταση όχι μικρότερη των 500 μέτρων από κατοικημένες περιοχές, ο προκύπτων θόρυβος κατά τη διάρκεια νύχτας με πνέοντες ανέμους χαμηλής εντάσεως, είναι στο εσωτερικό κατοικίας - με κλειστά παράθυρα - χαμηλότερος από τον θόρυβο που προκαλείται με αστικές περιοχές από την κυκλοφορία οχημάτων (Hansen, et al, 2015).

### **Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές**

Οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές προκύπτουν από την επιφάνεια που σαρώνεται κατά την περιστροφική κίνηση των πτερυγίων, η οποία προκαλεί την ανάκλαση των

ηλεκτρομαγνητικών σημάτων των πομπών τηλεπικοινωνιακών υποδομών(ραδιόφωνο, τηλεόραση), όπως ένας καθρέφτης ( Angulo et al, 2014).

Εφόσον η Α/Γ είναι τοποθετημένη ανάμεσα στον πομπό και τον δέκτη προκαλείται η λεγόμενη εμπρόσθια σκέδαση, με αποτέλεσμα οι παρεμβολές στο σήμα του δέκτη να παρουσιάζουν περιοδικότητα ανάλογα με τη συχνότητα περιστροφής των πτερυγίων. Οι χειρότερες συνέπειες παρατηρούνται όταν το σήμα είναι μεγάλης συχνότητας, αλλά δεν είναι ισχυρό και προσπίπτει σε μεγάλες μεταλλικές έλικες. Ως εκ τούτου είναι σκόπιμο οι Α/Γ να μην τοποθετούνται μεταξύ πομπού και δέκτη μικροκυμάτων.

Στην περίπτωση που η Α/Γ έχει τοποθετηθεί όπισθεν του δέκτη, προκύπτει η οπίσθια σκέδαση, με αποτέλεσμα ο δέκτης να λαμβάνει διπλό σήμα, ένα σήμα προερχόμενο από τον πομπό και ένα που ανακλάται στην έλικα και επανεκπέμπεται. Στην περίπτωση τηλεοπτικού σήματος, το φαινόμενο προκαλεί την εμφάνιση διπλών ειδώλων στην οθόνη.

Σύμφωνα με τα παραπάνω εύλογα προκύπτει πως στις περιοχές εγκατάστασης των Α/Γ είναι απαραίτητη η εγκατάσταση και ενισχυτών ραδιοσημάτων, ενώ οι η λήψη τηλεοπτικού σήματος θα πρέπει να γίνεται με ενσύρματο δίκτυο.

### **Λοιποί κίνδυνοι από βλάβη εξοπλισμού ή ανεπαρκή συντήρηση**

Οι Α/Γ από πλευράς ασφάλειας εξοπλισμού βρίσκονται σε ένα πολύ ικανοποιητικό επίπεδο όπως άλλωστε προκύπτει και από ασφαλιστικά στατιστικά στοιχεία, ωστόσο υπάρχει πάντα ο κίνδυνος βλάβης, δυσλειτουργίας ή σφάλματος κατά την κατασκευή ή τοποθέτηση που μπορεί να προκαλέσει ατυχήματα.

Θεωρητικά, στην περίπτωση που η έλικα μίας ανεμογεννήτριας 200 KW αποκοπεί από τον άξονα κατά την περιστροφή της, δύναται να φθάσει μέχρι τα 165 μέτρα, προτού προσγειωθεί. Η τήρηση των ελαχίστων αποστάσεων ασφαλείας από οικιστικές συγκεντρώσεις, δίκτυο συγκοινωνιών, αεροδρόμια, αλλά και από περιοχές με αρχαιολογικό χαρακτήρα, μπορεί να εξασφαλίσει σχεδόν τον εκμηδενισμό της πιθανότητας ανθρώπινου τραυματισμού.

Αυτονόητη είναι βέβαια και η επαρκής εποπτεία τοποθέτησης των Α/Γ ώστε να αποφεύγονται τα τεχνικά σφάλματα, η συντήρηση των αιολικών έργων και η τήρηση των προβλεπόμενων κανονισμών λειτουργίας τους. Άλλωστε οι σύγχρονες Α/Γ συμπεριλαμβάνουν στα τεχνικά τους χαρακτηριστικά συστήματα εποπτείας και ελέγχου με σκοπό τον περιορισμό των ατυχημάτων που μπορεί να προκληθούν από βλάβη εξαρτημάτων.

### **Επιπτώσεις στην ορνιθοπανίδα**

Η εγκατάσταση αιολικών συστημάτων μπορεί να έχει επιπτώσεις στην εγχώρια ορνιθοπανίδα, γεγονός που έχει απασχολήσει αρκετές φορές την παγκόσμια περιβαλλοντική κοινότητα (Wang et al, 2015) και θεωρείται ζήτημα υψηλού ερευνητικού ενδιαφέροντος (Marques et al, 2014). Τα πτηνά της περιοχής ενδέχεται κατά την πτήση τους να συγκρουσθούν με τις ταχέως περιστρεφόμενες έλικες των Α/Γ ή με τον πύργο στήριξης, με αποτέλεσμα τον τραυματισμό ή και το θάνατό τους (Furness et al, 2013 και ( Spiropoulou, et

al, 2015). Παράγοντες που επηρεάζουν τον κίνδυνο πρόσκρουσης είναι το βάρος των πουλιών, το μήκος των φτερών τους, το μήκος της ουράς κά (Janss, 2000).

Βέβαια, σε μελέτες που έχουν διεξαχθεί έχει προκύψει πως στις περιπτώσεις που οι ανεμογεννήτριες δεν έχουν τοποθετηθεί σε περιοχές-περάσματα πουλιών (πχ αποδημητικά πουλιά) οι συνέπειες στον πληθυσμό τους είναι περιορισμένες ( Zohbi et al, 2015).

Οι θάνατοι πτηνών που οφείλονται στην πρόσκρουσή τους στις έλικες Α/Γ υπολογίζεται ότι είναι σημαντικά λιγότεροι από τους θανάτους που προκαλούνται από άλλες ανθρωπογενείς κατασκευές όπως οι γραμμές υψηλής τάσης, τα κτίρια και το οδικό δίκτυο (Calvert et al, 2013 και Epickson et al, 2005 ). Εκτιμάται πως οι απώλειες σε πτηνά που οφείλονται σε συγκρούσεις κυμαίνονται σε παγκόσμιο επίπεδο σε 40 ετησίως ανά Α/Γ ( Sovacool, 2009), ενώ ανάλογα με την περιοχή ο κίνδυνος σύγκρουσης είναι διαφορετικός, καθιστώντας κάποια είδη πτηνών πιο ευάλωτα (Hull et al, 2013).

Σε ορισμένες περιπτώσεις πτηνών, όπως σε προστατευόμενα είδη ή είδη με μεγάλο προσδόκιμο ζωής, αραιή αναπαραγωγική δραστηριότητα και αργή διαδικασία ενηλικίωσης, ακόμη και αυτές οι μικρές συγκριτικά απώλειες, μπορεί να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στον πληθυσμό τους( De Lucas et al, 2012 και Carrete et al, 2009).

Από τα παραπάνω προκύπτει πως προκειμένου να αμβλυνθεί η πιθανότητα πρόσκρουσης πτηνών στις αιολικές κατασκευές, κατά την εγκατάστασή τους πρέπει να αποφεύγονται περιοχές που λειτουργούν ως περάσματα αποδημητικών πουλιών, καθώς και να λαμβάνεται υπ' όψιν το είδος (μέγεθος, μήκος) και η συμπεριφορά των ντόπιων πτηνών (ύψος πτήσης, αναπαραγωγική συμπεριφορά, διάρκεια ζωής) , προστατευόμενων ή μη, ώστε να αποφεύγεται πιθανή ανεπανόρθωτη μείωση του πληθυσμού τους. Άλλωστε, η πολιτική αυτή εφαρμόζεται στην Ευρώπη, στην Αυστραλία και στις ΗΠΑ, με την παροχή τοπικών, αλλά και εθνικών κατευθυντήριων γραμμών σχετικά με την ενσωμάτωση της προστασίας της άγριας ζωής στη διαδικασία σχεδιασμού και χωροθέτησης των αιολικών πάρκων (EE, 2011 και CEC, 2007)

### **2.5.6 Η αιολική ενέργεια στην Ευρώπη και στον κόσμο**

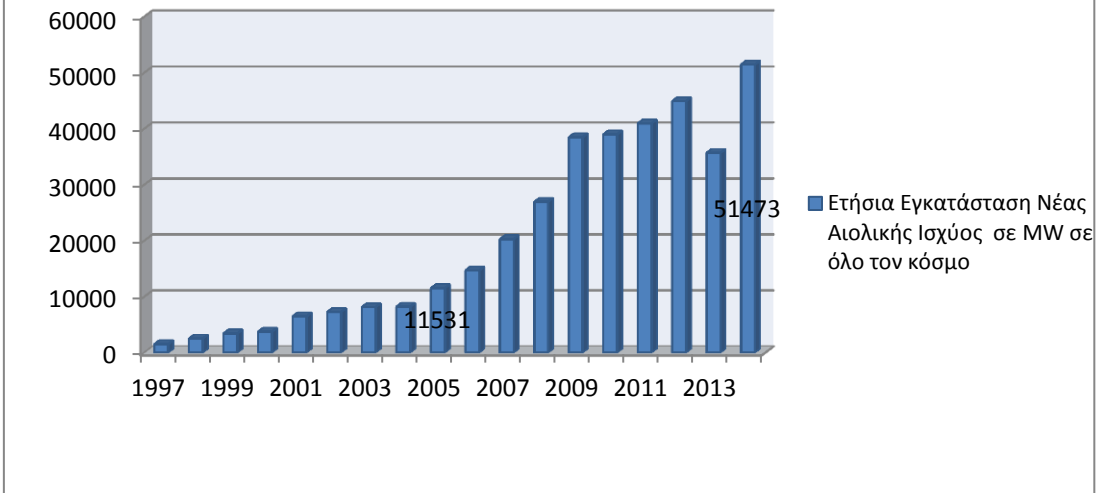
Η αξιοποίηση των ΑΠΕ σε παγκόσμιο επίπεδο κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος, με την αιολική ενέργεια να έχει τη μεγαλύτερη συνεισφορά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις υπόλοιπες ΑΠΕ (Khezri et al, 2015). Αυτό οφείλεται μεταξύ άλλων στην ευρεία διαθεσιμότητα του ανέμου, την δυνατότητα διατήρησης παράλληλων χρήσεων γης στο χώρο των αιολικών εγκαταστάσεων, και στο σχετικά μικρότερο κόστος δημιουργίας ενός αιολικού πάρκου (Ellabban et al, 2014).

Η αιολική ενέργεια διαδραματίζει πλέον ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη διεθνή αγορά ενέργειας και η διεξόδυσή της έχει αυξηθεί σημαντικά, με 318GW εγκατεστημένης ισχύος στα τέλη του 2013 (Pathak et al, 2015), ενώ μέχρι το 2030 υπολογίζεται πως σε Ευρώπη και

ΗΠΑ οι υποδομές εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας θα καλύπτουν το 20% των αναγκών κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (Yuan, 2013).

Το έτος 2014 εγκαταστάθηκε σε όλο τον κόσμο ισχύς 51,5GW εκτοξεύοντας το ποσό της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος από την αιολική τεχνολογία στα 369,6 GW (GWEC). Πρωταθλήτρια στην συνολική εγκατεστημένη ισχύ αναδεικνύεται η Κίνα με μερίδιο 31% επί της παγκόσμιας εγκατεστημένης ισχύος αιολικής ενέργειας, με 114.609MW, ενώ δεύτερες έρχονται οι ΗΠΑ με 65.879MW συνολικής εγκατεστημένης ισχύος και ποσοστό 17,8%. Ακολουθούν η Γερμανία με 10,6%, η Ισπανία με 6,2% και η Ινδία με 6,1%. Η αύξηση που σημειώνει σε ετήσια βάση, την τελευταία δεκαπενταετία, η εγκατάσταση Α/Γ αποτυπώνεται στο Διάγραμμα Π.6.

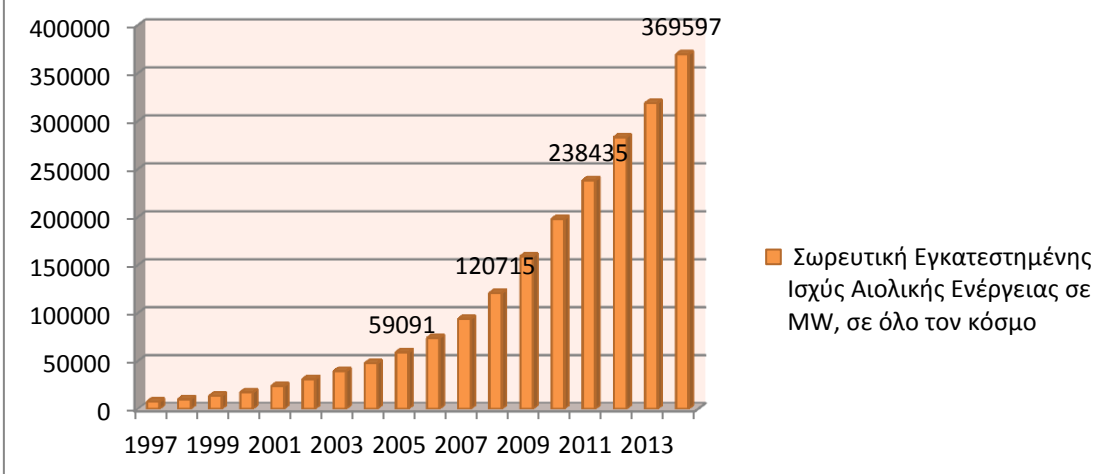
### Ετήσια Εγκατάσταση Νέας Αιολικής Ισχύος σε MW σε όλο τον κόσμο



**Διάγραμμα Π.6.** Εγκατάσταση νέας ισχύος αιολικής τεχνολογίας στον κόσμο, σε ετήσια βάση (MW). Πηγή GWEA, 2014

Αντίστοιχα, η σωρευτική εγκατεστημένη ισχύς από την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, σε παγκόσμιο επίπεδο, αποτυπώνεται στο Διάγραμμα Π.7

### Σωρευτική Εγκατεστημένης Ισχύς Αιολικής Ενέργειας σε MW, σε όλο τον κόσμο



**Διάγραμμα Π.7.** Ετήσια σωρευτική ισχύς από εγκαταστάσεις αιολικής τεχνολογίας στην ΕΕ (MW). GWEA, 2015.

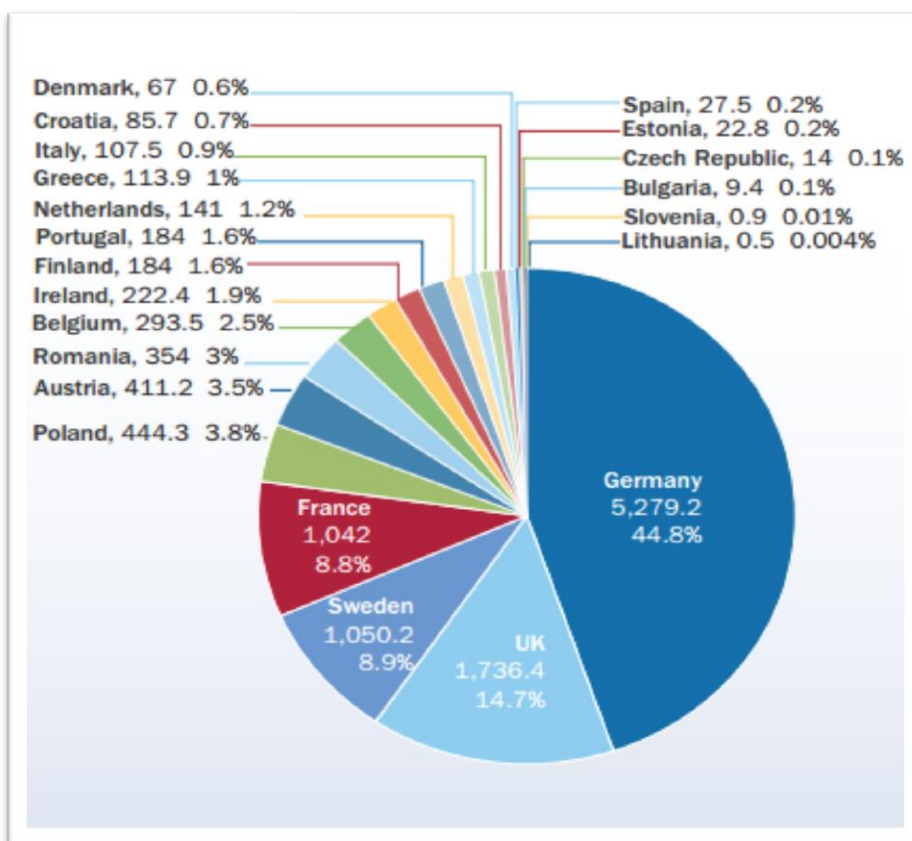
Ωστόσο η μη προβλέψιμη φύση του ανέμου προκαλεί διακυμάνσεις στην ενεργειακή ροή, γεγονός που κατά περιπτώσεις προκαλεί αστάθεια στο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, αυξομειούμενη τάση κλπ. (Yang et al, 2008) θέτοντας ως προϋπόθεση για την περαιτέρω ανάπτυξη των αιολικών πάρκων, τη δυνατότητα σταθερής στήριξης του δικτύου όπως θα συνέβαινε με ένα συμβατικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής (Pathak et al, 2015).

Για τον λόγο αυτόν τα υπεράκτια αιολικά πάρκα αρχίζουν να συγκεντρώνουν περισσότερο ερευνητικό ενδιαφέρον (Vazquez et al, 2015) σε ολόκληρη την Ευρώπη, λόγω μεγαλύτερης ενεργειακής ροής (Ramos et al, 2014) και διαθεσιμότητας έναντι των χερσαίων (Veigas et al, 2014), ώστε να επιτευχθεί ο στόχος που ορίζει πως οι ΑΠΕ θα πρέπει να καλύπτουν το 20% των ευρωπαϊκών αναγκών σε ενέργεια μέχρι το 2020 (Astariz et al, 2015). Σύμφωνα με τον GWEC τα υπεράκτια αιολικά πάρκα θα μπορούσαν δυνητικά να καλύψουν επτά φορές την ενεργειακή ζήτηση της Ευρώπης και 4 φορές τις ενεργειακές ανάγκες των ΗΠΑ.

Τα υπεράκτια αιολικά ξεκίνησαν το 1991 όταν η Δανία εγκατέστησε πρώτη Α/Γ έξω από τις ακτές της, και σήμερα η Ευρώπη διαθέτει το 90% περίπου εγκατεστημένης υπεράκτιας αιολικής ισχύος στον πλανήτη (Χατζημήτρος, 2014), ωστόσο το έτος 2014 η ισχύς που εγκαταστάθηκε στην Ευρώπη από θαλάσσια αιολικά πάρκα, αντιστοιχούσε μόλις στο 17% της παγκόσμιας ισχύος που εγκαταστάθηκε το ίδιο έτος (GWEC). Φιλόδοξους στόχους ανάπτυξης των υπεράκτιων αιολικών υποδομών έχουν θέσει πλέον χώρες εκτός Ευρώπης, όπως η Κίνα, η Ιαπωνία, η Νότια Κορέα, η Ταϊβάν και οι ΗΠΑ. Τα θαλάσσια αιολικά πάρκα σε γενικές γραμμές γίνονται πιο αποδεκτά απ' το κοινό διότι δεν προκαλούν οπτική όχληση ή θόρυβο, ωστόσο η τεχνολογία τους αντιμετωπίζει το πρόβλημα του κόστους επένδυσης και συντήρησης (Blanco, 2009), αφήνοντας περιθώρια για εξέλιξη, έως ότου μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλη εμπορική κλίμακα (Χατζημήτρος, 2014).

Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της EWEA κατά τη διάρκεια του 2014, η ισχύς που εγκαταστάθηκε στην Ευρώπη προερχόμενη από την αιολική ενέργεια, έφτασε τα 12.819MW εκ των οποίων τα 11.791 MW εγκαταστάθηκαν σε χώρες της ΕΕ, παρουσιάζοντας αύξηση σε ποσοστό 3,8% σε σχέση με το 2013. Τα 10.308MW αφορούσαν χερσαία και τα 1.483MW θαλάσσια αιολικά πάρκα.

Οι συνολικές επενδύσεις στις χώρες της ΕΕ όσον αφορά την αιολική ενέργεια κυμάνθηκαν το 2014 μεταξύ 13,1δισ και 18,7δισ ευρώ, με τις χερσαίες αιολικές υποδομές να προσελκύουν επενδύσεις από 8,9δισ έως 12,8δισ ευρώ, ενώ το μερίδιο των θαλάσσιων αιολικών πάρκων υπολογίστηκε από 4,2δισ έως 5,9δισ ευρώ. Από τις χώρες της ΕΕ η Γερμανία κατέχει τα σκήπτρα της μεγαλύτερης αγοράς, με ετήσια εγκατάσταση ισχύος αιολικής ενέργειας στα 5.279MW, με το 10% της ισχύος να προκύπτει από πλωτές εγκαταστάσεις. Το Ηνωμένο Βασίλειο ακολούθησε τη Γερμανία, με την εγκατάσταση ισχύος 1.736MW, με το 47% περίπου να αφορά υπεράκτια αιολικά έργα. Η Σουηδία και η Γαλλία στην τρίτη και τέταρτη θέση εγκατέστησαν ισχύ 1.050MW και 1.042MW αντίστοιχα ( Εικόνα Π.2)

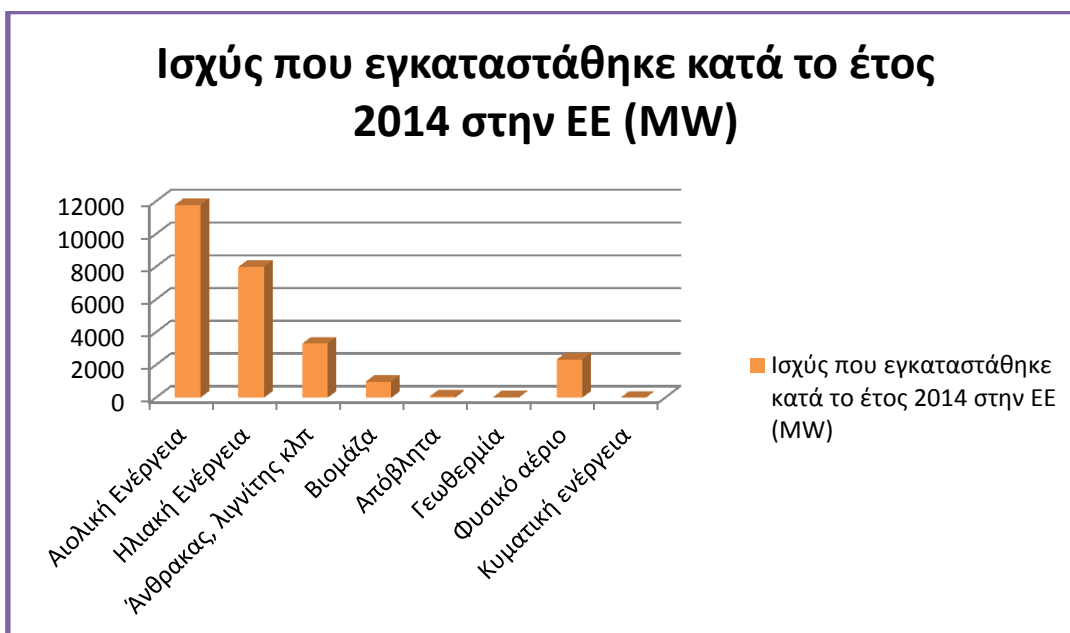


**Εικόνα Π.2.** Μερίδια ανά εγκατεστημένη ισχύ σε MW των κρατών μελών της ΕΕ κατά τη διάρκεια του έτους 2014. Πηγή EWEA, 2015.

Η τεχνολογία της αιολικής ενέργειας, κατά τη διάρκεια του 2014, παρουσίασε τη μεγαλύτερη διείσδυση στην αγορά ενέργειας των χωρών της ΕΕ, εμφανίζοντας τον μεγαλύτερο αριθμό νέων εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας, σε ποσοστό 43,7% όλων των νέων εγκατεστημένων μορφών ενέργειας, ακολουθούμενη από την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών στοιχείων (Διάγραμμα Π.8 και Π.9)

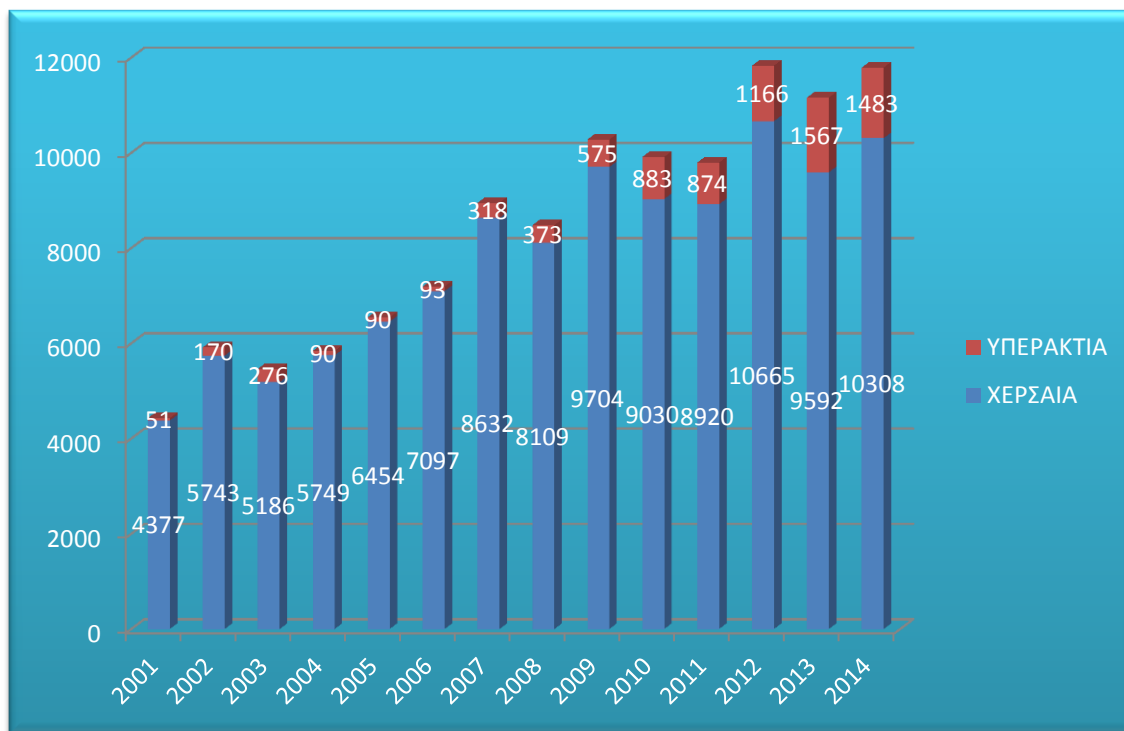


**Διάγραμμα Π.8.** Μερίδια ισχύος που εγκαταστάθηκε κατά το έτος 2014 στην ΕΕ, ανά τεχνολογία παραγωγής ενέργειας. EWEA, 2015.

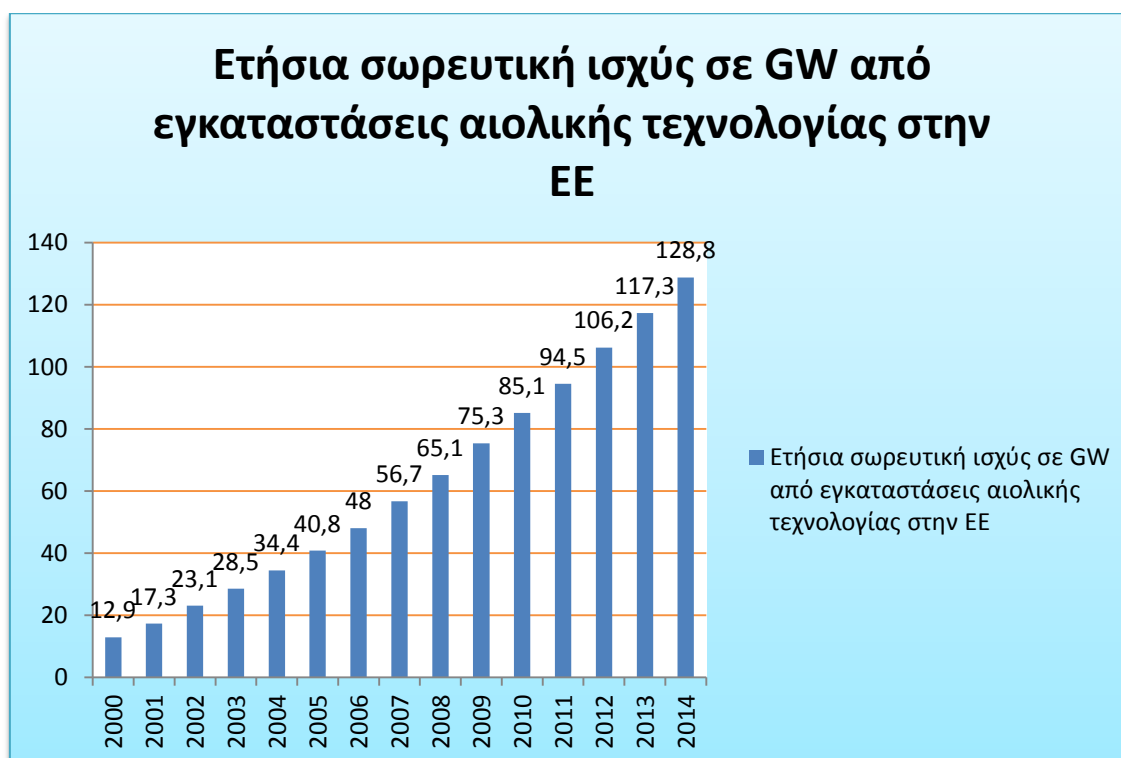


**Διάγραμμα Π.9.** Ισχύς που εγκαταστάθηκε κατά το έτος 2014 στην ΕΕ, ανά τεχνολογία παραγωγής ενέργειας (MW). EWEA, 2015.

Από το έτος 2001 έως και το 2014, η ετήσια εγκατάσταση ισχύος από τεχνολογίες αιολικής ενέργειας παρουσιάζει ραγδαία ανάπτυξη (Διάγραμμα Π.10 ) τόσο για τα χερσαία όσο και για τα θαλάσσια αιολικά πάρκα, με αποτέλεσμα σήμερα στην ΕΕ να υφίσταται σωρευτική εγκατεστημένη ισχύς ύψους 128,8GW (Διάγραμμα Π.11).



**Διάγραμμα Π.10.** Εγκατάσταση νέας ισχύος αιολικής τεχνολογίας στην ΕΕ σε ετήσια βάση (MW). EWEA, 2015.



**Διάγραμμα Π.11.** Ετήσια σωρευτική ισχύς από εγκαταστάσεις αιολικής τεχνολογίας στην ΕΕ (GW). EWEA, 2015

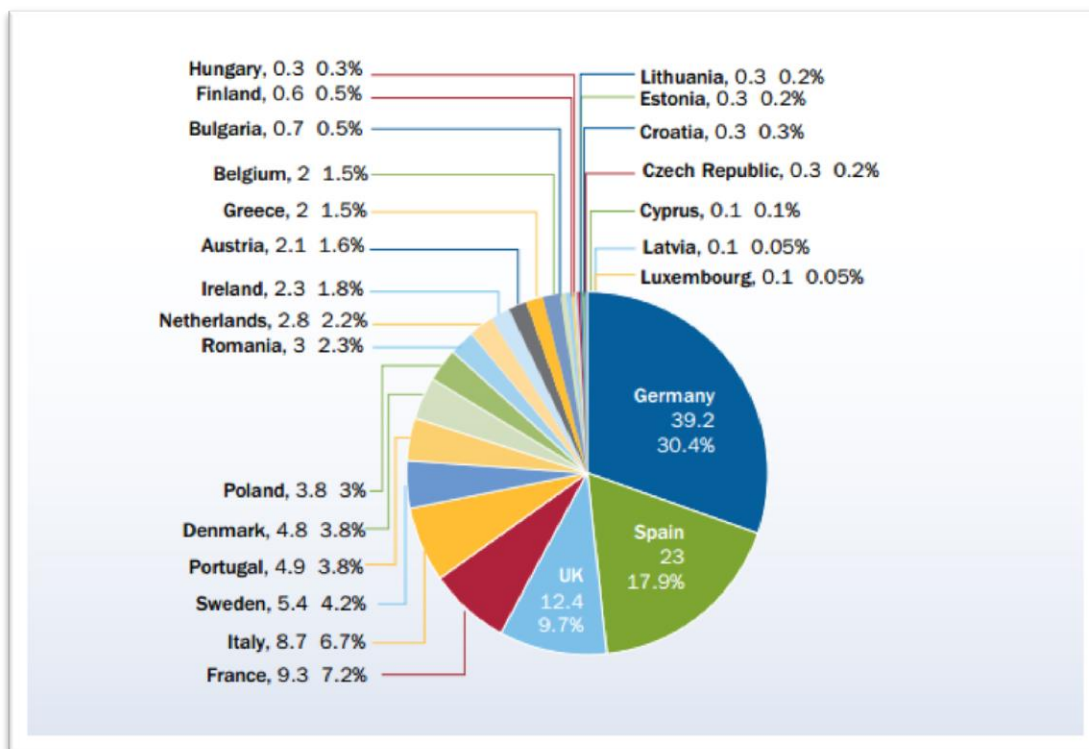
Στα σωρευτικά στατιστικά στοιχεία της ΕΕ, η Γερμανία παραμένει η χώρα με τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ από αιολικές τεχνολογίες με 39,2GW, που αντιστοιχούν στο 30,4% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ακολουθείται από την Ισπανία με 23GW συνολικής εγκατεστημένης ισχύος, από το Ηνωμένο Βασίλειο, τη Γαλλία και την Ιταλία, ενώ 10 ακόμη χώρες της ΕΕ έχουν εγκατεστημένο πάνω από 1GW συνολικής ισχύος.

Σύμφωνα με τη EWEA η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί εντός της ΕΕ από τις αιολικές μηχανές υπολογίζεται κατά μέσο όρο στις 284TWh/έτος, καλύπτοντας δυνητικά το 10,2% των αναγκών των χωρών-μελών σε ηλεκτρισμό.

#### 2.5.7 Η αιολική ενέργεια στην Ελλάδα

Η Ελλάδα λόγω της γεωμορφολογίας της, του αναγλύφου της με τις πολλαπλές υψομετρικές διακυμάνσεις και της μεγάλης ακτογραμμής της, παρουσιάζει από τα ευνοϊκότερα αιολικά δυναμικά της Ευρώπης, τόσο στην ηπειρωτική όσο και στη νησιωτική χώρα, ωστόσο δεν εκδήλωσε την αναμενόμενη ενεργητικότητα στη διάδοση των εφαρμογών της αιολικής ενέργειας.

Κατά τη διάρκεια του 2014 η ισχύς που εγκαταστάθηκε από νέες αιολικές υποδομές ανήλθε μόλις στο 0,95% της συνολικής ισχύος της ΕΕ που εγκαταστάθηκε εκείνο το έτος. Σωρευτικά η συνολική της εγκατεστημένη ισχύς ανέρχεται σε 2GW, δηλαδή μόλις στο 1,5% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος στην ΕΕ (EWEA).



**Εικόνα Π.3** . Ποσοστά κρατών -μελών της ΕΕ ανά συνολική εγκατεστημένη ισχύ(GW). EWEA 2014.

Η πρώτη προσπάθεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικές μηχανές έγινε το 1982 σε νησιωτικές περιοχές, με αφετηρία την περιοχή της Κύθνου, όμως λόγω προβλημάτων υποδομής του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, οι προσπάθειες συνεχίστηκαν στην ηπειρωτική χώρα με έμφαση στις περιοχές με μεγάλο υψόμετρο. Η διασύνδεση των ηπειρωτικών περιοχών με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο και η μεταφορά και απορρόφηση της παραγόμενης ενέργειας κρίθηκε σαφώς ευκολότερη, λιγότερο χρονοβόρα και επιτεύξιμη με μικρότερο κόστος υποδομών (Kabouris et al, 2000).

Τα τελευταία χρόνια η αιολική ενέργεια δείχνει να διεισδύει πιο αποτελεσματικά στην ελληνική αγορά, κατέχοντας μερίδιο 75% επί της συνολικής παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ στην Ελλάδα (Kottari , 2014 and Georgiou, 2015), ενώ σύμφωνα με τον Ν. 3851/2010 το ελληνικό κράτος δεσμεύθηκε πως έως το 2020 το 40% των απαιτήσεων της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια θα καλύπτεται από ΑΠΕ, εκ του οποίου το 50% θα προέρχεται από την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας (ΥΠΕΚΑ).

Η παραγωγή ενέργειας από υπεράκτια αιολικά πάρκα είναι σχετικά νέα και αναπτυσσόμενη βιομηχανία στην Ελλάδα, καθώς το υπεράκτιο αιολικό δυναμικό της Ελλάδας είναι επίσης πολύ αξιόλογο, με το 70% των θαλάσσιων περιοχών να παρουσιάζει ευνοϊκά ανεμολογικά χαρακτηριστικά, με το Αιγαίο να υπερτερεί έναντι του Ιονίου Πελάγους (Kotroni, 2014). Παρόλα αυτά εξακολουθούν να υπάρχουν πολλές τεχνικές δυσκολίες που συνδέονται με το βάθος των νερών, αλλά παραμένει και το τεχνικό πρόβλημα της κατασκευής ηλεκτρικού δικτύου που να δύναται να απορροφά, να μεταφέρει και να διανέμει την ενέργεια από απομακρυσμένες περιοχές στον τελικό καταναλωτή (Hatziaargyriou et al, 2006).

Άλλα προβλήματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη και ευρεία διάδοση της αιολικής τεχνολογίας στην Ελλάδα, αφορούν στην αντίδραση του εγχώριου πληθυσμού στις περιοχές που εγκαθίστανται αιολικά έργα (Kontogianni et al, 2014) καθώς εκφράζονται ανησυχίες για την αλλοίωση του φυσικού τοπίου, την οπτική όχληση (Mirasgedis et al, 2014), την ενδεχόμενη αρνητική επίπτωση στην τουριστική κίνηση των περιοχών, τον θόρυβο (Spiropoulou et al, 2014) κ.ά.

Επιπλέον, οι χρονοβόρες και πολύπλοκες διαδικασίες αδειοδότησης (Kabouris et al, 2006), η ανολοκλήρωτη καταχώρηση των ιδιοκτησιών στο Εθνικό Κτηματολόγιο για όλη την επικράτεια, η έλλειψη θεσμοθετημένων χρονικών ορίων για την επεξεργασία και γνωμοδότηση επί των νέων αιτημάτων εγκατάστασης αιολικών μηχανών (Papadopoulos et al, 2008), λειτουργούν ανασταλτικά στην προσέλκυση νέων επενδύσεων.

## **2.6 Νομοθεσία**

Το 1985 με τον Ν.1559 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 135/Α/85) δόθηκε για πρώτη φορά, σε ιδιώτες αυτοπαραγωγούς, σε ΟΤΑ αλλά και φυσικά στη ΔΕΗ, να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Η εθνική στρατηγική προώθησης των ΑΠΕ επικυρώθηκε το 1987 με το Π.Δ. 375(ΦΕΚ Α-167) το οποίο προέβλεπε την ίδρυση του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).

Μία δεκαετία αργότερα, το 1994 ο Ν.2244/9423 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 168/Α/1994) τροποποίησε το ελληνικό θεσμικό πλαίσιο παρέχοντας τη δυνατότητα σε ανεξάρτητους ιδιώτες να παράγουν ενέργεια από ΑΠΕ, να την μεταφέρουν και ενσωματώνουν στο υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο και να αποκομίζουν τα αντίστοιχα οικονομικά οφέλη. Με τον παραπάνω νόμο καθορίστηκαν πάγιες τιμές πώλησης ενέργειας από ΑΠΕ, που υπολογίζονταν στις μέσες τάσεις στο 90% του γενικού τιμολογίου. Επιπλέον, θεσμοθετήθηκε η ευθύνη της ΔΕΗ για την αγορά, μεταφορά και απορρόφηση του συνόλου της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. στη μέση τάση και θεσμοθετεί την υποχρέωση της ΔΕΗ να αγοράζει και να απορροφά το σύνολο της παραγόμενης από ΑΠΕ ενέργειας.

Το 1998 ο Ν. 2647/9824 μεταβίβασε τις αρμοδιότητες αδειοδότησης για εγκατάσταση και λειτουργία των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, στις περιφέρειες, ενώ το 1999 με τον Ν.2773/99 για την «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ 286/Α/99), καθιερώθηκε η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ως η πρώτη, χρονικά, απαιτούμενη άδεια προκειμένου να κατασκευαστούν σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Με τον Ν.2773/99 διατηρήθηκε το ευνοϊκό τιμολογιακό καθεστώς των ΑΠΕ, βάσει των τιμών που είχαν καθορισθεί από προηγούμενο νόμο, ωστόσο οι τιμές αυτές θεωρήθηκαν ως μέγιστες, και δόθηκε η δυνατότητα στο Υπουργείο Ανάπτυξης να ορίζει περαιτέρω εκπτώσεις κατά το δοκούν. Επιπλέον, η ΔΕΣΜΥΕ και η ΔΕΗ υποχρεώθηκαν στη σύναψη 10ετών συμβάσεων με τους παραγωγούς ενέργειας από ΑΠΕ, με ευχέρεια μάλιστα 10ετούς ανανέωσης του συμβολαίου τους. Τέλος θεσμοθετήθηκε και ανταποδοτικό τέλος επί των εσόδων των παραγωγών ανά έτος, από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ προέβλεπε και την ίδρυση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας, η οποία εποπτεύεται από το Υπουργείο Ανάπτυξης.

Προκειμένου να αποσαφηνιστούν οι λεπτομέρειες αδειοδότησης, και να καθιερωθεί ορθολογιστική πολιτική στην εξέταση των αιτήσεων, ψηφίστηκε ο Ν. 2941/0131 ο οποίος ορίζει το καθεστώς εγκατάστασης των έργων ΑΠΕ σε δασικές εκτάσεις, εξετάζει ζητήματα η διασύνδεσης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με το κεντρικό ενεργειακό σύστημα των ηπειρωτικών περιοχών, αναγνωρίζει τις υποδομές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ως έργα δημόσιας ωφέλειας, ανεξαρτήτως του φορέα υλοποίησης κά.

Τον Δεκέμβριο του 1997 θεσπίστηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο, μία διεθνής νομοθετική πράξη που δέσμευε τις ανεπτυγμένες και υπό ανάπτυξη χώρες στη μείωση των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων, όπως το CO<sub>2</sub>, το μεθάνιο, οι υδροφθοράνθρακες κά, με σκοπό την καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η ΕΕ επικύρωσε το Πρωτόκολλο του Κιότο με την Απόφαση 2002/358/ΕΚ, και δεσμεύθηκε να μειώσει τις εκπομπές της κατά 8% για το διάστημα 2008-2012, σε σχέση με τα επίπεδα εκπομπών του 1990.

Η Ελλάδα με το Ν. 3017 του 2002, επικύρωσε με τη σειρά της το Πρωτόκολλο του Κιότο, και δεσμεύθηκε σε σειρά μέτρων για την τήρηση των υποχρεώσεών της, ήτοι την υποχρέωση της συγκράτησης της αύξησης των εκπομπών της στο 25% σε σχέση με τις εκπομπές βάσης, προωθώντας, μεταξύ άλλων, για το σκοπό αυτό και τη χρήση Α.Π.Ε. για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας ή ψύξης, για το διάστημα 2008-2012.

Με το Ν. 3175/0333 επιχειρήθηκε η αναθεώρηση του Ν. 2773/99, με στόχο την ταχύτερη απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ με τον Ν. 3468/06 τέθηκε ως εθνικός στρατηγικός στόχος η ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας να καλύπτεται σε ποσοστό 20,1% από ΑΠΕ έως το 2010, και σε ποσοστό 29% έως το 2020.

Στην διάδοση των υποδομών ΑΠΕ στην ελληνική αγορά συνέβαλαν σημαντικά οι αναπτυξιακοί νόμοι Ν.2601/1998, Ν.3299/2004 και το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας του Γ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης για την περίοδο 2000 έως 2006,

με την επιχορήγηση για τα αιολικά έργα να φτάνει το 30% της επιλέξιμης δαπάνης εγκατάστασης και σύνδεσης.

Προκειμένου να επιτευχθεί ο εξορθολογισμός της αδειοδότησης και χωροθέτησης των έργων ΑΠΕ, η απλοποίηση των διαδικασιών, η προσαρμογή του κανονιστικού πλαισίου εγκατάστασής τους στις εθνικές, νομοθετικές και κανονιστικές διατάξεις που σχετίζονται με τον χωροταξικό σχεδιασμό και τις χρήσεις γης, δημοσιεύθηκε το 2008 το ΦΕΚ.2464B /03-12-08. Το ΦΕΚ.2464B καθιέρωσε το *Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΕΠΧΣΑΑ)*, το οποίο συντέλεσε στην ενσωμάτωση της έννοιας της αειφόρου ανάπτυξης, στην καθιέρωση γενικών κριτηρίων χωροθέτησης έργων Α.Π.Ε., που να παρέχουν κοινά αποδεκτές και ενιαίες κατευθυντήριες γραμμές χωρικής οργάνωσης σε συνάρτηση με τη φυσιογνωμία, τις χωροταξικές ιδιαιτερότητες, τις εξειδικευμένες ανάγκες ανάπτυξης, προστασίας των υποψήφιων περιοχών ή και διαφύλαξης των ευπαθών οικοσυστημάτων που φιλοξενούν.

Το ΕΠΧΣΑΑ παρέχει σήμερα τους γενικούς κανόνες χωροθέτησης έργων Α.Π.Ε. συνολικά για τον ελληνικό εθνικό χώρο, συντελώντας στον καθορισμό περιοχών που αποκλείεται ολικώς ή μερικώς η εγκατάσταση έργων Α.Π.Ε, αλλά και στον καθορισμό των περιοχών που πληρούν τις χωροταξικές προϋποθέσεις – ανά είδος έργου ΑΠΕ - κυρίως σε σχέση με τη φυσιογνωμία, το φυσικό και τεχνητό περιβάλλον και τη φέρουσα ικανότητα της περιοχής.

## **2.7 Ευρωπαϊκοί και Εθνικοί Στόχοι**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως μία από τις βασικές της προτεραιότητες την ανάπτυξη υποδομών ΑΠΕ, με σκοπό την διαφύλαξη του φυσικού περιβάλλοντος, τη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων που οξύνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Fuss et al, 2009) και τον ασφαλή ενεργειακό εφοδιασμό των κρατών-μελών. Η ΕΕ αποδεδειγμένα τις τελευταίες δεκαετίες αναλαμβάνει πρωτοβουλίες σε νομοθετικό επίπεδο (Georgiou et al, 2015) ώστε να αντιμετωπίσει τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και αναλαμβάνει δράσεις για την αντιστροφή του φαινομένου.

Σε συνέχεια της Κοινοτικής Οδηγίας 2001/77/ΕΚ η οποία έθετε ως στόχο την συμμετοχή των ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό 22,1% μέχρι το 2010, ετέθη το 2007 συμπληρωματικός στόχος μέχρι το έτος 2020, το 20% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην ΕΕ να προκύπτει από ΑΠΕ. Επιπλέον, επαναλήφθηκε η δέσμευση για μείωση κατά 20% της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας μέχρι το έτος 2020, κάτι που εφόσον τηρηθεί θα οδηγήσει στην εξοικονόμηση 100 δις ευρώ σε ετήσια βάση, καθώς και την αποφυγή έκλυσης 780 τόνων CO<sub>2</sub> σε ετήσια βάση. Στον τομέα εκπομπών αερίων ρύπων, και συγκεκριμένα αερίων που οξύνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ορίστηκε ενιαίος στόχος των χωρών της ΕΕ για μείωση κατά 20% σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα του 1990.

Για την Ελλάδα ειδικότερα, βάσει των εθνικών στόχων, όπως αυτοί ορίστηκαν στον Ν. 3468/2006, το μερίδιο συμμετοχής των Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής

ενέργειας της χώρας έπρεπε το 2010, να αγγίζει το 20,1 % ενώ, μέχρι το 2020, το 29%. Με τον μεταγενέστερο Ν.3851/2010, και σε συνάρτηση με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2009/28/ΕΚ, η Ελλάδα δεσμεύθηκε εκ νέου να προωθήσει δράσεις ανάπτυξης των ΑΠΕ, ώστε μέχρι το έτος 2020:

α) Η παραγόμενη ενέργεια από Α.Π.Ε. να συμμετέχει στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20%.

β) Η ηλεκτρική ενέργεια που προκύπτει από Α.Π.Ε. να συμμετέχει στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%.

γ) Η παραγόμενη ενέργεια από Α.Π.Ε. να συμμετέχει στην τελική κατανάλωση ενέργειας για σκοπούς θέρμανσης και ψύξης σε ποσοστό τουλάχιστον 20%.

δ) Η παραγόμενη ενέργεια που προκύπτει από Α.Π.Ε. να συμμετέχει στην τελική κατανάλωση ενέργειας στον τομέα των μεταφορών σε ποσοστό τουλάχιστον 10%.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ.

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

#### 3.1 Γεωγραφική θέση-έκταση-διοικητική υπαγωγή

Η **Αρκαδία** είναι ο πέμπτος μεγαλύτερος νομός της Ελλάδος, ανήκει στην περιφέρεια της Πελοποννήσου και έχει έκταση 4.418 km<sup>2</sup> . Αποτελείται από 5 δήμους, τον Δήμο Βόρειας Κυνουρίας, τον δήμο Νότιας Κυνουρίας, το Δήμο Γορτυνίας, τον Δήμο Μεγαλόπολης και τον Δήμο Τρίπολης. Το παράκτιο τμήμα του βρίσκεται στα ανατολικά, συναντά τον Αργολικό Κόλπο και βρέχεται από το Μυρτώο Πέλαγος. Τα σημαντικότερα λιμάνια της Αρκαδίας είναι του Παραλίου Αστρος, του Τυρού και της Πλάκας στο Λεωνίδιο (Χάρτης 1).

Οι σημαντικότερες πόλεις του νομού από πληθυσμιακής πλευράς είναι η Τρίπολη η οποία αποτελεί και την πρωτεύουσα του νομού, η Μεγαλόπολη, το Λεωνίδιο, το Άστρος και ο Τυρός, ενώ από άποψη τουριστικής ανάπτυξης ξεχωρίζουν περιοχές της ορεινής Αρκαδίας, όπως η κωμόπολη της Δημητσάνας, της Βυτίνας, της Στεμνίτσας και των Λαγκαδιών.



**Εικόνα III.1.** Η γεωγραφική θέση της περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας

### **3.2 Πληθυσμός**

Ο μόνιμος πληθυσμός του νομού Αρκαδίας όπως αποτυπώθηκε στα στοιχεία της απογραφής της ΕΛΣΤΑΤ το έτος 2011, ανερχόταν σε 86.685 άτομα, με τη μεγαλύτερη πληθυσμιακή πυκνότητα να παρατηρείται στο Δήμο Τρίπολης με 47.254 κατοίκους, και την μικρότερη στον Δήμο Νέας Κυνουρίας με 8.294 κατοίκους.

**Πίνακας III.1** Πληθυσμός περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας ανά δήμο. Πηγή ΕΛΣΤΑΤ.

<b>ΝΟΜΟΣ</b>	<b>ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ (ΑΠΟΓΡΑΦΗ 2011)</b>
<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΡΚΑΔΙΑΣ</b>	<b>86.685</b>
ΔΗΜΟΣ ΤΡΙΠΟΛΗΣ	47.254
ΔΗΜΟΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	10.341
ΔΗΜΟΣ ΓΟΡΤΥΝΙΑΣ	10.109
ΔΗΜΟΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ	10.687
ΔΗΜΟΣ ΝΟΤΙΑΣ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	8.294

### **3.3 Οικονομικές δραστηριότητες**

Η οικονομία του νομού Αρκαδίας είναι κατά κύριο λόγο γεωργική και κτηνοτροφική. Ο πρωτογενής αγροτικός τομέας είναι αρκετά ανεπτυγμένος με την παραγωγή και διάθεση στην αγορά δημητριακών, πατάτας, κρασιού, σταφυλιού, βύσσινων, όσπριων, φρούτων και λαχανικών(ΕΛΣΤΑΤ). Η κτηνοτροφική δραστηριότητα περιλαμβάνει την εκτροφή ορνιθοειδών, κουνελιών καθώς και τη μελισσοκομία.

Η φυσική καλλονή του νομού, το μεγάλο υψόμετρο, τα κωνοφόρα δάση και οι γραφικοί οικισμοί ευνοούν και την ανάπτυξη του τουρισμού, με την Δημητσάνα, τη Βυτίνα, τη Στεμνίτσα και τα Λαγκάδια, να αποτελούν δημοφιλείς χειμερινούς προορισμούς, επιτρέποντας έτσι την εποχιακή κυρίως απασχόληση προσωπικού στην παροχή υπηρεσιών τουρισμού.

Η θέση του νομού στο κέντρο της Πελοποννήσου επιτρέπει και την ανάπτυξη εμπορικών δραστηριοτήτων, αλλά και την εγκατάσταση βιομηχανικών μονάδων οι οποίες είναι χωροθετημένες στη Βιομηχανική Περιοχή Τριπόλεως. Στην περιοχή της Μεγαλόπολης βρίσκεται και ένα από τα σημαντικότερα λιγνιτωρυχεία της Ελλάδας καθώς και ο θερμοηλεκτρικός σταθμός Μεγαλόπολης που απασχολεί σημαντικό εργατικό δυναμικό.

Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα της ΕΛΣΤΑΤ, το 15% του πληθυσμού ασχολείται με την αγροτική παραγωγή(γεωργία και κτηνοτροφία), το 7% είναι χειριστές βιομηχανικών μηχανημάτων και εξοπλισμού, ενώ το 10% είναι ανειδίκευτοι εργάτες και χειρωνάκτες.

**Πίνακας III.2** Επαγγελματική Δραστηριότητα Κατοίκων περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας ανά δήμο. Πηγή ΕΛΣΤΑΤ.

Περιγραφή τόπου μόνιμης διαμονής	Σύνολο	Επάγγελμα								
		1. Ανώτερα διευθυντικά και διοικητικά στελέχη	2. Επαγγελματίες	3. Τεχνικοί και ασκούντες συναφή επαγγέλματα	4. Υπάλληλοι γραφείου	5. Απασχολούμενοι στην παροχή υπηρεσιών και πωλητές	6. Ειδικευμένοι γεωργοί, κτηνοτρόφοι, δασοκόμοι και αλιείς	7. Ειδικευμένοι τεχνίτες και ασκούντες συναφή επαγγέλματα	εγκαταστάσεων, μηχανημάτων και εξοπλισμού και συναρμολογητές (μονταδööri)	9. Ανεπίκευτοι εργάτες, χειρωνακτές και μικροεπαγγελματίες
<b>ΝΟΜΟΣ ΑΡΚΑΔΙΑΣ</b>	<b>28.236</b>	<b>1.598</b>	<b>3.904</b>	<b>2.226</b>	<b>1.722</b>	<b>5.375</b>	<b>4.312</b>	<b>4.174</b>	<b>2.021</b>	<b>2.904</b>
ΔΗΜΟΣ ΤΡΙΠΟΛΗΣ	17.068	956	2.743	1.502	1.179	3.564	1.958	2.323	1.256	1.587
ΔΗΜΟΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	3.214	185	429	185	150	557	713	510	191	294
ΔΗΜΟΣ ΓΟΡΤΥΝΙΑΣ	2.172	150	170	72	94	315	597	347	130	297
ΔΗΜΟΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ	3.097	171	306	325	186	541	219	630	333	386
ΔΗΜΟΣ ΝΟΤΙΑΣ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	2.685	136	256	142	113	398	825	364	111	340

### 3.4 Κλίμα

Το κεντρικό και βόρειο τμήμα της Αρκαδίας, λόγω του αναγλύφου της περιοχής(υψόμετρα άνω των 500m) υπάγεται στην ψυχρότερη κλιματική ζώνη Γ, με βροχές και χιόνι το χειμώνα και δροσερό κλίμα το καλοκαίρι. Το νοτιοανατολικό τμήμα του νομού, που έχει και τα χαμηλότερα υψόμετρα και ανήκει στους καλλικρατικούς δήμους της Βόρειας και Νότιας Κυνουρίας, υπάγεται στην κλιματική ζώνη Α και έχει κλίμα ηπιότερο και μεσογειακό(ΥΠΕΚΑ).

### **3.5 Υδατικοί πόροι**

Ο νομός Αρκαδίας βρέχεται από τη θάλασσα στο νοτιοανατολικό του τμήμα (Κυνουρία) ενώ το βορειοδυτικό του τμήμα, λόγω των υψηλού υψομέτρου, δέχεται άφθονη βροχή τους χειμερινούς μήνες. Στα οροπέδια που σχηματίζονται ανάμεσα στους ορεινούς όγκους, όπως της Τρίπολης, σχηματίζονται λεκάνες απορροής και λίμνες, ενώ υπόγειοι υδροφορείς φτάνουν στον νομούς Αργολίδας (Άργος) και Κορινθίας βρίσκουν διέξοδο που με υπόγειους αγωγούς χύνονται χαμηλά ή εκβάλλουν στο πέλαγος.

Ο νομός Αρκαδίας λόγω αναγλύφου και κλίματος, είναι πλούσιος σε τρεχούμενα νερά. Ο ποταμός Αλφειός κατέχει τον τίτλο του μεγαλύτερο ποταμού της Αρκαδίας με μήκος 88km. Οι πηγές του βρίσκονται στο οροπέδιο της Τρίπολης και εν μέσω της πορείας του ενώνεται με παραπόταμους και ρέματα. Ο ποταμός Λάδωνας έχει τις πηγές του στον Χελμό και τον Σαϊτά και περνά ανάμεσα από τον νομό Αρκαδίας και Αχαΐας. Από τον ποταμό Λάδωνα σχηματίζονται υδατοπτώσεις στην περιοχή Πήδημα, και χάρη σε αυτές έχει κατασκευαστεί υδροηλεκτρικό έργο στην περιοχή. Ο ποταμός Ερύμανθος, πηγάζει από το ομώνυμο όρος και λειτουργεί ως φυσικό σύνορο μεταξύ του νομών Αχαΐας και του νομού Ηλείας(ΥΠΑΠΕΝ).

Στον αρκαδικό νότο βρίσκεται η λίμνη Τάκα, στα 10km από την πόλη της Τρίπολης, η οποία αποτελεί πολύτιμο υδροβιότοπο του νομού. Τροφοδοτείται από πηγές γλυκού νερού και χρησιμοποιείται για αρδευτικούς σκοπούς και αποστραγγίζεται ολοκληρωτικά το καλοκαίρι, μεταφέροντας τα ύδατά της στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα μέσα από καταβόθρες. Το καλοκαίρι μετατρέπεται σε ρηχό έλος.

Ανάμεσα στα όρη της περιοχής των Λαγκαδιών και στο Αφροδίσιο όρος βρίσκεται η δεύτερη μεγάλη λίμνη της Αρκαδίας, η τεχνητή λίμνη του Λάδωνα, η οποία έχει έκταση 16m<sup>2</sup> και προέκυψε από παρέμβαση της ΔΕΗ το 1955, όταν κατασκεύασε φράγμα στην περιοχή.

Πόλο έλξης αποτελούν και οι ιαματικές πηγές της Γορτυνίας, της Μεγαλόπολης και της Κυνουρίας.

### **3.6 Γεωμορφολογία - ανάγλυφο**

Τα εδάφη του νομού Αρκαδίας είναι κατά κύριο λόγο ορεινά, με τα όρη Μαίναλος , Πάρνωνας, Αρτεμίσιο, και Ερύμανθος να δεσπόζουν σε ύψη από 1.500m έως 1.981m, ενώ στον νομό Αρκαδίας βρίσκεται και το βόρειο τμήμα του Ταυγέτου (ΙΓΜΕ). Οι πεδινές εκτάσεις του νομού δεν είναι ιδιαίτερα εκτενείς, με κυριότερες την πεδιάδα του Άστρους και του Λεωνιδίου, ωστόσο, σχηματίζονται αρκετά οροπέδια λόγω της γειννίας βουνών, με τη μορφή ψηλών λεκανών, όπως το οροπέδιο της Τρίπολης και η λεκάνη της Μεγαλόπολης που διαμορφώνεται ανάμεσα στα όρη Μαίναλος, Ταυγέτος και Λύκαιο (Χάρτης 2).

Η περιοχή δομείται από αλπικούς σχηματισμούς των γεωτεκτονικών ζωνών Τρίπολης, Πίνδου και Πελαγονικής στα ορεινά νότια και στα ανατολικά. Στις παραλιακές πεδινές εκτάσεις συναντώνται σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις, που στις περισσότερες περιπτώσεις έχουν ως υπόβαθρο νεογενείς και πλειστοκαινικούς σχηματισμούς(ΥΠΑΠΕΝ).

### **3.7 Χρήσεις γης, φυσικό περιβάλλον, οικοσυστήματα**

Στο νομό Αρκαδίας οι χρήσεις γης είναι σε μεγάλο ποσοστό γεωργικές και κτηνοτροφικές, δεδομένου ότι η οικονομία του νομού βασίζεται σε αυτές τις δραστηριότητες, ωστόσο υπάρχουν αρκετές βιομηχανικές χρήσεις κυρίως στην περιοχή της Τρίπολης και στην περιοχή των ορυχείων εξόρυξης λιγνίτη στη Μεγαλόπολη. Στη Μεγαλόπολη υπάρχει ένα από τα μεγαλύτερα λιγνιτωρυχεία της Ελλάδας, όπου εξορύσσεται περίπου το 15% της ετήσιας συνολικής εξορυσσόμενης ποσότητας λιγνίτη(ΕΛΣΤΑΤ), καθώς και θερμικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ.

Στα σύνορα του Δήμου Γορτυνίας και Τριπόλεως συναντώνται ορεινοί όγκοι με κωνοφόρα δάση (κυρίως ελληνικής ελάτης, μαύρης πεύκης, οξιάς, καστανιάς, δρυός και πρίνων) που καλύπτουν σχεδόν όλη την περιοχή που οριοθετείται από τη Βυτίνα, το Λεβίδι, την Καρκαλού, και τον Φάλανθο. Στις περιοχές της Τρίπολης και της Γορτυνίας συναντώνται εκτάσεις χαμηλής βλάστησης, θαμνότοποι και γεωργικές εκτάσεις, ενώ στο δήμο Μεγαλόπολης συναντώνται επίσης γεωργικές εκτάσεις, και δάση πλατύφυλλων δένδρων. Στη Βόρεια και Νότια Κυνουρία τα κωνοφόρα δάση εναλλάσσονται με τα μεσογειακά δάση πεύκης, ανατολικής πλατάνου, ασημοϊτιάς και δάση αριάς ενώ συναντώνται και περιορισμένης έκτασης δάση άρκευθων (Χάρτης 3).

Στα αρκαδικά όρη συναντώνται περίπου 12 είδη θηλαστικών μεταξύ των οποίων αγριογούρουνα, κουνάβια, λαγοί αλεπούδες, και τσακάλια. Η ορνιθοπανίδα του νομού διακρίνεται για την βιοποικιλότητά της αφού αριθμεί 217 διαφορετικά είδη πουλιών, εκ των οποίων τα 53 είναι προστατευόμενα. Ιδιαίτερος στο όρος Μαίναλος συναντώνται είδη όπως τα πετρογελίδονα, οι δρυοκολάπτες, οι κάργιες και τα αγριοπερίστερα και αρπακτικά πουλιά όπως ο Σφηκιάρης, η Αετογερακίνα, Κιρκινέζι, ο Πετρίτης και ο Λευκονώτης. Στους υγρότοπους, στους βάλτους και στους καλαμιώνες του Πάρνωννα βρίσκουν καταφύγιο πολλά υδρόβια πτηνά, ενώ στις αρκαδικές λίμνες όπως η λίμνη Τάκα εντοπίζονται πληθυσμοί από φιδαιτούς, γλαρόνια, αλκυόνες και χαλκόκοτες (Οδηγός Περιφέρειας Πελοποννήσου).

Σε όλους του δήμους του νομού Αρκαδίας εντοπίζονται περιοχές-καταφύγια άγριας ζωής όπως ορίστηκαν με τον Ν. 2637/1998 ( Πίνακας ΙΙΙ.3 ), ενώ στους δήμους Τρίπολης, Γορτυνίας, Βόρειας και Νότιας Κυνουρίας βρίσκονται περιοχές που ανήκουν στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Natura 2000.

**Πίνακας III.3** Καταφύγια Άγριας Ζωής του νομού Αρκαδίας. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, 2010 (<http://www.ekby.gr/>)

<b>ΝΟΜΟΣ ΑΡΚΑΔΙΑΣ, ΚΑΤΑΦΥΓΙΑ ΑΓΡΙΑΣ ΖΩΗΣ</b>					
<b>A/A</b>	<b>ΟΝΟΜΑΣΙΑ</b>	<b>ΠΕΡΙΟΧΗ</b>	<b>ΕΚΤΑΣΗ</b>	<b>ΔΑΣΑΡΧΕΙΟ</b>	<b>ΦΕΚ / ΑΠΟΦΑΣΗ</b>
			<b>(στρ.)</b>		
1	Δασώδης περιοχή Αγίων Θεοδώρων	Δήμου Τριπόλεως, Κοινότητας Περιθωρίου	5.000	Τριπόλεως	604/B/30-04-76
2	Πρ. Ηλίας – Δάσος Παπαλείκο – Τρύπιο Λιθάρι – Βαθύρεμα κ.λ.π	Κοινοτήτων Ασέας-Αραχαμιτών-Κερασταρίου-Παλαιοχούνης-Μακρύσιου	14.500	Τριπόλεως	911/B/16-07-01 τροπ. 987/B/31-07-02 τροπ.
3	Μονή Παλαιοπαναγιάς	Κοινοτήτων Μελιγους-Άστρους-Κορακοβουνίου	7.000	Άστρους Κυνουρίας	520/B/30-05-79
4	Λίμνη Μουστού (ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ)	Δήμου Βόρειας Κυνουρίας	5.900	Άστρους	329/B/28-03-01
5	Τσεμπερού	Κοινοτήτων Πάπαρι-Αγριακώνας-Σκορτίνου-Αθηναίου-Ρούτσιου-Ανεμοδούριου-Αναβρύτου-Γραίκου	25.500	Τριπόλεως	209/B/29-02-80
6	Κορομηλιά-Βασκίνας	Δήμου Λεωνιδίου	12.100	Άστρους	329/B/28-03-01 τροπ.

7	Αρκουδόρεμα-Χαλίκι	Κοινοτήτων Αλωνίσταινας-Πιάνας-Χρυσοβιτσίου-Ελάτης	16.588	Βυτίνας	435/B/15-07-85
8	Φονεμένοι-Κούτσουρα	Κοινοτήτας Αγ. Πέτρου	6.500	Άστρους	566/B/24-09-85
9	Αλσύλιο Αρχαίας Τεγέας	Αρχαίας Τεγέας	62	Τριπόλεως	
0	Φαράγγι Μαζιάς	Δημοτικών Διαμερισμάτων Καστανίτσας και Πραστού Δήμου Βόρειας Κυνουρίας	16.050	Τριπόλεως	329/B/28-03-01
11	Λάδωνας	Δημοτικών Διαμερισμάτων Τροπαίων-Βάχλιας-Δήμητρας-Κοντοβάζαινας-Βοτσίου	32.512	Βυτίνας	328/B/28-03-01

Το Δίκτυο Natura 2000 είναι ένα Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο περιοχών, στις οποίες φιλοξενούνται οικοσυστήματα πλούσια σε βιοποικιλότητα, σημαντικά για την ευρωπαϊκή περιβαλλοντική κληρονομιά. Οι περιοχές που περιλαμβάνονται στο Το Δίκτυο Natura 2000 χωρίζονται σε δύο κατηγορίες :

τις «Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)» (Special Protection Areas - SPA) για την Οрниθοπανίδα, όπως ορίστηκαν στην Οδηγία 79/409/ΕΚ «για τη διατήρηση των άγριων πτηνών» και

τις «Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ)» (Special Areas of Conservation – SAC) για τις οποίες τα κράτη μέλη υποχρεούνται να ορίσουν προτεραιότητες ώστε να διατηρούνται σε

ικανοποιητική κατάσταση οι τύποι των οικοτόπων και τα είδη χλωρίδας και πανίδας. Οι ΕΖΔ υπόκεινται στις διατάξεις του άρθρου 6 της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι περιοχές του νομού Αρκαδίας που περιλαμβάνονται στο δίκτυο Natura 2000. Η περιοχή GR2510004 «Όρη Αρτεμήςιο και Λύρκειο» περιλαμβάνεται στον κατάλογο του νομού Αργολίδας, ωστόσο βρίσκεται στα σύνορα με τον νομό Αρκαδίας στον οποίο ανήκει κατά το ήμισυ (Εικόνα III.2)

**Πίνακας III.4** Ενιαίος Κατάλογος Natura 2000, Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) και Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ) για τον νομό Αρκαδίας. Πηγή ΥΠΕΚΑ ([www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr))

A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΟΠΟΥ	ΕΚΤΑΣΗ (ha)
			<b>ΑΡΓΟΛΙΔΑ</b>	
237	GR2510003	ΕΖΔ	ΑΚΡΟΝΑΥΠΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΛΑΜΗΔΙ	366,16
238	GR2510004	ΖΕΠ	ΟΡΗ ΑΡΤΕΜΗΣΙΟ ΚΑΙ ΛΥΡΚΕΙΟ	11477,38
			<b>ΑΡΚΑΔΙΑ</b>	
239	GR2520001	ΕΖΔ	ΟΡΟΣ ΜΑΙΝΑΛΟ	22673,07
240	GR2520002	ΕΖΔ	ΛΙΜΝΗ ΤΑΚΑ	1033,15
241	GR2520003	ΕΖΔ	ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΜΟΥΣΤΟΥ	368,24
242	GR2520005	ΕΖΔ	ΜΟΝΗ ΕΛΟΝΑΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΔΡΑ ΛΕΩΝΙΔΙΟΥ	6985,47
243	GR2520006	ΕΖΔ	ΟΡΟΣ ΠΑΡΝΩΝΑΣ (ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΑΛΕΒΗΣ)	55767,52

### **3.8 Αιολικό Δυναμικό Αρκαδίας**

Ο ποσοτικός καθορισμός της αιολικής ενέργειας που μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική μέσω των Α/Γ εξαρτάται από την ταχύτητα το ανέμου ή καλύτερα την κατανομή της

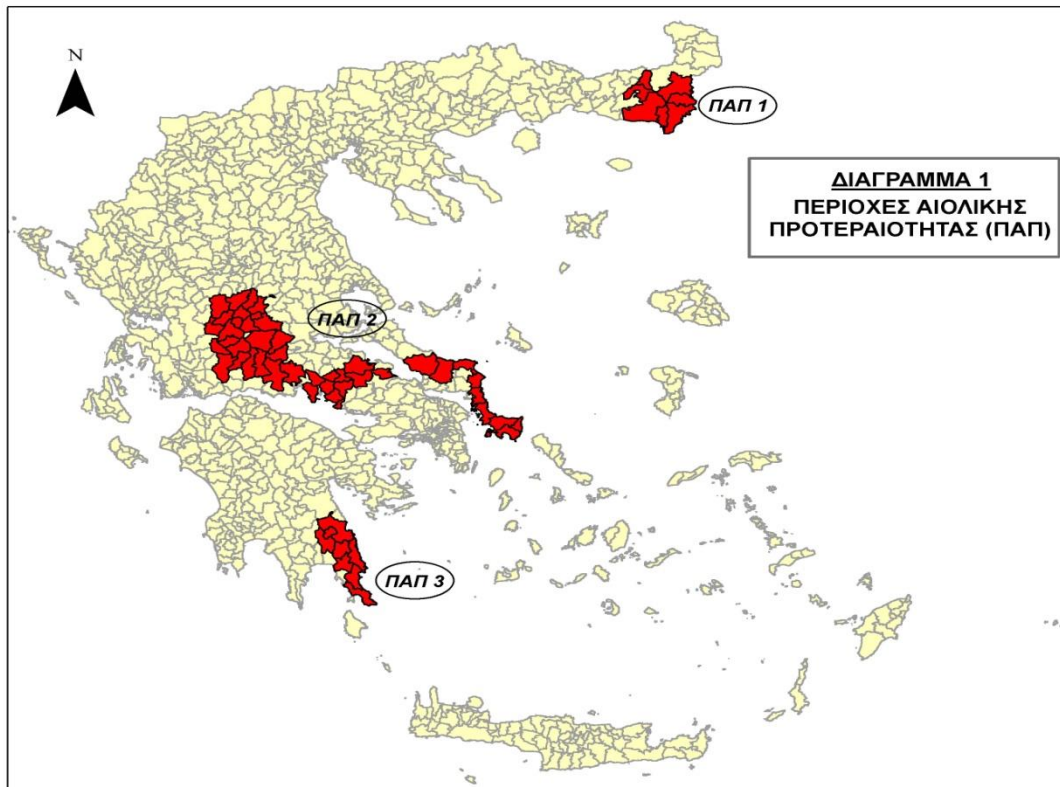
πυκνότητας πιθανότητας της ταχύτητας του ανέμου (M. Dahbi et al, 2013), η οποία όπως έχει αναφερθεί είναι μία εξαιρετικά ασταθής μεταβλητή. Το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής, εξαρτάται από πλήθος παραγόντων όπως το γεωγραφικό ανάγλυφο της περιοχής(κλίση εδάφους), οι φυσικοί σχηματισμοί όπως λίμνες και δάση, οι τεχνητοί σχηματισμοί όπως οικισμοί, οδικό δίκτυο κλπ., ενώ μεταβάλλεται ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, την εποχή (Janjai et al, 2014) ή ακόμη και την ώρα.

Η Ελλάδα είναι μια ευνοημένη χώρα από πλευράς αιολικού δυναμικού, δεδομένου του αναγλύφου της, της γεωγραφικής της θέσης, του κλίματος της ηπειρωτικής και νησιωτικής επικράτειας.

Ο εθνικός χώρος, βάσει του δυνητικά εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού καθώς και των ειδικών χωροταξικών και περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών του, διακρίνεται σε τέσσερις κατηγορίες:

- I. Στην ηπειρωτικό τμήμα, στο οποίο συμπεριλαμβάνεται και η Εύβοια
- II. Στην Αττική, που κατηγοριοποιείται ξεχωριστά λόγω της υψηλής πληθυσμιακής της πυκνότητας
- III. Στα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, στα οποία συμπεριλαμβάνεται και η Κρήτη.
- IV. Στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες.

Η περαιτέρω κατηγοριοποίηση της ηπειρωτικής χώρας διακρίνει περαιτέρω Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (Π.Α.Π.) οι οποίες ορίζονται ως οι περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, που πλεονεκτούν έναντι των υπολοίπων για την εγκατάσταση αιολικών έργων, και ταυτόχρονα πληρούν δεδομένες χωροταξικές προϋποθέσεις. Στις περιοχές αυτές, συγκαταλέγεται και ο νομός Αρκαδίας και συγκεκριμένα το νότιο τμήμα του (Εικόνα III.5)



**Εικόνα III.5** Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας στην Ελλάδα. Πηγή ΕΠΧΣΑΑ, 2008.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι περιοχές της Πελοποννήσου που περιλαμβάνονται στις ΠΑΠ3.

**Πίνακας III.5** Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας στην Πελοπόννησο. Πηγή ΕΠΧΣΑΑ

<b>ΠΕΡΙΟΧΗ 3</b>	
<b>ΝΟΜΟΣ ΛΑΚΩΝΙΑΣ</b>	<b>ΝΟΜΟΣ ΑΡΚΑΔΙΑΣ</b>
Δ. Βοϊών	(τέως) Δήμος Λεωνιδίου
Δ. Γερονθρών	Κοινότητα Κοσμά
Δ. Ζάρακα	
Δ. Μολάων	
Δ. Μονεμβασίας	

Δ. Νιάτων	
<b>Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 3: (ενδεικτικά 955 MWe)</b>	<b>478 τυπικές Α/Γ</b>

Στον Χάρτη 4 αποτυπώνεται το αιολικό δυναμικό της περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας, ενώ με γαλάζιο και μπλε χρώμα φαίνονται οι περιοχές με ευνοϊκές ταχύτητες ανέμου >7m/sec. Παρατηρούμε πως οι περιοχές με σημαντική αιολική έκθεση >8m/sec εντοπίζονται κατά κύριο λόγο στα νότια του νομού(Νότια Κυνουρία) και σε ανατολικές περιοχές του δήμου Τρίπολης.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

---

Η μεθοδολογία της έρευνας βασίστηκε στην περιγραφή και ανάλυση της τρέχουσας κατάστασης της υπό εξέταση περιοχής, με την παράθεση στοιχείων που μπορούν να επηρεάσουν τη χωροθέτηση των αιολικών υποδομών.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν το θεσμικό πλαίσιο χωροθέτησης των έργων εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας, εντοπίζονται οι υποψήφιες περιοχές.

Αρχικά, εξαιρούνται οι περιοχές αποκλεισμού, ώστε να προκύψουν οι καταρχήν διαθέσιμες περιοχές, για τις οποίες ακολουθεί μελέτη τήρησης των προϋποθέσεων που θέτει η νομοθεσία, σε σχέση με τις τηρούμενες αποστάσεις από φυσικούς σχηματισμούς ή ανθρωπογενείς κατασκευές.

Στη συνέχεια, οι προκύπτουσες περιοχές ιεραρχούνται βάσει του βαθμού συμμόρφωσης με την κείμενη νομοθεσία, ενώ στο τελικό στάδιο υπολογίζεται η φέρουσα ικανότητα των περιοχών που πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις στον βέλτιστο βαθμό, ώστε να καθορισθεί το δυνητικό μέγεθος της ισχύος σε MW.

Η έρευνα, μελέτη και εξαγωγή των συμπερασμάτων θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια εφαρμογής Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ArcGIS 10.2.2.

### **4.1 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών**

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι ευρέως διαδεδομένα εργαλεία που χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων στην περιβαλλοντική έρευνα, και αποτελούν σύγχρονες εφαρμογές διαχείρισης βάσεων χαρτογραφικών δεδομένων.

Οι μελετητές των ΓΠΣ έχουν διατυπώσει κατά καιρούς διάφορους ορισμούς όπως «ως Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ορίζεται ένα σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, τη διαχείριση και την απεικόνιση χωρικών δεδομένων, που υποστηρίζει τη διαδικασία του σχεδιασμού, παρέχοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να αναλύει γεωγραφικές πληροφορίες για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό, σύμφωνα με το δικό του μοντέλο λήψης αποφάσεων» (Burrough, 1986) ή ο ορισμός του Goodchild «Τα ΓΣΠ γενικά μπορούν να θεωρηθούν σαν ένα σύνολο προγραμμάτων που λειτουργούν πάνω σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων» (Goodchild, 1985).

Η ιστορία τους ξεκίνησε τη δεκαετία του '60, όταν το Καναδικό Υπουργείο Γεωργίας ανέθεσε στον R.Tomlinson την ανάπτυξη του πρώτου ΓΣΠ, που ονομάστηκε CGIS. Στα αρχικά στάδια της ανάπτυξής τους τα ΓΣΠ εξυπηρετούσαν κυβερνητικές και στρατιωτικές ανάγκες, την δεκαετία του '70 όμως, με την ενίσχυση της περιβαλλοντικής συνείδησης των κοινωνιών αλλά και λόγω της ανάγκης για αποδοτικότερες χρήσεις γης, δημιουργήθηκαν ΓΣΠ τα οποία μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση αλλά και ανάλυση χωρικών δεδομένων.

Την ίδια περίοδο, στο Καναδά διοργανώνονται 2 συνέδρια σχετικά με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, από την UNESCO και τη Διεθνή Γεωγραφική Ένωση, ενώ καθοριστική στιγμή για την καθιέρωση των ΓΣΠ ήταν όταν το 1972 έγινε η πρώτη παρουσίαση βιβλίου σχετικού με τα ΓΠΣ. Στην πορεία, πανεπιστημιακά ιδρύματα με διεθνές κύρος εισήγαγαν τα ΓΣΠ στο επίσημο πρόγραμμα σπουδών τους δημιουργώντας επιστημονικό δυναμικό εξειδικευμένο στα ΓΣΠ.

Σήμερα τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών χρησιμοποιούνται στη γεωεπιστήμη, την περιβαλλοντολογία, αλλά και σε οποιαδήποτε παραγωγική διαδικασία απαιτεί διαχείριση και παρακολούθηση χωρικών δεδομένων. Η συμβολή τους στην περιβαλλοντική έρευνα είναι καθοριστική είτε χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση και ανάκτηση πληροφορίας, είτε ως εργαλεία ανάλυσης των ψηφιακών και διανυσματικών δεδομένων.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών δύνανται να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση και χαρτογράφηση περιοχών με υψηλό συντελεστή περιβαλλοντικού κινδύνου όπως ατυχήματα από πετρελαιοκηλίδες, πυρκαγιές κ.ά. (Nelson et al, 2015) με τη λήψη και επεξεργασία δορυφορικών εικόνων. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται για την έρευνα και ανάλυση χωρικών ερωτημάτων όπως για την χωροθέτηση αιολικών πάρκων (S. Cavazzi et al, 2016 and D. Latinopoulos et al, 2015), φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων (Sánchez-Lozano et al, 2014), βιολογικών καλλιεργειών (Ashutosh et al, 2015) κ.ά.

#### **4.2 Εργαλείο ArcGIS έκδοση 10.2.2 και Αρχεία Δεδομένων**

Το ArcGIS είναι μία ευρέως διαδεδομένη εφαρμογή ΓΣΠ, συμβατή με πλήθος λογισμικών προγραμμάτων, η οποία επιτρέπει την ανάκτηση, μετατροπή και ανάλυση δεδομένων Raster και Vector, καθώς και τη χαρτογράφηση περιοχών με τη χρήση κατάλληλων κριτηρίων.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι πηγές από όπου συλλέχθηκαν τα υπό εξέταση δεδομένα για τον νομό Αρκαδίας. Για τον σκοπό αυτόν αξιοποιήθηκαν ελεύθερες βάσεις δεδομένων από κρατικούς φορείς.

**Πίνακας IV.1.** Πηγές και Τύποι Δεδομένων

Δεδομένα	Τύπος Δεδομένων	Vector-Raster	Πηγή Προέλευσης
Αιολικό Δυναμικό	σημεία	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Αρχαία Θέατρα	σημεία	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Περιοχές Natura 2000	πολύγωνα	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Λίμνες	πολύγωνα	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Ποτάμια	γραμμές	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Καταφύγια Άγριας Ζωής	πολυγωνα	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Οικισμοί	σημεία	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Καλλικρατικά Όρια Δήμων	πολύγωνα	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Corine 2000 Χρήσεις Γης	πολύγωνα	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Σιδηροδρομικό Δίκτυο	γραμμές	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Πόλεις	σημεία	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Νομοί Ελλάδας	πολύγωνα	Vector	<a href="http://www.geodata.gov.gr">www.geodata.gov.gr</a>
Παραδοσιακοί Οικισμοί		Vector	<a href="http://estia.minenv.gr/">http://estia.minenv.gr/</a>
Αιολικές Εγκαταστάσεις	πολύγωνα	Vector	<a href="http://www.rae.gr/geo">www.rae.gr/geo</a>
Οδικό Δίκτυο	γραμμές	Vector	<a href="http://arhipelago.aegean.gr">http://arhipelago.aegean.gr</a>
Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους		Raster	<a href="http://www.gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/">www.gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/</a>
Σημεία Ενδιαφέροντος	σημεία	Vector	<a href="http://www.geofabric.de">www.geofabric.de</a>

#### **4.3 Μελέτη της τρέχουσας κατάστασης στο νομό Αρκαδίας**

Εντοπίζονται τα βασικά στοιχεία του υπό εξέταση νομού, φυσικά και τεχνητά, που καθορίζουν το χαρακτήρα της κάθε περιοχής και επηρεάζουν την καταλληλότητά της για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται αναλυτικά τα στοιχεία που καταγράφονται:

**Πίνακας IV.2.** Βασικά στοιχεία που επηρεάζουν την καταλληλότητα των υποψήφιων περιοχών χωροθέτησης αιολικών πάρκων

Φυσικά Στοιχεία	Ανθρωπογενείς Κατασκευές
αιολικό δυναμικό	οικιστικές συγκεντρώσεις

υδρογραφικό δίκτυο	οδικό δίκτυο
περιοχές Natura 2000	λιμάνια
Καταφύγια Άγριας Ζωής	εκκλησίες
κλίση εδάφους	ιστορικά μνημεία
παραλίες	κεραίες κινητής τηλεφωνίας
λατομεία	αεροδρόμια

#### 4.4 Νομοθετικοί Περιορισμοί

##### Εντοπισμός Ζωνών Αποκλεισμού

Οι ζώνες αποκλεισμού αφορούν περιοχές στις οποίες απαγορεύεται βάσει της κείμενης νομοθεσίας η εγκατάσταση αιολικών έργων και καταγράφονται στο Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΕΠΧΣΑΑ).

Στον πίνακα IV.3 αναφέρονται αναλυτικά οι αποκλειόμενες περιοχές για χωροθέτηση έργων ΑΠΕ, που έχουν τα εξής γενικά χαρακτηριστικά, αθροιστικά ή μεμονωμένα : παρουσιάζουν περιβαλλοντικό ενδιαφέρον, εμπεριέχουν στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς, παρουσιάζουν οικιστικές συγκεντρώσεις, φιλοξενούν δίκτυα τεχνικών υποδομών ή εγκαταστάσεις παραγωγικής δραστηριότητας.

**Πίνακας IV.3.** Περιοχές αποκλεισμού ΕΠΧΣΑΑ. Πηγή ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008

<b>ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ ΕΠΧΣΑΑ</b>	
περιοχές εντός σχεδίου πόλεων και ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2.000 κατοίκων περιοχών. ατύπως διαμορφωμένες, στο πλαίσιο της εκτός σχεδίου δόμησης, τουριστικές και οικιστικές περιοχές	Των ακτών κολύμβησης που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
Τα κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και άλλα μνημεία μείζονος σημασίας της παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του ν. 3028/2002, καθώς και των οριοθετημένων αρχαιολογικών ζωνών προστασίας Α που έχουν καθορισθεί κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του ν. 3028/2002.	Τμήματα των λατομικών περιοχών και μεταλλευτικών και εξορυκτικών ζωνών που λειτουργούν επιφανειακά, οι Π.Ο.Τ.Α. του άρθρου 29 του ν. 2545/97, των Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα του άρθρου 10 του ν. 2742/99, των θεματικών πάρκων και των τουριστικών

	λιμένων.
όρια των Υγροτόπων Διεθνούς Σημασίας (Υγρότοποι Ramsar), οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί ως τόποι κοινοτικής σημασίας στο δίκτυο ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).	εθνικοί δρυμοί και κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση
περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης που καθορίζονται κατά τις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του ν. 1650/1986.	περιοχές υπαγόμενες σε ειδικό καθεστώς χρήσης γης

### **Προσδιορισμός Ελαχίστων Αποστάσεων**

Στο Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΕΠΧΣΑΑ) αναφέρονται και οι ελάχιστες αποστάσεις που πρέπει να τηρούνται ανάμεσα στις εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας και σε κατοικημένες περιοχές, περιοχές ιστορικού ενδιαφέροντος, περιοχές υψηλής περιβαλλοντικής αξίας κλπ. Λαμβάνοντας υπ' όψιν αυτά τα κριτήρια και με τη χρήση ΓΣΠ θα καταρτιστούν χάρτες που θα απεικονίζουν τις περιοχές που πληρούν ή μη τις εν λόγω προϋποθέσεις.

Στον παρακάτω Πίνακα παρατίθενται οι ελάχιστες επιτρεπόμενες αποστάσεις ανά περίπτωση:

**Πίνακας IV.5.** Προβλεπόμενες ελάχιστες αποστάσεις αιολικών εγκαταστάσεων ανά κατηγορία ασύμβατης χρήσης, πηγή ΕΠΧΣΑΑ

<b>1. Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση</b>
Πόλεις και οικισμοί με πληθυσμό >2000 κατοίκων ή οικισμοί με πληθυσμό < 2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως δυναμικοί, τουριστικοί ή αξιόλογοι κατά την έννοια του άρθρου 2 του π.δ. 24.4/3.5.1985	1.000 μ από το όριο του οικισμού ή του σχεδίου πόλης κατά περίπτωση

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

<b>2. Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση</b>
Κύριοι οδικοί άξονες, οδικό δίκτυο αρμοδιότητας των Ο.Τ.Α. και σιδηροδρομικές γραμμές.	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια της ζώνης απαλλοτρίωσης της οδού ή του σιδηροδρομικού δικτύου αντίστοιχα.
Γραμμές υψηλής τάσεως	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια από τα όρια διέλευσης των γραμμών Υ.Τ.
Υποδομές τηλεπικοινωνιών (κεραίες), RADAR	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα.
Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα.

<b>3. Αποστάσεις από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση</b>

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

<b>4. Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση</b>
Εγγεγραμμένα στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και τα άλλα μείζονος σημασίας μνημεία, αρχαιολογικοί χώροι και ιστορικοί τόποι της παρ. 5. εδάφιο ββ του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	3.000 μ.
Ζώνη απολύτου προστασίας (Ζώνη Α) λοιπών αρχαιολογικών χώρων	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.
Κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία και ιστορικοί τόποι	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.

<b>5. Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από</b>

	<b>την ασύμβατη χρήση</b>
Περιοχές απολύτου προστασίας της Φύσης και προστασίας της φύσης του άρθρου 19 παρ.1, 2 ν.1650/86 (Α'160)	Σύμφωνα με την εγκεκριμένη Ε.Π.Μ. ή το σχετικό π.δ. (του άρθρου 21 του ν. 1650/86) ή την σχετική Κ.Υ.Α. (ν. 3044/02)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης των παρ. 1 και 2 του άρθρου 19 του ν. 1650/1986.</li> <li>- Οι υγρότοποι RAMSAR</li> <li>- Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των Τόπων Κοινοτικής Σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).</li> </ul>	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ
Ακτές κολύμβησης, που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.	1500μ.
Περιοχές ΖΕΠ ορνιθοπανίδας (SPA)	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ, μετά από ειδική ορνιθολογική μελέτη

<b>6. Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων</b>	
A. Μέγιστη απόσταση από υφιστάμενη οδό χερσαίας προσπέλασης οποιασδήποτε κατηγορίας	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Για εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα κάτω των 10 MWe: Σε Π.Α.Π. και Αττική: 20 χλμ. μήκους όδευσης</li> <li>- Σε άλλες περιοχές (Π.Α.Κ.): 15 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα</li> <li>- Σε νησιά: 10 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα.</li> </ul>
B. Μέγιστη απόσταση από το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας Υψηλής Τάσης (Υ.Τ.)	Όπως ορίζει ο Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. στους όρους σύνδεσης της εγκατάστασης (υψηλή τάση) και η ΔΕΗ (μέση και χαμηλή τάση)
Γ. Ελάχιστη απόσταση (Α) μεταξύ των	2,5 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής

#### **4.5 Ιεράρχηση Διαθέσιμων Περιοχών**

Μετά τον προσδιορισμό των κατάλληλων περιοχών βάσει των προβλέψεων της υφιστάμενης νομοθεσίας, θα ακολουθήσει η αξιολόγησή τους ανάλογα με τον βαθμό συμμόρφωσης με το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Επιπλέον, θα χρησιμοποιηθούν συμπληρωματικά κριτήρια στις περιπτώσεις που οι προβλέψεις του ΕΠΧΣΑΑ είναι σκιώδεις ή ασαφείς όπως στην περίπτωση τήρησης αποστάσεων από περιοχές ΖΕΠ και Natura, ή στις περιπτώσεις αποστάσεων από υποδομές τηλεπικοινωνιών, φυσικούς σχηματισμούς όπως ποταμούς και λίμνες κά., ενώ θα ληφθεί υπ' όψιν και η παράμετρος της κλίσης του εδάφους στις υπό εξέταση περιοχές.

#### **4.6 Εντοπισμός βέλτιστων περιοχών χωροθέτησης**

Συνδυάζοντας τα παραπάνω στοιχεία με τα δεδομένα αιολικού δυναμικού του νομού ανά περιοχή, θα προσδιοριστούν οι περιοχές Βιώσιμης Χωροθέτησης. Οι περιοχές που θα προκύψουν θα πληρούν τα νομοθετικά κριτήρια για την προστασία του ανθρώπου, του φυσικού περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων, καθώς και θα έχουν τις ευνοϊκότερες προοπτικές αποδοτικής λειτουργίας με τη βέλτιστη αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας.

#### **4.7 Υπολογισμός Φέρουσας Ικανότητας**

Ο υπολογισμός της Φέρουσας Ικανότητας των αιολικών υποδομών, συνίσταται στην εκτίμηση της μέγιστης χωρητικότητας της περιοχής σε αριθμό Α/Γ, προκειμένου να τηρηθούν οι συστάσεις που διατυπώνονται στο Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Βάσει των εκτιμήσεων του ΕΠΧΣΑΑ για την Περιοχή Π.Α.Π. 3, που αφορά την Περιφέρεια Πελοποννήσου, και συγκεκριμένα τους νομούς Λακωνίας και Αρκαδίας (Πίνακας III.5) η Φέρουσα Ικανότητα εκτιμάται σε 438 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 876 MWe).

Ο αντίστοιχος υπολογισμός Φέρουσας Ικανότητας θα διενεργηθεί μόνο για την περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας, ανά Καλλικρατικό Δήμο. Με τον τρόπο αυτόν θα διασφαλισθεί η ομαλή ένταξη στο τοπίο αλλά και η αειφορική λειτουργία των αιολικών έργων, με ευνοϊκές συνέπειες σε οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο, εξασφαλίζοντας τις ελάχιστες δυνατές δυσμενείς επιπτώσεις στον περιβαλλοντικό τομέα.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ V.

## ΕΡΕΥΝΑ

---

### **5.1 Περιοχές με Νομοθετικούς Περιορισμούς**

Παρακάτω προσδιορίζονται οι περιοχές που εντάσσονται στο πλαίσιο που θέτουν οι υφιστάμενοι νομοθετικοί περιορισμοί.

#### **5.1.1 Ζώνες Αποκλεισμού**

Όπως έχει ήδη αναφερθεί ο εντοπισμός των ζωνών αποκλεισμού θα διενεργηθεί χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που θέτει το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και αποκλείονται μεταξύ άλλων οικιστικές περιοχές, λατομεία, αρχαιολογικοί χώροι, περιοχές Natura, καταφύγια άγριας ζωής κ.ά.

Οι ζώνες αποκλεισμού της περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας απεικονίζονται στον Χάρτη 5.

#### **5.1.2 Τήρηση Αποστάσεων βάσει ΕΠΧΣΑΑ**

##### **Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες**

Σύμφωνα με το ΕΠΧΣΑΑ η ενδεδειγμένη απόσταση των αιολικών εγκαταστάσεων από πόλεις και οικισμούς με κατοίκους άνω των 2000 είναι στο 1km, για τους παραδοσιακούς οικισμούς και τις Ιερές Μονές στο 1,5km και για τους λοιπούς οικισμούς στα 500m. Στον Χάρτη 6 απεικονίζονται οι περιοχές που βρίσκονται εντός των παραπάνω ελαχίστων ορίων.

##### **Αποστάσεις από δίκτυα υποδομής και ειδικές χρήσεις**

Στον Χάρτη 7 αποτυπώνονται κύριοι οδικοί άξονες του νομού Αρκαδίας, όπως αντλήθηκαν από στοιχεία του <http://geodata.gov.gr/> και περιλαμβάνουν το δίκτυο εθνικών οδών του νομού, τις επαρχιακές και τις κοινοτικές οδούς και σιδηροδρομικό δίκτυο.

Οι προβλεπόμενες αποστάσεις βάσει ΕΠΧΣΑΑ από το οδικό και το σιδηροδρομικό δίκτυο ορίζονται σε  $1,5d$  από τα όρια του δικτύου, με  $d$  την διάμετρο της φτερωτής της ανεμογεννήτριας. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε η τυπική διάσταση της φτερωτής μίας ανεμογεννήτριας των 3MW, ( $d= 80m$ ), ωσαύτως η προβλεπόμενη απόσταση από τα όρια του οδικού δικτύου ανήλθε στα 120m. Δεδομένα υποδομών τηλεπικοινωνιών και γραμμών υψηλής τάσεως δεν βρέθηκαν για τον υπό εξέταση νομό.

### **Αποστάσεις από ζώνες παραγωγικών δραστηριοτήτων**

Στον Χάρτη 8 απεικονίζονται οι περιοχές που απέχουν την ελάχιστη απόσταση από επιφανειακές εξορυκτικές δραστηριότητες, ήτοι απόσταση 500m, σύμφωνα με τις οδηγίες του ΕΠΧΣΑΑ. Επιπλέον, αποτυπώνονται οι περιοχές που απέχουν την ελάχιστη απόσταση των 1000m από τουριστικές υποδομές (λιμάνια, μαρίνες κλπ) και κατασκηνώσεις. Λεπτομερή στοιχεία για ζώνες τουριστικής δραστηριότητας όπως καταλύματα και ξενοδοχεία δεν κατέστη δυνατόν να βρεθούν.

Τέλος, σημειώνεται πως καθώς δεν βρέθηκαν δεδομένα για τις περιοχές που αποτελούν ζώνες αγροτικής δραστηριότητας (γεωργικής και κτηνοτροφικής) ώστε να ορισθεί απόσταση  $1,5d$  ήτοι 120m, ( ΕΠΧΣΑΑ), το συγκεκριμένο κριτήριο δεν ελήφθη υπόψιν.

### **Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς**

Στον Χάρτη 9 απεικονίζονται οι περιοχές που απέχουν κατ' ελάχιστον 500m (ή 7d περίπου) από αρχαιολογικούς χώρους και μνημεία του νομού. Τα στοιχεία αντλήθηκαν από ελεύθερα δεδομένα του <http://geodata.gov.gr/> και [www.geofabric.de](http://www.geofabric.de).

### **Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος**

Στον Χάρτη 10 αποτυπώνονται οι περιοχές που παρουσιάζουν περιβαλλοντικό ενδιαφέρον όπως περιοχές απόλυτης προστασίας της Φύσης (οι αποστάσεις ορίζονται σύμφωνα με την εγκεκριμένη ΕΜΠ), περιοχές ενταγμένες στο δίκτυο Natura (ΤΚΣ), και περιοχές προστασίας της ορνιθοπανίδας ΖΕΠ , για τις οποίες σύμφωνα με το ΕΠΧΣΑΑ, οι προβλεπόμενες αποστάσεις κρίνονται στο πλαίσιο της ΕΠΟ. Η απόσταση από τις ακτές κολύμβησης ορίζεται από το ΕΠΧΣΑΑ στα 1500m.

Υγρότοποι Ramsar και Εθνικοί Δρυμοί δεν υφίστανται στην περιφερειακή ενότητα της Αρκαδίας.

### **Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και αποδοτικότητας των αιολικών εγκαταστάσεων**

Στον Χάρτη 11 απεικονίζονται οι υφιστάμενες αιολικές εγκαταστάσεις της περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας, για τις οποίες έχει εκδοθεί άδεια λειτουργίας και άδεια εγκατάστασης, καθώς και τα αιτήματα προς αξιολόγηση για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών.

Στον Χάρτη 12 εμφανίζονται οι περιοχές που απέχουν 500m από υφιστάμενες αιολικές εγκαταστάσεις.

Η ελάχιστη προβλεπόμενη απόσταση των 2,5d (200m) από ήδη εγκατεστημένες Α/Γ που προβλέπεται στο ΕΠΧΣΑΑ αυξήθηκε στην παρούσα μελέτη στα 500m, συμπεριλαμβάνοντας έτσι και Α/Γ μεγαλύτερης διαμέτρου. Βασικός στόχος είναι να εξασφαλισθεί η αποδοτικότητα των Α/Γ καθώς η μεγαλύτερη απόσταση περιορίζει το φαινόμενο της σκίασης του ανέμου, από τις τυρβώδεις κινήσεις που προκύπτουν πλησίον των ανεμογεννητριών.

### **5.2 Αξιολόγηση και Ιεράρχηση Επιτρεπόμενων Περιοχών Βάσει Νομοθεσίας**

Στον Χάρτη 13 απεικονίζονται με κίτρινο χρώμα οι διαθέσιμες περιοχές προς χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων, βάσει των κριτηρίων που αναφέρθηκαν παραπάνω και αφού αποκλείστηκαν και οι περιοχές Natura 2000, αλλά και τα Καταφύγια Άγριας Ζωής. Οι εν λόγω περιοχές εξαιρέθηκαν όχι λόγω νομοθετικών περιορισμών, αλλά με την πρόθεση να καλυφθούν τυχόν νομοθετικά κενά που αφορούν την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, και διαφυλαχθεί στο μέγιστο βαθμό η ισορροπία των οικοσυστημάτων που φιλοξενούνται στις περιοχές αυτές.

Η περαιτέρω επεξεργασία των περιοχών συνίσταται στην ποιοτική τους ιεράρχηση, ώστε να προσδιοριστούν οι περιοχές προτεραιότητας εντός του νομού. Οι περιοχές προτεραιότητας θα είναι ανάμεσα στις νομοθετικά διαθέσιμες, εκείνες που θα διαγράφουν τις ευνοϊκότερες προοπτικές για τη βέλτιστη λειτουργικότητα, αποδοτικότητα, ασφάλεια και βιωσιμότητα των αιολικών υποδομών, με τη μικρότερη δυνατή περιβαλλοντική όχληση.

Για τον σκοπό αυτόν, χρησιμοποιήθηκαν τα προαναφερθέντα κριτήρια (αποστάσεις ΕΠΧΣΑΑ) αλλά και πρόσθετα της διεθνούς βιβλιογραφίας ( Baban et al, 2001 and L. Rodman et al, 2006) που παρατίθενται αναλυτικά παρακάτω.

Για την βαθμολόγηση των περιοχών ανάλογα με τον βαθμό συμμόρφωσής τους με τα κριτήρια αυτά, χρησιμοποιήθηκε η Πολυκριτηριακή Ανάλυση σύμφωνα με τη μεθοδολογία επιλογής πολλών ερευνητών της αιολικής ενέργειας (Bennui et al, 2007 and Al-Yahyai et al, 2012 and Tsoutsos et al, 2015 and Georgopoulou et al, 1997) . Η μέθοδος της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης θεωρείται πολύτιμο εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων σε εγχειρήματα ενεργειακού σχεδιασμού, λόγω της συνύπαρξης πολλαπλών παραγόντων αντικρουόμενων και μη, που υπεισέρχονται στη διαδικασία (Haralampopoulos et al, 2003). Χρησιμοποιείται ευρέως για τη λήψη αποφάσεων ενεργειακής φύσης έχει μακρά ιστορία

στον συγκεκριμένο επιστημονικό τομέα και γενικά προτιμάται έναντι άλλων μεθόδων (Schulz et al, 1983 and Salminen et al, 1998 and Lahdelma et al, 2000).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στην παρούσα εργασία, αποδόθηκε σε κάθε κριτήριο μία κλίμακα προτεραιότητας με πέντε(5) τιμές από το 0 έως το 4, με 4 τη βαθμολογία για περιοχές που δεν καλύπτουν το κριτήριο και 0 τις περιοχές που καλύπτουν το κριτήριο σε ποσοστό 100%.

Από τον συνδυασμό των κριτηρίων προκύπτει ο Χάρτης 19, στον οποίο απεικονίζεται η συνολική βαθμολόγηση των περιοχών. Η ιεράρχηση βασίζεται στον συνδυαστικό υπολογισμό του ποσοστού ικανοποίησης (0%-100%) των επιμέρους κριτηρίων, που παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

### **5.2.1 Αποστάσεις από περιοχές ενταγμένες στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Natura 2000**

Το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, δεν διασαφηνίζει τις προβλεπόμενες αποστάσεις που πρέπει να τηρούνται από τις περιοχές που χαρακτηρίζονται ως Τόποι Κοινοτικής Σημασίας Natura 2000, τις «Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)» (Special Protection Areas - SPA) για την Οрниθοπανίδα, και τις «Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ)» (Special Areas of Conservation – SAC). Αντ' αυτού αναφέρει πως αποφασίζονται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ ή κατόπιν ορνιθολογικών μελετών, ωστόσο είναι σαφές από την διεθνή βιβλιογραφία πως η χωροθέτηση των αιολικών υποδομών είναι επιθυμητό να απέχει κατά το δυνατόν περισσότερο από τις προστατευόμενες περιοχές (Latinopoulos et al, 2015 and Spiropoulou et al, 2015 and Dimitropoulos et al, 2009) .

Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν προτεινόμενες αποστάσεις διεθνών επιστημονικών εργασιών (Rodman et al, 2006, and Bennuit al, 2007). Ο Χάρτης 14 αποτυπώνει την αξιολόγηση των περιοχών ανάλογα με την απόσταση που απέχουν από ΤΚΖ, ενώ ο Χάρτης 15 προσθέτει στις ΤΚΖ και τα Καταφύγια Άγριας Ζωής, ώστε να συμπεριληφθεί και αυτή η παράμετρος στο περιβαλλοντικό κριτήριο.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η αξιολόγηση των περιοχών ανάλογα με την απόστασή τους από Τόπους Περιβαλλοντικού Ενδιαφέροντος (ΤΚΣ) και Καταφύγια Άγριας Ζωής (ΚΑΖ).

**Πίνακας IV. 1.** Χαρακτηρισμός περιοχών βάσει απόστασης από ΤΚΖ και ΚΑΖ του Δικτύου Natura 2000

Απόσταση (m)	Αξιολόγηση Περιοχής
0-200	4. Ακατάλληλη
200-400	3.Λιγότερο Κατάλληλη

400-600	2.Αρκετά Κατάλληλη
600-800	1.Κατάλληλη
>800	0.Πολύ Κατάλληλη

### **5.2.2 Αποστάσεις από ποτάμια και λίμνες**

Το ίδιο ισχύει και για υγρότοπους οι οποίοι φιλοξενούν οικοσυστήματα (ποταμοί, λίμνες) οι οποίοι δεν είναι ενταγμένοι στη συνθήκη Ramsar, ωστόσο η προστασία τους πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν (Bennuit et al, 2007 and Maria et al, 2004 ). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η αξιολόγηση των περιοχών βάσει τη απόστασής τους από υγρότοπους, ενώ στον Χάρτη 16 αποτυπώνονται οι εν λόγω περιοχές του νομού.

**Πίνακας IV.2** Χαρακτηρισμός περιοχών βάσει απόστασης από υγρότοπους (ποτάμια, λίμνες)

<b>Απόσταση (m)</b>	<b>Αξιολόγηση Περιοχής</b>
0-200	4. Ακατάλληλη
200-400	3.Λιγότερο Κατάλληλη
400-600	2.Αρκετά Κατάλληλη
600-800	1.Κατάλληλη
>800	0.Πολύ Κατάλληλη

### **5.2.3 Κλίση**

Η κλίση είναι ένα σημαντικό τεχνικό κριτήριο δεδομένου ότι περιοχές με έντονο ανάγλυφο και πολύ απότομες κλίσεις δεν θεωρούνται κατάλληλες για χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων (Sánchez-Lozano et al, 2013). Οι κλίσεις που υπερβαίνουν το 10%-20% θεωρούνται μη αποδεκτές για την τοποθέτηση ανεμογεννητριών (Baban et al, 2001), ωστόσο δεν κατέστη δυνατόν να βρεθούν δεδομένα κλίσεων για την περιοχή της Αρκαδίας. Το συγκεκριμένο κριτήριο εξαιρέθηκε από την παρούσα μελέτη.

### **5.2.4 Αιολικό Δυναμικό**

Το αιολικό δυναμικό των περιοχών είναι καθοριστικής σημασίας για την απόδοση των Α/Γ (Rodman et al, 2006, and Bennuit al, 2007), καθώς η ταχύτητα του ανέμου είναι η κύριος παράγοντας ποσοτικής εκτίμησης της απολήψιμης ενέργειας (Tsoutsos et al, 2009). Από τη

μελέτη επιστημονικών ερευνών προκύπτει πως οι ιδιαίτερα επιθυμητές ταχύτητες υπερβαίνουν τα 8m/sec ( Kim et al, 2013 and Gorsevski et al, 2013 ) σε υψόμετρο 50m. Στον πίνακα ..... απεικονίζεται η βαθμολόγηση από το 0 έως το 4, ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου, ενώ στον Χάρτη 17 αποτυπώνονται οι περιοχές ανάλογα με την τιμή που έχουν λάβει.

**Πίνακας IV.3.** Χαρακτηρισμός περιοχών με κριτήριο το αιολικό δυναμικό

Ταχύτητα Ανέμου ( m/sec)	Αξιολόγηση Περιοχής
0-4	4.Ακατάλληλη
4-6	3. Λιγότερο Κατάλληλη
6-8	2.Αρκετά Κατάλληλη
8-10	1.Κατάλληλη
>10	0. Πολύ κατάλληλη

### **5.2.5 Αποστάσεις από το οδικό δίκτυο**

Είναι σκόπιμη η αξιολόγηση των περιοχών ανάλογα με την εγγύτητά τους στο οδικό δίκτυο (Al-Yahyai et al, 2012 and Janke, 2010 ), δεδομένου ότι πέραν των νομοθετικών περιορισμών που τίθενται από το ΕΠΧΣΑΑ και εξετάστηκαν παραπάνω (τήρηση ελάχιστης απόστασης 1,5d), η προσβασιμότητα των αιολικών υποδομών είναι εξίσου σημαντική.

Όσο μεγαλύτερη η εγγύτητα στο οδικό δίκτυο, τηρουμένης βέβαια πάντα της νομοθεσίας και του θεσμικού πλαισίου, τόσο λιγότερα τα συνοδά έργα που θα απαιτηθούν στο στάδιο της εγκατάστασης των αιολικών μηχανών. Αυτό συνεπάγεται μικρότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης (Sánchez-Lozano al, 2014), αλλά και σαφώς μικρότερη όχληση του φυσικού περιβάλλοντος, καθώς οι όποιες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις θα είναι περιορισμένης κλίμακας.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι αποστάσεις των περιοχών από το οδικό δίκτυο και η αντίστοιχη αξιολόγηση, ενώ στο Χάρτη 7 αποτυπώνεται και η χωρική πληροφορία.

**Πίνακας IV.4.** Χαρακτηρισμός περιοχών ανάλογα με την απόστασή τους από το οδικό δίκτυο.

Απόσταση (m)	Αξιολόγηση Περιοχής
0-120	Ζώνη Αποκλεισμού

120-2.000	1.Πολύ κατάλληλη
2.000-4.000	2. Κατάλληλη
4.000 - 6.000	3. Αρκετά Κατάλληλη
6.000-8.000	4. Λιγότερο Κατάλληλη
8.000-10.000	Ακατάλληλη

### **5.2.6 Αποστάσεις από αρχαιολογικούς χώρους**

Σύμφωνα με το ΕΠΧΣΑΑ η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να τηρείται ανάμεσα σε αιολικές εγκαταστάσεις και αρχαιολογικούς χώρους είναι τουλάχιστον 500m.

Ωστόσο, οι κατά τόπους φορείς της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας είναι υπεύθυνοι για την έκδοση αδειοδότησης εργασιών σε χώρους που γειτνιάζουν με ιστορικά μνημεία (Οικονομου et al, 2009), οπότε στην παρούσα εργασία κρίθηκε σκόπιμο να εισαχθεί αυστηρότερο κριτήριο ελάχιστης απόστασης στο 1 km. Η αξιολόγηση των περιοχών βάσει αποστάσεων φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα, ενώ η χωρική πληροφορία αποτυπώνεται στον Χάρτη 18.

**Πίνακας IV.5.** Χαρακτηρισμός περιοχών ανάλογα με την απόστασή τους από αρχαιολογικούς χώρους.

<b>Απόσταση ( m)</b>	<b>Αξιολόγηση περιοχής</b>
0-500	Ζώνη Αποκλεισμού
500-1.000	4.Ακατάλληλη
1.000-1.500	3.Λιγότερο Κατάλληλη
1.500-2.000	2.Αρκετά Κατάλληλη
2.000-2.500	1.Κατάλληλη
>2.500	0.Ιδιαίτερα Κατάλληλη

### **5.3 Προσδιορισμός Περιοχών Προτεραιότητας στην περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας**

Στον Χάρτη 19 απεικονίζονται οι περιοχές του νομού Αρκαδίας με διαφορετική απόχρωση ανάλογα με τη συνολική αξιολόγησή τους σε σχέση με τα προαναφερθέντα κριτήρια (εκτός του αιολικού δυναμικού) και το βαθμό επίτευξης των χωροταξικών στόχων.

#### **5.4 Προσδιορισμός Περιοχών Βιώσιμης Χωροθέτησης στην περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας**

Στον Χάρτη 20 αποτυπώνονται οι περιοχές που βαθμολογήθηκαν ως κατάλληλες (τήρηση νομοθετικών περιορισμών και ποσοστό κάλυψης λοιπών κριτηρίων άνω του 60%) και **ταυτόχρονα** παρουσιάζουν ευνοϊκό αιολικό δυναμικό (ταχύτητες ανέμων άνω των 8 m/sec). Η υπέρθεση των αποτελεσμάτων εντοπίζει τις περιοχές που τα χαρακτηριστικά τους έχουν τη μεγαλύτερη συνάφεια με τα τυπικά επιθυμητά στοιχεία ενός αιολικού έργου (ύπαρξη τεχνικών υποδομών, κλίση εδάφους, τήρηση νομοθεσίας) και μπορούν εξασφαλίσουν την αποδοτικότητα των αιολικών μηχανών, μέσω της ικανοποιητικής ροής αιολικής ενέργειας.

Στον Χάρτη 21 απεικονίζονται οι επιλεγμένες περιοχές βιώσιμης χωροθέτησης και η θέση τους σε σχέση με τους ήδη εγκατεστημένους αιολικούς σταθμούς του νομού, απ'τους οποίους τηρήθηκε η απόσταση των 500m για την αποφυγή φαινομένων σκίασης.. Παρατηρούμε βέβαια, ότι οι υφιστάμενες αιολικές εγκαταστάσεις δεν είναι πυκνές και ιδιαίτερα στο δήμο της Νότιας Κυνουρίας που έχει εκτεταμένη αιολική έκθεση. Οι προς αξιολόγηση αιολικοί σταθμοί δεν ελήφθησαν υπόψιν καθώς δεν υφίσταται επίσημη απόφαση των αρμοδίων φορέων.

Από την χωρική απεικόνιση των αποτελεσμάτων προκύπτει μία περιοχή συνολικής εκτάσεως 260.974 στρεμμάτων.

**Πίνακας IV.6.** Έκταση περιοχών προτεραιότητας ανά καλλικρατικό δήμο του νομού Αρκαδίας

<b>Καλλικρατικοί Δήμοι</b>	<b>Περιοχές με Ποσοστό 60%-80% (στρέμματα)</b>	<b>Περιοχές με Ποσοστό 80%-100% (στρέμματα)</b>
<b>Δήμος Γορτυνίας</b>	0	1.332
<b>Δήμος Τρίπολης</b>	22.989	87.581
<b>Δήμος Μεγαλόπολης</b>	0	0
<b>Δήμος Βόρειας Κυνουρίας</b>	0	13.500
<b>Δήμος Νότιας Κυνουρίας</b>	48.390	87.182

#### **5.5 Υπολογισμός Φέρουσας Ικανότητας Περιοχών Βιώσιμης Χωροθέτησης στην περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας**

Ως Φέρουσα Ικανότητα ορίζεται γενικά ο αριθμός των ειδών ή των μονάδων ενός είδους που δύνανται να συνυπάρχουν ή να συντηρηθούν επ' αόριστον σε ένα οικοσύστημα χωρίς να προκαλέσουν την υποβάθμισή του.

Με αυτήν την έννοια η φέρουσα ικανότητα μίας περιοχής υποψήφιας για εγκατάσταση αιολικών υποδομών, είναι ο μέγιστος αριθμός εγκατάστασης ανθρωπογενών κατασκευών -εν προκειμένω αιολικών μηχανών- που δεν προκαλεί να διαταραχί στην ισορροπία του μείζονος συστήματος, ήτοι στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τη φυσιογνωμία της περιοχής.

Σύμφωνα με το άρθρο 2 της ΚΥΑ 49828/2008 (ΦΕΚ 2464 Β/03.12.2008) ως Φέρουσα Ικανότητα περιοχών εγκατάστασης αιολικών έργων «ορίζεται ο μέγιστος αριθμός τυπικών Α/Γ που επιτρέπεται να εγκατασταθούν σε μια ενότητα χώρου». Η τυπική ανεμογεννήτρια σύμφωνα με το ΦΕΚ2464Β/2008 ή ισοδύναμη αυτής είναι η Α/Γ με ρότορα  $D=85m$ . Ο υπολογισμός της ισοδύναμης Α/Γ προκύπτει από τον τύπο (Νισοδ.)=  $D / D_t$ , (με Νισ τον ισοδύναμο αριθμό τυπικών Α/Γ,  $D$  τη διάμετρο του ρότορα της εγκατεστημένης Α/Γ και  $D_t$  τη διάμετρο του ρότορα της τυπικής Α/Γ).

Ο υπολογισμός ανά Ο.Τ.Α. της μέγιστης επιτρεπόμενης πυκνότητας αιολικών εγκαταστάσεων, που αναφέρεται αντίστοιχα στα άρθρα 7, 8, 9 προκύπτει από τον τύπο (Εισ) = (Νισοδ.) x 75,86 στρέμματα, όπου Εισ, είναι η αναλογούσα στην εγκατεστημένη Α/Γ επιφάνεια κάλυψης του χώρου.

Σύμφωνα με το Άρθρο 7 «Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στην ηπειρωτική χώρα» το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους Ο.Τ.Α. που εμπίπτουν σε Π.Α.Π. της ηπειρωτικής χώρας δεν μπορεί να υπερβαίνει το 8% της έκτασης ανά Ο.Τ.Α (1,05 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμματα), ενώ για τις περιοχές που χαρακτηρίζονται ως Π.Α.Κ. (Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας) το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών δεν πρέπει να υπερβαίνει το 5% ανά Ο.Τ.Α. (0,66 τυπικές ανεμογεννήτριες/1000 στρέμματα).

Δεδομένου ότι η περιοχή του Λεωνιδίου και η κοινότητα Κοσμά χαρακτηρίζονται μεν ως Π.Α.Π, αλλά δεν αποτελούν ξεχωριστούς ΟΤΑ, παρά ανήκουν πλέον στον Δήμο Ν.Κυνουρίας -μετά την εφαρμογή του προγράμματος Καλλικράτης και τη συνένωση πολλών δήμων-, οι υπολογισμοί του μέγιστου επιτρεπόμενου ποσοστού κάλυψης του νομού θα γίνουν με ενιαίο ποσοστό 5%.

Στον παρακάτω πίνακα IV7 παρουσιάζονται:

- α) η συνολική έκταση σε στρέμματα ανά ΟΤΑ,
- β) η μέγιστη επιτρεπόμενη έκταση κάλυψης σε ποσοστό 5% επί της συνολικής (στρέμματα) ανά ΟΤΑ,
- γ) η έκταση των περιοχών βιώσιμης χωροθέτησης όπως υπολογίστηκε παραπάνω (στρέμματα) ανά ΟΤΑ,
- δ) η μικρότερη τιμή έκτασης μεταξύ των τιμών β και γ (στρέμματα),
- ε) η μέγιστη παραγόμενη ισχύς από τυπικές Α/Γ (MW), ανά ΟΤΑ

**Πίνακας IV.7.** Μέγιστη κάλυψη έκτασης και μέγιστη παραγόμενη ισχύς από τυπικές Α/Γ για την ΠΕ Αρκαδίας

ΔΗΜΟΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΚΑΛΥΨΗ 5% (στρέμματα)	ΕΚΤΑΣΗ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ	ΤΕΛΙΚΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΛΥΨΗ (στρέμματα)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΠΟ ΤΥΠΙΚΕΣ Α/Γ (MW)
			60%-80%		
			80%-100%		
			ΣΥΝΟΛΟ		
ΔΗΜΟΣ ΤΡΙΠΟΛΗΣ	1.476.000	73.800	22.989	73.800	972,84
			87.581		
			110.570		
ΔΗΜΟΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	575.800	28.790	0	13.500	177,96
			13.500		
			13.500		
ΔΗΜΟΣ ΓΟΡΤΥΝΙΑΣ	1.049.000	52.450	0	1.332	17,56
			1.332		
			1.332		
ΔΗΜΟΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ	721.200	36.060	0	0	
ΔΗΜΟΣ ΝΟΤΙΑΣ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	595.500	29.775	48.390	29.775	392,5
			87.182		

ΑΣ			135.572		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>4.417.500</b>	<b>220.875</b>	<b>260.974</b>	<b>118.407</b>	<b>1.560,86</b>

Οι χωρικές πληροφορίες του παραπάνω πίνακα αποτυπώνονται στο Χάρτη 20, στον οποίο παρατηρούμε τη μεγαλύτερη έκταση περιοχών βιώσιμης χωροθέτησης να βρίσκεται στους Δήμους Νότιας Κυνουρίας και Τριπόλεως, με 135.572 και 110.570 στρέμματα αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψιν τον θεσμικό περιορισμό της μέγιστης κάλυψης σε ποσοστό 5% ανά ΟΤΑ, οι εκτάσεις βιώσιμης χωροθέτησης τροποποιούνται σε 29.775 στρέμματα για τον δήμο Νότιας Κυνουρίας και 73.800 στρέμματα για τον δήμο Τρίπολης, καθώς πρόκειται για τον μεγαλύτερο ΟΤΑ της Αρκαδίας.

Στους εν λόγω δήμους προκύπτει - λαμβάνοντας υπόψιν το κριτήριο της μέγιστης κάλυψης και με την εγκατάσταση τυπικών ανεμογεννητριών ισχύος 2MW- πως μπορεί να παραχθεί μέγιστη ισχύς 392,5 και 972,84 MW, αντίστοιχα.

Αξιοσημείωτο είναι πως στον δήμο Μεγαλόπολης δεν βρέθηκαν διαθέσιμες περιοχές βιώσιμης χωροθέτησης, κάτι που ήταν λίγο ως πολύ αναμενόμενο δεδομένων των χαμηλών αιολικών ταχυτήτων που δεν ξεπερνούν τα 4m/sec στην περιοχή (Χάρτης 17).

Για το σύνολο του νομού η διαθεσιμότητα σε εκτάσεις βιώσιμης χωροθέτησης υπολογίστηκε σε 118.407 στρέμματα (λαμβάνοντας υπόψιν το κριτήριο της μέγιστης κάλυψης 5% ανά ΟΤΑ) και η μέγιστη παραγόμενη ισχύς υπολογίστηκε σε 1.560,86 MW.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ενεργειακή εξάρτηση από μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους, όπως τα ορυκτά καύσιμα, και η προοπτική εξάντλησής τους στο προσεχές μέλλον, έχει οδηγήσει πολλές χώρες στην αναζήτηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας με σκοπό την εύρεση βιώσιμης λύσης για την κάλυψη των αναγκών τους για ηλεκτροδότηση, θέρμανση κλπ.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, παρέχουν την εναλλακτική της ανεξάντλητης ενέργειας, αλλά και της ενέργειας απαλλαγμένης από αέριους ρύπους και στερεά απόβλητα, που

συμβάλλει στην καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη και της αλλαγής του παγκόσμιου κλίματος.

Η δέσμευση και εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας αποτελεί τεχνολογία αιχμής για τις ΑΠΕ, και οι εφαρμογές της εγκαθίστανται με ολοένα αυξανόμενους ρυθμούς σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Το παγκόσμιο αυτό ενδιαφέρον έχει στρέψει την προσοχή της επιστημονικής κοινότητας στην ανάπτυξη της αιολικής τεχνολογίας, με την εκπόνηση πολλαπλών μελετών και τη χρηματοδότηση ερευνών σε όλο τον κόσμο.

Βασικό ερώτημα για την κοινωνική αποδοχή, την ενεργειακή αποδοτικότητα και την κερδοφορία των αιολικών έργων, αποτελεί η επιλογή κατάλληλων θέσεων για την εγκατάσταση των αιολικών μηχανών. Η βέλτιστη εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού ανά περιοχή, χωρίς να αλλοιώνεται η φυσιογνωμία του τοπίου, η ισορροπία των οικοσυστημάτων και η κοινωνική και οικονομική ζωή του εγχώριου πληθυσμού, αποτελεί τον κύριο άξονα κάθε μελέτης χωροθέτησης αιολικών υποδομών.

Οι εφαρμογές των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) συμβάλλουν προς αυτήν την κατεύθυνση αποτελώντας τα βασικά εργαλεία για τη λήψη αποφάσεων χωροθέτησης, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της αρχής της αειφορίας, που επιτάσσει την ισότιμη εξέταση του οικονομικού, κοινωνικού και περιβαλλοντικού αντίκτυπου κάθε έργου. Στην Ελλάδα οι γενικές κατευθυντήριες γραμμές για την ορθή επιλογή υποψηφίων περιοχών βιώσιμης χωροθέτησης αιολικών πάρκων δόθηκαν με τη θέσπιση του *Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΕΠΧΣΑΑ)*, που εισήχθη το 2008 με το ΦΕΚ.2464Β.

Στην παρούσα διατριβή εξετάσθηκε το σύνολο των περιοχών της περιφερειακής ενότητας της Αρκαδίας, και εντοπίσθηκαν εκείνες που βάσει γεωγραφικής θέσης, αιολικής έκθεσης και λοιπών χωρικών κριτηρίων είναι κατάλληλες για εγκατάσταση αιολικών έργων με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα κριτήρια που εξετάσθηκαν αφορούσαν νομοθετικούς περιορισμούς όπως αυτοί υπαγορεύονται από το ΕΠΧΣΑΑ (αποστάσεις από οικισμούς, μνημεία κ.ά), ενισχυμένους περιβαλλοντικούς περιορισμούς σε σχέση με τα όσα υπαγορεύει το ΕΠΧΣΑΑ (αποστάσεις από ΤΚΣ, Natura, Καταφύγια Άγριας Ζωής), περιορισμούς καλύψεων γης, αλλά και οικονομικά κριτήρια όπως η προσβασιμότητα των περιοχών και το αιολικό δυναμικό. Επιπλέον, εξαιρέθηκαν οι περιοχές των υφιστάμενων αιολικών εγκαταστάσεων και τηρήθηκε απόσταση 500m προκειμένου να περιοριστούν φαινόμενα σκίασης. Τέλος οι περιοχές αξιολογήθηκαν και ιεραρχήθηκαν με γνώμονα το βαθμό ικανοποίησης των επιμέρους κριτηρίων, ώστε να προκύψουν οι περιοχές βιώσιμης χωροθέτησης.

Οι περιοχές βιώσιμης χωροθέτησης εντοπίσθηκαν κυρίως στο νότιο και ανατολικό τμήμα του νομού, πρωτίστως στις περιοχές των δήμων Νότιας Κυνουρίας και Τριπόλεως, και δευτερευόντως στους δήμους Βόρειας Κυνουρίας και Γορτυνίας, καλύπτοντας επιφάνεια 118.407 στρεμμάτων. Στον δήμο Μεγαλόπολης λόγω χαμηλής αιολικής έκθεσης κυρίως, δεν εντοπίσθηκαν περιοχές βιώσιμης χωροθέτησης, ενώ υπολογίσθηκε πως η δυνητική

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρο τον νομό Αρκαδίας αγγίζει τα 1.560,86 MW, ακόμη και με τη χρήση σχετικά μικρών τυπικών ανεμογεννητριών ισχύος 2MW.

Όπως διαπιστώθηκε οι εγκατεστημένες αιολικές υποδομές είναι ελάχιστες στον νομό, ωστόσο υπάρχει επενδυτικό ενδιαφέρον, καθώς εκκρεμεί η αξιολόγηση πολλαπλών αιτήσεων εγκατάστασης αιολικών σταθμών σε διάφορα σημεία του νομού. Η δυναμική της περιοχής είναι σκόπιμο να αντιμετωπισθεί από τις ελληνικές αρχές με σύνεση και αίσθηση του μέτρου, ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα προσέγκυσης επενδύσεων χωρίς την χάραξη μακροπρόθεσμης βιώσιμης ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής. Η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη αιολικών εφαρμογών χωρίς τον προηγούμενο σχεδιασμό ενσωμάτωσής τους στο φυσικό και τεχνητό περιβάλλον, δύναται να έχει βλαπτικές συνέπειες σε τοπικό επίπεδο, αυξάνοντας τις περιβαλλοντικές πιέσεις, αλλά και τις κοινωνικές αντιδράσεις στην περιοχή. Η τεχνολογία της αιολικής ενέργειας δεν στερείται μειονεκτημάτων, και είναι σημαντική η επικουρική ένταξή της σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης της ενέργειας, μεριμνώντας για τη διασπορά των αιολικών υποδομών και την κατασκευή τεχνικών έργων σε μικρή κλίμακα. Με τον τρόπο αυτόν αποφεύγεται η δημιουργία εκτενών βιομηχανικών ζωνών, που αλλοιώνουν τη φυσιογνωμία της υπαίθρου, διασαλεύουν την οικολογική ισορροπία, και δεν εντάσσονται αρμονικά στο περιβάλλον υπονομεύοντας την τουριστική ανάπτυξη.

Για τον λόγο αυτόν, ευνόητο είναι πως η χωρική πληροφορία που προκύπτει από τον χάρτη της παρούσας μελέτης δεν είναι αρκετή για την επιτυχή και βιώσιμη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων, αλλά προσφέρει την κατεύθυνση για περαιτέρω διερεύνηση υποψήφιων περιοχών. Η αυτοψία, η επιτόπια έρευνα και η μελέτη μικρότερης κλίμακας στις επιλεγμένες θέσεις αποτελεί εκ των ων ουκ άνευ ενέργεια, ώστε να αξιολογηθούν τα επιμέρους ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής, μέσω λεπτομερέστερων κριτηρίων (γεωλογική σύσταση και ευστάθεια του εδάφους, γενικές κλιματολογικές συνθήκες, κλπ) που ενδεχομένως να μην αποτυπώνονται σε ΓΣΠ ή να μην εξετάστηκαν λόγω ανεπάρκειας διαθέσιμων βάσεων δεδομένων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η παρούσα μελέτη μπορεί να συμβάλει στην διάδοση των ΑΠΕ και συγκεκριμένα των εφαρμογών της αιολικής ενέργειας, στην τήρηση των εθνικών δεσμεύσεων για τη χρήση τους μέχρι το έτος 2020, στην ικανοποίηση των ευρωπαϊκών απαιτήσεων για βιώσιμη ανάπτυξη, στον σχεδιασμό ενεργειακής πολιτικής για την περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας, που θα βασίζεται στην αυτάρκεια και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Δεδομένου ότι περιοχές του νομού δέχονται περιβαλλοντικές πιέσεις από την εξόρυξη και καύση λιγνίτη σε θερμικούς σταθμούς για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η εναλλακτική που προσφέρει η αιολική τεχνολογία μπορεί να μειώσει την περιβαλλοντική επιβάρυνση, βελτιώνοντας το επίπεδο ζωής των κατοίκων και εξοικειώνοντας τον τοπικό πληθυσμό με τις ΑΠΕ.

## ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbott, J., 2010. 'The Localized and Scaled Discourse of Conservation for Wind Power in Kittitas County, Washington'. *Society & Natural Resources: An International Journal*, 23, pp.969-985
- Al-Yahyai, S., Charabi, Y., Gastli, A., Al-Badi, A., 2012. Wind farm land suitability indexing using multi-criteria analysis. *Renew Energy*, 44 (2012), pp. 80–87
- Angulo, I., Vega, D., Cascón, I., Cañizo, J., Wu, Y., Guerra, D., Angueira, P., 2014. Impact analysis of wind farms on telecommunication services. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 32, April 2014, Pages 84-99
- Astariz, S., Iglesias, G., 2015. Accessibility for operation and maintenance tasks in co-located wind and wave energy farms with non-uniformly distributed arrays. *Energy Conversion and Management*, Volume 106, pp. 1219-1229
- Mishra, K., Deep, S., Choudhary, A., 2015. Identification of suitable sites for organic farming using AHP & GIS. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, Volume 18, Issue 2, December 2015, Pages 181-193
- Baban, S., Parry, T., 2001. Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK. *Renewable Energy*, 24 (2001), pp. 59–71
- Balog, I., Ruti,P., Tobin,I., Armenio,V., Vautard, R., 2015. A numerical approach for planning offshore wind farms from regional to local scales over the Mediterranean. *Renewable Energy*, Volume 85, January 2016, Pages 395-405
- Bartzokas , A., Kotroni , V. , Lagouvardos , K., Lolis , C. J. , Gkikas, A.,Tsirogianni, M. I., 2010. Weather forecast in north-western Greece: RISKMED warnings and verification of MM5 model. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 10, pp.383–394
- Bell, D., Gray, T., Haggett, C., 2005.The 'social gap' in wind farm siting decisions: explanations and policy responses. *Environ. Politics*, 14 (4), pp. 460–477
- Bennui, A., Rattanamanee, P., Puetpaiboon, U., Phukpattaranont, P., Chetpattananondh, K., 2007. Site selection for large wind turbine using GIS. In: *Proceedings of the PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment – ICEE, Phuket.*

- Bert. de Vries, J.M, Detlef van Vuuren, P., Hoogwijk, M., 2015. Renewable energy sources: Their global potential for the first-half of the 21st century at a global level: An integrated approach. *Energy Policy*, Volume 35, Issue 4, April 2007, Pages 2590-2610
- Blanco, M.I., 2009. The economics of wind energy. *Renew Sustain Energy Rev*, 13, pp. 1372–1382
- Blazejczak, J., Braun, F., Edler, D., Schill, W., 2014. Economic effects of renewable energy expansion: A model-based analysis for Germany. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, pp. 1070-1080
- Bridges, A., Felder, F., McKelvey, K., Niyogi, I., 2015. Uncertainty in energy planning: Estimating the health impacts of air pollution from fossil fuel electricity generation. *Energy Research & Social Science*, 6, pp. 74-77
- Calvert, A.M. , Bishop, C.A. , Elliot, R.D. , Krebs, E.A. , Kydd, T.M. , Machtans, C.S. , Robertson, G.J., 2013. A synthesis of human-related avian mortality in Canada, *Avian Conserv. Ecol.*, 8 (2) , p. 11
- Capellán-Pérez, I., Mediavilla, M., de Castro,C., Carpintero, O., Miguel, L., 2014. Fossil fuel depletion and socio-economic scenarios: An integrated approach. *Energy*, 77, pp. 641-666
- Carrete, M., Sánchez -Zapata, J.A. , Benítez, J.R., Lobón, M., Donázar, J.A, 2009. Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biol. Conserv.* , 142 , pp. 2954–2961
- Casisi, M., De Nardi, A., Pinamonti, P. Reini, M., 2015. Effect of different economic support policies on the optimal synthesis and operation of a distributed energy supply system with renewable energy sources for an industrial area. *Energy Conversion and Management*, 95, pp.131-139
- Cavazzi, S., Dutton, A.G., 2016. An Offshore Wind Energy Geographic Information System (OWE-GIS) for assessment of the UK's offshore wind energy potential. *Renewable Energy*, 87, pp. 212-228
- CEC, 2007. California Guidelines for Reducing Impacts to Birds and Bats from Wind Energy Development. Commission Final Report. California Energy Commission, Renewables Committee, and Energy Facilities Siting Division, and California Department of Fish and Game, Resources Management and Policy Division.
- Chaudhry, N., Hughes, L., 2012. Forecasting the reliability of wind-energy systems: A new approach using the RL technique. *Applied Energy*, 96, pp. 422-430
- Cushman-Roisin, B., Beckers, J.M., 2011. Chapter 2 – The Coriolis Force. *International Geophysics*, 101, pp.41-75

Dahbi, M., Benatiallah, A., Sellam, M., 2013. The Analysis of Wind Power Potential in Sahara Site of Algeria-an Estimation Using the 'Weibull' Density Function. *Energy Procedia*, Volume 36, 2013, Pages 179-188

DeLlano-Paz, F., Calvo-Silvosa, A., Iglesias Antelo, S., Soares, I., 2015. The European low-carbon mix for 2030: The role of renewable energy sources in an environmentally and socially efficient approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48, pp.49-61

De Lucas, M., Ferrer, M., Bechard, M.J., Muñoz, A.R., 2012. Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: distribution of fatalities and active mitigation measures. *Biol. Conserv.*, 147, pp. 184–189

Del Rio, P., . Burguillo, M., 2009. An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability. *Renewable Sustainable Energy Rev*, 13 (2009), pp. 1314–1325

Deshaies, M. Herrero-Luque, D., 2015. "Wind Energy and Natural Parks in European Countries (Spain, France and Germany)", *Renewable Energies and European Landscapes* (2015) pp.218. Springer Netherlands. DOI 10.1007/978-94-017-9843-3\_12

Dimitropoulos, A., Kontoleon, A., 2009. Assessing the determinants of local acceptability of wind-farm investment: A choice experiment in the Greek Aegean Islands. *Energy Policy*, 37, 5, May 2009, Pages 1842-1854

Dogan, E, 2015. The relationship between economic growth and electricity consumption from renewable and non-renewable sources: A study of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 52, pp. 534-546

Ellabban, O., Abu-Rub, H., Blaabjerg, F., 2014. Renewable energy resources: current status, future prospects and their enabling technology, *Renew Sustainable Energy Reviews*, 39, pp. 748–764

Erdinc, O., Paterakis, N., Catalão, J., 2015. Overview of insular power systems under increasing penetration of renewable energy sources: Opportunities and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, pp.333-346

Erickson, W.P., Johnson, G.D., Young Jr., D.P.Y., 2005. A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions. General Technical Reports. USDA Forest Service General Technical Report PSWGTR-191.

European Commission, 2009.

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>

European Union, 2011. Guidance Document. Wind Energy Developments and Natura 2000. Guidance Document, Luxembourg

[http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind\\_farms.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind_farms.pdf)

Evans, A., Strezov, V., Evans, JT., 2008. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. *Renewable Sustainable Energy Rev*, 13 , pp. 1082–1088

EWEA, 2015. Wind in power 2014 European statistics

<http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA-Annual-Statistics-2014.pdf>

- Fang, Y., Li, J., Wang, M., 2012. Development policy for non-grid-connected wind power in China: an analysis based on institutional change. *Energy Policy*, 45 , pp. 350–358
- Furness, R., Wade, H., Masden, E., 2013. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *Journal of Environmental Management*, 119, pp. 56-66
- Fuss, S., Daniel, J.A., Johansson, J., Szolgayova, M., 2009. Obersteiner impact of climate policy uncertainty on the adoption of electricity generating technologies. *Energy Policy*, 37, pp. 733–743
- Georgiou, I., Areal, F., 2015. Economic valuation of an offshore wind farm in Greece: The role of individual's base-state influences and beliefs in the value formation process. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, pp. 717-724
- Georgopoulou, E., Lalas, D., Papagiannakis, L., 1997. A multicriteria decision aid approach for energy planning problems: The case of renewable energy option. *European Journal of Operational Research*, 103 , pp. 38–54
- Global Wind Energy Council  
[www.gwec.net](http://www.gwec.net)
- Global Wind Energy Council, 2010. Global Wind Energy Outlook.  
<http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/GWEO-2010-final.pdf>
- Gorsevski, P., Cathcart, S., Mirzaei, G., Jamali, M., Ye, X., Gomezdelcampo, En., 2013. A group-based spatial decision support system for wind farm site selection in Northwest Ohio. *Energy Policy*, 55, pp. 374-385
- Grimaud, A., Rouge, L., 2003. Non-renewable resources and growth with vertical innovations: optimal, equilibrium and economic policies. *J. Environ. Econ. Manag.*, 45, pp. 433–453
- Gulden, W., 2011. A review of the current evidence regarding industrial wind turbines and property values from a homeowner's perspective. *Bull. Sci. Technol. Soc.*, 31 , pp. 363–368
- Hansen, K., Hansen, C., Zajamšek, B., 2015. Outdoor to indoor reduction of wind farm noise for rural residences. *Building and Environment*, In Press, Corrected Proof, Available online 21 June 2015
- Haralampopoulos, D., Polatidis, A., 2003. Renewable energy projects: structuring a multi-criteria group decision-making framework. *Renewable Energy*. 28, 6, pp. 961–973
- Hastik, R., Basso, S., Geitner, C., Haida, C., Poljanec, A., Portaccio, A., Vrščaj, B., Walzer, C., 2015. Renewable energies and ecosystem service impacts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48, pp 608-623

- Hatziargyriou, N.D., Tsikalakis, A., Androutsos, A., 2006. Status of distributed generation in the Greek Islands. In: IEEE, Proceedings of the Power Engineering Society General Meeting. Montreal, Canada
- Herbert, J., Iniyan, S., Amutha, D., 2014. A review of technical issues on the development of wind farms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 32, pp. 619-641
- Hoel, M., Kvemdokk, S. (1996). Depletion of fossil fuels and impacts of global warming. *Resource and energy economics*, 18, 115-136.
- Hull, C.L. , Stark, E.M. , Peruzzo, S. , Sims, C.C. , 2013. Avian collisions at two wind farms in Tasmania, Australia: taxonomic and ecological characteristics of colliders versus non-colliders. *New Zeal. J. Zool.*, 40, pp. 47–62
- IPCC, 2007. IPCC fourth assessment report, climate change 2007 synthesis report, contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Geneva (Switzerland): Intergovernmental Panel on Climate Change
- Janjai, S., Masiri, I., Promsen, Pattarapanitchai, P., Pankaew, J., Laksanaboonsong, I., Bischoff-Gauss, N., Kalthoff, N., 2014. Evaluation of wind energy potential over Thailand by using an atmospheric mesoscale model and a GIS approach. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Volume 129, June 2014, Pages 1-10
- Janke, J.R., 2010. Multicriteria GIS modeling of wind and solar farms in Colorado. *Renewable Energy*, 35, pp. 2228–2234
- Janss, G.F.E, 2000. Avian mortality from power lines: a morphologic approach of a species-specific mortality. *Biol. Conserv.*, 95 , pp. 353–359
- Kabouris, J., Hatziargyriou, N., 2006. Wind power in Greece-current situation, future developments and prospects. In: IEEE, Proceedings of the Power Engineering Society General Meeting 2006, Montreal, Canada.
- Iniyan, S., L Suganthi, TR Jagadeesan, A. Samuel. A reliability based socio economic optimal renewable energy model for India. *Renewable Energy*, 19 (2000), pp. 291–297
- Kabouris, J., Perrakis, K., 2000. Wind electricity in Greece: recent developments, problems and prospects. *Renewable Energy*, Volume 21, Issues 3–4, 1 November 2000, Pages 417-432
- Kallioras, N. ,Lagaros, N., Karlaftis, M., Pachy, P., 2015. Optimum layout design of onshore wind farms considering stochastic loading. *Advances in Engineering Software*, Volume 88, October 2015, Pages 8-20
- Kaldellis, J., Zafirakis, D., 2011. The wind energy (r)evolution: A short review of a long history  
*Renewable Energy*, Volume 36, Issue 7, July 2011, Pages 1887-1901
- Katsaprakakis, D., Christakis, D., 2016. The exploitation of electricity production projects from Renewable Energy Sources for the social and economic development of remote communities. The case of Greece: An example to avoid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, pp.341-349
- Khezri, R., Bevrani, H., 2015. Voltage performance enhancement of DFIG-based wind farms integrated in large-scale power systems: Coordinated AVR and PSS. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 73, pp. 400-410

- Kim, J., Oh, K., Kang, K., Lee, S., 2013. Site selection of offshore wind farms around the Korean Peninsula through economic evaluation. *Renewable Energy*, Volume 54, June 2013, Pages 189-195
- Kontogianni, A., Tourkolias, Ch., Skourtos, M., Damigos, D., 2014. Planning globally, protesting locally: Patterns in community perceptions towards the installation of wind farms. *Renewable Energy*, 66, pp 170-177
- Kottari , M., 2014. Energy fact sheet. Energy brains. [http://www.energybrains.org/docs/EFS/EnergyBrains EFS Greece MK 2014.pdf](http://www.energybrains.org/docs/EFS/EnergyBrains%20EFS%20Greece%20MK%202014.pdf)
- Lahdelma, R., Salminen, P., Hokkanen, J., 2000. Using Multicriteria Methods in Environmental Planning and Management. *Environmental Management*, 26, (6), pp. 595–605
- Latinopoulos, D., Kechagia, K., 2015. A GIS-based multi-criteria evaluation for wind farm site selection. A regional scale application in Greece. *Renewable Energy*, Volume 78, June 2015, Pages 550-560
- Lema, A., Ruby, K., 2006. Towards a policy model for climate change mitigation: China's experience with wind power development and lessons for developing countries . *Energy Sustain Dev*, 10 (4) (2006), pp. 5–13
- Leung, L., Yang, Y., 2012. Wind energy development and its environmental impact: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, pp.1031-1039
- Marques, A. Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Ramos Pereira, M., Fonseca, C., Mascarenhas, M., Bernardino, J., 2014. Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation*, 179, pp. 40-52
- Liao, Z., 2016. The evolution of wind energy policies in China (1995–2014): An analysis based on policy instruments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, pp 464-472
- Longo, A., Markandya, A., Petrucci, M., 2008. The internalization of externalities in the production of electricity: willingness to pay for the attributes of a policy for renewable energy. *Ecol Econ*, 67, pp. 140–152
- Marcinkowski, T., 2009. Contemporary Challenges and Opportunities in Environmental Education: Where Are We Headed and What Deserves Our Attention? *The Journal of Environmental Education*, 41, 1, pp.34-54
- Maria, E., Tsoutsos, T., 2004. The sustainable development management of RES installations. Legal aspects of the environmental impact in small Greek island systems. *Energy Convers Manag*, 45 (5) (2004), pp. 631–638

- Marmidis, G. (2008). Optimal placement of wind turbines in a wind park using Monte Carlo simulation. *Renewable energy*, 33, 1455-1460
- McWilliam, M., van Kooten, G., Crawford, C., 2012. A method for optimizing the location of wind farms. *Renewable Energy*, 48, pp. 287-299
- Mihalakakou, G., Psiloglou, B., Santamouris, M., Nomidis, D., 2002. Application of renewable energy sources in the Greek islands of the South Aegean Sea. *Renewable Energy*, 26, pp. 1–19
- Miller N, Macdowell J, Chmiel G, Konopinski R, Gautam D, Laughter G, et al., 2012. Coordinated voltage control for multiple wind plants in eastern wyoming: analysis and field experience. In: *Proceedings of IEEE power electronics and machines in wind applications*; July 2012.
- Mirasgedis, S., Tourkolias, C., Tzovla, E., Diakoulaki, D., 2014. Valuing the visual impact of wind farms: An application in South Evia, Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, pp. 296-311
- Mourelatos, D., Assimacopoulos, L., Papagiannakis, A., Zervos, A., 1998. Large-scale integration of renewable energy sources an action plan for Crete. *Energy Policy*, 26 , pp. 751–763
- Munteanu, I., Bratcu, A.I., Cutululis, N.-A., Ceanga, E., 2008. Optimal Control of Wind Energy Systems, Towards a Global Approach. Springer London. ISBN 978-1-84800-079-7**
- Nadaï A, Labussière O (2013) Playing with the line, channelling multiplicity: wind power planning in the Narbonnaise (Aude, France). *Environ Plann D: Soc Space* 31:116–139. doi:10.1068/d22610
- Nelson, J., Grubestic, T.H., Sim, L., Rose, K.,Graham, J., 2015. Approach for assessing coastal vulnerability to oil spills for prevention and readiness using GIS and the Blowout and Spill Occurrence Model. *Ocean & Coastal Management*, Volume 112, August 2015, Pages 1-11
- Nomura, N., Akai, M., 2004. Willingness to pay for green electricity in Japan as estimated through contingent valuation method. *Appl Energy*, 78 (4) (2004), pp. 453–463
- OECD/IEA (2002a), IEA, World Energy Outlook, Paris
- Oikonomou , E., Kiliass ,V., Goumas ,An., Rigopoulos , A., Karakatsani, E., Damasiotis, M., Papastefanakis, D., Marini, N., 2009. Renewable energy sources (RES) projects and their barriers on a regional scale: The case study of wind parks in the Dodecanese islands, Greece. *Energy Policy* , 37 , pp. 4874–4883

IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report

[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_full\\_report.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.pdf)

Pacesila, M., Burcea, S.G., Colesca, S., 2016. Analysis of renewable energies in European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, pp. 156-170

Papadopoulos, A.M., Glinou, G. L., Papachristos, D.A., Developments in the utilisation of wind energy in Greece. *Renewable Energy*, 33 (1), pp. 105–110

Pathak, A., Sharma, M.P., Bundele, M., 2015. A critical review of voltage and reactive power management of wind farms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, pp. 460-471

Pourang , P., Masnavi, M., Bavili, M. , Damane, A., , Golmohammadi, M., 2012. “Designing the renewable energy parks in order to reduce the environmental crisis in the framework of ecological design, case of renewable energy park of Manjil – Iran”. *Design for Innovative Value Towards a Sustainable Society*. pp 44-49. Springer DOI10.1007/978-94-007-3010-6\_10

Qiu, Y., Anadon, L., 2012. The price of wind power in China during its expansion: Technology adoption, learning-by-doing, economies of scale, and manufacturing localization. *Energy Economics*, 34, 3, pp. 772-785

Ramos, V., Iglesias, G., 2014. Wind power viability on a small island. *Int J Green Energy*, 11, pp. 20

Rodman, L., Meentemeyer, R., 2006. A geographic analysis of wind turbine placement in Northern California. *Energy Policy*, 34 , pp. 2137–2149

Salehi V., Afsharnia S., Kahrobaee S., 2006. Improvement of voltage stability in wind farm connection to distribution network using FACTS devices. In: *Proceedings of the 32nd annual conference on IEEE industrial electronics, IECON*, pp. 4242–7.

Salisu, A., Taofeek, A., Ayinde, O., 2016. Modeling energy demand: Some emerging issues. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, pp. 1470-1480

Salminen, P., Hokkanen, J., Lahdelma, R., 1998. Comparing multicriteria methods in the context of environmental problems. *European Journal of Operational Research*, 104 (1998), pp. 485–496

- Sánchez-Lozano, J. M., Henggeler Antunes, C., Socorro García-Cascales, M., Dias, L., 2014. GIS-based photovoltaic solar farms site selection using ELECTRE-TRI: Evaluating the case for Torre Pacheco, Murcia, Southeast of Spain. *Renewable Energy*, 66, Pages 478-494
- Sánchez-Lozano, J.M., García-Cascales, M.S. , Lamata, M.T. , 2014. Identification and selection of potential sites for onshore wind farms development in Region of Murcia, Spain. *Energy*, Volume 73, pp. 311-324
- Sánchez-Lozano, J.M. , García-Cascales, M.S., Lamata, M.T., Sierra, C., 2013. Decision criteria for optimal location of wind farms, exploring innovative and successful applications of soft computing. IGI Global Ed (2013), pp. 199–215
- Sanghoon, L., Dae-Won O., (2015). Economic growth and the environment in China: Empirical evidence using prefecture level data. *China Economic Review*, 36, pp.73-85, Elsevier
- Sathyajith, M., 2006. *Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics*. pp.3-5 SpringerLink, ISBN: 978-3-540-30905-5
- Schulz, V., Stehfest, H., 1983. Regional energy supply optimisation with multiple objectives. *European Journal of Operational Research*, 17 , pp. 302–312
- Shepvalova, O., 2015. Energy Saving, Implementation of Solar Energy and Other Renewable Energy Sources for Energy Supply in Rural Areas of Russia.
- Song, M., Chen, K., Zhang,X., Wang,J., 2016. Optimization of wind turbine micro-siting for reducing the sensitivity of power generation to wind direction. *Renewable Energy*, Volume 85, January 2016, Pages 57-65
- Song, M., Chen, K., Zhang,X., Wang,J., 2014. Optimization of wind farm micro-siting for complex terrain using greedy algorithm. *Energy*, 67, pp. 454-459
- Song, M., Chen, K., Zhang, X., Wang, J., He, Z., Zhang, J., 2013. Bionic optimization for micro-siting of wind farm on complex terrain. *Renewable Energy*, 50, pp. 551-557
- Sorkhabi, S., Romero, D., Kai Yan, G., Dao Gu, M., Moran, J., Morgenroth, M., Amon, C., 2016. The impact of land use constraints in multi-objective energy-noise wind farm layout optimization. *Renewable Energy*, 85, pp. 359-370
- Sovacool, B.K., 2009. Contextualizing avian mortality: a preliminary appraisal of bird and bat fatalities from wind, fossil-fuel, and nuclear electricity. *Energy Policy*, 37, pp. 2241–2248
- Spiropoulou, I., Karamanis, D., Kehayias, G., 2015. Offshore wind farms development in relation to environmental protected areas. *Sustainable Cities and Society*, 14 , pp. 305-312
- Stuhlberger, C., 2010. *Mining and Environment in the Western Balkans*. Vienna: UNEP

- Szarka, J., 2006. Wind power, policy learning and paradigm change. *Energy Policy*, 34, pp. 3041–3048
- Subhatra, B. G. (2010). Sustainability of algal biofuel production using integrated renewable energy park (IREP) and algal biorefinery approach. *Energy Policy*, 38, 5892-5907
- Tsani, S., 2010. “Energy consumption and economic growth: A causality analysis for Greece”. *Energy Economics* 32, Issue 3, pp. 582–590
- Tsoutsos, T., Tsitoura, I., Kokologos, D., Kalaitzakis, K., 2015. Sustainable siting process in large wind farms case study in Crete. *Renewable Energy*, Volume 75, March 2015, Pages 474-480
- Tsoutsos, T., Drandaki, M., Frantzeskaki, N., Iosifidis, E., Kiosses, I., 2009. Sustainable energy planning by using multicriteria analysis. Application in the island of Crete. *Energy Policy*, 37 (5) , pp. 1587–1600
- UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (1978). Final report: Intergovernmental conference on environmental education organized by UNESCO in co-operation with UNEP. Paris: UNESCO
- Vazquez, A., G. Iglesias, 2015. LCOE (levelised cost of energy) mapping: a new geospatial tool for tidal stream energy. *Energy*, 91 , pp. 192–201
- Veigas, M., Iglesias, G., 2014. Potentials of a hybrid offshore farm for the island of Fuerteventura. *Energy Convers Manage*, 86 , pp. 300–308
- Wang, B., Yu Ke, R., Yuan, X., Wei, Y., 2014. China’s regional assessment of renewable energy vulnerability to climate change. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, pp. 185-195
- Wang, S., Wang, S., Smith, P., 2015. Quantifying impacts of onshore wind farms on ecosystem services at local and global scales. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, pp.1424-1428
- Wang, Sh., Wang, S., Smith, P., 2015. Ecological impacts of wind farms on birds: Questions, hypotheses, and research needs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, pp. 599-607
- WCED, 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.  
<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

- Westerberg,V., Jacobsen, J., Lifran, R., 2015. Offshore wind farms in Southern Europe – Determining tourist preference and social acceptance. *Energy Research & Social Science*, 10, pp. 165-179
- Wu,J., Wang, Z., Wang, G., 2014. The key technologies and development of offshore wind farm in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, ,pp. 453-462
- Yang, K., Garba, A., Tan, M., Lo, K., 2008. The impact of the wind generation on reactivepower requirement and voltage profile. *Proceedings of the third International Conference on electric utility deregulation and restructuring and power technologies*, pp.866-871
- Yaping H., Monica, O., Jing, H., 2016. Development of renewable energy in Australia and China: A comparison of policies and status. *Renewable Energy*, 85, pp. 1044-1051
- Yuan, X., 2013. Overview of problems in large-scale wind turbines, *Journal of Modern Power System and Clean Energy*. Springer , pp. 22–25
- Yung-Chi, S., Chiyang, J., Grace, L., 2011. The portfolio of renewable energy sources for achieving the three E policy goals. *Energy, Volume 36, Issue 5*, pp. 2589–259
- Zekai, S. (2004): Solar energy in progress and future research trends. *Progress in Energy and Combustion Science*, Elsevier, 367-416.
- Zhang, W., Yang, J., Sheng, P., Li, X., Wang, X., 2014. Potential cooperation in renewable energy between China and the United States of America. *Energy Policy*, 75, pp. 403-409
- Zohbi, G., Hendrick, P., Bouillard, Ph., 2015. Evaluation of the impact of wind farms on birds: The case study of Lebanon. *Renewable Energy*, 80, pp. 682-689

## **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

ΔΕΗ

<https://www.dei.gr>

Καλδέλλης Ι. (1999). Διαχείριση της αιολικής ενέργειας. Αθήνα: Εκδ. Σταμούλης.

Μαμάσης Ν., Κουτσογιάννης Δ. (2006). Υδρομετεωρολογία και αιολική ενέργεια. Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων

Οδηγός Περιφέρειας Πελοποννήσου

[http://cultureportal.uop.gr/viewitems.php?topic\\_id=21&level=2&belongs=15&area\\_id=4&lang=gr](http://cultureportal.uop.gr/viewitems.php?topic_id=21&level=2&belongs=15&area_id=4&lang=gr)

Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας.

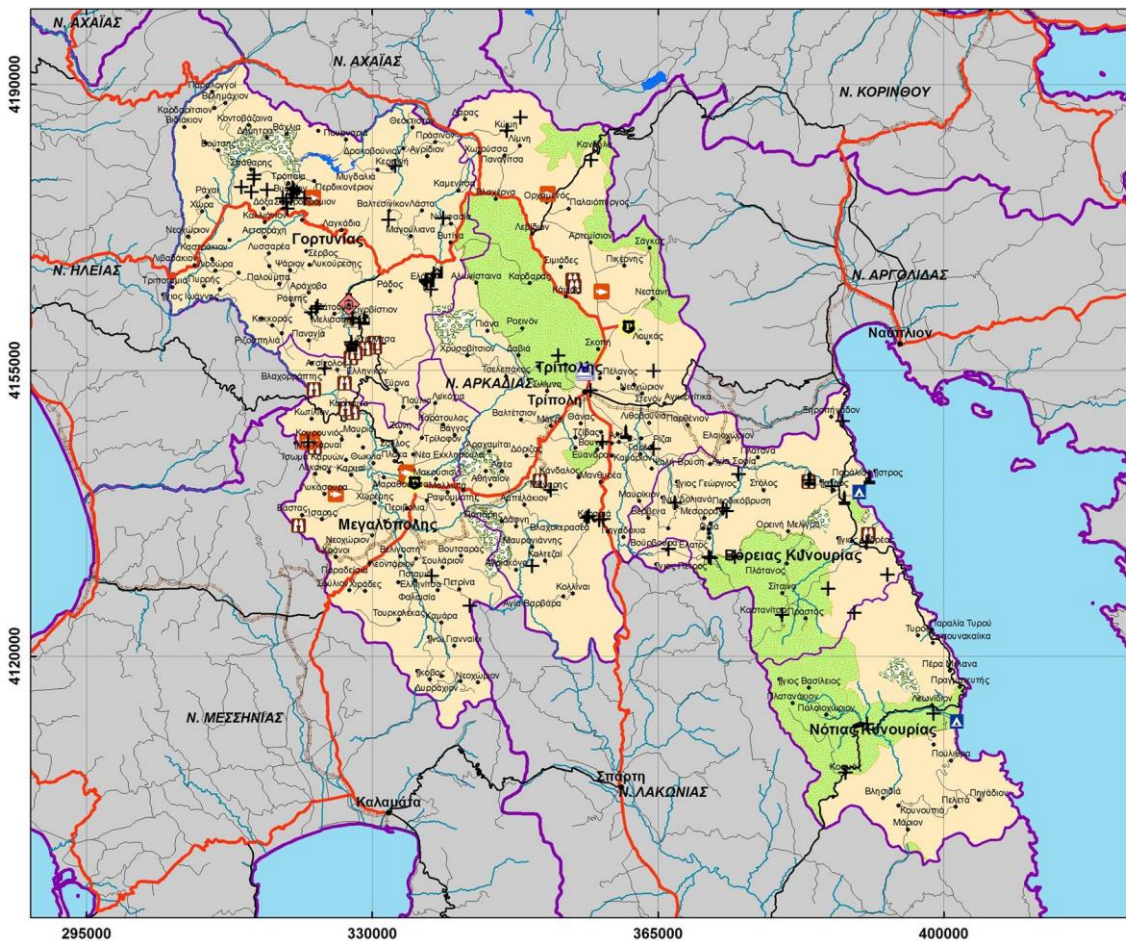
<https://www.rae.gr>

ΥΠΑΠΕΝ, 2013. Ειδική Γραμματεία υδάτων. Σχέδια Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής της χώρας  
[https://dl.dropboxusercontent.com/u/52511356/GR03\\_RBMP.pdf](https://dl.dropboxusercontent.com/u/52511356/GR03_RBMP.pdf)

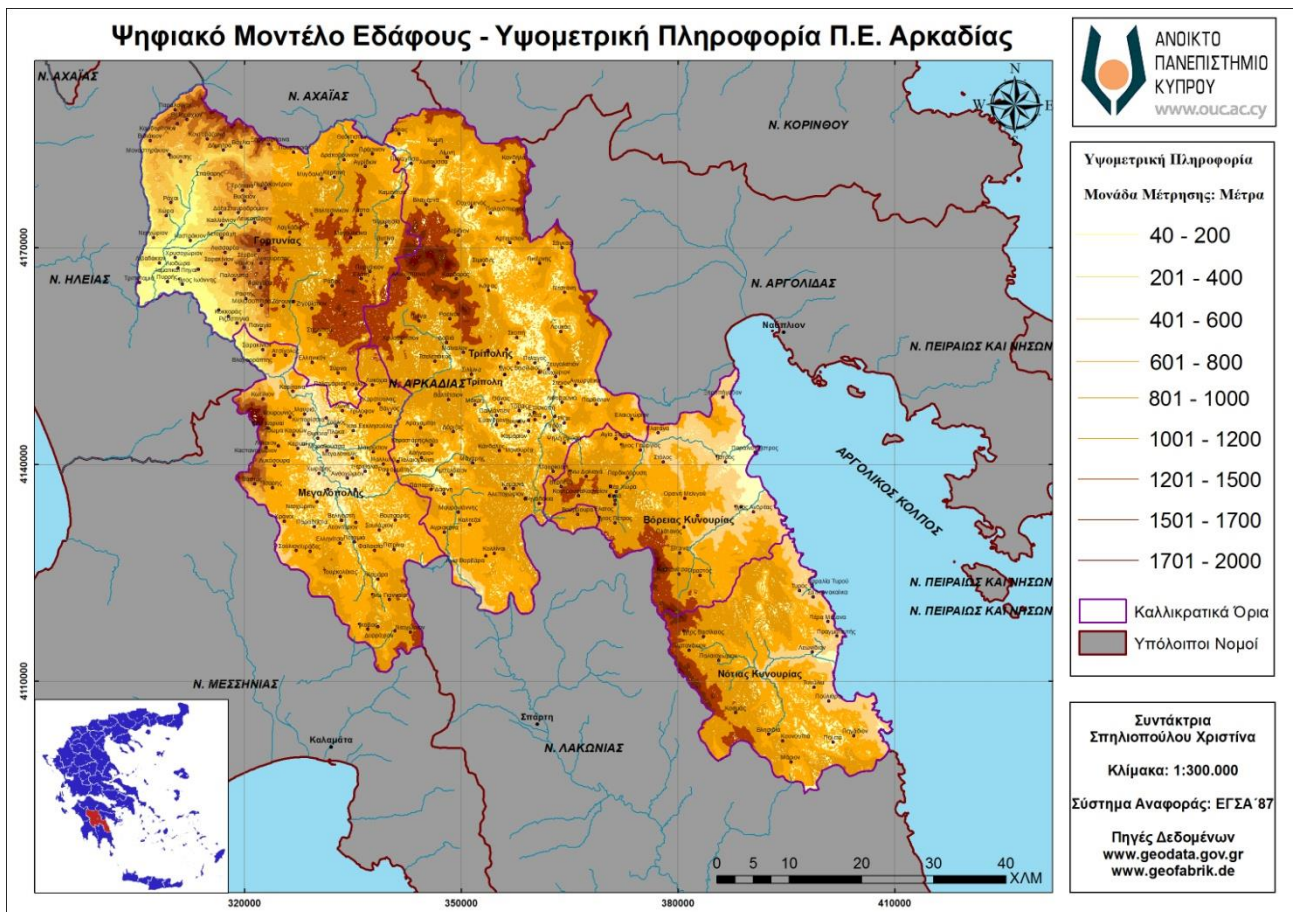
Υ.Π.Ε.Κ.Α. , 2010. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ  
<http://www.helapco.gr/ims/file/installers/totee-klimatika.pdf>

Χατζημπίρος, Κ., 2014. ΥΠΕΡΑΚΤΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΣΤΗΝ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΤΟΥ 2050. 6<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο: Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων Ζωνών

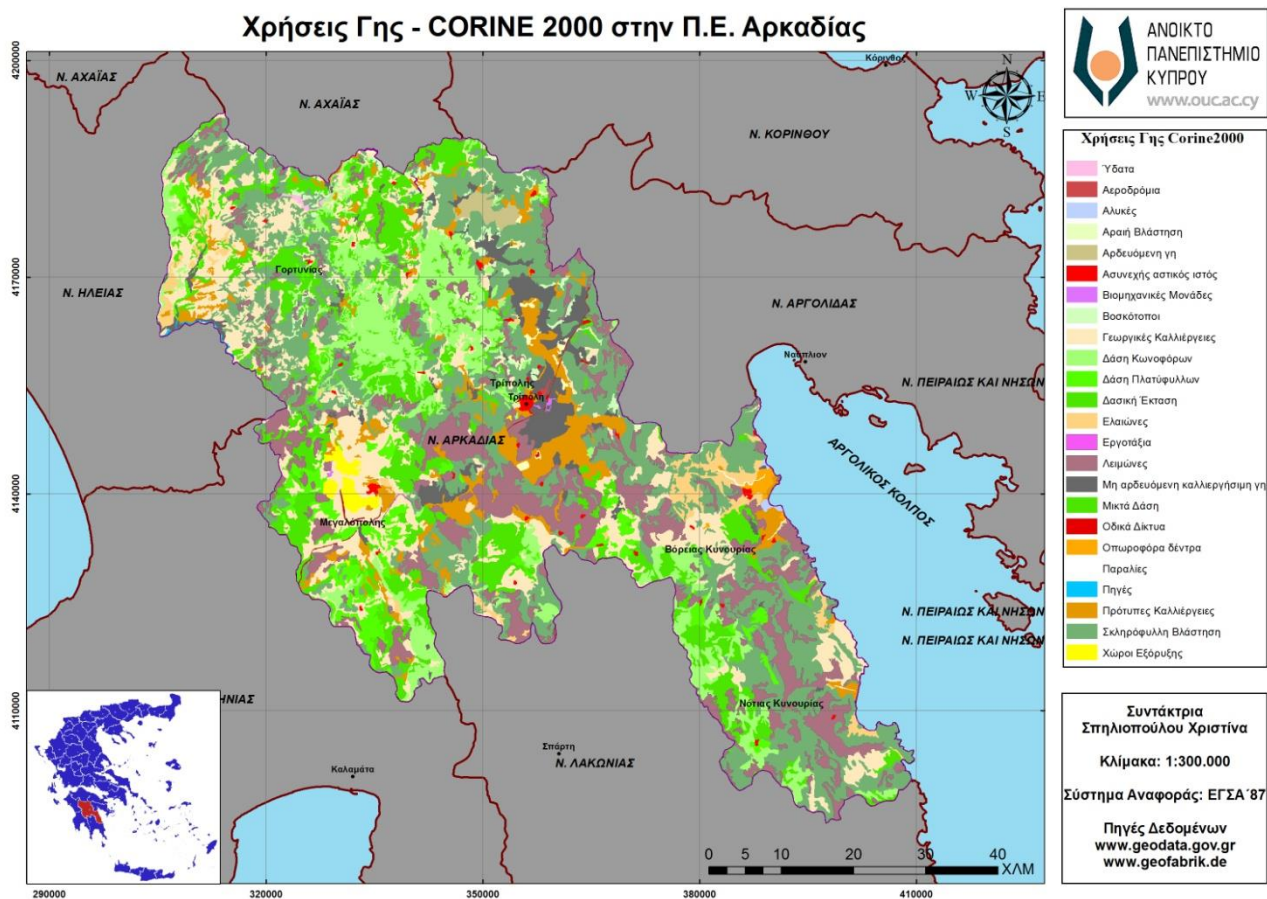
# Παράρτημα/Χάρτες



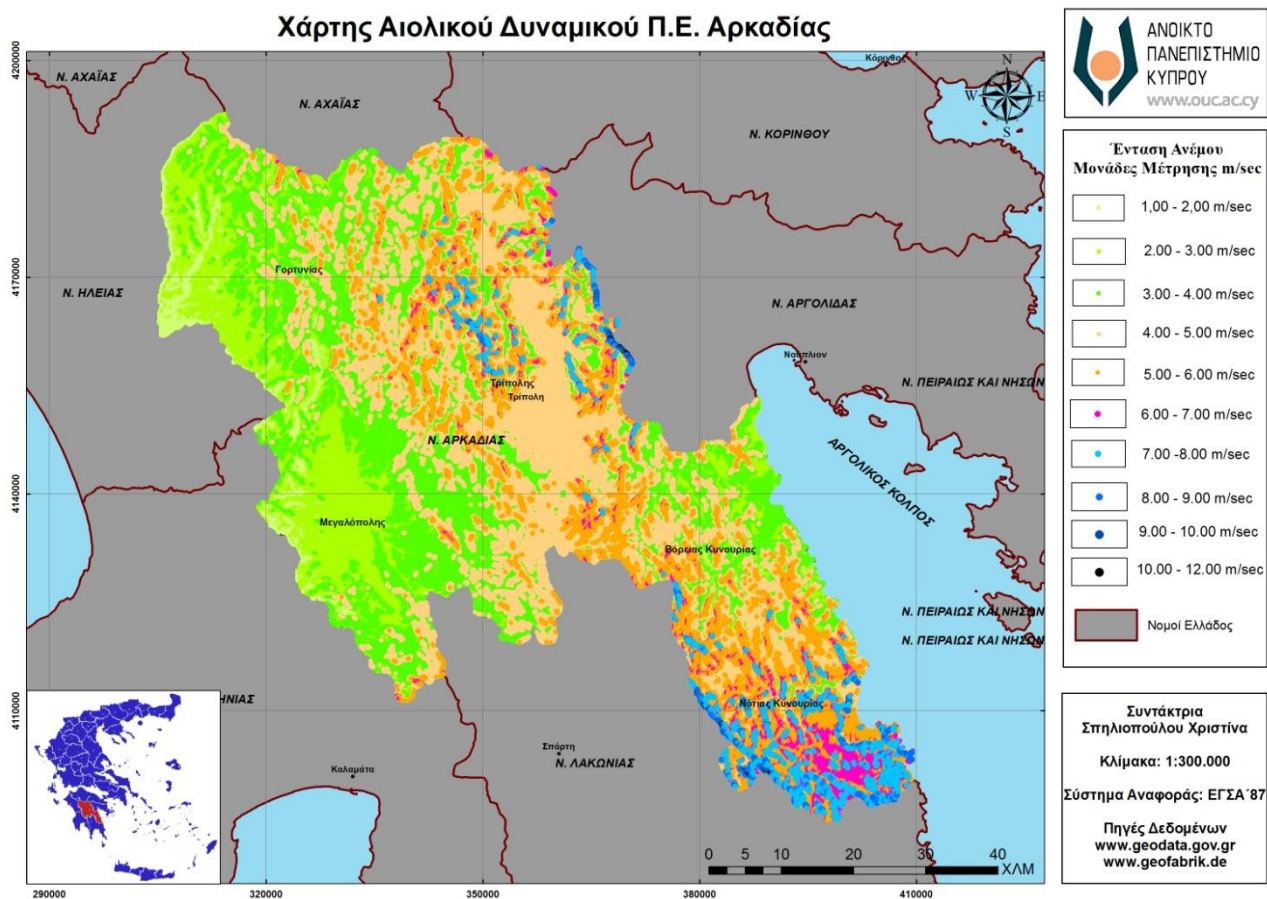
Χάρτης 1. Υφιστάμενη Κατάσταση της περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας



Χάρτης 2. ΨΥΜΕ της περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας



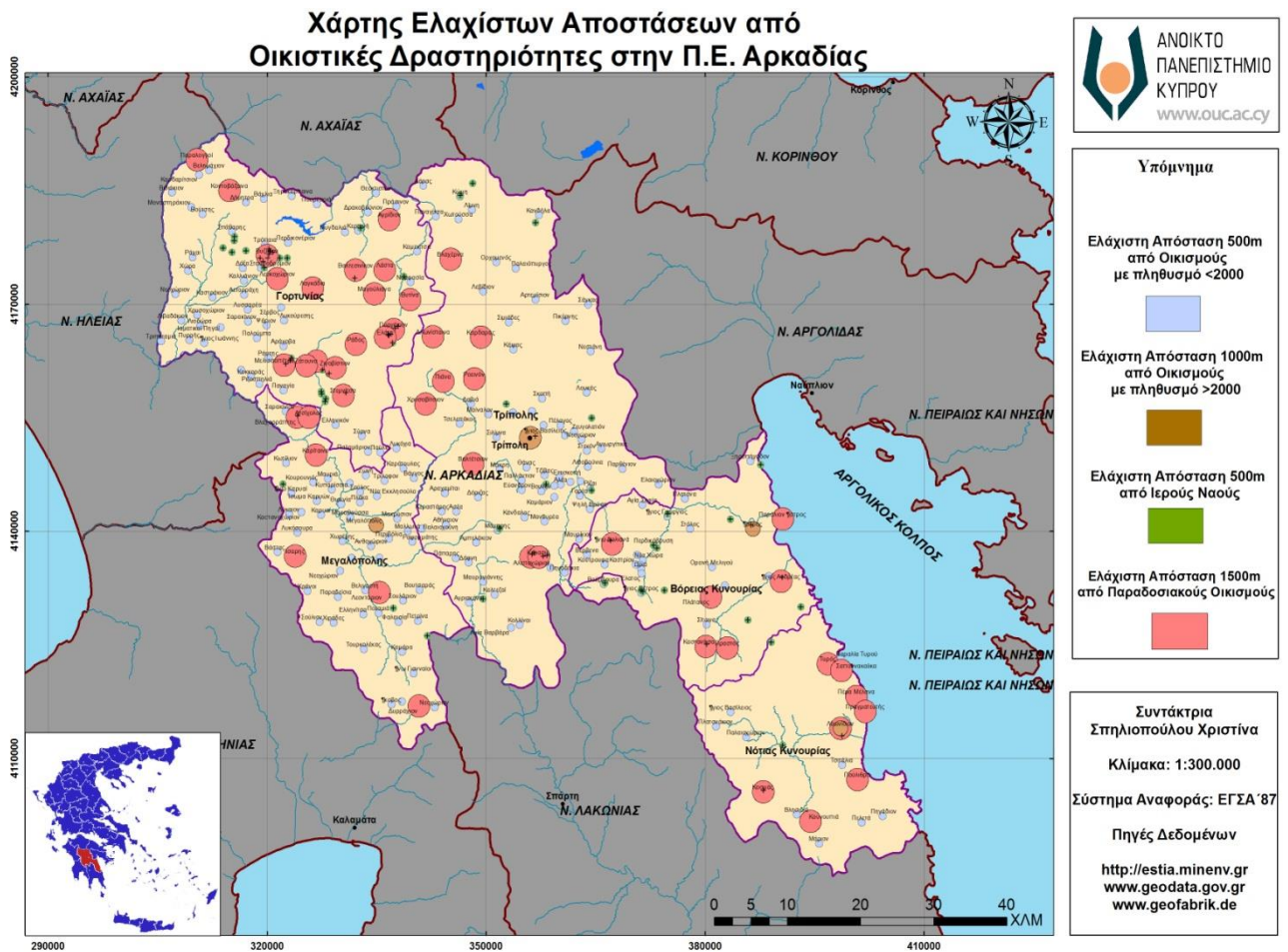
**Χάρτης 3.** Χρήσεις γης Corine της περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας



**Χάρτης 4.** Αιολικό Δυναμικό της περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας

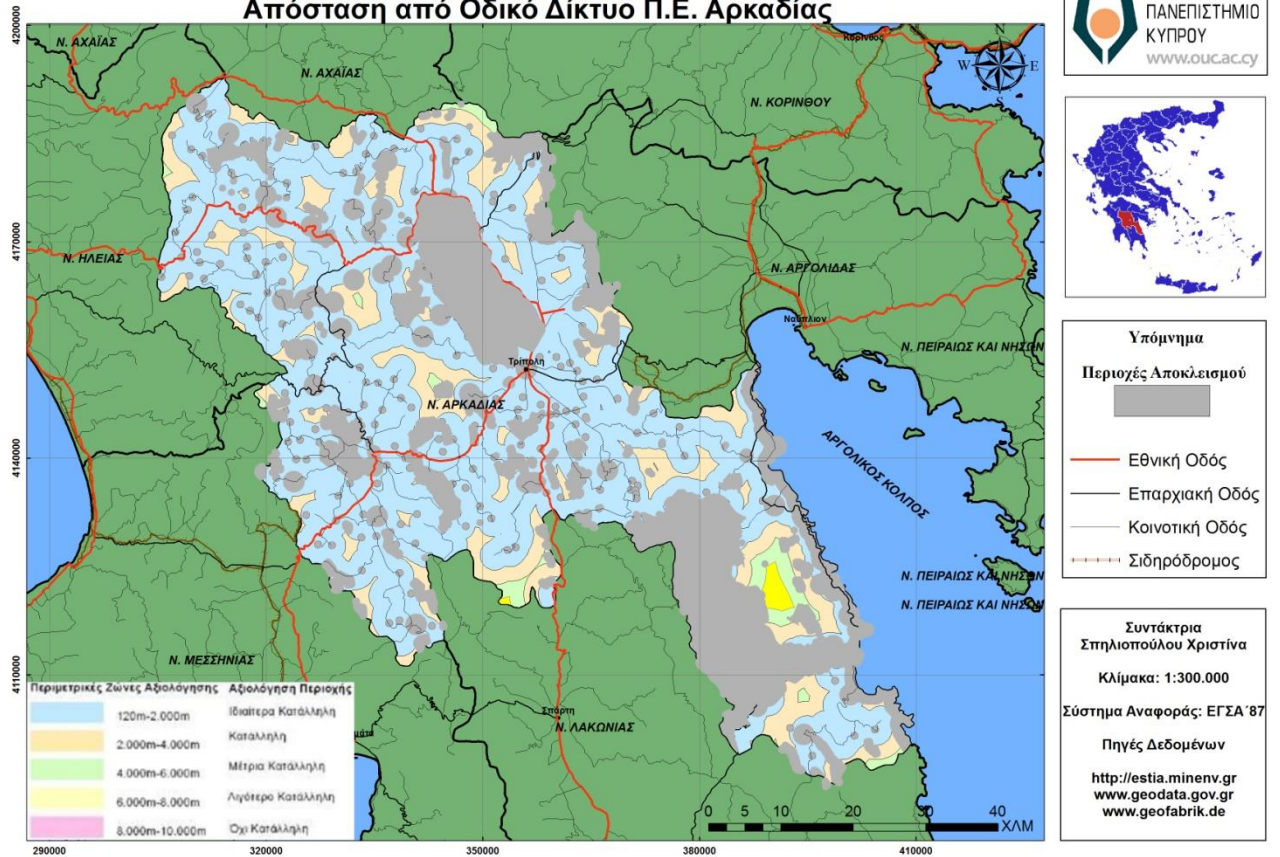


**Χάρτης 5.** Περιοχές αποκλεισμού περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας βάσει ΕΠΧΣΑΑ



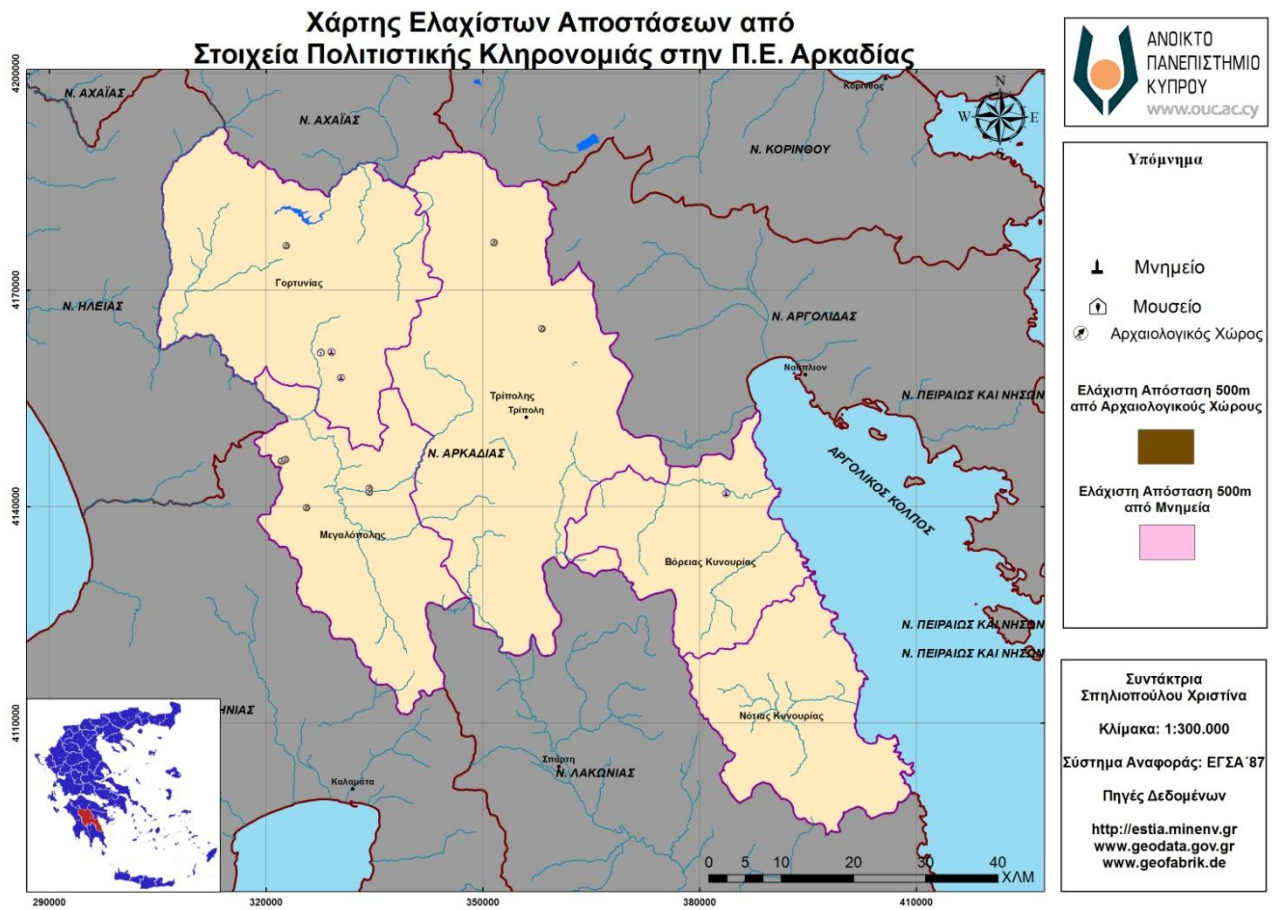
**Χάρτης 6.** Τήρηση ελαχίστων αποστάσεων από οικιστικές δραστηριότητες της Περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας

## Αξιολόγηση Περιοχών Απόσταση από Οδικό Δίκτυο Π.Ε. Αρκαδίας

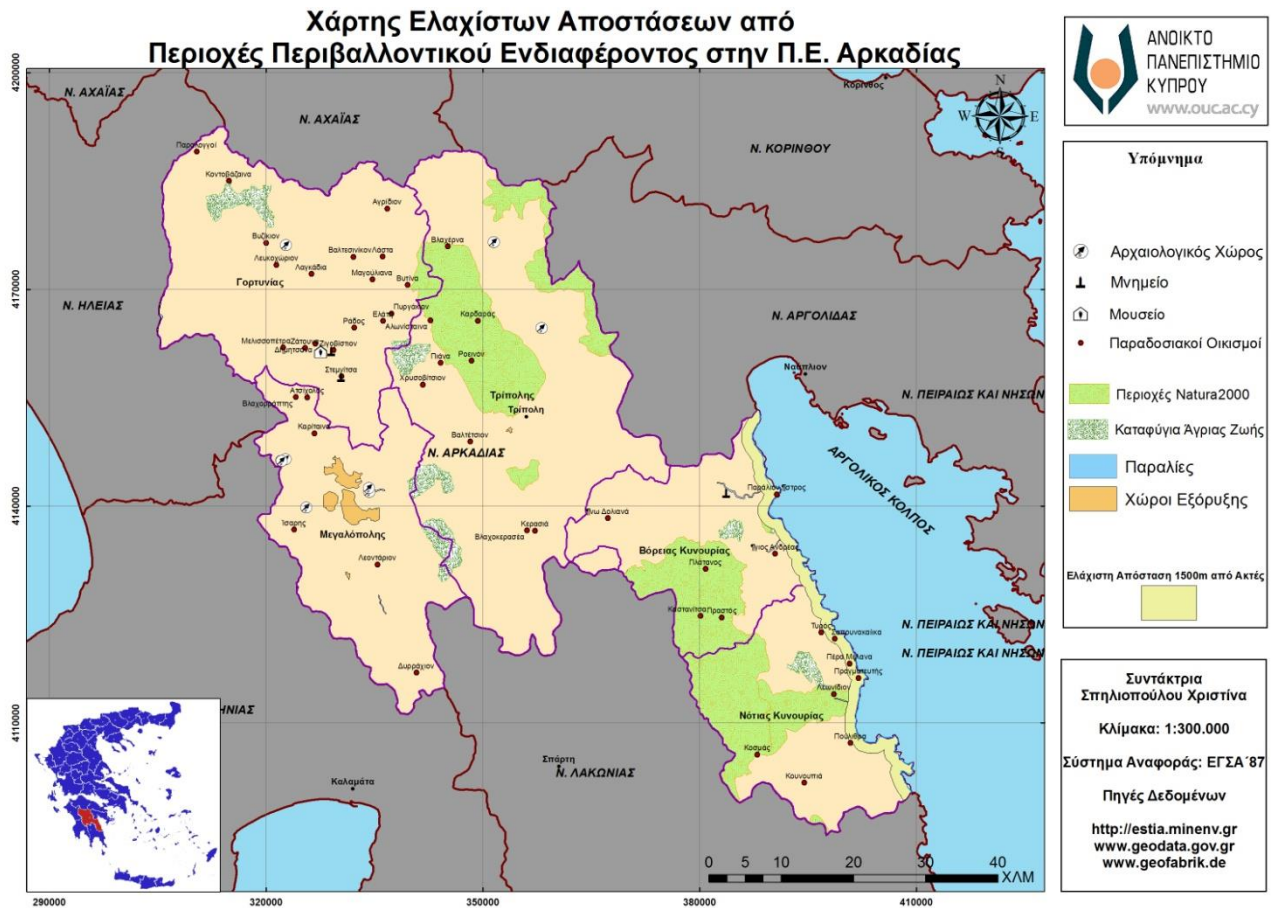


**Χάρτης 7.** Τήρηση ελαχίστων αποστάσεων από οδικό δίκτυο της Περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας και αξιολόγηση διαθέσιμων περιοχών



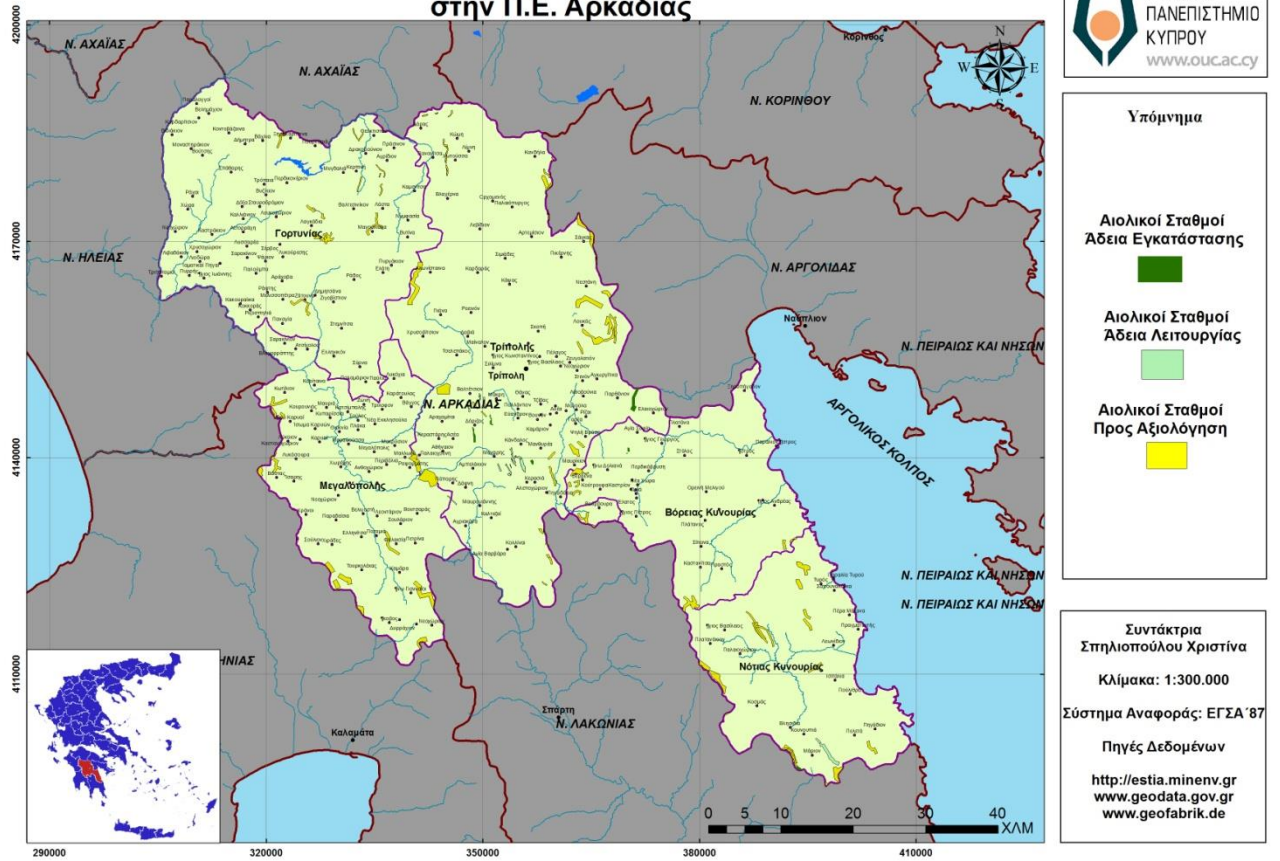


**Χάρτης 9.** Τήρηση ελαχίστων αποστάσεων από στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς της Περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας



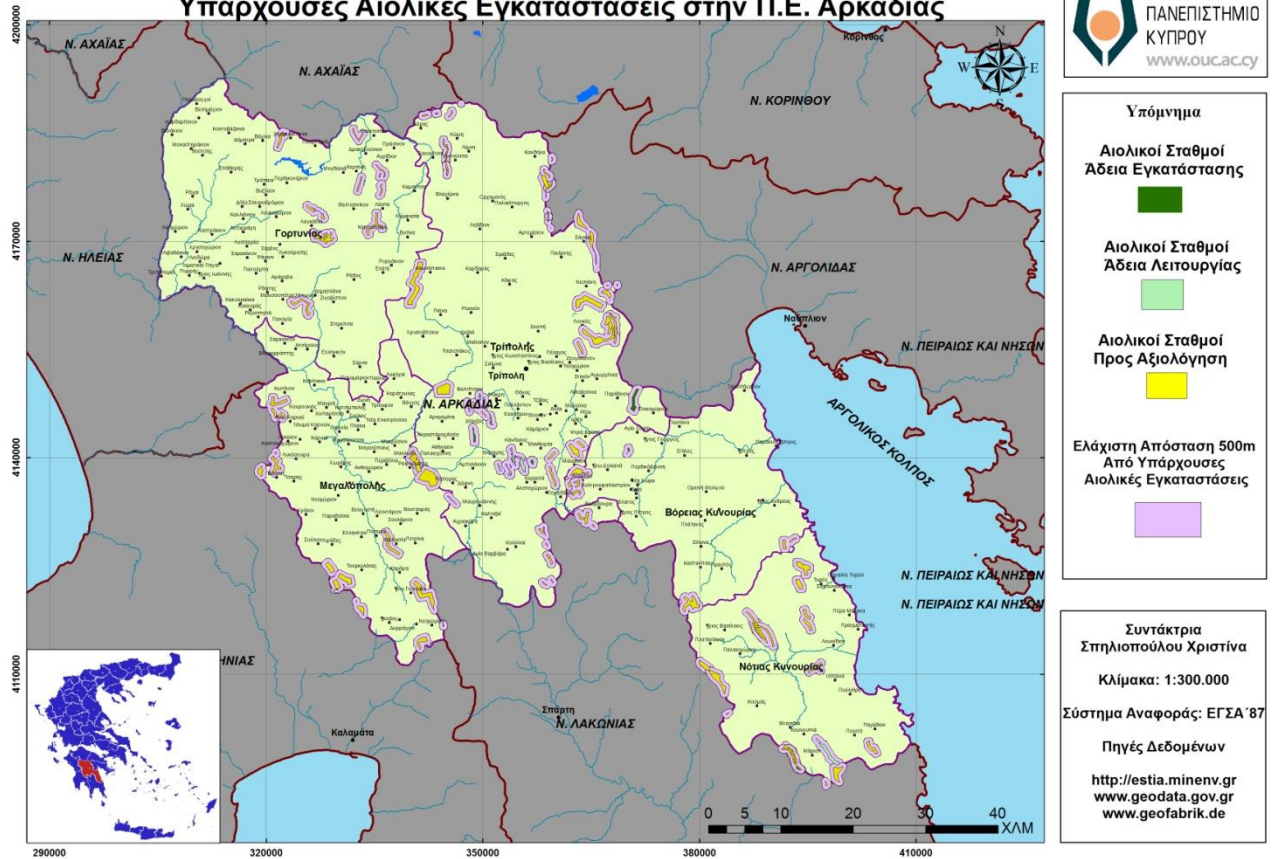
**Χάρτης 10.** Τήρηση ελαχίστων αποστάσεων από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος της Περιφερειακής ενότητας Αρκαδίας

## Υφιστάμενη Κατάσταση Αιολικών Εγκαταστάσεων στην Π.Ε. Αρκαδίας



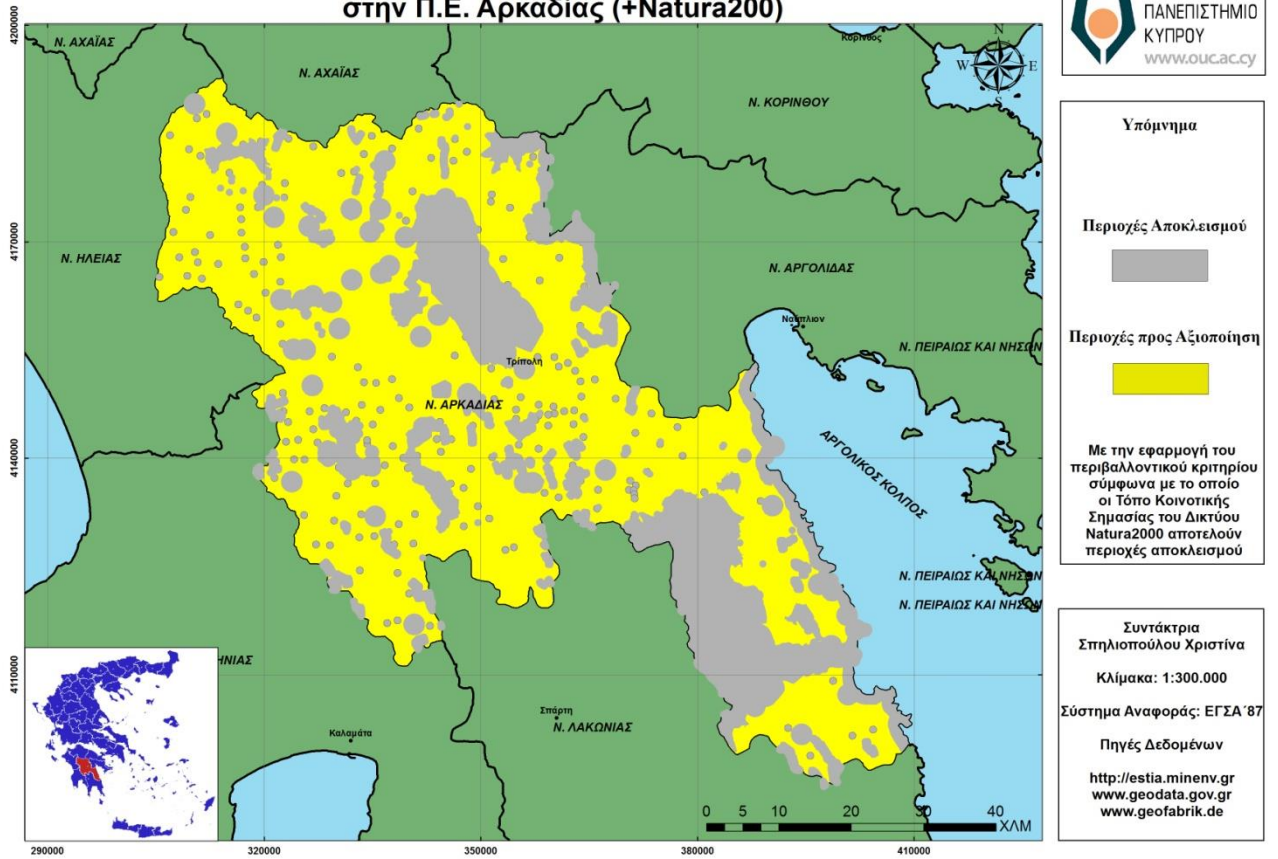
**Χάρτης 11.** Υφιστάμενη κατάσταση αιολικών εγκαταστάσεων στην Περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας

## Χάρτης Ελαχίστων Αποστάσεων από Υπάρχουσες Αιολικές Εγκαταστάσεις στην Π.Ε. Αρκαδίας

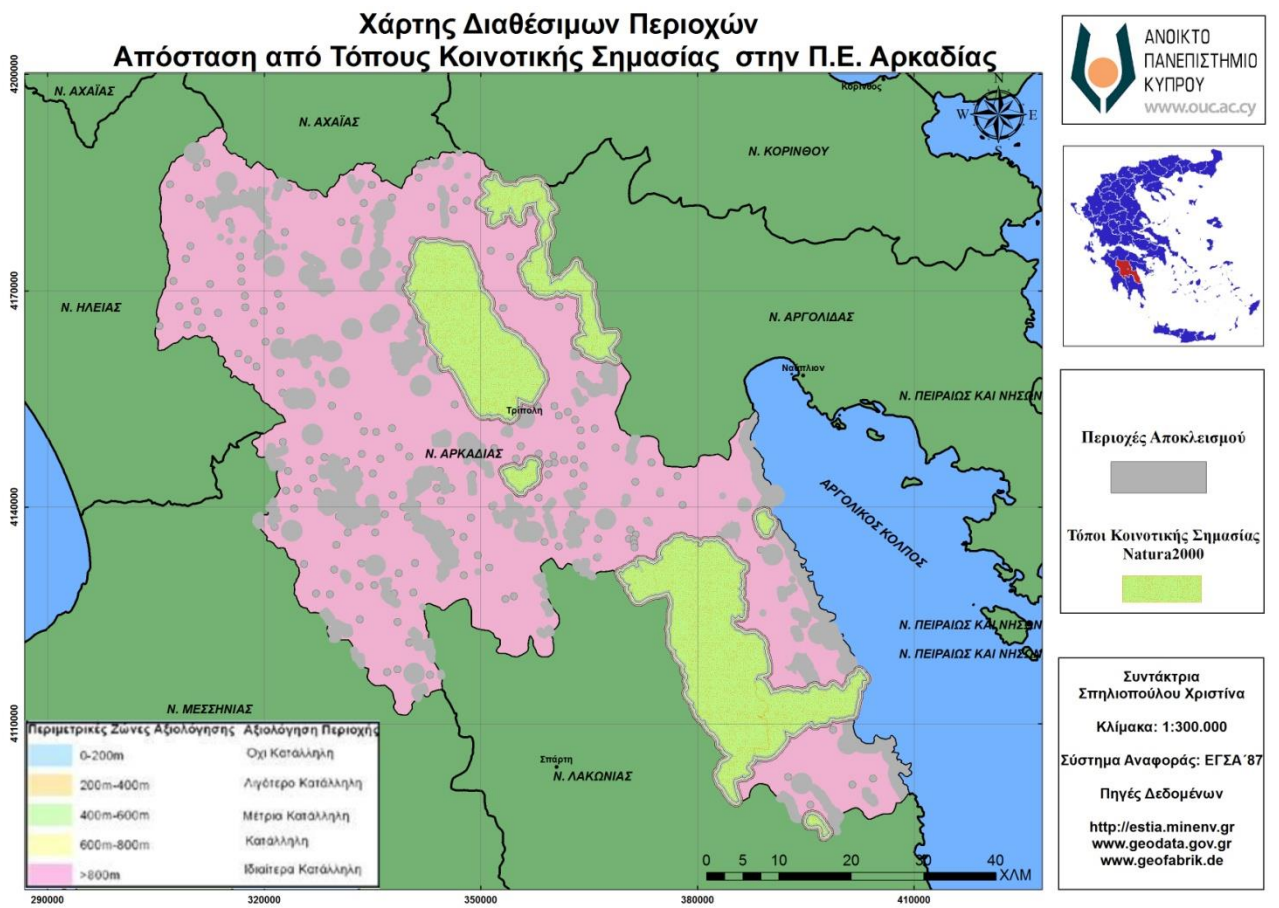


**Χάρτης 12.** Τήρηση ελαχίστων αποστάσεων από αιολικές εγκαταστάσεις στην Περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας

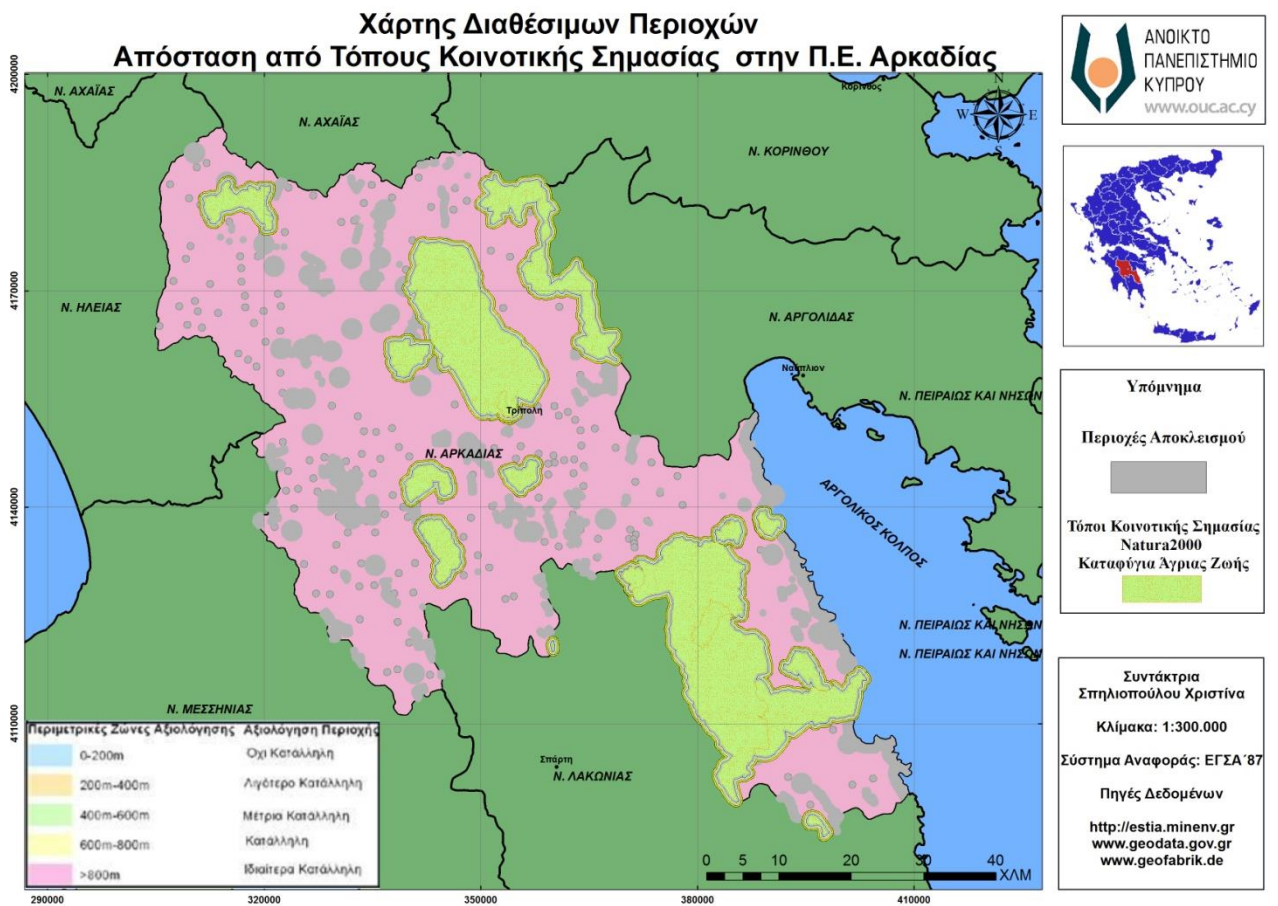
### Χάρτης Διαθέσιμων Περιοχών προς Αξιοποίηση στην Π.Ε. Αρκαδίας (+Natura200)



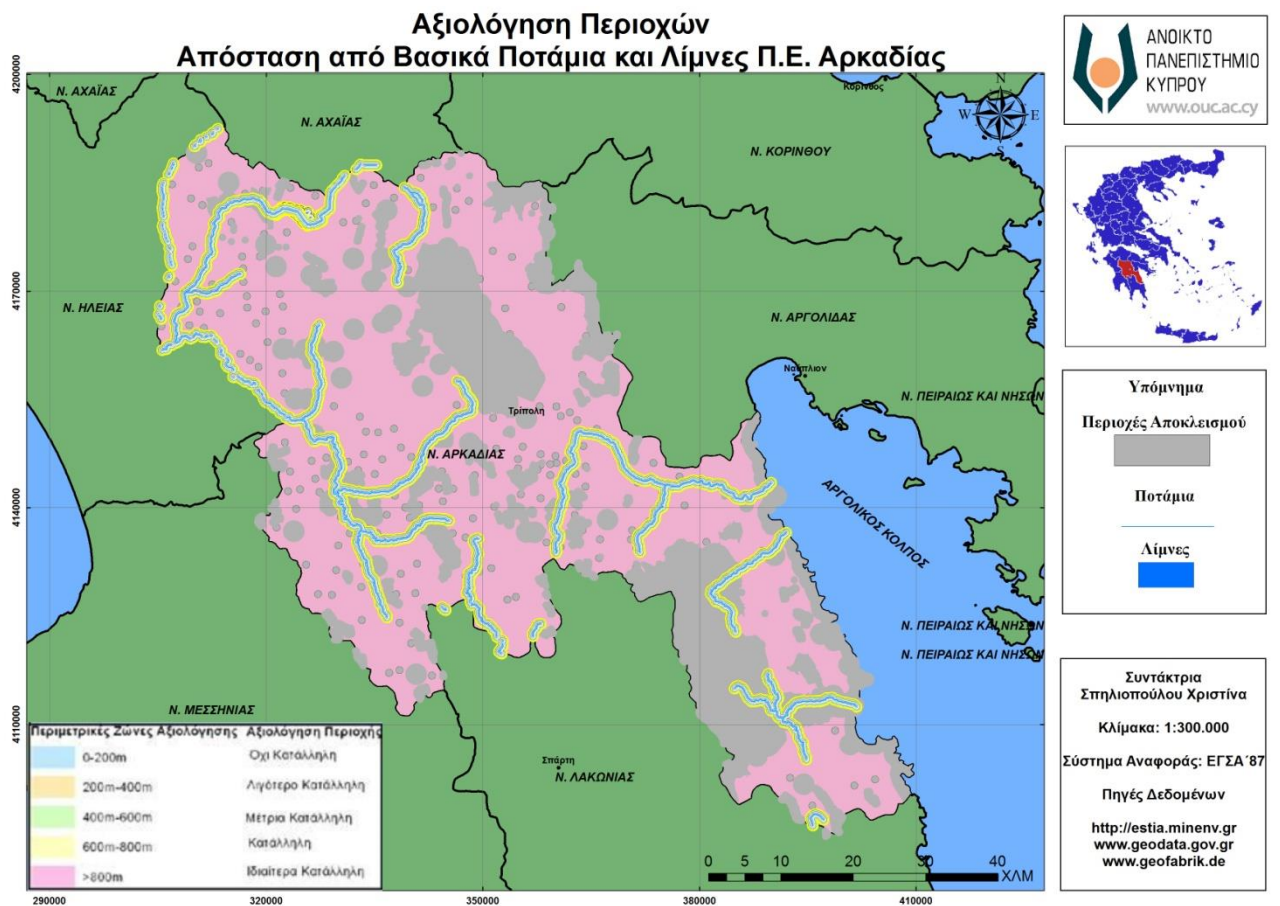
**Χάρτης 13.** Διαθέσιμες περιοχές προς χωροθέτηση αιολικών έργων στην Περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας



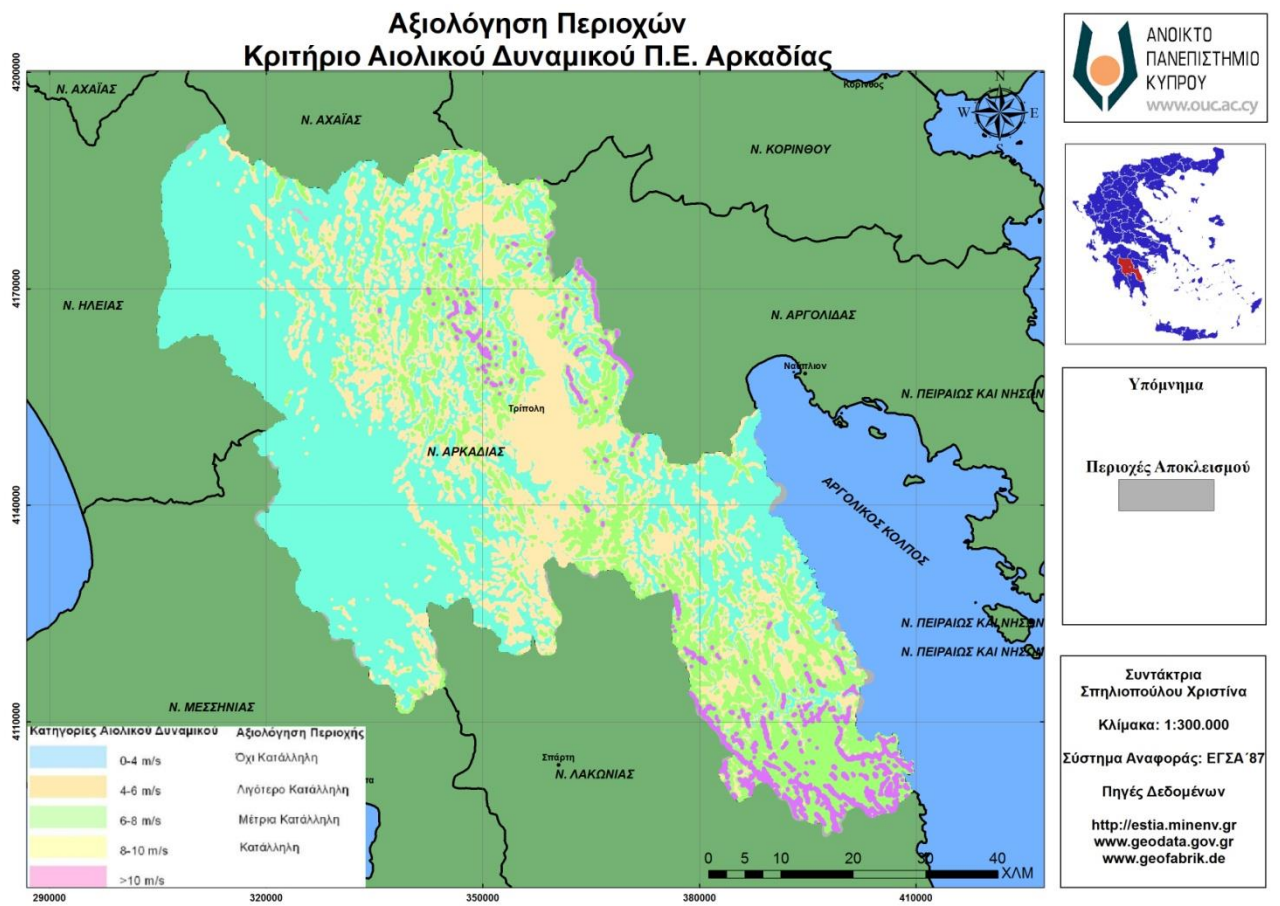
**Χάρτης 14.** Αξιολόγηση περιοχών βάσει αποστάσεων από ΤΚΖ στην Περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας



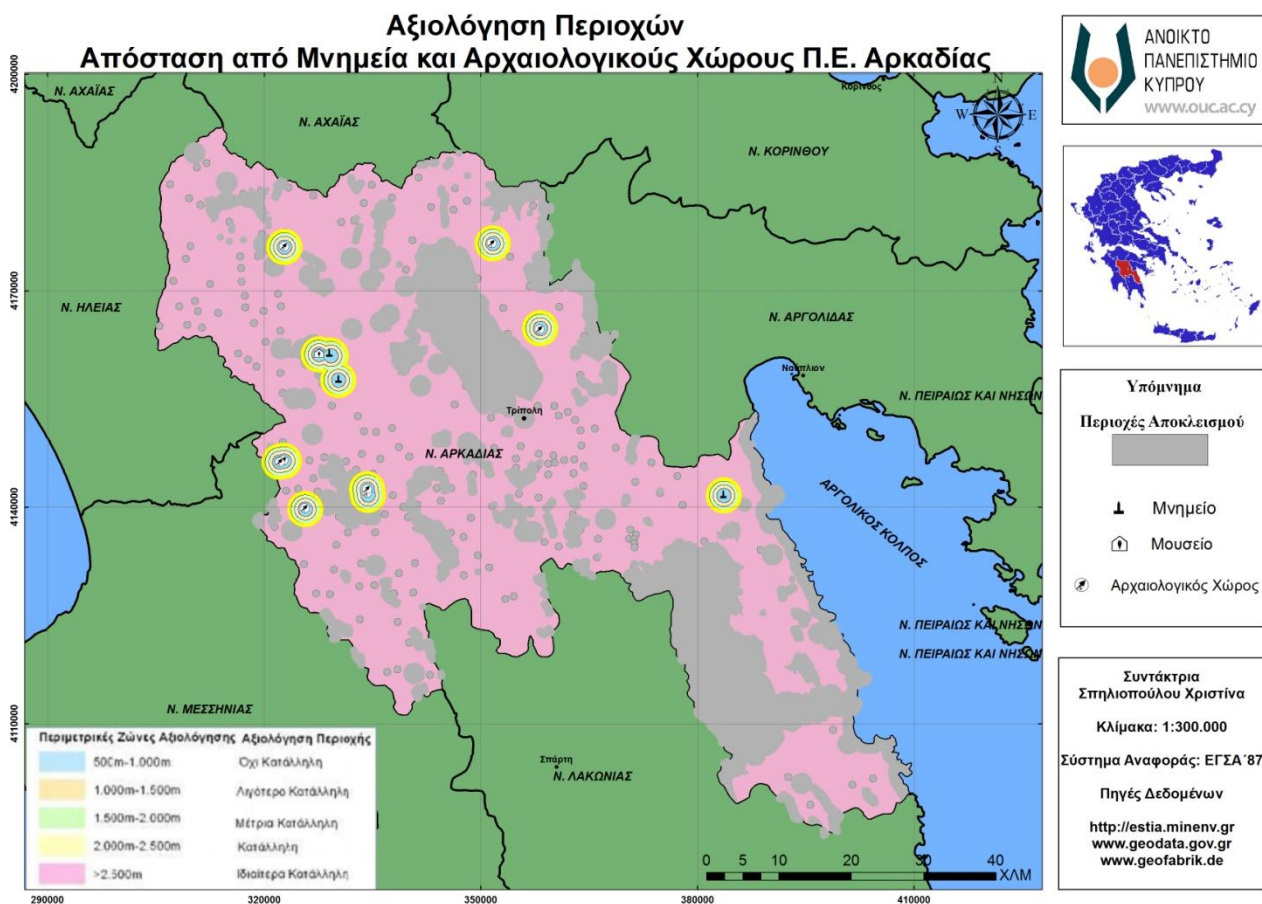
**Χάρτης 15.** Αξιολόγηση περιοχών βάσει αποστάσεων από ΤΚΖ και ΚΑΖ στην Περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας



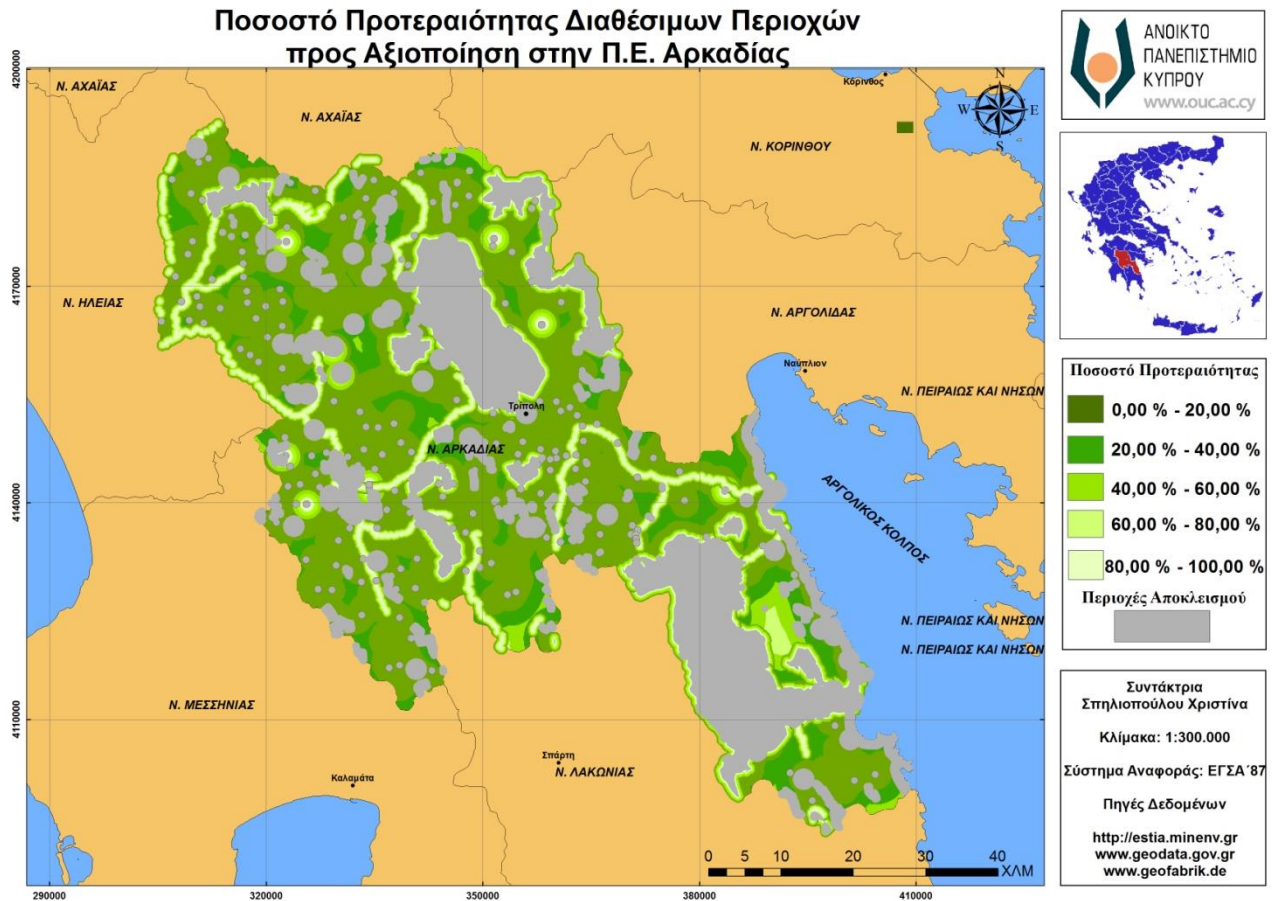
**Χάρτης 16.** Αξιολόγηση περιοχών βάσει αποστάσεων από βασικά ποτάμια και λίμνες στην Περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας



**Χάρτης 17.** Αξιολόγηση περιοχών βάσει αιολικού δυναμικού στην Περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας

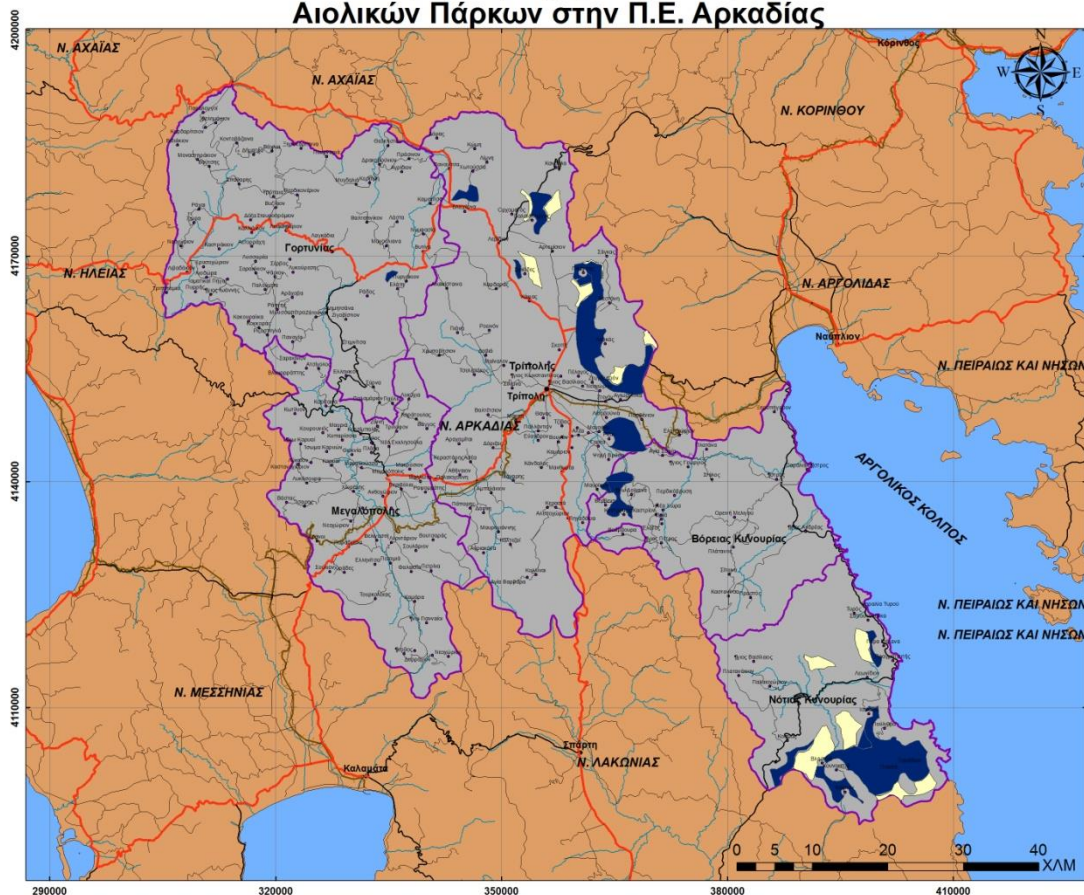


**Χάρτης 18.** Αξιολόγηση περιοχών βάσει αποστάσεων από αρχαιολογικούς χώρους στην Περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας

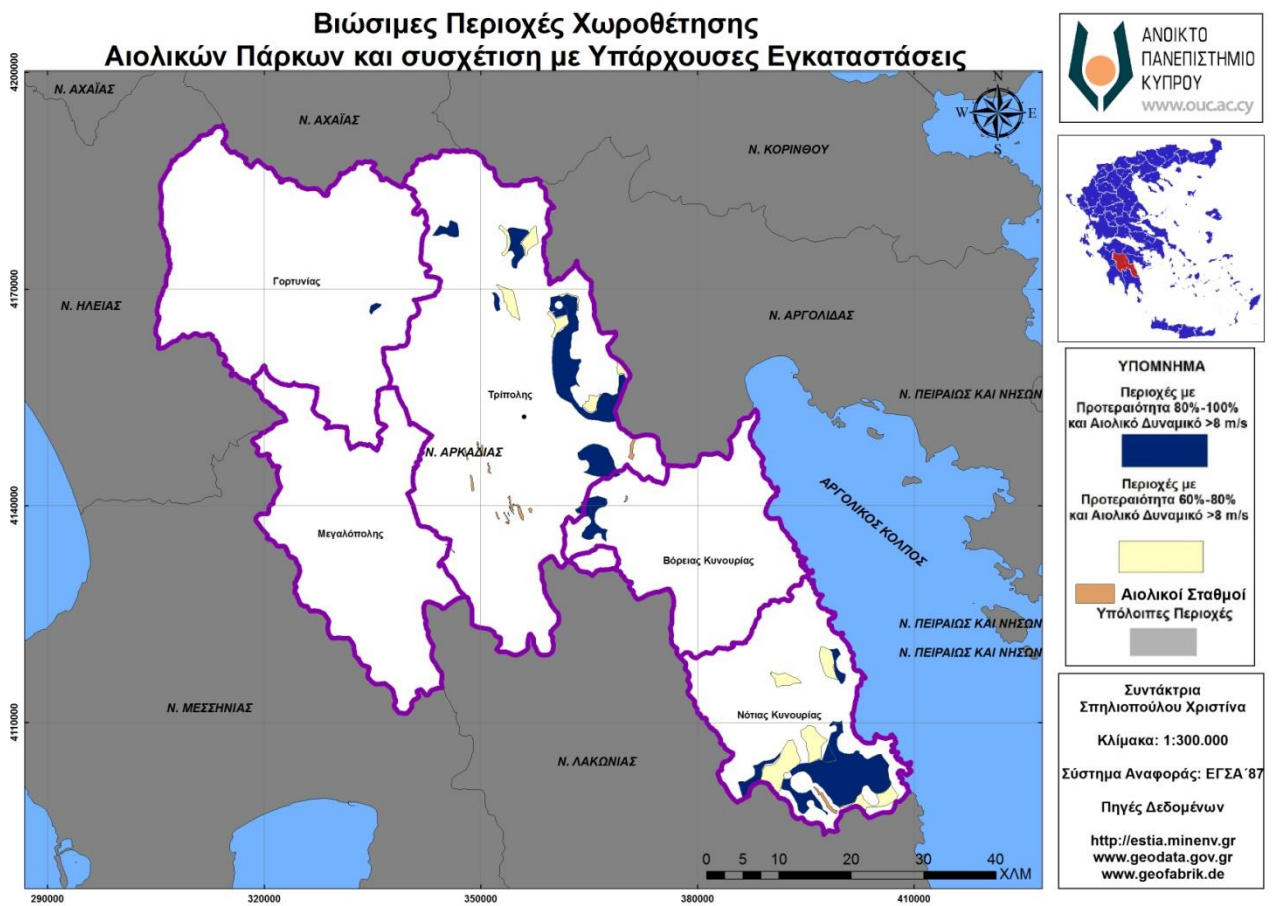


**Χάρτης 19.** Συνολική αξιολόγηση περιοχών βάσει κριτηρίων (εκτός αιολικού δυναμικού) στην Περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας

## Βιώσιμες Περιοχές Χωροθέτησης Αιολικών Πάρκων στην Π.Ε. Αρκαδίας



**Χάρτης 20.** Συνολική αξιολόγηση περιοχών με >60% κάλυψη των κριτηρίων και ταχύτητα ανέμου >8m/sec, στην Περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας



**Χάρτης 21.** Γεωγραφική θέση περιοχών με >60% κάλυψη των κριτηρίων και ταχύτητα ανέμου >8m/sec, σε σχέση με τους υφιστάμενους αιολικούς σταθμούς στην Περιφερειακή ενότητα Αρκαδίας



