



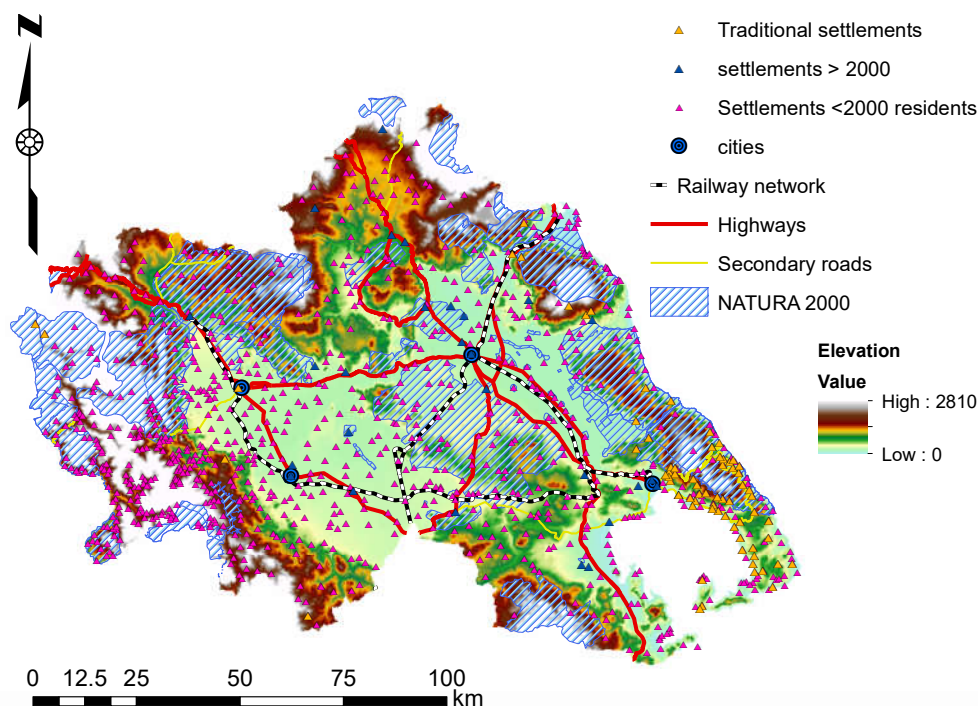
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ & ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)

### ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



Ολυμπία Δασκάλου

Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης, Καθηγητής ΕΜΠ

Συνεπιβλέπων: Ανδρέας Ευστρατιάδης, ΕΔΙΠ

Ιούλιος 2016, Αθήνα

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΙ  
ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ & ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΜΕ  
ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS)

*ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ*

**Ολυμπία Δασκάλου**

Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης, Καθηγητής ΕΜΠ

Συνεπιβλέπων: Ανδρέας Ευστρατιάδης, ΕΔΙΠ

Ιούλιος 2016, Αθήνα

Το περιεχόμενο της ανά χειράς διπλωματικής εργασίας αποτελεί προϊόν της δικής μου πνευματικής προσπάθειας. Η ενσωμάτωση σε αυτήν υλικού τρίτων, δημοσιευμένου ή μη, γίνεται με δόκιμη αναφορά στις πηγές, που δεν επιτρέπει ασάφειες ή παρερμηνείες.



«...Το να πετάς είναι το αντίθετο του να ταξιδεύεις: διαπερνάς την ασυνέχεια του χώρου, εξαφανίζεσαι στο κενό, δέχεσαι συνειδητά να μην βρίσκεσαι σε κανέναν τόπο, για μια διάρκεια που είναι και αυτή είναι ένα είδος κενού στο χρόνο· υστέρα επανεμφανίζεσαι σε ένα μέρος και σε μια στιγμή που δεν έχουν καμία σχέση με τα που και τα πότε από τα οποία είχες εξαφανιστεί. Και εσύ τι κάνεις στο μεταξύ; πως απασχολείς αυτή την απουσία σου από τον κόσμο και την απουσία του κόσμου από σένα;...»

Italo Calvino, *Αν μια νύχτα του χειμώνα ένας ταξιδιώτης*



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Προλογίζοντας αυτή την προσπάθεια συστηματικής δουλειάς περίπου οχτώ μηνών, πρέπει να ευχαριστήσω πολλούς ανθρώπους, που βοήθησαν ο καθένας με τον τρόπο του στην εκπόνηση αυτής της εργασίας και το κλείσιμο των προπτυχιακών μου σπουδών στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ.

Στην αρχή αυτού του μακρύ καταλόγου, οφείλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα μου, Δημήτρη Κουτσογιάννη, ο οποίος με τον ιδιαίτερο τρόπο σκέψης και την παρουσία του στις διδακτικές αίθουσες αποτέλεσε πρότυπο επιστήμονα, καθηγητή αλλά και ανθρώπου, επηρεάζοντας την επιλογή της παρούσας εργασίας και σίγουρα την ευρύτερη προσέγγιση μου σαν μαθητευόμενης μηχανικού.

Πρέπει να ευχαριστήσω επίσης, πολλά μέλη της επιστημονικής ομάδας Ιτιάς που με την παρέα και τις συμβουλές τους αυτούς τους μήνες στον τομέα υδατικών πόρων διανθίσαν το διάστημα εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Ειδικά, για τον ορισμό του πλαισίου της εργασίας, τις συμβουλές για την διαμόρφωση της διάρθρωσης και την επιμέλεια του κειμένου οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες στον Ανδρέα Ευστρατιάδη. Η συμβολή του ήταν καθοριστική όχι μόνο για την ολοκλήρωση της εργασίας, αλλά και την παρουσίαση μέρους της στο συνέδριο της European Geoscience Union τον Απρίλη και μετέπειτα τον Μάιο σε αυτό της Marathon Data Systems.

Για τις παραπάνω παρουσιάσεις, την αμέριστη βοήθεια στα πρώτα βήματα χρήσης του λογισμικού, αλλά και την παροχή δεδομένων για την εφαρμογή της μεθοδολογίας χωροθέτησης οφείλω να ευχαριστήσω τον Αντώνη Κουκουβίνο. Η βοήθεια του ήταν καθοριστική στην εκμάθηση και εξοικείωση με τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών.

Ευχαριστώ επίσης ιδιαίτερα, τον Νίκο Μαμάση, που με εισήγαγε ήδη από το 2<sup>ο</sup> έτος στον τομέα της ενεργειακής τεχνολογίας και έδωσε επίσης ιδιαίτερα χρήσιμες κατευθύνσεις κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Δεν μπορώ να παραλείψω και τον Αντώνη Χριστοφίδη, τόσο για την βοήθεια στην εισαγωγή της πρώτης μου χρονοσειράς στον Υδρογνώμονα, όσο και την παρέα τους πρώτους μήνες εκπόνησης της Διπλωματικής.

Ακόμη, ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον υποψήφιο Διδάκτορα Παναγιώτη Δημητριάδη, που κατάφερε να μου μεταδώσει τον ερευνητικό του οίστρο και έδωσε ιδιαίτερα χρήσιμες κατευθύνσεις κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Ευχαριστώ επίσης, τον Διδάκτορα Γιάννη Μαρκόνη για την βοήθεια στην προσπάθεια εκτίμησης του ηλιακού δυναμικού, αλλά και την υποψήφια Διδάκτορα Άννι Ηλιοπούλου για την παρέα στο «γραφείο» όλους αυτούς τους μήνες. Οφείλω ακόμη να ευχαριστήσω και τον Σίμωνα Παπαλεξίου για την εισαγωγή στον πλανήτη των στοχαστικών μεθόδων.

Σε προσωπικό επίπεδο, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, που με τον τρόπο της συνέβαλε στην αριστεία μου σε αυτό τον κύκλο σπουδών αλλά και πολλούς άλλους μεγαλύτερης ίσως σημασίας. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές και φίλους με τους οποίους αλληλεπιδράσαμε κατά την διάρκεια των σπουδών, εντός και εκτός πολυτεχνείου, χωρίς τους οποίους η συνολική εμπειρία θα ήταν σίγουρα φτωχότερη σε αναμνήσεις και εμπειρίες.

Ολυμπία Δασκάλου,

16 Ιουλίου 2016

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	v
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	vii
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	xi
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	xiv
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	xviii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ .....	xix
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	xxi
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ .....	1
1.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	2
1.3 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	2
2 ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΑΠΕ & ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	5
2.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΟΝ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ .....	5
2.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΠΕ.....	6
2.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ & ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΜΟΡΟΥ.....	7
2.4 ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΠΕ.....	7
3 ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΑΠΕ.....	9
3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ» .....	9
3.2 ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	10
3.3 ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ .....	12
3.3.1 ΕΠΧΣΑΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ .....	16
3.3.2 ΝΟΜΟΣ 3851/2010.....	25
3.4 ΑΔΕΙΟΔΟΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ .....	26
4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΕ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ .....	28
4.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΕ .....	28
4.2 ΤΑ ΣΓΠ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΕ.....	31



4.3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΗΜΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΠΕ .....	33
5	ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ .....	36
5.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ .....	36
5.2	ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	38
5.3	ΥΔΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	40
5.4	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ .....	42
5.5	ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ .....	45
5.5.1	CORINE 2000 .....	45
5.5.2	ΛΑΤΟΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΥΠΕΝ .....	47
5.6	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ, ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ & ΟΙΚΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ .....	48
5.7	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟΥ & ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ .....	52
5.8	ΥΠΟΔΟΜΕΣ .....	53
5.8.1	ΟΔΙΚΟ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ .....	53
5.8.2	ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ & ΛΙΜΑΝΙΑ .....	54
5.8.3	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	54
5.9	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑ .....	57
6	ΑΙΟΛΙΚΟ & ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ .....	61
6.1	ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ .....	61
6.1.1	ΧΑΡΤΕΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΚΑΠΕ ΚΑΙ ΤΗ ΡΑΕ .....	62
6.1.2	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΜΕ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ .....	67
6.2	ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ .....	70
6.2.1	ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ .....	73
7	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ .....	76
7.1	ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ/ΑΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠ .....	76
7.2	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠ .....	79
7.2.1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ .....	80
7.2.2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΚΛΙΣΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ .....	82
7.2.3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ .....	83
7.2.4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ...	84

7.2.5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ.....	85
7.2.6	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΟΙΚΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ.....	86
7.2.7	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗ ΚΑΙ ΤΑ ΥΔΑΤΙΝΑ ΣΩΜΑΤΑ.....	88
7.2.8	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥΣ, ΛΙΜΝΕΣ & ΖΕΠ NATURA 2000.....	89
7.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ.....	90
7.4	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠ.....	93
7.5	ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠ.....	95
7.6	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΜΕΝΩΝ ΑΠ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ.....	97
7.7	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΡΙΕΣ ΥΨΗΛΟΤΕΡΟΥ ΠΥΡΓΟΥ.....	98
8	ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ.....	101
8.1	ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ/ΑΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΠ.....	101
8.2	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΠ.....	104
8.2.1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ.....	105
8.2.2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΚΛΙΣΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	106
8.2.3	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	108
8.2.4	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
8.2.5	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ.....	110
8.2.6	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΟΙΚΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ.....	111
8.2.7	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗ & ΥΔΑΤΙΝΑ ΣΩΜΑΤΑ.....	113
8.2.8	ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΛΙΜΝΕΣ & ΥΓΡΟΤΟΠΟΥΣ.....	114
8.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΠ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ.....	115
8.4	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΠ.....	118
8.5	ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΠ.....	119
8.6	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΜΕΝΩΝ ΦΠ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ.....	121
9	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΕ.....	122
9.1	ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕ & Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	122

9.2	ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΥΝΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	123
9.3	ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΣΥΝΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ .....	125
10	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΣΗΜΕΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΤΟΜΕΙΣ ΠΡΟΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ .....	128
10.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	128
10.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ .....	128
10.3	ΣΗΜΕΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΤΟΜΕΙΣ ΠΡΟΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ .....	130
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	132
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	135

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1 Διάκριση της ελληνικής επικράτειας σε ΠΑΚ και ΠΑΠ βάσει του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2008) .....	17
Εικόνα 3.2 Εφαρμογή κριτηρίου ένταξης στο τοπίο από το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2008) ...	24
Εικόνα 4.1 Το περιβάλλον του ArcGIS 10 με το Workspace του ArcMap σε Layout View.....	32
Εικόνα 4.2 Μεθοδολογικό σχήμα χωροθέτησης ΑΠΕ με χρήση GIS και MCA.....	34
Εικόνα 5.1 Υψομετρικός χάρτης της Περιφέρειας Θεσσαλίας.....	39
Εικόνα 5.2 Κλίσεις εδάφους (%) της Περιφέρειας Θεσσαλίας.....	
Εικόνα 5.3 Υδρογραφικό δίκτυο, ταμιευτήρες και ακτές παρακολούθησης ποιότητας υδάτων του ΥΠΕΝ.....	
Εικόνα 5.4 Περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος (ΕΕΑ, 2015) .....	
Εικόνα 5.5 Χρήσεις γης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας κατά Corine 2000 (ΕΕΑ,2015).....	
Εικόνα 5.6 Λατομικές ζώνες Περιφέρειας Θεσσαλίας (ΛΑΤΟΜΕΤ, 2016) .....	
Εικόνα 5.7 Οικισμοί και διοικητικά όρια της Περιφέρειας Θεσσαλίας (ΕΛΣΤΑΤ, 2015).....	49
Εικόνα 5.8 Οδικό, σιδηροδρομικό δίκτυο και αεροδρόμια Περιφέρειας Θεσσαλίας.....	
Εικόνα 5.9 Δίκτυο διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΔΜΗΕ, 2013) .....	
Εικόνα 5.10 Εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών ανάλογα με το στάδιο αδειοδότησης (ΡΑΕ, 2016) .....	
Εικόνα 5.11 Αιολικές εγκαταστάσεις ανάλογα με το στάδιο αδειοδότησης (ΡΑΕ, 2016) .....	
Εικόνα 5.12 Κάλυψη της επιτρεπόμενης πυκνότητας χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων ανά ΔΕ της Περιφέρειας Θεσσαλίας (ΡΑΕ, 2016) .....	59
Εικόνα 6.1 Χάρτης αιολικού δυναμικού στα 80 m υψόμετρο για την Ελλάδα (ΡΑΕ, 2016).....	61
Εικόνα 6.2 Χάρτης εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού για το Νομό Λάρισας (ΚΑΠΕ, 2001).....	64
Εικόνα 6.3 Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (m/s) στα 80 m υψόμετρο (ΡΑΕ, 2016).....	65
Εικόνα 6.4 Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (m/s) στα 100 m υψόμετρο (ΡΑΕ, 2016).....	66
Εικόνα 6.5 Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (m/s) στα 120 m υψόμετρο (ΡΑΕ, 2016).....	66
Εικόνα 6.6 Σταθμοί NOAA και ΕΑΑ, με κόκκινο και πράσινο χρώμα, αντίστοιχα (Dimitriadis <i>et al.</i> , 2015) .....	67

Εικόνα 6.7 Περιοχές που λαμβάνουν μηνιαίες τιμές δυνητικής ηλιακής ακτινοβολίας που βρίσκονται στο άνω (με κόκκινο) και στο κάτω 5% (με μπλε) του συνόλου των τιμών του δείγματος για τον Ιούλιο (Αποστολίδου, 2007) .....	71
Εικόνα 6.8 Χάρτης ηλιακού δυναμικού για την Ελλάδα (PVGIS © European Union, 2001-2012)....	72
Εικόνα 6.9 Περιβάλλον του εργαλείου υπολογισμού ηλιακής ακτινοβολίας Area Solar Radiation	73
Εικόνα 6.10 Συνολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία για τον Ιούνιο (αριστερά) και Δεκέμβριο (δεξιά) .....	74
Εικόνα 6.11 Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια του εδάφους για την Περιφέρεια Θεσσαλίας.....	75
Εικόνα 6.12 Προσανατολισμός εδάφους Περιφέρειας Θεσσαλίας.....	75
Εικόνα 7.1 Επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 1 .....	77
Εικόνα 7.2 Επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 2 .....	79
Εικόνα 7.3 Κριτήριο αιολικού δυναμικού.....	81
Εικόνα 7.4 Κριτήριο κλίσης εδάφους για χωροθέτηση ΑΠ .....	82
Εικόνα 7.5 Κριτήριο απόστασης από το οδικό δίκτυο για χωροθέτηση ΑΠ .....	83
Εικόνα 7.6 Κριτήριο απόστασης από το ηλεκτρικό δίκτυο διανομής ενέργειας.....	85
Εικόνα 7.7 Κριτήριο υψόμετρου για την χωροθέτηση ΑΠ .....	86
Εικόνα 7.8 Κριτήριο απόστασης από οικιστικές περιοχές για χωροθέτηση ΑΠ .....	87
Εικόνα 7.9 Κριτήριο απόστασης από ακτογραμμή και υδάτινα σώματα .....	88
Εικόνα 7.10 Κριτήριο απόστασης από περιοχές περιβαλλοντικής σημασίας .....	89
Εικόνα 7.11 Αξιολόγηση Περιφέρειας Θεσσαλίας για χωροθέτηση ΑΠ με εφαρμογή 8 κριτηρίων	91
Εικόνα 7.12 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 1 .....	92
Εικόνα 7.13 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 2 .....	93
Εικόνα 7.14 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών Σεναρίου 2 για τα τεχνικά κριτήρια .....	94
Εικόνα 7.15 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών Σεναρίου 2 για τα περιβαλλοντικά κριτήρια .	94
Εικόνα 7.16 Βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης ΑΠ στην Περιφέρεια Θεσσαλίας .....	96
Εικόνα 7.17 Περιοχές εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού στα 80 m υψόμετρο.....	98
Εικόνα 7.18 Περιοχές εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού στα 100 m υψόμετρο.....	99
Εικόνα 7.19 Περιοχές εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού στα 120 m υψόμετρο.....	99
Εικόνα 8.1 Επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 1.....	102

Εικόνα 8.2 Επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 2.....	103
Εικόνα 8.3 Κριτήριο ηλιακού δυναμικού.....	106
Εικόνα 8.4 Κριτήριο κλίσεων εδάφους.....	107
Εικόνα 8.5 Κριτήριο απόστασης από το οδικό δίκτυο .....	108
Εικόνα 8.6 Κριτήριο απόστασης από το ηλεκτρικό δίκτυο διανομής ενέργειας.....	110
Εικόνα 8.7 Κριτήριο υψομέτρου.....	111
Εικόνα 8.8 Κριτήριο απόστασης από οικιστικές περιοχές .....	112
Εικόνα 8.9 Κριτήριο απόστασης από ακτογραμμή και υδάτινα σώματα .....	113
Εικόνα 8.10 Κριτήριο απόστασης από λίμνες και υγροτόπους.....	114
Εικόνα 8.11 Αξιολόγηση Περιφέρειας Θεσσαλίας για χωροθέτηση ΦΠ με εφαρμογή 8 κριτηρίων .....	115
Εικόνα 8.12 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 1 .....	116
Εικόνα 8.13 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 2 .....	117
Εικόνα 8.14 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 2 βάσει τεχνικών κριτηρίων .....	118
Εικόνα 8.15 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 2 βάσει περιβαλλοντικών κριτηρίων .....	119
Εικόνα 8.16 Βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης ΦΠ.....	120
Εικόνα 9.1 Η σχέση νερού και ενέργειας στο υδροσύστημα Αχελώου-Πηνειού .....	123
Εικόνα 9.2 Σχηματική απεικόνιση των συνιστωσών ενός υποθετικού συστήματος συνδυασμένης διαχείρισης υδατικών και ενεργειακών πόρων .....	124
Εικόνα 9.3 Περιοχές Σεναρίου 2 για ανάπτυξη υβριδικών πάρκων .....	125
Εικόνα 9.4 Βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης υβριδικών πάρκων.....	126

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1 Διαθέσιμες λίστες κοινοτικής και εθνικής νομοθεσίας από τους οργανισμούς αγοράς ενέργειας.....	9
Πίνακας 3.2 Λίστα κοινοτικής νομοθεσίας σχετικά με την ανάπτυξη των ΑΠΕ.....	11
Πίνακας 3.3 Λίστα εθνικών νόμων σχετικά με την ανάπτυξη των ΑΠΕ .....	13
Πίνακας 3.4 Λίστα ΥΑ, Κανονισμών & ΠΔ σχετικά με την ανάπτυξη των ΑΠΕ .....	14
Πίνακας 3.5 (Συνέχεια) Λίστα ΥΑ, Κανονισμών & ΠΔ σχετικά με την ανάπτυξη των ΑΠΕ.....	15
Πίνακας 3.6 Χαρακτηριστικά τυπικής ανεμογεννήτριας βάσει του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2008) .....	18
Πίνακας 3.7 Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των ΑΠ (ΥΠΕΚΑ, 2008) .....	20
Πίνακας 3.8 Αποστάσεις ΑΠ από περιοχές περιβαλλοντικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος (ΥΠΕΚΑ, 2008) .....	21
Πίνακας 3.9 Αποστάσεις ΑΠ από οικιστικές δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής (ΥΠΕΚΑ,2008) .....	22
Πίνακας 3.10 Αποστάσεις ΑΠ από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων (ΥΠΕΚΑ, 2008) .....	23
Πίνακας 5.1 Δεδομένα εισόδου της μεθοδολογίας χωροθέτησης .....	37
Πίνακας 5.2 Περιοχές Natura 2000 της Περιφέρειας Θεσσαλίας (ΕΕΑ, 2016) .....	44
Πίνακας 5.3 Υπόμνημα Corine 2000 και ποσοστά κάλυψης ανά χρήση γης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (ΕΕΑ, 2015) .....	46
Πίνακας 5.4 (Συνέχεια) Υπόμνημα Corine 2000 και ποσοστά κάλυψης ανά χρήση γης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας.....	47
Πίνακας 5.5 Πληθυσμιακά στοιχεία σε επίπεδο ΠΕ της ηπειρωτικής Θεσσαλίας (ΕΛΣΤΑΤ,2011)...	49
Πίνακας 5.6 Αναλυτικά πληθυσμιακά στοιχεία για τους πολυπληθείς οικισμούς ανά ΠΕ (ΕΛΣΤΑΤ, 2011) .....	50
Πίνακας 5.7 Πληθυσμός παραδοσιακών οικισμών ανά περιφέρεια (ΕΛΣΤΑΤ, 2011; Μεταλληνού, 2013) .....	51
Πίνακας 5.8 Μήκη και πυκνότητες οδικού δικτύου ανά επίπεδο .....	53
Πίνακας 5.9 Μήκη διασυνδεδεμένου συστήματος μεταφοράς ενέργειας (ΑΔΜΗΕ, 2013) .....	55

Πίνακας 5.10 Τρόπος εισαγωγής στο δίκτυο ανάλογα με την ισχύ εξόδου του παραγωγού (Τσούτσος κ.ά., 2015) .....	56
Πίνακας 5.11 Αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις ΑΠΕ στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (ΑΔΜΗΕ, 2016; ΡΑΕ, 2016) .....	57
Πίνακας 5.12 Μέγιστη επιτρεπόμενη εγκατεστημένη ισχύς και ποσοστά κάλυψης ανά ΠΕ (ΡΑΕ, 2016) .....	59
Πίνακας 6.1 Σενάριο αξιοποίησης αιολικής ενέργειας για την Περιφέρεια Θεσσαλίας (ΚΑΠΕ, 2001) .....	63
Πίνακας 6.2 Σταθμοί μέτρησης ταχύτητας ανέμου και στατιστικά χαρακτηριστικά (Dimitriadis <i>et al.</i> , 2015) .....	68
Πίνακας 7.1 Έκταση και ποσοστό κάλυψης των διαθέσιμων περιοχών των δύο σεναρίων για ΑΠ	79
Πίνακας 7.2 Κριτήρια αξιολόγησης για τη χωροθέτηση ΑΠ.....	80
Πίνακας 7.3 Κλίμακα αξιολόγησης της καταλληλότητας των θέσεων χωροθέτησης ΑΠ.....	80
Πίνακας 7.4 Κριτήριο αιολικού δυναμικού με βάση την μέση ετησία ταχύτητα του ανέμου (m/s)	81
Πίνακας 7.5 Κριτήριο κλίσεων εδάφους (%) για χωροθέτηση Αιολικών Πάρκων.....	82
Πίνακας 7.6 Κριτήριο απόστασης από το οδικό δίκτυο (m) για χωροθέτηση Αιολικών Πάρκων (ΥΠΕΚΑ, 2008) .....	84
Πίνακας 7.7 Κριτήριο απόστασης από το ηλεκτρικό δίκτυο διανομής και μεταφοράς ενέργειας για την χωροθέτηση ΑΠ (ΥΠΕΚΑ, 2008).....	84
Πίνακας 7.8 Κριτήριο υψομέτρου για χωροθέτηση ΑΠ .....	85
Πίνακας 7.9 Κριτήριο απόστασης από οικιστικές περιοχές.....	87
Πίνακας 7.10 Κριτήριο απόστασης (m) από την ακτογραμμή και τα ποτάμια για χωροθέτηση ΑΠ	88
Πίνακας 7.11 Κριτήριο απόστασης (m) από περιοχές περιβαλλοντικής σημασίας .....	90
Πίνακας 7.12 Αξιολόγηση του συνόλου της Περιφέρειας Θεσσαλίας για τα 8 κριτήρια χωροθέτησης ΑΠ.....	90
Πίνακας 7.13 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 1.....	91
Πίνακας 7.14 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 2.....	92
Πίνακας 7.15 Ποσοστά καταλληλότητας τεχνικής & περιβαλλοντικής αξιολόγησης για τις περιοχές του Σεναρίου 2.....	95
Πίνακας 7.16 Βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης ΑΠ .....	97
Πίνακας 7.17 Αξιολόγηση αδειοδοτημένων ή υπό αδειοδότηση ΑΠ.....	97



Πίνακας 8.1 Έκταση και ποσοστό κάλυψης των διαθέσιμων περιοχών των δύο σεναρίων για ΦΠ .....	104
Πίνακας 8.2 Κριτήρια αξιολόγησης για τη χωροθέτηση ΦΠ.....	104
Πίνακας 8.3 Κλίμακα αξιολόγησης της καταλληλότητας των θέσεων χωροθέτησης ΦΠ.....	105
Πίνακας 8.4 Κριτήριο ηλιακού δυναμικού .....	105
Πίνακας 8.5 Κριτήριο κλίσεων εδάφους (%) για χωροθέτηση ΦΠ .....	107
Πίνακας 8.6 Κριτήριο απόστασης από το οδικό δίκτυο για χωροθέτηση ΦΠ.....	108
Πίνακας 8.7 Κριτήριο απόστασης από το ηλεκτρικό δίκτυο διανομής και μεταφοράς ενέργειας για τη χωροθέτηση ΦΠ (ΥΠΕΚΑ, 2008).....	109
Πίνακας 8.8 Κριτήριο υψομέτρου (m) για τη χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων .....	111
Πίνακας 8.9 Κριτήριο απόστασης από οικιστικές περιοχές.....	112
Πίνακας 8.10 Κριτήριο απόστασης (m) από την ακτογραμμή και υδάτινα σώματα για χωροθέτηση ΦΠ .....	114
Πίνακας 8.11 Κριτήριο απόστασης από λίμνες και υδροτόπους (m) για χωροθέτηση ΦΠ.....	115
Πίνακας 8.12 Αξιολόγηση του συνόλου της Περιφέρειας Θεσσαλίας για τα 8 κριτήρια χωροθέτησης ΦΠ .....	116
Πίνακας 8.13 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης Σεναρίου 1 .....	117
Πίνακας 8.14 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης Σεναρίου 2 .....	117
Πίνακας 8.15 Ποσοστά καταλληλότητας τεχνικής & περιβαλλοντικής αξιολόγησης για τις περιοχές του Σεναρίου 2.....	119
Πίνακας 8.16 Βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης ΦΠ.....	121
Πίνακας 8.17 Αξιολόγηση αδειοδοτημένων και προς αδειοδότηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων .....	121
Πίνακας 9.1 Παρουσίαση δυνητικών περιοχών ανάπτυξης υβριδικών πάρκων για τις περιοχές του Σεναρίου 2.....	125
Πίνακας 9.2 Βιώσιμη χωροθέτηση υβριδικών πάρκων και αντίστοιχες βαθμολογίες για κάθε εγκατάσταση.....	126
Πίνακας 0.1 Μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός τυπικών ανεμογεννητριών για την ΠΕ Τρικάλων (ΡΑΕ, 2013).....	135
Πίνακας 0.2 Μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός τυπικών ανεμογεννητριών για την ΠΕ Καρδίτσας (ΡΑΕ, 2013).....	136

Πίνακας 0.3 Μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός τυπικών ανεμογεννητριών για την ΠΕ Μαγνησίας (ΡΑΕ, 2013).....	137
Πίνακας 0.4 Μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός τυπικών ανεμογεννητριών για την ΠΕ Λάρισας (ΡΑΕ, 2013) .....	138

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 6.1 Ημερήσια κυκλοστασιμότητα για κάθε μήνα για το σταθμό της Θεσσαλίας (Dimitriadis et al., 2015).....	69
Διάγραμμα 6.2 Εμπειρική και προσαρμοσμένη κατανομή για το σταθμό της Λάρισας (Dimitriadis et al., 2015) .....	69

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Συντομογραφία	Επεξήγηση
JRC	Joint Research Center
ΑΔΜΗΕ	Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΑΠ	Αιολικά Πάρκα
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγες Ενέργειας
ΔΕΔΔΗΕ	Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΔΕΣΜΗΕ	Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ΕΠΟ	Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων
ΕΠΧΣΑΑ ΑΠΕ	Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ
ΚΑΠΕ	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
ΜΠΕ	Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΜΥΗΕ	Μικρά ΥδροΗλεκτρικά Έργα
ΠΑΚ	Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας
ΠΑΠ	Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας
ΠΔ	Προεδρικό Διάταγμα
ΠΕ	Περιφερειακή Ενότητα
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΣΓΠ	Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών
ΣΗΘΥΑ	Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
ΣΧΟΟΑΠ	Σχέδια Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων
ΥΑ	Υπουργική Απόφαση
ΥΠΕΚΑ	Υπουργείο Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
ΦΠ	Φωτοβολταϊκά Πάρκα



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ακολουθώντας τους ευρωπαϊκούς θεσμικούς στόχους για ανάπτυξη των ΑΠΕ σε βάρος των συμβατικών μορφών ενέργειας, η Ελλάδα μπορεί να αποκομίσει σημαντικά πλεονεκτήματα αξιοποιώντας το πλούσιο ηλιακό, αιολικό και υδροηλεκτρικό της δυναμικό. Παρόλα αυτά, ένας εθνικός σχεδιασμός σε αυτή την κατεύθυνση, οφείλει να εφαρμόζει ένα ορθολογικό πλαίσιο χωροθέτησης των ΑΠΕ για την αντιμετώπιση των συγκρούσεις χρήσεων γης, αλλά και των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων που ανακύπτουν.

Με αφετηρία την κρισιμότητα της χωρικής διάστασης των ΑΠΕ, παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία μια μεθοδολογία βέλτιστης χωροθέτησης και διαστασιολόγησης των ΑΠΕ σε περιφερειακή κλίμακα, με περιοχή εφαρμογής το ηπειρωτικό τμήμα της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Σημαντικές βάσεις στις οποίες στηρίχθηκε η ρεαλιστικότητά και επιτυχία της μεθοδολογίας, είναι τόσο η αποδελτίωση της ισχύουσας ευρωπαϊκής και εθνικής νομοθεσίας, όσο και η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης στην Θεσσαλία σε ορούς φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, αλλά και ενεργειακών χαρακτηριστικών. Κρίσιμος περιοριστικός παράγοντας αλλά και κριτήριο χωροθέτησης αποδεικνύεται το ηλιακό και αιολικό δυναμικό, το οποίο παίζει καθοριστικό ρόλο στην επιλογή των βιώσιμων θέσεων εγκατάστασης αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων αντίστοιχα. Βασικό εργαλείο για την υλοποίηση της μεθοδολογίας και την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων αποτελούν τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), μέσω των οποίων υλοποιήθηκε η εφαρμογή των περιορισμών, η επιλογή και ο χωρισμός σε κλάσεις των κριτηρίων αξιολόγησης και τέλος, η εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης για την αξιολόγηση των διαθέσιμων προς χωροθέτηση περιοχών.

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας για την αξιολόγηση των αιτήσεων αδειοδότησης, φανερώνει τους πολλαπλούς στόχους που μπορεί να επιτελέσει η μεθοδολογία τόσο ως εργαλείο μετα-αξιολόγησης για τα πραγματικά έργα υπό αδειοδότηση, όσο και για την εκτίμηση και καλύτερη οργάνωση της δυνητικής εγκατεστημένης ισχύος της περιοχής μελέτης. Σημαντική είναι και η δυνητική συμβολή της μεθοδολογίας σε μελέτες συνδιαχείρισης υδατικών πόρων και ενέργειας και στις προοπτικές ανάπτυξης υβριδικών συστημάτων, που αποτελούν το κλειδί της επιτυχούς ένταξης των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα.

## ABSTRACT

Following the legislative EU targets and taking advantage of its high renewable energy potential, Greece can obtain significant benefits from developing its water, solar and wind energy resources.

However, a holistic spatial planning approach that accounts for the possible landuse conflicts and environmental impacts of RES (Renewable Energy Sources) is essential for their sustainable development.

In this context, we present a GIS-based methodology for the optimal sizing and siting of solar and wind energy systems at the regional scale, which is tested in the Prefecture of Thessaly. In order to apply the methodology, we assess the wind and solar potential of the area, taking into account the stochastic nature of the associated meteorological processes (i.e. wind speed and solar radiation, respectively), which is essential component for both planning (i.e., type selection and sizing of photovoltaic panels and wind turbines) and management purposes (i.e., real-time operation of the system). For the optimal siting methodology, we account for a number of constraints, associated with technical limitations (e.g., terrain slope, proximity to road and electricity grid network, etc.), the environmental legislation and other land use constraints. Based on this analysis, we investigate favorable alternatives using technical, environmental as well as aesthetic criteria. The final outcome is GIS maps that depict the available energy potential and the optimal layout for photovoltaic panels and wind turbines over the study area.

The present methodology could serve several purposes, since it can be applied for both the assessment and planning of the possible installed RES power and as a post-evaluation tool for the already licensed RES installations. The results could also be of particular use, in order to assume the combined operation of the above renewables with major hydroelectric dams and pumped-storage facilities, and thus provide a unique hybrid renewable system, extended at the regional scale.

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Η πετρελαϊκή κρίση στις αρχές της δεκαετίας του '70 ήταν η πρώτη αφορμή για την συνειδητοποίηση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και την στροφή του ενεργειακού ενδιαφέροντος στις αειφόρες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Έπειτα, οι φωνές για την κλιματική αλλαγή και την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, αποτέλεσαν σημαντικά κίνητρά για την εισαγωγή των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα. Ο χαρακτηρισμός τους ως «καθαρές μορφές» ενέργειας, με ελάχιστο περιβαλλοντικό αντίκτυπο κατά την λειτουργία, αλλά και μειωμένη παραγωγή απόβλητων σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, συνέβαλαν στην ταύτισή τους με την βιωσιμότητα του ενεργειακού σχεδιασμού. Τα θεσμικά παγκόσμια και ευρωπαϊκά όργανα έλαβαν αμέσως δράση για τον ορισμό πλαισίων, οδηγιών και πρωτοκόλλων με στόχο την μείωση της χρήσης συμβατικών καυσίμων και την αύξηση της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ.

Το επενδυτικό ενδιαφέρον στην Ελλάδα επικεντρώθηκε στην αξιοποίηση της ηλιακής, αιολικής και υδροηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικό εκμεταλλεύσιμο δυναμικό στην χώρα μας. Συγκεκριμένα, στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας σημαντικό ρόλο έπαιξε πέραν της ύπαρξης δυναμικού η επιδότηση της τιμής πώλησης, η εμπορική ωριμότητα και η αποδοτικότητα της σχέση με άλλες ΑΠΕ. Αντίστοιχα, οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις παρουσίασαν ταχεία ανάπτυξη στην χώρα λόγω αφενός της κρατικής επιδότησης (αυξημένη τιμή πώλησης σε σχέση με την ενέργεια από συμβατικά καύσιμα), και αφετέρου λόγω του υψηλού ηλιακού δυναμικού καθόλη την διάρκεια του έτους.

Παρά την «φιλικότητα» τους και το μειωμένο αντίκτυπο σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, ούτε οι ΑΠΕ στερούνται παντελώς επιπτώσεων. Σύντομα αναδείχθηκαν σημαντικές επιπτώσεις σε τοπικό επίπεδο (οπτική όχληση, παραγωγή θορύβου, επιπτώσεις στην άγρια ζωή, ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές κ.α.) και ευρύτερο επίπεδο (οικονομική επιβάρυνση καταναλωτών, μεταβλητότητα ενεργειακής παράγωγης και ανάγκη επέκτασης ηλεκτρικού δικτύου, κατάληψη καλλιεργούμενων εκτάσεων από εγκαταστάσεις ΑΠΕ κ.α.). Η σημαντική τους εισροή στο ενεργειακό μίγμα δημιούργησε έντονο πρόβλημα σύγκρουσης συμφερόντων, και μια πρόκληση για τους φορείς λήψης αποφάσεων που καλούνται να ικανοποιήσουν από την μια την μεγιστοποίηση της απόδοσης των επενδύσεων σε ΑΠΕ και την άλλη την μείωση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων και των αντιδράσεων των τοπικών κοινωνιών.

Αποτέλεσμα ήταν η ανάγκη ανάπτυξης στρατηγικών σχεδιασμών και μεθοδολογιών, που θα βελτιστοποιούν την χωρική εξίσωση του προβλήματος ανάπτυξης των ΑΠΕ και θα αυξάνουν κατά το δυνατόν την αποδοτικότητα των επενδύσεων και την αποδοχή των εγκαταστάσεων από τις τοπικές κοινωνίες.



## 1.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας βέλτιστης χωροθέτησης και διαστασιολόγησης αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων, που θα λαμβάνει υπόψιν τους τεχνικούς, περιβαλλοντικούς και άλλους περιορισμούς που εισάγει η νομοθεσία και η επιστημονική εμπειρία. Η αξιολόγηση των περιοχών χωροθέτησης γίνεται μέσω της εφαρμογής πολυκριτηριακής ανάλυσης σε μια σειρά κριτηρίων και χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ). Αποτέλεσμα είναι η απεικόνισή των επιτρεπόμενων προς χωροθέτηση περιοχών και της ιεράρχησής τους, με βάση τόσο περιβαλλοντικά, τεchnοοικονομικά όσο και αισθητικά κριτήρια. Τελικώς, γίνεται προσδιορισμός των πλέον βιώσιμων προς χωροθέτηση περιοχών για κάθε εγκατάσταση. Σημειώνεται ότι, καθώς οι αιολικές και φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις δεν διέπονται από τις ίδιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τεχνικούς περιορισμούς, οι δύο μεθοδολογίες αναπτύσσονται ανεξάρτητα για αιολικά και φωτοβολταϊκά πάρκα, αλλά εφαρμόζοντας το ίδιο μεθοδολογικό πλαίσιο.

Επίσης, στα πλαίσια της συνδιαχείρισης νερού και ενέργειας στην περιοχή μελέτης, αλλά και της προοπτικής ανάπτυξης υβριδικών πάρκων, γίνεται ένας συνδυασμός των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθοδολογίας για τα αιολικά και φωτοβολταϊκά πάρκα αντίστοιχα, ώστε να διερευνηθούν και αυτές οι δυνατότητες. Συγκεκριμένα, στα πλαίσια του ερευνητικού έργου CRESSENDO αναζητείται το βέλτιστο μίγμα ΑΠΕ που θα εξασφαλίσει ενεργειακή αυτονομία στην Θεσσαλία, με την παραγωγή ενέργειας από τις ΑΠΕ να αποτελεί δεδομένο εισόδου του μοντέλου προσομοίωσης νερού και ενέργειας (λογισμικό Υδρονομέας).

Με άλλα λόγια η εργασία επιτελεί πολλαπλούς στόχους, οι οποίοι αφορούν:

- Στην ανάπτυξη ενός εργαλείου υποστήριξης αποφάσεων για τη χωροθέτηση των ΑΠΕ σε περιφερειακή κλίμακα.
- Στην αξιολόγηση της επιλογής χωροθέτησης των ήδη αδειοδοτημένων ή υπό αδειοδότηση ΑΠΕ, διαδικασία ιδιαίτερης χρησιμότητας για επιστημονικούς και άλλους φορείς λήψης αποφάσεων, όπως το ΥΠΕΝ και η ΡΑΕ
- Στην επιτάχυνση της διείσδυσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα της χώρας, ώστε να καθιστούν εφικτοί οι εθνικοί και ευρωπαϊκοί στόχοι περί βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού
- Υποστήριξη μελετών συνδυασμένης διαχείρισης υδατικών και ενεργειακών πόρων, όπως το ερευνητικό έργο CRESSENDO (<http://cressendo.org/>)

## 1.3 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο παρόν 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, γίνεται μια εισαγωγική περιγραφή της στροφής του ενδιαφέροντος των φορέων λήψης αποφάσεων στις ΑΠΕ, και στην κατά το δυνατόν βέλτιστη χωροθέτησή τους. Ακολουθεί η περιγραφή του αντικείμενου της εργασίας και των στόχων που καλείται να εκπληρώσει η μεθοδολογία που αναπτύσσεται.

Στο Κεφάλαιο 2, γίνεται μια επισκόπηση του ρόλου των ΑΠΕ στον σύγχρονο ενεργειακό σχεδιασμό, αλλά και των βασικών επιπτώσεων που χαρακτηρίζουν την χωροθέτηση αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων. Τέλος, γίνεται μια συνοπτική αναφορά στις ιδιαιτερότητες της περιοχής μελέτης, στην επίδραση ομίχρας και την επιρροή της στην χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων.

Στο Κεφάλαιο 3, παρουσιάζεται η κοινοτική και εθνική νομοθεσία που χαρακτήρισε την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ευρώπη και στην χώρα μας, με έμφαση στο ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ που αποτέλεσε το κατεξοχήν πλαίσιο χωροθέτησης ΑΠΕ, αλλά και στον Νόμο 3851/2010 που με άξονα την επιτάχυνση των ΑΠΕ κατήργησε κάποιους από τους περιορισμούς που έθεσε το ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ. Γίνεται επίσης, συνοπτική αναφορά στην αδειοδοτική διαδικασία και τα στάδια που απαιτούνται για την υλοποίηση και λειτουργία εγκαταστάσεων ΑΠΕ.

Ακολουθεί το Κεφάλαιο 4, στο οποίο γίνεται εκτενής βιβλιογραφική επισκόπηση μεθοδολογιών χωροθέτησης που εφαρμόζονται από διαφορές έρευνες και αναδεικνύουν το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας στο ζήτημα της χωροθέτησης των ΑΠΕ. Επίσης, παρουσιάζονται τα ΣΓΠ ως εργαλείο κατάλληλο για την χωροθέτηση των ΑΠΕ με αναφορά στο λογισμικό GIS, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της μεθοδολογίας χωροθέτησης. Στην παράγραφο 4.3 περιγράφεται το μεθοδολογικό σχήμα που εφαρμόστηκε για την υλοποίηση των βέλτιστων θέσεων χωροθέτησης και διαστασιολόγησης τόσο των φωτοβολταϊκών όσο και των αιολικών εγκαταστάσεων.

Στο Κεφάλαιο 5, παρουσιάζεται εκτενώς η περιοχή εφαρμογής της μεθοδολογίας μέσω της υφισταμένης κατάστασής του ανθρωπογενούς και φυσικού περιβάλλοντος, άλλα και ενεργειακών στοιχείων για την Περιφέρεια Θεσσαλίας

Αναγνωρίζοντας την σημασία του δυναμικού ως καθοριστικού παράγοντα χωροθέτησης, γίνεται στο Κεφάλαιο 6, μια παρουσίαση του αιολικού και ηλιακού δυναμικού της Θεσσαλίας σε σχέση και με την υπόλοιπη Ελλάδα. Για το μεν αιολικό δυναμικό, γίνεται αναφορά στους χάρτες που παρέχονται από το ΚΑΠΕ και τη ΡΑΕ, άλλα και σε μια μεθοδολογία εκτίμησης του αιολικού δυναμικού με στοχαστικό μοντέλο, που αναπτύχθηκε στον τομέα υδατικών πόρων. Για το ηλιακό δυναμικό, παρουσιάζεται το εργαλείο εκτίμησης παραγομένης ηλιακής ενέργειας και οι χάρτες ηλιακού δυναμικού του JRC, ενώ γίνεται και περιγραφή του μοντέλου που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, ώστε να παραχθεί ένας χάρτης ετήσιας συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας με ικανοποιητική ακρίβεια για τις απαιτήσεις της ανάλυσης.

Στα Κεφάλαια 7 και 8 γίνεται ανεξάρτητη παρουσίαση της εφαρμογής και των αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας χωροθέτησης για τις αιολικές και φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις αντίστοιχα. Καθορίζονται αρχικά, οι επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης με την εφαρμογή των δυο σεναρίων αποκλεισμού για κάθε μορφή ενέργειας, έπειτα γίνεται η επιλογή των κριτηρίων αξιολόγησης και ο χωρισμός σε κλάσεις των τιμών για να εφαρμοστεί τελικώς μια μέθοδος πολυκριτηριακής ανάλυσης και να προσδιοριστούν οι βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης. Τέλος, με βάση τα

αποτελέσματα που προέκυψαν γίνεται αξιολόγηση των υποψήφιων θέσεων χωροθέτησης των αδειοδοτημένων έργων ΑΠΕ.

Στο Κεφάλαιο 9, επιχειρείται ένας συνδυασμός των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τα Κεφάλαια 7 και 8, ώστε να εκτιμηθεί η πιθανή ύπαρξη θέσεων συγχωροθέτησης των δύο εγκαταστάσεων για ανάπτυξη υβριδικών αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων. Επίσης, στο πνεύμα της ολιστικής προσέγγισής της ανάπτυξης των ΑΠΕ και της κατά το δυνατόν μεγαλύτερης εκμετάλλευσης της παραγόμενης ενέργειας, γίνεται αναφορά στις προοπτικές αντλησοταμίευσης μέσω των υδροηλεκτρικών έργων για την αποθήκευση της περίσσειας παραγωγής από τις αιολικές και φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 10 γίνεται μια σύνοψη των συμπερασμάτων που προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθοδολογίας χωροθέτησης αλλά και της διερεύνησης των προοπτικών συγχωροθέτησης αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων. Αναφέρονται επίσης, σημεία βελτίωσης και μελλοντικοί τομείς προς διερεύνηση που αναδείχθηκαν από την παρούσα ανάλυση.

## 2 ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΑΠΕ & ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΟΝ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Καθώς ο ενεργειακός τομέας είναι ένας από τους βασικότερους πυλώνες της παγκόσμιας οικονομίας, εξάγεται άμεσα ότι ο σχεδιασμός και η διαχείριση των ενεργειακών συστημάτων αποτελούν προϋπόθεση για ένα αειφόρο μέλλον (Koutsoyiannis *et al.*, 2009).

Ειδικότερα, έχει γίνει κοινά αποδεκτό εδώ και αρκετά χρόνια, ότι το υπόδειγμα που υιοθετήθηκε από τη βιομηχανική επανάσταση και έκτοτε, το οποίο βασίστηκε στην εντατική χρήση ορυκτών καυσίμων (όπως πετρέλαιο, άνθρακας, ουράνιο, κτλ.), είναι έντονα μη αειφόρο. Μάλιστα, ορισμένοι ερευνητές έχουν εκφράσει έντονη ανησυχία ότι έχει φτάσει η εποχή της αιχμής της παραγωγής πετρελαίου (peak oil hypothesis), που ορίζει το σημείο καμπής ως προς τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ορυκτών πόρων. Αυτό μεταφράζεται στο ότι, το όχι μακρινό μέλλον ενέχει το πραγματικό ρίσκο μιας σοβαρής κοινωνικοοικονομικής κρίσης, ως συνέπεια της αδυναμίας κάλυψης των ενεργειακών αναγκών, εκτός αν η εξοικονόμηση ενέργειας και η χρήση ανανεώσιμων πηγών γίνουν ο κανόνας. Σε συνδυασμό με τις ανησυχίες που προκαλεί η περιβαλλοντική υποβάθμιση, ως αποτέλεσμα της εντατικής χρήσης ορυκτών καυσίμων, αναγνωρίζεται ότι απαιτείται μια δραστική αλλαγή σε όλο το ενεργειακό σκηνικό, στην κατεύθυνση αφενός της εξοικονόμησης ενέργειας και αφετέρου της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).

Σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέριο. Οι παραπάνω βασίζονται κυρίως στην ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης, και την ενέργεια από τις παλίρροιες, που εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Στη συνέχεια, ο όρος ΑΠΕ θα χρησιμοποιείται κυρίως για τις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που χρησιμοποιούν την ηλιακή, αιολική και υδραυλική ενέργεια, που είναι οι πλέον διαδεδομένες στην Ελλάδα και αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Οι ΑΠΕ έχουν λάβει πολλούς χαρακτηρισμούς με διαφορές σημασίες. Αναφέρονται ως «ήπιες» μορφές ενέργειας, δεδομένου ότι για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Επιπρόσθετα, αναφέρονται και ως «καθαρές» μορφές ενέργειας, καθώς δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες συμβατικές πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα.

Ο σημερινός ενεργειακός σχεδιασμός κυρίως στην Ευρώπη ευνοεί πολύ έντονα τη διείσδυση των ΑΠΕ, και κυρίως των μικρών υδροηλεκτρικών έργων (ΜΥΗΕ), των ανεμογεννητριών (Α/Γ) και των φωτοβολταϊκών έργων (Φ/Β). Ωστόσο, έχει αποτύχει στο να λάβει υπόψη τις σημαντικές διαφορές των παραπάνω πηγών σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Συγκεκριμένα, ενθαρρύνονται ή ακόμα και προωθούνται, μέσω οικονομικών αλλά και θεσμικών κινήτρων, οι μικρής κλίμακας μονάδες παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας, που έχουν ωστόσο περιορισμένη απόδοση, χαμηλή ευελιξία και υψηλό κόστος ανάπτυξης. Ειδικά στην Ελλάδα, η μονομερής θεώρηση και η απουσία ενός ολοκληρωμένου αναπτυξιακού σχεδίου εθνικής κλίμακας, έχει οδηγήσει σε εκρηκτική άνοδο των τιμών ενέργειας, έχοντας ταυτόχρονα θέσει σημαντικούς περιορισμούς στη διαχείριση της ενέργειας.

Το μείζον σε ποσοτικούς όρους μειονέκτημα της ανανεώσιμης ενέργειας αφορά στην ισχυρή εξάρτησή της από τις υδρομετεωρολογικές συνθήκες, που την καθιστά έντονα μεταβλητή και μη προβλέψιμη. Η εγγενής αβεβαιότητα των σχετικών φυσικών διεργασιών ανακλάται άμεσα στην ενεργειακή παραγωγή, η οποία δεν μπορεί να ακολουθήσει τη χρονική κατανομή της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας (βλ. παράγραφο 9.1) . Το μειονέκτημα αυτό οξύνεται εξαιτίας της έλλειψης ρυθμιστικής ικανότητας, που καθιστά αδύνατη την αποθήκευση της περίσσειας της παραγωγής, για την οποία πρέπει να προβλεφθεί ένας μηχανισμός καταστροφής, καθώς δεν μπορεί να απορροφηθεί από το δίκτυο μεταφοράς. Για τον λόγο αυτό, οι μικρής κλίμακας ΑΠΕ δεν μπορούν να αντικαταστήσουν παρά μικρό μόνο τμήμα της εγκατεστημένης ισχύος που προέρχεται από συμβατικές πηγές. Συνεπώς, επιβάλλεται ένα νέο υπόδειγμα ενεργειακής διαχείρισης που θα αναγνωρίζει και θα διαχειρίζεται την εγγενή αβεβαιότητα των υδρομετεωρολογικών διεργασιών, ως κυρίαρχο χαρακτηριστικό, εφαρμόζοντας βιώσιμες και οικονομικά αποδοτικές τεχνικές λύσεις.

## **2.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΠΕ**

Όπως αναφέρθηκε ήδη στο Κεφάλαιο 1, οι ΑΠΕ πέραν των πολλών πλεονεκτημάτων τους συνδέονται και με αρκετές επιπτώσεις σε περιβαλλοντικό, τεχνικό και αισθητικό επίπεδο.

Συγκεκριμένα οι αιολικές εγκαταστάσεις έχουν ταυτιστεί με αισθητικές επιπτώσεις (Visual Impact), με επιπτώσεις σε πληθυσμούς πτηνών (Bird collision), με παραγωγή θορύβου (Noise generation), με ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές (Electromagnetic interference) και με ζητήματα ασφάλειας (Safety issues). Μάλιστα μια αρνητική συγκύρια, είναι ότι πολλές φορές οι περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού συμπίπτουν με τις περιοχές ιδιαίτερου περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, αφού οι υψηλές τιμές του αιολικού δυναμικού αναπτύσσονται συνήθως σε περιοχές μεγάλου υψόμετρου. Μια θετική ιδιαιτερότητα των αιολικών εγκαταστάσεων σχετίζεται με το γεγονός ότι καταλαμβάνουν αμελητέο εμβαδό στην στάθμη του εδάφους, επιτρέποντας την απρόσκοπτη ανάπτυξη δραστηριοτήτων όπως η κτηνοτροφία κ.α.

Αντίθετα τα φωτοβολταϊκά συνδέονται με σημαντική κατάληψη χώρου και συνεπώς ενέχουν τον κίνδυνο της πιθανής μείωσης των καλλιεργούμενων περιοχών υψηλής παραγωγικότητας και

συνεπώς της παραγωγής τροφής και της όξυνσης του επισιτιστικού προβλήματος. Άλλες σημαντικές επιπτώσεις των φωτοβολταϊκών πάρκων είναι οι αισθητικές επιπτώσεις, και τα φαινόμενα αντανάκλασεων (shipping effects) που εισάγουν απαιτήσεις ελάχιστων αποστάσεων για λόγους ασφάλειας από κάποιες εγκαταστάσεις όπως αεροπλοΐα κ.ά.. Θετικό σημείο είναι ότι, οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις δεν παράγουν σημαντικό θόρυβο και χαρακτηρίζονται ως χαμηλής όχλησης εγκαταστάσεις.

### **2.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ & ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΜΟΡΟΥ**

Μια τεχνική απαίτηση των αιολικών εγκαταστάσεων καθοριστικής σημασίας, που προσδιορίζει την δυναμική εγκατεστημένη ισχύ των αιολικών πάρκων, η οποία προκύπτει από την διαθέσιμη έκταση, είναι η επίδραση ομόρου, η οποία ορίζει την ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών. Η επίδραση ομόρου λαμβάνεται υπόψιν τόσο στην μικροκλίμακα χωροθέτησης (micro-siting), όσο και στην μακροκλίμακα χωροθέτησης (macro-siting), που πραγματεύεται η παρούσα εργασία.

*Συγκεκριμένα ως ομόρου μιας ανεμογεννήτριας νοούμε την κατάντη σε αυτή περιοχή της ροής, όπου σε σχέση με την προσπίπτουσα στη μηχανή ροή του ανέμου παρατηρείται σημαντικό έλλειμα. Το έλλειμα αυτό ταχύτητας αντιστοιχεί στην κινητική ενέργεια που απορρόφησε η μηχανή (Ζερβός & Κάραλης, 2009).*

Πρόκειται για σημαντικό πρόβλημα με άμεση επίδραση στην απόδοση του αιολικού πάρκου, καθώς η ταχύτητα κατάντη της πρώτης ανεμογεννήτριας εξαρτάται από την σχετική της θέση ως προς την πρώτη με τη μείωση της να επιδρά αρνητικά στην απόδοση. Επίσης, εκτός των μειωμένων ταχυτήτων ο όμορος μιας ανεμογεννήτριας χαρακτηρίζεται από αυξημένα επίπεδα τύρβης, που δρουν επίσης δυσμενώς στην απόδοση.

Η ιδιαιτερότητα αυτή λαμβάνεται υπόψιν και από το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, με την επιβολή ελάχιστης απόστασης μεταξύ των ανεμογεννητριών συναρτήσει της διαμέτρου της φτερωτής (βλ. παράγραφο 3.3.1). Μάλιστα, ανάλογα με την επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου ορίζονται από ειδικές μελέτες χωροθέτησης (micro-siting) για την εκάστοτε θέση χωροθέτησης διαφορετικές διατάξεις και συστοιχίες ανεμογεννητριών, με τήρηση μεγαλύτερων αποστάσεων για την κύρια διεύθυνση του ανέμου.

### **2.4 ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΠΕ**

Η υφισταμένη κατάσταση με τα γενικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά της περιφέρειας Θεσσαλίας θα αναλυθούν εκτενέστατα στα Κεφάλαια 5 και 6, που ακολουθούν. Κρίνεται όμως σκόπιμο να δικαιολογηθεί η επιλογή της περιοχής μελέτης μέσω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που παρουσιάζει, τα οποία επηρέασαν τόσο την ανάλυση, όσο και τα αποτελέσματα στα οποία καταλήγει η μεθοδολογία. Συγκεκριμένα, η Περιφέρεια Θεσσαλίας:

- Βρίσκεται στο κέντρο της ηπειρωτικής χώρας, πλεονεκτώντας ως προς την πρόσβαση στις γραμμές υψηλής τάσης (400kV) και την εγγύτητα στους Η/Υ ταμιευτήρες της δυτικής Ελλάδας.
- Αποτελεί κέντρο αγροτικής παραγωγής, γεγονός που οδηγεί σε αυξημένη ζήτηση νερού, άλλα και αυξημένη ζήτηση ενέργειας λόγω των γεωτρήσεων και αντλιοστασίων που βρίσκονται σε λειτουργία.
- Προσφέρεται από τεχνικής άποψης για σημαντική ανάπτυξη φωτοβολταϊκών έργων, λόγω του ευνοϊκού αναγλύφου (ήπιων κλίσεων) αλλά και λόγω του υψηλού ηλιακού δυναμικού.
- Αναπτύσσει αντίθετα, περιορισμένο εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, που αναμένεται να αποτελέσει περιοριστικό παράγοντά για την ευρεία ανάπτυξη αιολικών εγκαταστάσεων.
- Μπορεί να απορροφήσει την πλεονάζουσα ενέργεια των ΑΠΕ, μέσω των έργων αντλησιοταμίευσης που έχουν μελετηθεί στην περιοχή και μπορούν δυνητικά να αποθηκεύσουν την ενέργεια που παράγεται στις περιόδους χαμηλής ζήτησης.

## 3 ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΑΠΕ

### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ»

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται το νομικό πλαίσιο που διέπει την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην ευρωπαϊκή και, κατά συνέπεια, την ελληνική επικράτεια. Οι νομικοί περιορισμοί, μαζί με την επιστημονική εμπειρία, αποτέλεσαν τους οδηγούς για την συγκέντρωση των χωρικών και λοιπών δεδομένων της περιοχής μελέτης (βλ. Κεφάλαια 5 και 6), με σκοπό την ανάπτυξη μιας ρεαλιστικής και πρωτότυπης μεθοδολογίας χωροθέτησης και διαστασιολόγησης των ΑΠΕ (βλ. Κεφάλαια 4, 7 και 8)

Αρχίζοντάς κανείς την αποδελτίωση του νομοθετικού πλαισίου, το οποίο θέτει τους κανόνες για την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα, θα βρεθεί αντιμέτωπός με ένα πλήθος Νόμων, Υπουργικών Αποφάσεων (ΥΑ), Προεδρικών Διαταγμάτων (ΠΔ), Κανονισμών και Κοινοτικών Οδηγιών. Τα παραπάνω τροποποιούν, αναιρούν, συμπληρώνουν και επικαιροποιούν τις πρωθύστερες κάθε φορά ισχύουσες διατάξεις σε διάφορα επίπεδα (π.χ. αδειών, λειτουργίας της αγοράς, τιμολόγησής της ενεργείας, επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης, περιβαλλοντικής αδειοδότησης, αρμόδιων φορέων διαχείρισης κ.ά.). Συνεπεία αυτού, είναι η δυσκολία αποτύπωσης της ισχύουσας νομοθεσίας για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, μιας και ο ενδιαφερόμενος πρέπει να ανατρέξει σε πολύ παλαιότερο νομικό πλαίσιο, στο οποίο παραπέμπουν οι νεότεροι νόμοι. Στο σημείο αυτό, μερική βοήθεια παρέχεται από το ΥΠΕΚΑ και τους διάφορους οργανισμούς της αγοράς ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ, ΡΑΕ, ΚΑΠΕ, ΑΔΜΗΕ κτλ.), στις ιστοσελίδες των οποίων παρέχονται λίστες και συνδέσεις με το εθνικό και κοινοτικό νομικό πλαίσιο (βλ. Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1 Διαθέσιμες λίστες κοινοτικής και εθνικής νομοθεσίας από τους οργανισμούς αγοράς ενέργειας

Οργαν.	Νομοθεσία σε εθνικό επίπεδο (συνδέσεις για ανάκτηση)	Νομοθεσία σε κοινοτικό επίπεδο (συνδέσεις για ανάκτηση)
ΚΑΠΕ	ΑΠΕ & ΕΞΕ (ΕΞοικονόμηση Ενέργειας) ( <a href="http://www.cres.gr/kape/datainfo/plaisio/national_ape_ape_genika.htm">http://www.cres.gr/kape/datainfo/plaisio/national_ape_ape_genika.htm</a> )	Κοινοτικό Νομικό Πλαίσιο για ΑΠΕ & ΕΞΕ ( <a href="http://www.cres.gr/kape/datainfo/nomiko_plaisio_ee.htm">http://www.cres.gr/kape/datainfo/nomiko_plaisio_ee.htm</a> )
ΡΑΕ	ΑΠΕ, Ηλεκτρισμός, Φυσικό αέριο & Πετρελαιοειδή ( <a href="http://www.rae.gr/site/categories_new/global_regulation/global_national/global_national_laws.csp">http://www.rae.gr/site/categories_new/global_regulation/global_national/global_national_laws.csp</a> )	Κοινοτικό δίκαιο ( <a href="http://www.rae.gr/site/categories_new/global_regulation/global_ec/global_ec_laws.csp">http://www.rae.gr/site/categories_new/global_regulation/global_ec/global_ec_laws.csp</a> )
ΑΔΜΗΕ	Νόμοι ( <a href="http://www.admie.gr/rythmistiko-plaisio/elliniki-koinotiki-nomothesia/doccat/list/Document/666/">http://www.admie.gr/rythmistiko-plaisio/elliniki-koinotiki-nomothesia/doccat/list/Document/666/</a> )	Κοινοτική Νομοθεσία ( <a href="http://www.admie.gr/rythmistiko-plaisio/elliniki-koinotiki-nomothesia/doccat/list/Document/665/">http://www.admie.gr/rythmistiko-plaisio/elliniki-koinotiki-nomothesia/doccat/list/Document/665/</a> )



Μερικά από τα αίτια για την πολυπλοκότητά που χαρακτηρίζει την ενεργειακή νομοθεσία, μπορούν να αποδοθούν στο γεγονός ότι:

- Η κοινοτική νομοθεσία υιοθετήθηκε με σημαντική καθυστέρηση από το εθνικό δίκαιο και, πολλές φορές, η ασυμβατότητα με την ισχύουσα εθνική νομοθεσία είχε ως συνέπεια να απαιτείται, στη συνέχεια, πλήθος τροποποιήσεων για την ομαλή τους ένταξη.
- Η πώληση ενέργειας από τις ΑΠΕ συνεπάγεται, εκτός των περιβαλλοντικών και ενεργειακών οφελών, και σημαντικά οικονομικά οφέλη, οδηγώντας σε πολιτικές ευμένειας ή δυσμένειας των εμπλεκόμενων φορέων μέσω του κάθε φορά ισχύοντος νομικού πλαισίου.
- Προέκυψε σταδιακά η ανάγκη για επικαιροποίηση του νομικού πλαισίου, δεδομένων των εμποδίων, των νέων τεχνολογικών προοπτικών και της εμπειρίας, που διαμορφώθηκαν από την επιτυχή ή ανεπιτυχή εφαρμογή προηγούμενων μέτρων για την προώθησή των ΑΠΕ.

Στις ακόλουθες παραγράφους γίνεται μια προσπάθεια καταγραφής του νομικού πλαισίου που χαρακτήρισε την ανάπτυξη των ΑΠΕ, αλλά και την έλλειψη της στην Ελλάδα. Και αυτό, διότι παρά τις πολλαπλές προσπάθειες απλοποίησης του, το δαιδαλώδες νομικό πλαίσιο συνεχίζει να αποτελεί έναν από τους κυρίους ανασταλτικούς παράγοντες της αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος και της απορρόφησης της παραγομένης ενέργειας από ΑΠΕ.

### **3.2 ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

Στον Πίνακα 3.2 παρέχεται μια συνοπτική λίστα με τις κοινοτικές οδηγίες και κανονισμούς που έθεσαν τις βάσεις για την ανάπτυξη των ΑΠΕ σε κοινοτικό επίπεδο, και συνετέλεσαν στην ραγδαία αύξηση εγκατεστημένης ισχύος την τελευταία δεκαετία στις χώρες της Ευρώπης. Διακρίνονται δυο κύριες ομάδες οδηγιών, αυτές που εστιάζουν στις μεταρρυθμίσεις της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και αυτές που είχαν στόχο την προώθηση των ΑΠΕ, προτείνοντας σε εθνικό επίπεδο ποσοστά συμμετοχής των ΑΠΕ στους διάφορους τομείς (για οικιακή & βιομηχανική χρήση, στις μεταφορές κτλ.), αλλά και διαφορές ρυθμίσεις στην κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού.

Συγκεκριμένα, η Οδηγία 1996/92/ΕΚ σχετικά με την απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς έθεσε τους κοινούς κανόνες σε όλες τις δραστηριότητες που αφορούν τον ενεργειακό τομέα. Τέθηκε σε ισχύ το 1997, αλλά η πρώτη φάση ανοίγματος έγινε το 1999. Στην Ελλάδα ίσχυσε με καθυστέρηση δύο ετών, το 2001, καθώς η χώρα μας θεωρήθηκε μη διασυνδεδεμένη με τα ευρωπαϊκά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας.

Η Οδηγία 2001/77/ΕΚ είναι η πρώτη που προδιαγράφει δεσμεύσεις από όλες τις χώρες της ΕΕ, με στόχο τον διπλασιασμό της χρήσης των ΑΠΕ σε επίπεδο ΕΕ στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Συγκεκριμένα για την Ελλάδα, προέβλεπε στόχο 20,1% ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας μέχρι το 2010, συμπεριλαμβάνοντας και την παραγωγή από μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Πρόκειται για στόχο συμβατό με τις διεθνείς απαιτήσεις, που ακολούθησαν το Πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο υπογράφηκε το Δεκέμβριο του 1997 στην σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή

του κλίματος. Συμφωνά με την παραπάνω οδηγία, οι χώρες υποχρεούνται επίσης να καταβάλλουν εκθέσεις προόδου σε σχέση με την πορεία επίτευξης των στόχων ανά διετία.

Η Οδηγία 2003/54/ΕΚ καταργεί ουσιαστικά την πρωθύστερη 1996/92/ΕΚ και θεσπίζει κανόνες που αφορούν την παραγωγή, τη μεταφορά, τη διανομή και την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας. Οι διατάξεις της αφορούν στην οργάνωση και λειτουργία του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, την πρόσβαση στην αγορά, τα κριτήρια και τις διαδικασίες σε ισχύ για τις προσκλήσεις προς υποβολή προσφορών και τη χορήγηση αδειών, καθώς και για την εκμετάλλευση των δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

**Πίνακας 3.2 Λίστα κοινοτικής νομοθεσίας σχετικά με την ανάπτυξη των ΑΠΕ**

<b>Κοινοτική Οδηγία/ Κανονισμός</b>	<b>Περιγραφή</b>
<b>Οδηγία 2009/125/ΕΚ</b>	Για τη θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα συνδεδόμενα με την ενέργεια προϊόντα
<b>Κανονισμός 713/2009/ΕΚ</b>	Για την ίδρυση Οργανισμού Συνεργασίας των Ρυθμιστικών Αρχών Ενέργειας
<b>Κανονισμός 714/2009/ΕΚ</b>	Σχετικά με τους όρους πρόσβασης στο δίκτυο για τις διασυνοριακές ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας και την κατάργηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1228/2003
<b>Οδηγία 2009/72/ΕΚ</b>	Σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και για την κατάργηση της Οδηγίας 2003/54/ΕΚ
<b>Οδηγία 2009/28/ΕΚ</b>	Σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των Οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ
<b>Οδηγία 2008/105/ΕΚ</b>	Σχετικά με πρότυπα ποιότητας περιβάλλοντος στον τομέα της πολιτικής των υδάτων καθώς και σχετικά με την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών του Συμβουλίου 82/176/ΕΟΚ, 83/513/ΕΟΚ, 84/156/ΕΟΚ, 84/491/ΕΟΚ και 86/280/ΕΟΚ και την τροποποίηση της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου
<b>Οδηγία 2004/8/ΕΚ</b>	Για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ
<b>Οδηγία 2003/54/ΕΚ</b>	Σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και την κατάργηση της οδηγίας 96/92/ΕΚ
<b>Οδηγία 2003/30/ΕΚ</b>	Σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές
<b>Οδηγία 2001/77/ΕΚ</b>	Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας
<b>Οδηγία 1996/92/ΕΚ</b>	Σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας

Η Οδηγία 2009/28/ΕΚ, στην κατεύθυνση της προώθησης των ΑΠΕ σε κοινοτικό επίπεδο, θέτει επίσης δεσμεύσεις για την ακαθάριστη κατανάλωση ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή, καθώς επίσης και για το μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών, τροποποιώντας τις παλαιότερες Οδηγίες 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ. Συγκεκριμένα για την χώρα μας, λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη πρόοδο στον τομέα των ΑΠΕ και το διαθέσιμο δυναμικό, ο στόχος τίθεται

στον 18% (μερίδιο ενεργείας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2020). Σε κοινοτικό επίπεδο, το μερίδιο ακαθάριστης συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ΑΠΕ στις μεταφορές ορίζεται στο 10%. Επιπλέον, περιγράφονται οι κανόνες πρόσβασης στο ηλεκτρικό δίκτυο μεταφοράς για τις ΑΠΕ.

Τέλος, ο Οδηγία 2009/72/ΕΚ, εστιάζει στην απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, τροποποιώντας την προηγούμενη (Οδηγία 2003/54/ΕΚ). Επιχειρώντας για μια ακόμη φορά την προώθηση του ανταγωνισμού, ανεξαρτητοποιεί τους φορείς που αποτελούν την αλυσίδα της αγοράς ενέργειας (παραγωγή, μεταφορά, διανομή, προμήθεια) και θέτει ακόμα πιο ευνοϊκούς κανόνες για την δραστηριοποίηση περισσότερων ιδιωτικών κεφαλαίων στην αγορά ενέργειας.

### **3.3 ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

Πριν τις συντονισμένες ευρωπαϊκές προσπάθειες για τον έλεγχο της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και την προώθηση των ΑΠΕ, η Ελλάδα έκανε κάποια βήματα, αν και όχι τόσο αποτελεσματικά, δεδομένης της μικρής προόδου σε εγκατεστημένη ισχύ, μέσω του νομικού πλαισίου στην κατεύθυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ.

Η «νομοθετική» έναρξη των ΑΠΕ έγινε το 1985, με τον Νόμο 1559, που αποτέλεσε μια προσπάθεια ρύθμισης των θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από εναλλακτικές, όπως τις χαρακτηρίζει, μορφές ενέργειας. Παρόλη την καλή πρόθεση, οι τεχνικές αδυναμίες και κάποιες κανονιστικές ρυθμίσεις, όπως τα τιμολόγια πώλησης προς την ΔΕΗ και ο περιορισμός ανάπτυξης δραστηριοτήτων από τον ιδιωτικό τομέα, ανέστειλαν την ουσιαστική πρόοδο στον τομέα των ΑΠΕ.

Η πιο ουσιαστική προσπάθεια γίνεται το 1994 με τον Νόμο 2244, ο οποίος εξασφαλίζει ευνοϊκές συνθήκες για τους υποψήφιους επενδυτές στον τομέα της αιολικής ενεργείας και των μικρών υδροηλεκτρικών έργων (ΜΥΗΕ), μέσω τιμολογίων και μακροχρόνιων συμβολαίων με την ΔΕΗ. Συγκεκριμένα, εισέρχονται στον επενδυτικό κύκλο, πέρα από την ΔΕΗ, η τοπική αυτοδιοίκηση και ιδιώτες, οι οποίοι μπορούν με ευνοϊκά τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας (που λαμβάνουν υπόψη, ως αντισταθμιστικό περιβαλλοντικό όφελος, την μείωση των επενδύσεων σε συμβατικά καύσιμα), αλλά και συμβόλαια δεκαετούς διάρκειάς να εξασφαλίζουν την βιωσιμότητα των επενδύσεων τους.

Ο Ν. 2773/1999 είναι επίσης ορόσημο, με πολλές από τις διατάξεις του να είναι ακόμα σε ισχύ. Έδωσε έμφαση στην προτεραιότητα σύνδεσης στο δίκτυο των ΑΠΕ και επέβαλλε ανταποδοτικό τέλος 2% επί των πωλήσεων ενέργειας από ΑΠΕ προς τους οικείους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης. Επίσης, περιέλαβε διατάξεις για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω των οποίων συστάθηκε η ΡΑΕ, καθώς και ο διαχειριστής του δικτύου διανομής και του συστήματος μεταφοράς.

Σημαντικός είναι και ο Ν. 2941/2001, ο οποίος κάνει δυνατή την ένταξη των ΑΠΕ στην κατηγορία μεγάλων έργων υποδομής δημοσίου συμφέροντος και καταργεί την απαίτηση έκδοσης οικοδομικής αδείας, με εξαίρεση τα έργα Πολιτικού Μηχανικού. Επιτρέπει δε την κατασκευή έργων

**Πίνακας 3.3 Λίστα εθνικών νόμων σχετικά με την ανάπτυξη των ΑΠΕ**

<b>Νόμοι</b>	<b>Περιγραφή</b>
<b>N. 4203/2013</b>	Ρυθμίσεις θεμάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
<b>N. 4152/2013</b>	Επείγοντα μέτρα εφαρμογής των νόμων 4046/2012, 4093/2012 και 4127/2013.
<b>N. 4093/2012</b>	Έγκριση Μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013-2016 Επείγοντα Μέτρα Εφαρμογής του ν. 4046/2012 και του Μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013-2016.
<b>N. 4062/2012</b>	Για την αξιοποίηση του πρώην Αεροδρομίου Ελληνικού - Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ - Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) - Κριτήρια Αειφορίας Βιοκαυσίμων και Βιορευστών (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/30/ΕΚ).
<b>N. 4014/2011</b>	Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος
<b>N. 4001/2011</b>	Για τη λειτουργία Ενεργειακών Αγορών Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου (ΦΕΚ Α' 179)
<b>N. 3851/2010</b>	Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (ΦΕΚ Α' 85)
<b>N. 3734/2009</b>	Προώθηση της συμπαραγωγής δυο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας (ΦΕΚ Α' 8)
<b>N. 3468/2006</b>	Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις (ΦΕΚ Α' 129)
<b>N. 3426/2005</b>	Επιτάχυνση της διαδικασίας για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΦΕΚ Α' 309)
<b>N. 3468/2004</b>	Μεταφορά αρμοδιοτήτων έγκρισής επέμβασης σε δάση ή δασικές εκτάσεις από τον Υπουργό Γεωργίας στο Γενικό Γραμματέα της οικείας Περιφέρειας
<b>N. 3175/2003</b>	Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ Α' 207)
<b>N. 3017/2002</b>	Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στην Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος
<b>N. 2941/2001</b>	Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης ΑΠΕ, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. "ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ" και άλλες διατάξεις
<b>N. 2773/1999</b>	Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας- Ρύθμισή θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις
<b>N. 2647/1998</b>	Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις περιφέρειες και την αυτοδιοίκηση και άλλες διατάξεις ( ΦΕΚ Α'237)
<b>N. 2503/1997</b>	Διοίκηση –οργάνωση στελέχωση της Περιφέρειας, ρύθμιση θεμάτων για την Τοπική Αυτοδιοίκηση (ΦΕΚ Α' 107)
<b>N. 2244/1994</b>	Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ Α' 168)
<b>N. 1739/1987</b>	Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις (ΦΕΚ Α' 201)
<b>N. 1650/1986</b>	Για την προστασία του περιβάλλοντος
<b>N. 1558/1985</b>	Κυβέρνηση και κυβερνητικά όργανα (ΦΕΚ Α' 381)
<b>N. 1559/1985</b>	Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις
<b>N. 1475/1984</b>	Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού (ΦΕΚ Α' 131)
<b>N. 360/1976</b>	Περί χωροταξίας και περιβάλλοντος

σύνδεσης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και από ιδιώτες επενδυτές, εφόσον τηρούν τις προδιαγραφές που παρέχονται από το διαχειριστή του συστήματος και των δικτύων. Ο νόμος δεν παραλείπει να τονίσει ότι τα έργα ηλεκτροπαραγωγής αποτελούν έργα δημοσίας ωφέλειας, ανεξαρτήτως του φορέα υλοποίησής τους

Ο Ν. 3468/2006, ο οποίος εναρμόνισε την Οδηγία 2001/77/ΕΚ στο εθνικό δίκαιο, έθεσε το στόχο ακαθάριστης εγχωρίας κατανάλωσης ενέργειας από ΑΠΕ ύψους 20.1%, μέχρι το 2010. Προωθεί στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, την ενέργεια από ΑΠΕ και μονάδες ΣΗΘΥΑ (Συμπααραγωγής ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης). Οι τιμές πώλησης καθορίζονται μέσω τιμολογίων και εξασφαλίζονται μακροπρόθεσμα (20ετία) συμβόλαια πώλησης για τους ιδιωτικούς επενδυτές.

**Πίνακας 3.4 Λίστα ΥΑ, Κανονισμών & ΠΔ σχετικά με την ανάπτυξη των ΑΠΕ**

<b>Υ.Α/Κανονισμοί/Π.Δ.</b>	<b>Περιγραφή</b>
<b>Υ.Α Δ5/ΗΛ/Β/Φ.1.21/ οικ.4123/2014</b>	Τροποποίηση της υπ' αριθμ. Δ5/ΗΛ/Β/Φ.1.20/οικ. 290/08.01.2013 Υπουργικής Απόφασης με θέμα: Μεθοδολογία επιμερισμού του Ειδικού Τέλους του άρθρου 143 παρ.2, περ. γ' του Ν. 4001/2011 (ΦΕΚ Β' 10/09.01.2013) (ΦΕΚ Β 719/21.03.2014)
<b>Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/2300/οικ.16932/2 012</b>	Αναστολή διαδικασίας αδειοδότησης και χορήγησης προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς, λόγω κάλυψης των στόχων που έχουν τεθεί με την απόφαση Α.Υ./Φ1/οικ.19598/01.10.2010 του Υπουργού Π.Ε.Κ.Α. (ΦΕΚ Β' 2317/10.08.2012)
<b>Υ.Α. Δ5/ΗΛ/Γ/Φ1/749/2012</b>	Τροποποίηση και συμπλήρωση της απόφασης του Υπουργού Ανάπτυξης Δ5/ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641 (ΦΕΚ Β' 1420/15.7.2009) περί καθορισμού των λεπτομερειών της μεθόδου υπολογισμού της ηλεκτρικής ενέργειας από συμπααραγωγή και της αποδοτικότητας συμπααραγωγής και ρύθμιση θεμάτων σχετικών με την αδειοδότηση των Μονάδων παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Συμπααραγωγή και Συμπααραγωγή Υψηλής Αποδοτικότητας και τη συμμετοχή τους στην Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας και το Σύστημα Εγγυημένων Τιμών ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ καθώς και την αποζημίωση αυτών.
<b>Υ.Α. Α.Υ./Φ1/οικ.19598/201 0</b>	Απόφαση για την επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος και την κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΦΕΚ Β 1630/11.10.2010)
<b>Κανονισμός ΥΑΠΕ/Φ1/14810/2011</b>	Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.)
<b>Υ.Α. Δ5/ΗΛ/Γ/Φ1/οικ.15641 /2009</b>	Καθορισμός λεπτομερειών της μεθόδου υπολογισμού της ηλεκτρικής ενέργειας από συμπααραγωγή και της αποδοτικότητας συμπααραγωγής (ΦΕΚ Β' 1420/15.7.2009)
<b>Υ.Α 49828/2008</b>	Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αιεφόρου ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού. (ΦΕΚ Β' 2464)
<b>Κανονισμός Δ6/Φ1/οικ.5707/2007</b>	Κανονισμός Αδειών Παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης
<b>Υ.Α. 12160/1999</b>	Διαδικασία επιλογής υποψηφίων ηλεκτροπαραγωγών για έκδοση αδειών εγκατάστασης μικρών υδροηλεκτρικών έργων με τη βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου υδατικού δυναμικού της χώρας (ΦΕΚ Β 1552/3.8.99)

Πίνακας 3.5 (Συνέχεια) Λίστα ΥΑ, Κανονισμών & ΠΔ σχετικά με την ανάπτυξη των ΑΠΕ

Υ.Α./Κανονισμοί/Π.Δ.	Περιγραφή
Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ12230/1999	Τροποποίηση διαδικασίας έκδοσης αδειών εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ μη εγγυημένης ισχύος στα ηλεκτρικά συστήματα Κρήτης, Ρόδου και Κω της ΔΕΗ και λοιπές ρυθμίσεις (ΦΕΚ Β' 1560/04-08-99)
Υ.Α. 8860/1998	Τροποποίηση διατάξεων της απόφασης του Υπουργού ΒΕΤ 8295/19.4.1995 (ΦΕΚ Β' 502(26/05/1998))
Π.Δ. 27/1996	Συγχώνευση των Υπουργείων Τουρισμού, Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας και Εμπορίου στο Υπουργείο Ανάπτυξης (ΦΕΚ 19/Α/1-2-1996)
Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.13129/1996	Προσδιορισμός παραβάσεων και καθορισμός διαδικασίας επιβολής σχετικών κυρώσεων σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής» (ΦΕΚ Β 766/28.8.1996)
Υ.Α. Δ6/Φ1/51298/1996	Τροποποίηση και αντικατάσταση διατάξεων καθώς και διόρθωση παροραμάτων της απόφασης του Υπουργού Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας με αριθ. πρωτ. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.8295/19.4.1995». ( ΦΕΚ Β' 766 (28-8-96))
Υ.Α. Δ9-8/Φ261/31928/1993	Καθορισμός μισθώματος γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας για άμεση χρήση βάσει του καταναλισκόμενου θερμοενεργειακού δυναμικού του γεωθερμικού ρευστού (ΦΕΚ Β' 958/31.12.1993)
Υ.Α. Δ6/Φ1/ΟΙΚ.8295/1995	Α. Διαδικασίες και δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, τα καταβλητέα παράβολα καθώς και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια. Β. Καθορισμός γενικών τεχνικών και οικονομικών όρων των συμβάσεων μεταξύ παραγωγών και ΔΕΗ, λεπτομέρειες διαμόρφωσης των τιμολογίων καθώς και όροι διασύνδεσης (ΦΕΚ Β 385/10.5.1995)
Π.Δ. 256/1989	Άδεια χρήσης νερού (ΦΕΚ Α 121/11.5.89)
Υ.Α. Φ16/5813/1989	Άδεια εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων από νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου, που δεν περιλαμβάνονται στον Δημόσιο τομέα και από φυσικά πρόσωπα (ΦΕΚ Β 383/24.5.89)
Υ.Α. ΣΕ2708/1987	Δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση αδειών ίδρυσης, εγκατάστασης και λειτουργίας των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής Β' 761(17.12.1987)
Π.Δ. 126/1986	Διαδικασία παραχώρησης της εκμετάλλευσης, συντήρησης και βελτίωσης των δασών που ανήκουν στο Δημόσιο και στα νομικά πρόσωπα του Δημοσίου τομέα στους δασικούς συνεταιρισμούς (ΦΕΚ Α' 44/17-04-86)

Ο Ν. 3734/2009 ουσιαστικά τροποποιεί τον Ν. 3468/2006 και προβλέπει νέες τιμές πώλησης της παραγόμενης από φωτοβολταϊκούς σταθμούς ενέργειας. Θέτει επίσης περιορισμούς για την μεταβίβαση της άδειας παραγωγής από επενδυτή σε επενδυτή, ενώ εισάγει ειδικό πρόγραμμα ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε στέγες και προσόψεις.

Ο Ν. 2012/4062 αφορά το Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ για την «Πρώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές» και στηρίζεται στην οδηγία 2009/28/ΕΚ, που εστιάζει στους μηχανισμούς συνεργασίας μεταξύ κρατών-μελών. Το πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ είναι ένα καθαρό επενδυτικό πρόγραμμα για την εξαγωγή καθαρής ενέργειας προς τις χώρες της κεντρικής Ευρώπης.

Στη συνέχεια γίνεται ειδική αναφορά στο ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ (Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) και στον Ν. 3851/2010, καθώς οι

διατάξεις τους περί περιορισμών χωροθέτησης ΑΠΕ σε συγκεκριμένες καλύψεις και χρήσεις γης τόσο για τα αιολικά όσο και για τα φωτοβολταϊκά πάρκα, χρησιμοποιήθηκαν στην κατάρτιση της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε.

### 3.3.1 ΕΠΧΣΑΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ

#### Γενικά

Το ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ (Υ.Α 49828/2008 ΦΕΚ Β΄ 2464) αποτέλεσε την πρώτη συντονισμένη προσπάθεια χωροταξικού σχεδιασμού για τις ΑΠΕ από το ελληνικό δίκαιο. Πριν την θέσπιση του, ο χωροταξικός σχεδιασμός των ΑΠΕ και η εκτίμηση των επιπτώσεων τους αποτελούσαν, κατά μεγάλο μέρος, κομμάτι της περιβαλλοντικής μελέτης και αξιολόγησης των εγκαταστάσεων, η οποία, λόγω του ειδικού της χαρακτήρα, σε καμία περίπτωση δεν κάλυπτε την ανάγκη καθιέρωσης γενικών κριτηρίων χωροθέτησης.

Λαμβάνοντας υπόψη προηγούμενες προσπάθειες, όπως το Ν. 2742/1999 και το Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΦΕΚ 128 Α΄), το ΕΠΧΣΑΑ αναγνωρίζει την συμβολή των ΑΠΕ στην κατεύθυνση της αειφόρου ανάπτυξης, μέσω της καλύτερης χωρικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, αλλά και στην ασφάλεια του εθνικού εφοδιασμού. Συμβάλουν δε, και στην μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, εφόσον υποκαταστήσουν υπολογίσιμο μερίδιο της παραγωγής ενέργειας από μονάδες συμβατικών καυσίμων.

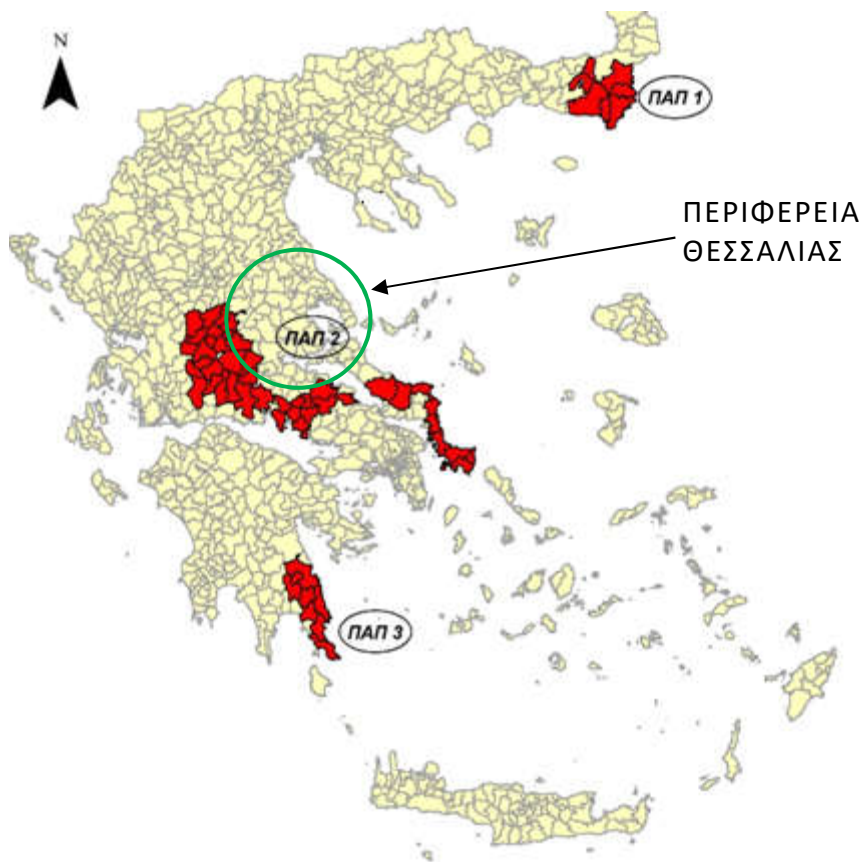
Σε αυτή την κατεύθυνση προτείνει την απλοποίηση της αδειοδοτικής διαδικασίας και την υιοθέτηση ενός κανονιστικού χωροθετικού πλαισίου για τις επιτρεπόμενες χρήσεις γης. Τονίζει, ότι, παρά τον χαρακτηρισμό τους ως φιλικές προς το περιβάλλον μορφές ενέργειας, οι ΑΠΕ δεν στερούνται παντελώς επιπτώσεων, μιας και έχουν σημαντικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο, τόσο στο φυσικό όσο και στο ανθρωπογενές περιβάλλον. Μάλιστα, η άκριτη, χωρίς σχεδιασμό χωροθέτηση τους εγκυμονεί συγκρούσεις χρήσεων γης και, κατά συνέπεια, σημαντικές κοινωνικές αντιδράσεις. Με άξονα τον διαφορετικό τύπο επιπτώσεων ανά κατηγορία ΑΠΕ, κεφαλαιοποιεί τους κανόνες χωροθέτησης σε:

- α. Αιολικών εγκαταστάσεων (κεφαλαίο β΄), που είναι και ο πιο εκτενής και αναλυτικός από άποψη χωροταξικών περιορισμών
- β. ΜΥΗΕ (κεφαλαίο γ΄)
- γ. Λοιπές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (κεφαλαίο δ΄), στις οποίες περιλαμβάνονται οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας, η ενέργεια από βιομάζα και βιοαέριο, η γεωθερμική ενέργεια, και νέες μορφές ΑΠΕ (π.χ. κυματική).

#### Χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων

Για την χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων το ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ εισάγει μια ζωνοποίηση της ελληνικής επικράτειας σε Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) και Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ), όπως διακρίνονται στην Εικόνα 3.1. Οι περιοχές ορίζονται ως εξής:

- α. Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ), όπου ισχύουν ευνοϊκότερες διατάξεις Φέρουσας Ικανότητας (Φ.Ι.) ή αλλιώς Χωρητικότητας ανά Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης ΟΤΑ (π.χ. ανά Δημοτική Ενότητα), λόγω ύπαρξης υψηλότερου αιολικού δυναμικού ή ευνοϊκότερων συνθηκών επίτευξης των χωροταξικών στόχων.
- β. Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ), που χαρακτηρίζονται όλοι οι πρωτοβάθμιοι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) της ηπειρωτικής χώρας, οι οποίοι δεν περιλαμβάνονται στις Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας, των οποίων περιοχές ή και μεμονωμένες θέσεις κρίνονται από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας κατά το άρθρο 3 παρ. 1.δ του Ν. 3468/06, ως ενεργειακά αποδοτικές.



Εικόνα 3.1 Διάκριση της ελληνικής επικράτειας σε ΠΑΚ και ΠΑΠ βάσει του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2008)

Οι ΠΑΠ χωρίζονται ακολούθως σε τρεις περιοχές, ανάλογα με το διαμέρισμα στο οποίο εκτείνονται (βλ. Εικόνα 3.1). Συγκεκριμένα μέρος της Περιφέρειας Θεσσαλίας περιλαμβάνεται στην ΠΑΠ 2 της Κεντρικής Ελλάδας, όπου μόλις τέσσερις Δημοτικές Ενότητες (ΔΕ) της περιοχής μελέτης, στα όρια με την Στερεά Ελλάδα (Καλλίφωνου, Μενελαΐδος, Ρεντίνης και Ιτάμου) ανήκουν στην ΠΕ Καρδίτσας.

Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με την βιβλιογραφία (Baltas & Dervos, 2012), η ζωνοποίηση και η συγκέντρωση αιολικών εγκαταστάσεων σε συγκεκριμένες περιοχές (π.χ. σε περιφερειακή κλίμακα), θεωρείται δυσμενής για την απορρόφηση της μεταβλητής αιολικής παραγωγής. Παρόλα αυτά, το ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ αλλάζει ουσιαστικά μόνο την επιτρεπόμενη πυκνότητα (Φέρουσα Ικανότητα,



όπως αναφέρεται τον ΕΠΧΣΑΑ) των αιολικών εγκαταστάσεων, η οποία για την ηπειρωτική χώρα αλλάζει από 1.05 (αριθμός τυπικών ανεμογεννητριών\ 10 000 m<sup>2</sup>) στις ΠΑΠ σε 0.66 στις ΠΑΚ. Ειδικότερα στις ΠΑΠ, σε επίπεδο δήμου, δεν επιτρέπεται οι αιολικές εγκαταστάσεις να καλύπτουν περισσότερο από 8% της επικράτειας. Το ποσοστό αυτό μπορεί να ανέλθει μέχρι 30% με την σύμφωνη γνώμη των δημοτικών αρχών, η οποία αποδίδεται για 25 έτη, όσο διαρκεί και η άδεια παραγωγής ενέργειας της εγκατάστασης. Αντίστοιχα στις ΠΑΚ, το ποσοστό κάλυψης μπορεί να φτάνει το 5%, ενώ μπορεί να ανέλθει σε 50% με την συγκατάθεση των δημοτικών αρχών.

Ιδιαίτερη σημασία για τις περιοχές αποκλεισμού και καταλληλόλητας έχουν τα άρθρα 6 και 7 του ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ, τα οποία καθορίζουν και τα δεδομένα που θα απαιτηθούν για την υλοποίηση του μοντέλου και το αξιολόγηση των επιτρεπόμενων θέσεων χωροθέτησης. Για τον καθορισμό των κριτήριων χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων, η ελληνική επικράτεια χωρίζεται με βάση το ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ σε τέσσερις χωρικές ενότητες

- α. Την ηπειρωτική χώρα, συμπεριλαμβανομένου και της Εύβοιας
- β. Την Αττική, η οποία αποτελεί ειδική κατηγορία της ηπειρωτικής χώρας λόγω του μητροπολιτικού της χαρακτήρα
- γ. Τα κατοικημένα νησιά και την Κρήτη
- δ. Τις ακατοίκητες νησίδες και τις υπεράκτιες περιοχές

Στην εργασία αυτή επικεντρωνόμαστε στην ηπειρωτική χώρα, όπου και ανήκει η Περιφέρεια Θεσσαλίας.

Σημαντικός ορισμός που εισάγεται από το ΕΠΧΣΑΑ για τις αιολικές εγκαταστάσεις (κεφαλαίο α' γενικές διατάξεις), είναι αυτός της *τυπικής ανεμογεννήτριας*, η οποία όπως θα αναδειχθεί στην συνέχεια είναι μέγεθος αναφοράς για τις ελάχιστες επιτρεπόμενες αποστάσεις από τις ασύμβατες για χωροθέτηση ΑΠΕ χρήσεις γης.

**Πίνακας 3.6 Χαρακτηριστικά τυπικής ανεμογεννήτριας βάσει του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2008)**

Διάμετρος ρότορα (m)	85
Ύψος πύργου (m)	80
Ισχύς (MW)	2
Ταχύτητα λειτουργίας (m/s)	12
Εύρος λειτουργίας (m/s)	[3-22]

Με βάση το άρθρο 4 του ΕΠΧΣΑΑ **αποκλείεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός:**

- α. Των κηρυγμένων διατηρητέων μνημείων της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και των άλλων μνημείων μείζονος σημασίας της παρ. 5β 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.

- β. Των περιοχών 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.
- γ. Των ορίων των Υγροτόπων Διεθνούς Σημασίας (Υγρότοποι Ραμσάρ).
- δ. Των πυρήνων των εθνικών δρυμών και των κηρυγμένων μνημείων της φύσης και των αισθητικών δασών που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της περιπτώσεως β' του παρόντος άρθρου.
- ε. Των οικοτόπων 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).
- στ. Των εντός σχεδίων πόλεων και ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2.000 κατοίκων περιοχών.
- ζ. Των 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.
- η. Των ατύπως διαμορφωμένων, στο πλαίσιο της εκτός σχεδίου δόμησης, τουριστικών και οικιστικών περιοχών. Ως ατύπως διαμορφωμένες τουριστικές και οικιστικές περιοχές για την εφαρμογή του παρόντος νοούνται οι περιοχές που περιλαμβάνουν 5 τουλάχιστον δομημένες ιδιοκτησίες με χρήση τουριστική ή κατοικία, οι οποίες ανά δύο βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 100 μέτρων, και συνολική δυναμικότητα 150 κλίνες τουλάχιστον. Για τον υπολογισμό της δυναμικότητας κάθε δομημένη ιδιοκτησία με χρήση κατοικίας θεωρείται ισοδύναμη με 4 κλίνες, ανεξαρτήτως εμβαδού. Οι ανωτέρω περιοχές θα αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της οικείας Π.Π.Ε.Α.
- θ. Των ακτών κολύμβησης που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- ι. Των τμημάτων των λατομικών περιοχών και μεταλλευτικών και εξορυκτικών ζωνών που λειτουργούν επιφανειακά.
- ια. Άλλων περιοχών ή ζωνών που υπάγονται σήμερα σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, βάσει του οποίου δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων και για όσο χρόνο ισχύουν.

Οι παραπάνω περιορισμοί εφαρμόζονται και για τη χωροθέτηση των συνοδευτικών έργων Α.Π.Ε., (δίκτυα πρόσβασης και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας), ενώ σε περίπτωση παρέκκλισης πρέπει αυτή να συμπληρώνεται από περιβαλλοντική τεκμηρίωση.

Για την κατά το δυνατόν μείωση των επιπτώσεων γίνονται οι ακόλουθες συστάσεις:

- α. Ενδείκνυται η αξιοποίηση-χρήση υφιστάμενων οδών για την εξυπηρέτηση των αιολικών πάρκων με τις απαραίτητες βελτιώσεις και επεκτάσεις. Η εσωτερική οδοποιία να είναι χωμάτινη με επίστρωση χαλικιού (3Α). Ο σχεδιασμός των έργων αυτών πρέπει να γίνεται κατά τρόπο ώστε να αποφεύγονται, κατά το δυνατόν, μεγάλοι βάθους και εκτεταμένες

εκκαφές το δε πλάτος των δρόμων πρόσβασης πρέπει να περιορίζεται στο αναγκαίο μέτρο.

- β. Πρέπει να εκτελούνται όλα τα απαραίτητα αντιπλημμυρικά έργα και έργα ανάσχεσης της διάβρωσης, ώστε να μην υπάρξει φόβος αλλοίωσης του τοπίου λόγω του έργου.
- γ. Η φθορά της βλάστησης πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατόν (η εκχέρωση θάμνων και δέντρων θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις υποδείξεις της τοπικής Δασικής Υπηρεσίας) και να αποκαθίσταται η αισθητική του τοπίου.
- δ. Ενδείκνυται η γραμμή μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το δίκτυο της ΔΕΗ να ακολουθεί, κατά το δυνατόν, τις υφιστάμενες οδούς προσπέλασης, ώστε να περιορίζεται στο ελάχιστο η εκχέρωση εκτάσεων ή η γενικότερη υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Επιτρέπει δε την χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων με ιδιαίτερη μέριμνα για τον περιορισμό της βλάβης της δασικής βλάστησης εντός:

- α. Των Ζωνών Ειδικής Προστασίας (Ζ.Ε.Π.) της ορνιθοπανίδας της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ, ύστερα από τη σύνταξη ειδικής ορθολογικής μελέτης και σύμφωνα με τις ειδικότερες προϋποθέσεις και περιορισμούς που θα καθορίζονται στην οικεία πράξη ΕΠΟ
- β. Δασών, δασικών και αναδασωτέων εκτάσεων, σύμφωνα με τα άρθρα 45 και 58 του Ν. 998/1979 και άρθρου 13 του Ν. 1734/87, όπως ισχύουν.

Πέραν των περιορισμών που παρουσιάστηκαν, για τις αιολικές εγκαταστάσεις, στο Παράρτημα ΙΙ αναφέρονται επιπλέον ασύμβατες χρήσεις και ελάχιστες αποστάσεις από αυτές, οι οποίες παρουσιάζονται στους Πίνακες 3.7 έως 3.10. Για την διασφάλισή της λειτουργικότητας τίθενται μέγιστες αποστάσεις από το οδικό δίκτυο και το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας ΥΤ, ενώ για την διασφάλιση της απόδοσής (μείωση της επίδρασης όμορου) τίθενται ελάχιστες αποστάσεις συναρτήσει της διαμέτρου φτερωτής της ανεμογεννήτριας (βλ. Πίνακας 3.1). Αναφέρονται επιπλέον οι ελάχιστες αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος, οικιστικές περιοχές, ειδικές χρήσεις, δίκτυα τεχνικής υποδομής και παραγωγικές δραστηριότητες.

**Πίνακας 3.7 Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των ΑΠ (ΥΠΕΚΑ, 2008)**

Μέγιστη απόσταση από υφιστάμενη οδό χερσαίας προσπέλασης οποιασδήποτε κατηγορίας	Για εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα κάτω των 10 ΜWe: Σε Π.Α.Π. και Αττική: 20 χλμ. μήκους όδευσης Σε άλλες περιοχές (Π.Α.Κ.): 15 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα Σε νησιά: 10 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα.
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)
Ελάχιστη απόσταση (Α) μεταξύ των ανεμογεννητριών.	2,5 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας (A=2,5d)

**Πίνακας 3.8 Αποστάσεις ΑΠ από περιοχές περιβαλλοντικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος (ΥΠΕΚΑ, 2008)**

<b>Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από 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)
Πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης των παρ. 1 και 2 του άρθρου 19 του Ν. 1650/1986 οι υγρότοποι RAMSAR, οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών 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).	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.	1500 μ. <sup>2</sup>
Περιοχές ΖΕΠ ορνιθοπανίδας (SPA)	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ, μετά από ειδική ορνιθολογική μελέτη
<b>Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση <sup>1</sup>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 β 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.

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

**Πίνακας 3.9 Αποστάσεις ΑΠ από οικιστικές δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής (ΥΠΕΚΑ,2008)**

<b>Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες</b>	
<b>Ασύμβατη χρήση</b>	<b>Ελάχιστη απόσταση<sup>2</sup> εγκατάστασης από την ασύμβατη</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 <sup>2</sup> του οικισμού ή του σχεδίου πόλης κατά περίπτωση
Παραδοσιακοί οικισμοί	1.500 μ. από το όριο <sup>3</sup> του οικισμού <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> 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
<b>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 τάσης	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
Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα.

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

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

**Πίνακας 3.10 Αποστάσεις ΑΠ από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων (ΥΠΕΚΑ, 2008)**

<b>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 αναδασμού, αρδευόμενες εκτάσεις	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Ιχθυοκαλλιέργειες	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Μονάδες εσταυλισμένης κτηνοτροφίας:	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Λατομικές ζώνες και δραστηριότητες	Όπως ορίζεται στην κείμενη νομοθεσία.
Λειτουργούσες επιφανειακά μεταλλευτικές - εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες	500 μ.
ΠΟΤΑ και άλλες Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες και άλλες θεσμοθετημένες ή διαμορφωμένες τουριστικά περιοχές (όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ του αιολικού πάρκου για κάθε μεμονωμένη εγκατάσταση).  Τουριστικά καταλύματα και ειδικές τουριστικές υποδομές,	1.000 μ από τα όρια της ζώνης / περιοχής <sup>4 5</sup>

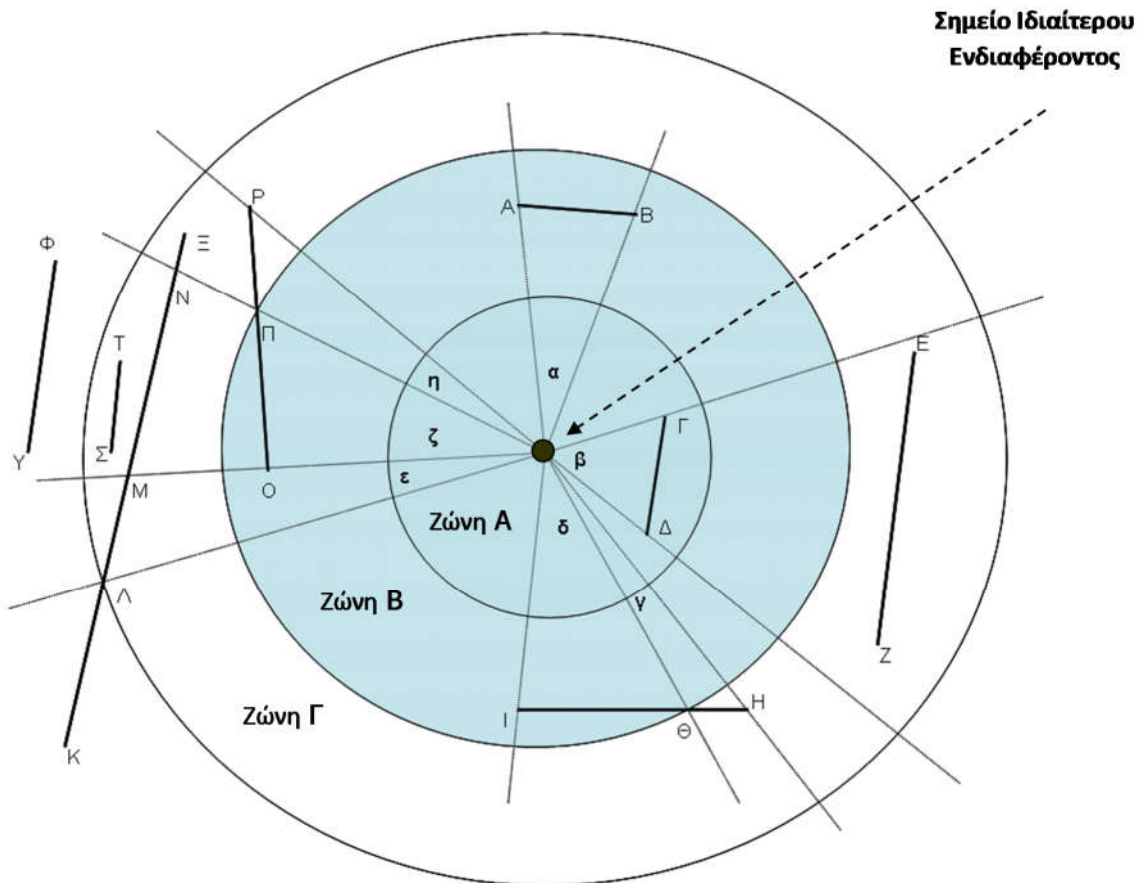
Σημαντικά είναι και τα κριτήρια ένταξης στο τοπίο για την εκτίμηση της επίπτωσης μιας υπό αδειοδότηση αιολικής μονάδας, τα οποία αναφέρονται στο Παράρτημα VI. Σύμφωνα και με την Εικόνα 3.2, λαμβάνεται υπόψη η οπτική παρεμβολή της ανεμογεννήτριας από τα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, τα οποία βρίσκονται εντός κύκλου που ορίζεται με κέντρο την μονάδα και ακτίνα που διαφοροποιείται ανάλογα με τη σημασία και την ποιότητα του εν λόγω σημείου και την κατηγορία χώρου που εντάσσεται. Είναι ευνόητο ότι οι ανεμογεννήτριες που χωροθετούνται εκτός του κύκλου ή που η άτρακτος τους δεν έχει οπτική επαφή με το σημείο, δεν λαμβάνονται υπόψη.

Συμφωνά με τον ΕΠΧΣΑΑ, *«γενικότερα, και παρόλο, που η συγκέντρωση αιολικών πάρκων σε περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού είναι επιθυμητή (περιοχές προτεραιότητας), τόσο από οικονομικής, όσο και από περιβαλλοντικής απόψεως, η πυκνότητα των ανεμογεννητριών γύρω από τυχόν υφιστάμενα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος των περιοχών αυτών, θα πρέπει να*

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

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

περιορίζεται εντός προδιαγεγραμμένων ορίων. Σε περίπτωση που υπάρχει υπέρβαση αυτού του ορίου πυκνότητας, θα πρέπει να τίθεται περιορισμός στην κάλυψη του οπτικού ορίζοντα των σημείων ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Περαιτέρω, ο βαθμός επίδρασης της κάθε ανεμογεννήτριας στο τοπίο από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, εξαρτάται από την πραγματική απόσταση της από το σημείο.»



Εικόνα 3.2 Εφαρμογή κριτηρίου ένταξης στο τοπίο από το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2008)

### Χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας

Στο κεφάλαιο Δ, άρθρο 17, διατυπώνονται οι περιοχές προτεραιότητας για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας. Οι προτιμητέες περιοχές προσδιορίζονται από τη νομοθεσία ως οι μη πολυσύχναστες περιοχές, οι αγροτικές περιοχές χαμηλής παραγωγικότητας και οι άγονες εκτάσεις, ενώ σημαντικό είναι να υπάρχει εγγύτητα με το διασυνδεδεμένο δίκτυο.

Ως περιοχές αποκλεισμού για την χωροθέτησης ΦΠ ορίζονται:

- α. Τα κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και τα άλλα μνημεία μείζονος σημασίας της παρ. 5 β) του άρθρου 50 του Ν. 3028/2002, καθώς και οι οριοθετημένες αρχαιολογικές ζώνες προστασίας Α που έχουν καθορισθεί κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του Ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του Ν. 3028/2002.

- β. Οι περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και του τοπίου που καθορίζονται κατά τις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του Ν. 1650/1986.
- γ. Οι πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, τα κηρυγμένα μνημεία της φύσης και τα αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της προηγούμενης περιπτώσεως β'.
- δ. 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).
- ε. Τα δάση και οι γεωργικές γαίες υψηλής παραγωγικότητας όπως προβλέπεται από τις διατάξεις του άρθρου 56 του Ν. 2637/98, όπως ισχύουν.
- στ. Άλλες περιοχές ή ζώνες που υπάγονται σήμερα σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, βάσει του οποίου δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας και για όσο χρόνο ισχύουν.
- ζ. Ειδικά για την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Σταθμών σε πολυσύχναστους χώρους πρέπει, στο πλαίσιο της σχετικής περιβαλλοντικής αδειοδότησης, να καθορίζονται τα κατά περίπτωση κατάλληλα μέτρα, ώστε να μην υπάρχει οπτική όχληση.

Τυχόν απαιτήσεις ελαχίστων αποστάσεων και ειδικές χωροταξικές απαιτήσεις για τα συνοδά έργα τίθενται από την περιβαλλοντική αδειοδότηση των έργων, τα γενικά κριτήρια της νομοθεσίας και από τυχόν ειδικοί κανονισμούς και πρότυπα που έχουν θεσμοθετηθεί για ορισμένες κατηγορίες συνοδευτικών έργων (π.χ. γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης).

Τέλος, στο κεφαλαίο ε', «Κατευθύνσεις για τον υποκείμενό χωροταξικό και πολεοδομικό σχεδιασμό», το ΕΠΧΣΑΑ καλεί τα υπάρχοντα Ειδικά, Ρυθμιστικά, Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια (ΣΓΠ) και Σχέδια Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοιχτών Πόλεων (ΣΧΟΑΑΠ) και τις Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου (ΖΟΕ) να εναρμονιστούν με το ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ, καθώς και την σύνταξη επικείμενων σχεδίων στο ίδιο κλίμα, αποτρέποντας τυχόν περιορισμούς και αντιφατικές ως προς την εφαρμογή του ΕΠΧΣΑΑ- ΑΠΕ διατάξεις.

### 3.3.2 ΝΟΜΟΣ 3851/2010

Ιδιαίτερη μνεία γίνεται στο Ν. 3851/2010 ο οποίος μετέβαλλε κάποιες από τις χωροταξικές διατάξεις του ΕΠΧΣΑΑ. Ο νόμος έχει ως βασικό στόχο την επιτάχυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, και προσπαθεί σε αυτή την κατεύθυνση να απλοποιήσει την αδειοδοτική διαδικασία. Ειδικότερα, επιχείρησε μια σημαντική μεταρρύθμιση στην κατεύθυνση της απλοποίησης της διαδικασίας αδειοδότησης με το άρθρο 2 «Άδεια παράγωγης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ» και άρθρο 3 «Έγκριση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΟ) και άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας», τροποποιώντας κατά μεγάλο μέρος το άρθρο 8 του Ν. 3468/2006 «Άδειες».

Όσον αφορά στα φωτοβολταϊκά, πέραν του θεσμικού πλαισίου, μεταβάλλει και την τιμή πώλησης. Μεταξύ άλλων καταργεί την άδεια παράγωγης για φωτοβολταϊκά συστήματα μικρότερα του 1 MW,



ενώ για τα μεγαλύτερα του 1 MW θεσπίζει αρμόδιο φορέα έκδοσης της άδειας την ΡΑΕ (αντί για το ΥΠΕΚΑ). Καταργεί επίσης την ανάγκη περιβαλλοντικής αδειοδότησης για έργα μικρότερα των 500 KW που χωροθετούνται σε γήπεδα (οικόπεδα και αγροτεμάχια), υπό ορισμένες προϋποθέσεις. Περιβαλλοντική αδειοδότηση δεν απαιτείται πλέον και για συστήματα που εγκαθίστανται σε κτίρια και σε οργανωμένους φορείς βιομηχανικών δραστηριοτήτων.

Σχετικά με τις επιτρεπόμενες προς χωροθέτηση περιοχές, τροποποιεί ορισμένες διατάξεις του ΕΠΧΣΑΑ, επιτρέποντας την χωροθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε δάση και γεωργικές εκτάσεις υψηλής παραγωγικότητας. Γενικά, επιτρέπεται πλέον η χωροθέτηση ΑΠΕ και σε Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ) του δικτύου NATURA 2000, εφόσον στην ΕΠΟ που ακολουθεί την ΜΠΕ, διασφαλίζεται η διατήρηση του προστατευόμενου αντικείμενου της περιοχής. Επίσης, οι ζώνες αποκλεισμού, που πιθανώς έχουν θεσμοθετηθεί από ΣΓΠ και ΣΧΟΟΑΠ, τα οποία δεν έχουν εναρμονιστεί με τον ΕΠΧΣΑΑ θα λαμβάνονται υπόψη, εφόσον δεν τεκμηριώνουν επαρκώς ότι έχουν λάβει μέριμνα για την μέγιστη αξιοποίηση του δυναμικού της περιοχής.

Προβλέπει ευνοϊκά μέτρα για την διασύνδεση των νήσων με το ηπειρωτικό σύστημα και επίσης δίνει κίνητρα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων ακόμα και σε περιοχές με χαμηλό αιολικό δυναμικό και υπεράκτια αιολικά πάρκα.

### **3.4 ΑΔΕΙΟΔΟΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**

Το έντονο επενδυτικό ενδιαφέρον που ακολούθησε μετά την θεσμοθέτηση του νομικού πλαισίου, εκδηλώθηκε άμεσα με το πλήθος των αδειών παράγωγης που κατατεθήκαν και φθάνουν, με βάση την τελευταία ενημέρωση του μητρώου αδειών της υπηρεσίας ΑΠΕ στο ΥΠΕΚΑ (<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=nyH8ozHzeuU%3d&tabid=701&language=el-GR>) περίπου τα 30 GW για το σύνολο των ΑΠΕ. Τα διάστημα μέχρι τις 31/06/2011, σε στάδιο της λειτουργίας και σύνδεσης με το δίκτυο είναι μόλις 4721,2 MW. Αν λάβουμε την περίοδο ως ενδεικτική και θεωρήσουμε το ρυθμό υποβολής αιτήσεων σταθερό, μόλις το 15% έργων ΑΠΕ καταλήγουν σε υλοποίηση. Κάποια αίτια μπορούν να αποδοθούν στην αδυναμία υλοποίησης του συνόλου των αιτήσεων (αιτήσεις που αφορούν την ίδια θέση ή δεν τεκμηριώνουν την οικονομική τους αποδοτικότητα), στην ελλιπή ανάπτυξη και χωρητικότητα του δικτύου, αλλά και στην ιδιαίτερα πολύπλοκη αδειοδοτική διαδικασία.

Συνοπτικά, για την αδειοδότηση μιας εγκατάστασης ΑΠΕ απαιτούνται, πέραν των άλλων τύπων αδειών (περιβαλλοντικών, οικοδομικών, δασικής υπηρεσίας κτλ.), οι παρακάτω ενεργειακές άδειες:

- α. **Άδεια παραγωγής**, για την οποία γνωμοδοτεί η ΡΑΕ και εκδίδει το ΥΠΕΝ με εξαιρέσεις (όπως για φωτοβολταϊκά πάρκα <1MW, όπου η ΡΑΕ είναι βάσει του Ν. 3851/2010 και αρμόδια έκδοσης) και στη συνέχεια αναρτάται στο μητρώο της ανεξάρτητης υπηρεσίας ΑΠΕ. Πρόκειται για διαδικασία όχι ιδιαίτερα χρονοβόρα, στην οποία παρουσιάζεται κατά μεγάλο μέρος το επιχειρηματικό σχέδιο του υποψήφιου επενδυτή. Μεταξύ άλλων

απαιτούνται τεχνική περιγραφή του έργου, δυνατότητα εξασφάλισης της θέσης χωροθέτησης, ενεργειακή μελέτη με εγκατάστασης μετρητικού συγκροτήματος και ανεμολογικές μετρήσεις για την τεκμηρίωση της ενεργειακής απόδοσης του έργου, και οικονομοτεχνική μελέτη. Αν η ΡΑΕ γνωμοδοτήσει θετικά (εντός 4 μηνών), η άδεια εκδίδεται από το ΥΠΕΝ, εντός 15 ημερών. Ισχύει για 25 χρόνια, αλλά στα δύο χρόνια από την λήψη της πρέπει να υποβληθεί φάκελος για Άδεια Εγκατάστασης. επίσης, πρέπει να σημειώνεται πρόοδος για την παραπέρα αδειοδότηση και να ενημερώνεται η ΡΑΕ ανά εξάμηνο στο διάστημα αυτό.

- β. **Άδεια εγκατάστασης**, που αποτελεί την πλέον πολύπλοκη και χρονοβόρα διαδικασία, καθώς για την έκδοση της απαιτούνται και πολλές ενδιάμεσες άδειες για την οποία γνωμοδοτούν πολλοί ανεξάρτητοι φορείς (π.χ. ΕΠΟ από περιφέρεια). Περιλαμβάνει την περιβαλλοντική αδειοδότηση, πλήρη μελέτη εφαρμογής για όλα τα έργα, μελέτη σύνδεσης με το δίκτυο κ.ά. Περιλαμβάνει την διαπίστωση ότι το έργο έχει κατασκευασθεί σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές και ότι πληροί τους κανόνες ασφαλείας. Εκδίδεται από τον Περιφερειάρχη της περιοχής όπου γίνεται το έργο εντός 15 ημερών από την υποβολή της, και ισχύει για 20 χρόνια.
- γ. **Άδεια λειτουργίας**, η οποία είναι μια τυπική άδεια που εκδίδεται με την ολοκλήρωση του έργου και δεν είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα. Περιλαμβάνει την διαπίστωση ότι το έργο έχει κατασκευασθεί σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές και ότι πληροί τους κανόνες ασφαλείας. Εκδίδεται από τον Περιφερειάρχη της περιοχής όπου γίνεται το έργο εντός 15 ημερών από την υποβολή της, και ισχύει για 20 χρόνια .

Ακολουθούν οι συμβάσεις σύνδεσης και πώλησης της ενεργείας προς ΑΔΜΗΕ και ΔΕΔΔΗΕ, και τέλος η θέση του έργου σε λειτουργία. Η τιμή πώλησης εξαρτάται από το ισχύον νομικό πλαίσιο και είναι διαφορετική για κάθε ΑΠΕ.

Πληροφορίες και αναρτήσεις για την πορεία αδειοδότησης και τα μητρώα αδειών δίδονται στην ιστοσελίδα του ΥΠΕΝ <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=701&language=el-GR>.

## 4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΕ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

### 4.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΕ

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το πλήθος των δημοσιευμένων εργασιών και ερευνών που εκπονούνται στην κατεύθυνση της βέλτιστης χωροθέτησης ΑΠΕ, γεγονός που αναδεικνύει την σημασία του στρατηγικού χωροταξικού σχεδιασμού για την επιτυχή τους ένταξη και ανάπτυξη. Οι περιοχές μελέτης παρουσιάζουν ποικιλία κλιμάκων παγκοσμίως, ενώ, όσον αφορά στην Ελλάδα, έχουν γίνει αρκετές έρευνες τόσο στον νησιωτικό όσο και στον ηπειρωτικό χώρο (π.χ. Περιφέρεια Κρήτης, Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας, Νήσος Κυθίων κ.α.). Ευρεία είναι, επίσης, η χρήση ΣΓΠ, ως εργαλείου χωροθέτησης, σε συνδυασμό με την εφαρμογή τεχνικών πολυκριτηριακής ανάλυσης (multicriteria analysis, MCA) για την εύρεση των βέλτιστων θέσεων, το οποίο τεκμηριώνει την καταλληλότητα τους για τέτοιας φύσης έρευνες. Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται μια συνοπτική παρουσίαση των μεθοδολογιών που εφαρμόστηκαν σε επιλεγμένες δημοσιευμένες εργασίες, και των κύριων συμπερασμάτων τους, τα οποία αποδείχθηκαν ιδιαίτερα χρήσιμα για την μεθοδολογία που τελικά επιλέχθηκε.

Οι Mentis *et al.* (2015) ασχολήθηκαν με το αιολικό δυναμικό και την ενεργειακή του εκμετάλλευση για το σύνολό της ηπείρου της Αφρικής. Στις ιδιαιτερότητες της περιοχής μελέτης αναφέρουν την αδυναμία κάλυψης της ενεργειακής ζήτησης από τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις, αλλά και το ενδεχόμενο πρόβλημα απορρόφησης της μεταβλητής αιολικής παραγωγής, λόγω της ελλιπούς ανάπτυξης του ηλεκτρικού δικτύου μεταφοράς. Οι παράγοντες αυτοί ενισχύουν την ανάγκη ανάπτυξης ενός αξιόπιστου εργαλείου που θα υπολογίζει το *θεωρητικό, τεχνικό και γεωγραφικό* (χαρακτηρίζεται ο προσδιορισμός των γεωγραφικών εκτάσεων, όπου επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών πάρκων) *δυναμικό*. Αρχικά για την εκτίμηση του θεωρητικού δυναμικού αξιοποιούνται μετρημένες τιμές της ταχύτητας ανέμου από σταθμούς της NASA με μήκος ενός έτους, στις οποίες προσαρμόζεται η κατανομή Weibull. Για την εκτίμηση του τεχνικού δυναμικού λαμβάνεται υπόψη η επίδραση ομόρου (βλ. παράγραφο 2.3), η κλίση και η απόδοση της ανεμογεννήτριας. Τέλος, για το γεωγραφικό δυναμικό εξετάστηκαν διάφορα κριτήρια χωροθέτησης, με χρήση ΣΓΠ. Από τη διερεύνηση αναδείχθηκε η μεγαλύτερη καταλληλότητα του βόρειου τμήματος της Αφρικανικής Ηπείρου, όπου εκτιμάται ότι μπορούν να αναπτυχθούν 11 963 TWh.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εργασία των Aydin *et al.* (2013), για τη χωροθέτηση υβριδικών συστημάτων ΑΠΕ (με συνδυασμό αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων). Η περιοχή εφαρμογής είναι η Δυτική Τουρκία, η οποία διαθέτει σημαντικό αιολικό αλλά και ηλιακό δυναμικό. Ως κίνητρο της έρευνας προβάλλεται το πρόβλημα της μη συνεχούς παραγωγής ενέργειας των διασυνδεδεμένων με το σύστημα ΑΠΕ, γεγονός το οποίο αυξάνει την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και την ανάγκη αποθήκευσης. Για τον λόγο αυτό, αναπτύχθηκε μια μεθοδολογία επιλογής

των βέλτιστων θέσεων ανεξάρτητης, καταρχήν, χωροθέτησης των διασυνδεδεμένων αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων, βασισμένη σε διαφορετικούς οικονομικούς και περιβαλλοντικούς δείκτες για κάθε μορφή εγκατάστασης. Η επιλογή των βέλτιστων θέσεων συγχωροθέτησης αιολικών και ηλιακών εγκαταστάσεων έγινε με χρήση εργαλείων ΣΓΠ και εφαρμογή τεχνικών πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων (Multi Criteria Decision Making, MCDM), στην οποία εφαρμόστηκαν διαφορά κριτήρια, εκφρασμένα σε fuzzy sets. Τέλος, αφού προσδιορίστηκαν οι κατάλληλες θέσεις ανεξάρτητα για κάθε μορφή ενέργειας, εντοπίστηκαν πιθανές περιοχές συγχωροθέτησης των δύο μορφών εγκαταστάσεων, συνδυάζοντας τα πλεονεκτήματα των δυο εγκαταστάσεων στην ίδια θέση.

Οι Watson *et al.* (2015) εφάρμοσαν μια μεθοδολογία χωροθέτησης για να αποφανθούν για την καταλληλότητα της αιολικών ή φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων, με μελέτη εφαρμογής στην Νότια Αγγλία, όπου είναι ήδη σε λειτουργία 24 MW αιολικής και 94 MW φωτοβολταϊκής ισχύος. Η Αγγλία, ακολουθώντας την Οδηγία 2009/28/ΕΚ, έθεσε στόχο 15% συμμετοχή των ΑΠΕ στον ενεργειακό μίγμα μέχρι το 2020, ενώ οι υψηλές κρατικές επιδοτήσεις για φωτοβολταϊκά πάρκα έχουν εγείρει αντιδράσεις για την κατάληψη σημαντικού μέρους της αγροτικής γης, αναδεικνύοντας την κρισιμότητα της χωρική παραμέτρου στην ανάπτυξη των ΑΠΕ. Για την υλοποίηση της μεθοδολογίας συνδυάστηκαν τα ΣΓΠ με τεχνικές MCDM, χρησιμοποιώντας την αναλυτική ιεραρχική διαδικασία για τον προσδιορισμό των βαρών, ενώ πραγματοποιήθηκε και ανάλυση ευαισθησίας για την επιλογή των βαρών. Αφού έλαβαν υπόψη τους περιορισμούς, οι ερευνητές διαπίστωσαν την καταλληλότητα του 19% της περιοχής μελέτης για φωτοβολταϊκά πάρκα και του 38% για αιολικά. Ακολούθως, εφαρμόζοντας τα κριτήρια αξιολόγησης (τεχνικά, οικολογικά, αισθητικά, οικονομικά), προέκυψε μεγαλύτερη καταλληλότητα των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Σημαντικό μέρος της εργασίας αποτέλεσε η συνεργασία με επενδυτές της αγοράς ΑΠΕ στην διαδικασία αξιολόγησης, που κάνει το εργαλείο ιδιαίτερα χρήσιμο για τους φορείς λήψης αποφάσεων και την επίτευξη μεγαλύτερης εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ. Οι Watson *et al.* (2015) υποστηρίζουν, τέλος, την επιλογή ανάπτυξης υβριδικών πάρκων για την μείωση της αβεβαιότητας της παραγωγής.

Οι Siyal *et al.* (2015) ανέπτυξαν μια μεθοδολογία χωροθέτησης αιολικών πάρκων στη Σουηδία, στο πνεύμα της επίτευξης των ευρωπαϊκών στόχων για τις ΑΠΕ και των υψηλών απαιτήσεων (20 TW εγκατεστημένης ισχύος) για αιολικά πάρκα. Στην περιοχή μελέτης είναι ήδη εγκατεστημένα 4469 MW. Για τον προσδιορισμό των επιτρεπόμενων περιοχών ανάπτυξης των αιολικών πάρκων εφαρμόστηκαν δύο σενάρια, ένα με τους νομοθετικούς και ένα με επιπλέον περιβαλλοντικούς περιορισμούς με χρήση ΣΓΠ. Έλαβαν υπόψη την απόδοση των συστημάτων, τοπογραφικούς περιορισμούς, περιβαλλοντικούς περιορισμούς και χρήσεις γης, ενώ για τον προσδιορισμό του αιολικού δυναμικού έκαναν μια εκτίμηση με βάση μετρημένες ταχύτητες ανέμου και προσαρμογή της κατανομής Weibull. Οι ερευνητές συμπεραίνουν την καταλληλότητα του 65% για το 1<sup>ο</sup> σενάριο και του 31% για το 2<sup>ο</sup> σενάριο του συνόλου της χώρας για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων. Σημαντικό περιορισμό αποτελούν οι οικισμοί οι οποίοι παρουσιάζουν σημαντική διασπορά, καθώς

και οι προστατευόμενες περιοχές. Συγκεκριμένα, για το 2<sup>ο</sup> σενάριο η παραγόμενη από αιολικά ενέργεια προκύπτει 490 TWh, δείχνοντας ότι ο στόχος των 20 TW μπορεί να υπερκαλυφθεί.

Η εργασία των Baltas & Dervos (2012) είχε ως βασικό στόχο την παρουσίαση του ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, με έμφαση στις διατάξεις του για τα αιολικά και φωτοβολταϊκά πάρκα, καθώς και για μικρά υδροηλεκτρικά έργα (ΜΥΗΕ). Μεταξύ άλλων, στην εργασία τονίζεται η ιδιαίτερη σημασία της χωρικής διασποράς των ΑΠ, με σκοπό την μείωση των διακυμάνσεων που χαρακτηρίζουν την παραγωγή αιολικής ενέργειας. Με άλλα λόγια, ΑΠ τοποθετημένα σε διαφορετικές περιοχές έχουν σημαντικά μειωμένη πιθανότητα να βρεθούν « σε φάση» όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας (ως συνέπεια της χωρικής εξάρτησης της διεργασίας του ανέμου), που αποτελεί και το σημαντικότερο μειονέκτημα για την απορρόφηση και τη μεταφορά της αιολικής ενέργειας από το δίκτυο. Για τον ίδιο λόγο, που αφορά στην ποιότητα της παραγόμενης ενέργειας, πλεονεκτούν τα αιολικά πάρκα με περισσότερες ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος, σε σχέση με αυτά λιγότερων ανεμογεννητριών με μεγάλη ισχύ. Ακολούθησε περιγραφή των περιορισμών και προτάσεων που θέτει ο ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ για τη βέλτιστη χωροθέτηση και την εναρμόνιση με το περιβάλλον. Ειδικά για τις αιολικές εγκαταστάσεις, τονίστηκε η εισαγωγή από τον ΕΠΧΣΑΑ κανόνων ένταξης στο τοπίο για τις ηπειρωτικές, νησιώτικές και υπεράκτιες περιοχές. Για τα ΜΥΗΕ, επισημάνθηκε η ενδεχόμενη οικονομική ενίσχυση των τοπικών κοινωνιών από την εκμετάλλευση του πλούσιου υδροηλεκτρικού δυναμικού περιοχών όπως η Ήπειρος, διατηρώντας ωστόσο περιορισμούς οικολογικής παροχής για την αποφυγή υπερεκμετάλλευσης του εν λόγω δυναμικού. Επίσης, αναφέρθηκαν οι ιδιαίτερα ευνοϊκές προοπτικές εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας λόγω του πλούσιου ηλιακού δυναμικού της χώρας, αλλά και της γεωθερμικής ενέργειας, που αναπτύσσεται κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου στην περιοχή του Αιγαίου. Η εργασία κατέληξε στην αφθονία του δυνητικού δυναμικού ΑΠΕ της Ελλάδας, το οποίο σε συνδυασμό με ένα στρατηγικό πλαίσιο χωροθέτησης ΑΠΕ αυξάνει τα οικονομικά οφέλη και μειώνει το ρίσκο των επενδύσεων.

Οι Latinopoulos & Kechagia (2015) παρουσίασαν μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία, με συνδυασμό ΣΓΠ και τεχνικών χωρικής πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων, για εφαρμογή σε περιφερειακή κλίμακα. Σε πρώτο στάδιο εντοπίστηκαν οι θέσεις όπου είναι εφικτή η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ, και σε δεύτερο έγινε αξιολόγηση των περιοχών αυτών μέσω ενός δείκτη καταλληλότητας, ο οποίος λαμβάνει υπόψη κοινωνικά, τεχνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά κριτήρια. Περιοχή μελέτης της εργασίας είναι η Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας, για την οποία τονίστηκε, μεταξύ άλλων, το πλεονέκτημα της εγγύτητας στις γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης (η εν λόγω περιφέρεια αποτελεί τον κύριο ενεργειακό παραγωγό με τις λιγνιτικές μονάδες να παρέχουν το 50% της απαιτούμενης ενέργειας της χώρας), ως αντιστάθμιση για το σχετικά χαμηλό αιολικό δυναμικό, το οποίο σε πολλές θέσεις αποτελεί και τον κύριο περιορισμό για την ανάπτυξη τέτοιων έργων (σε αντίθεση με της νησιωτικές περιοχές). Τονίστηκε, επίσης η ιδιαίτερα αξία και χρησιμότητα μιας τέτοιας μεθοδολογίας τόσο για το βιώσιμο σχεδιασμό εγκαταστάσεων ΑΠΕ όσο και για την αξιολόγηση των αδειοδοτημένων, αλλά όχι κατασκευασμένων έργων ΑΠΕ. Στα πλαίσιά

της παρουσίας της υφιστάμενης κατάστασης, επισημάνθηκε ότι παρά την προτεραιότητα που έχει δοθεί για την ανάπτυξη ΑΠΕ από τον περιφερειακό σχεδιασμό, καθώς και το γεγονός ότι η ΡΑΕ έχει δώσει άδειες παραγωγής ενέργειας που φθάνουν 1204 MW, έχουν τεθεί σε λειτουργία μόλις δύο αιολικά πάρκα, με εγκατεστημένη ισχύ 38 MW, γεγονός που αναδεικνύει την ανωριμότητα των επενδύσεων και την πολυπλοκότητα που χαρακτηρίζει το νομικό πλαίσιο αδειοδότησης των εν λόγω ΑΠΕ. Για την πολυκριτηριακή ανάλυση εξετάστηκαν τρία σενάρια, ένα με ίσα βάρη για όλα τα κριτήρια, και δύο με εφαρμογή αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας, με βάση τα οποία εκτιμήθηκαν οι συντελεστές βαρύτητας. Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας προέκυψε ότι το 12% της Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας παρουσιάζει δείκτη καταλληλότητας άνω του 0.5, αναδεικνύοντας την περαιτέρω δυναμική ανάπτυξης αιολικών πάρκων στην περιοχή.

Οι Tegou *et al.* (2010) ασχολήθηκαν με την χωροθέτηση αιολικών πάρκων στο μη διασυνδεδεμένο με το ηπειρωτικό δίκτυο νησί της Λέσβου, χρησιμοποιώντας μια μέθοδο συνδυασμού ΣΓΠ και πολυκριτηριακής ανάλυσης. Οι ερευνητές αναφέρονται, μεταξύ άλλων, στον ΕΠΧΣΑΑ, και την πρόκληση που έθεσε για την εύρεση βιώσιμων περιοχών χωροθέτησης σε εκτάσεις που αποτελούν εξολοκλήρου περιοχές του δικτύου Natura 2000, όπως η νήσος της Λέσβου. Αφού δικαιολόγησαν την επιλογή χρήσης ΣΓΠ για την μεθοδολογία χωροθέτησης και της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (Analytic Hierarchy Process, AHP) για τον καθορισμό των συντελεστών βαρύτητας και την εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης, παρουσίασαν βασικά στοιχεία της Λέσβου. Επίσης, αναφέρθηκαν στους περιορισμούς που θέτει ο ΕΠΧΣΑΑ και τα κριτήρια αξιολόγησης που επέλεξαν. Από την εφαρμογή της μεθόδου, και τη συνακόλουθη ανάλυση ευαισθησίας, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι όλοι οι επιλεγθέντες παράγοντες είναι σημαντικοί για την αξιολόγηση, και συνεπώς η σωστή επιλογή τους είναι καθοριστική για το αποτέλεσμα της ανάλυσης. Από τις αναλύσεις προέκυψε η ακαταλληλότητα μεγαλύτερου του 50% της έκτασής της νήσου για χωροθέτηση ΑΠ, ενώ μόλις το 1,4% της έκτασης συγκεντρώνει την υψηλότερη τιμή του δείκτη καταλληλότητας που τέθηκε (>0.9). Τελικά, προτάθηκε στους υποψήφιους επενδυτές η χρήση της παραπάνω μεθοδολογίας, σε συνδυασμό με επιτόπια έρευνα καταλληλότητας για κάθε υποψήφια θέση, καθώς μονό η μελέτη πεδίου μπορεί να αξιολογήσει με ασφάλεια την σημαντικότητα των χωρικών κριτηρίων.

Αξιόλογες είναι επίσης και οι εργασίες με τίτλο «*Βιώσιμη χωροθέτηση αιολικών πάρκων - Μελέτη περίπτωσης στην Περιφέρεια Κρήτης*» (Τσίτουρα, 2010), και «*Έρευνα χωροθέτησης για τη βιώσιμη εγκατάσταση μεγάλων μονάδων Φ/Β & ηλιοθερμικών ισχύος στην Περιφέρεια Κρήτης*» (Τσούτσος κ.ά, 2014), οι οποίες ανατέθηκαν από την Περιφέρεια Κρήτης, για τη διερεύνηση της προοπτικής βιώσιμης χωροθέτησης ΑΠΕ στην Κρήτη.

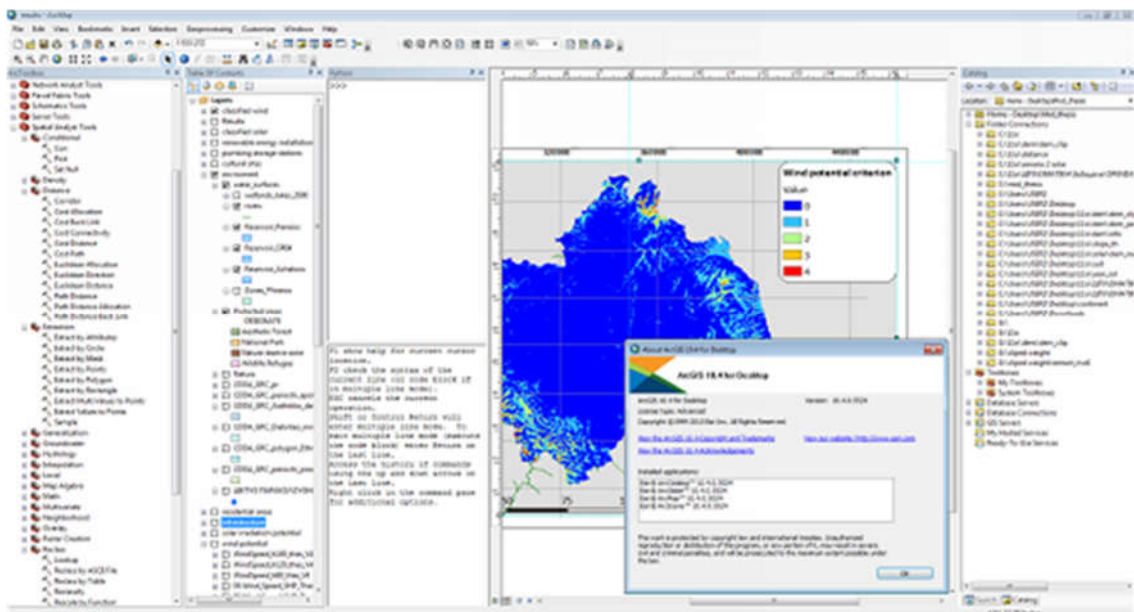
#### **4.2 ΤΑ ΣΓΠ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΕ**

Τα ΣΓΠ είναι ευρέως χρησιμοποιούμενο εργαλείο επιλογής κατάλληλων θέσεων χωροθέτησης, για ένα πολύ μεγάλο εύρος εφαρμογών, σε διάφορες χωρικές κλίμακες (χωροθέτηση πάρκων, κάδων ανακύκλωσης, σουπερμάρκετ, τραπεζών κτλ.). Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν, μέσα από την χωρική

απεικόνιση, να ποσοτικοποιήσουν την επίδραση των διαφορών παραγόντων που επιδρούν στο εκάστοτε πρόβλημα χωροθέτησης. Τα τελευταία χρόνια η χρήση των ΣΓΠ στην χωροθέτηση ΑΠΕ έχει γίνει ιδιαίτερα δημοφιλής, και μάλιστα η καταλληλότητα τους τεκμηριώνεται στη βιβλιογραφία (Baban & Parry, 2001), αλλά και αναδεικνύεται από την πληθώρα των επιστημονικών και τεχνικών εργασιών που πραγματεύονται το ζήτημα της χωροθέτησης ΑΠΕ. Όπως αναδείχθηκε και από τη βιβλιογραφική επισκόπηση, ιδιαίτερα δημοφιλής είναι και ο συνδυασμός των ΣΓΠ με τεχνικές πολυκριτηριακής ανάλυσης, λόγω της συμβατότητά τους και της ευκολίας απεικόνισης των αποτελεσμάτων.

Συγκεκριμένα, τα ΣΓΠ δεν αποτελούν μόνο υπολογιστικά συστήματα για την παραγωγή χαρτών, αλλά περιλαμβάνουν και ισχυρά εργαλεία εξειδικευμένων γεωγραφικών αναλύσεων. Για τον σκοπό αυτό, περιλαμβάνουν συστήματα hardware, software και ενσωματωμένων υπολογιστικών διαδικασιών (procedures), οι οποίες διευκολύνουν την συγκέντρωση, διαχείριση, ανάλυση, μοντελοποίηση, αναπαράσταση, έλεγχο και εξαγωγή γεωαναφερόμενων δεδομένων, ώστε να λύσουν σύνθετα προβλήματα σχεδιασμού και διαχείρισης.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται η πρόσφατη έκδοση του ArcGIS 10, το οποίο είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα, αλλά και στην επιστημονική κοινότητα. Ως αποτέλεσμα, διευκολύνεται η εύρεση τόσο χωρικών δεδομένων συμβατών με το πρόγραμμα, όσο και μεθοδολογιών και tutorials, το οποίο αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα για έναν νέο χρήστη. Προτέρημα του προγράμματος αποτελεί επίσης και η δυνατότητα οπτικοποίησης των αποτελεσμάτων, που κάνει τις παραμέτρους και τα αποτελέσματα που προκύπτουν εύληπτα σε ενδιαφερόμενους που δεν εξειδικεύονται στην χρήση ΣΓΠ, όπως είναι, πολλές φορές, οι φορείς λήψης αποφάσεων του ενεργειακού τομέα (π.χ. ΠΑΕ, ΑΔΜΗΕ).



Εικόνα 4.1 Το περιβάλλον του ArcGIS 10 με το Workspace του ArcMap σε Layout View

Το ArcGIS παρέχει δυνατότητα εισαγωγής, παράγωγης και εξαγωγής δεδομένων σε μορφή raster (πλεγματικά) ή vector (Διανυσματικά), με δυνατότητα επιλογής της επιθυμητής ποιότητας εξαγωγής χαρτών μέσω ρύθμιση της κλίμακας ανάλυσης (dpi), άλλα και του τύπου αρχείου (JPEG, PDF, TIFF, κτλ.), ώστε να διευκολύνεται η δυνατότητα παρουσίασης και αποθήκευσης δεδομένων και αποτελεσμάτων. Ακόμη, δίνει τη δυνατότητα ανάλυσης χωρικών δεδομένων και παραγωγής δυναμικών χαρτών, μέσω κατάλληλης εργαλειοθήκης, η οποία περιλαμβάνει αλγόριθμους επεξεργασίας, γεωαναφοράς, μετατροπής δεδομένων, παραγωγής στατιστικών δεδομένων, κτλ. Διαθέτει επίσης διαδικτυακή βιβλιοθήκη χωρικών δεδομένων ανοιχτή σε όλους τους εγγεγραμμένους χρήστες, μέσω της εφαρμογής ArcGIS Online, στην οποία μπορεί να γίνει πρόσβαση απευθείας από το περιβάλλον του Arc Map για αναζήτηση και εισαγωγή δεδομένων.

Το λογισμικό χρησιμοποιεί γλώσσα Python για την εκτέλεση εντολών που του υπαγορεύει ο ίδιος ο χρήστης, ενώ υποστηρίζει την εξαγωγή του μοντέλου που έχει αναπτύξει ο χρήστης σε μορφή Python Script. έχει διάφορες επέκτασης ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία ενδιαφέρεται ο χρήστης. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε εκτενέστατα η επέκταση Spatial Analyst, η οποία ,πέρα από τα βασικά εργαλεία γεωεπεξεργασίας raster που παρέχει (Extract by Mask, Euclidean Distance κτλ.), διευκολύνει και την χωρική βελτιστοποίηση και την διαδικασία λήψης αποφάσεων για την χωροθέτηση ΑΠΕ, μέσω των συναρτήσεων πολυκριτηριακής ανάλυσης που παρέχει (Reclassify, Weighted Sum, κτλ.).

#### **4.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΗΜΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΠΕ**

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για την χωροθέτηση των αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων βασίστηκε στην εφαρμογή του ελληνικού θεσμικού πλαισίου, στη διεθνή επιστημονική εμπειρία, σε επιτυχημένες πρακτικές εφαρμογής από άλλες χώρες, αλλά και περιορισμούς και ιδιαιτερότητες της Περιφέρειας Θεσσαλίας (σχετικά χαμηλό αιολικό δυναμικό, σημαντικός αριθμός περιοχών περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος κ.ά.). Θεωρήθηκε ότι μια τέτοια προσέγγισή μπορεί να εξασφαλίσει την βιωσιμότητα και αειφορία των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, σε συμφωνία, όσο είναι δυνατό, με το ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον.

Σημειώνεται η διπλή χρησιμότητα της μεθοδολογίας:

- α. Για την προκαταρκτική εκτίμηση του τεχνικού δυναμικού, ώστε να είναι δυνατός ένας στρατηγικός σχεδιασμός των ΑΠΕ, που θα εξασφαλίζει την επιτυχή τους ένταξη στο περιβάλλον και στο ενεργειακό σύστημα.
- β. Για την εκ των υστέρων αξιολόγηση των αιτήσεων αδειοδότησης, η οποία μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε φορείς λήψης αποφάσεων, όπως η ΡΑΕ.

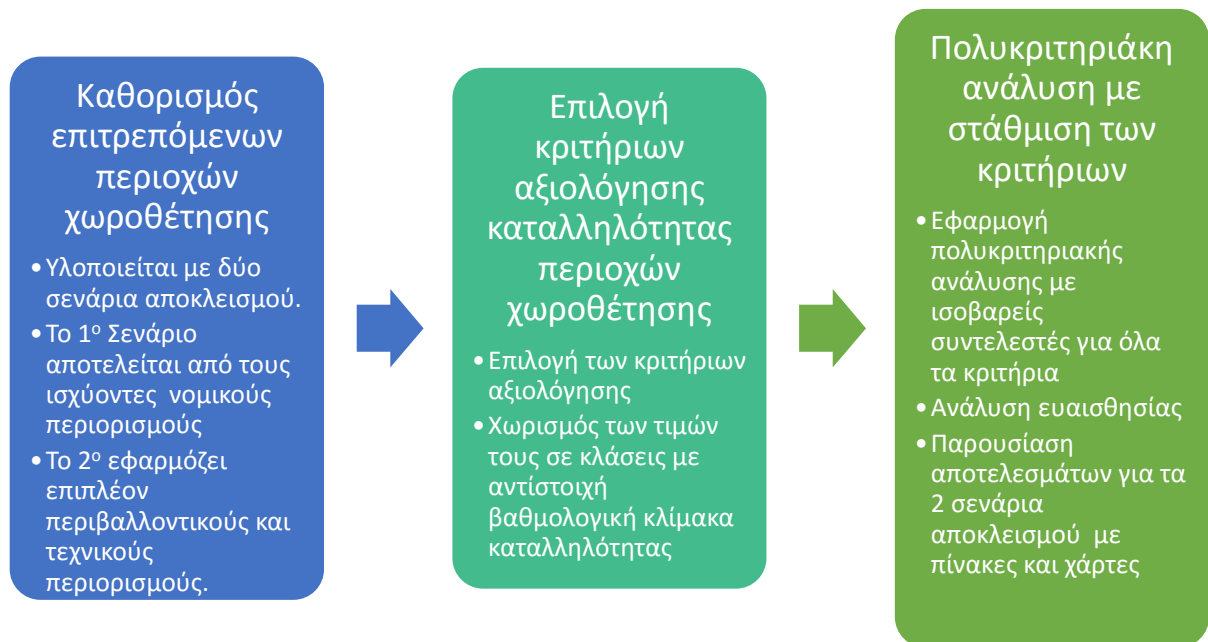
Η ανάπτυξη της μεθοδολογίας γίνεται σε τρία βασικά στάδια, όπως αποτυπώνονται και στο διάγραμμα ροής της Εικόνας 4.2, και αναπτύσσονται ακολούθως:

- Στο 1<sup>ο</sup> στάδιο, αφού αποτυπώνεται με χωρικά και άλλα δεδομένα η υφιστάμενη κατάσταση της Περιφέρειας, επιλέγονται οι επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης για τα



φωτοβολταϊκά και αιολικά πάρκα σε δύο επιμέρους σενάρια για κάθε τύπου ΑΠΕ, όπως αναλύεται στις παραγράφους 7.1 και 8.1, αντίστοιχα. Το 1<sup>ο</sup> αποτελεί το θεσμικό σενάριο, ενώ το 2<sup>ο</sup> σενάριο εισάγει επιπλέον περιβαλλοντικούς και τεχνικούς περιορισμούς χωροθέτησης. Με τον τρόπο αυτό, προκύπτουν οι επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης, για τις οποίες θα εφαρμοστούν, ακολούθως, τα κριτήρια της πολυκριτηριακής ανάλυσης.

- Στο 2<sup>ο</sup> στάδιο γίνεται η επιλογή των κριτηρίων της αξιολόγησης για κάθε τύπο ΑΠΕ, τα οποία αποτελούνται από τεχνοοικονομικούς, περιβαλλοντικούς και αισθητικούς παράγοντες και παρουσιάζονται αναλυτικά στις παραγράφους 7.2 και 8.2, αντίστοιχα. Αφού γίνει ο διαχωρισμός σε κλάσεις των επιμέρους τιμών, για κάθε κριτήριο εφαρμόζεται μια κλίμακα αξιολόγησης, ώστε να προκύψει η τελική βαθμολογία.
- Στο 3<sup>ο</sup> στάδιο της μεθοδολογίας γίνεται η εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης, στην οποία συνδυάζονται τα αποτελέσματα των δύο προηγούμενων σταδίων προκειμένου να αξιολογηθεί ο βαθμός καταλληλότητας των περιοχών που προέκυψαν από το 1<sup>ο</sup> στάδιο ως επιτρεπόμενες για την χωροθέτηση ΑΠ ή ΦΠ. Η μέθοδος ανάλυσης που επιλέχθηκε είναι μια απλή ισοβαρής στάθμιση των κριτηρίων. Τα αποτελέσματα ανά σενάριο και τύπο ΑΠΕ παρουσιάζονται σε χάρτες και πίνακες, με χωρισμό τους σε τέσσερις κλάσεις καταλληλότητας [0-25%, 25-50%, 50-75%, 75-100%].



**Εικόνα 4.2 Μεθοδολογικό σχήμα χωροθέτησης ΑΠΕ με χρήση GIS και MCA**

Η μέθοδος πολυκριτηριακής ανάλυσης που επιλέχθηκε είναι μια απλή ισοβαρής στάθμιση των κριτηρίων. Θεωρήθηκε, ότι η εφαρμογή πιο συνθέτων μεθόδων ανάλυσης (π.χ. Αναλυτική Ιεραρχική Μέθοδος), πέραν της δυσκολίας κατανόησης από το ευρύ κοινό, αυξάνει την δυσκολία ελέγχου των αποτελεσμάτων και την επιρροή των διαφορετικών κριτηρίων. Επιπλέον, με την εφαρμογή ίσων βαρών, δίνεται η δυνατότητα στους φορείς λήψης αποφάσεων ανάλογα με την

υποψήφια θέση και επιλεγθείσα τεχνολογία εγκατάστασης, να καθορίσουν το βαθμός επιρροής κάθε κριτηρίου ανάλογα με την μελέτη περίπτωσης, μιας και η παρούσα διερεύνηση έχει πιο γενικό χαρακτήρα. Ειδικότερα, η διερεύνηση αφορά στην προοπτική χωροθέτησης μεγάλων μονάδων σε περιφερειακή κλίμακα (macro-siting), οπότε η ανισοκατανομή των κριτηρίων σε μια τόσο μεγάλη και ανομοιόμορφη χωρικά περιοχή δεν κρίνεται αντιπροσωπευτική. Μια τέτοια αντιμετώπιση πιθανώς να έχει νόημα σε παρόμοιες μελέτες με μικρότερη κλίμακα εφαρμογής (micro-siting) για την επιλογή ανάμεσα σε συγκεκριμένες υποψήφιες θέσεις. Παρόλα αυτά, για να αναδειχθεί η επιρροή των κριτηρίων και η κρισιμότητα της επιβολής τεχνικών ή περιβαλλοντικών περιορισμών, γίνεται σύγκριση των περιοχών καταλληλότητας που προκύπτουν από την εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης για τα περιβαλλοντικά και τα τεχνικά κριτήρια ξεχωριστά. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας για τις δύο ΑΠΕ παρουσιάζονται στις παραγράφους 7.4 και 8.4, αντίστοιχα.

## 5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

### 5.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Η μεθοδολογία χωροθέτησης εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την υφιστάμενη κατάσταση στην Περιφέρεια Θεσσαλίας και τα δεδομένα που την αποτυπώνουν. Ειδικά, η διαθεσιμότητα των δεδομένων σε μορφή συμβατή με ΣΓΠ ήταν κρίσιμη για την ολοκλήρωση της εργασίας, καθώς τόσο οι περιοχές αποκλεισμού όσο και τα κριτήρια αξιολόγησης απαιτούσαν χωρικά δεδομένα με ικανοποιητική ακρίβεια. Τα στοιχεία αυτά συλλέχθηκαν στο σύνολο τους από ανοιχτές ελληνικές ή και διεθνείς βάσεις δεδομένων. Δυστυχώς, ορισμένα δεδομένα δεν ήταν διαθέσιμα, οπότε σε κάποιες περιπτώσεις έγινε ψηφιοποίηση τους. Καθώς δεν την εφικτό να γίνει το ίδιο για όλα τα δεδομένα, αυτά είτε παραλήφθηκαν είτε τροποποιήθηκε η χρήση των κριτηρίων του μοντέλου, ώστε κατά το δυνατόν να ανταποκρίνονται στους περιορισμούς της νομοθεσίας και των κριτηρίων της διεθνούς επιστημονικής εμπειρίας.

Πιο συγκεκριμένα, σχετικά με τα πολιτιστικά κριτήρια που θέτει η νομοθεσία, ιδιαίτερη δυσκολία συναντήθηκε στην εύρεση των ζωνών απολυτού προστασίας (ζώνη Α), των λοιπών αρχαιολογικών χώρων και των κηρυγμένων πολιτιστικών μνημείων και ιστορικών τόπων, σε μορφή shapefile. Αυτές αποτελούν ασύμβατες περιοχές χωροθέτησης για τις δύο μορφές ενέργειας, και μάλιστα για την αιολική απαιτείται και εφαρμογή ζώνης ελάχιστης απόστασης. Για να αμβλυνθεί κατά το δυνατόν αυτή η ανακρίβεια χρησιμοποιήθηκε shapefile με σημειακά δεδομένα, στα οποία εφαρμόστηκε ζώνη αποκλεισμού ακτίνας 500 m.

Σχετικά με τα οικιστικά κριτήρια, καθώς τα σχέδια πόλεων και οικισμών δεν είναι διαθέσιμα ώστε να ληφθεί ελάχιστη απόσταση από τα όρια των οικισμών, όπως ορίζει η νομοθεσία, προσαυξήθηκε η απαιτούμενη απόσταση κατά 500 m για τα σημειακά δεδομένα των οικισμών, έγινε δηλαδή δεκτό ότι και οι οικισμοί και οι πόλεις εκτείνονται σε διάμετρο 1 km (παραδοχή ιδιαίτερα ευνοϊκή για τις πόλεις που καταλαμβάνουν πολύ μεγαλύτερη έκταση). Για να περιορισθεί, κατά το δυνατό, αυτή η ανακρίβεια έγινε χρήση των δεδομένων χρήσεων γης του Corine 2000. Συγκεκριμένα, τα πολύγωνα με κωδικούς 111 και 112 αντιπροσώπευαν τον ασυνεχή και συνεχή αστικό ιστό, αντίστοιχα, στα οποία εφαρμόστηκε ζώνη αποκλεισμού 1000 m για τη χωροθέτηση ΑΠ, κατά τη δυσμενή παραδοχή ότι όλα τα πολύγωνα αντιστοιχούν σε οικισμούς μεγαλύτερους των 2000 κάτοικων. Έγινε κατ' αυτό τον τρόπο μια σχετική στάθμιση μεταξύ της πιθανότητας να περιλαμβάνονται και παραδοσιακοί οικισμοί με έκταση ακτίνας μεγαλύτερης του 1 km που απαιτούν ζώνη αποκλεισμού με ακτίνα 1500 m. Επίσης, δεν ήταν δυνατόν να βρεθούν δεδομένα για τη δόμηση Α και Β κατοικίας και διαμορφωμένες περιοχές Β κατοικίας και μεμονωμένων κατοικιών νομίμως υφιστάμενων. Στο πλαίσιο αυτό, θεωρείται ότι οι σχετικοί περιορισμοί

καλυφθήκαν εν μέρει με την εφαρμογή ελάχιστης απόστασης 1000 m, που εφαρμόστηκε στην ασυνεχή δόμηση των περιοχών του Corine 2000.

**Πίνακας 5.1 Δεδομένα εισόδου της μεθοδολογίας χωροθέτησης**

Κατηγορία	Δεδομένα	Τύπος	Πηγή
Διοικητικά όρια	Περιφέρειες	Polygon	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
	Περιφερειακές Ενότητες	Polygon/ Linear	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
	Καλλικρατικό Δήμοι	Polygon/ Linear	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
Οικισμοί με πληθυσμιακά στοιχεία	Πόλεις	Points	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
	Οικισμοί	Points	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
	Παραδοσιακοί οικισμοί	Points	Μεταλληνού Α., ΕΛΣΤΑΤ, ιδία επεξεργασία
Υποδομές	Οδικό δίκτυο [κύριο, δευτερεύον, τριτεύον]	Linear	<a href="http://cressendo.org/">http://cressendo.org/</a>
	Σιδηροδρομικό δίκτυο	Linear	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
	Ηλεκτρικό δίκτυο μεταφοράς και διανομής	Linear	ΑΔΜΗΕ, ιδία επεξεργασία
Αρχαιολογικοί χώροι μνημεία	Αρχαιολογικές περιοχές	Points	<a href="http://cressendo.org/">http://cressendo.org/</a>
	UNESCO	Polygon	<a href="http://www.eea.europa.eu/">http://www.eea.europa.eu/</a>
Περιβάλλον	Δίκτυο natura 2000 [ΖΕΠ, ΤΚΣ]	Polygon	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
	Εθνικοί δρυμοί	Polygon	<a href="http://www.eea.europa.eu/">http://www.eea.europa.eu/</a>
	Καταφύγια αγρίας ζωής	Polygon	<a href="http://www.eea.europa.eu/">http://www.eea.europa.eu/</a>
	Περιοχές απολυτού προστασίας της φύσης	Polygon	<a href="http://www.eea.europa.eu/">http://www.eea.europa.eu/</a>
	Περιοχές προστασίας της φύσης	Polygon	<a href="http://www.eea.europa.eu/">http://www.eea.europa.eu/</a>
	Εθνικά Πάρκα	Polygon	<a href="http://www.eea.europa.eu/">http://www.eea.europa.eu/</a>
	Αισθητικά Δάση	Polygon	<a href="http://www.eea.europa.eu/">http://www.eea.europa.eu/</a>
	Ακτές παρακολούθησης του ΥΠΕΝ	Points	<a href="http://geodata.gov.gr/">http://geodata.gov.gr/</a>
Υδάτινα σώματα	Υδρογραφικό δίκτυο	Linear	<a href="http://cressendo.org/">http://cressendo.org/</a>
	Ταμιευτήρες	Polygon	<a href="http://cressendo.org/">http://cressendo.org/</a>
Χρήσεις γης	Corine 2000	Raster [250]	<a href="http://www.eea.europa.eu/">http://www.eea.europa.eu/</a>
	Λατομικές περιοχές	Polygon	<a href="http://www.latomet.gr/geot">http://www.latomet.gr/geot</a>
Μορφολογία	DEM ανάγλυφο	Raster [250]	<a href="http://cressendo.org/">http://cressendo.org/</a>
Αιολικό δυναμικό	Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (m/s) [80,100,120 m υψόμετρο]	Points/Raster [150]	<a href="http://www.rae.gr/geo/">http://www.rae.gr/geo/</a>
Αδειοδοτημένες Εγκαταστάσεις ΑΠΕ	Φωτοβολταϊκές	Polygon	<a href="http://www.rae.gr/geo/">http://www.rae.gr/geo/</a>
	Αιολικές	Polygon	<a href="http://www.rae.gr/geo/">http://www.rae.gr/geo/</a>
	Υβριδικές	Polygon	<a href="http://www.rae.gr/geo/">http://www.rae.gr/geo/</a>

Όσον αφορά τα χωρικά δεδομένα που απαιτήθηκαν για της περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, βρέθηκαν με επιτυχία όλα τα δεδομένα που απαιτούνταν για την εφαρμογή της νομοθεσίας και του προσθέτου βιώσιμου σεναρίου, όπως παρατίθενται στον Πίνακα 5.1.

Επίσης, στην κατηγορία των δικτύων τεχνικής υποδομής και ειδικών χρήσεων, δεν βρέθηκαν χωρικά δεδομένα υποδομών τηλεπικοινωνιών (κεραίες) RADAR, τα οποία αποτελούν ασύμβατή χρήση για τις αιολικές εγκαταστάσεις, ενώ για τις γραμμές υψηλής και μέσης τάσης λήφθηκε το ελληνικό διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό δίκτυο σε μορφή PDF από την ιστοσελίδα του ΑΔΜΗΕ, και ψηφιοποιήθηκε, τόσο για την εφαρμογή της ζώνης αποκλεισμού για λογούς ασφαλείας των ΑΠ, όσο και για το κριτήριο εγγύτητας στο δίκτυο διανομής μέσης και υψηλής τάσης για τη βιωσιμότητα της χωροθέτησης.

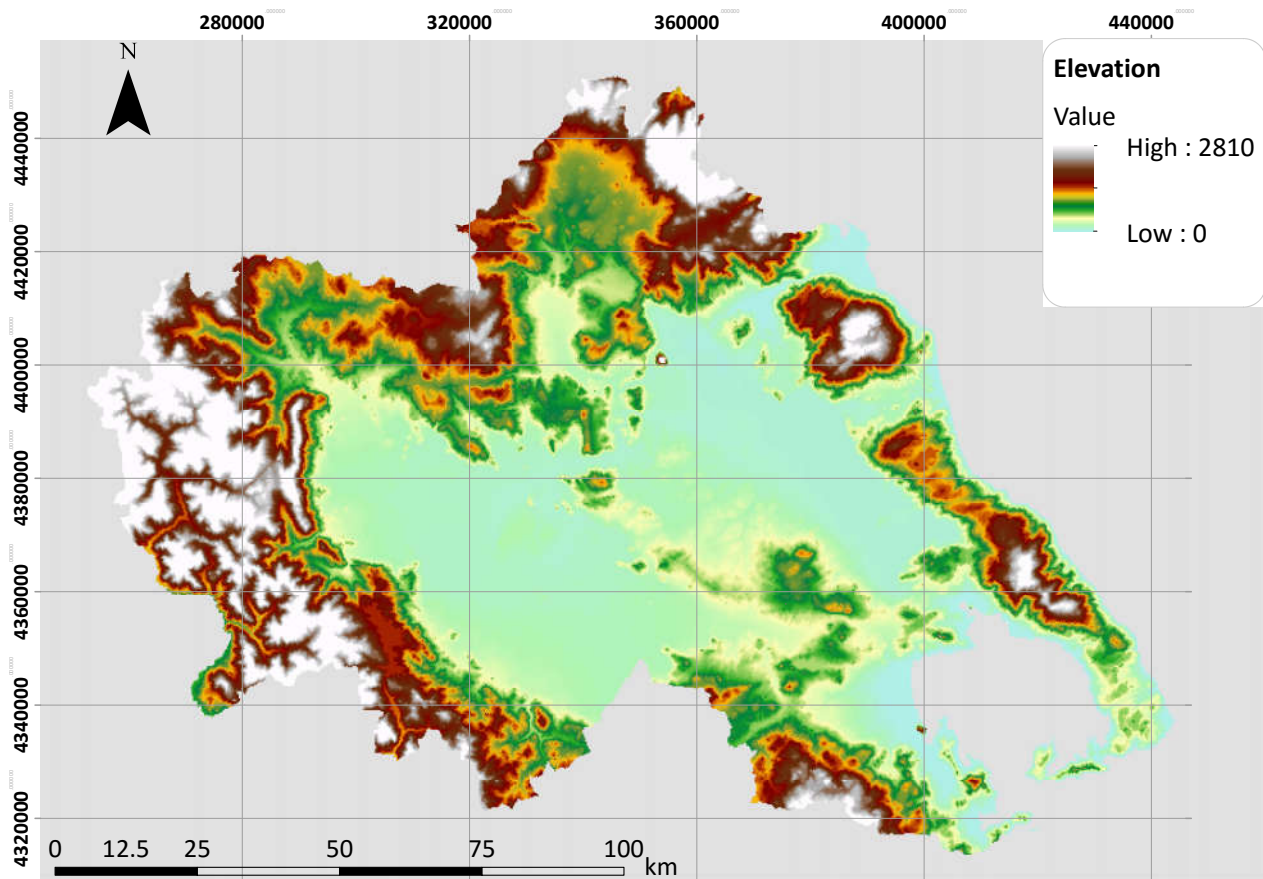
Τέλος, σχετικά με τις ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων, δεν βρέθηκαν οι ζώνες αναδασμού, οι ιχθυοκαλλιέργειες, οι μονάδες εσταυλισμένης κτηνοτροφίας, οι ΠΟΤΑ και άλλες περιοχές οργανωμένης ανάπτυξη παραγωγικών δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες και άλλες θεσμοθετημένες ή διαμορφωμένες τουριστικά περιοχές, τα τουριστικά καταλύματα και άλλες τουριστικές υποδομές, τα οποία απαιτούν ζώνη ελάχιστης απόστασης 1000 m. Για τις λατομικές δραστηριότητες έγινε χρήση του Corine 2000, αλλά και των γεωδεδομένων του ΥΠΕΝ με τις εξαιρεμένες λατομικές ζώνες υπέρ του δημοσίου, και τα λατομεία αδρανών. Σε κάθε περίπτωση, εφόσον στην πλειονότητα των περιπτώσεων πρόκειται για λατομεία αδρανών που λειτουργούν επιφανειακά, εφαρμόστηκε ελάχιστη απόσταση 500 m για την χωροθέτηση ΑΠ, όπως απαιτείται από τον ΕΠΧΣΑΑ.

Αξίζει να σημειωθεί ότι παρά τις αρκετές ελλείψεις, λόγω της μακροσκοπικής κλίμακας της μελέτης (macro-sitting) δεν επηρεάζεται σημαντικά η ακρίβεια των αποτελεσμάτων, αφού στην χωροθέτηση υπεισέρχεται πληθώρα περιορισμών και κριτηρίων, που είναι πολλές φορές επικαλυπτόμενα. Στις επόμενες παραγράφους επιχειρείται μια παρουσίαση των γενικών χαρακτηριστικών της Περιφέρειας Θεσσαλίας συνολικά, χωρίς εν γενεί να γίνεται διάκριση σε ΠΕ, με χάρτες και πίνακες, τα όποια επιλέχτηκαν με ιδιαίτερη προσοχή για την εκπόνηση της εργασίας από αξιόπιστες ευρωπαϊκές και εθνικές πηγές δεδομένων. Ο Πίνακας 5.1 αποτελεί συνοπτική λίστα των χωρικών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία.

## **5.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας είναι μια ιδιαίτερη μορφολογικά περιφέρεια της Ελλάδας, που καταλαμβάνει το ανατολικό τμήμα του ηπειρωτικού κορμού και έχει έκταση 14049 km<sup>2</sup> (μόνο το ηπειρωτικό τμήμα), που αντιστοιχεί στο 10.7% της έκτασης του συνόλου της χώρας. Γειτνιάζει βόρεια με το ΓΔ Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας, δυτικά με το ΓΔ Ηπείρου, νότια με το ΓΔ Στερεάς Ελλάδας, και ανατολικά έχει θαλάσσιο σύνορο με το Αιγαίο Πέλαγος. Διοικητικά το ΓΔ Θεσσαλίας ανήκει στην Αποκεντρωμένη Διοίκηση Θεσσαλίας-Στερεάς Ελλάδας και αποτελείται από τις Περιφερειακές Ενότητες (ΠΕ) Καρδίτσας, Λάρισας, Μαγνησίας και Τρικάλων. Στη Θεσσαλία υπάγονται επίσης και τα νησιά των Βόρειων Σποράδων, τα οποία όμως δεν λαμβάνονται υπόψη στην παρούσα ανάλυση, καθώς εστιάζουμε στο διασυνδεδεμένο ενεργειακά τμήμα της Περιφέρειας.

Στην Περιφέρεια Θεσσαλίας αναπτύσσεται η μεγαλύτερη πεδινή έκταση της χώρας, ο Θεσσαλικός κάμπος, ο οποίος περικλείεται από μεγάλους ορεινούς όγκους. Υψηλότερη κορυφή είναι ο Όλυμπος στα σύνορα Θεσσαλίας - Μακεδονίας με υψόμετρο 2918 m, που αποτελεί το φυσικό όριο των νομών Λαρίσης (Θεσσαλία) και Πιερίας (Μακεδονία). Οι υπόλοιπες κορυφές είναι ο Τίταρος στα βόρεια, το Αυγό και τα Θεσσαλικά Άγραφα στα δυτικά, η Όθρυς στα νότια, η Όσσα (Κίσαβο), το Μαυροβούνι και το Πήλιο στα ανατολικά.

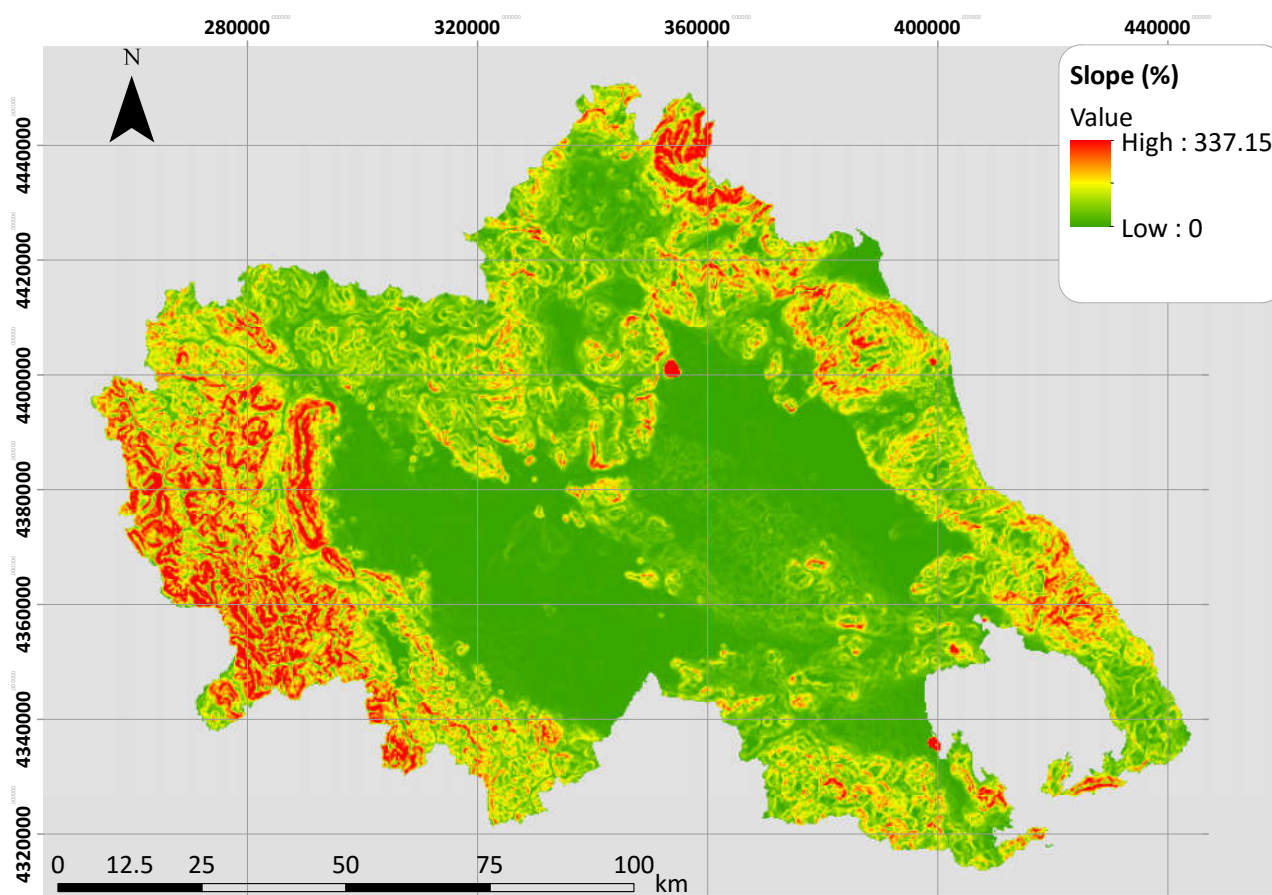


**Εικόνα 5.1 Υψομετρικός χάρτης της Περιφέρειας Θεσσαλίας**

Η μορφολογία της περιοχής, όπως διακρίνεται στον χάρτη της Εικόνας 5.1 με τις περιοχές χαμηλού υψομέτρου να βρίσκονται στο εσωτερικό της Περιφέρειας και στο παραθαλάσσιο τμήμα και τους ορεινούς όγκους να αναπτύσσονται περιμετρικά, είναι καθοριστική για το αιολικό αλλά και το ηλιακό δυναμικό, όπως θα αναλυθεί στο Κεφάλαιο 6.

Αναφορικά με την γεωλογία της περιοχής μελέτης, η Θεσσαλία ανήκει σε τέσσερις ζώνες (Πελαγονική, Αξιού, Περιοδοπική, Σερβομακεδονική). Τα κυριότερα πετρώματα της είναι ασβεστόλιθοι, δολομίτες, γρανίτες, οφιόλιθοι, αμφιβολίτες, γνεύσιοι, οφθαλμογνεύσιοι και σχιστόλιθοι με ενστρώσεις μαρμάρων (μεταμορφωμένα πετρώματα), αλλά και άργιλοι, αργιλοπηλοί, άμμοι, κροκαλοπαγή και κοκκινοχώματα.

Οι κλίσεις του αναγλύφου, που αποτελούν καθοριστικό παράγοντα επιρροής για το ηλιακό και αιολικό δυναμικό, αλλά και τεχνικό περιορισμό για την χωροθέτηση ΑΠΕ, είναι σε μεγάλο τμήμα της Θεσσαλίας αρκετά ήπιες. Όπως είναι αναμενόμενο, υπάρχει αναλογία με τον υψομετρικό χάρτη, καθώς οι τιμές της κλίσης αυξάνονται υπερβολικά όπου έχουμε έντονη μεταβολή του υψομέτρου. Η μέση κλίση της περιοχής είναι 13%, ενώ η μέγιστη φτάνει μέχρι το 337%, όπως διακρίνεται στον χάρτη της Εικόνας 5.2. Χαρακτηριστικό είναι ότι κλίσεις πάνω από 30% είναι απαγορευτικές για την χωροθέτηση ΑΠ, ενώ όσο για ΦΠ το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κλίσεων μειώνεται στο 15%. Ο χάρτης κλίσεων εδάφους παράχθηκε με βάση το DEM (Digital Elevation Model) της Θεσσαλίας, με χρήση του εργαλείου Slope της επέκτασης Spatial Analyst, με μέγεθος ψηφίδας 250 m.



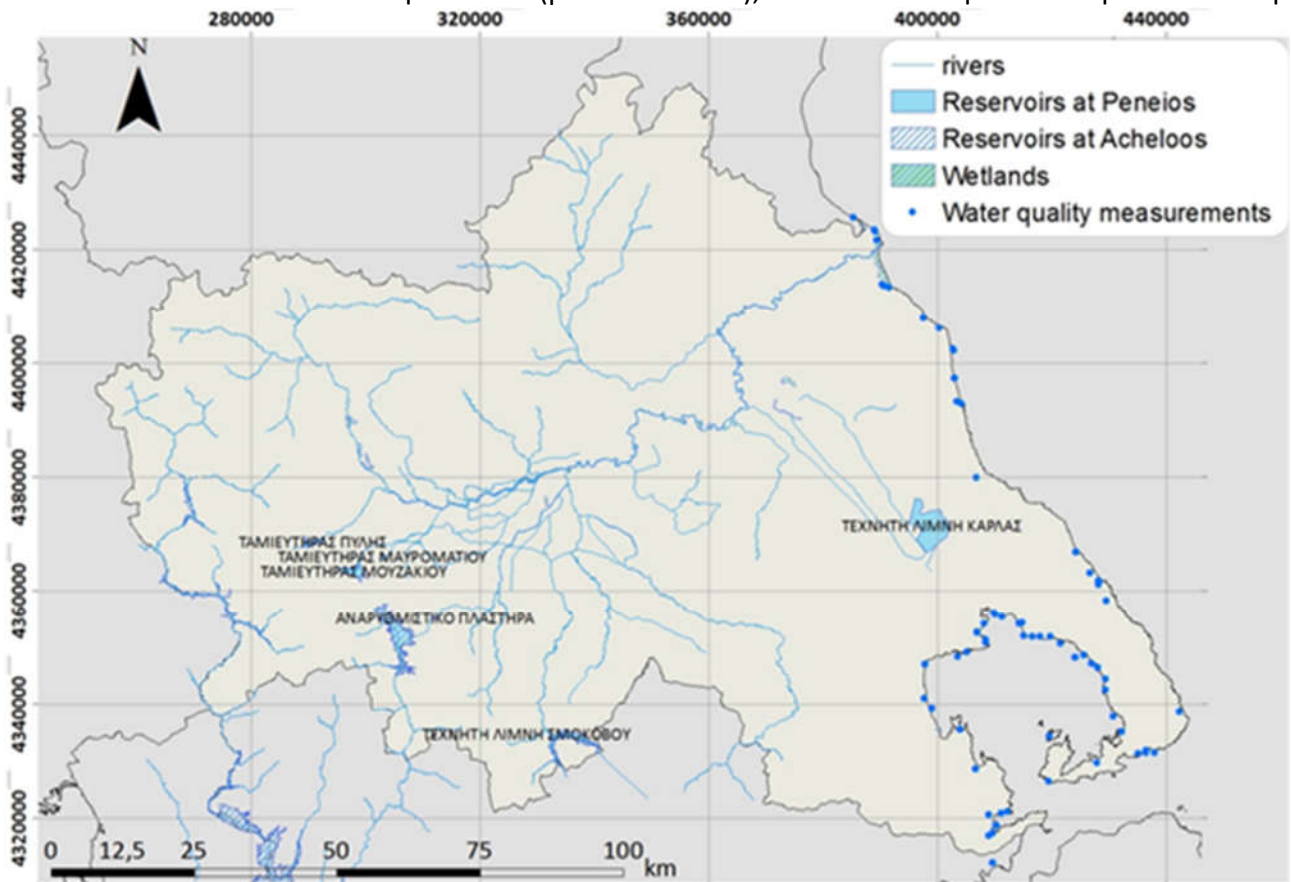
Εικόνα 5.2 Κλίσεις εδάφους (%) της Περιφέρειας Θεσσαλίας

### 5.3 ΥΔΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η μορφολογία της Περιφέρειας έχει άμεση επίδραση στο κλίμα (WWF ΕΛΛΑΣ, 2007) με το ανατολικό παράκτιο και ορεινό τμήμα της Θεσσαλίας να χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό (θερμό και ξηρό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα), και τον κάμπο της Θεσσαλίας, εξαιτίας των αποκλεισμών της από τους ορεινούς όγκους, που εμποδίζουν την άμεση επίδραση της θάλασσας να έχει ηπειρωτικό κλίμα (θερμό καλοκαίρι και ψυχρό χειμώνα). Τέλος, το κλίμα των δυτικών ορεινών περιοχών του ΓΔ χαρακτηρίζεται ως ορεινό, το οποίο και εξηγεί την αφθονία των χιονοπτώσεων και το σημαντικό

ύψος βροχής που σημειώνεται στην περιοχή. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16 έως 17°C με το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος να είναι περίπου 20°C στις παραθαλάσσιες περιοχές, ενώ στις ηπειρωτικότερες αυξάνει (περίπου 23°C στη Λάρισα). Τα ετήσια ποσά βροχόπτωσης παρουσιάζουν μεγάλη χωρική μεταβλητότητα, ανάλογα με το υψόμετρο και άλλους παράγοντες που σχετίζονται με την ορογραφία, και κυμαίνονται από 445.2 mm (Βόλος) μέχρι 1 069.2 mm (Ασπροπόταμος, στα 1 200 m υψόμετρο).

Συνέπεια του κλίματος και της γεωμορφολογίας της περιοχής είναι το σημαντικό υδρογραφικό δίκτυο που αναπτύσσεται επιφανειακά (βλ. Εικόνα 5.3), και συνοδεύτηκε από την κατασκευή



Εικόνα 5.3 Υδρογραφικό δίκτυο, ταμειυτήρες και ακτές παρακολούθησης ποιότητας υδάτων του ΥΠΕΝ

σημαντικών αρδευτικών έργων. Ο μεγαλύτερος ποταμός της Θεσσαλίας είναι ο Πηνειός, ο οποίος τροφοδοτείται από ένα δίκτυο παραποτάμων, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι προς τα νότια ο Ενιπέας, ο Φαρσαλιώτης, ο Σοφαδίτης και ο Καλέντζης, προς τα δυτικά-νοτιοδυτικά ο Πάμισος, ο Πορταϊκός και το Μουργκάνι, και στο βόρειο μέρος ο Ληθαίος, ο Νεοχωρίτης και ο Τιταρήσιος. Όλο αυτό το δίκτυο των ποταμών συμβάλλει στον Πηνειό, ο οποίος ακολούθως εκβάλλει στο Αιγαίο μέσω της κοιλάδας των Τεμπών. Μέχρι το 1962, τα πλημμυρικά νερά του Πηνειού τροφοδοτούσαν επίσης τη λίμνη Κάρλα, σχέση που διακόπηκε με την αποξήρανση της λίμνης και την κατασκευή αναχωμάτων στην κοίτη του ποταμού. Η Κάρλα ήταν η μεγαλύτερη φυσική λίμνη της Θεσσαλίας, αλλά και της Ελλάδας και η αποξήρανση είχε σημαντικές συνέπειες στο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον της περιοχής, με αποτέλεσμα την προσπάθεια ανασύστασης της Κάρλας με την



κατασκευή ταμιευτήρα 42 km<sup>2</sup> στο χαμηλότερο τμήμα της πρώην λίμνης, κοντά στο χωριό Κανάλια. Στο ΓΔ ανήκουν επίσης οι τεχνητές λίμνες Ταυρωπού (Πλαστήρα), η οποία δημιουργήθηκε στην κοίτη του Ταυρωπού, παραπόταμου του Αχελώου, και η πιο πρόσφατη λίμνη Σμόκοβου. Στον χάρτη της Εικόνα 5.3 διακρίνονται, επίσης, οι μικρότερης χωρητικότητας ταμιευτήρες Πύλης, Μουζακίου και Μαυροματίου, που ανήκουν στο συγκρότημα των έργων εκτροπής του Αχελώου. Τα έργα αυτά μελετήθηκαν πριν από αρκετά χρόνια, χωρίς ωστόσο να υλοποιηθούν.

#### 5.4 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας καλύπτεται κατά 35% από περιοχές του δικτύου Natura 2000, όπως και εθνικά πάρκα, περιοχές προστασίας της φύσης, καταφύγια άγριας ζωής και αισθητικά δάση. Ορισμένες από αυτές είναι πολύ εκτεταμένες, όπως το νοτιοανατολικό τμήμα του Ολύμπου, το όρος Πήλιο, τα Μετέωρα, τα Άγραφα και η Κοιλιάδα των Τεμπών. Ενδεικτικά στον Όλυμπο, βουνό με μεγάλη οικολογική, ιστορική και πολιτισμική αξία, απαντώνται επιδημητικά αρπακτικά είδη πουλιών, δασικά είδη και είδη των ανοικτών αλπικών περιοχών.

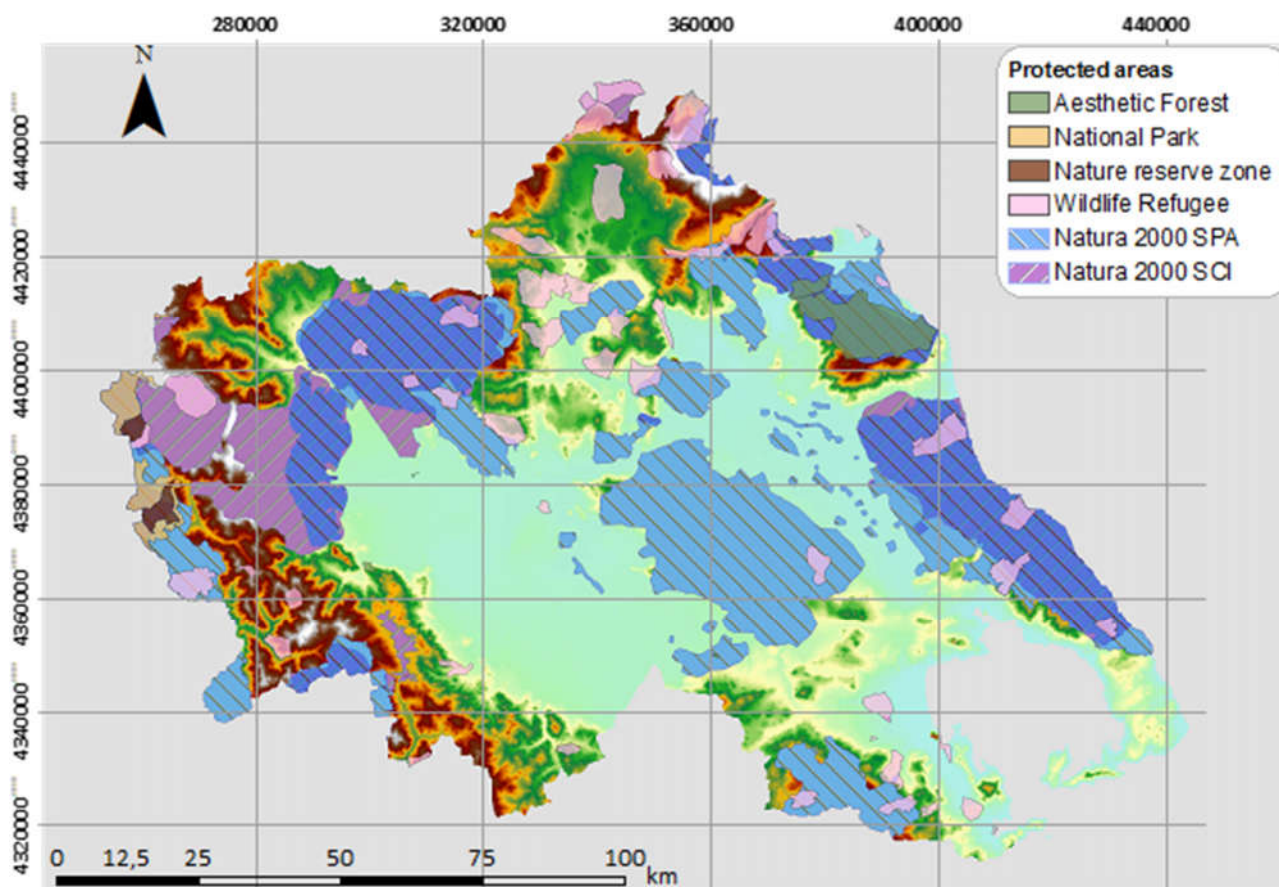
Αναφορικά με την **χλωρίδα** της περιοχής (WWF ΕΛΛΑΣ, 2008), κινούμενοι από τα υψηλότερα στα χαμηλότερα υψόμετρα της Θεσσαλίας αρχικά συναντάμε υποαλπικά ή ψευδοαλπικά λιβάδια (σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 1 600 m) και, στη συνέχεια, δάση οξιάς, τα οποία αναπτύσσονται ακριβώς μετά τη ζώνη της μαύρης Πεύκης (900-1 400 m). Σε υψόμετρα 700 και 900 m επικρατεί η ζώνη των φυλλοβόλων δέντρων, με κύριους αντιπροσώπους τις δρύες και την καστανιά, με ανθρωπογενή, ως επί το πλείστον, προέλευση, ενώ μέχρι και το υψόμετρο των 700 m συναντώνται θαμνώδεις διαπλάσεις σκληρόφυλλων με αριές ή και καλλιέργειες με οπωροφόρα, ελιές και αμπέλια (ιδιαίτερα στο νομό Μαγνησίας). Κατά μήκος των ποταμών κυριαρχούν δάση με πλατάνια, λεύκες, ιτιές και σπανιότερα σκλήθρα. Ιδιαίτερο βοτανικό ενδιαφέρον εμφανίζει η συνύπαρξη δύο ειδών ελάτης, της κεφαλληνιακής και της υβριδογενούς, τα οποία συναντώνται στην Καρδίτσα. Περιοχές με υψηλή βιοποικιλότητα στη Θεσσαλία είναι το Πήλιο, ο Ανατολικός Κόζιακας, το δυτικό και νότιο μέρος του Ολύμπου, τα Μετέωρα, ενώ οι σχετικά λίγες εναπομείνουσες φυσικές περιοχές του Θεσσαλικού κάμπου επίσης φιλοξενούν ενδιαφέροντα φυτικά είδη και υποείδη, όπως η βιόλα και το αγριογαρίφαλο.

Σχετικά με την **πανίδα** της περιοχής (WWF ΕΛΛΑΣ, 2008), υπάρχει επαρκής αριθμός αντιπροσώπων από τις διάφορες ταξινομικές ομάδες που απαντώνται στη χώρα μας. Τελευταία έχουν καταγραφεί επίσης σποραδικές εμφανίσεις αρκούδας (στην Όσσα). Στο Θεσσαλικό κάμπο βρίσκουμε τον μεγαλύτερο αναπαραγόμενο πληθυσμό από κερκινέζια (75% του συνολικού στην Ελλάδα), ενώ τα ψηλά βουνά της Θεσσαλίας αποτελούν σημαντικές περιοχές για αρπακτικά είδη, όπως ο ασπροπάρης (βρίσκεται σε πολύ υψηλό κίνδυνο, καθώς λίγα ζευγάρια φωλιάζουν ακόμη στα Μετέωρα), ο χρυσαετός (σε κίνδυνο) και ο μαυροπετρίτης. Επιπλέον, δεκάδες είδη ψαριών που διαβιούν σε λίμνες και ποτάμια έχουν καταγραφεί στη Θεσσαλία, όπως ο θεσσαλογωβιός (σε κίνδυνο), καθώς και πολλά ακόμα είδη ερπετών και αμφιβίων, εκ των οποίων αρκετά προστατεύονται από διεθνείς συμβάσεις, όπως ο αλπικός τρίτωνας. Οι ιζηματογενούς προέλευσης

και ύψους έως και 600 m βράχοι των Μετεώρων αποτελούν ιδανικό βιότοπο για αρκετά είδη σπάνιων αρπακτικών και άλλων πουλιών, αλλά και για σημαντικούς πληθυσμούς νυχτερίδων που φωλιάζουν στις σπηλιές της περιοχής.

Ενδεικτική της οικολογικής αξίας της περιοχής είναι η ύπαρξη 35 περιοχών του δικτύου Natura 2000 εντός του ηπειρωτικού τμήματος της Θεσσαλίας (βλ. Πίνακα 5.2), και των ακόλουθων προστατευόμενων περιοχών (βλ. και Εικόνα 5.4), οι οποίες αποτελούν περιοχές ασύμβατες είτε θεσμικά είτε περιβαλλοντικά με την χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ:

- α. Τμήμα του Εθνικού Πάρκου - Εθνικού Δρυμού Ολύμπου και του Εθνικού Πάρκου Τζουμέρκων - Περιστερίου και Χαράδρας Αράχθου (Ζώνη ΙΙΙ)
- β. Δύο περιοχές προστασίας της φύσης χαρακτηρισμένες το 2009 εντός του Εθνικού Πάρκου Τζουμέρκων-Περιστερίου και της χαράδρας Αράχθου (Τσούμα Πλαστάρι Κούτσουρο (ζώνη ΙΔ), Παχτουρίου Αθαμανίας (Ζώνη ΙΓ))
- γ. Έξι Αισθητικά Δάση (Κουιάδα Τεμπών Λάρισας, Δάσος Καραϊσκάκη Καρδίτσας, Δάσος Φαρσάλων Λάρισας, Δασικό σύμπλεγμα Όσσας Λάρισας, Δάσος Λόφων Κάστρου Αηλιά Τρικάλων, Δρυοδάσος Κουρί Αλμυρού Μαγνησίας)
- δ. 62 Καταφύγια Άγριας Ζωής
- ε. Μια περιοχή UNESCO (Μετέωρα)



Εικόνα 5.4 Περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος (ΕΕΑ, 2015)

**Πίνακας 5.2 Περιοχές Natura 2000 της Περιφέρειας Θεσσαλίας (ΕΕΑ, 2016)**

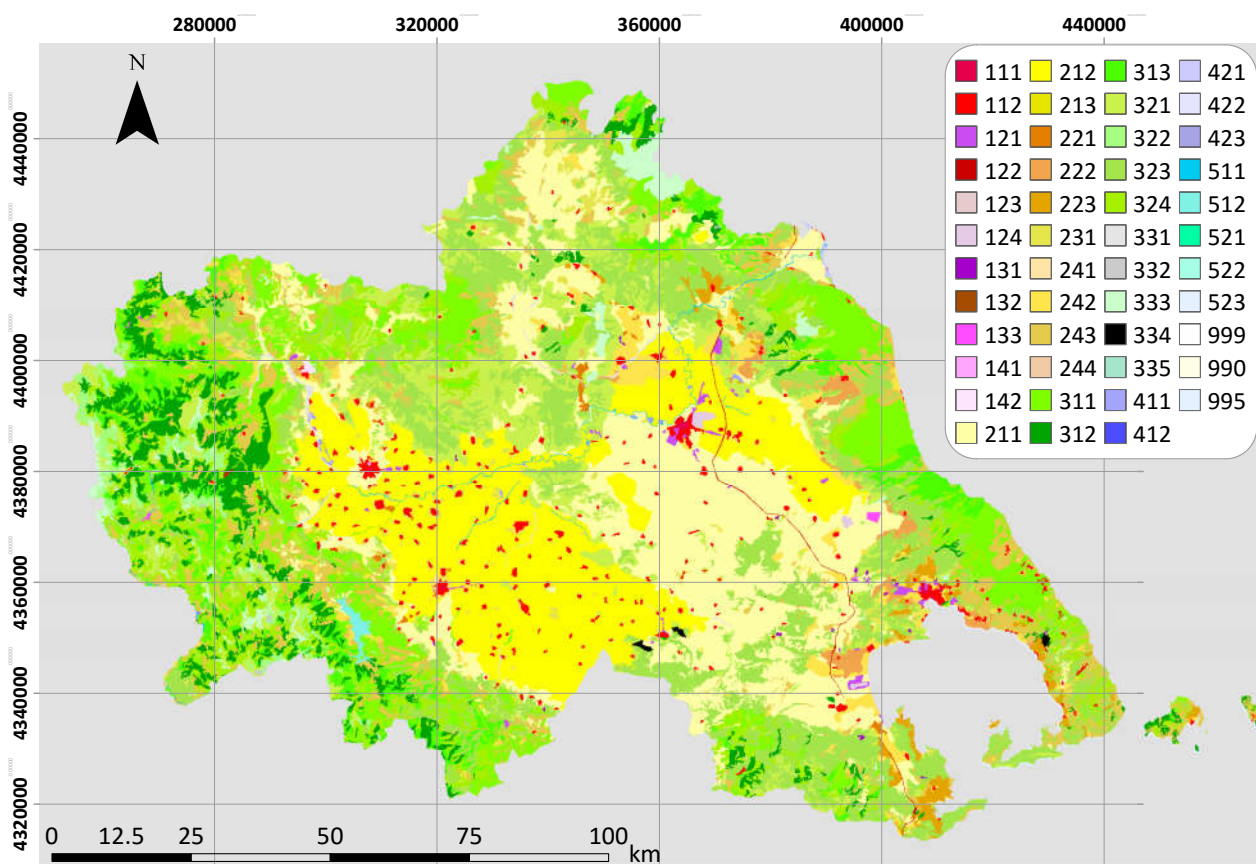
<b>Κωδικός</b>	<b>Εμβαδόν (ha)</b>	<b>Τύπος</b>	<b>Ονομασία (λατινική)</b>
GR1250001	5960,82	SPASCI	Oros Olympos
GR2130007	5536,84	SPASCI	Oros Lakmos (Peristeri)
GR1420005	1335,87	SPASCI	Aisthitiko Dasos Koiladas Tempon
GR1420013	9476,99	SPA	Periochi Tyrnavou
GR1440006	19726,47	SPA	Koryfes Orous Koziaka
GR1420011	95596,12	SPA	Periochi Thessalikou Kampou
GR1420009	4169,49	SPA	Stena Kalamakiou Kai Ori Zarkou
GR1420012	4928,54	SPA	Periochi Farsalon
GR1430006	20793,42	SPA	Oros Othrys, Vouna Gkouras Kai Farangi Palaiokerasias
GR1420008	22046,79	SPA	Kato Olympos, Oros Godamani Kai Koilada Rodias
GR1420007	24125,70	SPA	Oros Ossa
GR1420006	37125,28	SPA	Oros Mavrovouni
GR2430002	8223,42	SPA	Ori Agrafta
GR1430008	36190,25	SPA	Oros Pilio
GR1420015	3031,90	SPA	Delta Pineiou
GR1420014	7369,38	SPA	Periochi Ellassonas
GR1430007	12416,33	SPA	Periochi Tamieftiron Proin Limnis Karlas
GR2130013	21565,91	SPA	Evryteri Periochi Athamanikon Oreon
GR2110006	6191,77	SPA	Koilada Acheloou Kai Ori Valtou
GR1440005	71950,12	SPA	Antichasia Ori Kai Meteora
GR1250002	23,28	SCI	Pieria Ori
GR1250003	4093,63	SCI	Oros Titaros
GR1410001	2982,05	SCI	Periochi Limnis Tavropou
GR1410002	4621,42	SCI	Agrafta
GR1420001	9912,50	SCI	Kato Olympos - Kallipefki
GR1420003	19579,91	SCI	Aisthitiko Dasos Ossas
GR1420004	40233,98	SCI	Karla - Mavrovouni - Kefalovryso Velestinou - Neochori
GR1420010	474,19	SCI	Stena Kalamakiou
GR1430001	28905,03	SCI	Oros Pilio Kai Paraktia Thalassia Zoni
GR1430002	100,23	SCI	Kouri Almyrou - Agios Serafeim
GR1440001	20091,56	SCI	Aspropotamos
GR1440002	50431,17	SCI	Kerketio Oros (Koziakas)
GR1440003	60550,46	SCI	Antichasia Ori - Meteora
GR2110002	4322,00	SCI	Ori Athamanon (Neraida)
GR2130006	1331,47	SCI	Periochi Metsovou (Anilio - Katara)

## 5.5 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Όπως είναι αναμενόμενο, η ευνοϊκή γεωμορφολογία, υδρογραφία και οι κλιματικές συνθήκες στην Θεσσαλία έχουν οδηγήσει σε σημαντική κάλυψη της γης με αγροτικές δραστηριότητες. Ωστόσο, έχουμε ακόμη σημαντική κάλυψη με δασικές εκτάσεις. Στην επόμενη παράγραφο, γίνεται μια αποτύπωση των χρήσεων γης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας μέσω του Corine 2000 και ενδεχομένων μεταβολών που σημειώθηκαν. Γίνεται επίσης, μια αναφορά στις λατομικές ζώνες, μέσω χωρικών δεδομένων που παρέχει το ΥΠΕΝ.

### 5.5.1 CORINE 2000

Στην Περιφέρεια Θεσσαλίας συναντάται ποικιλία χρήσεων γης, όπως φαίνεται και στους Πίνακες 5.3 και 5.4. Ειδικότερα, η μη αρδευόμενη αρόσιμη γη καταλαμβάνει το 17% και οι μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις, που αναπτύσσονται στις κεντρικές περιοχές, καταλαμβάνουν περίπου το 15% της Θεσσαλίας. Επίσης, οι ετερογενείς αγροτικές περιοχές εκτείνονται στο 9%, ενώ τα δάση στο 17% της έκτασης, στους περιμετρικούς ορεινούς όγκους. Σημαντική κάλυψη της περιφέρειας αποτελούν και οι φυσικοί βοσκότοποι, με ποσοστό περίπου 9%, και η σκληροφυλική βλάστηση με 8%. Οι μόνιμες καλλιέργειες αποτελούνται από ελαιώνες, αμπέλια και οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς, τα οποία καταλαμβάνουν μόλις το 2% της περιφέρειας. Τέλος, οι οικιστικές περιοχές καλύπτουν μόλις το 1.4% της έκτασης, παρουσιάζοντας σημαντική διασπορά.



Εικόνα 5.5 Χρήσεις γης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας κατά Corine 2000 (ΕΕΑ,2015)

**Πίνακας 5.3 Υπόμνημα Corine 2000 και ποσοστά κάλυψης ανά χρήση γης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (EEA, 2015)**

<b>Κωδ</b>	<b>Επίπεδο 1</b>	<b>Επίπεδο 2</b>	<b>Επίπεδο 3</b>	<b>Ποσοστό</b>
111	Artificial surfaces	Urban fabric	Continuous urban fabric	0,04%
112	Artificial surfaces	Urban fabric	Discontinuous urban fabric	1,37%
121	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Industrial or commercial units	0,28%
122	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Road and rail networks and associated land	0,10%
123	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Port areas	0,00%
124	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Airports	0,10%
131	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Mineral extraction sites	0,04%
132	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Dump sites	0,00%
133	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Construction sites	0,05%
141	Artificial surfaces	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Green urban areas	0,00%
142	Artificial surfaces	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Sport and leisure facilities	0,04%
211	Agricultural areas	Arable land	Non-irrigated arable land	17,28%
212	Agricultural areas	Arable land	Permanently irrigated land	14,71%
213	Agricultural areas	Arable land	Rice fields	0,01%
221	Agricultural areas	Permanent crops	Vineyards	0,16%
222	Agricultural areas	Permanent crops	Fruit trees and berry plantations	0,74%
223	Agricultural areas	Permanent crops	Olive groves	1,00%
231	Agricultural areas	Pastures	Pastures	1,19%
242	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Complex cultivation patterns	2,70%
243	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	6,39%
311	Forest and semi natural areas	Forests	Broad-leaved forest	8,76%
312	Forest and semi natural areas	Forests	Coniferous forest	4,98%
313	Forest and semi natural areas	Forests	Mixed forest	3,14%
<b>321</b>	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Natural grasslands	8,87%

**Πίνακας 5.4 (Συνέχεια) Υπόμνημα Corine 2000 και ποσοστά κάλυψης ανά χρήση γης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας**

Κωδ	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 3	Ποσοστό
322	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Moors and heathland	0,98%
324	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Transitional woodland-shrub	8,26%
331	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Beaches, dunes, sands	0,29%
332	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Bare rocks	0,03%
333	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Sparsely vegetated areas	1,30%
334	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Burnt areas	0,05%
411	Wetlands	Inland wetlands	Inland marshes	0,06%
421	Wetlands	Maritime wetlands	Salt marshes	0,04%
511	Water bodies	Inland waters	Water courses	0,18%
512	Water bodies	Inland waters	Water bodies	0,15%
523	Water bodies	Marine waters	Sea and ocean	0,40%

Σύμφωνα με την χαρτογράφηση του WWF ΕΛΛΑΣ για την μεταβολή των χρήσεων γης το διάστημα 1987-2007, το 2007 το 46,2% της Θεσσαλίας καλυπτόταν από γεωργική γη, ποσοστό μεγαλύτερο από το αντίστοιχο του 1987 (41%). Με 22% ακολουθούν οι εκτάσεις χαμηλής βλάστησης (25% το 1987) και με ποσοστά 10% και 8% αντίστοιχα τα δάση πλατύφυλλων και οι θαμνότοποι, καλύψεις που παρουσιάζουν σχετική σταθερότητα για στο διάστημα 1987-2007. Συνολικά, η εικόνα της Θεσσαλίας κατά την περίοδο μελέτης παρουσιάζει υποχώρηση σχεδόν όλων των φυσικών καλύψεων (κυρίως των εκτάσεων χαμηλής βλάστησης και των δασών κωνοφόρων), προς όφελος μιας σημαντικής επέκτασης της γεωργικής γης. Η μείωση κατά περίπου 10% των υδάτινων επιφανειών που παρατηρήθηκε πιθανότατα σχετίζεται με συγκυριακές αυξομειώσεις στις ετήσιες βροχοπτώσεις, τις αρδευτικές ανάγκες και την εποχή λήψης της δορυφορικής εικόνας.

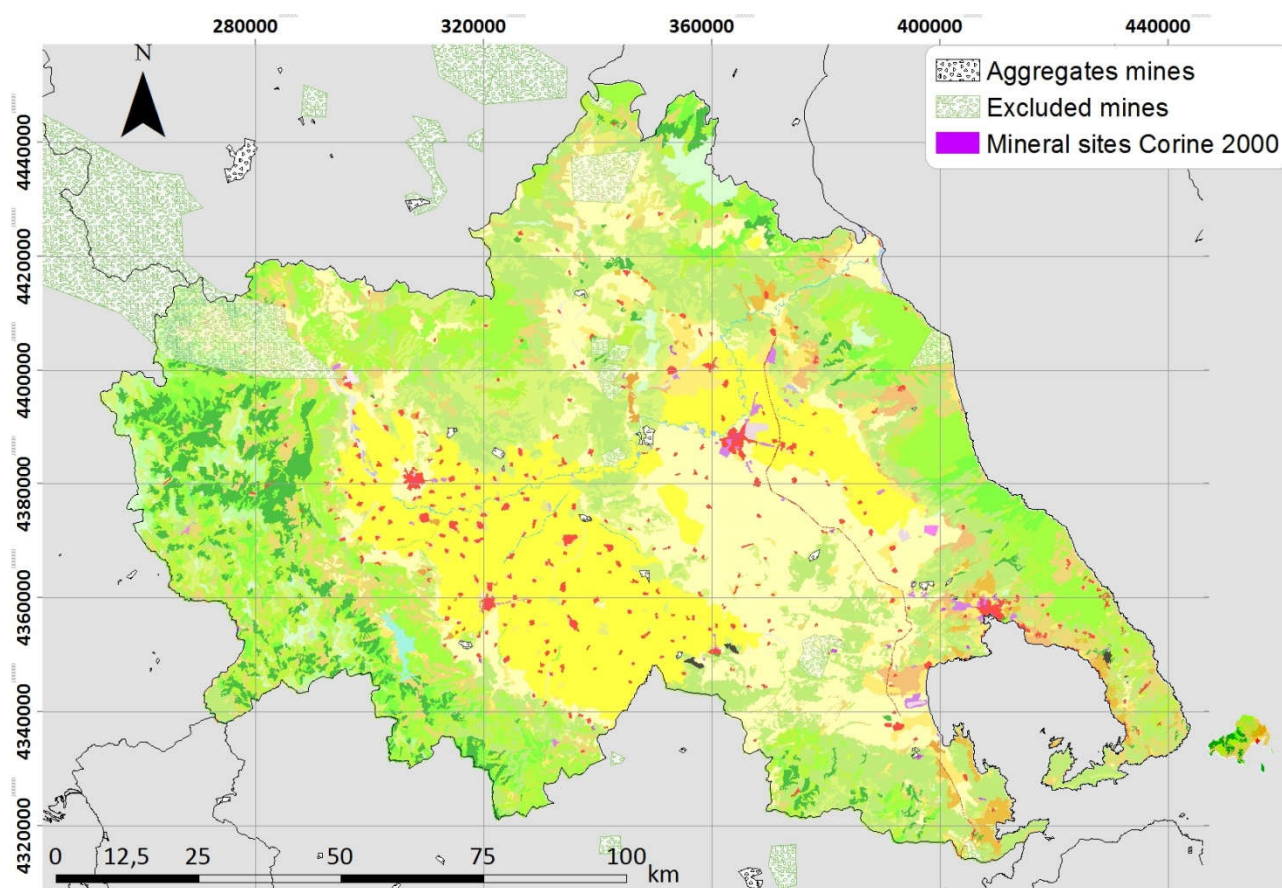
### 5.5.2 ΛΑΤΟΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΥΠΕΝ

Για τις λατομικές ζώνες, πέραν των δεδομένων που παρέχονται από το Corine 2000, είναι διαθέσιμη και η πύλη ΛΑΤΟΜΕΤ της Γενικής Διεύθυνσης Φυσικού Πλούτου του ΥΠΕΝ, από την οποία παρέχονται ανοιχτά δεδομένα σχετικά με τις θέσεις των μεταλλείων και λατομείων της Ελλάδας ανά κατηγορία δραστηριότητας (μεταλλείο, λατομείο αδρανών, μαρμάρων, βιομηχανικών ορυκτών, κλπ.).

Οι λατομικές ζώνες αποτελούν περιοχές ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για την χωροθέτηση ΑΠΕ, καθώς οι ανενεργοί χώροι των λατομείων λόγω του βιομηχανικού τους χαρακτήρα, μπορούν να

αποτελέσουν ιδανικές περιοχές για τη χωροθέτηση τους. Σημαντικά πλεονεκτήματα που συγκεντρώνουν είναι ότι για τη προηγούμενη μεταφορά των εξορυκτικών υλών έχει ήδη διαμορφωθεί οδικό δίκτυο, αλλά και η περιοχή εξόρυξης έχει υποστεί εκχέρσωση και εξομάλυνση κλίσεων. Παρόλα αυτά, ο ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ στο Παράρτημα ΙΙ για την χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων ορίζει τις λατομικές ζώνες ως ασύμβατες χρήσεις για την χωροθέτηση ΑΠ, ενώ για τις λειτουργούσες επιφανειακά επιβάλλει ελάχιστη απόστασή 500 m.

Από την πύλη ΛΑΤΟΜΕΤ χρησιμοποιήθηκαν δυο αρχεία shapefile, ένα με τις εξαιρεμένες υπέρ του Δημοσίου λατομικές περιοχές, όπως αυτές έχουν προκύψει σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.Δ. 4433/1964 (ΦΕΚ 219/Α/12.11.1964, διορθ. ημαρτημένων ΦΕΚ 31/Α/25.02.1965), και ένα με τα λατομεία αδρανών υλικών, τα οποία φέρουν κατηγοριοποίηση με βάση την παρούσα κατάστασή τους (αποχαρκτηρισμένα, ενεργοποιημένα, κλπ.).



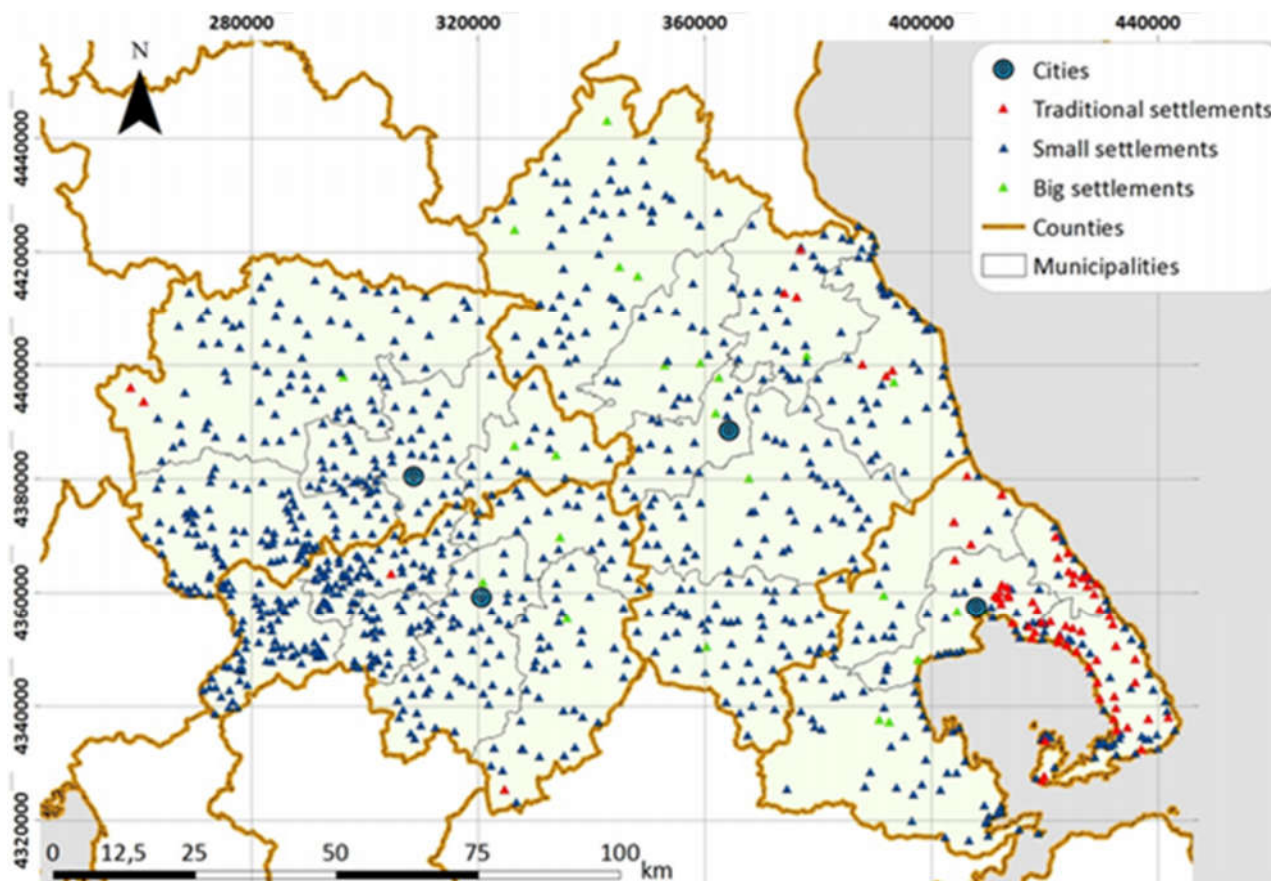
Εικόνα 5.6 Λατομικές ζώνες Περιφέρειας Θεσσαλίας (ΛΑΤΟΜΕΤ, 2016)

## 5.6 ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ, ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ & ΟΙΚΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας συγκεντρώνει, χωρίς τα νησιά των Σποράδων, το 6,65% του μόνιμου πληθυσμού της χώρας, με την Περιφερειακή Ενότητα Λάρισας να συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού της περιφέρειας, με περίπου 40% των μόνιμών να ζουν στα όρια της. Ακολουθούν οι Περιφέρειες Μαγνησίας με 26% και οι Περιφέρειες Τρικάλων και Καρδίτσας, με 18% και 16%, αντίστοιχα.

Πίνακας 5.5 Πληθυσμικά στοιχεία σε επίπεδο ΠΕ της ηπειρωτικής Θεσσαλίας (ΕΛΣΤΑΤ,2011)

Περιγραφή	Μόνιμος Πληθυσμός	Ποσοστά
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	10,816,286	-
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΑΡΙΣΑΣ	284,325	39.55% (επί της περιφέρειας Θεσσαλίας)
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	113,544	15.79% (επί της περιφέρειας Θεσσαλίας)
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	190,010	26.43% (επί της περιφέρειας Θεσσαλίας)
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΚΑΛΩΝ	131,085	18.23% (επί της περιφέρειας Θεσσαλίας)
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	718,964	6.65% (επί του συνόλου χώρας)



Εικόνα 5.7 Οικισμοί και διοικητικά όρια της Περιφέρειας Θεσσαλίας (ΕΛΣΤΑΤ, 2015)

Στον Πίνακα 5.5 παρουσιάζονται αναλυτικά στοιχεία για του μεγάλους πληθυσμικά οικισμούς. Παρατηρούμε ότι στις ΠΕ Τρικάλων και Καρδίτσας, η οικιστική δραστηριότητα παρουσιάζει μεγαλύτερη διασπορά, καθώς περίπου το 50% ζει σε οικισμούς με πάνω από 2000 μόνιμους κατοίκους, με αποτέλεσμα μεγαλύτερο αριθμό μικρών οικισμών. Το αντίθετο συμβαίνει στις ΠΕ Μαγνησίας και Λάρισας, όπου το 75% περίπου του πληθυσμού ζει σε μεγάλες πληθυσμικά περιοχές, με αποτέλεσμα μικρότερο αριθμό μικρών οικισμών (255 στην ΠΕ Λάρισας και 181 στην ΠΕ Μαγνησίας). Η διασπορά αυτή αναδεικνύεται από του χάρτες Corine 2000 (βλ. παράγραφο 5.5.1), όσο και από τον χάρτη της Εικόνας 5.7, όπου διακρίνεται η σημαντική συγκέντρωση μικρών πληθυσμικά οικισμών στα σύνορα των ΠΕ Τρικάλων και Καρδίτσας.



Πίνακας 5.6 Αναλυτικά πληθυσμιακά στοιχεία για τους πολυπληθείς οικισμούς ανά ΠΕ (ΕΛΣΤΑΤ, 2011)

Περιγραφή	Μόνιμος πληθυσμός		
<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΑΡΙΣΑΣ</b>			
Αγιά	3,169	Ποσοστό πληθυσμού σε οικισμούς με περισσότερους από 2000 κατοίκους <b>72.67%</b>	Αριθμός οικισμών με πληθυσμό μικρότερο των 2000 κατοίκων: <b>255</b>
Κρανέα Ελασσόνος	2,691		
Ελασσών	7,338		
Λιβάδι	2,244		
Τσαρίτσανη	2,040		
Νίκαια	3,876		
Γιάννουλη	7,847		
Φάλασσα	3,987		
Λάρισα	144,651		
Συκούριον	2,316		
Αμπελών	6,083		
Τύρναβος	11,069		
Φάρσαλα	9,298		
<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ</b>			
Καρδίτσα	38,554	Ποσοστό πληθυσμού σε οικισμούς με περισσότερους από 2000 κατοίκους <b>45.73%</b>	Αριθμός οικισμών με πληθυσμό μικρότερο των 2000 κατοίκων: <b>279</b>
Καρδίτσομαγούλα	2,063		
Παλαμάς	5,745		
Σοφάδες	5,556		
<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ</b>			
Αλμυρός	7,955	Ποσοστό πληθυσμού σε οικισμούς με περισσότερους από 2000 κατοίκους <b>77.18%</b>	Αριθμός οικισμών με πληθυσμό μικρότερο των 2000 κατοίκων: <b>181</b>
Ευξεινούπολις	2,281		
Αγριά	5,191		
Διμήνι	2,261		
Βόλος	86,046		
Νέα Αγχίαλος	5,132		
Νέα Ιωνία	32,661		
Ζαγορά	2,074		
Βελεστίον	3,044		
<b>ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΚΑΛΩΝ</b>			
Καλαμπάκα	8,330	Ποσοστό πληθυσμού σε οικισμούς με περισσότερους από 2000 κατοίκους <b>56.75%</b>	Αριθμός οικισμών με πληθυσμό μικρότερο των 2000 κατοίκων: <b>223</b>
Τρίκαλα	61,653		
Οιχαλία	2,357		
Φαρκαδών	2,052		

Πίνακας 5.7 Πληθυσμός παραδοσιακών οικισμών ανά περιφέρεια (ΕΛΣΤΑΤ, 2011; Μεταλληνού, 2013)

Όνομασία	Μόνιμοι κάτοικοι	Όνομασία	Μόνιμοι κάτοικοι
<b>Περιφερειακή ενότητα Μαγνησίας</b>			
Αγία Κυριακή	199	Μακρινίτσα	694
Αγία Παρασκευή	9	Μακρυρράχη	609
Άγιος Βλάσιος	322	Μετόχιον	78
Άγιος Γεώργιος Νηλείας	142	Μηλιές	640
Άγιος Δημήτριος	243	Μηλίνα	700
Άγιος Ιωάννης	179	Μουρέσιον	485
Άγιος Λαυρέντιος	273	Νεοχώριον	356
Άγιος Ονούφριος	475	Νταμούχαρη	33
Αγριά	5191	Ξορούχιον	219
Άλλη Μεριά	770	Ξινόβρυση	164
Ανακασιά	1012	Παλαιόν Τρικέριον	59
Ανήλιον	355	Πινακάτεσι	211
Άνω Βόλος	539	Πλατανιά	141
Άνω Γατζέα	297	Πλατανίδια	361
Άνω Λεχώνια	1068	Πορταριά	552
Αργαλαστή	1321	Πουρίον	402
Αφέται	339	Προμύριον	358
Άφυσσος	272	Σταγιάται	121
Βενέτον	67	Συκή	477
Βυζίτσα	255	Τρικέριον	1022
Γλαφυρά	237	Τσαγκαράδα	525
Δράκεια	381	Χορευτόν	131
Ζαγορά	2074	Χόρτον	147
Καλά Νερά	594	<b>Περιφερειακή ενότητα Τρικάλων</b>	
Καλαμάκιον	169	Ανθούσα	61
Κάλαμος	60	Τρίκαλα	61653
Κανάλια	1015	Χαλίκιοντα	31
Κατωχώριον	362	<b>Περιφερειακή ενότητα Λάρισας</b>	
Κάτω Γατζέα	360	Μεταξοχώριον	478
Κάτω Λεχώνια	1487	Αμπελάκια	388
Κεραμίδιον	338	Ανατολή	265
Κερασέα	280	Κρανέα	107
Κισσός	332	Μεγαλόβρυσον	199
Κορόπη	246	Τέμπη	63
Λαμπινού	24	<b>Περιφερειακή ενότητα Καρδίτσας</b>	
Λαύκος	511	Ελληνόπυργος	280
Λεφόκαστρον	67	Ρεντίνα	288
Λύρη	55		

Οι παραδοσιακοί οικισμοί, ο χαρακτηρισμός των οποίων άρχισε το 1978, ως είχε ως στόχο την κατά το δυνατόν μικρότερη αλλοίωση του χαρακτήρα τους, λόγω των αξιόλογων αρχιτεκτονικών και πολεοδομικών τους χαρακτηριστικών. Σε αυτό το πνεύμα ο ΕΠΧΣΑΑ επιβάλλει ελάχιστη απόσταση από τα όρια τους 1500 m για την εγκατάσταση αιολικών εγκαταστάσεων, ανεξαρτήτως του πληθυσμού τους (αν και στην πλειονότητά τους αποτελούν μικρού μεγέθους οικισμούς, με το 96% από αυτούς να έχουν πληθυσμό κάτω των 2000 κατοίκων).

Στην Θεσσαλία ανήκουν 72 ηπειρωτικοί παραδοσιακοί οικισμοί και 2 νησιωτικοί. Πρόκειται για σημαντική συγκέντρωση (8,2% ποσοστό παραδοσιακών οικισμών επί του συνολικού αριθμού της χώρας), η οποία την κατατάσσει στην τρίτη θέση, μετά την Πελοπόννησο, που διατηρεί το 18,7% των παραδοσιακών οικισμών (173), και την Ήπειρο, που υπερέχει ελάχιστα, με ποσοστό 8,9%. Από την χωρική απεικόνισή των παραδοσιακών οικισμών εξαιρέθηκε ο Κατηγιώργης, για τον οποίο δεν βρέθηκαν χωρικά και πληθυσμιακά δεδομένα, οπότε ο τελικός τους αριθμός ανήλθε σε 71.

Σημειώνεται ότι η Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας κατατάσσεται στους νομούς με την μεγαλύτερη συγκέντρωση παραδοσιακών οικισμών στην Ελλάδα, κάτι που δημιουργεί ιδιαίτερο πρόβλημα, καθώς η χερσόνησος του Πηλίου αποτελεί από τις λίγες ζώνες επαρκούς αιολικού δυναμικού στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (Πίνακας 5.7).

## **5.7 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟΥ & ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ**

Στην Περιφέρεια Θεσσαλίας βρίσκεται πλήθος αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων, αλλά και πολλές ιερές μονές, που συγκεντρώνουν σημαντικό αριθμό επισκεπτών. Μια από τις δύο περιοχές UNESCO της Ελλάδας, τα Μετέωρα, βρίσκονται στην ΠΕ Τρικάλων και καταλαμβάνει περί τα 3 km<sup>2</sup>. Πρόκειται για ιδιαίτερα τουριστικό νομό που συγκεντρώνει σημαντικό αριθμό επισκεπτών λόγω του ιδιαίτερης γεωμορφολογίας, του μεγάλου αριθμού παραδοσιακών οικισμών και των υδάτινων σωμάτων, όπως η λίμνη Πλαστήρα, που συγκεντρώνει σημαντικό αριθμό τουριστικών επισκεπτών. Μιας και δεν παρέχονται αναλυτικά δεδομένα για τα τουριστικά καταλύματα, τις ακτές και τις λοιπές περιοχές συγκέντρωσης τουριστικού ενδιαφέροντος, για τις ανάγκες της εργασίας λαμβάνονται όλες οι περιοχές που βρίσκονται πλησίον των ακτών και των ποταμών της Περιφέρειας Θεσσαλίας.

Στην τουριστική πύλη του νομού Θεσσαλίας (<http://gothessaly.gr/places.html>), δίνονται πολλές πληροφορίες μέσω διαδραστικού χάρτη για της περιοχές τουριστικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος. Συγκεκριμένα δίνονται στοιχεία για 54 Ιερές Μονές, 14 αρχαιολογικούς χώρους, 15 μνημεία και 21 μουσεία. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η συγκέντρωση αρχαιολογικών χώρων στην ΠΕ Λάρισας με τους αρχαιολογικούς χώρους Δολιχής, Πυθίου και Αζώρου στα βόρεια της ΠΕ και τα Ά και Β αρχαία Θέατρα Λάρισας, πλησίον της Λάρισας. Στην ΠΕ Τρικάλων συναντάται η αρχαία και βυζαντινή πόλη των Φαρσάλων και νοτιοδυτικά της Λάρισας ο αρχαιολογικός χώρος Κραννώννα. Στην ΠΕ Μαγνησίας βρίσκεται, κοντά στην πόλη του Βόλου, ο αρχαιολογικός χώρος του Διμηνιού, ο προϊστορικός οικισμός του Σέσκλου και η αρχαία Δημητριάδα. Στην ΠΕ Μαγνησίας, πλησίον της

λίμνης Κάρλας, συναντάται ακόμη και ο προϊστορικός οικισμός στη θέση Παλιοσκάλα, και πιο βόρεια η Ελληνιστική αγροικία στην Αμυγδαλή.

Και οι τέσσερις νομοί παρουσιάζουν ιδιαίτερα έντονη τουριστική κίνηση, η οποία υποστηρίζεται από ιστοτόπους με τις περιοχές τουριστικού ενδιαφέροντος για κάθε ΠΕ για την ενημέρωση του επισκέπτη (<http://www.thessaly.gov.gr/main.aspx?catid=301>). Ενδεικτικά, ο Ν. Καρδίτσας αποτελεί πόλο έλξης για την ιδιαίτερη ομορφιάς λίμνη Πλαστήρα, ο Ν. Τρικάλων για τα Μετέωρα, ο Ν. Μαγνησίας για το συνδυασμό βουνού και θάλασσας, την περιοχή του Πηλίου και τα γραφικά χώρια, προσελκύοντας τουρισμό όλο το χρόνο, και, τέλος, ο Ν. Λάρισας μεταξύ άλλων για της ευκαιρίες ορειβασίας, κολύμβησης και αρχαιολογικών περιηγήσεων που προσφέρει.

Σύμφωνα με τους Πολύζο & Σαρατσή (2013), η ΠΕ Μαγνησίας παρουσιάζει την πλέον εντυπωσιακή τουριστική εξέλιξη της Περιφέρειας, συγκεντρώνοντας το 65% του τουριστικού πληθυσμού της. Συγκεκριμένα, ενώ η πληρότητα των ξενοδοχειακών μονάδων σε επίπεδο Περιφέρειας είναι 38-42%, σε σχέση με το 55% που είναι ο εθνικός Μ.Ο, η ΠΕ Μαγνησίας τριπλασίασε τον ετήσιο αριθμό διανυκτερεύσεων στην περίοδο 1983-2010, φθάνοντας το 2010 περί της 1,200,000. Είναι επίσης μαζί με τον Ν. Τρικάλων από τους πιο εξωστρεφείς νομούς, με 400,000 από τους επισκέπτες της να είναι αλλοδαποί.

## 5.8 ΥΠΟΔΟΜΕΣ

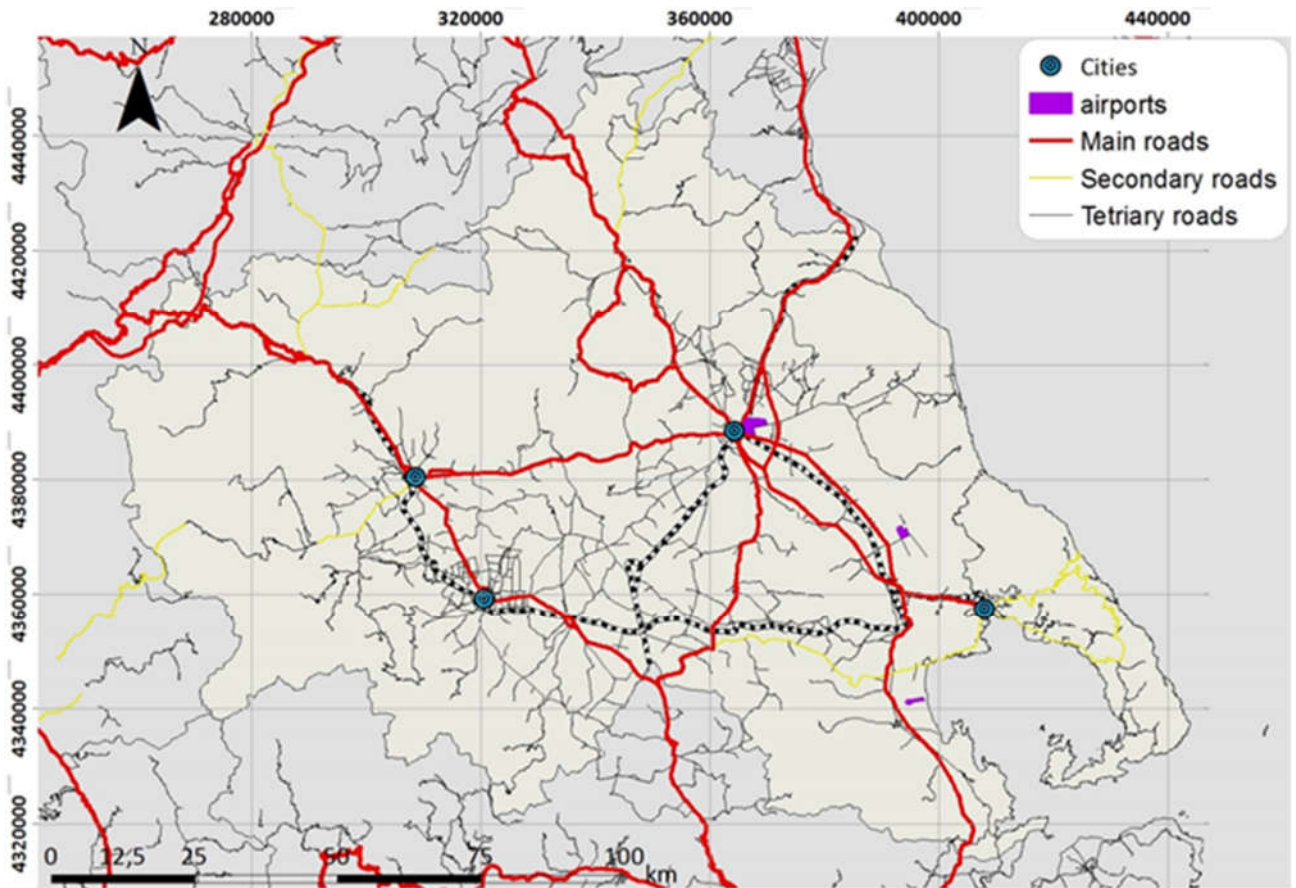
Στην παράγραφο αυτή αναλύονται οι υποδομές της Περιφέρειας Θεσσαλίας, οι οποίες αποτελούν σημαντικό περιορισμό, αλλά και οικονομοτεχνικό παράγοντα για τις εγκαταστάσεις ΑΠΕ. Ακολουθεί συνοπτική περιγραφή του οδικού, σιδηροδρομικού δικτύου και ηλεκτρικού δικτύου διανομής και μεταφοράς ενέργειας, αλλά και κάποια στοιχεία για τις εγκαταστάσεις αεροπλοΐας.

### 5.8.1 ΟΔΙΚΟ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η Θεσσαλία έχει ικανοποιητική πυκνότητα οδικό δικτύου, με περίπου 4000 km συνολικό μήκος οδικών αξόνων, το οποίο κρίνεται επαρκές για την έκταση και τον πληθυσμό της Περιφέρειας (Εγνατία Α.Ε., 2009). Στον Πίνακα 5.8 φαίνονται αναλυτικά στοιχεία. Το οδικό δίκτυο αποτελεί σημαντική οικονομοτεχνική παράμετρο για τις επενδύσεις σε ΑΠΕ, κυρίως αιολικών εγκαταστάσεων, καθώς για την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού δυσπρόσιτων περιοχών απαιτούνται σημαντικές δαπάνες για την κατασκευή κατάλληλου οδικού δικτύου για την μεταφορά των αιολικών μηχανών, που μπορεί να καταστήσουν την επένδυση ασύμφορη. Για λόγους ασφαλείας, για τις αιολικές εγκαταστάσεις επιβάλλεται μια ελάχιστη απόσταση από το οδικό δίκτυο ίση με 1,5D. Ευνοϊκή για τη χωροθέτηση είναι και η ύπαρξη σιδηροδρομικού δικτύου.

Πίνακας 5.8 Μήκη και πυκνότητες οδικού δικτύου ανά επίπεδο

	Κυρίως οδικό δίκτυο	Δευτερεύον οδικό δίκτυο	Τριτεύον οδικό δίκτυο	Σύνολο
Μήκος (km)	648	153	2570	3371
Πυκνότητα (km/km <sup>2</sup> )	4.61%	1.09%	18.29%	23.99%



Εικόνα 5.8 Οδικό, σιδηροδρομικό δίκτυο και αεροδρόμια Περιφέρειας Θεσσαλίας

### 5.8.2 ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ & ΛΙΜΑΝΙΑ

Στην Περιφέρεια Θεσσαλίας λειτουργούν τρία αεροδρόμια, ένα επιβατικό (Κρατικός Αερολιμένας Νέας Αγχιάλου, που άρχισε την λειτουργία του το 1993) και δύο στρατιωτικά. Κυριότερο είναι το Αεροδρόμιο Λάρισας (Κρατικός Αερολιμένας Λάρισας «Θεσσαλία») ή Αεροπορική Βάση Λάρισας, το οποίο είναι το αρχαιότερο Ελληνικό αεροδρόμιο. Αποτελούσε το εμπορικό αεροδρόμιο της Λάρισας μέχρι το 1997, όταν μετατράπηκε από πολιτικό σε στρατιωτικό αεροδρόμιο. Μέχρι και σήμερα χρησιμοποιείται αποκλειστικά από στρατιωτικά αεροσκάφη. Τέλος, το στρατιωτικό αεροδρόμιο Στεφανοβικείου βρίσκεται πλησίον του χωριού Στεφανοβίκιο του νομού Μαγνησίας, και απέχει 20 km από τη πόλη του Βόλου.

Σημαντικό λιμάνι της Περιφέρειας είναι αυτό της πόλης του Βόλου, το οποίο αποτελεί εμπορικό και επιβατικό λιμένα και λειτουργεί από το 1893. Στο Νομό Λάρισας υπάρχουν δύο μικροί λιμένες, του Αγιοκάμπου και του Στομίου, το οποίο χρησιμεύει ως αλιευτικό καταφύγιο.

### 5.8.3 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ο Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ), ο οποίος συστάθηκε με βάση τον Ν. 4001/2011 σχετικά με το νομικό και λειτουργικό διαχωρισμό των μονοπωλιακών

δραστηριοτήτων μεταφοράς και διανομής των καθετοποιημένων επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στον κλάδο της ενέργειας, παρέχει χρήσιμα στοιχεία για το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς ενέργειας.

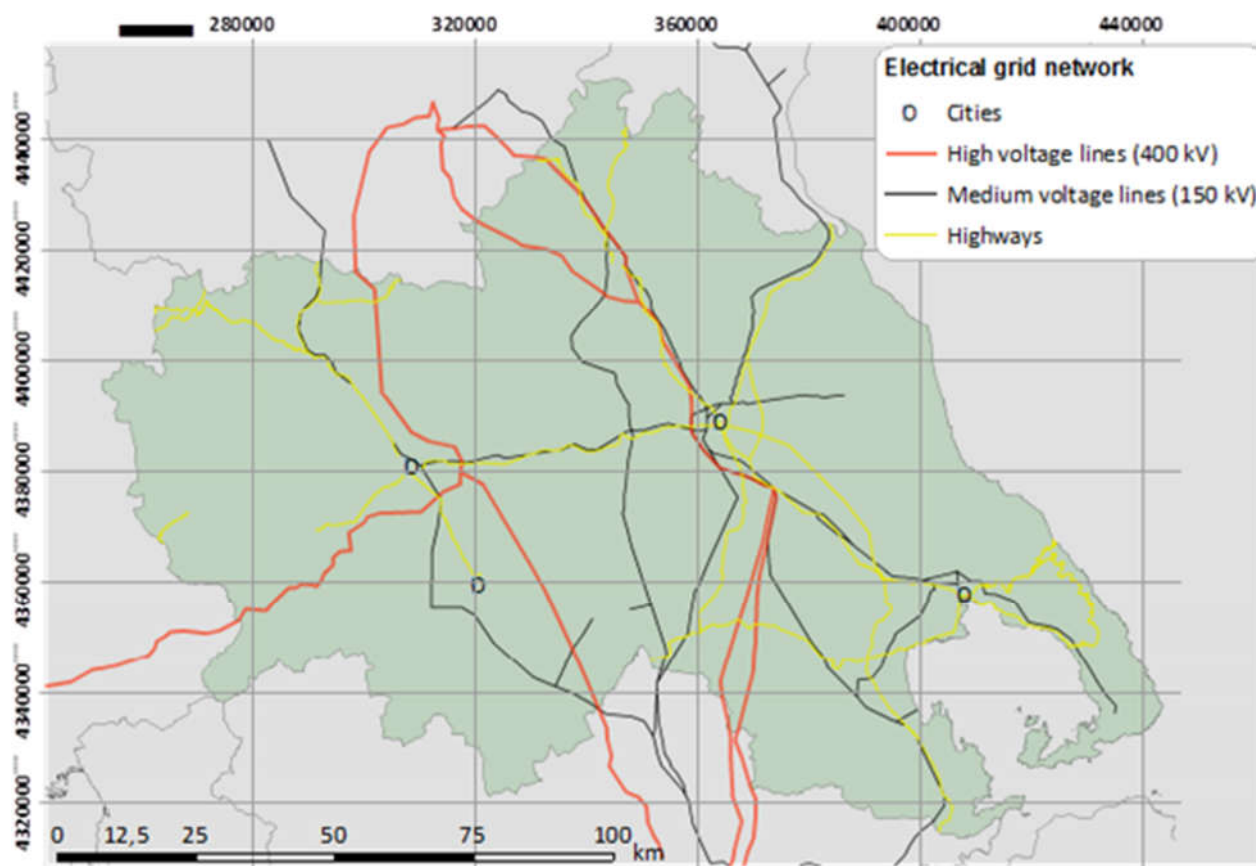
Η έκκεντρη θέση μεταξύ ενεργειακής παραγωγής και κατανάλωσης στην χώρα μας, με περίπου το 70% της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής της χώρας να παράγεται στις λιγνιτικές μονάδες της Δυτικής Μακεδονίας, αυξάνει της απαιτήσεις για εκτενές και αξιόπιστο σύστημα μεταφοράς στα μεγάλα κέντρα κατανάλωσης της Κεντρικής και Νότιας Ελλάδας, όπου καταναλώνεται περίπου το 65% της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το ελληνικό διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς αποτελείται, όπως αποτυπώνεται στον Πίνακα 5.9, από τρεις γραμμές διπλού κυκλώματος υψηλής τάσης 400 kV, που κυρίως μεταφέρουν ηλεκτρικό ρεύμα από το σπουδαιότερο για την χώρα μας ενεργειακό κέντρο παραγωγής της Δυτικής Μακεδονίας. Διαθέτει επιπλέον γραμμές υψηλής τάσης των 400 kV, καθώς επίσης εναέριες, υπόγειες γραμμές και υποβρύχια καλώδια μέσης τάσης των 150 kV που συνδέουν την Άνδρο και τα νησιά της Δυτικής Ελλάδας, Κέρκυρα, Λευκάδα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθο με το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς, καθώς και μία υποβρύχια διασύνδεση της Κέρκυρας με την Ηγουμενίτσα, στα 66 kV. Την 31η Δεκεμβρίου 2013, το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς αποτελούνταν από 11.23 km γραμμών μεταφοράς.

**Πίνακας 5.9 Μήκη διασυνδεδεμένου συστήματος μεταφοράς ενέργειας (ΑΔΜΗΕ, 2013)**

	400kV	Σ.Π. (D.C.) 400kV	150 kV	66 kV	ΣΥΝΟΛΟ
ΕΝΑΕΡΙΕΣ (km)	2.65	107	8.15	39	10.95
ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ (km)	0.58		140	15	155
ΥΠΟΓΕΙΕΣ (km)	30		101		131
ΣΥΝΟΛΟ	2.67	107	8.39	54	11.23

Ο χάρτης του ηλεκτρικού δικτύου μεταφοράς ενέργειας παρέχεται από των ΑΔΜΗΕ σε μορφή pdf. Για την ανάγκες της εργασίας, ο χάρτης ψηφιοποιήθηκε με χρήση του Editor του ArcGIS. Η ψηφιοποίηση έγινε για τις γραμμές μέσης και υψηλής τάσης, όπως διακρίνεται στον χάρτη της Εικόνας 5.9, μη λαμβάνοντας υπόψη την διάκρισή μεταξύ διπλού ή απλού κυκλώματος. Σχεδόν όλες οι γραμμές διασχίζουν την Θεσσαλία από βορρά προς νότο, οδεύοντας προς την Αττική. Στον χάρτη του ΑΔΜΗΕ που διατίθεται στο παράρτημα διακρίνονται πολλοί Υποσταθμοί (Υ/Σ) υποβιβασμού 150/20kV, ενώ διακρίνεται και Υ/Σ υποβιβασμού 150kV/MT στην περιοχή του Αλμυρού, για την σύνδεση των ΑΠΕ της περιοχής. Ένας δεύτερος διακρίνεται στα σύνορα Καρδίτσας-Ευρυτανίας στην περιοχή Αυλάκι, ενώ στην περιοχή του Ταυρωπού λειτουργεί και υδροηλεκτρικός σταθμός παραγωγής, με Υ/Σ ανύψωσης τάσης. Τέλος, υπάρχουν και δυο Κέντρα Υπερύψηλης Τάσης (ΚΥΤ) 400/150kV για τον υποβιβασμό της υψηλής σε μέση τάση.



Εικόνα 5.9 Δίκτυο διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΔΜΗΕ, 2013)

Στην παρούσα εργασία ασχολούμαστε με τους ανεξάρτητους παραγωγούς, των οποίων όλη η παραγόμενη ενέργεια εγχέεται στο δίκτυο ΔΕΗ. Το μέγεθος των παραγωγών ΑΠΕ μπορεί να κυμαίνεται από μερικά kW έως αρκετά MW και η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο εξαρτάται κυρίως από την ισχύ εξόδου τους, οπότε συνδέονται είτε στο δίκτυο διανομής μέσης και χαμηλής τάσης (για μικρή ισχύ εξόδου) είτε στο σύστημα μεταφοράς υψηλής τάσης. Στον Πίνακα 5.10 παρατίθεται ο πιθανός τρόπος διασύνδεσης στο δίκτυο βάσει της συμφωνημένης ισχύος ενός παραγωγού.

Πίνακας 5.10 Τρόπος εισαγωγής στο δίκτυο ανάλογα με την ισχύ εξόδου του παραγωγού (Τσούτσος κ.ά., 2015)

Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	Τάση και είδος κυκλώματος δικτύου σύνδεσης
<0.1	Χαμηλής Τάσης
4	Μέσης τάσης σε υφιστάμενη γραμμή με πιθανή ενίσχυση
6	Μέσης τάσης με αποκλειστική γραμμή απλού κυκλώματος
20	Μέσης τάσης με αποκλειστική γραμμή διπλού κυκλώματος
>20	Υψηλής τάσης με κατασκευή ιδιαίτερου Υ/Σ ανύψωσης ΥΤ/ΜΤ

Συγκεκριμένα, η σύνδεση φωτοβολταϊκών σταθμών ισχύος άνω των 100 kW γίνεται με το δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ, με απαραίτητη την ύπαρξη Υ/Σ μέσης τάσης. Στην περίπτωση αυτή, ο παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να εγκαταστήσει υποσταθμό για σύνδεση του σταθμού απευθείας στο δίκτυο μέσης τάσης. Για τη διασύνδεση των φωτοβολταϊκών συστημάτων γενικά

μπορεί να ακολουθεί ο ακόλουθος διαχωρισμός, ο οποίος γίνεται με βάση την ισχύ του φωτοβολταϊκού σταθμού και είναι σύμφωνος με τις τεχνικές οδηγίες του ΔΕΔΔΗΕ και της ΔΕΗ.

- α. Σύνδεση φωτοβολταϊκών σταθμών ισχύος μέχρι και 100 kW με το δίκτυο χαμηλής τάσης
- β. Σύνδεση φωτοβολταϊκών σταθμών ισχύος πάνω από 100 kW με το δίκτυο μέσης τάσης

Στην περίπτωση ενός μικρού παραγωγού αιολικής ενέργειας (εγκατεστημένης ισχύος έως 20 MW), η μεταφορά της παραγόμενης ενέργειας γίνεται συνήθως με γραμμές μέσης τάσης, οι οποίες αποτελούνται από τους κοινούς ξύλινους στύλους που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ ή από υπόγεια καλώδια. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι ξύλινοι στύλοι των γραμμών μέσης τάσης πρακτικά αφομοιώνονται με το τοπίο και δε δημιουργούν απαγορευτική θέα στους κατοίκους της περιοχής από την οποία διέρχεται η γραμμή. Ακόμη, ουσιαστικά μηδενική οπτική όχληση προκύπτει από τη χρησιμοποίηση υπογείων καλωδίων. Όσον αφορά στους πιο μεγάλους παραγωγούς (εγκατεστημένης ισχύος μεγαλύτερης των 20 MW), τα έργα ηλεκτρικής διασύνδεσης περιλαμβάνουν την κατασκευή Υποσταθμού Ανύψωσης (Υ/Σ) τάσης και την κατασκευή γραμμής μεταφοράς υψηλής τάσης.

## 5.9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑ

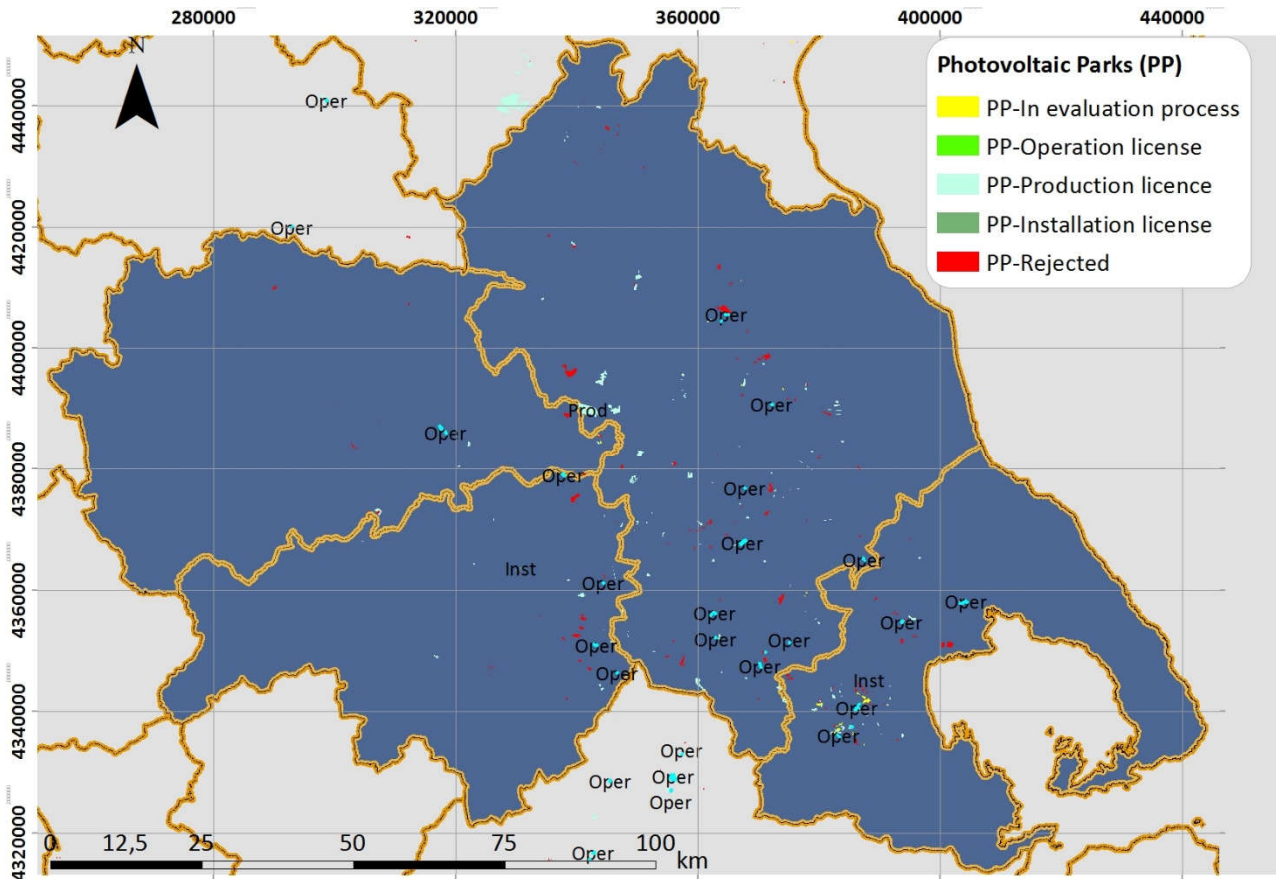
Στην Περιφέρεια Θεσσαλίας δεν υπάρχει σημαντικός αριθμός εγκαταστάσεων ΑΠΕ σε λειτουργία, καθώς όπως φαίνεται στον Πίνακά 5.11 και στους χάρτες των Εικόνων 5.10 και 5.11 λειτουργεί μόνο ένα αιολικό πάρκο (10 Α/Γ) στην ΠΕ Μαγνησίας (όριο με Στερεά Ελλάδα) με εγκατεστημένη ισχύ 17 MW, 33 φωτοβολταϊκά πάρκα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 74 MW, και επτά υβριδικά έργα με ισχύ 10 MW. Παρόλα αυτά, ο σημαντικός αριθμός αιτήσεων για αδειοδοτήσεις δημιουργεί ελπίδες για την μελλοντική εκμετάλλευση μεγαλύτερου μέρους του δυναμικού της περιοχής.

**Πίνακας 5.11 Αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις ΑΠΕ στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (ΑΔΜΗΕ, 2016; ΡΑΕ, 2016)**

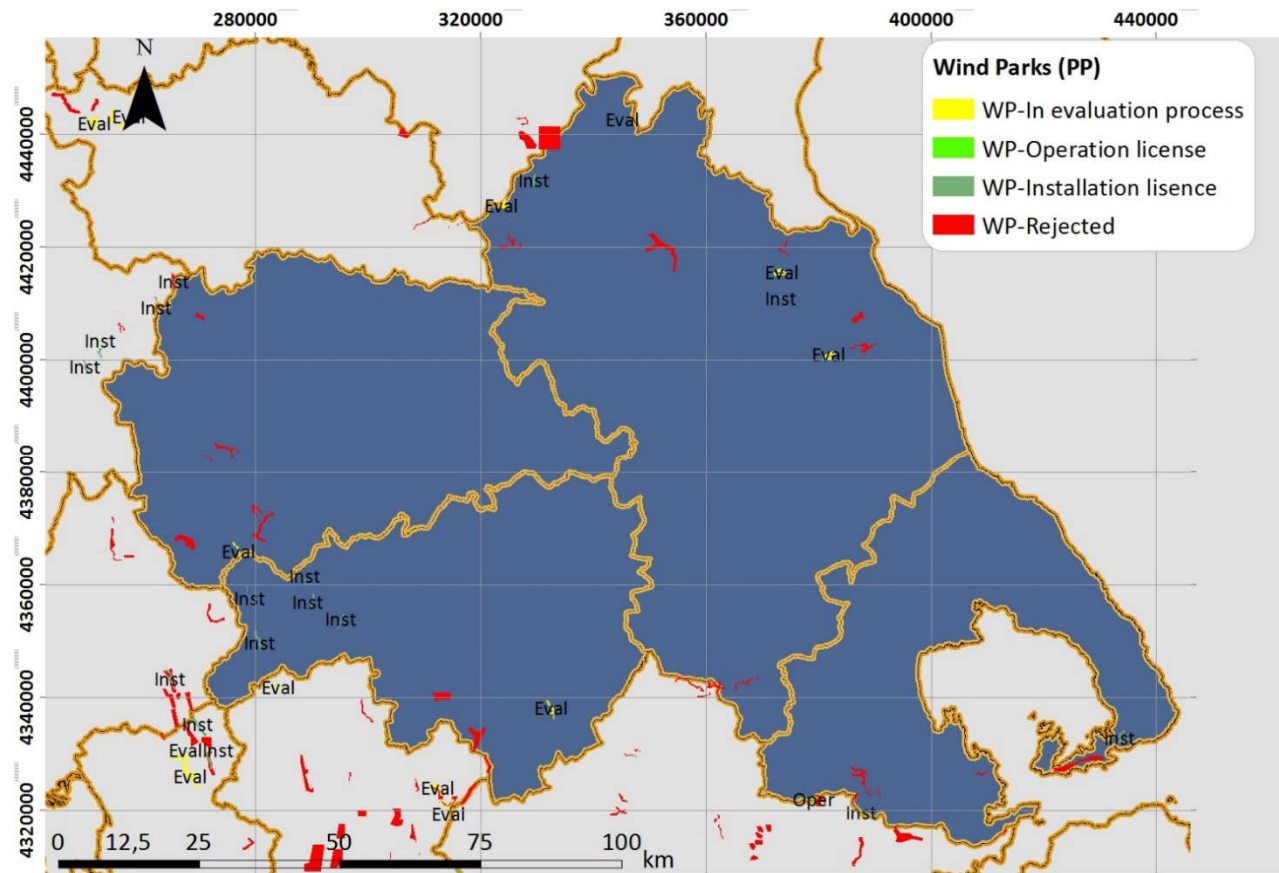
	Σε λειτ.	Με προσφ. Συνδ.	Άδεια λειτ.	Άδεια παρ.	Άδεια εγκατ.	Σε αξιολ.	Απορ. αποφ.	Μέγιστη επίτρ. Εγκατ.
<b>Φ/Β (MW)</b>	73,85	452,07	75,05	685,22	2,00	93,46	963,70	-
<b>Α/Γ (MW)</b>	17,00	1337,80	17,00	1288,96	206,85	144,00	682,00	7056,62
<b>Υβριδικά (MW)</b>	9,77	6,55	-	-	-	-	-	-

Ανεξαρτήτως του σταδίου αδειοδότησης, συγκρίνοντας τους χάρτες των Εικόνων 5.10 και 5.11 είναι εμφανής η συγκέντρωση αιτήσεων για φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις στο πεδινό τμήμα της Θεσσαλίας, ενώ των αιτήσεων αιολικών εγκαταστάσεων στα όρια της Θεσσαλίας, όπου αναπτύσσονται οι ορεινοί όγκοι και το αιολικό δυναμικό είναι ευνοϊκότερο. Ως προς την επιτυχία των αιτήσεων, παρατηρείται μια καλύτερη πορεία των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων αν κρίνουμε από την διαφορά μεταξύ των εγκαταστάσεων που έχουν λάβει άδεια παραγωγής και αυτών που είναι σε λειτουργία, αλλά του σημαντικού αριθμού απορριπτέων αποφάσεων για αιολικά πάρκα. Αν λάβουμε δε υπόψη ότι τα φωτοβολταϊκά έργα σε λειτουργία έχουν τέσσερις φορές μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ από τα αιολικά εξάγεται ως συμπέρασμά η μεγαλύτερη καταλληλότητα των εγκαταστάσεων αυτών.





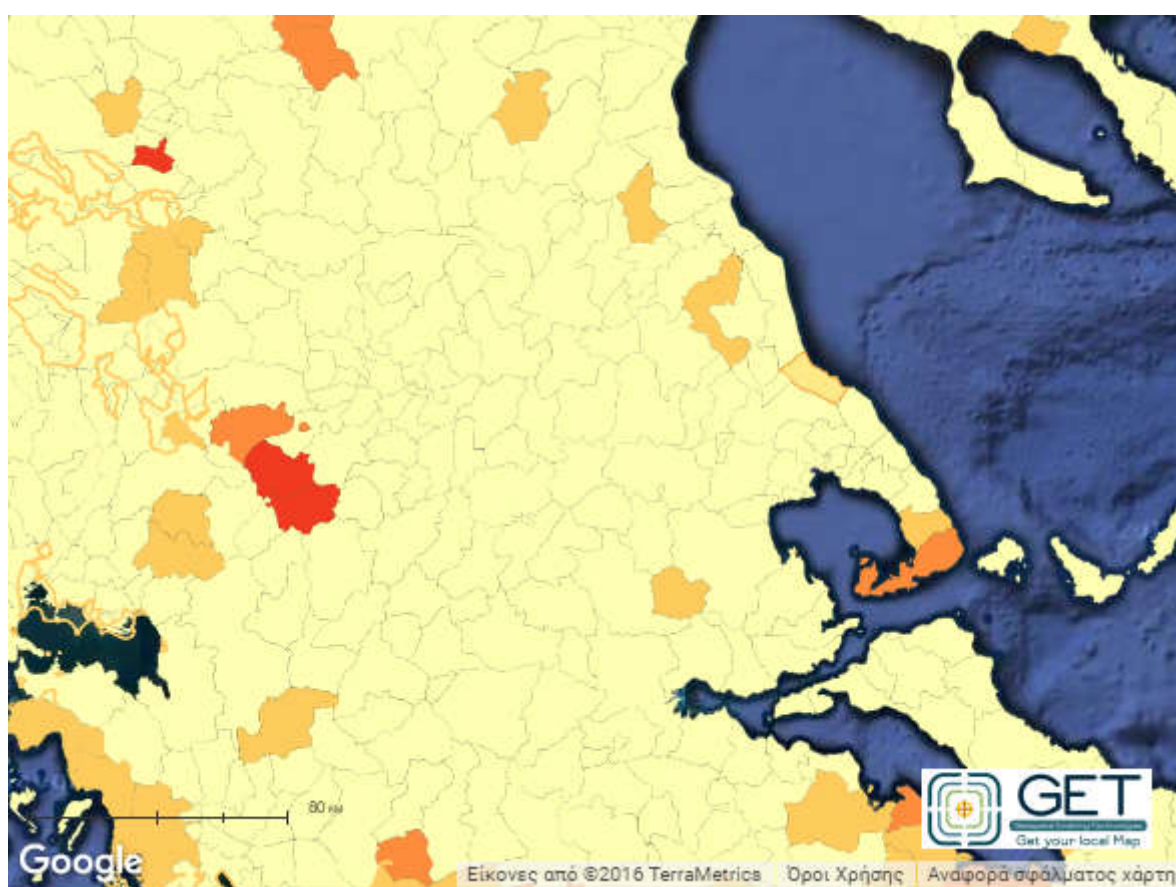
Εικόνα 5.10 Εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών ανάλογα με το στάδιο αδειοδότησης (ΡΑΕ, 2016)



Εικόνα 5.11 Αιολικές εγκαταστάσεις ανάλογα με το στάδιο αδειοδότησης (ΡΑΕ, 2016)

Πίνακας 5.12 Μέγιστη επιτρεπόμενη εγκατεστημένη ισχύς και ποσοστά κάλυψης ανά ΠΕ (ΡΑΕ, 2016)

Περιφερειακή ενότητα	Μέγιστος επίτρ. αριθμός τυπικών Α/Γ	% Κάλυψη της επίτρ. φέρουσας ικανότητας	Μεγίστη επίτρ. εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Ισχύς Εγκαταστάσεων με άδεια παραγωγής (MW)
ΠΕ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	738.54	16%	1477.08	236.14
ΠΕ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	852.81	25%	1705.62	421.8
ΠΕ ΤΡΙΚΑΛΩΝ	919.04	18%	1838.08	333.8
ΠΕ ΛΑΡΙΣΑΣ	1017.92	15%	2035.84	297.22
ΣΥΝΟΛΟ	3528.31	18%	7056.62	1288.96



Εικόνα 5.12 Κάλυψη της επιτρεπόμενης πυκνότητας χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων ανά ΔΕ της Περιφέρειας Θεσσαλίας (ΡΑΕ, 2016)

Μια πιο προσεκτική ματιά στην κάλυψη της Φέρουσας Ικανότητας αιολικών εγκαταστάσεων βάση των στοιχείων της ΡΑΕ για την περιφέρεια Θεσσαλίας δείχνει ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη εγκατεστημένη ισχύς υπολογίζεται σε 7057 MW, εκ των οποίων μόλις για τα 1289MW έχει δοθεί άδεια παραγωγής. Η εικόνα είναι σχετικά ομοιογενής, με την ΠΕ Καρδίτσας να έχει τα πρωτεία με 25% εκμετάλλευση της Φ.Ι της και την ΠΕ Τρικάλων να ακολουθεί με 18%. Οι ΠΕ Μαγνησίας και Λάρισας παρουσιάζουν παράλληλη πορεία με 16% και 15% αντίστοιχα κάλυψη της Φ.Ι τους. Σε επίπεδο Δημοτικής Ενότητάς, σημαντικός αριθμός αδειών παραγωγής που προσεγγίζει την ΦΙ έχει δοθεί για την ΠΕ Μαγνησίας, στην περιοχή της χερσονήσου του Πηλίου με την ΔΕ Σηπιάδος να

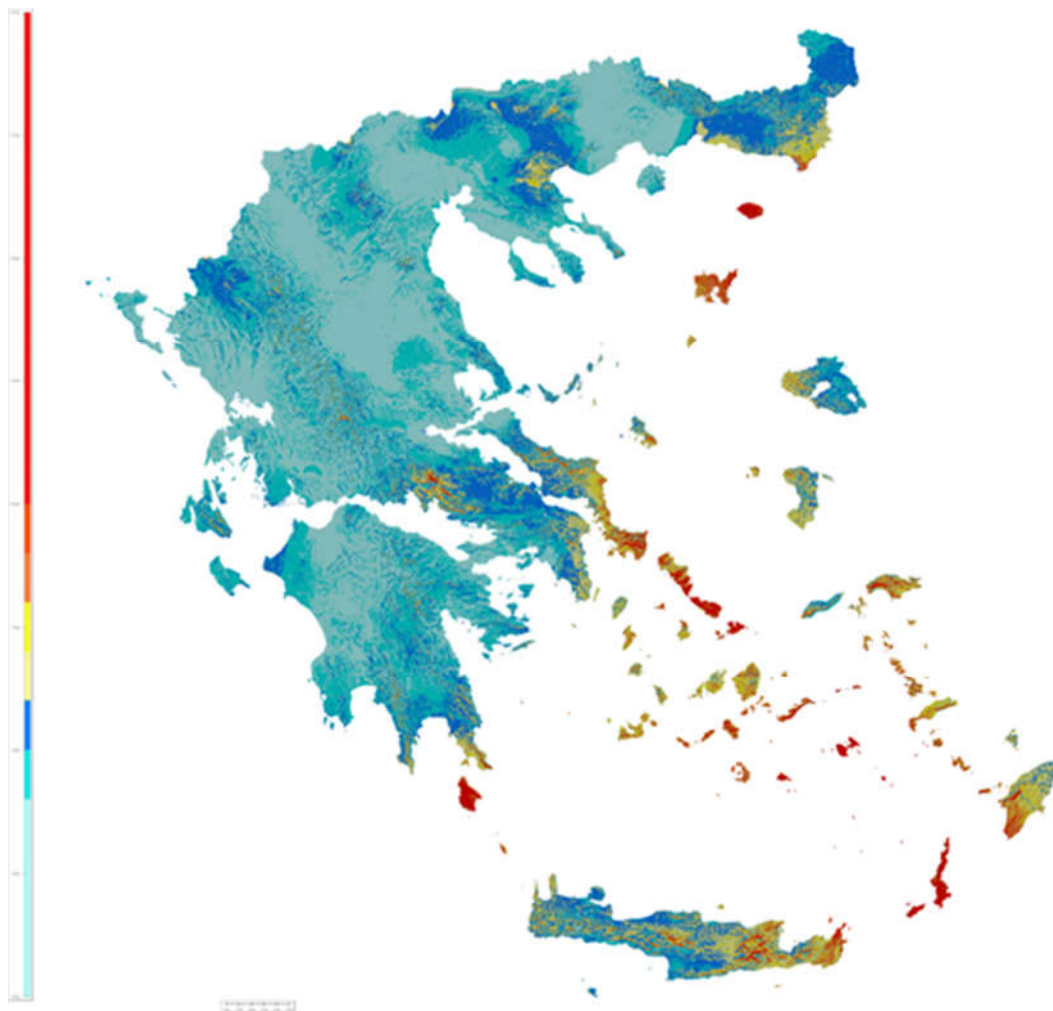
καλύπτει το 40% της ΦΙ της και την ΔΕ Αργαλάστης το 32% και στην περιοχή του Αλμυρού στην ΔΕ Ανάβρας (28% κάλυψης της ΦΙ). Στην ΠΕ Λάρισας σημαντική κάλυψη παρουσιάζει η ΔΕ Λακερείας με 37%, η ΔΕ Γόννων με 26% και η ΔΕ Λιβαδιού με 33%. Επίσης στην ΠΕ Τρικάλων η ΔΕ Πυνδαίων με 42%, ενώ στην ΠΕ Καρδίτσας η ΔΕ Αργιθέας με 88% κάλυψη και η ΔΕ Κ. Αθαμανών με 86% κάλυψη. Τα ποσοστά αυτά εξηγούν τα χαμηλά ποσοστά κάλυψης σε επίπεδο περιφέρειας αφού μόλις δύο ΔΕ της ΠΕ Καρδίτσας παρουσιάζουν σημαντική κάλυψη της ΦΙ τους, και συνολικά 9 ΔΕ έχουν πάνω από 20% κάλυψη της ΦΙ τους σε άδειες Παράγωγης.

Η ΡΑΕ δημοσιοποιεί τα στοιχεία αυτά υπό τον ν. 3852/2010, βάσει των διαθέσιμων στοιχείων και δεδομένων αναφορικά με τα όρια των Ο.Τ.Α. και τις συντεταγμένες των ανεμογεννητριών των αιολικών σταθμών με άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται σε πίνακες για την Θεσσαλία στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ, στους οποίους αναφέρονται: α) ο Νομός, β) ο Δήμος, γ) η Δημοτική Ενότητα, δ) η έκταση της Δημοτικής Ενότητας, ε) ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός των τυπικών ανεμογεννητριών ανά 1000 στέμματα ανά δημοτική ενότητα, όπως αυτός καθορίζεται στο ΕΠΧΣΑΑ, και στ) η τρέχουσα πυκνότητα των αιολικών εγκαταστάσεων ανά δημοτική ενότητα, δηλαδή ο αριθμός των ισοδύναμων τυπικών ανεμογεννητριών των αιολικών σταθμών για τους οποίους έχει εκδοθεί άδεια παραγωγής, όπως αυτή ισχύει. Επισημαίνεται ότι για τους Ο.Τ.Α. ή Δημοτικές Ενότητες εντός των οποίων δεν χωροθετούνται ανεμογεννήτριες βάσει του ΕΠΧΣΑΑ, δεν δίνονται τέτοια στοιχεία στους πίνακες.

## 6 ΑΙΟΛΙΚΟ & ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

### 6.1 ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Η Ελλάδα διαθέτει στο σύνολό της πολύ καλό αιολικό δυναμικό, με την επικρατούσα διεύθυνση για το σύνολο της χώρας να είναι η βόρεια, και δευτερεύουσα η νότια. Για τα επιμέρους γεωγραφικά διαμερίσματα έχουμε μια μικρή διαφοροποίηση με την κύρια διεύθυνση στην Βόρεια Ελλάδα να είναι η βορειοανατολική, στην Κεντρική η βόρεια και στην Νότια Ελλάδα η βορειοδυτική. Παρατηρείται συνεπώς μια σταδιακή αλλαγή διεύθυνσης, ενώ ιδιαίτερης σημασίας είναι τα τοπικά φαινόμενα, λόγω της συνθέτης τοπογραφίας.



Εικόνα 6.1 Χάρτης αιολικού δυναμικού στα 80 m υψόμετρο για την Ελλάδα (ΡΑΕ, 2016)

Η Θεσσαλία, με θέση στο κεντρικό κομμάτι της ηπειρωτικής χώρας και μεγάλους ορεινούς όγκους στα όρια της να μπλοκάρουν το επιταχυνόμενο μέτωπο του ανέμου, δεν έχει ιδιαίτερα υψηλή επίδοση αιολικού δυναμικού, σε σχέση με την υπόλοιπη ελληνική επικράτεια. Σημειώνεται ότι το

ΚΑΠΕ θέτει ως όριο βιωσιμότητάς των αιολικών εγκαταστάσεων τα 4 m/s μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου. Συγκριτικά με τις νήσους του Αιγαίου πελάγους, η δυσμενής θέση της Θεσσαλίας είναι αναμενόμενη, καθώς το πολυσχιδές ανάγλυφό του Αιγαίου, οι κλιματικές επιρροές και η ύπαρξη «ανοιχτού μετώπου» ευνοούν την ανάπτυξη υψηλών ταχυτήτων ανέμου στην περιοχή. Η Περιφέρεια Θεσσαλίας όμως, παρουσιάζει και ιδιαίτερα κακή επίδοση ως μέρος του ηπειρωτικού κορμού, καθώς όπως φαίνεται στην Εικόνα 6.1, υστερεί σε σχέση με την νοτιοανατολική Πελοπόννησο, την ανατολική στερεά Ελλάδα και τα παράλια της Θράκης, οι οποίες παρουσιάζουν σε μεγάλο κομμάτι τους αξιόλογες μέσες ετήσιες τιμές ταχύτητες ανέμου. Χαρακτηριστική είναι η συγκέντρωση των επενδύσεων στην περιοχή της Θράκης, της Εύβοιας, των Κυκλάδων και στην Λακωνία με αποτέλεσμα τον κορεσμό των δικτύων μεταφοράς ενέργειας της περιοχής.

Οι παρατηρήσεις από το χάρτη του ΚΑΠΕ, επιβεβαιώνονται και από πρόσφατες ερευνητικές εργασίες (Παππά, 2013), όπου η Θεσσαλία φαίνεται να εμφανίζει (Παππά Ι., 2013) ως μέρος της ηπειρωτικής χώρας ταχύτητες στην στάθμη του εδάφους 0.5 με 4.5 m/sec, χωρίς μεγάλες τυπικές αποκλίσεις και εποχικές μεταβολές σε σχέση με άλλες περιοχές της Ελλάδας. Μοναδική εξαίρεση ένα μέρος της ΠΕ Τρικάλων κοντά στην ΠΕ Άρτας όπου εμφανίζονται αυξημένες ταχύτητες. Το εποχικό μέγιστο εμφανίζεται το καλοκαίρι.

Πάρα τις δυσμενείς τοπογραφικές συνθήκες, η Θεσσαλία παρουσιάζει το μεγάλο, όπως ήδη αναφέρθηκε, πλεονέκτημα της εγγύτητας στο ηλεκτρικό δίκτυο μεταφοράς και διανομής ενέργειας της ηπειρωτικής Ελλάδας, η ύπαρξή του οποίου σε συνδυασμό με την λειτουργία πολλών υδροηλεκτρικών έργων στην περιοχή (40% της παραγομένης υδροηλεκτρικής ενέργειας), εξασφαλίζουν την δυνατότητα απορρόφησης της παραγόμενης από ΑΠ ενέργειας.

Δεδομένης της κρισιμότητας του δυναμικού και της στοχαστικής φύσης του ανέμου για την χωροθέτηση και διαστασιολόγηση αιολικών πάρκων, κρίνεται σκόπιμο, να γίνει μια περιγραφή των χαρτών αιολικού δυναμικού της περιοχής μελέτης που παρέχει το ΚΑΠΕ, άλλα και ενός μοντέλου στοχαστικής προσομοίωσης της αιολικής παραγωγής που αναπτύχθηκε με βάση ανεμολογικά δεδομένα από το ΕΕΑ (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών) και το NOAA (National Oceanic and Atmospheric Agency).

#### *6.1.1 ΧΑΡΤΕΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΚΑΠΕ ΚΑΙ ΤΗ ΡΑΕ*

Η μελέτη των ανεμολογικών συνθηκών έχει ιδιαίτερη σημασία για την πρόβλεψη της παραγωγής ενέργειας, την αναμενόμενη ικανοποίησης της ζήτησης, αλλά και για τις ανάγκες αποθήκευσης και την απαιτούμενη χωρητικότητα του δικτύου. Η πρώτη προσπάθεια αποτύπωσης του αιολικού δυναμικού της χώρας έγινε από το Εργαστήριο ??? της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών. Ακολούθησε το ΚΑΠΕ, που με σκοπό την πληρέστερη ενημέρωση του κοινού για τα αποτελέσματα των έργων που σχετίζονται με την εκτίμηση του εκμεταλλεύσιμου δυναμικού των ΑΠΕ, εξέδωσε το 2001 ηλεκτρονικό άτλαντα για το «Τεχνικά και Οικονομικά Εκμεταλλεύσιμο Δυναμικό της Αιολικής Ενέργειας». Το έργο αυτό είχε αναληφθεί από το ΚΑΠΕ στο πλαίσιο του Επιχειρηματικού

Προγράμματος για την ενέργεια (1998-2001). Ο χάρτης απεικονίζει το αιολικό δυναμικό του Ελληνικού χώρου (πλην Κρήτης) όπως αυτό υπολογίστηκε από το ΚΑΠΕ με βάση ένα ευρύ πρόγραμμα επί τόπου μετρήσεων και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων. Το αιολικό δυναμικό εκφράζεται με βάση την μέση ετήσια ταχύτητα του αέρα σε m/s, σε υπολογισμένο ύψος 40 m.

Στους διαθέσιμους χάρτες λαμβάνονται υπόψη διάφοροι χωροταξικοί περιορισμοί, όπως αρχαιολογικοί χώροι, ΖΟΕ, περιοχές δικτύου Natura 2000, αεροδρόμια, στρατιωτικοί χώροι κ.ά. Υπολογίζεται, επίσης, η αντίστοιχη έκταση για κάθε Νομό, όπου πνέει, σε μέση ετήσια βάση, άνεμος μεγαλύτερος των 6, 7, 8, 9 και 10 m/s, η συνολική ισχύς που μπορεί να εγκατασταθεί, ο συντελεστής εκμεταλλευσιμότητας, το κόστος παραγωγής ενέργειας κ.ά. Παράδειγμα τέτοιου χάρτη αποτελεί η Εικόνα 6.2 για την ΠΕ Λάρισας, όπου με κόκκινο χρώμα αναπαρίστανται οι γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης (400 kV) και με πράσινο οι γραμμές μέσης τάσης (150 kV). Με πολύγωνα αποτυπώνονται οι χρήσεις γης και το αιολικό δυναμικό, ανάλογα με την τιμή της μέσης ετησίας ταχύτητας του ανέμου, ενώ σημειικά οι οικισμοί και οι Υ/Σ. Περιέχεται τέλος στο υπόμνημα και η ανάλυση σεναρίων αξιοποίησης, όπου για τον Ν. Λάρισας αναφέρεται ότι μόλις 1,17 km<sup>2</sup> αποτελούν έκταση αξιοποίησης αιολικής ενέργειας, με μέση ετησία ταχύτητα ανέμου 6.2 m/s. Η ετήσια ικανότητα παραγωγής είναι 73 GWh, ενώ η απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς εκτιμάται σε 40.8 MW. Δίνεται, επίσης, συντελεστής χρησιμοποίησης 20.4% και κάποια οικονομικά στοιχεία για το κόστος παραγωγής ενέργειας. Για αναλυτικότερα στοιχεία μπορεί κανείς να ανατρέξει στη ιστοσελίδα [http://www.cres.gr/kape/images/maps/img\\_pre.htm](http://www.cres.gr/kape/images/maps/img_pre.htm), στο υπόμνημα των χαρτών. Τα αποτελέσματα της μελέτης, σε επίπεδο Περιφέρειας, δίνονται στον Πίνακα 6.1.

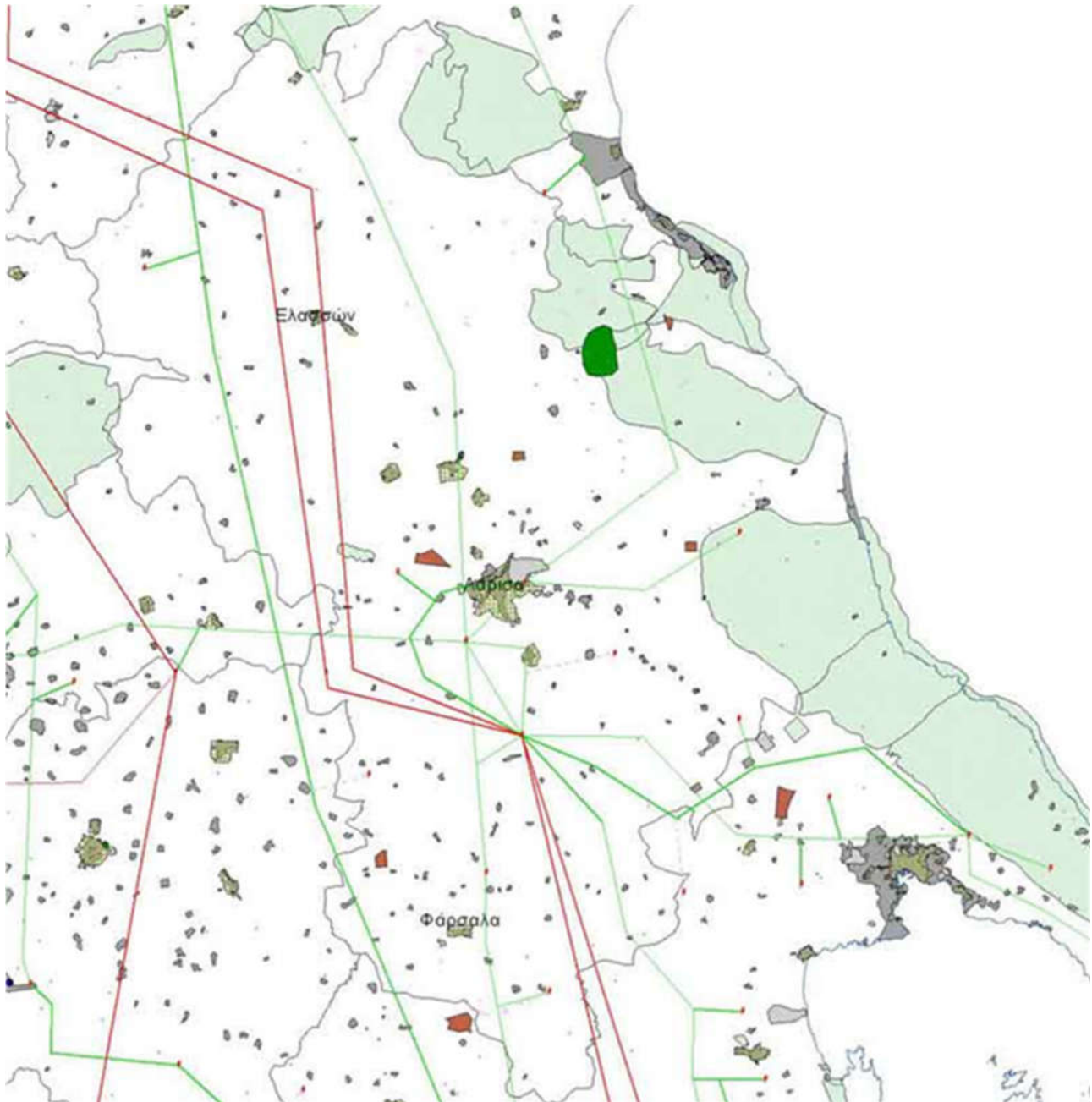
**Πίνακας 6.1 Σενάριο αξιοποίησης αιολικής ενέργειας για την Περιφέρεια Θεσσαλίας (ΚΑΠΕ, 2001)**

	>6	>7	>8	>9	>10
Έκταση (km <sup>2</sup> )	27.5	18.4	4.2	0.8	0.4
Μέση ταχύτητα (m/s)	6.8	7.7	8.8	10.6	11.8
MW	904.8	612.8	141.6	26.4	12.0
CF %	24.6	31.9	38.5	46.9	51.5

Οι χάρτες αυτοί παράχθηκαν από το εργαστήριο δοκιμών ανεμογεννητριών του ΚΑΠΕ, το οποίο εγκατέστησε και παρακολούθησε 100 σταθμούς στην ηπειρωτική και νησιωτική Ελλάδα για έναν χρόνο. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών αξιοποιήθηκαν για την προσαρμογή και βελτιστοποίηση των θεωρητικών αποτελεσμάτων που προήλθαν από τη χρήση ενός αριθμητικού κώδικα επίλυσης ροών πάνω από σύνθετη τοπογραφία, ο οποίος έχει αναπτυχθεί από τον Τομέα Αιολικών του ΚΑΠΕ.

Ακολούθησαν οι επικαιροποιημένοι χάρτες αιολικού δυναμικού οι οποίοι αποτυπώνουν την μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου στα 80, 100 και 120 m υψόμετρο, με ανάλυση ψηφίδας 150 x 150 m, για το σύνολο της χώρας εκτός Κρήτης. Οι χάρτες αυτοί διατίθενται μέσω του γεωπληροφοριακού συστήματος της ΡΑΕ για κάθε περιφέρειά ξεχωριστά, άλλα και για το σύνολό της χώρας. Δίνονται στο χρήστη επιλογές μεταφόρτωσης και επιλογής του τύπου του αρχείου (TIFF, SHP κτλ.). Για την

παραγωγή των χαρτών των Εικόνων 6.3, 6.4 και 6.5, έγινε αρχικά εισαγωγή του αιολικού δυναμικού σε μορφή shapefile με σημειακά δεδομένα σε πλέγμα 150 m να περιέχουν την τιμή της μέσης ετησίας ταχύτητας του άνεμου. Στην συνέχεια, για την καλύτερη παρουσίαση αλλά και για τις ανάγκες της ανάλυσης, έγινε μετατροπή του αρχείου σε μορφή raster.

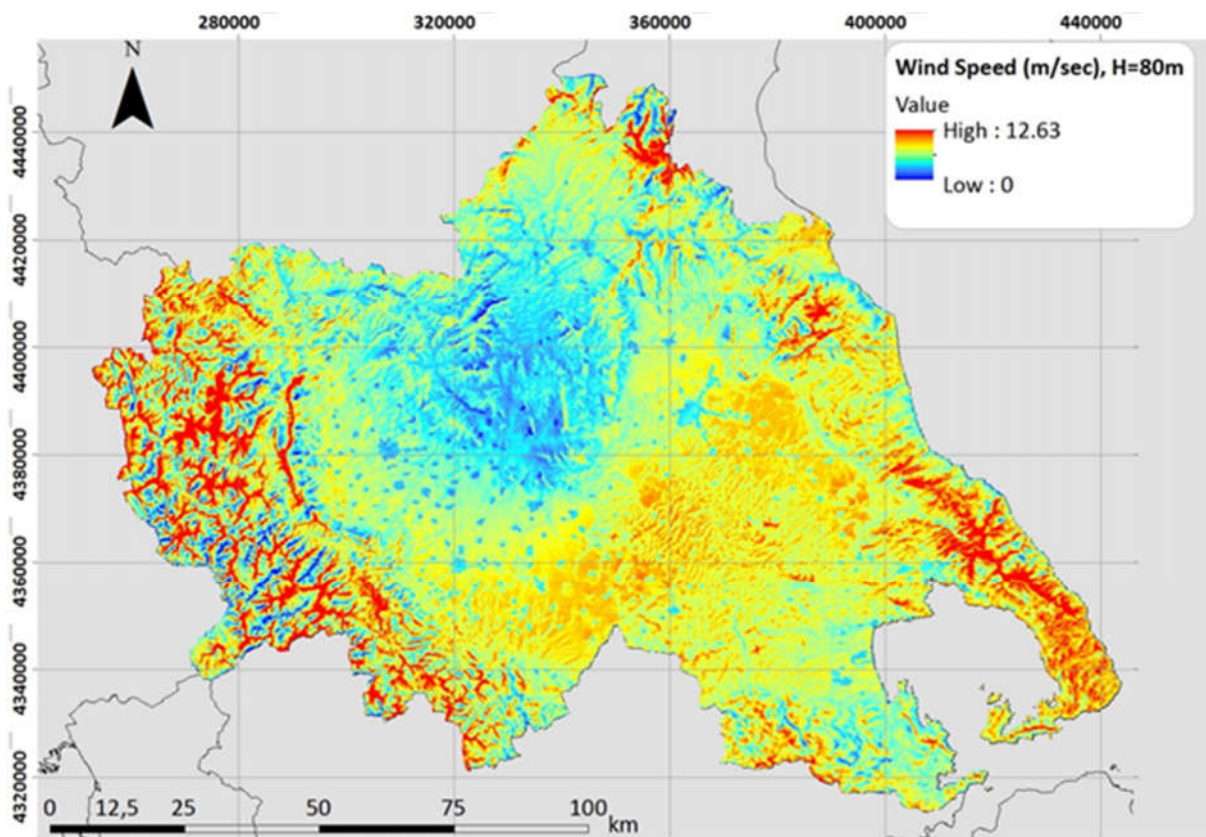


Εικόνα 6.2 Χάρτης εκμεταλλεύσιμο αιολικού δυναμικού για το Νομό Λάρισας (ΚΑΠΕ, 2001)

Παρατηρώντας το χάρτη της Εικόνας 6.3, επιβεβαιώνεται η χαμηλή επίδοση της Περιφέρειας Θεσσαλίας σε τεχνικά εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό και η άμεση σχέση με την τοπογραφία. Η επίδραση είναι αισθητή στην περιοχές των ορίων της περιφέρειας, όπου εμφανίζονται οι ορεινοί όγκοι, και σε πολύ μικρή απόσταση έχουμε σημαντικές μεταβολές της μέσης ετήσιας τιμής του ανέμου. Πρόκειται για φαινόμενο που έχει μελετηθεί συστηματικά με μαθηματικά μοντέλα και

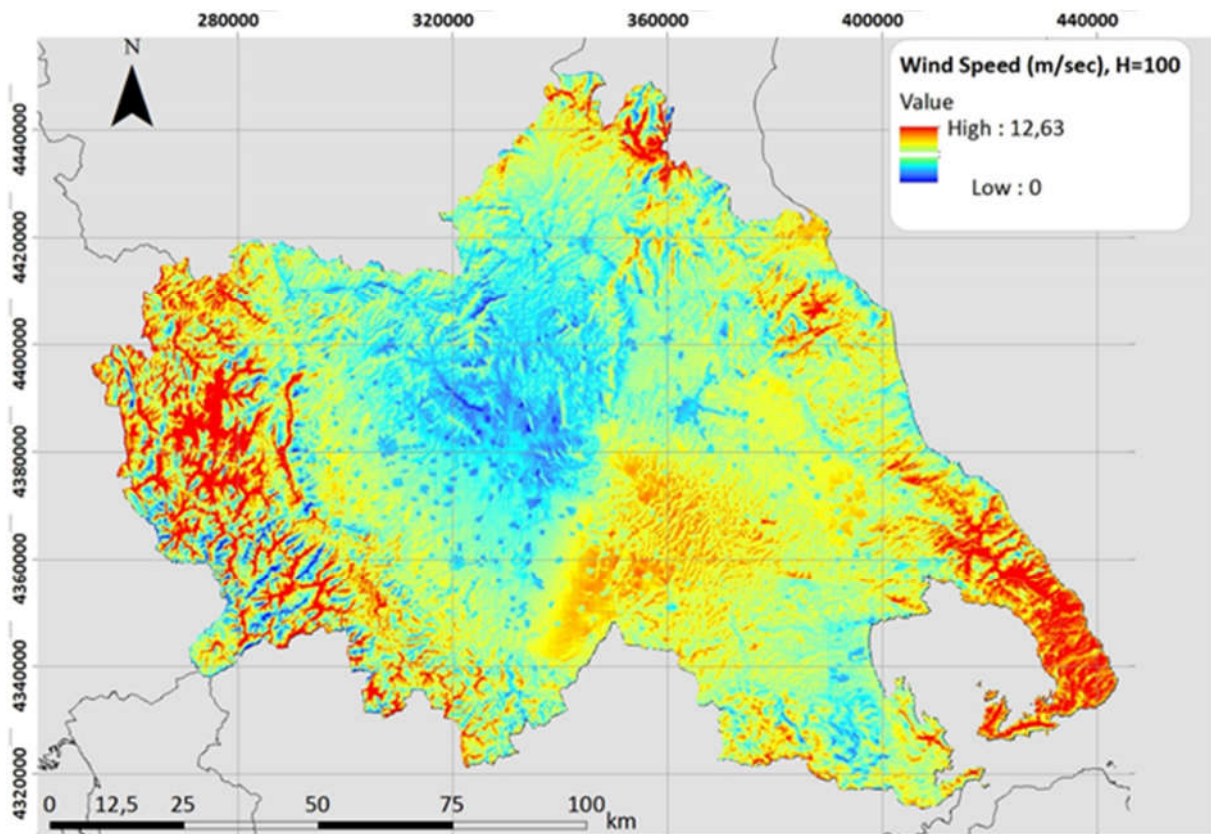
αφορά στην επιτάχυνση του μετώπου στην κορυφή και την επιβράδυνση στους πρόποδες μιας λοφοσειράς. Το βόρειο μέρος του Θεσσαλικού κάμπου και ο ορεινός όγκος που αναπτύσσεται στην διεύθυνση αυτή εμφανίζει την πλέον χαμηλές τιμές, λόγω του αποκλεισμού του βορείου μετώπου από τους γύρο ορεινούς όγκους. Παρόμοια εικόνα εμφανίζει και το νότιο παραλιακό πεδινό κομμάτι απέναντι της χερσονήσου του Πηλίου. Η πεδινή ένταση εμφανίζει σε κάποιο τμήμα της αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό, φθάνοντας σε κάποια σημεία τα 8 m/s. Την καλύτερη επίδοση εμφανίζουν οι δυτικές πλαγιές και το ύψωμα στην χερσόνησο του Πηλίου στον, αλλά και οι παρυφές του Ολύμπου, στο βόρειο τμήμα του Ν. Λάρισας.

Διερευνώντας την επίδρασή του υψομέτρου, παρατηρείται ότι με την αύξηση του δεν μεταβάλλονται οι θέσεις εμφάνισης υψηλού αιολικού δυναμικού, αλλά η έκταση που καταλαμβάνουν. Ιδιαίτερα, για το χαμηλό πεδινό τμήμα δεν υπάρχει σημαντική επίδραση, αυξάνονται όμως σημαντικά οι περιοχές των υψωμάτων με αξιοποιήσιμο αιολικό δυναμικό. Η μέση τιμή για την Θεσσαλία αυξάνεται από τα 3.8 m/s στα 80 m υψόμετρο σε 4.0 m/s στα 100 m και σε 4.2 m/s στα 120 m. Σε όρους μέγιστων τιμών, από 10,9 m/s στα 80 m φθάνουμε στα 12.6 m/s στα 100 m και 12.4 m/s στα 120 m. Αξιοσημείωτο είναι ότι αύξηση στα 120 m δεν παρουσιάζει τόσο διαφορετική εικόνα όσο η αύξηση από 80 m σε 120 m, το οποίο φαίνεται και στα σχετικά στατιστικά μεγέθη.

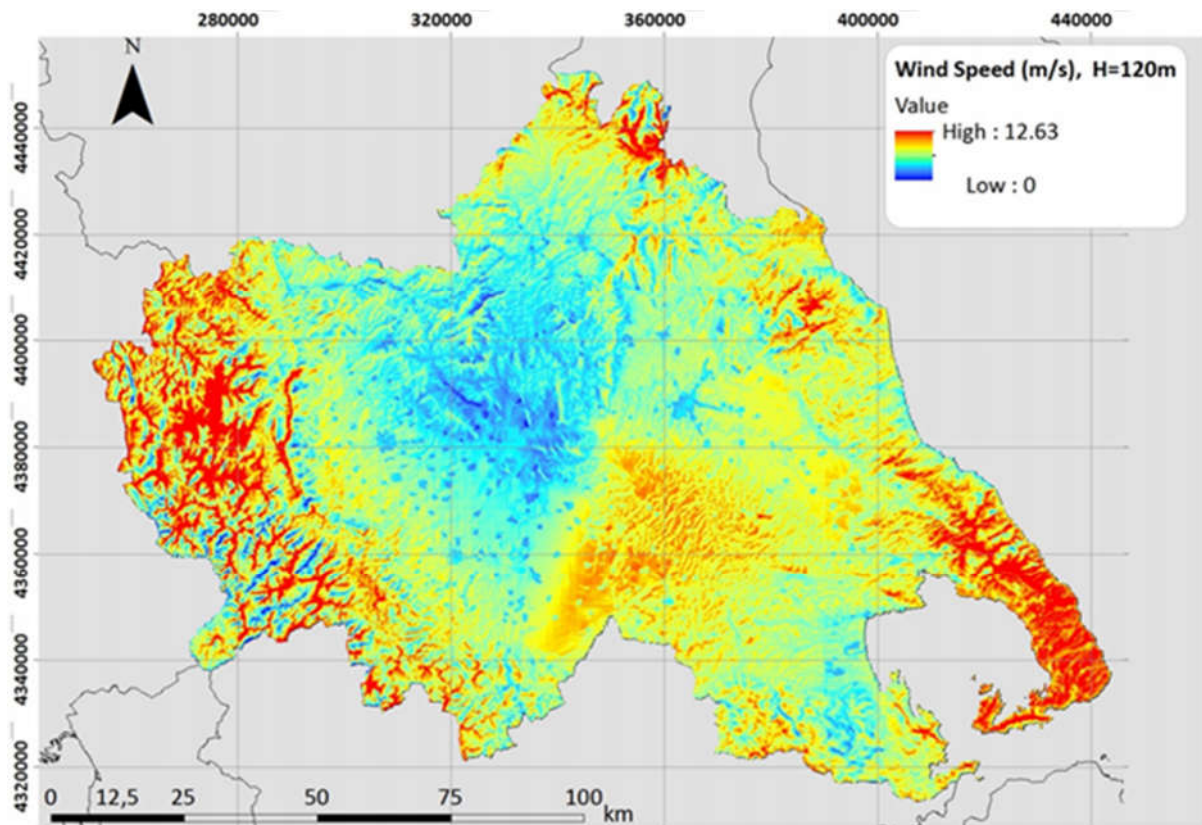


Εικόνα 6.3 Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (m/s) στα 80 m υψόμετρο (ΠΑΕ, 2016)





Εικόνα 6.4 Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (m/s) στα 100 m υψόμετρο (ΠΑΕ, 2016)

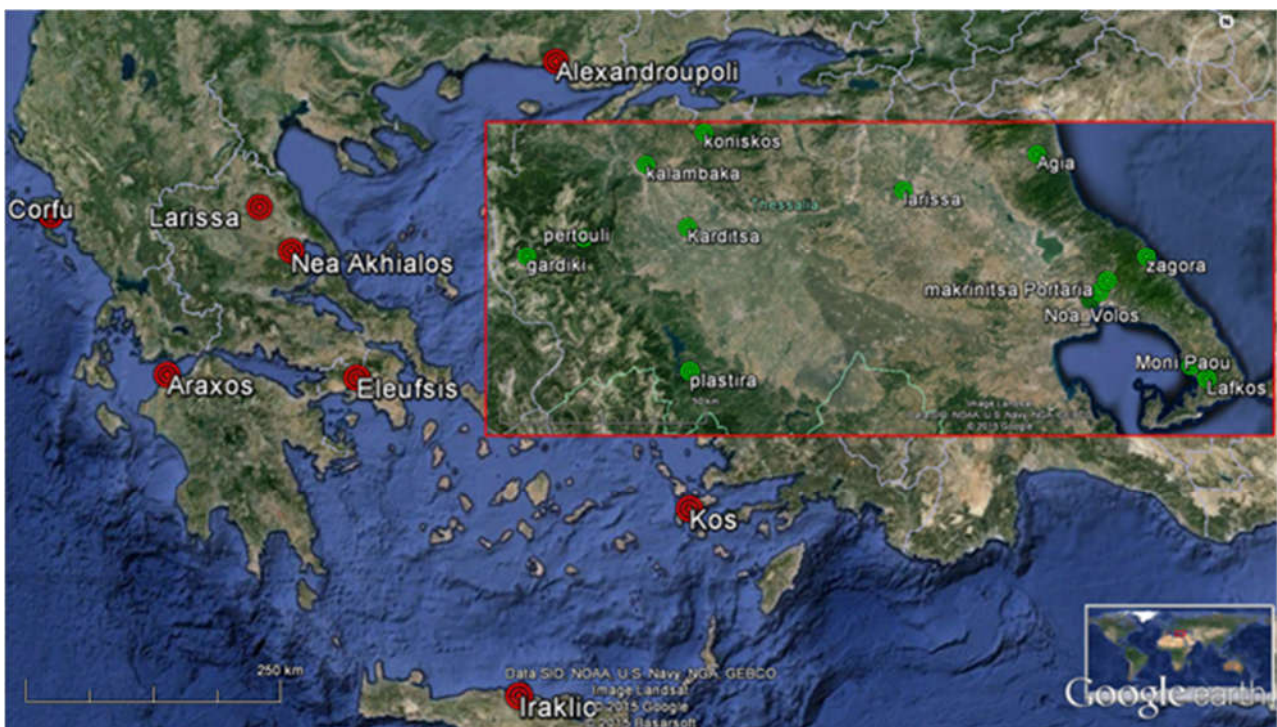


Εικόνα 6.5 Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (m/s) στα 120 m υψόμετρο (ΠΑΕ, 2016)

### 6.1.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΜΕ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Πρόσφατα, οι Dimitriadis *et al.* (2015) εφάρμοσαν πρωτότυπες στοχαστικές μεθόδους για την προσομοίωση της ταχύτητας του ανέμου σε ωριαία κλίμακα και την επιλογή κατάλληλων αιολικών μηχανών, με περιοχή εφαρμογής την Θεσσαλία. Συνοπτικά, η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε εστιάζει στην στατιστική ανάλυση της μεταβλητής της ταχύτητας του ανέμου και στην μακροχρόνια εμμονή που την χαρακτηρίζει, η αγνοία της οποίας μπορεί να οδηγήσει σε μη ρεαλιστικές προβλέψεις και υπερβολικές ανεμοφορτίσεις, με σημαντικές επιπτώσεις στην ενεργειακή παραγωγή και διαχείριση. Αναλύοντας τις χρονοσειρές του ανέμου από σταθμούς του NOAA σε όλη την Ελλάδα και του ΕΕΑ στην Θεσσαλία, αναδεικνύεται η ύπαρξη συμπεριφοράς Hurst-Kolmogorov, με τη μέθοδο του κλιμακογράμματος. Στη συνέχεια, παράγονται συνθετικές χρονοσειρές με την μέθοδο Monte Carlo ικανές να διατηρήσουν το χαρακτηριστικό της μακροχρόνιας εμμονής και την κυκλοστασιμότητα, εκτιμώντας τις ανεμοφορτίσεις και την αναμενόμενη ενεργειακή παραγωγή στην Θεσσαλία. Επιλέγεται τέλος, βάσει των προτύπων IEC-61400, ο κατάλληλος τύπος ανεμογεννήτριας για την περιοχή.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 6.6 και στον Πίνακα 6.2, για την στατιστική ανάλυση των ιστορικών δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν 16 σταθμοί του ΕΕΑ στην περιοχή της Θεσσαλίας, οι οποίοι όμως είχαν μικρό μήκος χρονοσειρών (μέγιστο μήκος 9 έτη), καθώς τέθηκαν σχετικά πρόσφατα σε λειτουργία και αναφέρονται σε ημερήσια κλίμακα. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν και οκτώ σταθμοί του NOAA από όλη την Ελλάδα, σε ωριαία διακριτότητα και ικανοποιητικό μήκος χρονοσειράς για την διερεύνηση της εμμονής (μήκος χρονοσειράς μέχρι και 5 έτη).



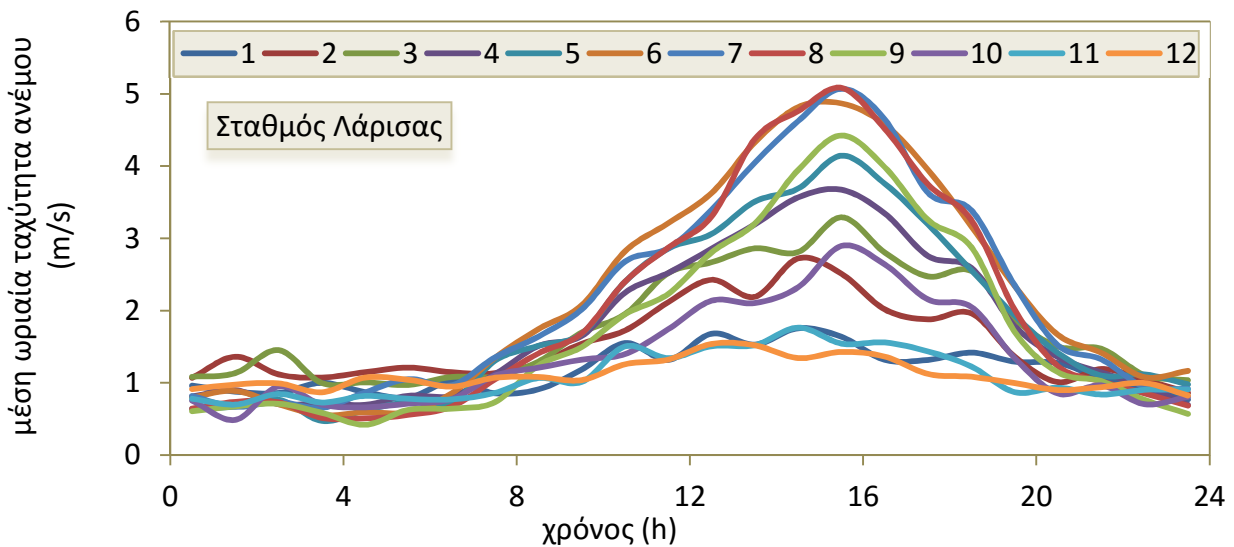
Εικόνα 6.6 Σταθμοί NOAA και ΕΑΑ, με κόκκινο και πράσινο χρώμα, αντίστοιχα (Dimitriadis *et al.*, 2015)

**Πίνακας 6.2 Σταθμοί μέτρησης ταχύτητας ανέμου και στατιστικά χαρακτηριστικά (Dimitriadis *et al.*, 2015)**

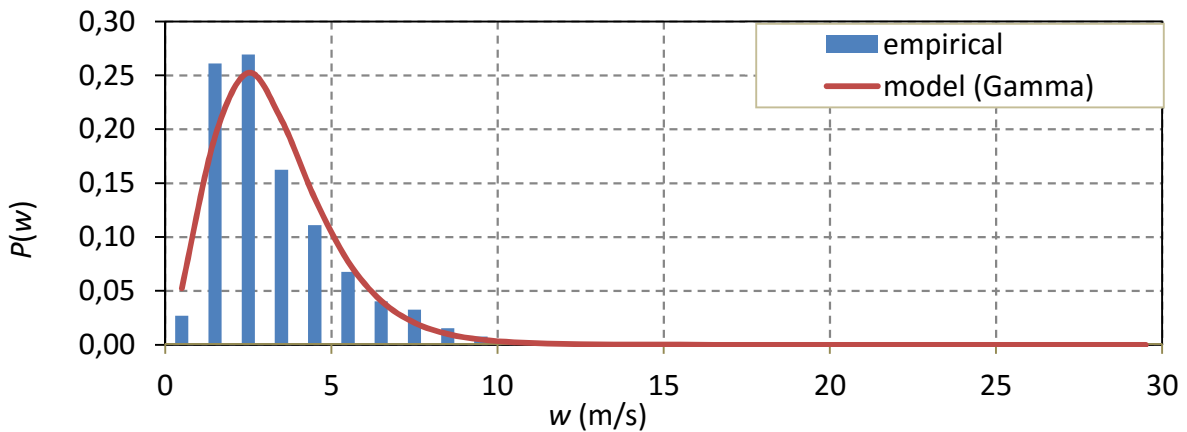
Σταθμός	Πηγή	Γ. Μήκος	Γ. Πλάτος	Υψόμ (m)	Μηκος χρον. σε έτη	Μέση ταχύτητα ανέμου (m/s)	Τυπική απόκλιση (m/s)	Μέγιστη παραγ. ενέργεια (KWh/m <sup>2</sup> )
Αλεξανδρούπολη	NOA	25,917	40,850	3,0	80	3,629	3,147	43,0
Άραξος	NOA	21,417	38,150	12,0	17	2,607	2,105	15,9
Ελευσίνα	NOA	23,550	38,067	31,0	33	3,065	2,349	25,9
Ηράκλειο	NOA	25,183	35,333	39,0	41	4,583	2,918	86,6
Κέρκυρα	NOA	19,917	39,617	4,0	82	2,174	3,166	9,2
Κως	NOA	27,067	36,783	129,0	81	4,844	2,619	102,3
Λάρισα	NOA	22,417	39,633	74,0	32	1,669	2,709	4,2
Νέα Αγχίαλος	NOA	22,800	39,217	15,0	62	3,258	2,331	31,1
Αγία	ΕΕΑ	22,80	39,70	172,0	4	1,171	0,566	153,8
Βόλος	ΕΕΑ	22,96	39,38	54,5	9	1,007	0,801	97,9
Πολυτεχνείο Βόλου	ΕΕΑ	21,30	39,50	11,5	2	1,277	1,087	199,5
Γαρδίκι	ΕΕΑ	22,93	39,36	1110,	6	0,784	0,716	46,1
Ζαγόρα	ΕΕΑ	23,10	39,50	510,0	7	0,849	0,808	58,7
Καλαμπάκα	ΕΕΑ	21,63	39,71	245,0	3	1,059	0,537	113,6
Καρδίτσα	ΕΕΑ	21,90	39,40	96,0	2	1,097	0,791	126,4
Κονίσκος	ΕΕΑ	21,80	39,78	834,0	6	1,100	0,790	127,7
Λάρισα	ΕΕΑ	22,40	39,63	90,0	6	0,352	0,373	4,2
Λαύκος	ΕΕΑ	23,25	39,18	334,0	4	1,339	0,867	230,2
Πλαστήρα	ΕΕΑ	21,79	39,24	865,0	6	2,728	2,175	1944,1
Μακρινίτσα	ΕΕΑ	22,98	39,40	855,0	7	2,788	1,800	2076,7
Μονή Πάου	ΕΕΑ	23,20	39,21	152,0	2	2,106	1,675	895,4
Περτούλι	ΕΕΑ	21,46	39,54	1175,	8	0,866	0,733	62,2
Πορταριά	ΕΕΑ	22,92	39,20	603,0	3	1,651	1,260	431,5
Τρίκαλα	ΕΕΑ	21,76	39,56	168,0	9	0,800	0,531	49,0

Από την στατιστική ανάλυση αναδεικνύεται η εποχική και ημερήσια κυκλοστασιμότητα, που εμφανίζει η μεταβλητή της ταχύτητας του ανέμου (όπως και όλες οι μετεωρολογικές μεταβλητές) και επιβεβαιώνει, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 6.1 την εμφάνιση μέγιστου σε κλίμακα ημέρας της μεσημεριανές ώρες (14-15h) και σε εποχική κλίμακα τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιο και Ιούλιο). Για την προσομοίωση και των δύο κυκλοστασιμοτήτων, εφαρμόζεται ένα απλό μοντέλο 9 αδιάστατων μεταβλητών, που φαίνεται να προσαρμόζεται πολύ καλά στις μετρημένες τιμές.

Για τις επιλογή της στατιστικής κατανομής που προσαρμόζεται καλύτερα στις μετρημένες τιμές, εφαρμόζουμε στην εμπειρική κατανομή των μετρημένων ωριαίων τιμών για κάθε σταθμό (αφαιρώντας της μηδενικές τιμές) την μέθοδο μέγιστης πιθανοφαιείς για τις κατανομές Gamma, Weibull και την κανονική, από όπου προκύπτει εν γένει η καταλληλότερα της κανονικής κατανομής με την εξαίρεση του σταθμού της Λάρισας, όπου η Gamma κρίνεται καταλληλότερη. Η ίδια διαδικασία εφαρμόζεται για τις ριπές του ανέμου για τις κατανομές GEV (General Extreme Value), Burr και Generalized Gamma, όπου η Λάρισα και πάλι διαφοροποιείται με την κατανομή Burr να εμφανίζει καλύτερη προσαρμογή, ενώ για τους υπολοίπους η GEV.



Διάγραμμα 6.1 Ημερήσια κυκλοστασιμότητα για κάθε μήνα για το σταθμό της Θεσσαλίας (Dimitriadis et al., 2015)



Διάγραμμα 6.2 Εμπειρική και προσαρμοσμένη κατανομή για το σταθμό της Λάρισας (Dimitriadis et al., 2015)

Επίσης, διερευνάται η δομή της μεταβλητής του ανέμου, μέσω του κλιμακογράμματος (η τυπική απόκλιση συναθροισμένης ανέλιξης συναρτήσεως της κλίμακας συνάθροισης είναι συνάρτηση δύναμης με εκθέτη  $H > 0.5$ . Κουτσογιάννης, 2015), το οποίο βάσει της βιβλιογραφίας εμφανίζει καλύτερη επίδοση από το φάσμα ισχύος και την αυτοσυνδιασπορά (Dimitriadis & Koutsoyiannis, 2015). Η προσαρμογή του κλιμακογράμματος στους σταθμούς του NOAA από την ωριαία μέχρι την

κλιματική κλίμακα, δίνει συντελεστή Hurst ίσο με 0.7, που αναδεικνύει την μακροχρόνια εμμονή της μεταβλητής του ανέμου.

Τέλος, επιλέγεται η καταλληλότερη θέση εγκατάστασης με βάση την μέγιστη μέση ημερήσια τιμή του ανέμου, η οποία εμφανίζεται στην περιοχή του Πλαστήρα (11.782 m/s) με βάση τις μετρήσεις των διαθέσιμων σταθμών, αποτέλεσμα που συνάδει με τα αποτελέσματα του ΚΑΠΕ που δείχνουν ιδιαίτερα υψηλές τιμές στην περιοχή των ορεινών όγκων της ΠΕ Καρδίτσας. Στην περιοχή αυτή έχει δοθεί επίσης από τη ΡΑΕ σημαντικός αριθμός αδειών παραγωγής, που μάλιστα φθάνει στη ΔΕ Αθαμανών και Αργιθέας σε τιμές κάλυψης της ΦΙ πάνω από 80%, (όπως αναλύθηκε στην παράγραφο 5.9.), που αποτελούν και τις υψηλότερες της Περιφέρειας.

Ακολούθως παράγονται συνθετικές χρονοσειρές, που διατηρούν την κυκλοστασιμότητα και την στοχαστική φύση της μεταβλητής σε ωριαία κλίμακα. Με βάση τα στατιστικά χαρακτηριστικά της μεταβλητής του ανέμου κρίνεται ο πλέον κατάλληλος τύπος αεροκινητήρα βάση του προτύπου IEC-61400, που δίνει για την περιοχή του πλαστήρα ανεμοκινητήρα κλάσης II (αφού έχουμε μέση ετήσια τιμή μεγαλύτερη του 10m/s και ταχύτητα αναφοράς, η οποία προκύπτει από το μέγεθος της ριπής ανέμου 33 m/s). Προτείνεται τέλος, σαν εμπορική λύση η τοποθέτηση ENERCON E-82, οπότε παράγεται βάσει της καμπύλης ισχύος της E-82 και της συνθετικής χρονοσειράς ταχύτητας του ανέμου μια πρόβλεψη της ωριαίας ενεργειακής παραγωγής.

Το πλήρες κείμενο της εργασίας παρέχεται από τον ακόλουθο σύνδεσμο στην ιστοσελίδα της ιτιάς:  
[https://www.itia.ntua.gr/getfile/1535/1/documents/Wind\\_EGU15\\_pr.pdf](https://www.itia.ntua.gr/getfile/1535/1/documents/Wind_EGU15_pr.pdf)

## **6.2 ΗΛΙΑΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

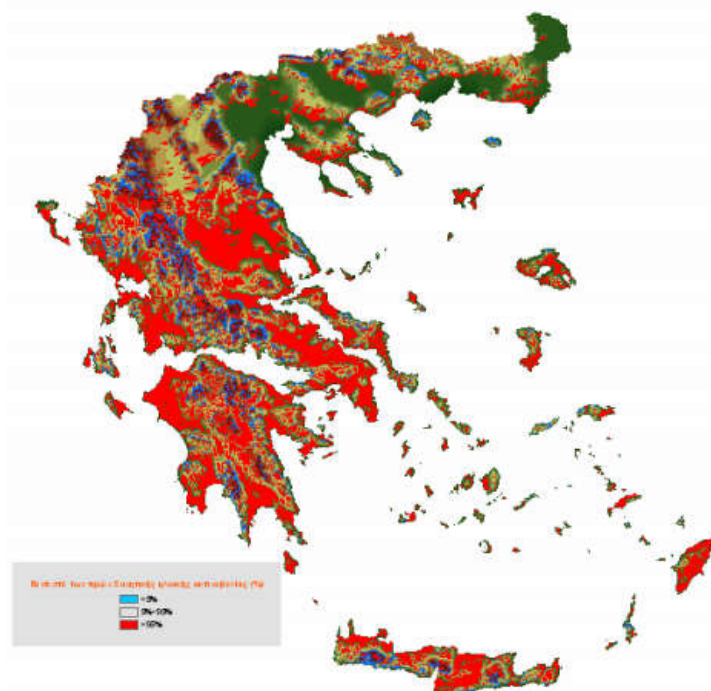
Σε αντίθεση με το αιολικό δυναμικό, η γεωγραφική θέση της Θεσσαλίας σε συνδυασμό με τις τοπογραφικές συνθήκες της δίνει πλεονεκτική θέση όσον αφορά το μέγεθος της ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του εδάφους, που προσδιορίζει και το ηλιακό δυναμικό της περιοχής.

Η ηλιακή ακτινοβολία που λαμβάνεται σε μια περιοχή εξαρτάται από (Αποστολίδου, 2007) το αζιμούθιο του ήλιου, το υψόμετρο του ήλιου, την απόσταση γης - ήλιου, την ηλιακή απόκλιση την ηλιακή ροή ενέργειας στην ατμόσφαιρα, την κλίση της επιφάνειας, τη διεύθυνση της κλίσης της επιφάνειας, τη σχετική θέση με τις γειτονικές περιοχές, το υψόμετρο της περιοχής, την αέρια μάζα και την περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε υδρατμούς και αέρια. Οι παράγοντες αυτοί εξηγούν την εμφάνιση των μεγαλύτερων τιμών δυνητικής ηλιακής ακτινοβολίας οι οποίες λαμβάνονται από τα νότια τμήματα των βουνών, με την προϋπόθεση ότι δεν παρεμποδίζεται από τοπογραφικούς παράγοντες (απουσία σκίασης). Επίσης εξηγούν, την μειωμένη επίδραση των παραγόντων που διαφοροποιούν την κατανομή της δυνητικής ηλιακής ακτινοβολίας (τοπογραφικοί παράγοντες, γεωγραφικό πλάτος κλπ.) το καλοκαίρι, καθώς ο ήλιος βρίσκεται υψηλότερα από ότι τους χειμερινούς μήνες.

Συγκεκριμένα, η Θεσσαλία λόγω του μεγάλου ποσοστού μηδενικών και μικρών κλίσεων που παρουσιάζει, εμφανίζει υψηλές τιμές ηλιακής ακτινοβολίας τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο που

βρίσκονται μάλιστα για το διάστημα αυτό στο άνω 5% σε σχέση με την υπόλοιπη Ελλάδα. Το γεγονός αυτό, σε σύνδεσμο με την εποχική μεγιστοποίηση της ζήτησης σε ενέργεια τους καλοκαιρινούς μήνες, αλλά και την ημερησία ταύτιση σχεδόν του μέγιστου της ζήτησης σε ενέργειας με την μέγιστο ημερήσιας παραγόμενης ηλιακής ενεργείας της μεσημεριανές ώρες από τα Φωτοβολταϊκά Πάρκα, μειώνει την ανάγκη αποθήκευσης της ηλιακής ενέργειας. Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα σημαντικό πλεονέκτημα που της δίνει προβάδισμά πάρα την χαμηλή της απόδοσή, σε σχέση με την αιολική ενεργείας. Μοναδικός παράγων στοχαστικότητας της ηλιακής ενέργειας αποτελεί η νεφοκάλυψη, η οποία όμως δεν προσθέτει στην ηλιακή ακτινοβολία την μεταβλητότητα και δυσκολία πρόβλεψής της αιολικής.

Ιούλιος



Εικόνα 6.7 Περιοχές που λαμβάνουν μηνιαίες τιμές δυνητικής ηλιακής ακτινοβολίας που βρίσκονται στο άνω (με κόκκινο) και στο κάτω 5% (με μπλε) του συνόλου των τιμών του δείγματος για τον Ιούλιο (Αποστολίδου, 2007)

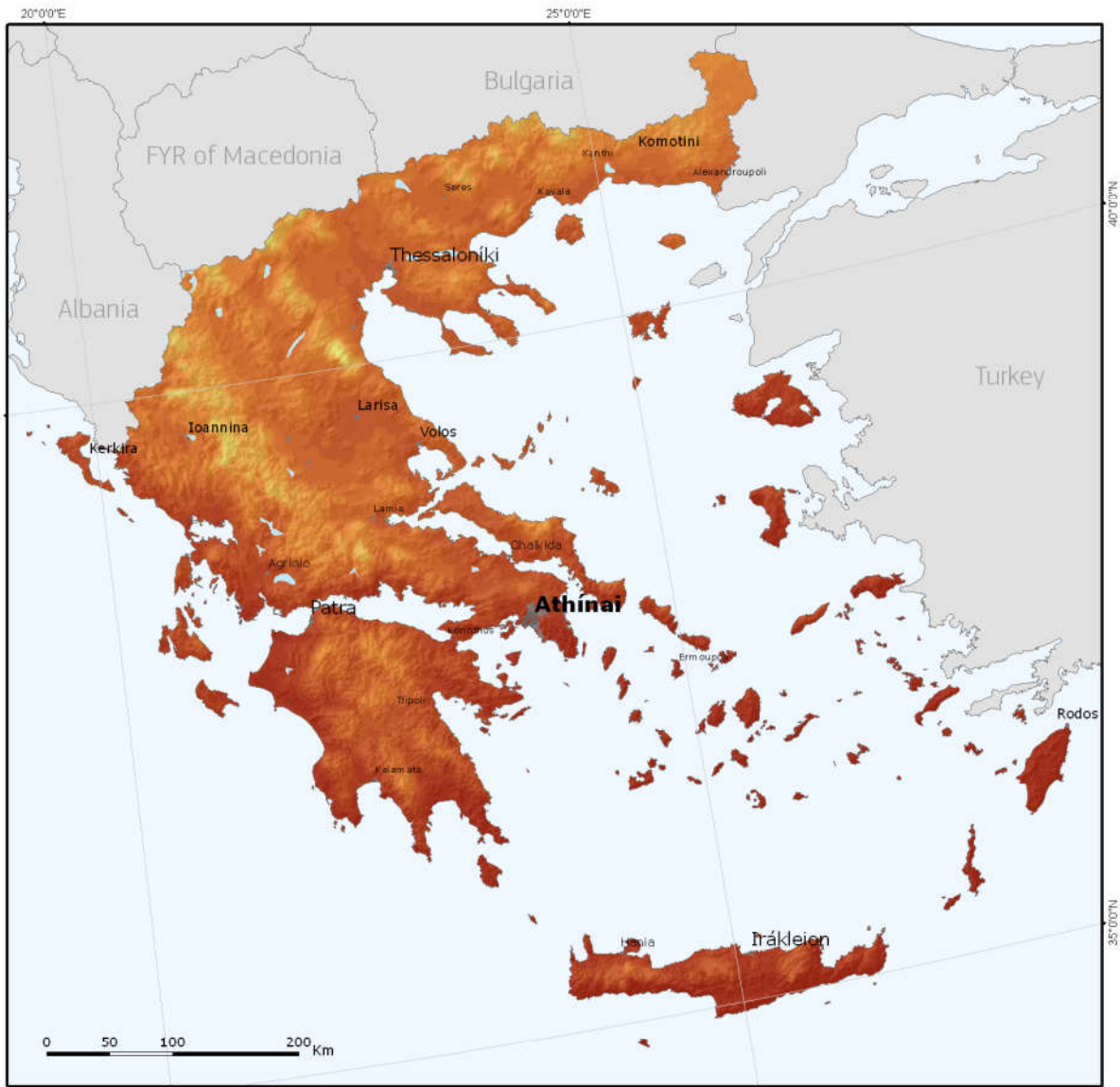
Το JRC (Joint Research Center) παρέχει χάρτες για όλες τις χώρες της ΕΕ, στους οποίους αναπαρίσταται το ετήσιο άθροισμα ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντια επιφάνεια με βέλτιστη κλίση. Τα δεδομένα της εικόνας 6.5 για την Ελλάδα αναπαριστούν το μέσο όρο για την περίοδο 1998-2001 σε kWh/m<sup>2</sup>. Στην ίδια κλίμακα χρώματος, αναπαρίστανται η δυνητική παραγωγή ηλιακής ενέργειας σε kWh/kWp από φωτοβολταϊκό πάνελ 1 kWp τοποθετημένο στην βέλτιστη κλίση με συντελεστή απόδοσης 0.75.

Ακολούθως γίνεται αναφορά στο μοντέλο εκτίμησης της ηλιακής ενέργειας που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της μεθοδολογίας χωροθέτησης με χρήση του Model Builder και τη βοήθεια του εργαλείου Area Solar Radiation σε συνδυασμό με δορυφορικές μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας της NASA.

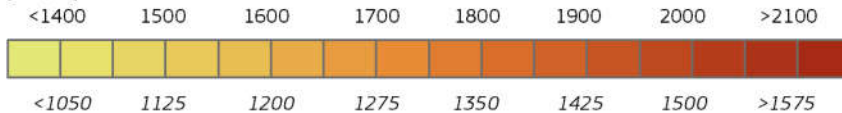
# Global irradiation and solar electricity potential

## Optimally-inclined photovoltaic modules

### GREECE / ΕΛΛΑΔΑ



Yearly sum of global irradiation  
[kWh/m<sup>2</sup>]



Urban area  
Water body

Yearly sum of solar electricity generated by 1kW<sub>p</sub>  
system with performance ratio 0.75  
[kWh/kW<sub>peak</sub>]

**CM SAF**  
Climate Monitoring

Joint  
Research  
Centre

Authors: Thomas Huld, Irene Pinedo-Pascua  
European Commission • Joint Research Centre  
Institute for Energy and Transport, Renewable Energy Unit  
PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

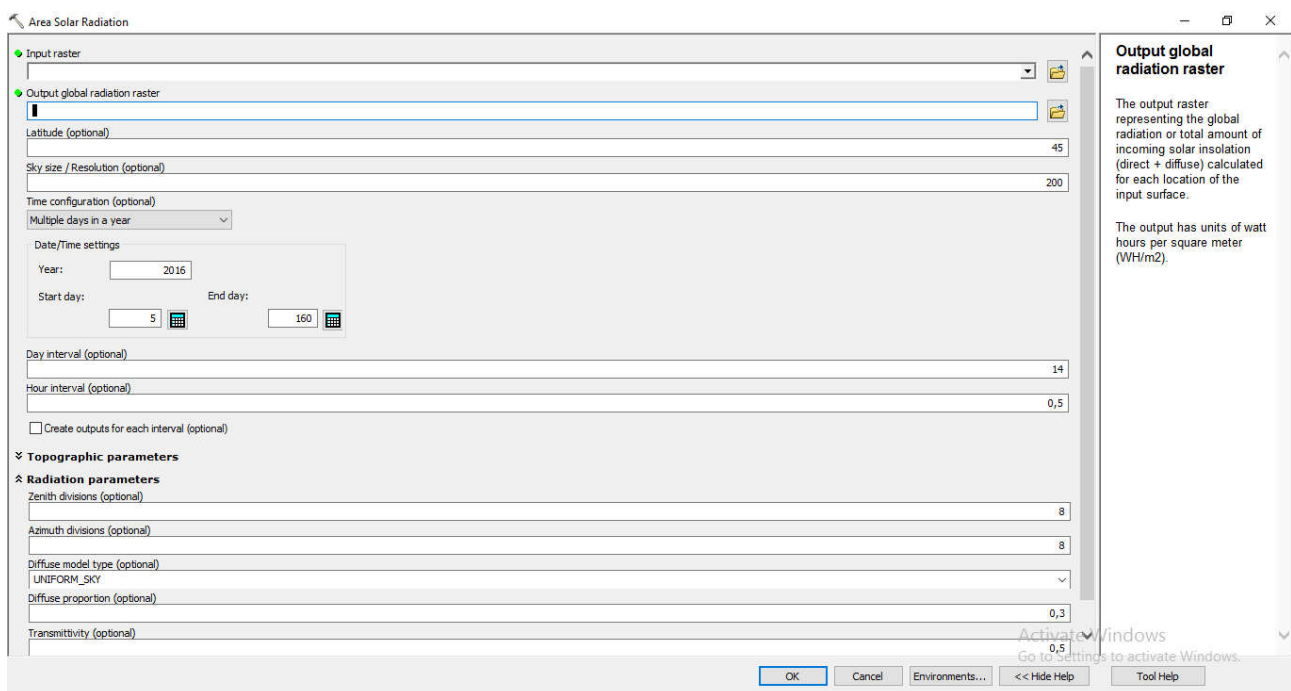
Εικόνα 6.8 Χάρτης ηλιακού δυναμικού για την Ελλάδα (PVGIS © European Union, 2001-2012)

### 6.2.1 ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Για τις ανάγκες της εργασίας ήταν απαραίτητος ένας χάρτης ηλιακού δυναμικού σε μορφή Raster με επαρκή διακριτότητα (τουλάχιστον 250 m) για την υλοποίηση της μεθοδολογίας. Καθώς δεν ήταν διαθέσιμοι χάρτες με την απαιτούμενη ανάλυση αναπτύχθηκε μέσω του εργαλείου Area Solar Radiation της επέκτασης Spatial Analyst του ArcGIS 10.3 σε συνδυασμό με τα διαθέσιμα δορυφορικά δεδομένα ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας της NASA, ένα μοντέλο εκτίμησης της ηλιακής ακτινοβολίας που παρήγαγε χάρτες ηλιακής ακτινοβολίας σε μηνιαία και ετήσια κλίμακα. Στο σχήμα φαίνεται το μοντέλο, όπως αναπτύχθηκε με τη βοήθεια του Model Builder, του περιβάλλοντος ArcGIS 10.3.

Για την επιλογή τεχνοοικονομικά συμφέρουσας θέσης εγκατάστασης φωτοβολταϊκού πάρκου κρίσιμη είναι η τιμή της συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας της προς εξέταση θέσης. Σε επίπεδο διαστασιολόγησης και τελικής τοποθέτησης (micro-sitting), είναι χρήσιμες τόσο η ημερήσια όσο και η ετήσια χρονοσειρά της ηλιακής ακτινοβολίας, ώστε να γίνεται κατά το δυνατόν μέγιστη αξιοποίηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του κυττάρου. Στόχος λοιπόν, είναι η παραγωγή ενός χάρτη ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας.

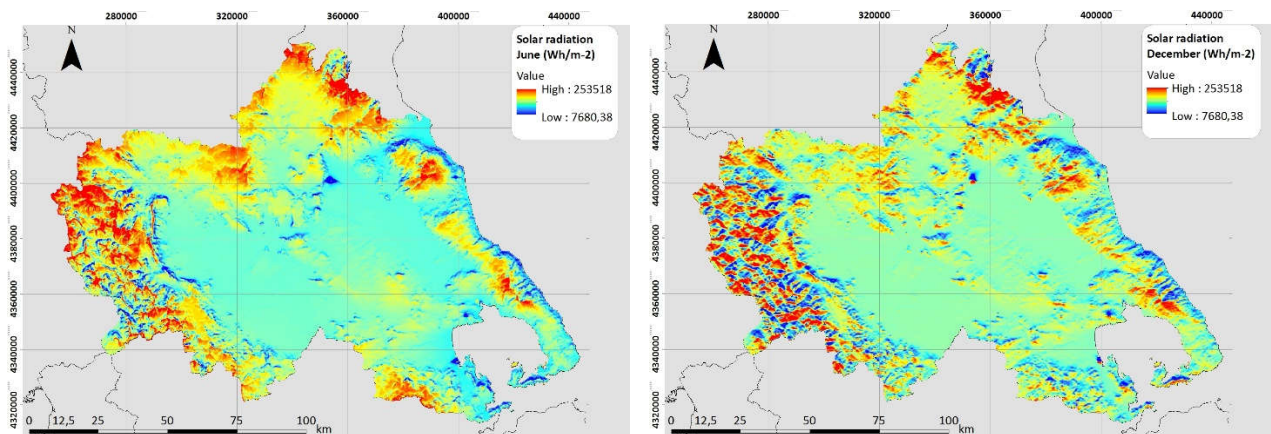
Συνοπτικά η ρουτίνα Area Solar Radiation δίνει σαν αποτέλεσμα την συνολική ηλιακή ακτινοβολία για την περιοχή που εισάγεται μέσω του DEM σε Wh/m<sup>2</sup> για κάθε φαντίου ανάλογα με την ανάλυση του DEM. Η ρουτίνα μπορεί να εκτελεστεί για μέγιστο χρονικό διάστημα ενός έτους, αλλά δίνονται και επιλογές για υπολογισμό σε διάστημα ενός μήνα, μια ημέρας και παραγωγής αποτελεσμάτων για κάθε διάστημα. Συστήνεται να εφαρμόζεται σε περιοχές με εύρος γεωγραφικού πλάτους 1°, αλλιώς προτείνεται ο χωρισμός του DEM σε επιμέρους περιοχές.



Εικόνα 6.9 Περιβάλλον του εργαλείου υπολογισμού ηλιακής ακτινοβολίας Area Solar Radiation



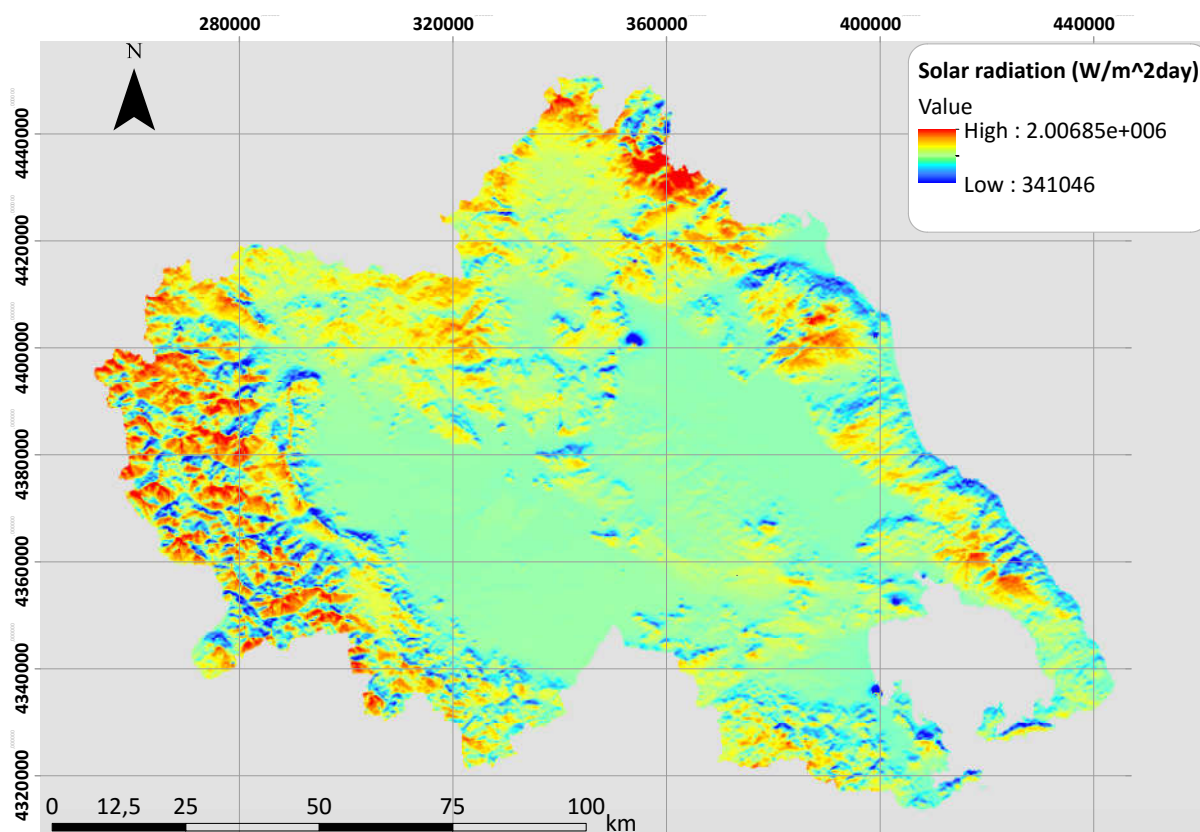
Αρχικά έγινε με την βοήθεια του λογισμικού Υδρογνώμων, στατιστική ανάλυση της χρονοσειράς ημερησίας ηλιακής ακτινοβολίας που αναφέρεται σε μια περιοχή με συντεταγμένες σε WGS 84, όπως φαίνονται στον πίνακα. στόχος της ανάλυσης ήταν να προσδιοριστεί η μέση ετήσια τιμή ηλιακής ακτινοβολίας από τις μετρήσεις της NASA. Η τιμή αυτή η οποία προσδιοριστικέ στα 1520 kW/m<sup>2</sup> ήταν η ζητούμενη μέση τιμή ηλιακής ακτινοβολίας που έπρεπε να προκύπτει για την περιοχή μέσω της αλλαγής της παραμέτρου Transmittivity της εντολής area solar radiation. Αφού προσδιορίστηκε η τιμή αυτή, στο 0,557 γίνεται μια τελευταία εφαρμογή της εντολής area solar radiation στο DEM της Θεσσαλίας οπότε παράγεται η Εικόνα 6.11 ετήσιου ηλιακού δυναμικού. Επιλέγεται να εξαχθούν αποτελέσματα για κάθε μήνα, ώστε να αναδειχθεί η εποχικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Επιλέγεται να παρουσιαστεί η μηνιαία ακτινοβολία για του μήνες Ιούνιο και Δεκέμβριο, που αποτελούν τους μήνες με την υψηλότερή και χαμηλότερη μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία αντίστοιχα. Παρατηρώντας τους χάρτες επιβεβαιώνεται η παρατήρηση για μείωση της επίδρασης των τοπογραφικών παραγόντων του καλοκαιρινούς μήνες σε σχέση με το χειμώνα λόγω της μεγαλύτερης γωνίας πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας.



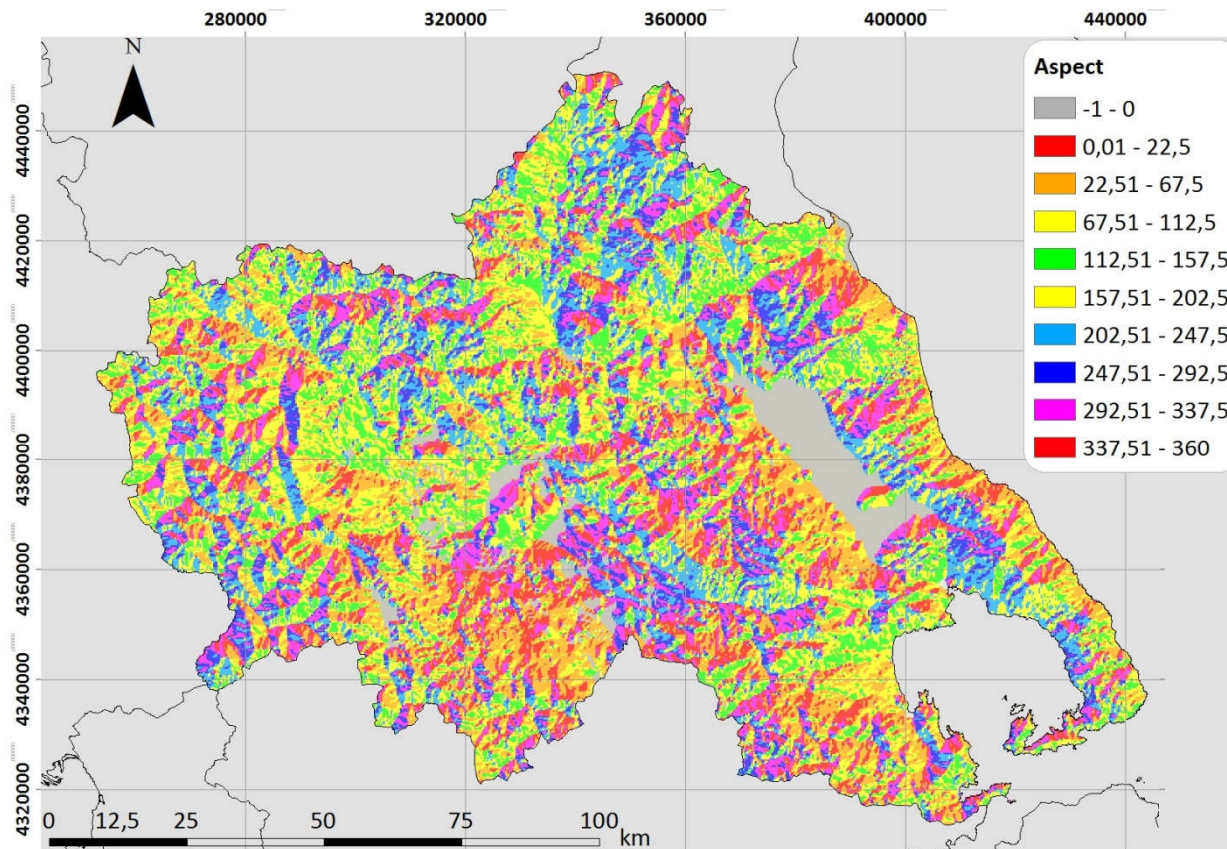
**Εικόνα 6.10 Συνολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία για τον Ιούνιο (αριστερά) και Δεκέμβριο (δεξιά)**

Στην Εικόνα 6.11 φαίνεται η συνολική ετήσια ηλιακή ακτινοβολία που λαμβάνει η Θεσσαλία σε κάθε φατνίο της. Παρατηρούμε την ιδιαίτερα καλή επίδοση της Περιφέρειας της οποίας η ελάχιστη τιμή (341 kW/m<sup>2</sup>) είναι πολύ κοντά στο κατώφλι της αξιοποιήσιμης ηλιακής ακτινοβολίας 800 kW/m<sup>2</sup>. Η μέση τιμή δε, είναι 1453 kW/m<sup>2</sup>, γεγονός που δείχνει οι άνω του 50% της έκτασης της Θεσσαλίας εμφανίζει βιώσιμο αιολικό δυναμικό (> 1400 kW/m<sup>2</sup>). Τέλος η μέγιστη τιμή φθάνει τα 2000 kW/m<sup>2</sup>, με τα μέγιστα να εμφανίζονται στις νότιές πλαγιές των υψωμάτων, όπως είναι αναμενόμενο.

Στην Εικόνα 6.12, η οποία παράχθηκε με το εργαλείο Aspect του Spatial Analyst, φαίνεται ο προσανατολισμός κάθε φατνίου και η άμεση συσχέτιση με το ηλιακό δυναμικό. Σε πολλές μεθοδολογίες χωροθέτησης ο προσανατολισμός εισάγεται σαν επιπλέον κριτήριο χωροθέτησης, έξω του αιολικού δυναμικού. Στην παρούσα εργασία θεωρείται ότι το κριτήριο αυτό εισάγεται στο ηλιακό δυναμικό και δεν λαμβάνεται υπόψιν.



Εικόνα 6.11 Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια του εδάφους για την Περιφέρεια Θεσσαλίας



Εικόνα 6.12 Προσανατολισμός εδάφους Περιφέρειας Θεσσαλίας

## 7 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

### 7.1 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ/ΑΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠ

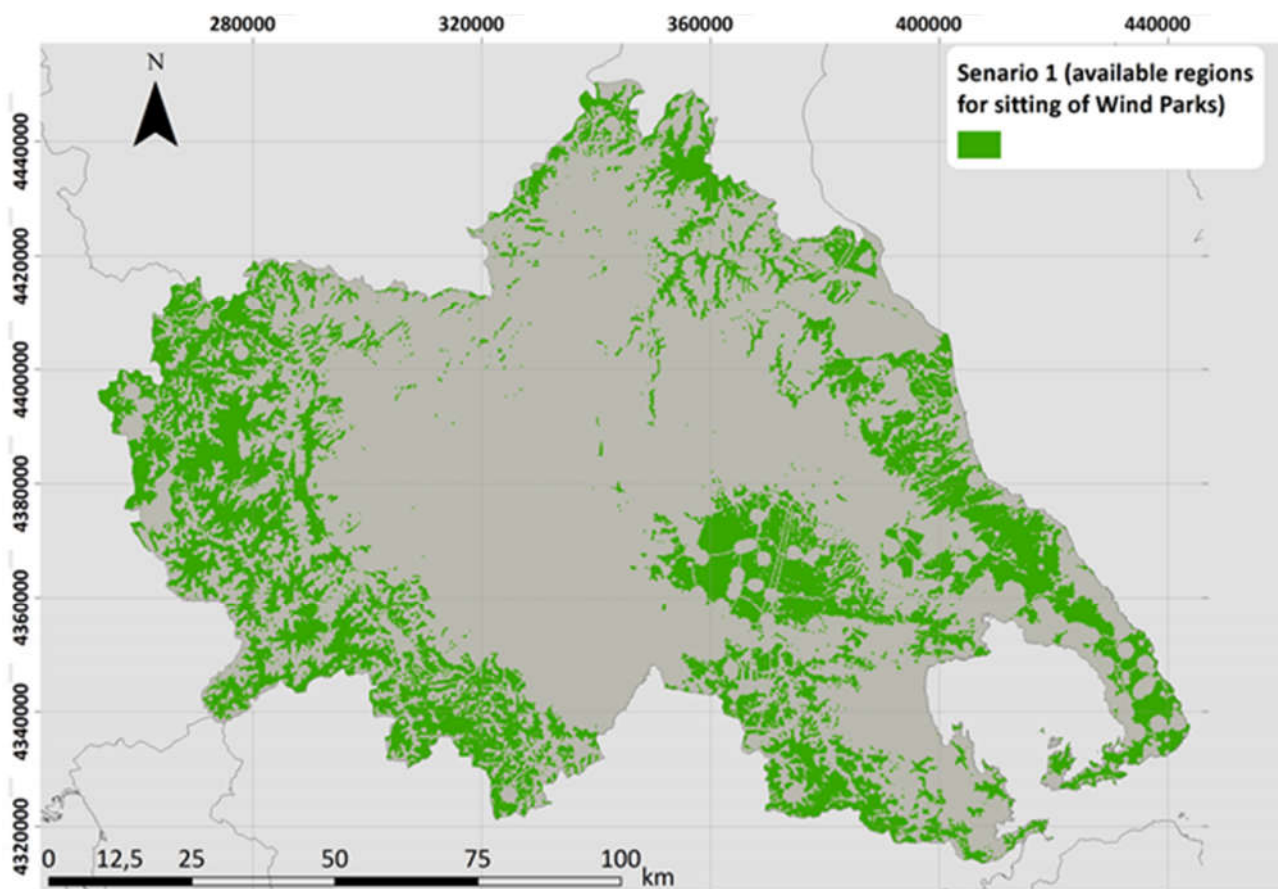
Για τον προσδιορισμό των επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων λαμβάνοντας υπόψη θεσμικούς, περιβαλλοντικούς και τεχνικούς περιορισμούς επιλέγεται να εφαρμοστούν δυο σενάρια αποκλεισμού, που αποτελεί δόκιμη πρακτική και σε άλλες μεθοδολογίες χωροθέτησης (Siyal *et al.*, 2015). Το 1<sup>ο</sup> Σενάριο εφαρμόζει το ισχύον νομικό πλαίσιο, που τέθηκε κυρίως από το ΕΠΧΣΑΑ- ΑΠΕ και το Ν.3851/2010, ενώ το 2<sup>ο</sup> λαμβάνει υπόψη επιπλέον περιβαλλοντικούς και τεχνικούς περιορισμούς, οι οποίοι:

- α. άρθηκαν από το Ν. 3851/2010, αλλά στην πραγματικότητα κρίνεται ότι δεν χαίρουν κοινωνικής αποδοχής και δεν είναι στην κατεύθυνση της βιωσιμότητας (π.χ., ΤΚΣ Δικτύου NATURA 2000)
- β. δεν λήφθηκαν υπόψη από το ελληνικό νομικό πλαίσιο, αλλά υποστηρίζονται από τη διεθνή βιβλιογραφία και τις πολιτικές χωροθέτησης ΑΠΕ άλλων χώρων (π.χ. περιοχές ΖΕΠ Δικτύου Natura 2000, δασικές εκτάσεις κ.ά.)
- γ. σχετίζονται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης και των απαιτήσεων μεγάλων εγκαταστάσεων ΑΠΕ που εξετάζονται στην παρούσα εργασία.

Συγκεκριμένα, για το 1<sup>ο</sup> Σενάριο εφαρμόστηκαν οι παρακάτω περιοχές αποκλεισμού, βάσει του ΕΠΧΣΑΑ και του Ν. 3851/2010:

- α. Τα κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και τα άλλα μνημεία μείζονος σημασίας της παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του Ν. 3028/2002, καθώς και οι οριοθετημένες αρχαιολογικές ζώνες προστασίας Α που έχουν καθορισθεί κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του Ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του Ν. 3028/2002.
- β. Οι 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.
- γ. Τα όρια των Υγροτόπων Διεθνούς Σημασίας (Υγρότοποι Ραμσάρ).
- δ. Οι πυρήνες των εθνικών δρυμών, τα κηρυγμένα μνημεία της φύσης και τα αισθητικά δάση.
- ε. Οι 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).
- στ. Οι εντός σχεδίων περιοχές πόλεων και ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2.000 κατοίκων.

- ζ. 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, τα θεματικά πάρκα και οι τουριστικοί λιμένες.
- η. Οι ατύπως διαμορφωμένες, στο πλαίσιο της εκτός σχεδίου δόμησης, τουριστικές και οικιστικές περιοχές. Ως ατύπως διαμορφωμένες τουριστικές και οικιστικές περιοχές για την εφαρμογή του παρόντος νοούνται οι περιοχές που περιλαμβάνουν 5 τουλάχιστον δομημένες ιδιοκτησίες με χρήση τουριστική ή κατοικία, οι οποίες ανά δύο βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 100 μέτρων, και συνολική δυναμικότητα 150 κλίνες τουλάχιστον. Για τον υπολογισμό της δυναμικότητας κάθε δομημένη ιδιοκτησία με χρήση κατοικίας θεωρείται ισοδύναμη με 4 κλίνες, ανεξαρτήτως εμβαδού. Οι ανωτέρω περιοχές θα αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της οικείας Π.Π.Ε.Α.
- θ. Οι ακτές κολύμβησης που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- ι. Τα τμήματα των λατομικών περιοχών και μεταλλευτικών και εξορυκτικών ζωνών που λειτουργούν επιφανειακά.
- ια. Άλλες περιοχές ή ζώνες που υπάγονται σήμερα σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, βάσει του οποίου δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων, για όσο χρόνο ισχύουν.



Εικόνα 7.1 Επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 1

Εφαρμόζονται, επιπλέον, και όλες οι ασύμβατες χρήσεις και οι ελάχιστες απαιτούμενες αποστάσεις για χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων, όπως αναφέρονται στο Παράρτημα II του ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ και παρατίθενται στην παράγραφο 3.3.1.

Επιλέχθηκε ακόμη να αποκλεισθούν από το 1<sup>ο</sup> σενάριο οι περιοχές με μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου κάτω των 4 m/s, που αποτελεί το όριο βιώσιμου αιολικού δυναμικού από το ΚΑΠΕ. Ακόμη, αφαιρούνται τα υδάτινα σώματα και οι υγρότοποι, καθώς δεν είναι τεχνικά εφικτή η χωροθέτηση ΑΠΕ σε αυτές τις περιοχές.

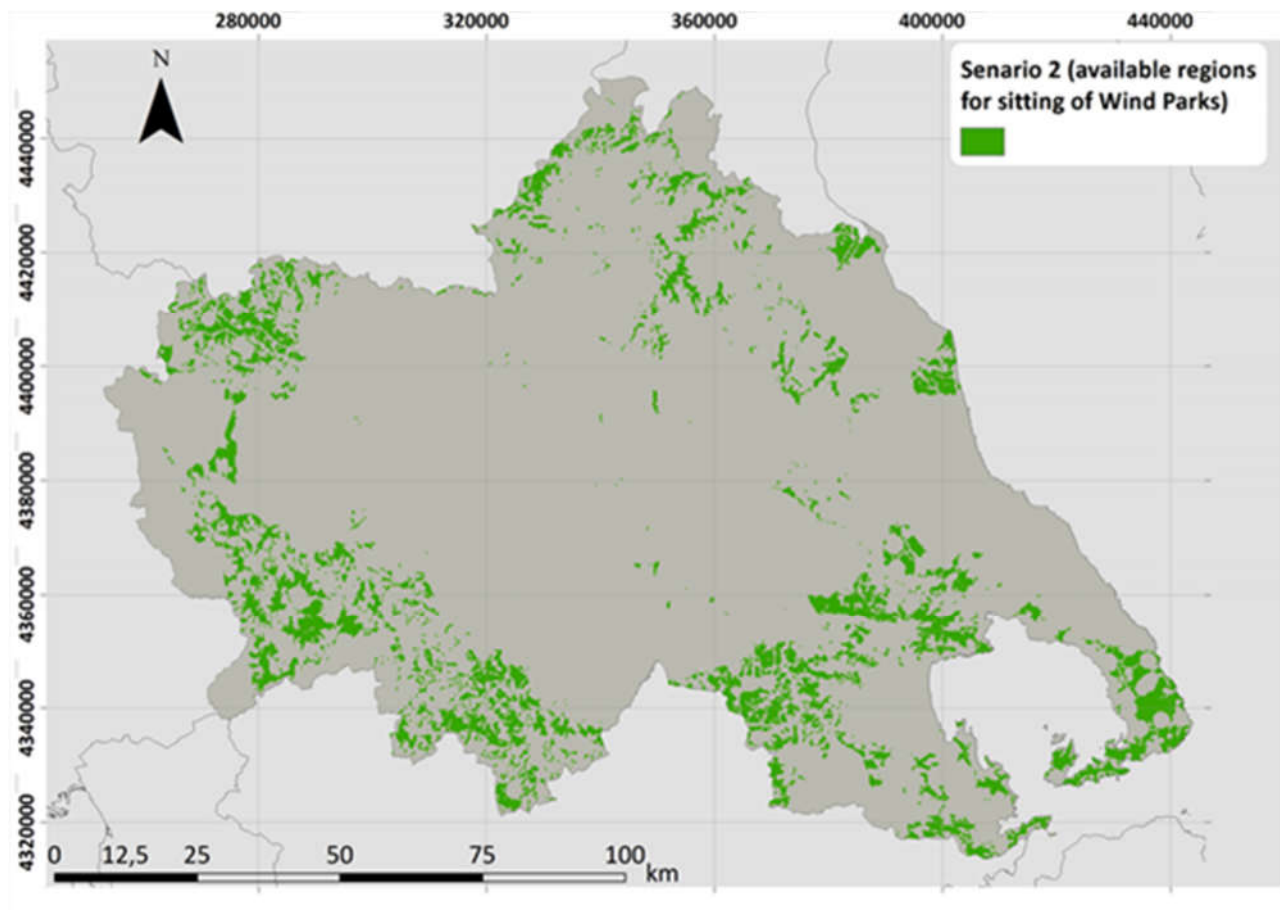
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην Εικόνα 7.1, στην οποία διακρίνεται η ομοιόμορφη κατανομή των επιτρεπόμενων περιοχών στα όρια της Περιφέρειας, όπου αναπτύσσονται οι ορεινοί όγκοι και το αιολικό δυναμικό είναι αξιόλογο. Μικρό τμήμα των επιτρεπόμενων περιοχών ανήκει στο νοτιοανατολικό τμήμα του Θεσσαλικού κάμπου. Η έκταση τους ανέρχεται σε 3984 km<sup>2</sup>, που αντιστοιχούν στο 28% της έκτασης της Περιφέρειας και μπορούν να καλύψουν 123 GW εγκατεστημένης ισχύος (η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς για την περιφέρεια Θεσσαλίας υπολογίζεται περί τα 7 GW). Για τον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύος αξιοποιείται η ελάχιστη απόσταση που επιβάλλει ο ΕΠΧΣΑΑ (3 διαμέτρους φτερωτής) για την μείωση της επίδρασης ομόρου και την καλή απόδοσή της εγκατάστασης, η οποία για τυπική ανεμογεννήτρια με διάμετρο φτερωτής 85 m υπολογίζεται στα 255 m. Συνεπώς, μπορούν να χωροθετηθούν 2 MW εγκατεστημένη ισχύος τυπικής ανεμογεννήτριας ανά 65 025 m<sup>2</sup>, δηλαδή 30.76 MW/km<sup>2</sup>.

Η αφαίρεση των μη βιώσιμων περιοχών από πλευράς αιολικού δυναμικού, επιφέρει σημαντική μείωση (της τάξης του 54%) των επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης για το Σενάριο 1, αποτέλεσμα που αναδεικνύει το αιολικό δυναμικό σε σημαντικό περιοριστικό παράγοντα για την Θεσσαλία. Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με αυτό για τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, για τις οποίες μόλις 26 km<sup>2</sup> της περιφέρειας παρουσιάζουν μη βιώσιμο ηλιακό δυναμικό (βλ. παράγραφο 8.1).

Στο **2<sup>ο</sup> Σενάριο** προστέθηκαν κάποιες περιοχές που κριθήκαν ακατάλληλες για την χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων, βάσει τεχνικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων όπως:

- α. Οι περιοχές ΤΚΣ (Τόποι Κοινότητας Σημασίας), αλλά και οι ΖΕΠ (Ζώνες Ειδικής Προστασίας) του Δικτύου Natura 2000.
- β. Οι δασικές εκτάσεις.
- γ. Όλες οι προστατευόμενες θεσμικά περιβαλλοντικές περιοχές, όπως οι προστατευόμενοι φυσικοί σχηματισμοί, τα προστατευόμενα τοπία και στοιχεία του τοπίου, τα προστατευόμενα δάση, τα καταφύγια άγριας ζωής και οι ελεγχόμενες κυνηγετικές περιοχές.
- δ. Οι περιοχές με υψόμετρο μεγαλύτερη των 2000 m, καθώς πέρα από τις τεχνικές δυσκολίες πρόσβασης και σύνδεσης με το δίκτυο, έχουν χαμηλή πυκνότητα αέρα, που δρα δυσμενώς για τη παράγωγή αιολικής ενέργειας, η οποία είναι ανάλογη της πυκνότητας του ρευστού.

Οι επιτρεπόμενες περιοχές του Σεναρίου 2 διακρίνονται στην Εικόνα 7.2, και παρουσιάζουν παρόμοια κατανομή με το 1<sup>ο</sup> Σενάριο. Η επιβολή των τεχνικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων επιφέρει σημαντική μείωση των επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης, οι οποίες πλέον ανέρχονται σε 1479 km<sup>2</sup> (11% της έκτασης της περιφέρειας). Η εγκατεστημένη ισχύς που αντιστοιχεί στο σενάριο αυτό ανέρχεται στα 45 GW, υπερκαλύπτοντας την μέγιστη επιτρεπόμενη εγκατεστημένη ισχύ των 7 GW για την Θεσσαλία.



Εικόνα 7.2 Επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 2

Πίνακας 7.1 Έκταση και ποσοστό κάλυψης των διαθέσιμων περιοχών των δύο σεναρίων για ΑΠ

	Έκταση διαθέσιμων περιοχών (km <sup>2</sup> )	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Μέγιστη επιτρεπόμενη εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Ποσοστό κάλυψης (%)
Σενάριο 1	3984	122541	7057	28%
Σενάριο 2	1479	45483	7057	11%
Θεσσαλία	14049	432111	7057	

## 7.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠ

Στόχος της αξιολόγησης είναι η ιεράρχηση των επιτρεπόμενων περιοχών για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων που προέκυψαν από τα δύο παραπάνω σενάρια, με μια σειρά κριτηρίων (περιβαλλοντικών, τεχνικοοικονομικών και αισθητικών), τα οποία πηγάζουν από την ισχύουσα

νομοθεσία, τη διεθνή βιβλιογραφία, επιστημονικές έρευνες, αλλά και τις ιδιαιτερότητες της περιοχής μελέτης (βλ. Πίνακα 7.2).

**Πίνακας 7.2 Κριτήρια αξιολόγησης για τη χωροθέτηση ΑΠ**

	<b>Κριτήριο αξιολόγησης</b>	<b>Τύπος κριτηρίου</b>
<b>CW1</b>	Αιολικό δυναμικό	Τεχνοοικονομικό
<b>CW2</b>	Κλίση εδάφους	Τεχνοοικονομικό\Αισθητικό
<b>CW3</b>	Απόσταση από το οδικό δίκτυο	Τεχνοοικονομικό
<b>CW4</b>	Απόσταση από το ηλεκτρικό δίκτυο μεταφοράς ενέργειας (Υ.Τ.& Μ.Τ)	Τεχνοοικονομικό
<b>CW5</b>	Υψόμετρο	Τεχνοοικονομικό\Περιβαλλοντικό
<b>CW6</b>	Απόστασή από την ακτογραμμή και το υδρογραφικό δίκτυο	Αισθητικό\Περιβαλλοντικό
<b>CW7</b>	Απόσταση από υγροτόπους, λίμνες και περιοχές ΖΕΠ Δικτύου Natura 2000	Αισθητικό\Περιβαλλοντικό
<b>CW8</b>	Απόσταση από οικιστικές περιοχές	Αισθητικό\ Τεχνοοικονομικό

Τα κριτήρια είναι ανάλογα με αυτά για τα ΦΠ, αλλά με ορισμένες διαφοροποιήσεις, δεδομένων των διαφορετικών επιπτώσεων και απαιτήσεων χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων. Τα κριτήρια παρουσιάζονται στη συνέχεια, χωρίς να γίνει διάκρισή τους σε αμιγώς περιβαλλοντικά ή τεχνικά, καθώς πολλά από αυτά έχουν διπλό χαρακτήρα. Για κάθε κριτήριο δημιουργήθηκε πίνακας, με χωρισμό σε κλάσεις των τιμών και αντίστοιχη βαθμολογία. Τα όρια που επιλέχτηκαν ανά κριτήριο τεκμηριώνονται βάσει βιβλιογραφικών αναφορών και από την ανάλυση των χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης που έγινε στο Κεφάλαιο 5.

Η κλίμακα αξιολόγησης που εφαρμόστηκε παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.3. Αποτελείται από πέντε κλίμακες ιεράρχησης με βαθμολογία από μηδέν έως τέσσερα, με το μηδέν για την «ακατάλληλη» και το τέσσερα για την «πολύ υψηλής καταλληλότητας» αξιολόγηση.

**Πίνακας 7.3 Κλίμακα αξιολόγησης της καταλληλότητας των θέσεων χωροθέτησης ΑΠ**

<b>Κλίμακα αξιολόγησης</b>	<b>Βαθμολογία</b>
Πολύ υψηλή καταλληλότητα	4
Υψηλή καταλληλότητα	3
Ικανοποιητική καταλληλότητα	2
Οριακά αποδεκτή καταλληλότητα	1
Ακατάλληλη	0

### 7.2.1 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

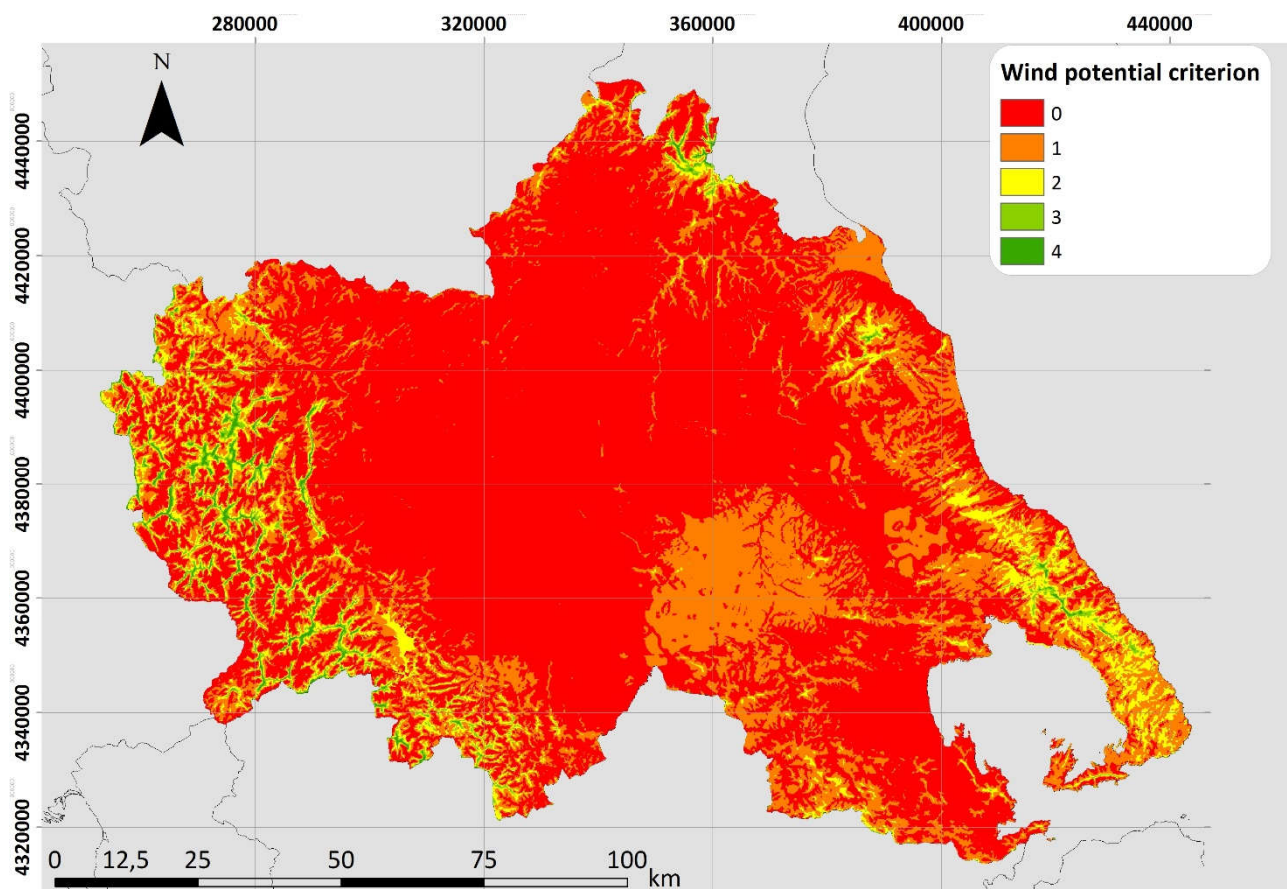
Το αιολικό δυναμικό αποτελεί κρίσιμο παράγοντα της βιωσιμότητας των επενδύσεων, καθώς καθορίζει το μέγεθος της παραγόμενης ενέργειας για την συγκεκριμένη εγκατεστημένη ισχύ, την

επιλογή του συστήματος εγκατάστασης (μέγεθος ανεμογεννήτριας) αλλά και και την μεταβλητότητα της ενεργειακής παραγωγής.

Το αιολικό δυναμικό αξιολογείται, προσεγγιστικά, μέσω της μέσης ετήσιας ταχύτητα ανέμου από τους χάρτες αιολικού δυναμικού που παρέχει η ΠΑΕ. Λόγω της κακής επίδοσης της Θεσσαλίας ως προς το αιολικό δυναμικό, επιλέχθηκε η αξιολόγηση του Πίνακα 7.3, με την άνω βαθμολογικά κλάση να ορίζεται για μέσες ετήσιες ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες των 7 m/s. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση, καθώς μόλις το 2,6% της έκτασης της Θεσσαλίας εμφανίζει μέση ετήσια ταχύτητα πάνω από 6 m/s, ενώ στο 6,3% της έκτασης παρατηρείται μέση ταχύτητα από 4 έως 5 m/s. Το μεγαλύτερο τμήμα της περιφέρειας (ποσοστό 67%) εμφανίζει μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου κάτω από 4 m/s, κρίνεται συνεπώς ακατάλληλη για την ανάπτυξη ΑΠ.

**Πίνακας 7.4 Κριτήριο αιολικού δυναμικού με βάση την μέση ετησία ταχύτητα του ανέμου (m/s)**

Μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου (m/s)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
>7	4	270,5	0,69%
6-7	3	740,9	1,90%
5-6	2	2457,4	6,30%
4-5	1	9379,8	24,03%
0-4	0	26177,1	67,08%



**Εικόνα 7.3 Κριτήριο αιολικού δυναμικού**

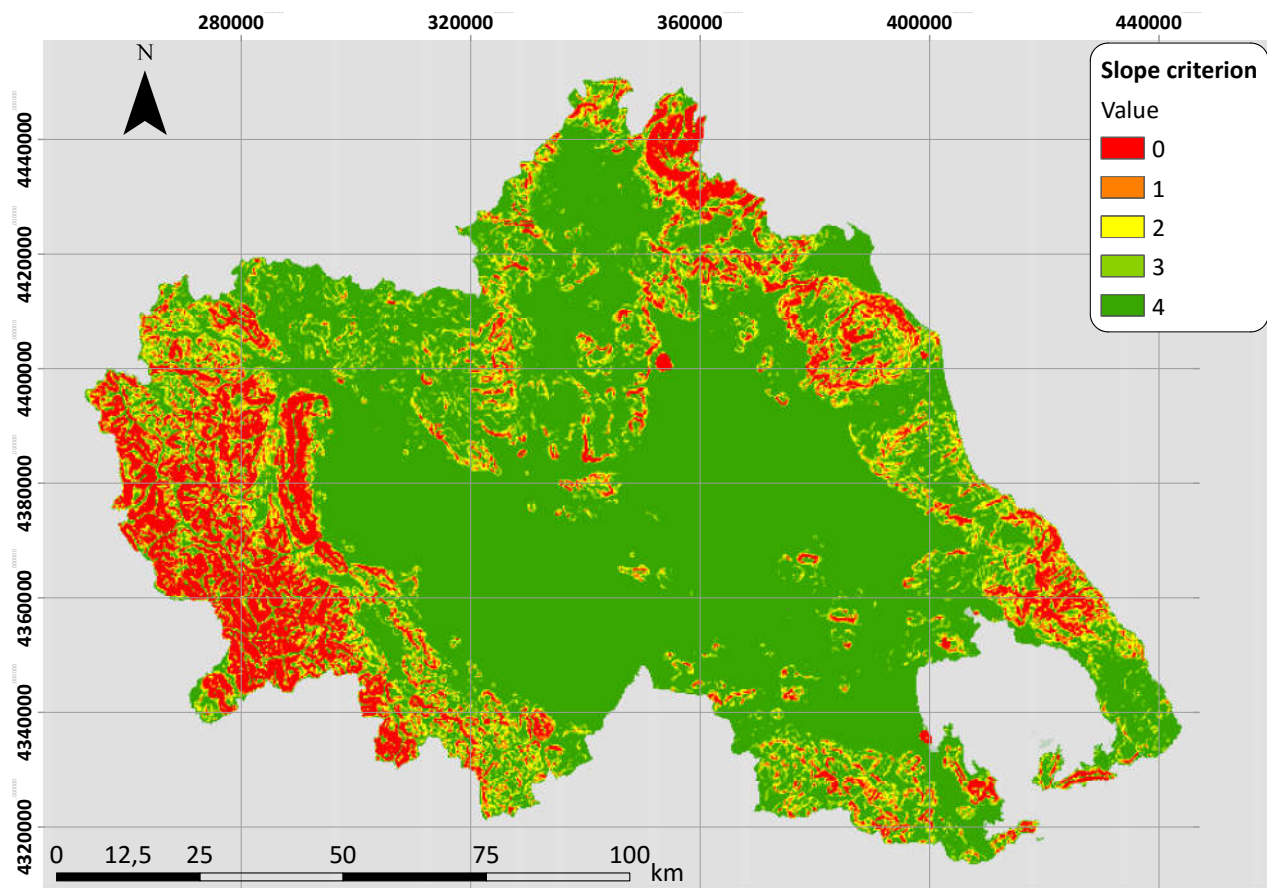


### 7.2.2 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΚΛΙΣΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ

Οι περιοχές μεγάλης κλίσης αποτελούν προβληματικές ζώνες χωροθέτησης, καθώς έκτος των δυσκολιών πρόσβασης του οδικού δικτύου για την κατασκευή και την συντήρηση του αιολικού πάρκου, προσθέτουν και άλλες τεχνικές δυσκολίες, που σχετίζονται με την τύρβη που εμφανίζεται συχνότερα σε λείες πλάγιες με απότομες κλίσεις. Πολλές είναι μάλιστα οι περιπτώσεις στις οποίες η κλίση λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού, καθώς με την αύξηση της κλίσης του εδάφους μειώνεται η αποδιδόμενη ισχύς και, συνεπώς, η παραγόμενη ενέργεια.

Πίνακας 7.5 Κριτήριο κλίσεων εδάφους (%) για χωροθέτηση Αιολικών Πάρκων

Κλίση εδάφους (%)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
0-15 %	4	9135,2	65,14%
15-20 %	3	1385,3	9,88%
20-25 %	2	1093,3	7,80%
25-30 %	1	782,5	5,58%
>30%	0	1627,8	11,61%



Εικόνα 7.4 Κριτήριο κλίσης εδάφους για χωροθέτηση ΑΠ

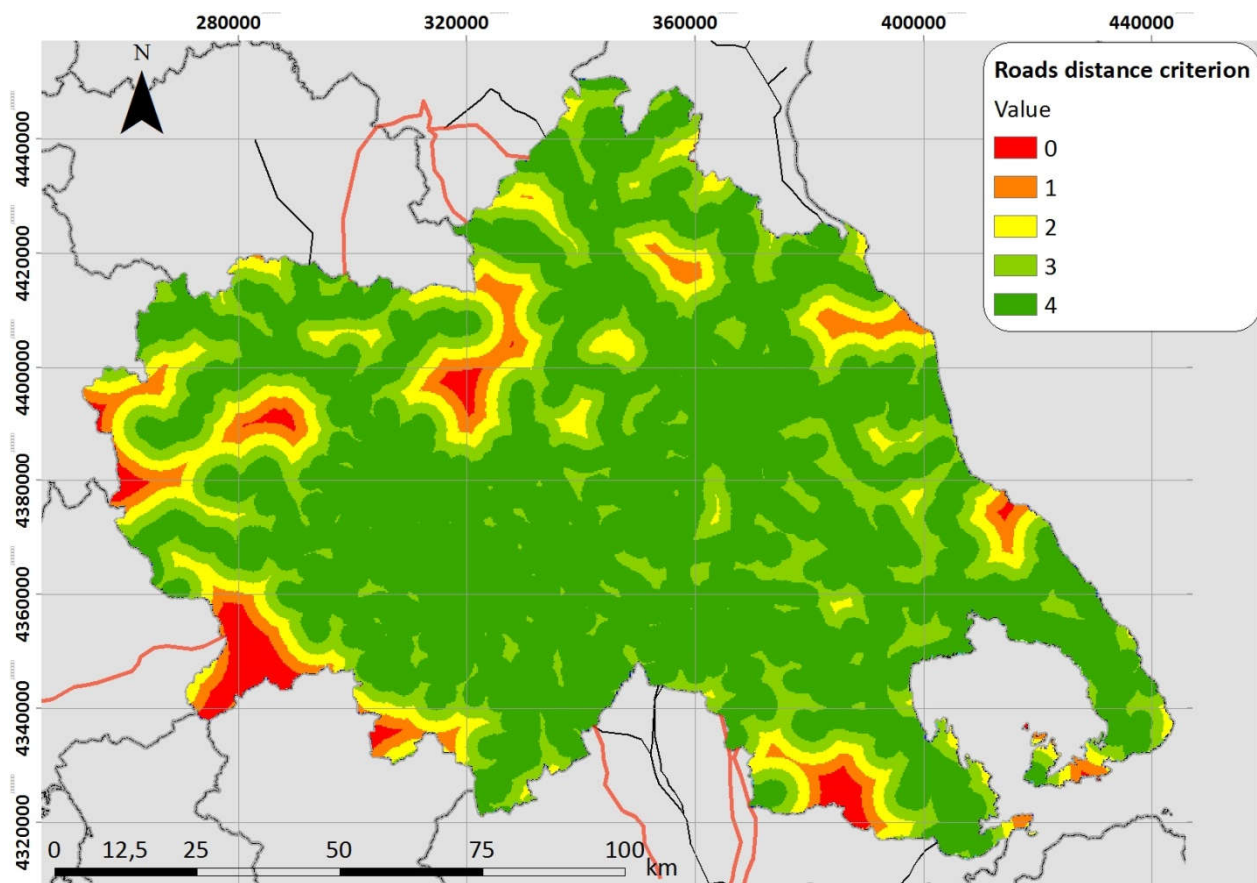
Με βάση τις κλάσεις του Πίνακα 7.4 προκύπτει ότι η Περιφέρεια Θεσσαλίας παρουσιάζει πολύ καλή επίδοση ως προς το κριτήριο αυτό, σε αντίθεση με το αιολικό δυναμικό. Συγκεκριμένα, μόλις το 12% της Περιφέρειας παρουσιάζει κλίσεις κάτω άνω του 30%, που αποτελεί το επιτρεπτό όριο

για αιολικές εγκαταστάσεις. Το μεγαλύτερο τμήμα της Θεσσαλίας, δηλαδή ποσοστό 65%, παρουσιάζει κλίσεις κάτω των 15%, που είναι ιδανικές για την χωροθέτηση αιολικών πάρκων.

Παρά τις ευνοϊκές εν γένει κλίσεις, οι «κακές» βαθμολογίες του κριτηρίου των κλίσεων εδάφους συγκεντρώνονται, όπως αναμένεται στους ορεινούς όγκους της Περιφέρειας, όπου απαντώνται και οι ελάχιστες υψηλές τιμές αιολικού δυναμικού.

### 7.2.3 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Το οδικό δίκτυο αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό τεχνοοικονομικό παράγοντα για την χωροθέτηση των αιολικών εγκαταστάσεων, καθώς οι υψηλές τιμές του απαντώνται συχνά σε δυσπρόσιτες περιοχές ή πολλές φορές με κακής ποιότητας οδικό δίκτυο. Από την άλλη τα ίδια τα αιολικά συστήματα παραγωγής ενέργειας λόγω του μεγέθους (μεγάλο ύψος πύργου) και του σημαντικού τους βάρους έχουν υψηλές τεχνικές προδιαγραφές σε ποιότητα οδοποιίας με απαιτήσεις ήπιων κλίσεων και επαρκούς πλάτους οδοστρώματος. Πρόκειται συνεπώς για κρίσιμο παράγοντα, που πολλές φορές μπορεί να αποκλείσει την επιλογή μιας θέσης εγκατάστασης αιολικού πάρκου.



Εικόνα 7.5 Κριτήριο απόστασης από το οδικό δίκτυο για χωροθέτηση ΑΠ

Μετά την εφαρμογή της κλίμακας αξιολόγησης του Πίνακα 7.6, προκύπτει ότι το 64% της περιφέρειας βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 2 km από το υφιστάμενο οδικό δίκτυο. Στον αντίποδα μόλις το 2% απέχει πάνω από 8 km, οπότε λίγες περιοχές της περιφέρειας θα λάβουν

βαθμολογία «0». Παρατηρώντας την Εικόνα 7.5 του κριτηρίου οδικού δικτύου, φαίνεται ότι σε όρους χωρικής κατανομής, οι λίγες περιοχές που βρίσκονται σε απόστασή μεγαλύτερη των 8 km, συγκεντρώνονται στις ορεινές περιοχές, όπως και στην περίπτωση των κλίσεων.

**Πίνακας 7.6 Κριτήριο απόστασης από το οδικό δίκτυο (m) για χωροθέτηση Αιολικών Πάρκων (ΥΠΕΚΑ, 2008)**

Απόσταση από οδικό δίκτυο (m)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
0-2000	4	8818,4	63,79%
2000-4000	3	2883,3	20,86%
4000-6000	2	1224,9	8,86%
6000-8000	1	616,5	4,46%
>8000	0	280,6	2,03%

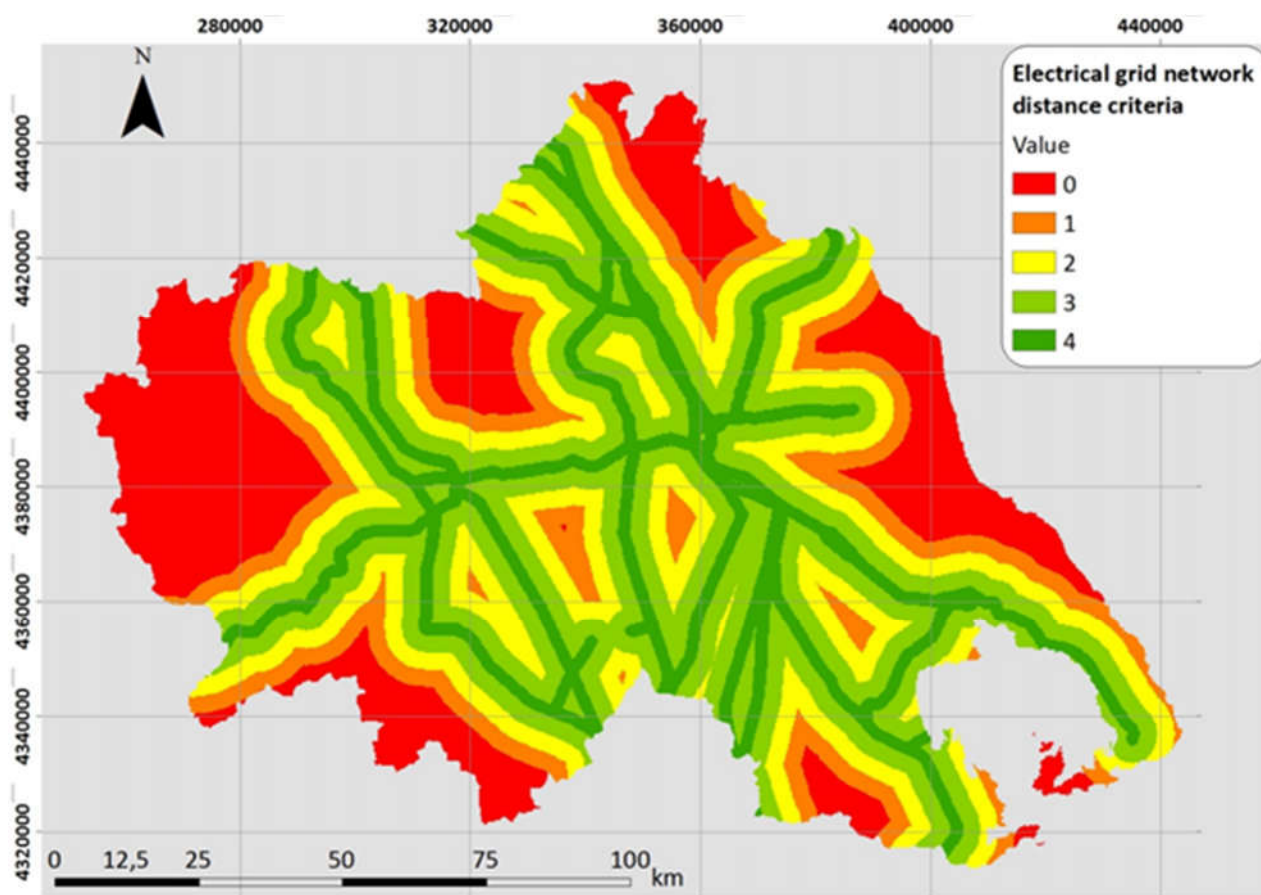
#### 7.2.4 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι αιολικές εγκαταστάσεις λόγω της έντονης μεταβλητότητας της παραγόμενης ενέργειας αλλά και του σημαντικού τους μεγέθους σε όρους εγκατεστημένης ισχύος συνδέονται συνήθως στο δίκτυο υψηλής ή και ακόμα υπερύψηλης τάσης εφόσον είναι διαθέσιμο. Σε περίπτωση που η εγκατεστημένη τους ισχύς δεν ξεπερνά τα 20MW μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο μέσης τάσης(βλ. και Παράγραφο 5.8.3). Στην Θεσσαλία αναπτύσσεται μόνο δίκτυο υψηλής και μέσης τάσης, καθώς μέχρι τώρα δεν έχει υπάρξει κορεσμός του δικτύου λόγω της ιδιαίτερα αργής ανάπτυξης αιολικής ενέργειας στην περιοχή (μόλις 17MW σε λειτουργία).

**Πίνακας 7.7 Κριτήριο απόστασης από το ηλεκτρικό δίκτυο διανομής και μεταφοράς ενέργειας για την χωροθέτηση ΑΠ (ΥΠΕΚΑ, 2008)**

Απόσταση από δίκτυο διανομής (km)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
<1	4	1968,3	14,24%
1-4	3	4086,3	29,56%
4-7	2	2775,4	20,08%
7-10	1	1738,9	12,58%
>10	0	3253,4	23,54%

Για την εφαρμογή του κριτηρίου χρησιμοποιήθηκε το ψηφιοποιημένο δίκτυο του ΑΔΜΗΕ, με χρήση του εργαλείου Euclidean Distance για τον προσδιορισμό της απόστασης και στην συνέχεια το εργαλείο Reclassify για την εφαρμογή των κλάσεων αξιολόγησης. Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 7.7 διαπιστώνουμε ότι ένα ποσοστό 24% βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 10 km από ο υφιστάμενο δίκτυο μεταφοράς, οπότε λαμβάνει βαθμολογία «0», λόγω του ιδιαίτερα αυξημένου κόστους συνδέσης. Παρόλα αυτά το 14% βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη του 1 km. Σημαντική είναι η χωρική συμπτώση των γραμμών υψηλής τάσης με κάποιες περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού, όπως η χερσόνησος του Πηλίου, που τους δίνει βαθμολογικό προβάδισμα.



Εικόνα 7.6 Κριτήριο απόστασης από το ηλεκτρικό δίκτυο διανομής ενέργειας

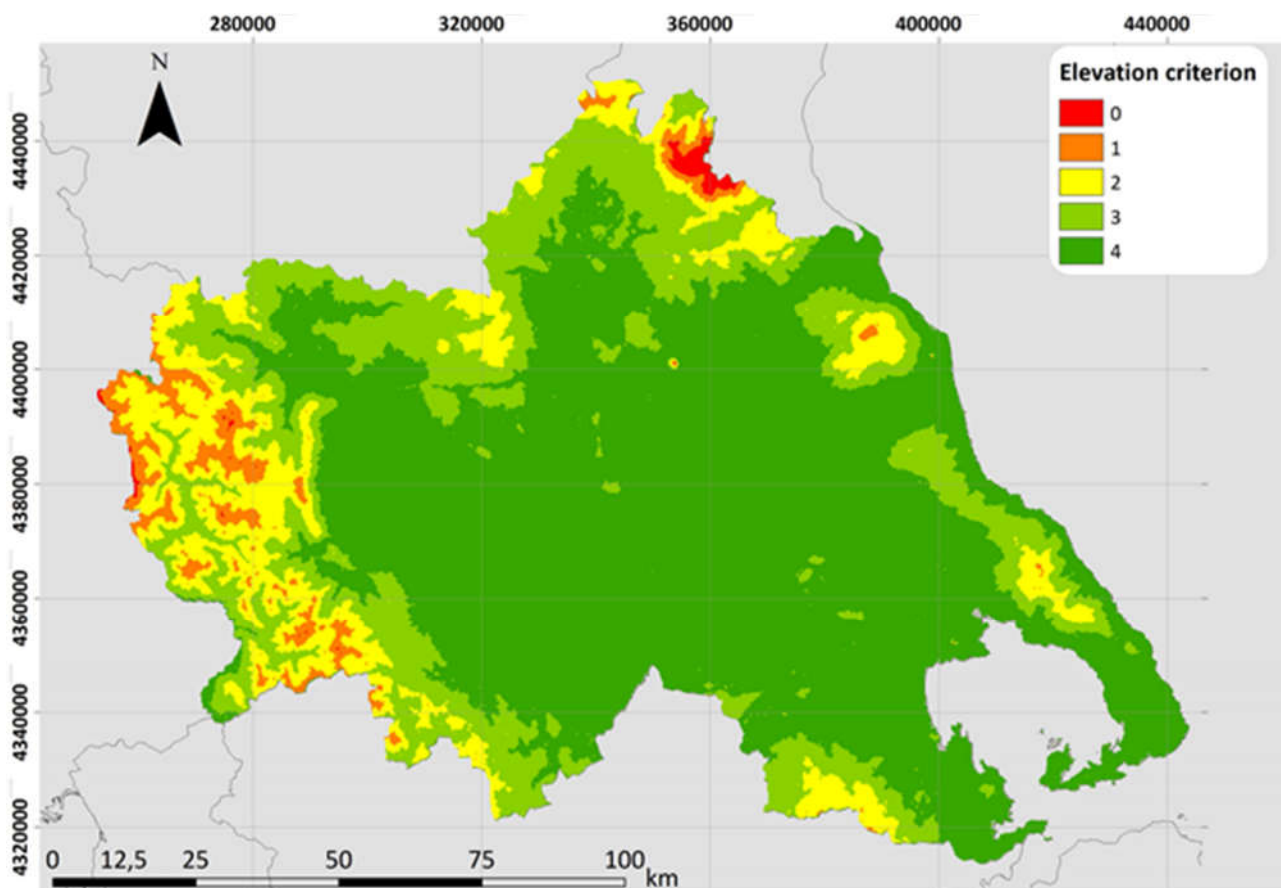
### 7.2.5 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ

Το υψόμετρο αποτελεί πολύ σημαντικό κριτήριο με τεχνικό και περιβαλλοντικό χαρακτήρα, καθώς αφενός στις ορεινές περιοχές απαντάται υψηλής οικολογικής σημασίας πανίδα και χλωρίδα, και αφετέρου η χωροθέτηση σε αυτές της περιοχές συνεπάγεται σημαντικές τεχνικές δυσκολίες. Συγκεκριμένα, πέρα από την αραιή διάταξη οδικού και ηλεκτρικού δικτύου και τις απότομες κλίσεις, που ήδη εξετάστηκαν, στις ορεινές περιοχές μειώνεται η πυκνότητα του αέρα, οπότε και η ενεργειακή απόδοση των αιολικών μηχανών. Σημειώνεται ότι η παραγόμενη από ανεμογεννήτριες ενέργεια όπως και κάθε αλλού στροβίλου είναι αναλογη της πυκνότητας του ρευστού.

Πίνακας 7.8 Κριτήριο υψομέτρου για χωροθέτηση ΑΠ

Υψόμετρο (m)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
0-500	4	8621,6	62,45%
500-1000	3	3112,7	22,55%
1000-1500	2	1616,2	11,71%
1500-2000	1	399,1	2,89%
>2000	0	55,6	0,40%

Ευτυχώς όπως φαίνεται στον Πίνακα 7.8 μόνο το 0.4% της περιφέρειας έχει υψόμετρο κάτω από 2000 m, ενώ η πλειοψηφία της έκτασης της Θεσσαλίας (62%) έχει υψόμετρο κάτω από 500 m. Ως αποτέλεσμα της εφαρμογής της κλίμακας αξιολόγησης προκύπτει ελάχιστες περιοχές με βαθμολογία «0», στα βόρεια του Νομού Λάρισας και στους δυτικούς ορεινούς όγκους της Περιφέρειας. Αξιολογή είναι η παρατήρηση ότι, και πάλι υπάρχει σύμπτωση των καλών περιοχών αιολικού δυναμικού με τις ακατάλληλες με βάση την κλίμακα αξιολόγησης περιοχές.

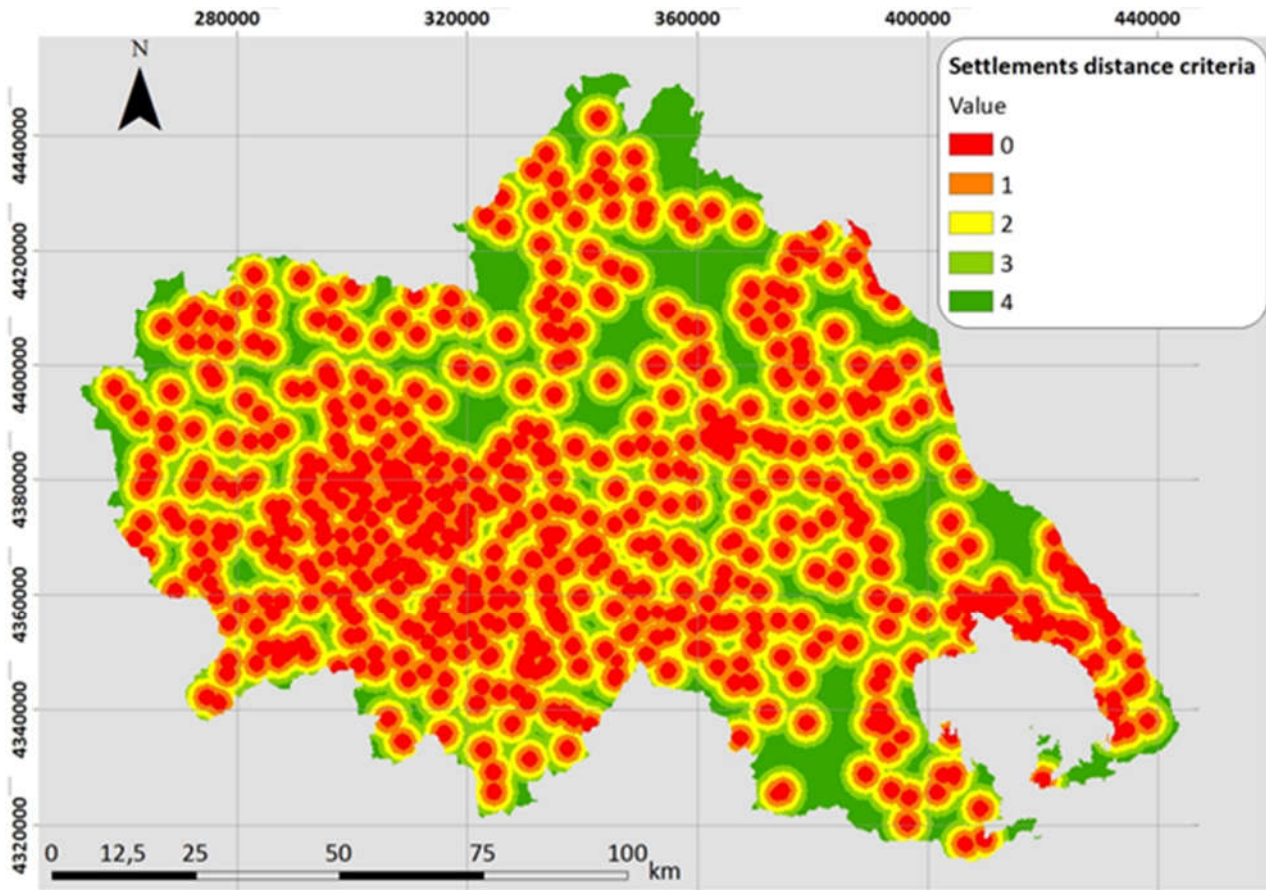


Εικόνα 7.7 Κριτήριο υψόμετρου για την χωροθέτηση ΑΠ

#### 7.2.6 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΟΙΚΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Καθώς ο κοινωνικός και αισθητικός, αλλά και τεχνικός παράγοντας ένταξης αιολικών πάρκων έχει αποδείχθη κρίσιμος για την ανάπτυξη τους σε πολλές περιπτώσεις και έκτος του ελληνικού χώρου, κρίνεται σκόπιμο να είναι αποτελέσει μέρος της μεθοδολογίας αξιολόγησης των διαθέσιμων προς χωροθέτηση περιοχών. Το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ ήδη λαμβάνει σοβαρά υπόψη την αισθητική παρέμβαση που αποτελούν τα αιολικά πάρκα στο τοπίο, θέτοντας διαφορετικές ελάχιστες ακτίνες χωροθέτησης από τα όρια οικισμών ανάλογα με μέγεθος του πληθυσμού τους και το καθεστώς προστασίας (π.χ. Για τους χαρακτηρισμένους παραδοσιακούς οικισμοί ανεξάρτητα του μεγέθους απαιτείται ελάχιστη απόσταση ακτίνας 1500 m από τα όρια τους). Πέραν όμως τις αισθητικής παρέμβασης αποτελούν εγκατάστασης υψηλής όχλησης με βάση την νομοθεσία, οπότε συνίσταται

τόσο από το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ όσο και από τη βιβλιογραφία ελάχιστη απόσταση για την μείωση της όχλησης στους όμορους με την περιοχή χωροθέτησης οικισμούς. Παρόλα αυτά οφείλει να υπάρχει και ένα άνω όριο στην επιθυμητή απόσταση από τις οικιστικές περιοχές, ώστε να μειώνεται το κόστος μεταφοράς και οι απώλειες ενέργειας.



Εικόνα 7.8 Κριτήριο απόστασης από οικιστικές περιοχές για χωροθέτηση ΑΠ

Πίνακας 7.9 Κριτήριο απόστασης από οικιστικές περιοχές

Απόσταση από όριο οικισμού (km)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
<1	0	3353,1	24,26%
1-2	1	4105,8	29,70%
2-3	2	3011,7	21,79%
3-4	3	1785,4	12,92%
>4	4	1566,3	11,33%

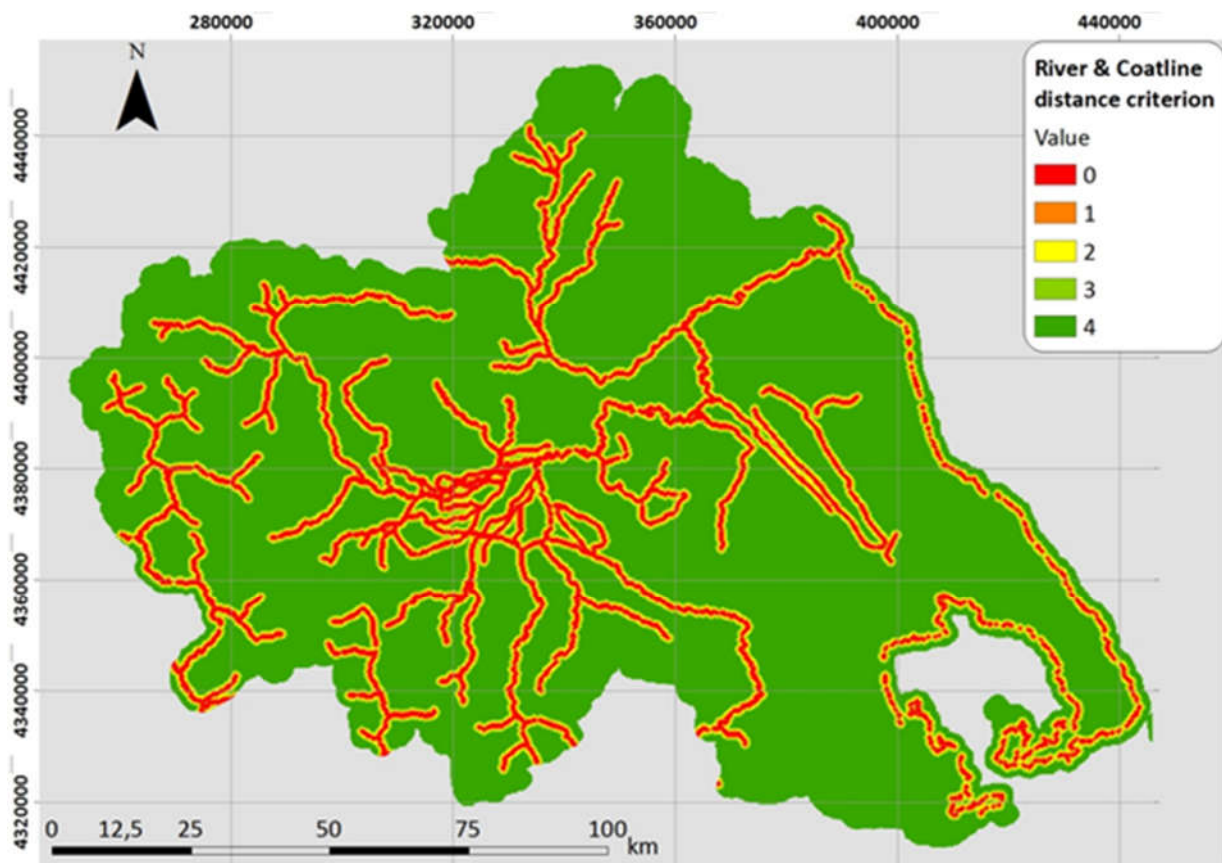
Προτείνεται συνεπώς με βάση τις συνέπειες αυτές η ακόλουθη ενιαία γραμμική κλίμακα αξιολόγησης (ανεξάρτητα του μεγέθους και του καθεστώτος προστασίας) με βάση την εγγύτητα σε οικιστικές περιοχές. Στην ανώτερη βαθμολογικά κλάση βρίσκεται το 11% της έκτασης της Περιφέρειας, ενώ στην κατώτερη το 24%. Παρατηρώντας την Εικόνα 7.8 διακρίνεται η σημαντική διασπορά των οικισμών στην Περιφέρεια, και σε ορεινές περιοχές με καλό αιολικό δυναμικό, όπως το Πήλιο, όπου μάλιστα συναντώνται και πολλοί παραδοσιακοί οικισμοί.

### 7.2.7 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗ ΚΑΙ ΤΑ ΥΔΑΤΙΝΑ ΣΩΜΑΤΑ

Τα ποταμιά και οι ακτές, λόγω της αισθητικής τους αξίας και των δυνατοτήτων αναψυχής που προσφέρουν, αποτελούν συνήθως πόλους έλξης επισκεπτών. Ειδικότερα στις ακτές αναπτύσσεται σημαντικό πλήθος τουριστικών μονάδων, των οποίων η λειτουργεία προστατεύεται και από το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ. Στην παρούσα εφαρμογή θεωρείται εύλογο να εφαρμοστεί μια κλίμακα αξιολόγησης, για την άμβλυση των αισθητικών επιπτώσεων αλλά και του θορύβου που παράγουν οι αιολικές εγκαταστάσεις.

Πίνακας 7.10 Κριτήριο απόστασης (m) από την ακτογραμμή και τα ποτάμια για χωροθέτηση ΑΠ

Απόσταση από ακτογραμμή και ποτάμια (m)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
<250	0	1188,7	7,57%
250-500	1	799,5	5,09%
500-750	2	927,3	5,90%
750-1000	3	746,9	4,76%
>1000	4	12041,8	76,68%



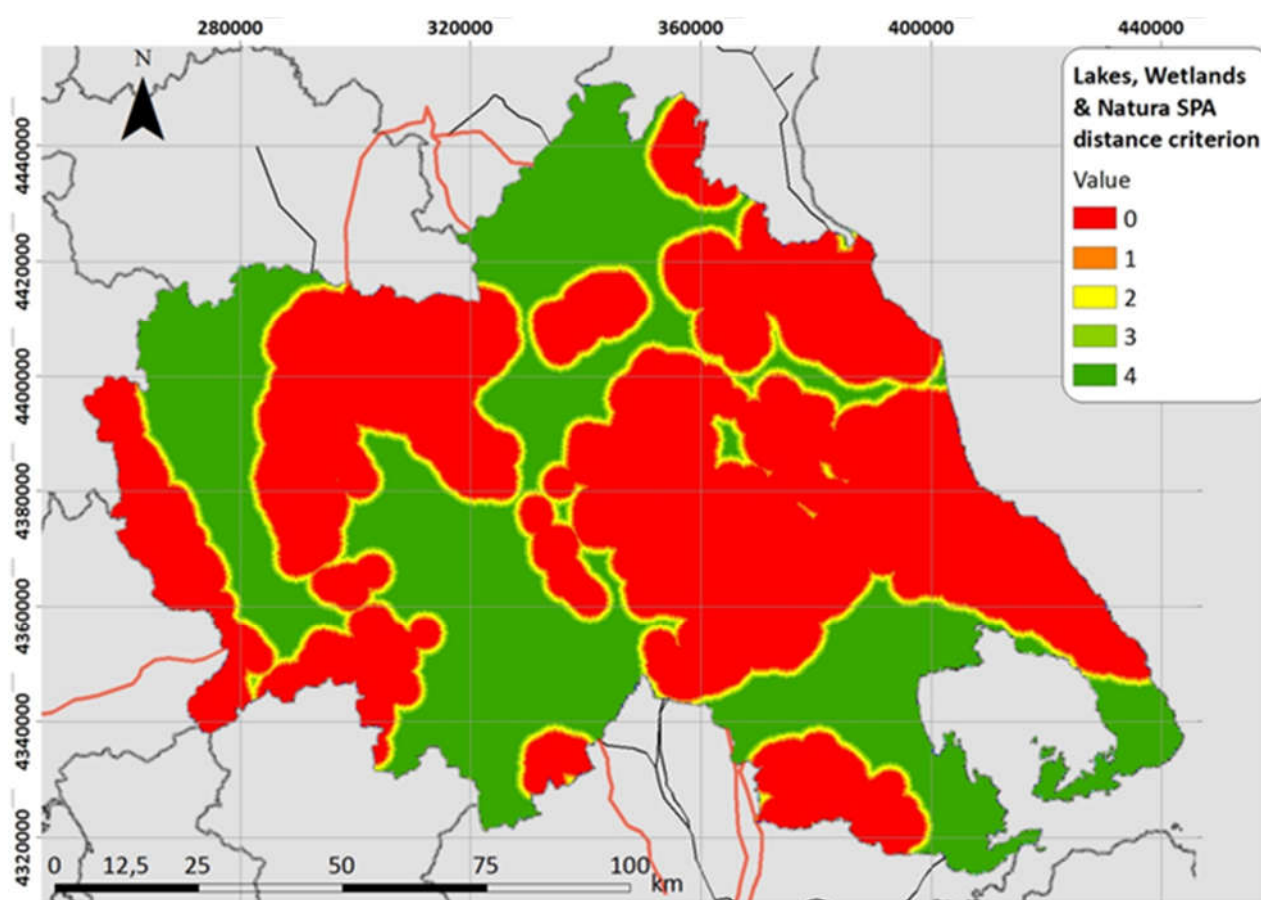
Εικόνα 7.9 Κριτήριο απόστασης από ακτογραμμή και υδάτινα σώματα

Για την υλοποίηση του κριτηρίου εφαρμόζεται η κλίμακα του Πίνακα 7.10, όπου αποτυπώνεται η μικρή αναμενομένη επίδρασή αυτού του κριτηρίου, λόγω της τοπικότητας του, αφού άνω του 76% της Περιφέρειας βρίσκεται σε απόστασή μεγαλύτερη από 1 km από της ακτές. Ως προς την χωρική

του κατανομή, οι μηδενικές βαθμολογικά περιοχές παρουσιάζουν ομοιόμορφη σχετικά εμφάνιση όλης της περιφέρειας.

#### 7.2.8 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥΣ, ΛΙΜΝΕΣ & ΖΕΠ NATURA 2000

Στις περιοχές περιβαλλοντικής σημασίας συμπεριλαμβάνουμε τις περιοχές ΖΕΠ Natura 2000, οι υγράτοποι και οι λίμνες. Πέραν τις αισθητικής τους αξίας η οποία χρήζει προστασίας και επιβάλλεται από το νομικό πλαίσιο ορισμού τους άλλα και την υπάρχουσα βιβλιογραφία, οι περιοχές αυτές αποτελούν ζώνες συγκέντρωσης πτηνών αυξάνοντας τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χωροθέτησης ΑΠ εντός ή πλησίον αυτών. Το παρόν κριτήριο συμπληρώνει ουσιαστικά τη νομοθεσία και τους περιορισμούς ελαχίστων αποστάσεων που ήδη τέθηκαν από τον ΕΠΧΣΑΑ ΑΠΕ με το Σενάριο 1.



Εικόνα 7.10 Κριτήριο απόστασης από περιοχές περιβαλλοντικής σημασίας

Η εφαρμογή της κλίμακας αξιολόγησης του Πίνακα 7.11, αναδεικνύει την σημαντική έκταση των περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος στην Περιφέρεια Θεσσαλίας, που συνεπάγεται ότι 36% της έκτασής της Περιφέρειας λαμβάνει βαθμολογία «0», παρά την τοπικότητας που χαρακτηρίζει και εύτο το κριτήριο, είναι αρκετές οι περιπτώσεις όπως στην δυτική Θεσσαλία και στην χερσόνησό του Πηλίου όπου έχουμε ευνοϊκό αιολικό δυναμικό. Συνεπώς και οι περιβαλλοντικοί πέραν των τεχνικών παραγόντων αξιολογούν δυσμενώς αυτές τις περιοχές.



Πίνακας 7.11 Κριτήριο απόστασης (m) από περιοχές περιβαλλοντικής σημασίας

Απόστασή από περιοχές περιβαλλοντικής σημασίας (km)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
>4	4	7460,0	53,97%
3-3,5	2	509,9	3,69%
3,5-4	1	427,9	3,10%
2,5-3	3	473,0	3,42%
<2,5	0	4952,8	35,83%

### 7.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

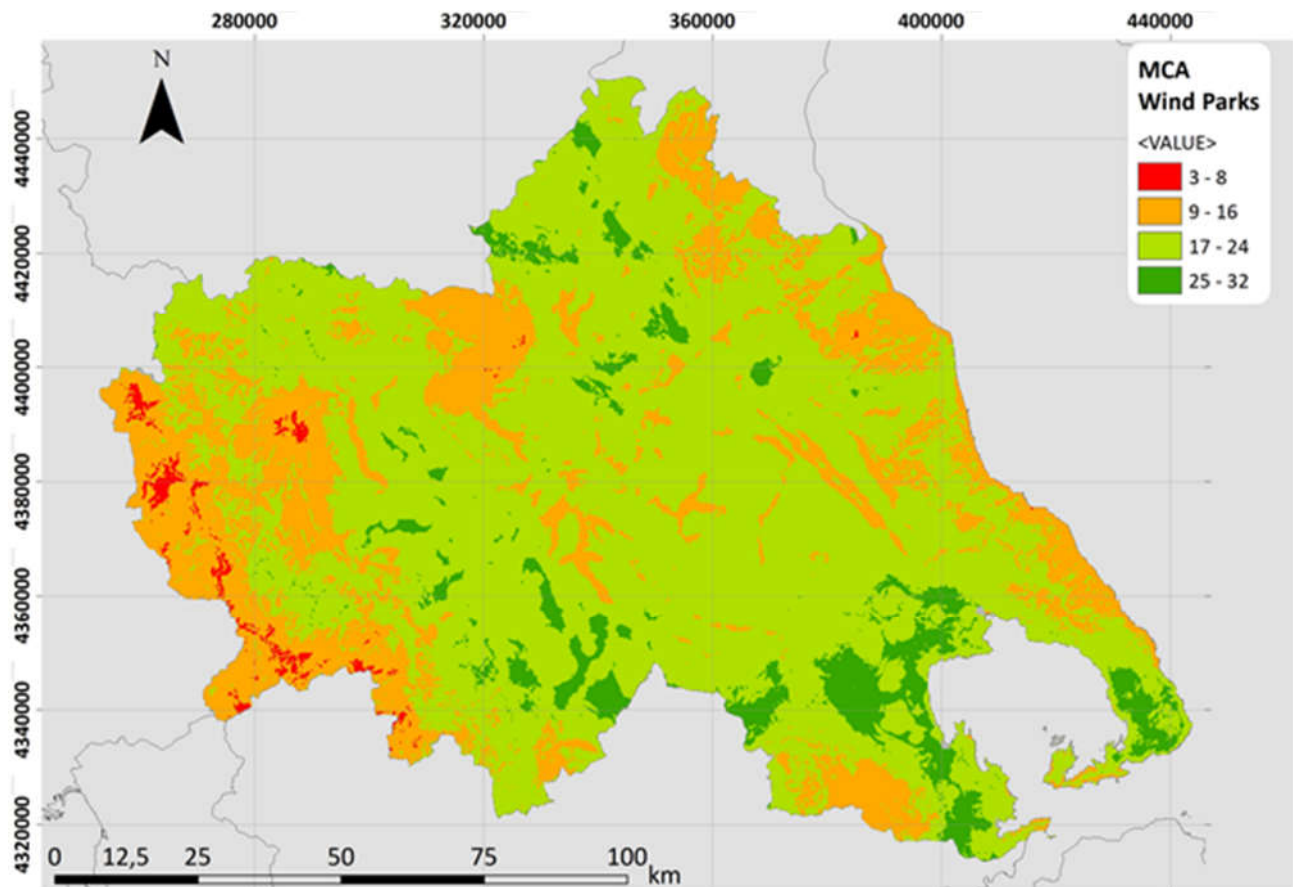
Αφού ολοκληρώθηκε η επιλογή των κριτηρίων χωροθέτησης αιολικών πάρκων και η εφαρμογή κατάλληλης κλίμακας αξιολόγησης για κάθε κριτήριο, εφαρμόστηκε στα οκτώ προκρινόμενα πολυκριτηριακή ανάλυση με ισοβαρείς συντελεστές για όλα τα κριτήρια. Για τον σκοπό αυτό, επιλέχθηκε το εργαλείο Weighted Sum της επέκτασης Spatial Analyst του ArcGIS, το οποίο αθροίζει τις τιμές όλων των αρχείων raster που αντιστοιχούν στο ίδιο κελί, δημιουργώντας ένα αθροιστικό αρχείο raster με εύρος τιμών [0-32] για όλα τα κριτήρια που αντιπροσωπεύει τη βαθμολογία του ως προς την καταλληλότητα χωροθέτησης ΑΠ (βλ. Εικόνα 8.11).

Πίνακας 7.12 Αξιολόγηση του συνόλου της Περιφέρειας Θεσσαλίας για τα 8 κριτήρια χωροθέτησης ΑΠ

Βαθμολογική κλίμακα	Ποσοστό καταλληλότητας	Έκταση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης (km <sup>2</sup> )	Δυνητική εγκατεστημένη ισχύς (GW)	Ποσοστό ανά κατηγορία καταλληλότητας
25-32	75-100 %	914,00	28,1	6,65%
16-24	50-75 %	9370,94	288,2	68,15%
9-16	25-50 %	3356,69	103,2	24,41%
0-8	0-25 %	109,75	3,4	0,80%
Σύνολο		13751,38	423,0	100,00%

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης για το σύνολο της Θεσσαλίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.12 και στην Εικόνα 7.11, με διάκριση σε 4 κλάσεις καταλληλότητας ανάλογα με τη βαθμολογία [0-25%, 25-50% ,50-75%]. Στην ανώτερη κλάση βαθμολογίας ανήκει το 7% της Περιφέρειας, όπου θα μπορούσαν δυνητικά να εγκατασταθούν 28 GW. Η πλειοψηφία της Θεσσαλίας κατατάσσεται στην δεύτερη κατηγορία καταλληλότητας [50-75%], σε ποσοστό 68%, που αντιστοιχεί σε δυνητική εγκατεστημένη 288 GW. Η μέγιστη βαθμολογία για το σύνολό της Θεσσαλίας είναι 29 και αφορά μόλις 2.26 km<sup>2</sup>. Ως προς την χωρική κατανομή των κλάσεων καταλληλότητας, στην Εικόνα 7.11 διακρίνουμε τις πλέον κατάλληλες περιοχές στην χερσόνησο του Πηλίου, στα νοτιά της Περιφέρειας, σε κάποιες περιοχές του Θεσσαλικού κάμπου και στο βόρειο όριο της Περιφέρειας. Το σύνολο των περιοχών της κατώτερης κατηγορίας καταλληλότητας συγκεντρώνεται στο δυτικό όριο της Θεσσαλίας.

Για την αξιολόγηση των επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης του Σεναρίου 1 φιλτράρουμε το Raster της αξιολόγησης μέσω του εργαλείου extract by Mask της επέκτασης Spatial Analyst, οπότε προκύπτει η Εικόνα 7.12.



Εικόνα 7.11 Αξιολόγηση Περιφέρειας Θεσσαλίας για χωροθέτηση ΑΠ με εφαρμογή 8 κριτηρίων

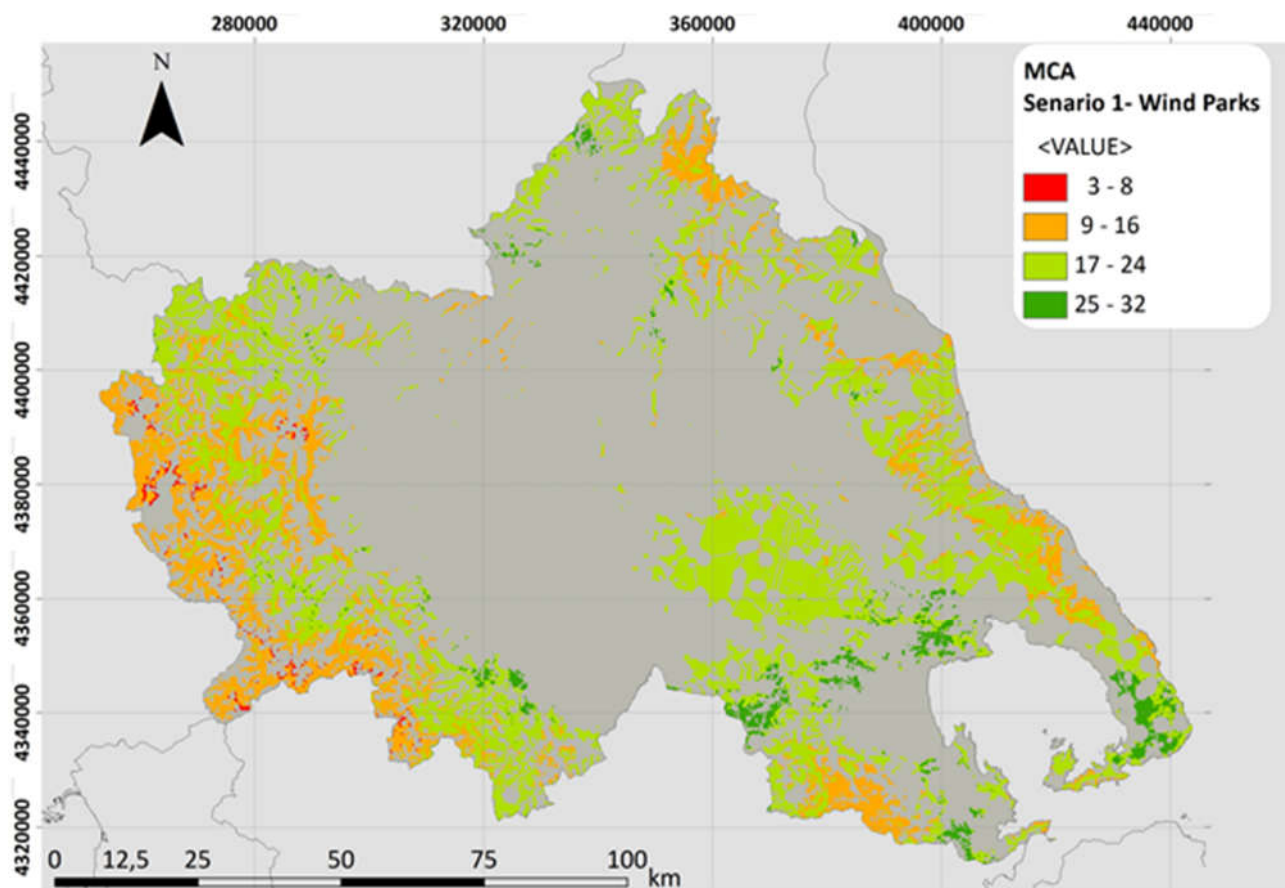
Πίνακας 7.13 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 1

Βαθμολογική κλίμακα	Ποσοστό καταλληλότητας	Έκταση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης (km <sup>2</sup> )	Δυνητική εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Ποσοστό ανά κατηγορία καταλληλότητας
25-32	75-100 %	211,38	6501	5,52%
16-24	50-75 %	2433,13	74837	63,52%
9-16	25-50 %	1157,19	35592	30,21%
0-8	0-25 %	28,63	880	0,75%
Σύνολο		3830,31	117810	100,00%

Τα αποτελέσματα σε ποσοτικούς όρους παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.13. Παρατηρώντας τα ποσοστά της Περιφέρειας ανά κατηγορία καταλληλότητας, εντοπίζουμε μια μικρή μεταβολή προς τα κάτω των ποσοστών της Θεσσαλίας που ανήκουν στις άνω κατηγορίες καταλληλότητας (άνω του 50%). Σε όρους εγκατεστημένης ισχύος εκτιμάται ότι μπορούν να εγκατασταθούν 6501 MW στις περιοχές καταλληλότητας άνω του 75%, που είναι πολύ κοντά με την μέγιστή επιτρεπόμενη εγκατεστημένη ισχύ για την περιφέρεια που υπολογίζει η ΡΑΕ. Στην επομένη κατηγορία μπορούν

να εγκατασταθούν περίπου 75 GW. Η μέγιστη βαθμολογία για της περιοχές του Σεναρίου 1 είναι 29 και αφορά 1.76 km<sup>2</sup>.

Παρατηρώντας την Εικόνα 7.12 του Σεναρίου 1, εξάγεται ότι οι υψηλής καταλληλότητας περιοχές που έμειναν συγκεντρώνονται στο νότιο κεντρικό και νότιο δυτικό τμήμα της Περιφέρειας, ενώ οι λιγότερο κατάλληλες (<25%) στο δυτικό τμήμα.



Εικόνα 7.12 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 1

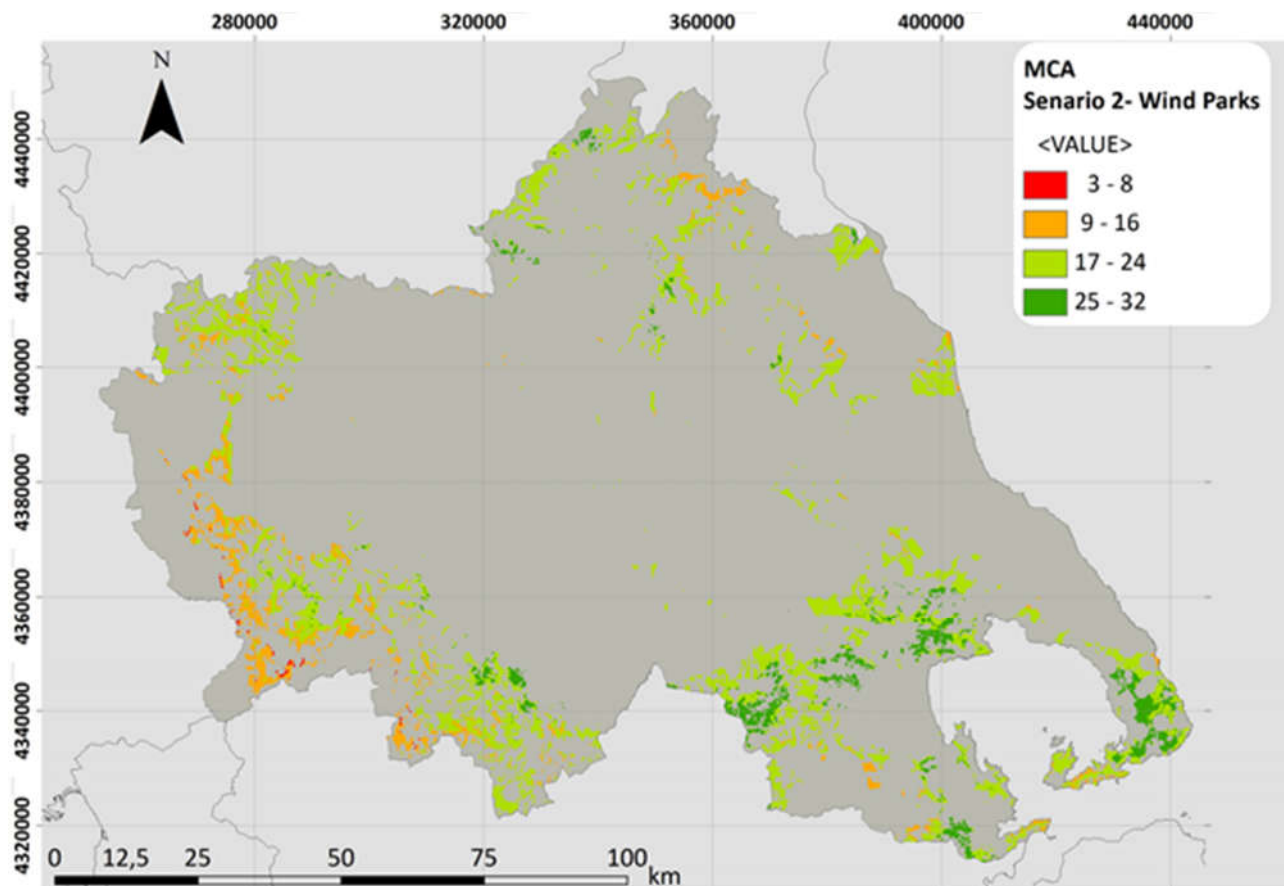
Πίνακας 7.14 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 2

Βαθμολογική κλίμακα	Ποσοστό καταλληλότητας	Έκταση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης (km <sup>2</sup> )	Δυνητική εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Ποσοστό ανά κατηγορία καταλληλότητας
25-32	75-100 %	196,31	6038	13,49%
16-24	50-75 %	1008,12	31007	69,28%
9-16	25-50 %	244,81	7530	16,82%
0-8	0-25 %	6,00	185	0,41%
Σύνολο		1455,25	44760	100,00%

Ακολουθείται η ίδια διαδικασία για τις επιτρεπόμενες περιοχές του Σεναρίου 2 με τα αποτελέσματα να αποτυπώνονται στον Πίνακα 7.14 και την Εικόνα 7.13. Οι περιοχές του δεύτερου σεναρίου ανήκουν σε σχέση με το σύνολο της Περιφέρειας σε μεγαλύτερο ποσοστό στις άνω κατηγορίες καταλληλότητας, με το 13% της έκτασης στην κλάση 75-100% και το 69% στην 50-75%.

Σε απολυτά μεγέθη μπορούν να εγκατασταθούν περί τα 6 GW στις υψηλότερες βαθμολογικά περιοχές (>75% καταλληλότητα) και 31 GW στην ακόλουθη κατηγορία (50-75% καταλληλότητα). Αξιοσημείωτο είναι ότι η ανώτερη βαθμολογία για τις περιοχές του σεναρίου 2 είναι και πάλι 29 και καταλαμβάνει την ίδια έκταση με το Σενάριο 1 (1.76 km<sup>2</sup>).

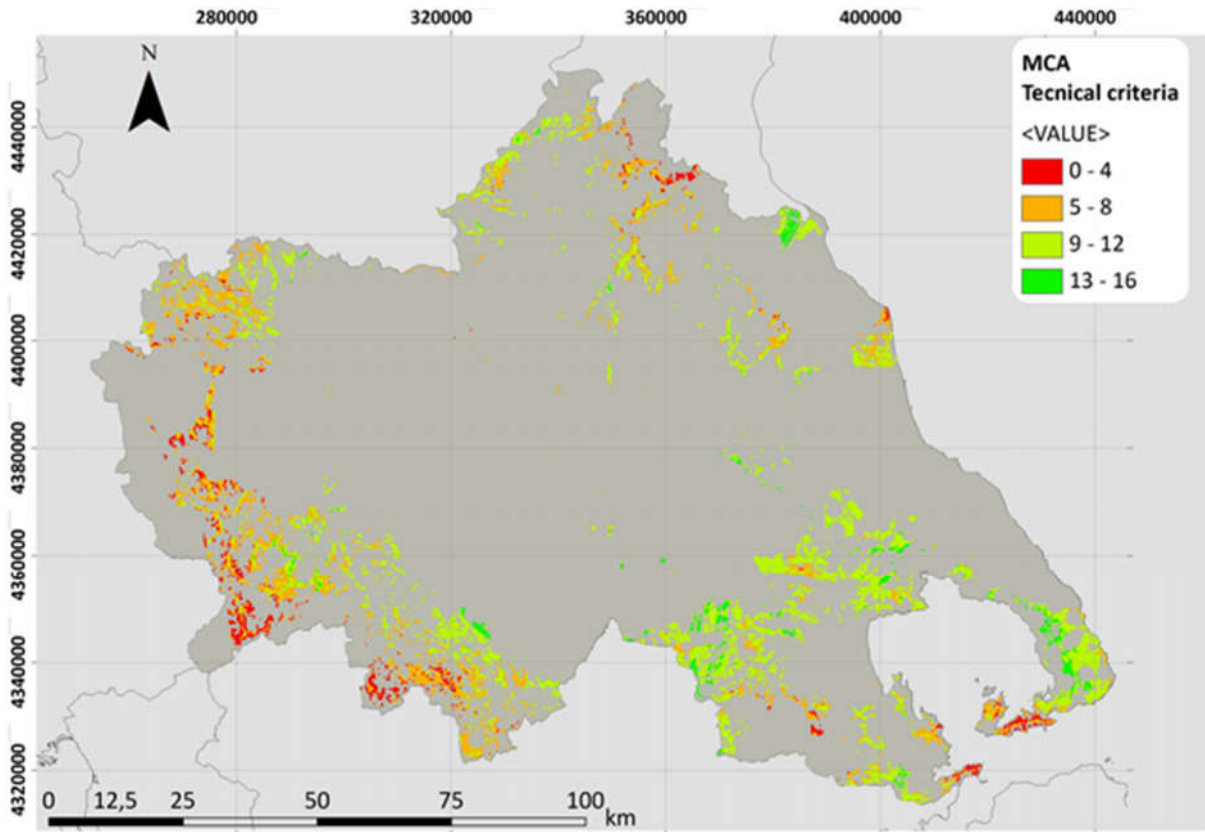
Παρατηρώντας και την εικόνα 7.13, διαπιστώνουμε και χωρικά το φιλτράρισμα περισσότερων «κόκκινων» από ότι «πράσινων» περιοχών για το Σενάριο 2.



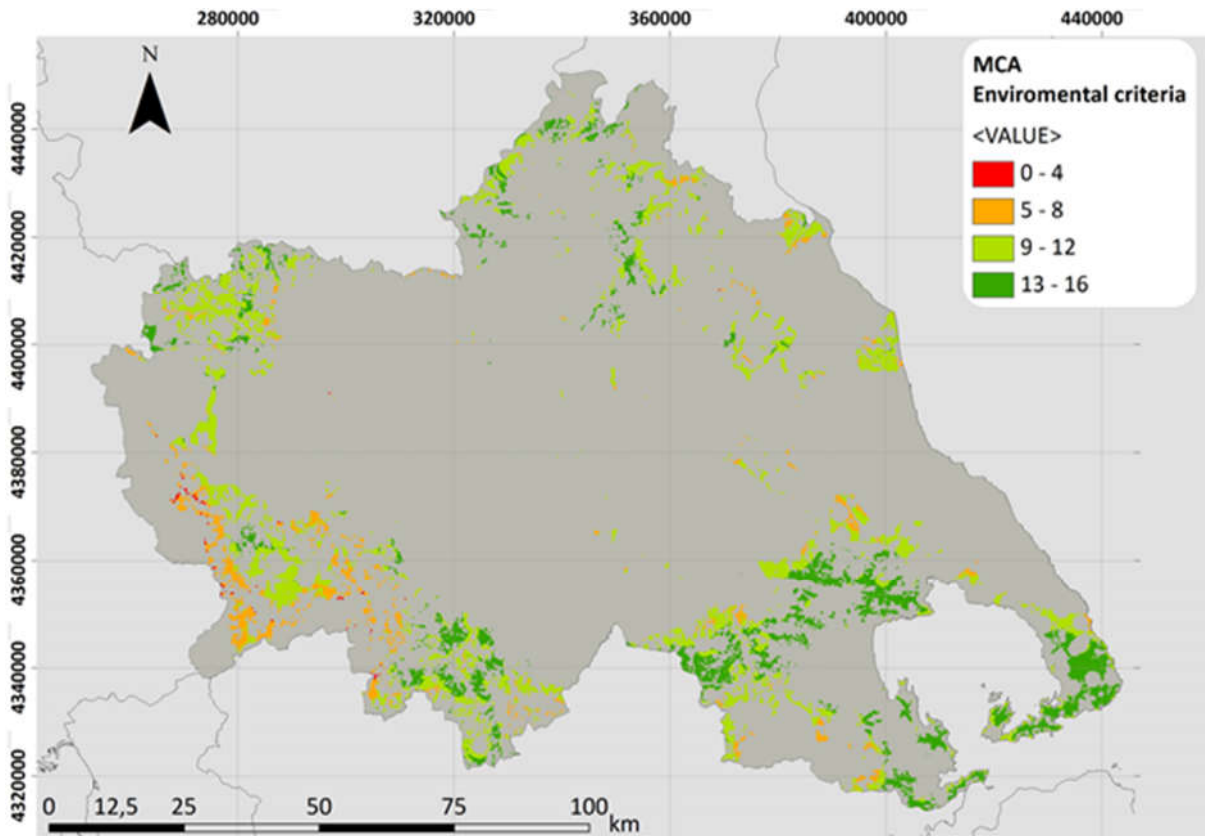
Εικόνα 7.13 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΑΠ Σεναρίου 2

#### 7.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠ

Για να αξιολογηθεί η επιλογή των κριτηρίων και η επίδρασή τους στην αξιολόγηση επιλέγεται να εφαρμοστεί πολυκριτηριακή ανάλυση, λαμβάνοντας υπόψη μόνο τους «τεχνικούς» και μόνο τους «περιβαλλοντικούς» παράγοντες αντίστοιχα. Ως «τεχνικοί» επιλέγονται το αιολικό δυναμικό, η κλίση, η απόσταση από το οδικό δίκτυο και το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ ως «περιβαλλοντικοί» το υψόμετρο, η απόσταση από οικιστικές περιοχές, η απόσταση από λίμνες, υγροτόπους και περιοχές ΖΕΠ του δικτύου Natura 2000, και η απόσταση από την ακτογραμμή και τα ποτάμια.



Εικόνα 7.14 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών Σεναρίου 2 για τα τεχνικά κριτήρια



Εικόνα 7.15 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών Σεναρίου 2 για τα περιβαλλοντικά κριτήρια

Η χωρική αποτυπώση των αποτελεσμάτων (βλ. Εικόνες 7.14 και 7.15), αναδεικνύει την αντιστροφή αξιολόγηση κάποιων περιοχών με τους τεχνικούς να αξιολογούν δυσμένως (κάτω του 50% και τους περιβαλλοντικούς ευμενώς (άνω του 50%), όπως π.χ άκρο της Χερσονήσου Πηλίου.

**Πίνακας 7.15 Ποσοστά καταλληλότητας τεχνικής & περιβαλλοντικής αξιολόγησης για τις περιοχές του Σεναρίου 2**

Βαθμολογική κλίμακα	Ποσοστό καταλληλότητας	Τεχνική αξιολόγηση		Περιβαλλοντική αξιολόγηση	
		Έκταση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό ανά κατηγορία καταλληλότητας	Έκταση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό ανά κατηγορία καταλληλότητας
12-16	75-100 %	81,50	5,60%	492,56	33,83%
8-12	50-75 %	773,38	53,14%	762,06	52,35%
4-8	25-50 %	487,44	33,50%	194,81	13,38%
0-4	0-25 %	112,94	7,76%	6,38	0,44%
Σύνολο		1455,25	100,00%	1455,81	100,00%

Ακολούθως προσδιορίζονται τα ποσοστά καταλληλότητας που προκύπτουν για τις επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης του Σεναρίου 2 για την «περιβαλλοντική» και «τεχνική» αξιολόγηση αντίστοιχα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 7.15. Αρχικά παρατηρούμε την σημαντική διαφοροποίηση των δύο αξιολογήσεων για την υψηλή κατηγορία καταλληλότητας όπου στην τεχνική ανήκει μόλις το 6% της έκτασης, ενώ στην περιβαλλοντική είναι πενταπλάσιο (34%). Για την κατηγορία 50-75% τα ποσοστά είναι περίπου ίδια. Η επίδραση των τεχνικών κριτηρίων είναι καθοριστική για τις κάτω του 50% καταλληλότητας περιοχές, όπου ανήκει το 41% της εκτάσεις σε αντίθεση με τα περιβαλλοντικά όπου ανήκει μόλις το 14%. Συνεπώς αν οι τεχνικοί παραγοντες επιλέγονταν να βαρύνουν περισσότερο στην αξιολόγηση θα είχαμε σημαντική μείωση των περιοχών υψηλής καταλληλότητας για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων.

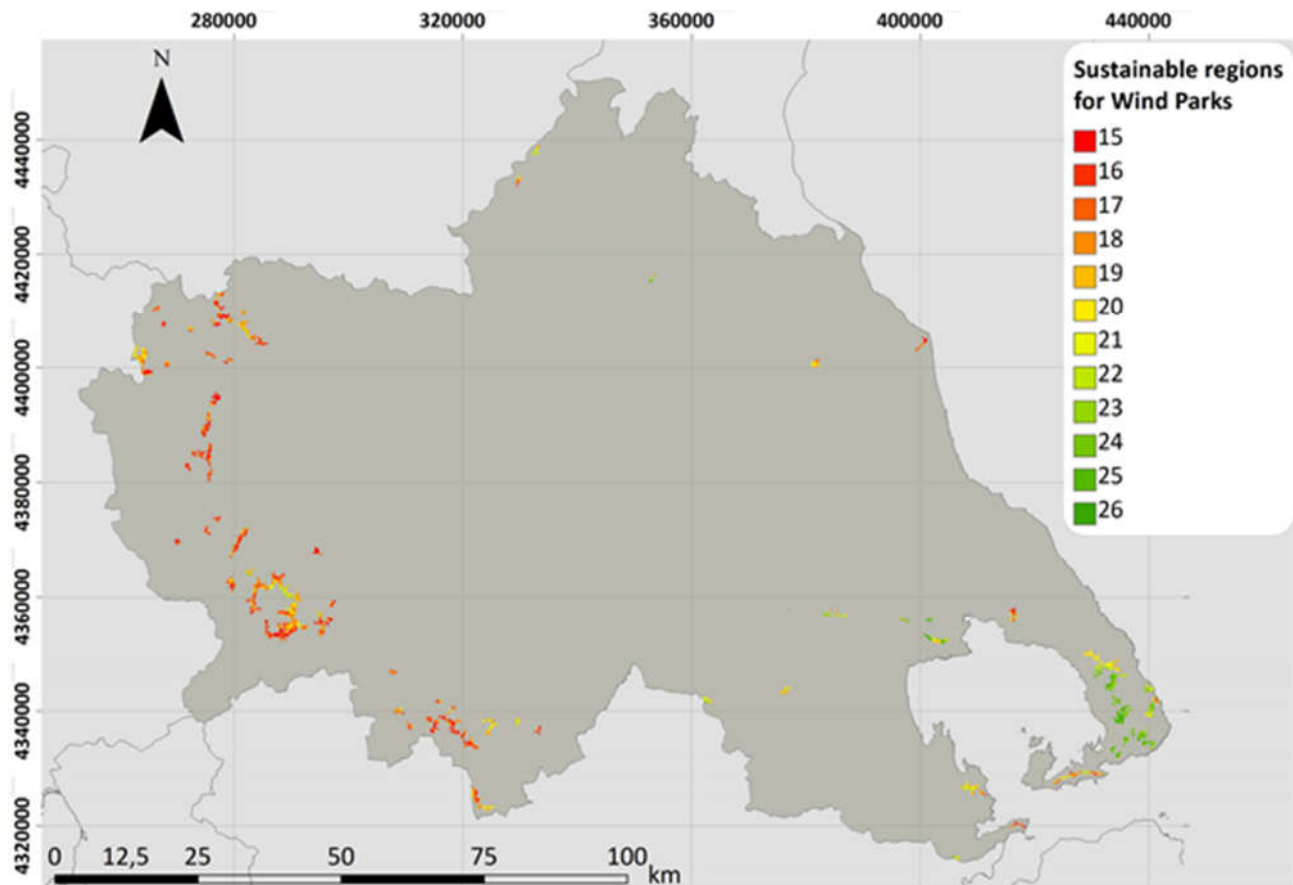
## 7.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠ

Για την επιλογή των βιώσιμων περιοχών χωροθέτησης αιολικών πάρκων επιλέγεται να εφαρμοστούν, επιπλέον της αξιολόγησης, κάποια φίλτρα. Προκρίνονται έτσι:

- α. Περιοχές που αξιολογούνται με ποσοστό προτεραιότητας πάνω από 50%, για όλα τα κριτήρια εκτός του αιολικού δυναμικού.
- β. Περιοχές που αποτελούν επιτρεπόμενες περιοχές του Σεναρίου 2, οι οποίες πληρούν τους θεσμικούς, περιβαλλοντικούς και τεχνικούς περιορισμούς χωροθέτησης.
- γ. Περιοχές με μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη από 5m/s, ώστε να εξασφαλιστούν ικανοποιητικές τιμές αιολικού δυναμικού .
- δ. Περιοχές εμβαδού μεγαλύτερου 500 000 m<sup>2</sup>, ώστε να μπορούν να χωροθετηθούν αιολικά πάρκα εγκατεστημένης ισχύος περίπου 15MW με βάση τις απαιτήσεις του ΕΠΧΣΑΑ- ΑΠΕ (ελάχιστη απόσταση 3D κάθε ανεμογεννήτριας από την γειτονική της για την άμβλυση της επίδρασής ομόρου).

Σημειώνεται ότι για το βιώσιμο σενάριο των φωτοβολταϊκών πάρκων που θα εφαρμοστεί στην παράγραφο 8.5, εφαρμόζονται υψηλότερες απαιτήσεις (περιοχές καταλληλότητας άνω του 75% και ηλιακό δυναμικό βαθμολογίας 3 ή 4). Και αυτό διότι όπως θα διαπιστωθεί από την εφαρμογή της μεθοδολογίας για τα φωτοβολταϊκά πάρκα στο Κεφάλαιο 7, η περιφέρεια παρουσιάζει μεγαλύτερη εν γένει καταλληλότητα για εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

Όπως διακρίνεται στην Εικόνα 7.16, οι βιώσιμες θέσεις χωροθέτησης με την υψηλότερη βαθμολογία απαντώνται στην χερσόνησο του Πηλίου, ενώ αυτές με την χαμηλότερη στα δυτικά της Περιφέρειας όπου αναπτύσσεται επίσης αξιόλογο αιολικό δυναμικό.



Εικόνα 7.16 Βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης ΑΠ στην Περιφέρεια Θεσσαλίας

Τα αποτελέσματα για όλες τις βαθμολογίες από 15 μέχρι 26, που αντιπροσωπεύουν την βαθμολογία όλων των κριτηρίων πλην του αιολικού δυναμικού [εύρος 0-28], παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.16. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς που προκύπτει είναι 4271 MW, και είναι μικρότερη από την εγκατεστημένη ισχύ που υπολογίζεται από την ΡΑΕ με βάση το συντελεστή Φέρουσας Ικανότητας (αριθμός τυπικών ανεμογεννητριών/κm<sup>2</sup>), που εισάγει ο ΕΠΧΣΑΑ ΑΠΕ μέσω των ειδικών απαιτήσεων για αιολικές εγκαταστάσεις. Αξιοσημείωτο είναι ότι δεν συναντάται για κανένα κελί του βιώσιμου σεναρίου η βέλτιστη βαθμολογία 28, που σηματοδοτεί καταλληλότητα 100% και εκπλήρωση όλων των κριτηρίων. Από την περιοχή αυτή με βαθμολογία 2, μπορούν να εγκατασταθούν περί τα 20 MW.

**Πίνακας 7.16 Βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης ΑΠ**

Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)
15	15,63	480,6
16	18,00	553,6
17	19,81	609,4
18	18,56	570,9
19	17,13	526,7
20	11,44	351,8
21	9,19	282,6
22	6,69	205,7
23	5,06	155,7
24	9,25	284,5
25	7,50	230,7
26	0,63	19,2
Σύνολο	138,88	4271,4

## 7.6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΜΕΝΩΝ ΑΠ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Στην παράγραφο αυτή επιχειρείται η εφαρμογή της μεθοδολογίας αξιολόγησης για την εκτίμηση των πραγματικών αιτήσεων προς χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων. Συγκεκριμένα, επιλέγουμε να φιλτράρουμε τα υποψηφία προς αδειοδότηση ή ήδη αδειοδοτημένα έργα, ώστε να εξεταστεί κατά πόσο επαληθεύονται τα αποτελέσματα με τις αποφάσεις της ΡΑΕ. Σε πρώτο στάδιο, ελέγχεται τι ποσοστό των θέσεων χωροθέτησης βρίσκεται εντός των επιτρεπόμενων περιοχών του Σεναρίου 1 ή 2, και ακολούθως τα ποσοστά καταλληλότητας που συγκεντρώνουν.

**Πίνακας 7.17 Αξιολόγηση αδειοδοτημένων ή υπό αδειοδότηση ΑΠ**

	Ποσοστό εντός επιτρεπόμενων περιοχών		Ποσοστό καταλληλότητας			
	Σενάριο 1	Σενάριο 2	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%
<b>Άδεια εγκατ.</b>	95%	77%	0,00%	23,48%	53,04%	23,48%
<b>Άδεια παρ.</b>	100%	0%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
<b>Σε αξιολ.</b>	84%	63%	0,00%	13,33%	82,86%	3,81%
<b>Απορ. αποφ.</b>	79%	45%	0,00%	20,86%	73,41%	5,74%

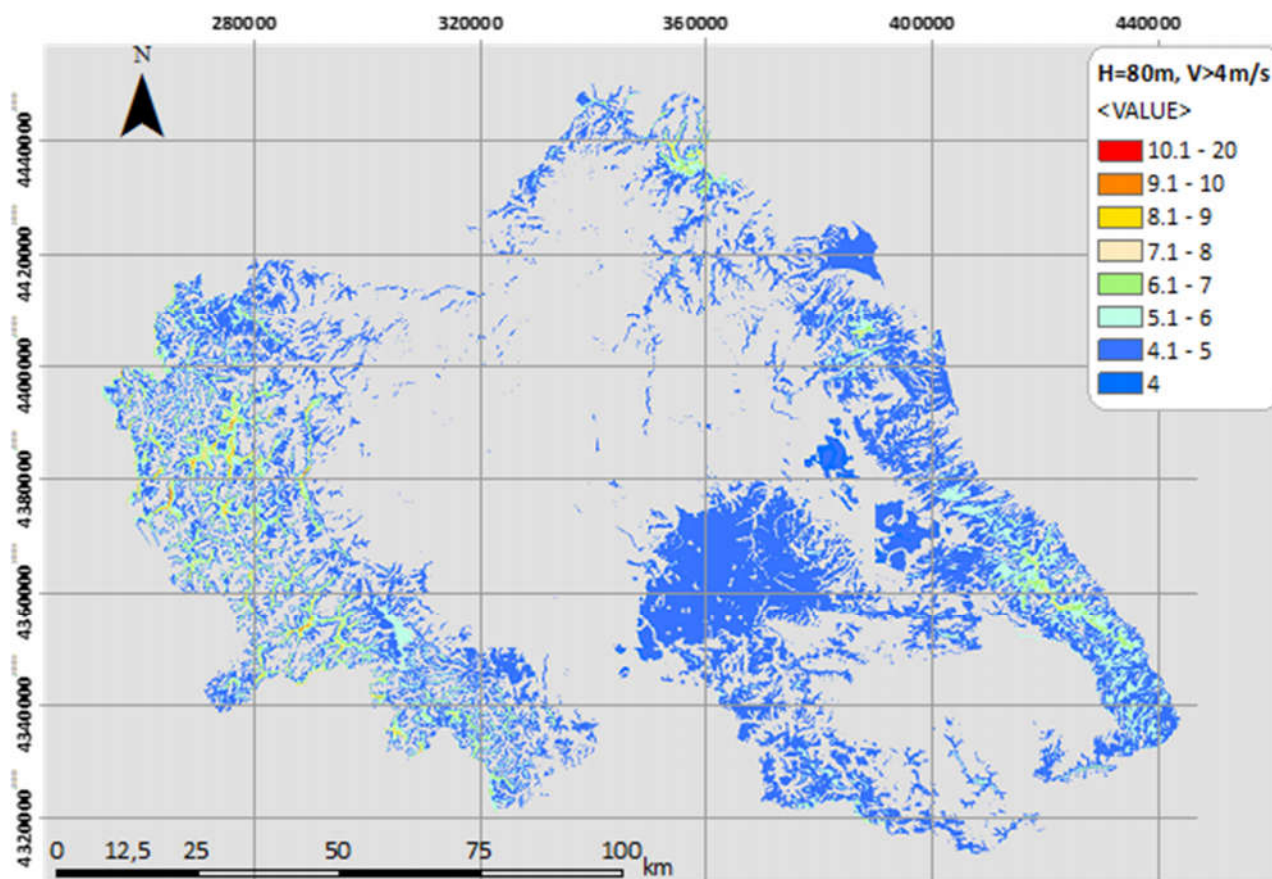
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.17 και αφορούν τις άδειες εγκατάστασης, παράγωγης τα έργα σε αξιολόγηση και τις απορριπτές αποφάσεις. Οι θεσμικά επιτρεπόμενες περιοχές του σεναρίου 1, φαίνεται να έχουν αποτυπωθεί με επιτυχία καθώς για τις άδειες παραγωγής το 95% βρίσκεται εντός, ενώ για τις αδειές εγκατάστασης το 100%. Μικρότερα είναι τα ποσοστά για τα απορριπτά και σε αξιολόγηση έργα. Στο περιβαλλοντικό σενάριο 2, ανήκει σημαντικό ποσοστό (άνω του 60%) για τις άδειες εγκατάστασης και τα έργα σε αξιολόγηση. Για τα απορριπτά πέφτει κάτω από 50%, οπότε πιθανώς η περιβαλλοντική τους ασυνέπεια να συγκαταλέγονταν στους λόγους απόρριψής. Όσο αναφορά τα ποσοστά καταλληλότητας δεν πετυχαίνουμε να καταταχθούν όλα τα έργα σε ποσοστό άνω του 50%. Η μεγαλύτερη έκταση των



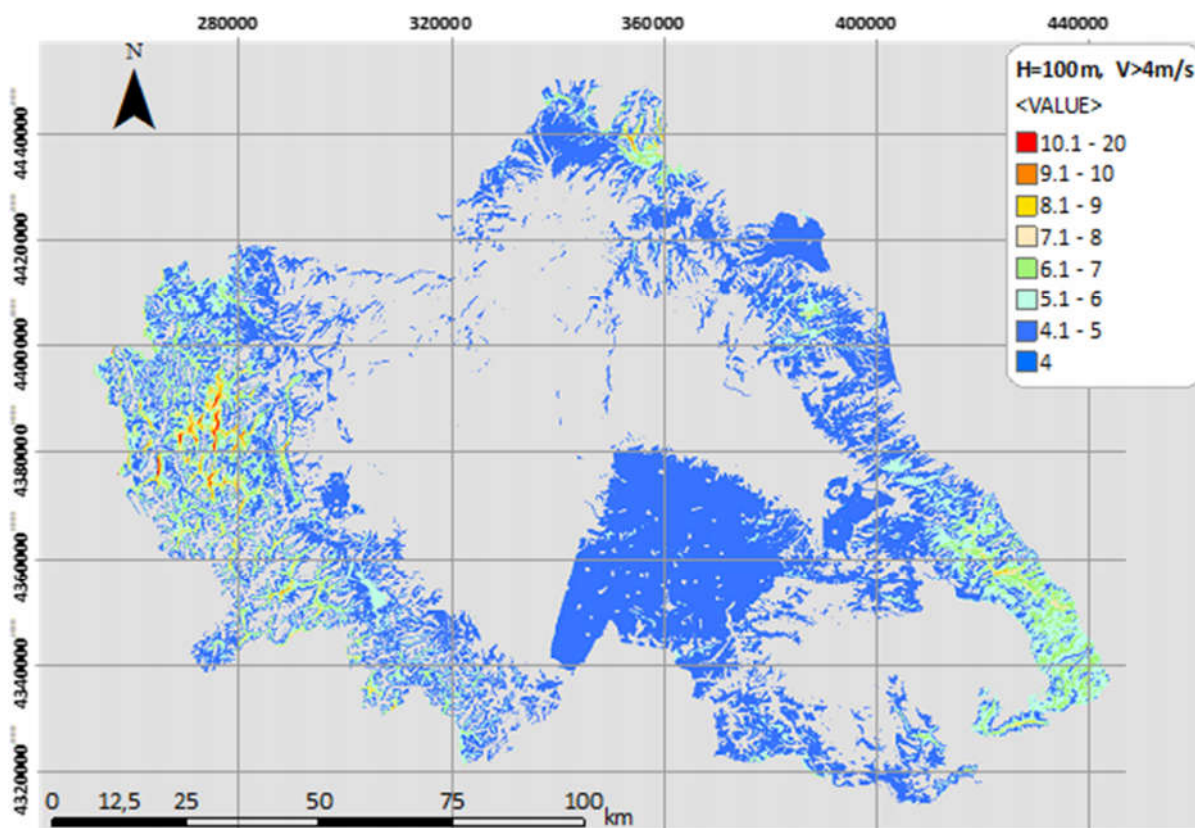
έργων βρίσκεται πάνα στην 3<sup>η</sup> κατηγορία καταλληλότητας αλλά και ένα υπολογίσιμο μερίδιο στην 25-50%, τις τάξης του 20%. Αυτό μπορεί να συμβαίνει είτε διότι έχουν τεθεί ιδιαίτερα αυστηροί τεχνικοί περιορισμοί στη παρούσα εργασία, είτε διότι οι άδειες τις ΡΑΕ δεν είναι σύμφωνές με τα κριτήρια που τεθήκαν. Σημειώνεται ότι για την θέση σε λειτουργία του έργου απαιτείται η έκδοση αδείας λειτουργίας.

## 7.7 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΡΙΕΣ ΥΨΗΛΟΤΕΡΟΥ ΠΥΡΓΟΥ

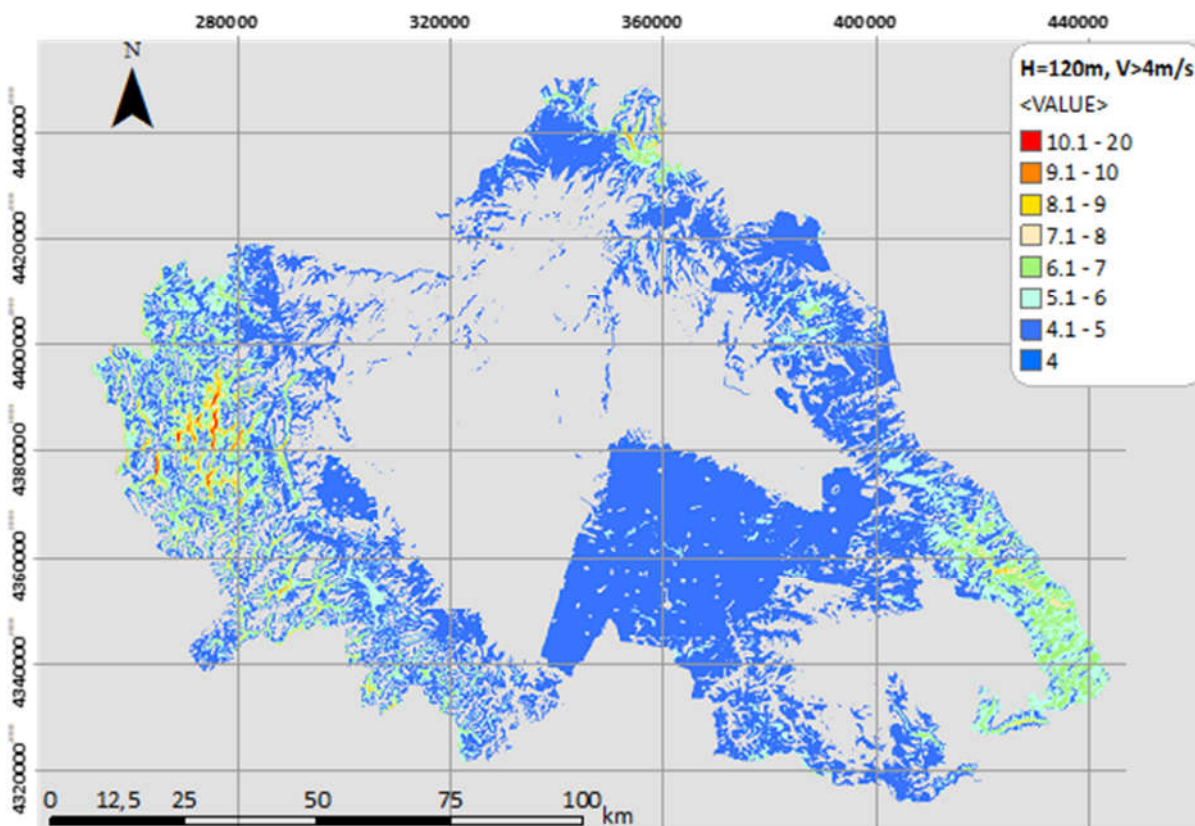
Λιγосτές ήταν οι περιοχές οι όποιες προκύπτουν ως βιώσιμες από την εφαρμογή της μεθοδολογίας με το οικονομικά εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό στα 80m μέτρο υψόμετρο να αποδεικνύεται βασικός περιοριστικός παράγοντας. Προτείνεται, η ίδια ανάλυση για λόγους διερεύνησης και σύγκρισης με το εκτιμώμενο αιολικό δυναμικό στα 100m, 120 m υψόμετρο, όπου αυξάνονται οι περιοχές με βιώσιμο αιολικό δυναμικό, αλλά ταυτόχρονα και το ύψος του πύργου της ανεμογεννήτριας αυξάνοντας την δυνατή εγκατεστημένη ισχύ για την περίπου ίδια κάλυψη (επιβαλλομένη ελάχιστη απόσταση λόγω της επίδρασης ομόρου 3 διαμέτρους φτερωτής με βάση το ΕΠΧΣΣΑ για τις ΑΠΕ).



Εικόνα 7.17 Περιοχές εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού στα 80 m υψόμετρο



Εικόνα 7.18 Περιοχές εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού στα 100 m υψόμετρο



Εικόνα 7.19 Περιοχές εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού στα 120 m υψόμετρο

Σημειώνεται ότι παρά τα πλεονέκτημα της αυξημένης απόδοσης μεγαλύτερου μεγέθους ανεμογεννητριών, εμφανίζονται και κάποια μειονεκτήματα τα οποία σχετίζονται με την δυσκολία μεταφοράς των ανεμογεννητριών στην θέση εγκαταστάσεις που αυξάνουν τις τεχνικές απαιτήσεις για ευρύ και μικρών επικλήσεων οδικό δίκτυο. Επίσης πρέπει να ληφθεί υπόψιν, αύξηση των ελαχίστων αποστάσεων μεταξύ των Α/Γ, αλλά και από τις ασύμβατες χρήσεις οι οποίες είναι συνάρτηση της διαμέτρου της ανεμογεννήτριας. Η αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος αυξάνει πιθανώς και το ελάχιστο όριο λειτουργίας, οπότε απαιτείται επιπλέον διερεύνησή του ελάχιστου αιολικό δυναμικού, που θα εξασφαλίζει την βιωσιμότητα των επενδύσεων δεδομένης και της αύξησης του κόστους των Α/Γ.

## 8 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

### 8.1 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΖΩΝΩΝ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ/ΑΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΠ

Σε αναλογία με τις αιολικές εγκαταστάσεις, επιλέγεται να εφαρμοστούν και για τα φωτοβολταϊκά πάρκα (ΦΠ) δύο σενάρια αποκλεισμού, στην λογική που αναλύθηκε στην παράγραφο 4.3. Το πρώτο εφαρμόζει τους περιορισμούς χωροθέτησης που τίθενται από τη νομοθεσία (βλ. παράγραφο 3.3), και μπορούν να υλοποιηθούν βάσει των διαθέσιμων δεδομένων (χάριν πληρότητας, αναφέρονται όλοι οι ισχύοντες περιορισμοί ακόμα και αν λόγω έλλειψης χωρικών δεδομένων κάποιοι περιορισμοί δεν ήταν δυνατόν να εφαρμοστούν στην παρούσα εργασία). Στο δεύτερο σενάριο προστίθενται κάποιοι περιορισμοί χωροθέτησης, περιβαλλοντικής ή και τεχνικής φύσης, οι οποίοι:

- α. Αρθήκαν από το Ν. 3851/2010, αλλά στην πραγματικότητα κρίνεται ότι δεν χαίρουν κοινωνικής αποδοχής και δεν είναι στην κατεύθυνσή της βιωσιμότητας
- β. Δεν λήφθηκαν υπόψη από το ελληνικό νομικό πλαίσιο, αλλά υποστηρίζονται από τη διεθνή βιβλιογραφία και τις πολιτικές χωροθέτησης ΑΠΕ άλλων χώρων
- γ. Σχετίζονται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης και των απαιτήσεων μεγάλων εγκαταστάσεων ΑΠΕ που εξετάζονται στην παρούσα εργασία.

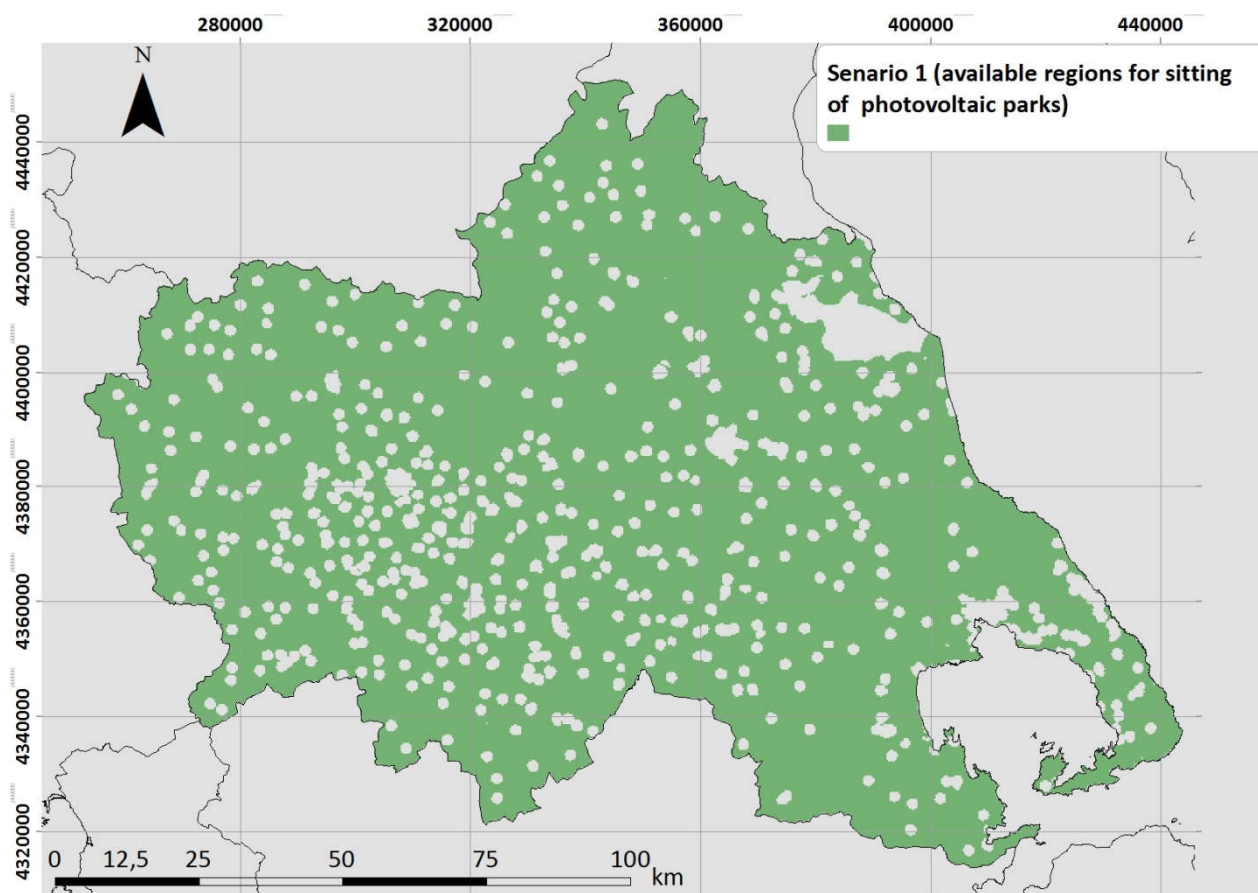
Συγκεκριμένα, για το **1<sup>ο</sup> Σενάριο** εφαρμόστηκαν οι περιοχές αποκλεισμού του ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ, οι οποίες δεν άρθηκαν από τον Ν. 3851/2010. Βάσει αυτών, αποκλείεται η χωροθέτηση οποιουδήποτε είδους εγκατάστασης παραγωγής ενέργειας από ηλιακά συστήματα στις έξι περιοχές:

- α. Στα κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και στα άλλα μνημεία μείζονος σημασίας (Ν. 3028/2002, άρθρο 50, παρ. 5 ββ), καθώς και στις οριοθετημένες αρχαιολογικές ζώνες προστασίας Α (κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του Ν. 1892/1991 ή τις διατάξεις του Ν. 3028/2002).
- β. Στις περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και του τοπίου (διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του Ν. 1650/1986)
- γ. Στους εθνικούς δρυμούς, στα κηρυγμένα μνημεία της φύσης και στα αισθητικά δάση που βρίσκονται εντός της περιοχής μελέτης
- δ. Στις περιοχές που τίθενται ως απαγορευτικές για εγκαταστάσεις ΑΠΕ από εγκεκριμένα ΣΓΠ/ΣΧΟΑΠΠ, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, σύμφωνα και με το Ν. 3851/2010.

Καθώς στην παρούσα μελέτη αντικείμενο είναι οι μεγάλες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις και όχι τα φωτοβολταϊκά σε στέγες, από το 1<sup>ο</sup> Σενάριο ήδη αποκλείονται οι περιοχές οικοανάπτυξης του

Corine 2000 (urban fabric, CLC; 211, 212) με ακτίνα 500 m. Επίσης, για λόγους περιορισμού θέασης των εγκαταστάσεων από πολυσύχναστους χώρους, αποκλείονται και οι οικισμοί τις ΕΛΣΤΑΤ. Επειδή αυτοί δίνονται σημειακά, επιλέγεται να αποκλεισθούν με μια ακτίνα 1000 m, η οποία εκτιμάται ότι αποτελεί το όριο έκτασής τους (500 m), συν μια επιπλέον ακτίνα ορατότητας ίση με 500 m (ΥΠΕΚΑ, 2008).

Στις περιοχές αυτές προστίθενται, για λόγους βιωσιμότητας, οι περιοχές με χαμηλό ηλιακό δυναμικό, το οποίο μεταφράζεται σε ετήσια ηλιακή ακτινοβολία χαμηλότερη των 800 kWh/m<sup>2</sup>.



Εικόνα 8.1 Επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 1

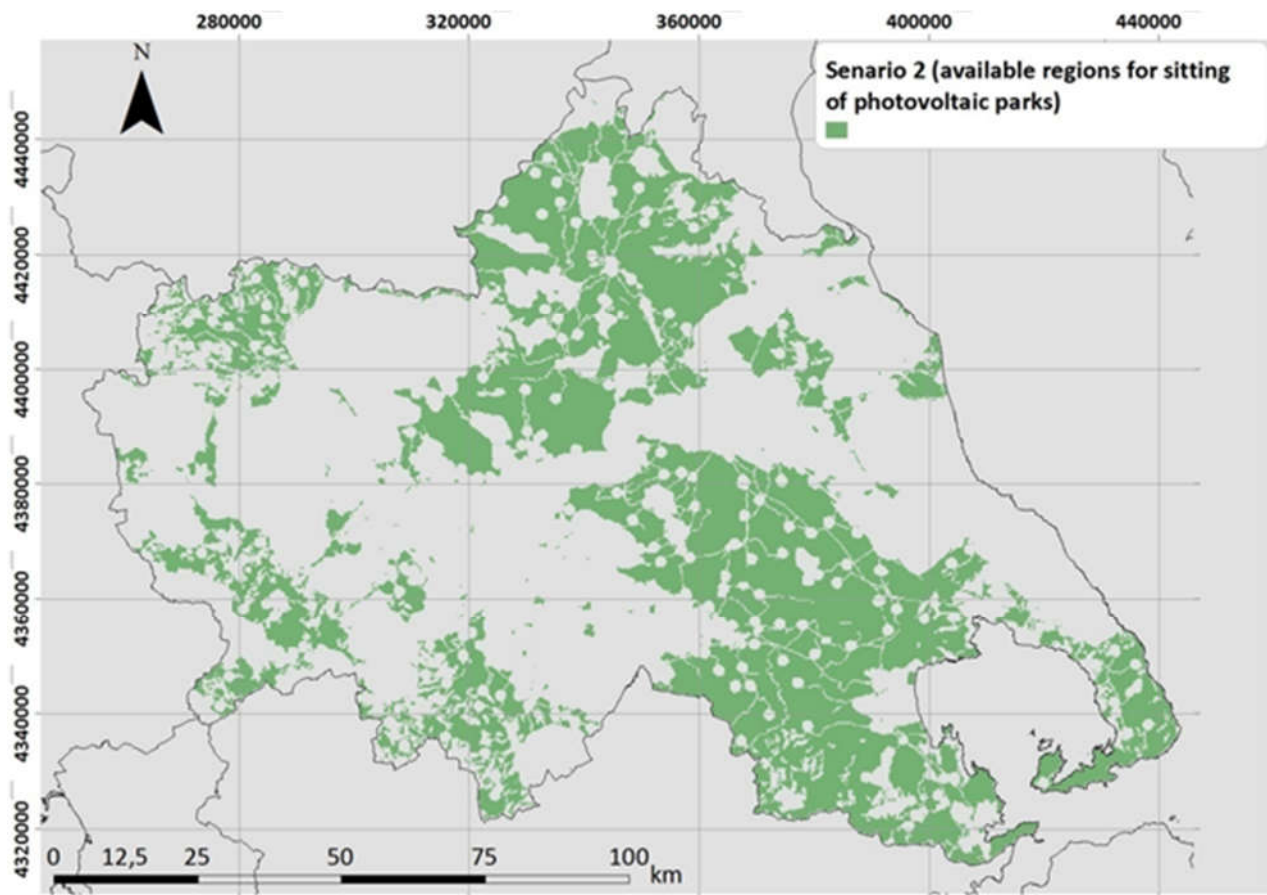
Όπως φαίνεται στην Εικόνα 8.1, η επιβολή των κριτηρίων της νομοθεσίας και του ελάχιστου δυναμικού δεν επιφέρουν σημαντική μείωση των επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΦΠ, καθώς η επιφάνεια μειώνεται στα 11 925 km<sup>2</sup>, δηλαδή στο 85% της αρχικής διαθέσιμης (βλ. Εικόνα 8.2). Επίσης, σε αντίθεση με το αιολικό δυναμικό, το οποίο στην περίπτωση χωροθέτησης ΑΠ αποτελεί σημαντικό περιοριστικό παράγοντα για την Θεσσαλία, ο περιορισμός του βιώσιμου ηλιακού δυναμικού μειώνει ελάχιστα τις διαθέσιμες περιοχές χωροθέτησης ΦΒ εγκαταστάσεων (μόλις 27.28 km<sup>2</sup> έχουν ετήσιο ηλιακό δυναμικό μικρότερο των 800 000 Wh/m<sup>2</sup>).

Στο **2<sup>ο</sup> Σενάριο** προστίθενται ως περιοχές ασυμβατότητάς κάποιες περιοχές αποκλεισμού του ΕΠΧΣΑΑ- ΑΠΕ που αρθήκαν από το Ν.3851/2010:

- α. Οι δασικές εκτάσεις, οι οποίες, που θεωρείται ότι ταυτίζονται με τα δάση του Corine 2000 (forests, CLC;311,312,313), καθώς δεν υπάρχει άλλη διαθέσιμη αποτύπωση
- β. Οι ΤΚΣ (Τόποι Κοινοτικής Σημασίας) του Δικτύου Natura 2000
- γ. Οι γαίες υψηλής παραγωγικότητας που, λόγω απουσίας χωρικών δεδομένων, θεωρείται ότι ταυτίζονται με τις μόνιμα αρδευόμενες εκτάσεις (permanently irrigated land, CLC; 212) και τις μόνιμες καλλιέργειες (Permanent crops, CLC; 211-244) του Corine 2000.

Επιπλέον, για περιβαλλοντικούς, αισθητικούς λόγους, καθώς και για λόγους ασφαλείας τίθενται και οι εξής περιοχές αποκλεισμού (Aydin *et al.*, 2013):

- α. Βασικό οδικό δίκτυο, ακτές και ποτάμια, σε ακτίνα 100 m
- β. Αεροδρόμια, με ζώνη αποκλεισμού ακτίνας 3000m
- γ. Υγρότοποι και λίμνες, με ζώνη αποκλεισμού ακτίνας 2500 m
- δ. Οι περιοχές προστασίας, απόλυτου προστασίας της φύσης και τα καταφύγια άγριας ζωής



**Εικόνα 8.2 Επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 2**

Στο 2<sup>ο</sup> σενάριο, οι περιοχές μειώνονται σημαντικά (35,3% της αρχικής έκτασης), κυρίως λόγω τις προσθήκης ως περιοχών αποκλεισμού των δασικών περιοχών, των γαιών υψηλής παραγωγικότητας και των περιοχών περιβαλλοντικής σημασίας (καταφύγια άγριας ζωής, περιοχές προστασίας της φύσης, ΤΚΣ Δικτύου Natura 2000). Υπολογίζοντας ότι για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων ισχύος 60 kW απαιτείται έκταση 1 200 m<sup>2</sup>, δηλαδή εγκαθίστανται

0.05 kW/m<sup>2</sup> (Τσούτσος κ.α., 2013), προκύπτει η δυνητική μέγιστη εγκατεστημένη ισχύς ΦΠ στην Ηπειρωτική Θεσσαλία για τα δύο σενάρια. Συγκεκριμένα, βάσει του 1<sup>ου</sup> σεναρίου μπορούν να εγκατασταθούν ΦΠ ισχύος 600 GW, ενώ βάσει του 2<sup>ου</sup> σεναρίου περί τα 250 GW.

**Πίνακας 8.1 Έκταση και ποσοστό κάλυψης των διαθέσιμων περιοχών των δύο σεναρίων για ΦΠ**

	Έκταση διαθέσιμων περιοχών (km <sup>2</sup> )	Εγκατεστημένη ισχύς (GW)	Ποσοστό κάλυψης (%)
<b>Σενάριο 1</b>	11925	596,3	84,9%
<b>Σενάριο 2</b>	4956	247,8	35,3%
<b>Θεσσαλία</b>	14049	702,4	100%

## 8.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΠ

Στόχος της αξιολόγησης είναι η ιεράρχηση των επιτρεπόμενων προς χωροθέτηση περιοχών Φωτοβολταϊκών Πάρκων, που προέκυψαν από τα δύο σενάρια (βλ. Παράγραφο 8.1) με μια σειρά κριτηρίων (περιβαλλοντικών, τεχνικοοικονομικών και αισθητικών) τα οποία πηγάζουν από την ισχύουσα νομοθεσία, τη διεθνή βιβλιογραφία, επιστημονικές έρευνες, αλλά και τις ιδιαιτερότητες της περιοχής μελέτης (βλ. Πίνακα 8.2).

**Πίνακας 8.2 Κριτήρια αξιολόγησης για τη χωροθέτηση ΦΠ**

	Κριτήριο αξιολόγησης	Τύπος κριτηρίου
<b>CS1</b>	Ηλιακό δυναμικό	Τεχνοοικονομικό
<b>CS2</b>	Κλίση εδάφους	Τεχνοοικονομικό\ Αισθητικό
<b>CS3</b>	Απόσταση από το οδικό δίκτυο	Τεχνοοικονομικό
<b>CS4</b>	Απόσταση από το ηλεκτρικό δίκτυο μεταφοράς ενέργειας (Υ.Τ.& Μ.Τ)	Τεχνοοικονομικό
<b>CS5</b>	Υψόμετρο	Τεχνοοικονομικό\ Περιβαλλοντικό
<b>CS6</b>	Απόστασή από την ακτογραμμή και το υδρογραφικό δίκτυο	Αισθητικό\ Περιβαλλοντικό
<b>CS7</b>	Απόσταση από υγροτόπους και λίμνες	Αισθητικό\ Περιβαλλοντικό
<b>CS8</b>	Απόσταση από οικιστικές περιοχές	Αισθητικό\ Τεχνοοικονομικό

Παρουσιάζονται στις ακόλουθες υποενότητες χωρίς να γίνει διάκρισή τους σε αμιγώς περιβαλλοντικά ή τεχνικά, καθώς πολλά από αυτά έχουν διπλό χαρακτήρα. Για κάθε κριτήριο δημιουργήθηκε πίνακας, με χωρισμό σε κλάσεις των τιμών και αντίστοιχη βαθμολογία. Τα όρια που επιλέχτηκαν για το κάθε κριτήριο τεκμηριώνονται βάσει βιβλιογραφικών αναφορών και από την ανάλυση των χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης που έγινε στο Κεφάλαιο 5.

Η κλίμακα αξιολόγησης που εφαρμόστηκε παρουσιάζεται στον Πίνακα 8.2 και είναι ίδια με αυτή που εφαρμόστηκε για τα αιολικά πάρκα, ώστε να διευκολύνεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων. Αποτελείται από πέντε κλίμακες ιεράρχησης με βαθμολογία από μηδέν έως τέσσερα, με το μηδέν για την «ακατάλληλη» και το τέσσερα για την «πολύ υψηλής καταλληλότητας» αξιολόγηση.

**Πίνακας 8.3 Κλίμακα αξιολόγησης της καταλληλότητας των θέσεων χωροθέτησης ΦΠ**

Κλίμακα αξιολόγησης	Βαθμολογία
Πολύ υψηλή καταλληλότητα	4
Υψηλή καταλληλότητα	3
Ικανοποιητική καταλληλότητα	2
Οριακά αποδεκτή καταλληλότητα	1
Ακατάλληλη	0

### 8.2.1 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΗΛΙΑΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Δεδομένου ότι η βιωσιμότητα των επενδύσεων σε ΑΠΕ και τα συνεπαγόμενα περιβαλλοντικά οφέλη πηγάζουν από την καλή απόδοση της εγκατάστασης και την απορρόφηση της παραγόμενης ενέργειας, η επιλογή μιας θέσης με υψηλό δυναμικό αποτελεί από τους πλέον κρίσιμους παράγοντες επιτυχούς χωροθέτησης. Η κρισιμότητα αυτή αναγνωρίζεται και από την ΡΑΕ, που κατά την διαδικασία αδειοδότησης ζητά τεκμηρίωση της επάρκειας σε δυναμικό για την υποψηφία θέση.

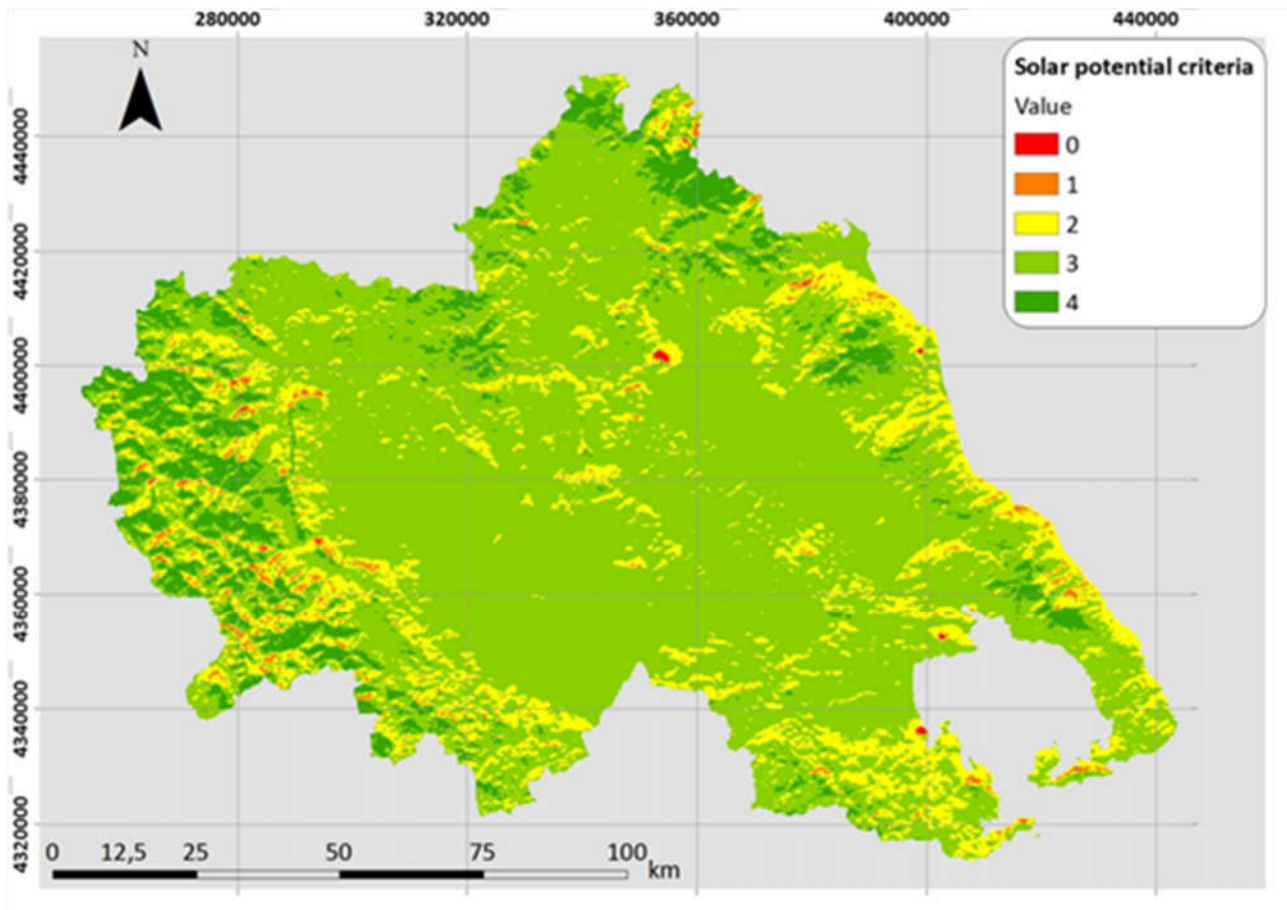
Η κλίμακα αξιολόγησης για το ηλιακό δυναμικό φαίνεται στον Πίνακα 8.4, όπου η ποσοτικοποίηση του ηλιακού δυναμικού γίνεται μέσω της ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας (σε kWh/m<sup>2</sup>). Βάσει του χάρτη ηλιακού δυναμικού που αναπτύχθηκε, λίγες μόνο περιοχές της Περιφέρειας Θεσσαλίας συγκεντρώνουν πάνω από το όριο των 1800 kWh/m<sup>2</sup>, το οποίο εφάρμοσαν οι Τσούτσος κ.ά. (2014) για την Περιφέρεια Κρήτης. Για τον λόγο αυτό, λόγω του γενικά χαμηλότερου ηλιακού δυναμικού περιοχής μελέτης, επιλέγεται το όριο της ανώτερης κλάσης να τεθεί στα 1600 αντί των 1800 kWh/m<sup>2</sup>. Συμφωνά με τα αποτελέσματά της αξιολόγησής η Θεσσαλία παρουσιάζει πολύ καλή επίδοση, αφού σημαντικό ποσοστό της περιφέρειας, περίπου 9%, έχει συνολικό ετήσιο ηλιακό δυναμικό μεγαλύτερο των 1600 kWh/m<sup>2</sup>, και άνω του 82% διαθέτει πάνω από 1400 kWh/m<sup>2</sup>.

**Πίνακας 8.4 Κριτήριο ηλιακού δυναμικού**

Συνολική ετήσια ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m <sup>2</sup> )	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
>1600	4	1212,9	8,63%
1400-1600	3	10272,4	73,12%
1200-1400	2	2341,7	16,67%
1200-1000	1	186,9	1,33%
800-1000	0	34,8	0,25%

Για την εφαρμογή της μεθοδολογίας παράγεται ο χάρτης της Εικόνας 8.3, με χρήση της εντολής Reclassify του Spatial Analyst και Raster εισόδου τον χάρτη ηλιακού δυναμικού (βλ. παράγραφο 6.2.1), που παράχθηκε για την Περιφέρεια Θεσσαλίας. Βαθμολογία «4» παίρνουν στην πλειονότητα τους οι νότιες κλιτίες των βούνων, ενώ βαθμολογία «3» οι πεδινές εκτάσεις του Θεσσαλικού κάμπου.





Εικόνα 8.3 Κριτήριο ηλιακού δυναμικού

### 8.2.2 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΚΛΙΣΕΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ

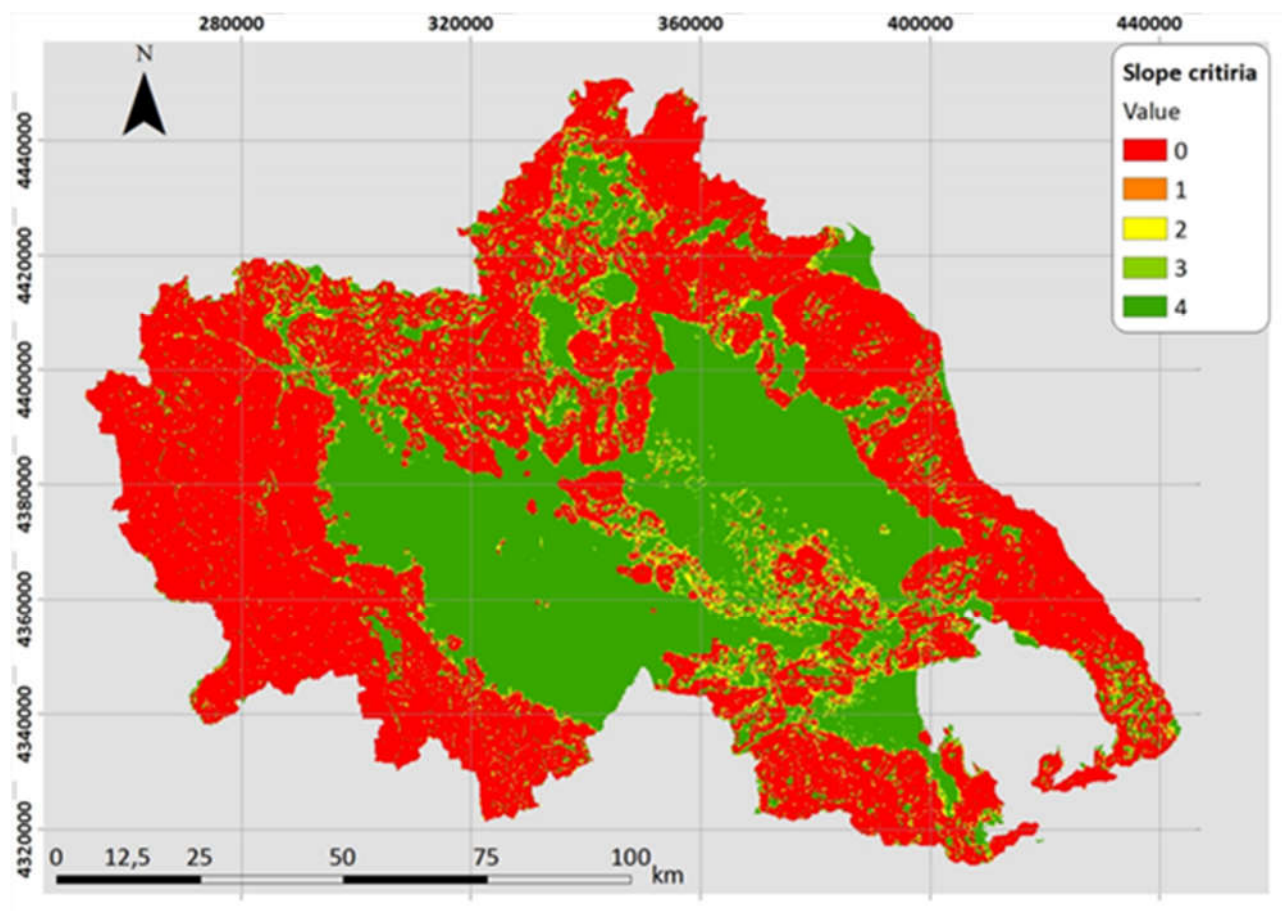
Οι κλίσεις του εδάφους αποτελούν σημαντικό τεχνικοοικονομικό αλλά και περιβαλλοντικό κριτήριο για την χωροθέτηση ΦΠ, λόγω των ενδεχόμενων αισθητικών και οικονομικών τους επιπτώσεων στις εγκαταστάσεις. Συγκεκριμένα, τυχόν απαίτηση εξομάλυνσης μιας περιοχής χωροθέτησης απαιτεί εκτενέστατα χωματουργικά έργα, αφού μεγάλες τιμές κλίσεων εδάφους δυσκολεύουν την σωστή χωροθέτηση (με βέλτιστη κλίση) των ηλιακών πάνελ. Η Θεσσαλία, όπως αναδείχθηκε και στην παράγραφο 5.2, εμφανίζει ιδιαίτερα ευνοϊκές κλίσεις για την χωροθέτηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων, λόγω της πεδινής μορφολογίας του κεντρικού της τμήματος. Μάλιστα, οι ήπιες κλίσεις επηρεάζουν θετικά και το ηλιακό δυναμικό της περιοχής (βλ. παράγραφο 6.2), το οποίο είναι από τα υψηλότερα της χώρας, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Δεδομένου ότι η νομοθεσία δεν θέτει όρια κλίσεων για τις εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών, αναζητήθηκαν αντίστοιχα όρια στην βιβλιογραφία (Aydin *et al.*, 2013; Τσούτσος κ.ά., 2014), σύμφωνα με την οποία κλίσεις μέχρι 15% θεωρούνται αποδεκτές, ενώ μέχρι 7% κατάλληλες. Για λόγους συμμετρίας των κλάσεων, εδώ χρησιμοποιείται ως ανώτατη τιμή το 16%, η οποία είναι αισθητά χαμηλότερη σε σχέση με τα αιολικά, για τα οποία υιοθετείται μέγιστη επιτρεπτή κλίση 30%. Οι κλάσεις διαμορφώθηκαν όπως φαίνονται στον Πίνακα 8.5. Για την υλοποίηση του χάρτη

κριτηρίου κλίσεων της Εικόνας 8.4, εφαρμόστηκε και πάλι το εργαλείο Reclassify του Spatial Analyst, με αρχείο εισόδου τον χάρτη κλίσεων σε % (αρχείο τύπου Raster).

Πίνακας 8.5 Κριτήριο κλίσεων εδάφους (%) για χωροθέτηση ΦΠ

Κλίση εδάφους (%)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
0-7%	4	4933,9	35,18%
7-10%	3	508,9	3,63%
10-13%	2	465,9	3,32%
13-16%	1	429,5	3,06%
>16 %	0	7685,8	54,80%



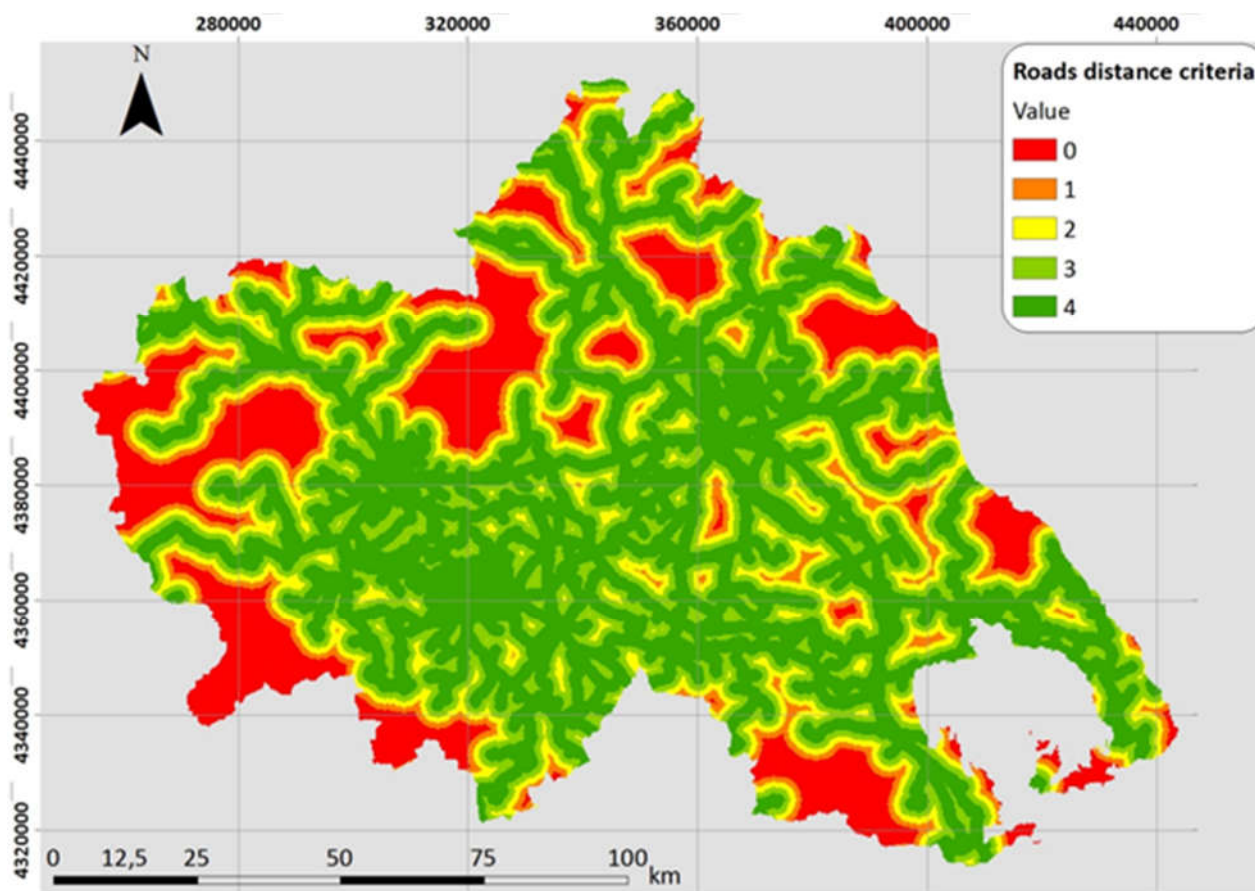
Εικόνα 8.4 Κριτήριο κλίσεων εδάφους

Η εφαρμογή της κλίμακας βαθμολόγησης και τα αποτελέσματα που προκύπτουν (βλ. Εικόνα 8.4), επιβεβαιώνουν την ύπαρξη ηπίων κλίσεων στην Περιφέρεια Θεσσαλίας, με το 35% περίπου της περιοχής να παρουσιάζει κλίσεις μικρότερες του 7%.

Σημειώνεται ότι, πέραν των τοπικών κλίσεων στη θέση χωροθέτησης, σημαντικές είναι και οι όμορες κλίσεις στην γύρω περιοχή, οι οποίες μπορεί να δυσκολεύουν ή να διευκολύνουν την κατασκευή των συνοδών έργων (π.χ., δρόμοι μεταφοράς υλικών, σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο κτλ.), τα οποία δεν λαμβάνονται υπόψη μέσω του παραπάνω κριτηρίου.

### 8.2.3 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η πυκνότητα του οδικού δικτύου είναι κρίσιμη για την οικονομική βιωσιμότητα των ΦΠ, καθώς επηρεάζει σημαντικά το κόστος κατασκευής και συντήρησης της εγκατάστασης. Για τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, δεν τίθενται από το ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ ελάχιστα και μέγιστα όρια, όπως στη περίπτωση των αιολικών πάρκων, αναφέρεται όμως ότι «ενδείκνυται η αξιοποίηση / χρήση υφισταμένων οδών με τις απαραίτητες βελτιώσεις και επεκτάσεις. Ο σχεδιασμός των έργων αυτών πρέπει να γίνεται κατά τρόπο ώστε να αποφεύγονται, κατά το δυνατόν, μεγάλου βάθους και εκτεταμένες εκσκαφές το δε πλάτος των δρόμων πρόσβασης πρέπει να περιορίζεται στο αναγκαίο μέτρο.»



Εικόνα 8.5 Κριτήριο απόστασης από το οδικό δίκτυο

Πίνακας 8.6 Κριτήριο απόστασης από το οδικό δίκτυο για χωροθέτηση ΦΠ

Απόσταση από οδικό δίκτυο (km)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
<1	4	5809,4	42,03%
1-2	3	3007,3	21,76%
2-3	2	1742,1	12,60%
3-4	1	1140,1	8,25%
>4	0	2123,4	15,36%

Στην λογική της κατά το δυνατόν αποφυγής χωροθέτησης εγκαταστάσεων σε απομακρυσμένες από το οδικό δίκτυο περιοχές, επιλέγεται ως ανώτατο όριο η απόσταση των 4 km. Η διαμόρφωση των κλάσεων φαίνεται στον Πίνακα 5.6, με ανώτερη βαθμολογικά την κλάση με απόσταση από το οδικό δίκτυο μικρότερη του 1 km. Σημειώνεται ότι για την εφαρμογή του κριτηρίου δεν έγινε διάκρισή ως προς την κατηγορία του οδικού δικτύου (αυτοκινητόδρομοι, επαρχιακές οδοί, κ.ά.), καθώς δεν επιδρά σημαντικά στην οικονομικότητα της εγκατάστασης ΦΠ. Παρατηρείται ότι το 42% της έκτασης της περιοχής μελέτης απέχει απόσταση μικρότερη του 1 km από το οδικό δίκτυο, ενώ το 15% μεγαλύτερη από 4 km. Για την παραγωγή του χάρτη κριτηρίου απόστασης από το οδικό δίκτυο (βλ. Εικόνα 8.5) εφαρμόστηκε αρχικά το εργαλείο Euclidean Distance, με είσοδο το οδικό δίκτυο, και στην συνέχεια το Reclassify, για την εισαγωγή της βαθμολογίας των κλάσεων τιμών.

#### 8.2.4 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η εγγύτητα της εγκατάστασης με το ηλεκτρικό δίκτυο μεταφοράς και διανομής, καθώς και η χωρητικότητα του, είναι καθοριστικής σημασίας για την βιωσιμότητά των εγκαταστάσεων ΑΠΕ. Αυτό συμβαίνει διότι το ηλεκτρικό δίκτυο αποτελεί την οδό σύνδεσης της παραγωγής με την κατανάλωση, που είναι και ο κύριος στόχος της επένδυσης. Ειδικά για τα φωτοβολταϊκά πάρκα, τα οποία έχουν μικρή σχετικά εγκατεστημένη ισχύ (βλ. παράγραφο 5.8.3), η σύνδεση γίνεται στο δίκτυο διανομής χαμηλής ή μέσης τάσης, ανάλογα με το μέγεθος της εγκατεστημένης ισχύος και την δυνατότητα πρόσβασης σε Υ/Σ και δίκτυο διανομής.

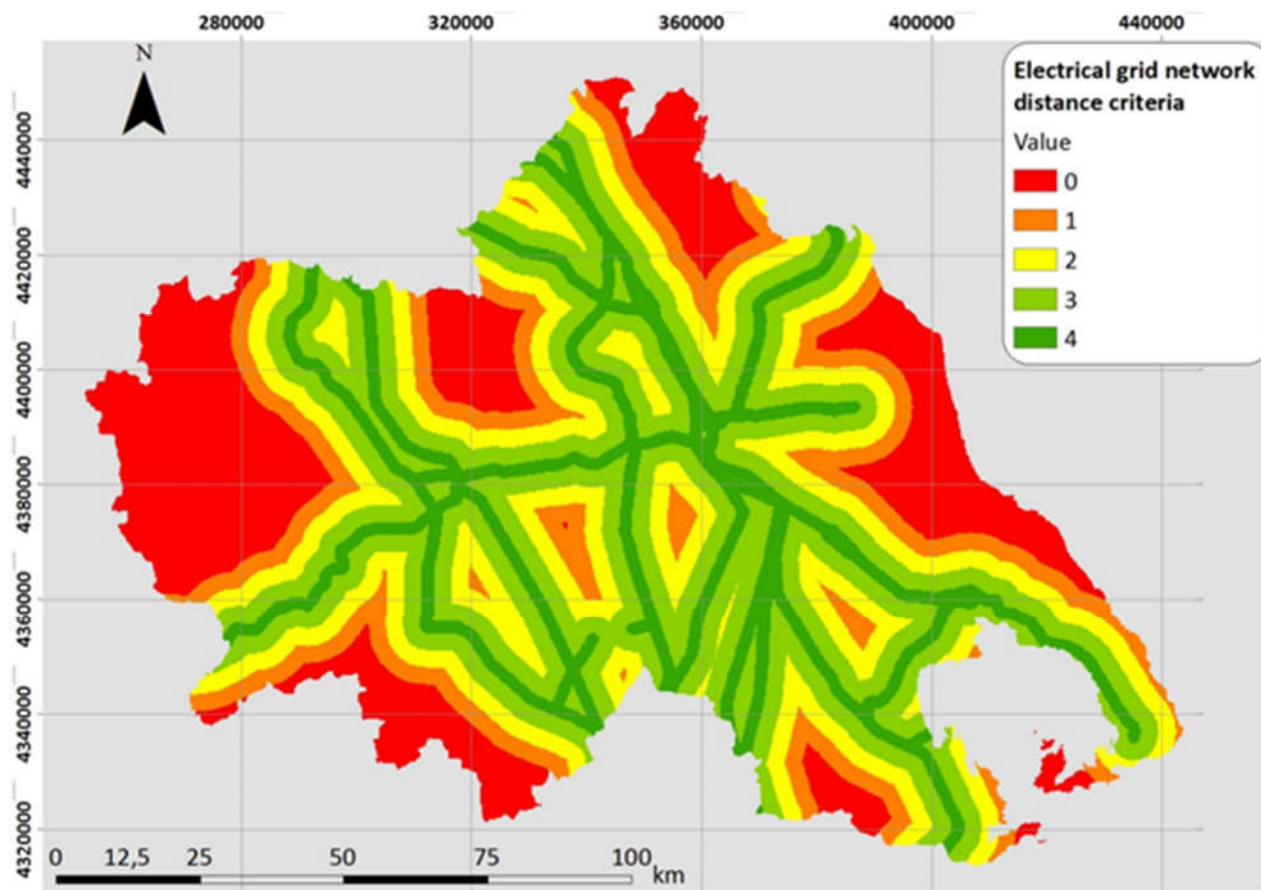
Καθώς το ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ δεν θέτει για τις εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συγκεκριμένα όρια απόστασης από το ηλεκτρικό δίκτυο διανομής και μεταφοράς ενέργειας, αυτά θεωρούνται κατ' αναλογία με τα αιολικά πάρκα με ανώτατη επιτρεπτή τα 10 km (Πίνακας 8.7). Το κριτήριο εφαρμόζεται για τις γραμμές μέσης και υψηλής τάσης. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν για την Περιφέρεια Θεσσαλίας είναι αρκετά ευνοϊκά, καθώς το 44 % της έκτασης της περιοχής μελέτης βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 4 km από τις γραμμές μεταφοράς υψηλής ή μέσης τάσης.

**Πίνακας 8.7 Κριτήριο απόστασης από το ηλεκτρικό δίκτυο διανομής και μεταφοράς ενέργειας για τη χωροθέτηση ΦΠ (ΥΠΕΚΑ, 2008)**

Απόσταση από δίκτυο διανομής (km)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
<1	4	1968,3	14,24%
1-4	3	4086,3	29,56%
4-7	2	2775,4	20,08%
7-10	1	1738,9	12,58%
>10	0	3253,4	23,54%

Η σημασία της χωρητικότητας και του συνεπαγόμενου βαθμού κορεσμού του δικτύου, από τον οποίο εξαρτάται και η δυνατότητα απορρόφησης της παραγόμενης ενέργειας, ξεφεύγουν της παρούσας εργασίας. Στη βιβλιογραφία, αναφέρεται η χρήση αλγορίθμων βελτιστοποίησης που

προτείνουν τη βέλτιστή διάταξη και σύνδεση των μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής, για την κατά το δυνατόν μεγαλύτερη απόδοση τους. Μάλιστα η ΡΑΕ, λόγω του κορεσμού που έχει εμφανιστεί λόγω της εκτεταμένης σύνδεσης ΑΠΕ, εκδίδει κατά καιρούς αποφάσεις αδυναμίας ή περιορισμένης δυνατότητας απορρόφησης για συγκεκριμένες κατηγορίες παραγωγών, μετά από εισήγηση του αρμόδιου Διαχειριστή Δικτύου.



Εικόνα 8.6 Κριτήριο απόστασης από το ηλεκτρικό δίκτυο διανομής ενέργειας

### 8.2.5 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ

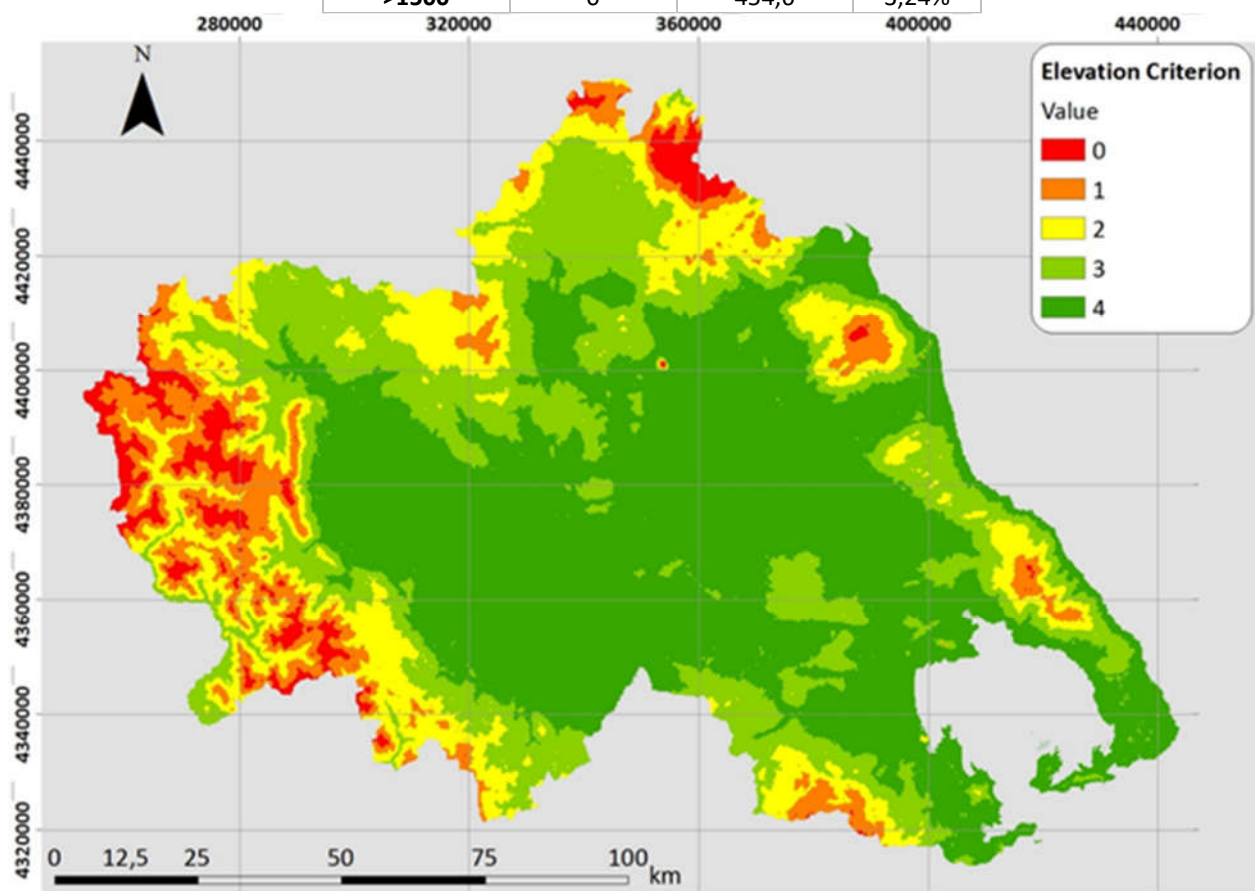
Το υψόμετρο αποτελεί κρίσιμο τεχνικό και περιβαλλοντικό κριτήριο, καθώς συχνά πάνω από τα 900 m απαντώνται σπανία είδη χλωρίδας και πανίδας (βλ. παράγραφο 5.4). Ως προς τις τεχνικές δυσκολίες, οι επικρατούσες χαμηλές θερμοκρασίες δρουν αρνητικά για την απόδοση των ηλιακών πάνελ και την συντήρησή τους, ενώ αυξάνονται και τα προβλήματα σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο, λόγω της αραιότερης διάταξης του σε ορεινές περιοχές και της δυσκολίας προσέγγισης, λόγω των απότομων κλίσεων.

Για όλους αυτούς του λόγους εφαρμόζεται η κλίμακα του Πίνακα 8.8, με τις περιοχές με υψόμετρο άνω των 1500 m, να χαρακτηρίζονται ακατάλληλες για τη χωροθέτηση, και τις περιοχές με υψόμετρο κάτω των 300 m να θεωρούνται, υψηλής καταλληλότητας βαθμολογία 4. Συγκεκριμένα, το 49% της περιφέρειας έχει υψόμετρο μικρότερο των 300 m, αποτέλεσμα ιδιαίτερα ευνοϊκό για

την χωροθέτηση. Τη χειριστή βαθμολογία λαμβάνει μόνο το 3% της περιοχής μελέτης, που έχει υψόμετρο πάνω από 1500 m. Πρόκειται για αναμενόμενα αποτελέσματα, δεδομένης της πεδινής μορφολογίας της Θεσσαλίας (βλ. παράγραφο 5.2).

**Πίνακας 8.8 Κριτήριο υψομέτρου (m) για τη χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων**

Υψόμετρο (m)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
<300	4	6864,0	48,94%
300-700	3	3438,2	24,52%
700-1100	2	2092,1	14,92%
1100-1500	1	1175,2	8,38%
>1500	0	454,6	3,24%

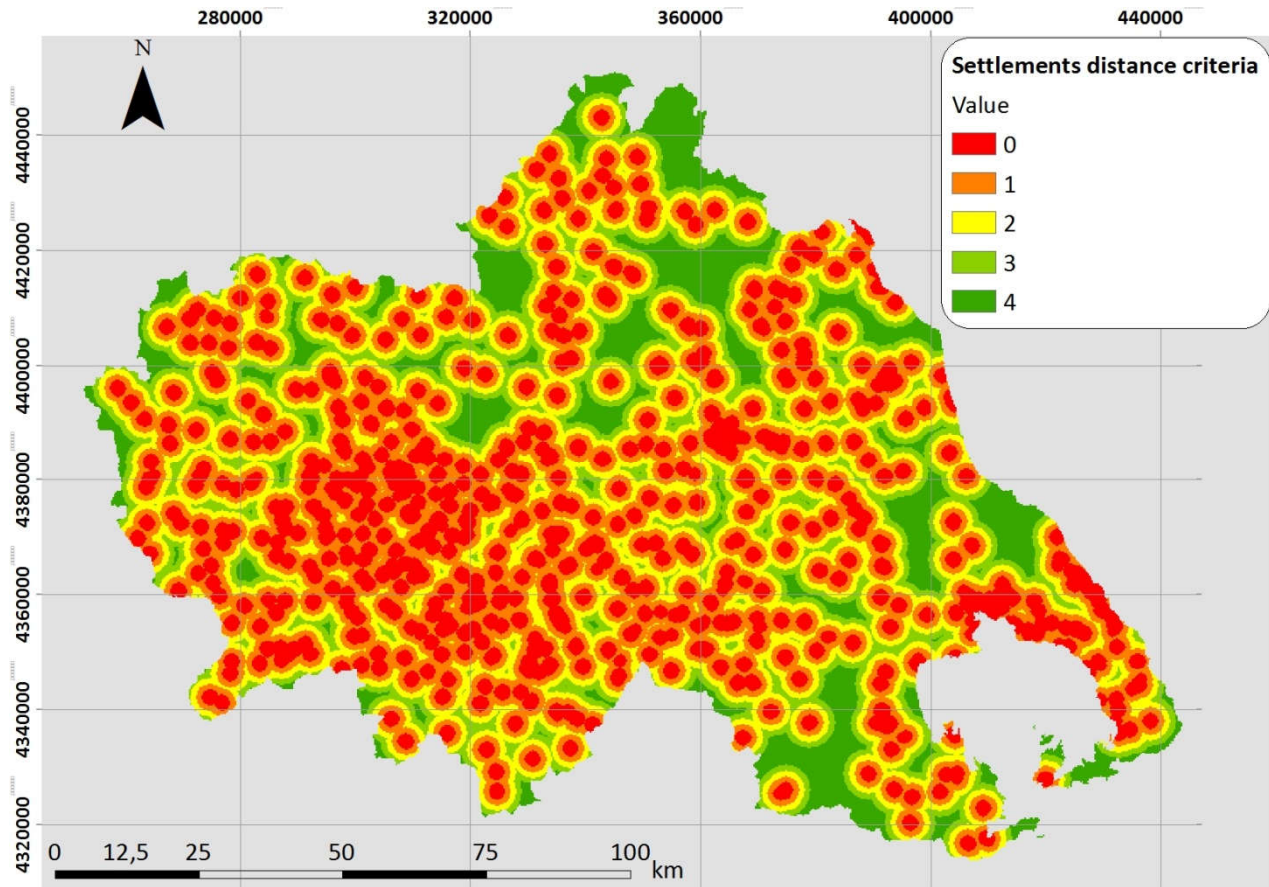


**Εικόνα 8.7 Κριτήριο υψομέτρου**

### 8.2.6 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΟΙΚΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Οι οικιστικές περιοχές αποτελούν διφορούμενο παράγοντα στην χωροθέτηση ΑΠΕ. Γενικά, από τεχνική άποψη, θεωρείται ευνοϊκή η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ πλησίον των οικισμών, για την μείωση των απωλειών και του κόστους επέκτασης του δικτύου μεταφοράς ενέργειας. Από την άλλη πλευρά, επιβάλλεται η κατά το δυνατόν απομάκρυνσή τους από πολυσύχναστες περιοχές για την μείωση των αισθητικών επιπτώσεων. Η παράμετρος αυτή λαμβάνεται υπόψη και από τον

ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ ο οποίος αναφέρει ότι: «Ως περιοχές προτεραιότητας για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας μπορεί ενδεικτικά να θεωρηθούν οι περιοχές που είναι άγονες ή δεν είναι υψηλής παραγωγικότητας και κατά προτίμηση αθέατες από πολυσύχναστους χώρους, και με δυνατότητες διασύνδεσης με το Δίκτυο ή το Σύστημα.»



Εικόνα 8.8 Κριτήριο απόστασης από οικιστικές περιοχές

Πίνακας 8.9 Κριτήριο απόστασης από οικιστικές περιοχές

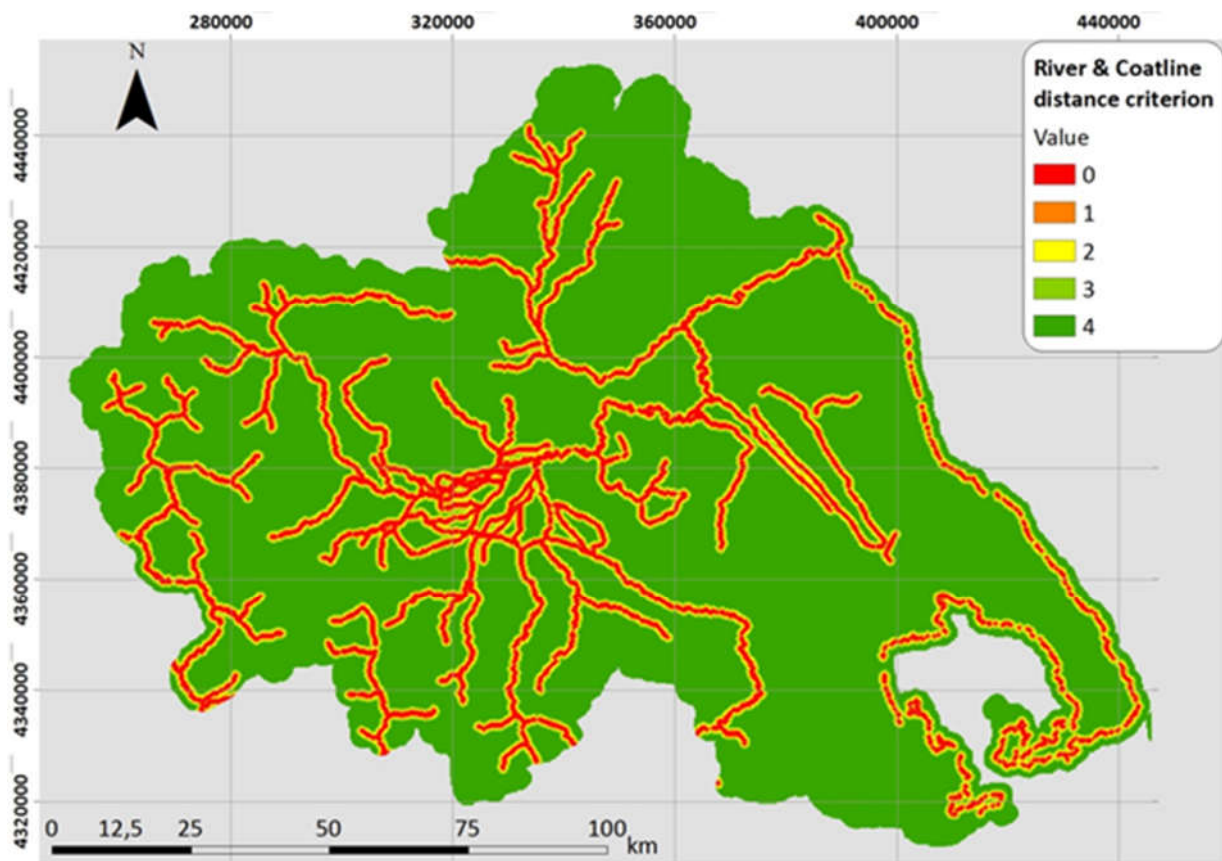
Απόσταση από όριο οικισμού (km)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
<1	0	3353,1	24,26%
1-2	1	4105,8	29,70%
2-3	2	3011,7	21,79%
3-4	3	1785,4	12,92%
>4	4	1566,3	11,33%

Στο πλαίσιο της κατά το δυνατόν μείωσης της αισθητικής όχλησης, εφαρμόζουμε την κλίμακα αξιολόγησης του Πίνακα 8.9(σε όρους απόστασης), για τον περιορισμό της θέασης ΦΠ από τις οικιστικές περιοχές. Γίνεται εφαρμογή γραμμικής κλίμακας, με τις περιοχές σε απόσταση μικρότερη του 1 km να παίρνουν βαθμολογία «0», και αυτές σε απόσταση μεγαλύτερη των 4 km να λαμβάνουν «4». Η κλίμακα αυτή εφαρμόζεται για την απόσταση από τους οικισμούς της ΕΛΣΤΑΤ (θεωρώντας ότι καταλαμβάνουν ζώνη ακτίνας 1 km) και τις οικιστικές περιοχές του Corine 2000

(Urban areas, CLC 111, 112). Σημειώνεται ότι το 44% της Περιφέρειας Θεσσαλίας βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 2 km από οικιστικές περιοχές, γεγονός που αναδεικνύει την σημαντική διασπορά των οικισμών στην περιοχή μελέτης και της σημαντικής επιρροής τους στην αξιολόγηση.

### 8.2.7 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗ & ΥΔΑΤΙΝΑ ΣΩΜΑΤΑ

Στο πνεύμα της κατά το δυνατό μείωσης της θέασης των ΦΠ από πολυσύχναστες περιοχές εφαρμόζονται για τα υδάτινα σώματα και τις ακτές ελάχιστες αποστάσεις όπως διακρίνονται στον Πίνακα 8.10. Συγκεκριμένα για την ακτογραμμή, υπεισέρχονται και λόγοι περιορισμού της ελεύθερης πρόσβασης στις ακτές (σε συμφωνία με το Ν.2971/2001 "Αιγιαλός, Παραλία και άλλες διατάξεις" ΦΕΚ 285Α/2001), περιορισμού της θέασης εγκαταστάσεων ΦΠ από τουριστικές δραστηριότητες και προστασίας θαλασσιών οικοσυστημάτων από κινδύνους ρύπανσης. Επίσης υπεισέρχονται και τεχνικοί λόγοι, καθώς η αλμύρα μειώνει το χρόνο ζωής και την απόδοση των ηλιακών συστημάτων. Τα υδάτινα σώματα αντίστοιχα, χαρακτηρίζονται από τουριστική κίνηση, επιβάλλοντας την τήρηση ελαχίστων αποστάσεων για λόγους θέασης, ενώ ταυτόχρονα αποτελούν και ευαίσθητους αποδέκτες, για τους οποίους κάποια υλικά των Φωτοβολταϊκών πάρκων σε περίπτωση εγκατάλειψης μπορούν να αποτελέσουν ρυπαντές μέσω του υδροφόρου ορίζοντα.



Εικόνα 8.9 Κριτήριο απόστασης από ακτογραμμή και υδάτινα σώματα



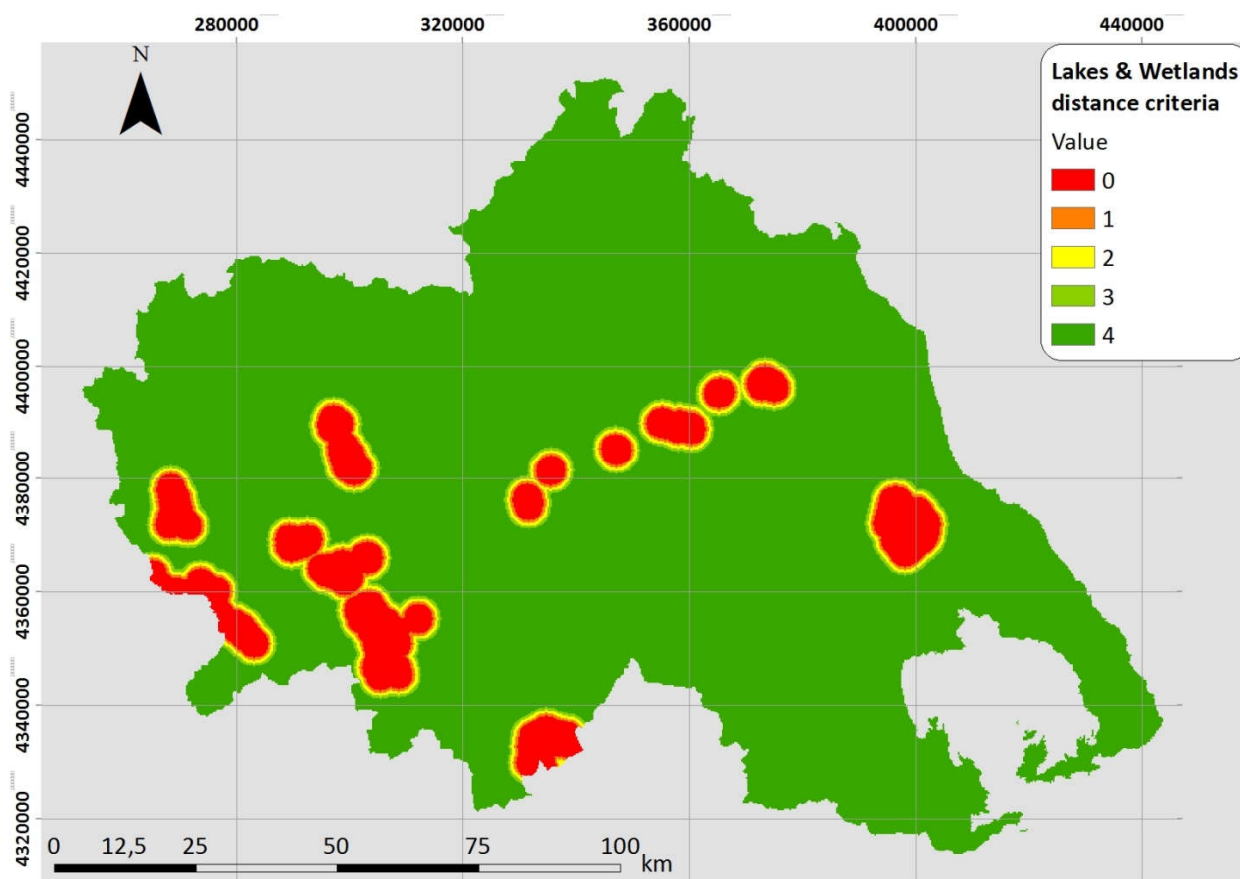
Εφαρμόζοντας την κλίμακα του Πίνακα 8.10 προκύπτει ότι το 77% της έκτασης της Θεσσαλίας απέχει μεγαλύτερη από 1 km απόσταση από την ακτογραμμή και υδάτινα σώματα.

Πίνακας 8.10 Κριτήριο απόστασης (m) από την ακτογραμμή και υδάτινα σώματα για χωροθέτηση ΦΠ

Απόσταση από ακτογραμμή και ποτάμια (m)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
<250	0	1188,625	7,57%
250-500	1	799,5	5,09%
500-750	2	927,3125	5,90%
750-1000	3	746,9375	4,76%
>1000	4	12041,8125	76,68%

### 8.2.8 ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΛΙΜΝΕΣ & ΥΓΡΟΤΟΠΟΥΣ

Το κριτήριο αυτό τίθεται στην λογική της περιβαλλοντικής προστασίας, αλλά και της ενδεχόμενης τουριστικής αξίας, λόγω της συγκέντρωσης σημαντικού αριθμού επισκεπτών στις περιοχές των λιμνών και υγροτόπων.



Εικόνα 8.10 Κριτήριο απόστασης από λίμνες και υγροτόπους

Επιλέγεται ως βέλτιστη η απόσταση των 4 km, η οποία εφαρμόστηκε για τους ταμιευτήρες και τις περιοχές υγροτόπων του Corine 2000 (Inland Wetlands, CLC 411;4 12). Ως ελάχιστη εφαρμόζεται η απόσταση 2500 m, η οποία είναι αυστηρότερη από αυτή που εφαρμόστηκε για τα ποτάμια και τις

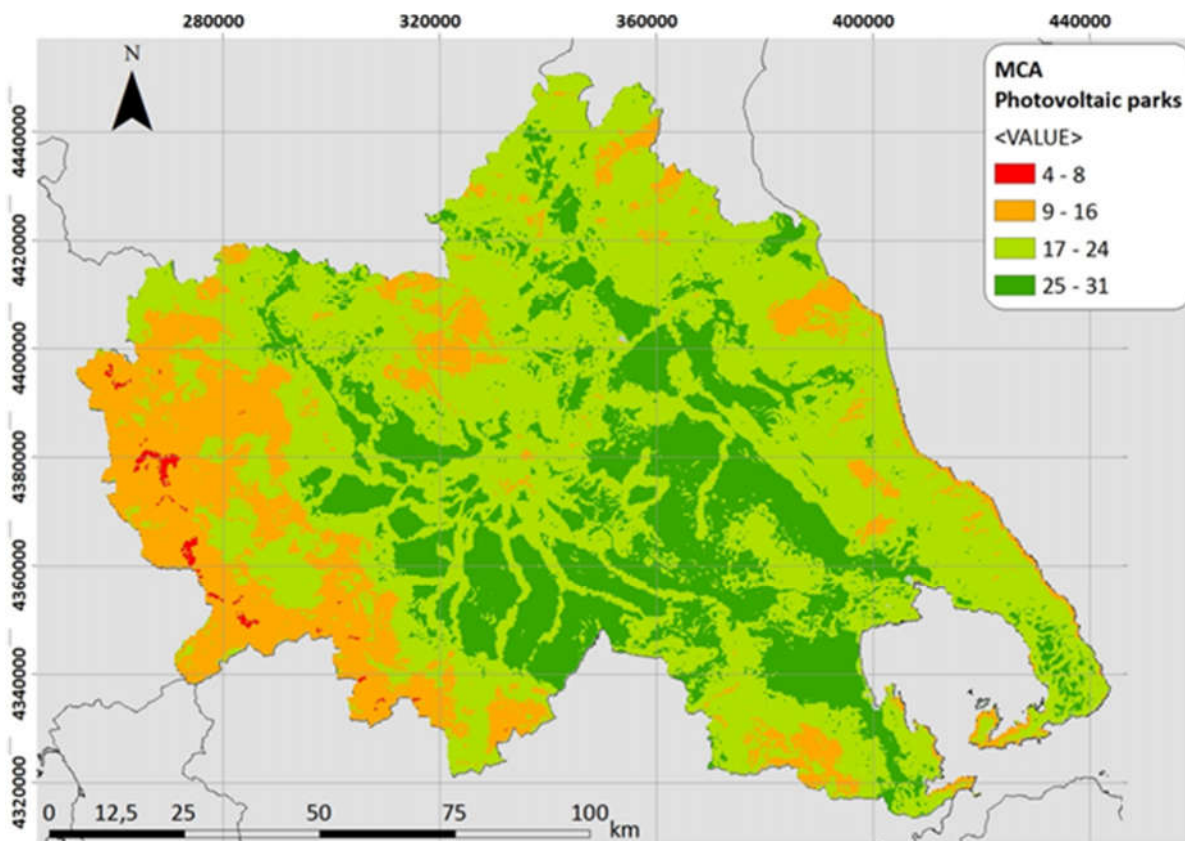
ακτές. Πρόκειται για κριτήριο με μικρή σχετικά σημασία, καθώς το 85% της Περιφέρειας Θεσσαλίας χαρακτηρίζεται ως υψηλής καταλληλότητας, σύμφωνα με τον Πίνακα 8.11.

Πίνακας 8.11 Κριτήριο απόστασης από λίμνες και υγροτόπους (m) για χωροθέτηση ΦΠ

Απόσταση από λίμνες και υγροτόπους (km)	Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό
<2,5	4	12219,7	88,41%
2,5-3	3	231,4	1,67%
3-3,5	2	240,9	1,74%
3,5-4	1	195,6	1,42%
>4	0	934,6	6,76%

### 8.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΠ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Αφού ολοκληρώθηκε η επιλογή των κριτηρίων και η εφαρμογή κατάλληλης κλίμακας αξιολόγησης για κάθε κριτήριο, εφαρμόστηκε στα οκτώ προκρινόμενα κριτήρια πολυκριτηριακή ανάλυση με ισοβαρείς συντελεστές για όλα τα κριτήρια. Για τον σκοπό αυτό, επιλέχθηκε το εργαλείο Weighted Sum της επέκτασης Spatial Analyst του ArcGIS 10.4, το οποίο αθροίζει τις τιμές όλων των αρχείων raster που αντιστοιχούν στο ίδιο κελί, δημιουργώντας ένα αθροιστικό αρχείο raster με εύρος τιμών [0-32] για όλα τα κριτήρια που αντιπροσωπεύει τη βαθμολογία του ως προς την καταλληλότητα χωροθέτησης ΦΠ (βλ. Εικόνα 8.11)

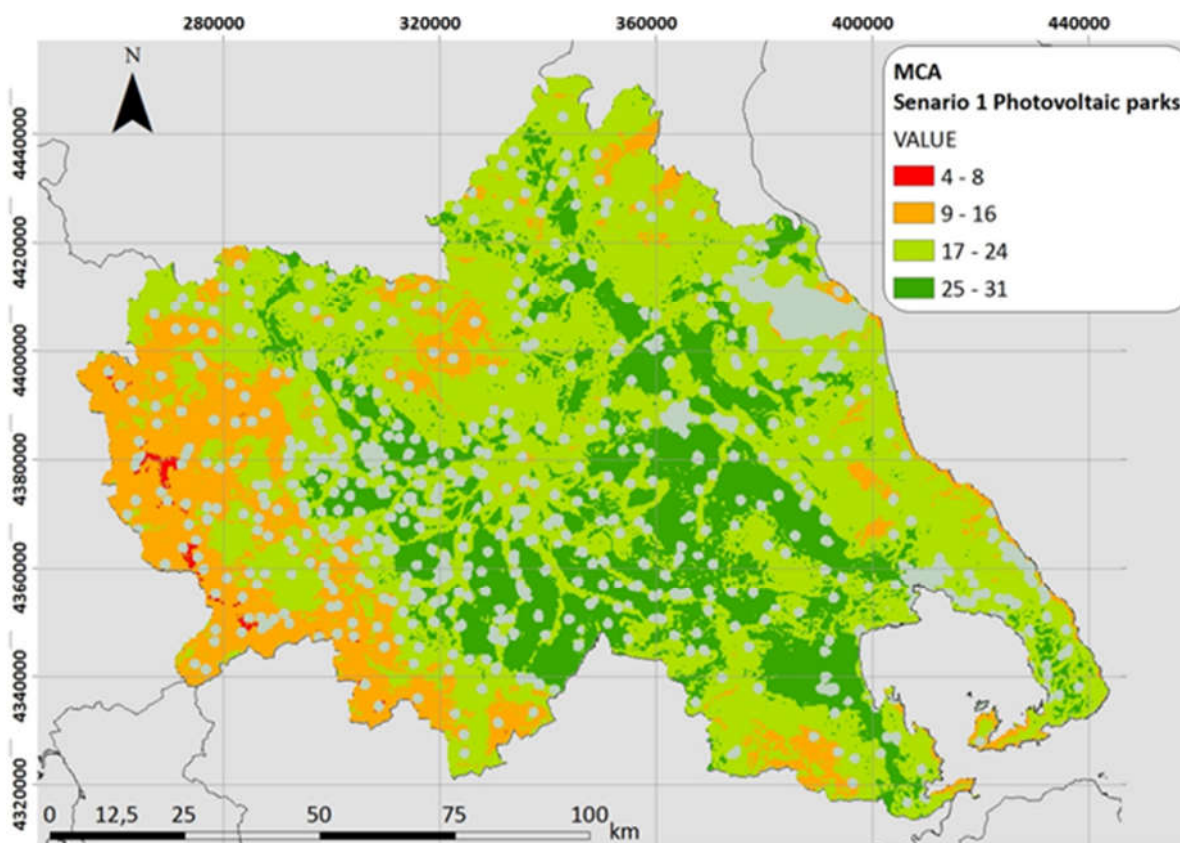


Εικόνα 8.11 Αξιολόγηση Περιφέρειας Θεσσαλίας για χωροθέτηση ΦΠ με εφαρμογή 8 κριτηρίων

**Πίνακας 8.12 Αξιολόγηση του συνόλου της Περιφέρειας Θεσσαλίας για τα 8 κριτήρια χωροθέτησης ΦΠ**

Βαθμολογική κλίμακα	Ποσοστό καταλληλότητας	Έκταση περιοχών χωροθέτησης (km <sup>2</sup> )	Δυνητική εγκατεστημένη ισχύς (GW)	Ποσοστό ανά κατηγορία καταλληλότητας
25-32	75-100 %	3381,81	169,09	24,55%
16-24	50-75 %	7858,31	392,92	57,04%
9-16	25-50 %	2496,69	124,83	18,12%
0-8	0-25 %	39,69	1,98	0,29%
Σύνολο		13776,50	688,82	100,00%

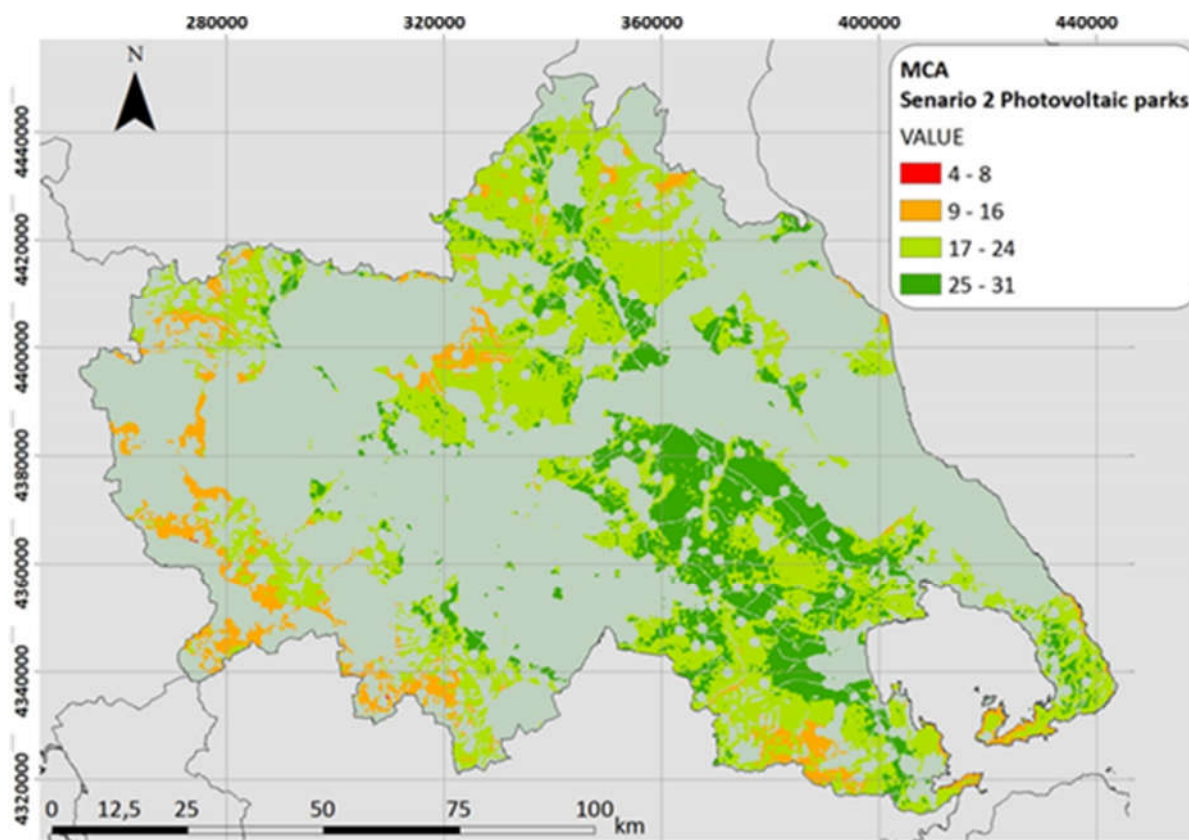
Για την παρουσίαση και τελική επιλογή των βιώσιμων περιοχών χωροθέτησης, τα αποτελέσματα χωρίστηκαν σε τέσσερις κλάσεις, που εκφράζουν το ποσοστό καταλληλότητας κάθε περιοχής ανάλογα με τη βαθμολογία που συγκέντρωσε. Για λόγους πληρότητας και σύγκρισης, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται και για τα δύο σενάρια χωροθέτησης, αν και τελικά προκρίνονται μόνο οι περιοχές του Σεναρίου 2 (βλ. παράγραφο 8.5). Όπως αποτυπώνεται στον Πίνακα 8.12, αν ήταν δυνατό να αξιοποιηθεί το σύνολο της Θεσσαλίας για τη χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων, το 25% θα παρουσίαζε καταλληλότητα άνω του 75%, με δυνατότητα εγκατάστασης 170 GW, ποσοστό που αναδεικνύει την καλή επίδοση της Θεσσαλίας για της ηλιακές εγκαταστάσεις. Σημαντικό είναι και το ποσοστό περιοχών με καταλληλότητα 50-75%, που ανέρχεται στο 57%.



**Εικόνα 8.12 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 1**

**Πίνακας 8.13 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης Σεναρίου 1**

Βαθμολογική κλίμακα	Ποσοστό καταλληλότητας	Έκταση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης (km <sup>2</sup> )		Δυνητική εγκατεστημένη ισχύς (GW)	Ποσοστό ανά κατηγορία καταλληλότητας
25-32	75-100 %	2894,75	144,74		24,75%
16-24	50-75 %	6697,56	334,88		57,26%
9-16	25-50 %	2076,69	103,83		17,75%
0-8	0-25 %	28,69	1,43		0,25%
Σύνολο		11697,69	584,88		100,00%



**Εικόνα 8.13 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 2**

**Πίνακας 8.14 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης Σεναρίου 2**

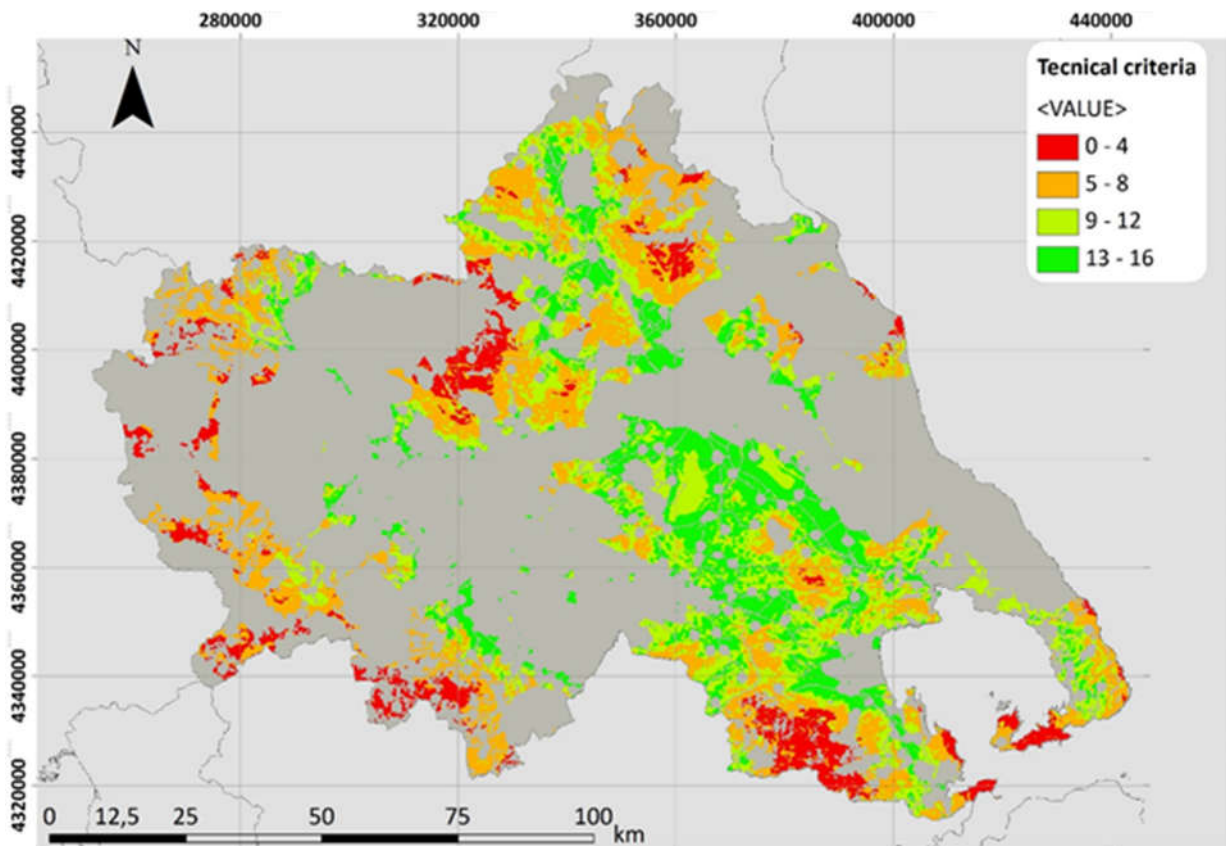
Βαθμολογική κλίμακα	Ποσοστό καταλληλότητας	Έκταση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης (km <sup>2</sup> )	Δυνητική εγκατεστημένη ισχύς (GW)	Ποσοστό ανά κατηγορία καταλληλότητας
25-32	75-100 %	1402,75	70,14	28,40%
16-24	50-75 %	2985,69	149,28	60,45%
9-16	25-50 %	549,56	27,48	11,13%
0-8	0-25 %	0,75	0,04	0,02%
Σύνολο		4938,75	246,94	100,00%

Ακολουθως εφαρμόζεται η αξιολόγηση στις επιτρεπόμενες περιοχές του Σεναρίου 2, στο οποίο φαίνεται ότι αφαιρούνται σε μεγαλύτερο ποσοστό περιοχές με καταλληλότητα κάτω του 50%. Με αλλά λόγια στο Σενάριο 2 προκρίνονται υψηλότερες βαθμολογικά περιοχές σε σχέση με την

συνολική έκταση της Θεσσαλίας. Με βάση τα αποτελέσματα, μπορούν να εγκατασταθούν 70 GW σε περιοχές καταλληλότητας άνω του 75%, και 150 GW σε περιοχές καταλληλότητας άνω του 50%.

#### 8.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΠ

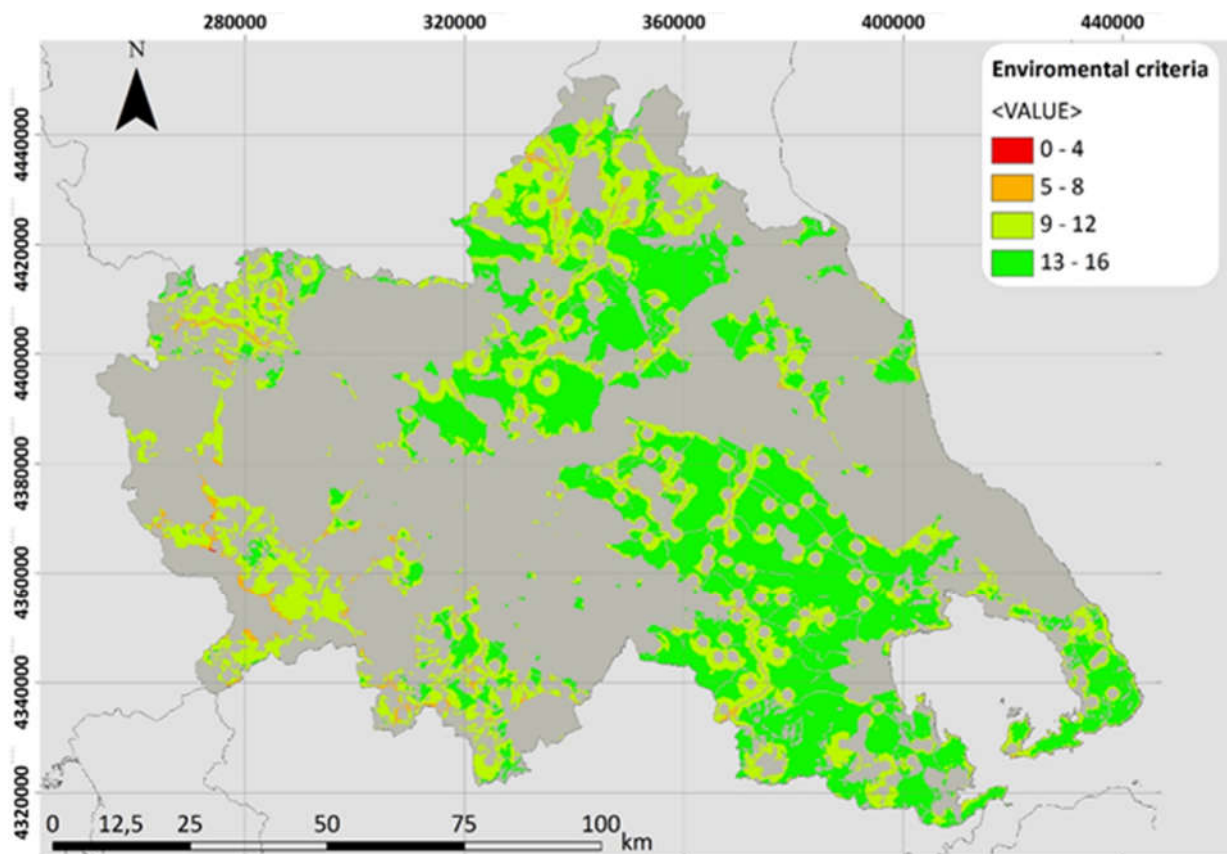
Για να αξιολογηθεί η επιλογή των κριτηρίων και η επίδρασή τους στην αξιολόγηση επιλέγεται να εφαρμοστεί πολυκριτηριακή ανάλυση, λαμβάνοντας υπόψη μόνο τους «τεχνικούς» και μόνο τους «περιβαλλοντικούς» παράγοντες. Ως «τεχνικοί» επιλέγονται το ηλιακό δυναμικό, η κλίση, η απόσταση από το οδικό δίκτυο και το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ ως «περιβαλλοντικοί» το υψόμετρο, η απόσταση από οικιστικές περιοχές, η απόσταση από λίμνες και υγροτόπους, και η απόσταση από την ακτογραμμή και τα υδάτινα σώματα.



Εικόνα 8.14 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 2 βάσει τεχνικών κριτηρίων

Ακολούθως προσδιορίζονται τα ποσοστά καταλληλότητας που προκύπτουν για τις επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης του Σεναρίου 2 για την «περιβαλλοντική» και «τεχνική» αξιολόγηση αντίστοιχα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 8.15. Παρατηρείται το χαμηλότερο ποσοστό καταλληλότητας για τη κατηγορία 75-100% των τεχνικών κριτηρίων, το οποίο είναι 23%, ενώ για τα περιβαλλοντικά 58%. Συνεπώς σε περίπτωση που τα τεχνικά κριτήρια βάραιναν περισσότερο στην συνολική αξιολόγηση σε σχέση με τα περιβαλλοντικά, θα μειώνονταν σημαντικά οι πλέον κατάλληλες περιοχές χωροθέτησης. Σημαντική είναι και η επίδρασή των κριτηρίων στις κάτω κλάσεις καταλληλότητας όπου για τα περιβαλλοντικά κριτήρια μόλις το 2% της Περιφέρειας παίρνει ποσοστό κάτω του 50%, ενώ για τα τεχνικά το 46%. Η χωρική διάσταση αυτής της

διαφοροποίησης αποτυπώνεται στις εικόνες 8.14 και 8.15 αντίστοιχα όπου για τους περιβαλλοντικούς παραγοντες σχεδόν απουσιάζουν οι περιοχές με καταλληλότητα κάτω του 25%, ενώ για τους τεχνικούς έχουν σημαντική έκταση που αφορά στην περιφερειακή ζώνη της Θεσσαλίας, εκτός του Θεσσαλικού κάμπου.



Εικόνα 8.15 Αξιολόγηση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης ΦΠ Σεναρίου 2 βάσει περιβαλλοντικών κριτηρίων

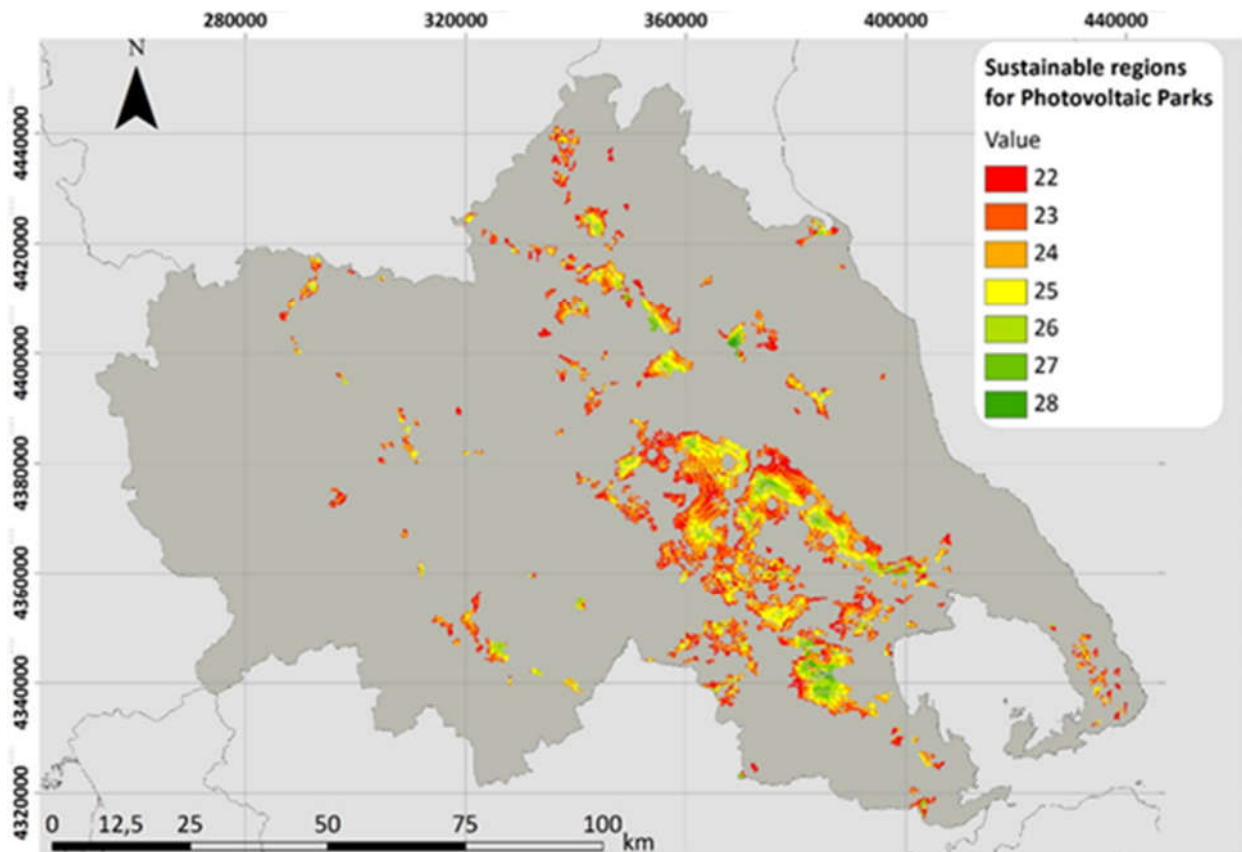
Πίνακας 8.15 Ποσοστά καταλληλότητας τεχνικής & περιβαλλοντικής αξιολόγησης για τις περιοχές του Σεναρίου 2

Βαθμολογική κλίμακα	Ποσοστό καταλληλότητας	Τεχνική αξιολόγηση		Περιβαλλοντική αξιολόγηση	
		Έκταση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό ανά κατηγορία καταλληλότητας	Έκταση επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό ανά κατηγορία καταλληλότητας
12-16	75-100 %	1133,94	22,96%	2859,06	57,89%
8-12	50-75 %	1542,06	31,22%	1987,69	40,25%
4-8	25-50 %	1693,31	34,29%	91,63	1,86%
0-4	0-25 %	569,44	11,53%	0,38	0,01%
Σύνολο		4938,75	100,00%	4938,74	100,00%

## 8.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΠ

Για την επιλογή των βιώσιμων περιοχών χωροθέτησης φωτοβολταϊκών πάρκων επιλέγεται να εφαρμοστούν, επιπλέον της αξιολόγησης, κάποια φίλτρα. Προκρίνονται έτσι:

- α. Περιοχές που αξιολογούνται με ποσοστό προτεραιότητας πάνω από 75%, για όλα τα κριτήρια εκτός του ηλιακού δυναμικού.
- β. Περιοχές που αποτελούν επιτρεπόμενες περιοχές του Σεναρίου 2, οι οποίες πληρούν τους θεσμικούς, περιβαλλοντικούς και τεχνικούς περιορισμούς χωροθέτησης.
- γ. Περιοχές με μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία μεγαλύτερη από 1400 kWh/m<sup>2</sup>, ώστε να εξασφαλιστούν ικανοποιητικές τιμές ηλιακού δυναμικού
- δ. Περιοχές εμβαδού μεγαλύτερου 1 200 m<sup>2</sup>, ώστε να είναι δυνατή η εγκατάσταση ΦΠ ισχύς 60 kW.



**Εικόνα 8.16 Βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης ΦΠ**

Με βάση τους παραπάνω περιορισμούς προκύπτει ο χάρτης της Εικόνας 8.16, όπου φαίνονται οι βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης ΦΠ, οι οποίες αποτελούν το 9% της έκτασης της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Βάσει του Πίνακα 8.16 συνεπάγεται ότι μπορούν να εγκατασταθούν 60 GW σε υψηλής καταλληλότητας περιοχές (μεγαλύτερης του 75%). Αν επιλεχθούν δε αυστηρά οι περιοχές με βαθμολογία 28, δηλαδή 100% καταλληλότητα, μπορούν να τοποθετηθούν περίπου 250 MW. Πρόκειται για ιδιαίτερα μεγάλες τιμές σε περιφερειακό επίπεδο, οι οποίες είναι αναδεικνύουν την δυναμική της Θεσσαλίας στην ανάπτυξη ΦΠ, δεδομένου ότι είναι σε λειτουργία μόλις 78MW με βάση τα στοιχεία του ΑΔΜΗΕ για τον Μάρτιο του 2016.

**Πίνακας 8.16 Βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης ΦΠ**

Βαθμολογία	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)
22	234,00	11700,0
23	321,25	16062,5
24	313,31	15665,6
25	207,81	10390,6
26	95,69	4784,4
27	28,69	1434,4
28	4,94	246,9
Σύνολο		60284,375

## 8.6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΜΕΝΩΝ ΦΠ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Στην παράγραφο αυτή επιχειρείται η εφαρμογή της μεθοδολογίας αξιολόγησης για την εκτίμηση των πραγματικών αιτήσεων προς χωροθέτηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Συγκεκριμένα, επιλέγουμε να φιλτράρουμε τα υποψηφία προς αδειοδότηση ή ήδη αδειοδοτημένα έργα, ώστε να εξεταστεί κατά πόσο επαληθεύονται τα αποτελέσματα με τις αποφάσεις της ΡΑΕ. Σε πρώτο στάδιο, ελέγχεται τι ποσοστό των θέσεων χωροθέτησης βρίσκεται εντός των επιτρεπόμενων περιοχών του Σεναρίου 1 ή 2, και ακολούθως τα ποσοστά καταλληλότητας που συγκεντρώνουν.

**Πίνακας 8.17 Αξιολόγηση αδειοδοτημένων και προς αδειοδότηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων**

	Ποσοστό εντός επιτρεπόμενων περιοχών		Ποσοστό καταλληλότητας			
	Σενάριο 1	Σενάριο 2	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%
<b>Άδεια λειτ.</b>	97%	72%	0,00%	0,00%	45,23%	54,77%
<b>Άδεια εγκατ.</b>	100%	0%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
<b>Άδεια παρ.</b>	92%	69%	0,00%	0,00%	39,47%	60,53%
<b>Σε αξιολ.</b>	100%	57%	0,00%	0,00%	21,62%	78,38%
<b>Απορ. αποφ.</b>	98%	61%	0,00%	0,00%	48,90%	51,10%

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.17 και αποτελούν πολύ χρήσιμα συμπεράσματα για τις αδειοδοτημένες, τις προς αδειοδότηση καθώς και τις απορριπτέες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις. Ειδικά, στο 1<sup>ο</sup> Σενάριο στο οποίο εφαρμόστηκαν οι νομοθετικοί περιορισμοί ανήκει άνω του 90% των περιοχών όλων των σταδίων αδειοδότησης. Στις επιτρεπόμενες περιοχές του 2<sup>ου</sup> «περιβαλλοντικού» Σεναρίου ανήκει το 69% των εγκαταστάσεων με άδεια παραγωγής και το 72% των έργων με άδεια λειτουργίας. Το αποτέλεσμά αυτό, αναδεικνύει την περιβαλλοντική συνέπεια της πλειοψηφίας των αδειοδοτήσεων. Σημαντικό είναι ότι το σύνολο των αιτήσεων συγκεντρώνουν καταλληλότητα άνω του 50%, με την πλειονότητα να εντάσσεται στην υψηλότερη κατηγορία καταλληλότητας. Ειδικότερα, όλα τα έργα με άδεια εγκατάστασης εντάσσονται στην υψηλότερη κατηγορία καταλληλότητας, ενώ τα έργα σε λειτουργία σε ποσοστό 55%.



## 9 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΕ

### 9.1 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕ & Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η ανάγκη για ανάπτυξη υβριδικών συστημάτων ΑΠΕ προέκυψε από την άμεση εξάρτηση των κύριων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, από τις τρέχουσες υδρομετεωρολογικές διεργασίες (απορροή, ταχύτητα ανέμου, ηλιοφάνεια), οι οποίες μεταβάλλονται ακανόνιστα, συντελώντας στην αδυναμία εξασφάλισης της απαιτούμενης εξισορρόπησης της προσφοράς ενέργειας από τις ΑΠΕ και της αντίστοιχης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Κατά συνέπεια, η υπόθεση ενός μελλοντικού σκηνικού στο οποίο οι ΑΠΕ θα κυριαρχούν ποσοτικά στο ενεργειακό μίγμα θα είναι εφικτή μόνο εφόσον οι ΑΠΕ συνδυαστούν με τεχνολογίες αποθήκευσης και αναρρύθμισης της ενέργειας (Koutsoyiannis & Efstratiadis, 2012).

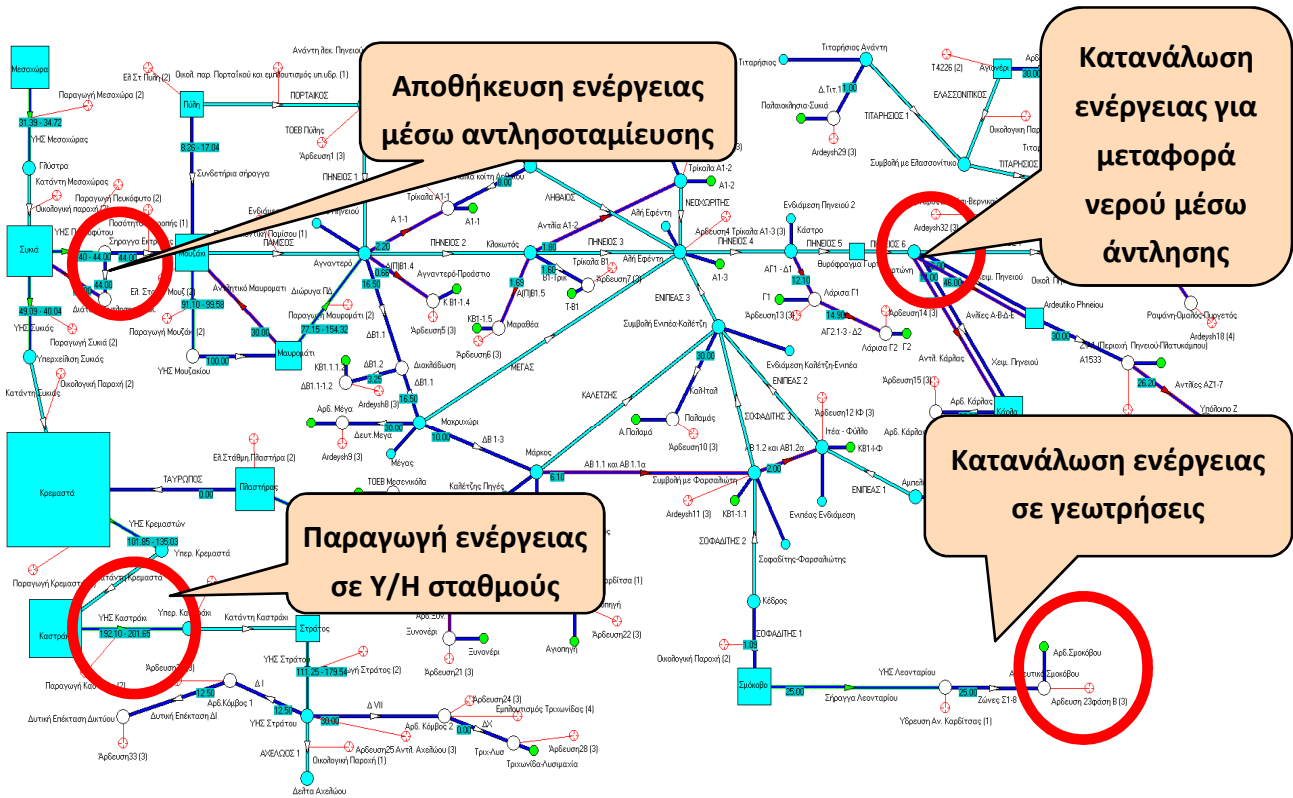
Η τεχνική της αντλησοταμίευσης αντιπροσωπεύει την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία αποθήκευσης ενέργειας και αποτελεί φιλοπεριβαλλοντική πρακτική που δεν εκπέμπει κανένα παραπροϊόν στο περιβάλλον, και είναι οικονομικά αποδοτική, με ποσοστά απωλειών μικρότερα του 10% (για έργα μεγάλης κλίμακας). Επιπλέον, η παραγόμενη υδροηλεκτρική ενέργεια δεν καταναλώνει νερό (απλά μετατρέπει τη δυναμική του ενέργεια), ενώ μπορεί ακόμα να συνδυαστεί με άλλες χρήσεις νερού (αστική, γεωργική, βιομηχανική).

Μάλιστα, τα υβριδικά συστήματα, που συνδυάζουν πολλαπλές ΑΠΕ (π.χ. αιολικά με φωτοβολταϊκά) ή και ΑΠΕ με έργα αντλησοταμίευσης (π.χ. αιολικά με υδροηλεκτρικά έργα), θεωρούνται γενικά μια καθιερωμένη τεχνολογία για την αύξηση του επιπέδου διείσδυσης των ΑΠΕ σε ενεργειακά συστήματα. Ωστόσο, τέτοια έργα έχουν, γενικά, μειωμένη απόδοση και έχουν κυρίως εφαρμοστεί σε σχετικά μικρές περιοχές, π.χ. για την εξυπηρέτηση αυτόνομων νησιωτικών δικτύων. Από την άλλη πλευρά, οι κυρίαρχες ιδεολογικές απόψεις, ειδικά στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δεν εύνουν την κατασκευή νέων φραγμάτων και μεγάλων υδραυλικών έργων, που θα επέτρεπαν τον ανασχεδιασμό και αναβάθμιση του ενεργειακού τοπίου σε εθνική κλίμακα.

Τονίζεται ότι το ζήτημα της κλίμακας των έργων αναφέρεται τόσο στο μέγεθος των ενεργειακών μονάδων όσο και στην χωρική τους έκταση. Η έννοια αυτή έχει καθοριστική σημασία, δεδομένου ότι η αποδοτικότητα, σε όρους παραγωγής ενέργειας προς την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ, αυξάνει με την κλίμακα, όπως και η αξιοπιστία, σε όρους κάλυψης της ενεργειακής ζήτησης (Koutsoyiannis, 2011). Είναι συνεπώς, αδύνατον να προσβλέπουμε σε ένα μελλοντικό ενεργειακό τοπίο χωρίς μεγάλης κλίμακας υδροηλεκτρικούς ταμιευτήρες, εξοπλισμένους με διατάξεις αντλησοταμίευσης (αντιστρεπτοί στρόβιλοι, που συνδυάζονται με ένα μικρό αναρρυθμιστικό έργο είτε ανάντη είτε, συνηθέστερα, κατόντη). Στο πλαίσιο αυτό, κρίνεται εύλογο και επιθυμητό ένα ολιστικό σχέδιο για μεγάλης κλίμακας συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας, στα οποία το νερό, ο

άνεμος και η ηλιακή ακτινοβολία θα αποτελούν τις πηγές ενέργειας, με το νερό σε έναν επιπρόσθετο αποθηκευτικό και αναρρυθμιστικό ρόλο.

Σε διαχειριστικό επίπεδο, οι υδατικοί πόροι και τα συναφή υδραυλικά έργα (π.χ. ταμιευτήρες) έχουν ισχυρή αλληλεξάρτηση με την ενέργεια. Ο ρόλος του νερού μπορεί να είναι πολλαπλός, καθώς ανάλογα με τη χρήση του μπορεί να θεωρηθεί ως παραγωγός, ως καταναλωτής, ως μέσο αποθήκευσης αλλά και αναρρύθμισης της παραγόμενης ενέργειας από άλλες πηγές.



Εικόνα 9.1 Η σχέση νερού και ενέργειας στο υδροσύστημα Αχελώου-Πηνηιού

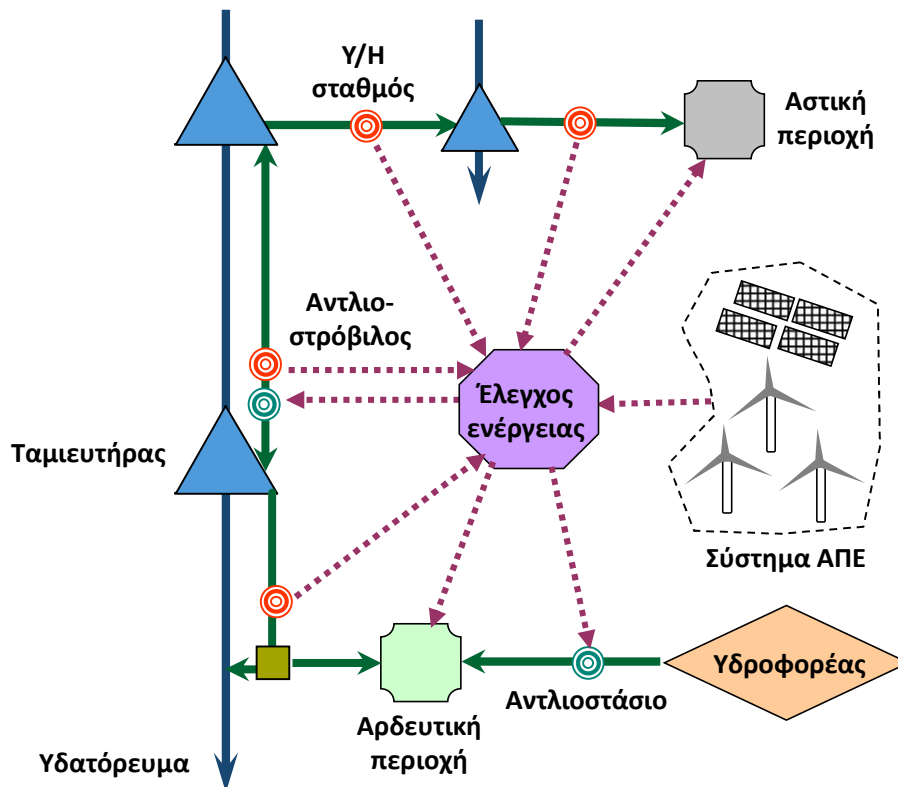
Ο πολλαπλός ρόλος του νερού φαίνεται στο παράδειγμα της Εικόνας 9.1, όπου απεικονίζεται το μοντέλο προσομοίωσης του υδροσυστήματος Αχελώου-Πηνηιού. Ο κεντρικός στόχος του έργου είναι η ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου συνδυασμένης διαχείρισης των υδατικών και ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων, στο οποίο αναδεικνύεται ο κομβικός και πολύπλευρος ρόλος του νερού, και ειδικότερα των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων και της αντλησοταμίευσης. Η μεθοδολογία εφαρμόζεται πιλοτικά στην περιοχή των συζευγμένων λεκανών απορροής Αχελώου και Πηνηιού.

## 9.2 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΥΝΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Προκύπτει έτσι άμεσα το πρόβλημα συνδυασμένης διαχείρισης νερού και ενέργειας, που αφορά σε υβριδικά ενεργειακά συστήματα (ειδικότερα, σε συστήματα μεγάλης κλίμακας), στα οποία συνυπάρχουν έργα τυπικά αξιοποίησης υδατικών πόρων και έργα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ), που έχουν ως κοινές συνιστώσες τα υδροηλεκτρικά έργα. Στα

συστήματα αυτά, όπως φαίνεται στην Εικόνα 9.2, θεωρούνται πολλαπλές χρήσεις νερού και πολλαπλοί καταναλωτές ενέργειας, στους οποίους περιλαμβάνονται και ορισμένες κοινές συνιστώσες των υδατικών συστημάτων, συγκεκριμένα αντλιοστάσια, γεωτρήσεις και αντλιοστρόβιλοι.

Ουσιώδης διεπαφή των δύο συστημάτων (υδατικό και ενεργειακό) είναι τα έργα αντλησοταμίευσης, που λειτουργούν ως διατάξεις αποθήκευσης ενέργειας. Σε τέτοια συστήματα, η αντλησοταμίευση πραγματοποιείται όταν υπάρχει περίσσεια παραγωγής ενέργειας από τις ΑΠΕ (πλην των υδροηλεκτρικών έργων, των οποίων η παραγωγή είναι πλήρως ελεγχόμενη), ενώ αντίθετα η παραγωγή ενέργειας από τα υδροηλεκτρικά έργα γίνεται κατά προτεραιότητα όταν η ζήτηση ενέργειας υπερβαίνει τη δυνατότητα παραγωγής από τις άλλες ΑΠΕ.



Εικόνα 9.2 Σχηματική απεικόνιση των συνιστωσών ενός υποθετικού συστήματος συνδυασμένης διαχείρισης υδατικών και ενεργειακών πόρων

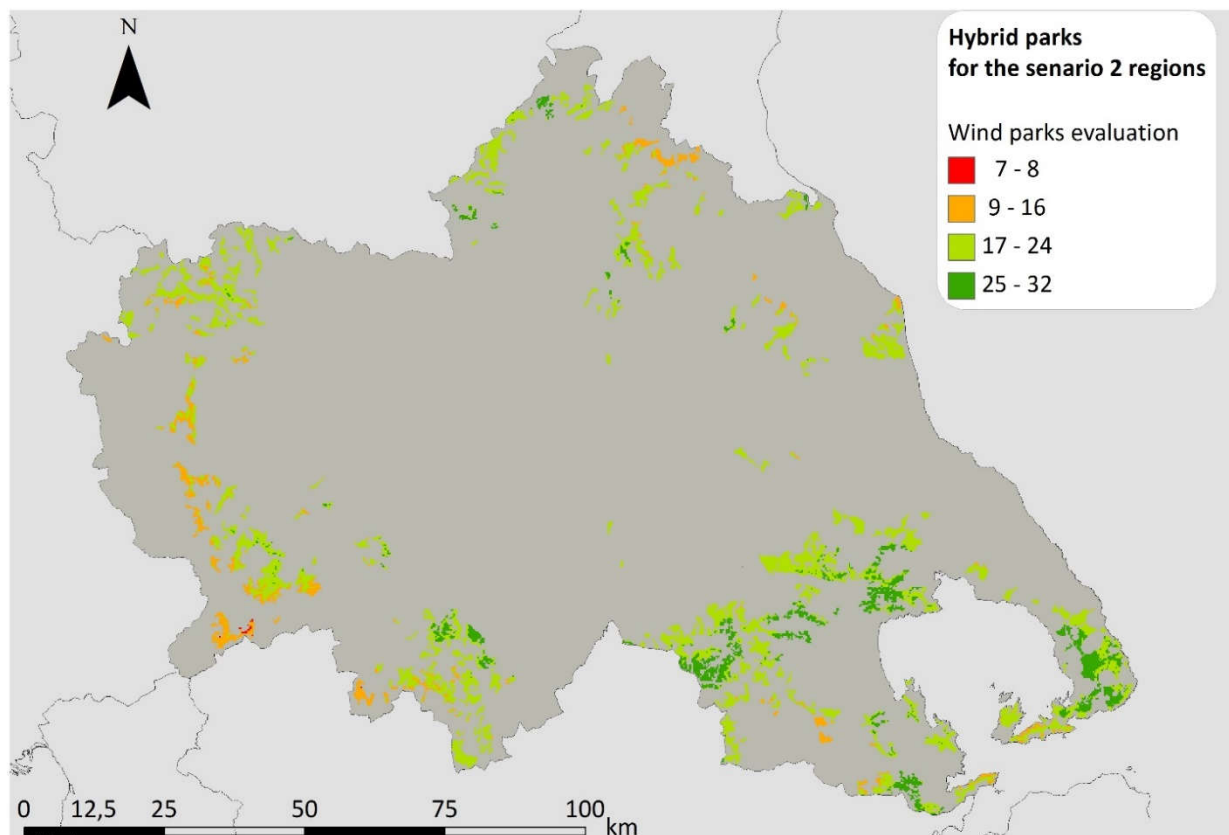
Το πρόβλημα συνδυασμένης διαχείρισης νερού και ενέργειας τίθεται ως η αναζήτηση μιας αξιόπιστης και οικονομικά αποδοτικής πολιτικής λειτουργίας των διαφόρων συνιστωσών του συστήματος, ώστε να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη εξυπηρέτηση των χρήσεων νερού και της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, κάτω από ένα σύνολο περιορισμών (τεχνικών, θεσμικών, περιβαλλοντικών, κλπ. Δεδομένου αυτού, η μεθοδολογία χωροθέτησης και διαστασιολόγησης που παρουσιάστηκε μπορεί να παρέχει χρήσιμα δεδομένα εγκατεστημένης ισχύος και συνεπώς ενεργειακής παραγωγής, ώστε οι παράμετροι που θα εισαχθούν να είναι κατά το δυνατόν ρεαλιστικοί.

### 9.3 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΣΥΝΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Στα πλαίσια της μείωσης της αβεβαιότητας της ενεργειακής παραγωγής, και της υποστήριξης των παραπάνω μελετών συνδυασμένης διαχείρισης γίνεται μια τελευταία εφαρμογή της μεθοδολογίας χωροθέτησης. Για να εξεταστεί η προοπτική συγχωροθέτησης αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων επιλέγεται να συγκριθούν οι περιοχές που προέκυψαν από την αξιολόγηση των περιοχών με βάση το 2<sup>ο</sup> «περιβαλλοντικό» σενάριο χωροθέτησης και για τις δύο εγκαταστάσεις. Ακολούθως, συγκρίνονται οι περιοχές που προέκυψαν από τα επιμέρους βιώσιμα σενάρια για να διερευνηθεί αν υπάρχουν προοπτικές ανάπτυξης υβριδικών πάρκων στις περιοχές αυτές.

Πίνακας 9.1 Παρουσίαση δυνητικών περιοχών ανάπτυξης υβριδικών πάρκων για τις περιοχές του Σεναρίου 2

Βαθμολ. κλίμακα	Ποσοστό καταλ.	Φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις		Αιολικές εγκαταστάσεις		Υβριδικά		
		Έκταση (km <sup>2</sup> )	Δυνητική εγκατ. ισχύς (MW)	Έκταση χωρ. (km <sup>2</sup> )	Δυνητική εγκατ. ισχύς (MW)	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Δυνητική εγκατ. Ισχύς ΦΠ (MW)	Δυνητική εγκατ. Ισχύς ΑΠ (MW)
25-32	75-100 %	145,19	7259	180,31	5546	145,19	7259	4466
16-24	50-75 %	741,06	37053	752,44	23143	741,06	37053	22793
9-16	25-50 %	182,88	9144	135,31	4162	135,31	6766	4162
0-8	0-25 %	0,19	9	1,25	38	0,19	9	6
Σύνολο		1069	53466	1069	32889	1069	53466	32889,27

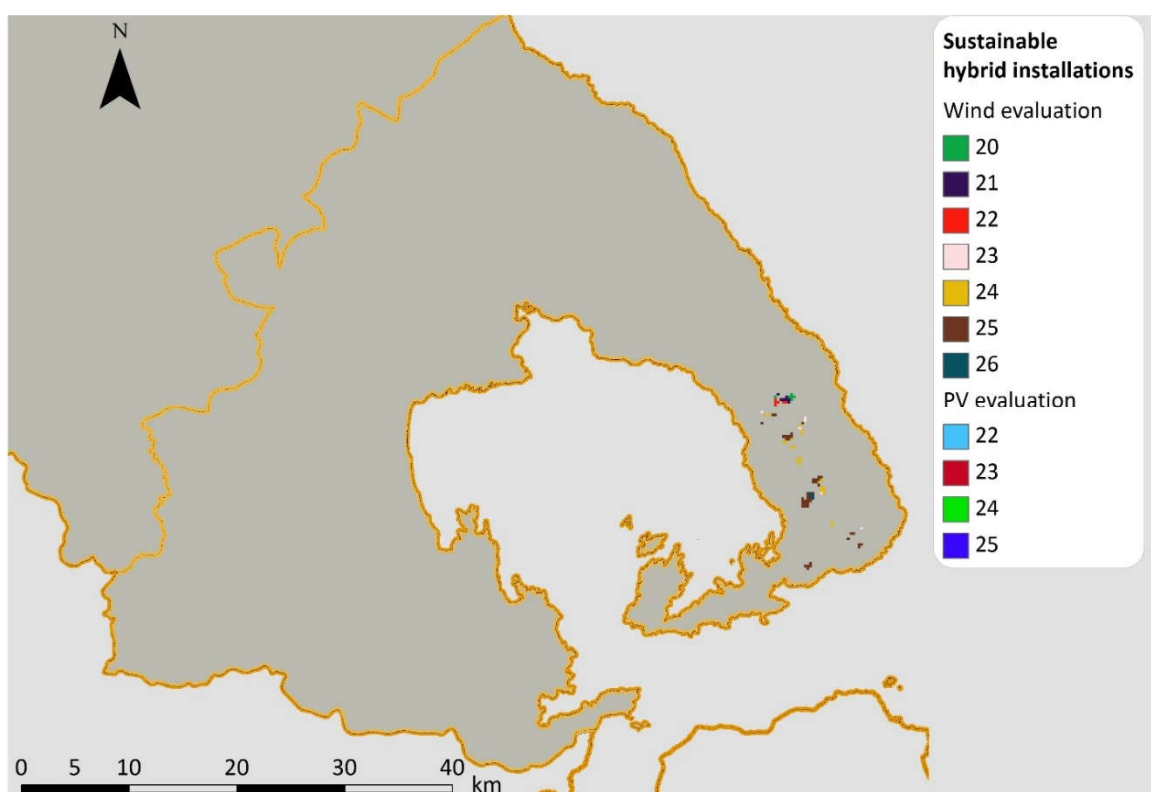


Εικόνα 9.3 Περιοχές Σεναρίου 2 για ανάπτυξη υβριδικών πάρκων

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 9.1, αν αξιοποιούνταν το σύνολο των επιτρεπόμενων περιοχών του Σεναρίου 2 για υβριδικά πάρκα, θα προκύπτανε 1069 km<sup>2</sup> έκτασης (με εμβαδό μεγαλύτερο από 500000 m<sup>2</sup>), τα οποία μπορούν συνολικά να φιλοξενήσουν 53 GW φωτοβολταϊκής και 33 GW αιολικής ισχύος αντίστοιχα. Στην Εικόνα 9.4 απεικονίζονται με πράσινο οι περιοχές που ανήκουν και για τους δύο τύπους εγκαταστάσεων στην άνω κατηγορία καταλληλότητας και αντιστοιχούν σε έκταση 145 km<sup>2</sup> και δυνητική εγκατεστημένη ισχύ 7300 MW φωτοβολταϊκών και 4500 MW αιολικών πάρκων αντίστοιχα. Στην επομένη κατηγορία 50-75% ανήκουν 752,44 km<sup>2</sup>, τα οποία αντιστοιχούν σε 22 GW αιολικών πάρκων και 37 GW φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.

**Πίνακας 9.2 Βιώσιμη χωροθέτηση υβριδικών πάρκων και αντίστοιχες βαθμολογίες για κάθε εγκατάσταση**

Βαθμολογία	Αιολικές εγκαταστάσεις		Φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις	
	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)
20	0,38	11,53	-	
21	0,44	13,46	-	
22	0,38	11,53	1,25	62,50
23	0,38	11,53	1,50	75,00
24	1,44	44,21	2,25	112,50
25	2,88	88,43	1,13	56,25
26	0,25	7,69	-	-
	6,13	188,39	6,13	306,25



**Εικόνα 9.4 Βιώσιμες περιοχές χωροθέτησης υβριδικών πάρκων**

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης των περιοχών των βιώσιμων σεναρίων για τις αιολικές και φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις αντίστοιχα δίνουν ελάχιστες περιοχές εγκατάστασης υβριδικών πάρκων (βλ. Πίνακας 9.2.) Το σύνολο των περιοχών βιώσιμων υβριδικών πάρκων βρίσκεται στην ΠΕ Μαγνησίας στο άκρο της χερσονήσου του Πηλίου όπως διακρίνεται στην Εικόνα 9.4. Συνολικά μπορεί να αξιοποιηθεί έκταση 6.13 km<sup>2</sup> με εγκατεστημένη ισχύ 188 MW αιολικών και 306 MW φωτοβολταϊκών πάρκων αντίστοιχα. Παρατηρείται η σημαντική μείωση σε σχέση με το 2<sup>ο</sup> σενάριο, καθώς οι βιώσιμες περιοχές για ανάπτυξη αιολικών και φωτοβολταϊκών πάρκων αντίστοιχα αναπτύσσονται σε διαφορετικές μη επικαλυπτόμενες θέσεις .

## 10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΣΗΜΕΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΤΟΜΕΙΣ ΠΡΟΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

### 10.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα γενικά συμπεράσματα αφορούν στην συνολική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα εργασία και συνοψίζονται στα εξής:

- Ένα ολιστικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού, που θα λαμβάνει υπόψη όλες τις ΑΠΕ, αποτελεί το κλειδί για μια αποδοτική και βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς κάνει δυνατή τη μελέτη τόσο των διαφορετικών χωρικών περιορισμών, όσο και των δυνατοτήτων συγχωροθέτησης διαφορετικών τύπων ΑΠΕ.
- Το δυναμικό των ΑΠΕ, η κάλυψη και η χωρητικότητα του ηλεκτρικού δικτύου, η ανάπτυξη του οδικού δικτύου, οι εγκαταστάσεις αντλησοσταμίου και άλλοι τεχνικοί παράγοντες είναι κρίσιμοι για την αποδοτικότητα των επενδύσεων σε ΑΠΕ.
- Οι κοινωνικές, αισθητικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ΑΠΕ μπορούν επίσης να αποτελέσουν σημαντικούς παράγοντες ανάσχεσης στην ανάπτυξη των ΑΠΕ, και συνεπώς πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη σε όλα τα επίπεδα σχεδιασμού (ευρωπαϊκό, εθνικό, περιφερειακό, τοπικό).
- Συμφώνα με την διεθνή και εθνική εμπειρία, η χωρική διασπορά των αιολικών εγκαταστάσεων αποτελεί την βέλτιστη πρακτική για την εξασφάλιση ικανοποιητικής ευστάθειας του ηλεκτρικού συστήματος (αύξηση των λειτουργικών ωρών, με παράλληλη μείωση της συχνότητάς εμφάνισης μηδενικής παραγωγής ενέργειας). Συνεπώς, το κριτήριο της χωρικής διασποράς πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τόσο από την νομοθεσία και όσο και τις μεθοδολογίες χωροθέτησης.
- Μεθοδολογίες, όπως η παρούσα, που εξετάζουν την χωρική διάστασή του προβλήματος ανάπτυξης των ΑΠΕ μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην επιτυχή μεγάλης κλίμακας διεύθυνση των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα, και στην υποστήριξη του έργου των φορέων λήψης αποφάσεων που δραστηριοποιούνται στον ενεργειακό τομέα.

### 10.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ

Από το αρχικό κιάλας στάδιο εφαρμογής της μεθοδολογίας προσδιορισμού των διαθέσιμων προς χωροθέτηση περιοχών, διαπιστώνουμε σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τις προοπτικές χωροθέτησης των αιολικών και φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Συγκεκριμένα, από το 1<sup>ο</sup> «θεσμικό» σενάριο για τον προσδιορισμό των επιτρεπόμενων περιοχών χωροθέτησης αιολικών πάρκων προέκυψε ότι μόλις το 28% της έκτασης της ηπειρώτικης Θεσσαλίας, που αντιστοιχεί σε 3984 km<sup>2</sup>, είναι διαθέσιμα για χωροθέτηση, ενώ από την εφαρμογή του 2<sup>ου</sup> «περιβαλλοντικού» σεναρίου προκύπτουν 1479 km<sup>2</sup>, τα οποία αντιστοιχούν στο 11% της έκτασης της Θεσσαλίας.

Αντίστοιχα, για τα φωτοβολταϊκά πάρκα από το 1<sup>ο</sup> σενάριο προέκυψε ότι είναι διαθέσιμο το 85% της έκτασης της Θεσσαλίας, που αντιστοιχεί σε 11925 km<sup>2</sup>, ενώ από το 2<sup>ο</sup> σενάριο απομένει το 35%, δηλαδή έκταση 4956 km<sup>2</sup>. Παρατηρείται ότι:

- Υπάρχει σημαντικό προβάδισμα σε όρους διαθέσιμης έκτασης για τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, που κυρίως οφείλεται στο σημαντικό περιορισμό που εισάγει το αιολικό δυναμικό στην χωροθέτηση αιολικών πάρκων (ελάχιστη μέση ετήσια ταχύτητα 4 m/s).
- Για τα αιολικά πάρκα, η διαθέσιμη έκταση δεν μειώνεται σημαντικά μεταξύ 2<sup>ου</sup> και 1<sup>ου</sup> σεναρίου, φανερώνοντας ότι πολλές περιοχές που απορρίπτονται λόγω και των τεχνικών περιορισμών αλληλεπικαλύπτονται με τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς του 1<sup>ου</sup> σεναρίου.
- Για τα φωτοβολταϊκά πάρκα υπάρχει σημαντική μείωση των διαθέσιμων περιοχών μεταξύ 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> σεναρίου (απομένει κάτω του 50% της αρχικής έκτασης), η οποία κυρίως οφείλεται στην αφαίρεση των περιοχών NATURA 2000 και των δασικών εκτάσεων, που δεν λήφθηκαν υπόψη στο 1<sup>ο</sup> σενάριο.

Ακολουθως, από την αξιολόγηση των διαθέσιμων προς χωροθέτηση περιοχών και την ανάλυση ευαισθησίας για τους περιβαλλοντικούς και τεχνικούς παράγοντες, προκύπτει ότι:

- Σε ποσοτικούς όρους, οι αιολικές εγκαταστάσεις υπολείπονται σημαντικά των ηλιακών, καθώς μόλις το 7% εντάσσεται στην κατηγορία υψηλής καταλληλότητας (άνω του 75%), ενώ για τα φωτοβολταϊκά το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται στο 25%, για το σύνολό της ηπειρωτικής Θεσσαλίας. Τα ποσοστά αυτά διαφοροποιούνται προς τα πάνω για τις περιοχές του σεναρίου 2 και για τους δύο τύπους εγκαταστάσεων, ενώ για τις περιοχές του σεναρίου 1 έχουμε μικρή θετική μεταβολή για τα φωτοβολταϊκά έργα και αρνητική για αιολικά.
- Σε χωρικούς όρους, οι βέλτιστες περιοχές αξιοποίησης του ηλιακού δυναμικού συγκεντρώνονται στον Θεσσαλικό κάμπο, ενώ για τα αιολικά πάρκα στα χαμηλά σχετικά υψόμετρα των ορεινών όγκων που περιτριγυρίζουν την Θεσσαλία από βόρεια, νότια και δυτικά.
- Το σύνολό σχεδόν της επιτρεπόμενης εγκατεστημένης ισχύος της ΠΑΕ για την Θεσσαλία (7056 MW) μπορεί να ενταχθεί στην άνω κατηγορία καταλληλότητας των περιοχών του σεναρίου 2, για την οποία προκύπτουν 6501 MW δυνητικής εγκατεστημένης ισχύος. Αντίστοιχα, τα φωτοβολταϊκά έργα μπορούν να αναπτυχθούν σε πολύ μεγαλύτερη ισχύ, καθώς εκτιμάται ότι περίπου 70 GW εντάσσονται στην άνω κατηγορία καταλληλότητας.
- Από την ανάλυση ευαισθησίας αναδεικνύεται η μεγαλύτερη ευαισθησία της μεθοδολογίας έναντι των τεχνικών σε σχέση με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, και για τους δύο τύπους εγκαταστάσεων. Συγκεκριμένα, για τα αιολικά έργα η άνω κατηγορία καταλληλότητας συγκεντρώνει το 6% των επιτρεπόμενων περιοχών του σεναρίου 2 για τα τεχνικά και το 34% για τα περιβαλλοντικά κριτήρια, ενώ η διαφορά αμβλύνεται για τις



φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις (23% για τα τεχνικά και 58% για τα περιβαλλοντικά κριτήρια).

Τέλος, η εφαρμογή του βιώσιμου σεναρίου για τους δύο τύπους εγκαταστάσεων και τις προοπτικές ανάπτυξης συνδυασμένων εγκαταστάσεων αναδεικνύει ότι:

- Οι βιώσιμες αιολικές εγκαταστάσεις αντιστοιχούν σε 4271 MW εγκατεστημένης ισχύος, ενώ οι φωτοβολταϊκές σε πολύ παραπάνω ισχύ, συγκεκριμένα 60 GW, φανερώνοντας την μεγαλύτερη καταλληλότητα της Θεσσαλίας για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων.
- Σχετικά με τις προοπτικές συγχωροθέτησης των δυο τύπων εγκαταστάσεων, αν ληφθούν οι επιτρεπόμενες περιοχές του Σεναρίου 2 προκύπτουν συνολικά 1069 km<sup>2</sup>, ενώ και για την άνω κατηγορία καταλληλότητας προκύπτουν 179 km<sup>2</sup> που αντιστοιχούν σε 7259 MW αιολικής ισχύος. Τέλος αν ληφθούν οι βιώσιμες περιοχές εγκατάστασης, αυτές ανέρχονται σε μόλις 6.13 km<sup>2</sup>.

### **10.3 ΣΗΜΕΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΤΟΜΕΙΣ ΠΡΟΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ**

Ως τελική συμβολή της εργασίας, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν κάποια πιθανά σημεία βελτίωσης της παρούσας μεθοδολογίας με βάση τα δεδομένα και εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

Αναφορικά με τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, θα ήταν υπερ της ακρίβειας ακόμα και σε αυτή την κλίμακα διερεύνησης να συμπληρωθεί η υφιστάμενη κατάσταση με ακριβέστερα χωρικά δεδομένα. Συγκεκριμένα, θα ήταν δόκιμο να συμπληρωθούν στοιχεία όπως τα ακριβή όρια των οικισμών, οι ζώνες προστασίας Α των αρχαιολογικών χώρων, οι τουριστικές εγκαταστάσεις και άλλα δεδομένα που αναφέρονται στην παράγραφο 5.1, τα οποία δεν βρέθηκαν ή δεν ήταν δυνατόν να αναπαραχθούν. Πιθανώς η επικάλυψη των περιοχών αποκλεισμού να μην τα αναδείξει ως κρίσιμα, αξίζει όμως να ληφθεί υπόψη η επίδραση τους.

Αναφορικά με την μεθοδολογία μπορούν να διερευνηθούν διαφορετικά σενάρια αποκλεισμού ανάλογα με την εκάστοτε προσέγγιση (θεσμική, τεχνική, περιβαλλοντική, αισθητική), καθώς και διαφορετικά κριτήρια και κλάσεις τιμών, ώστε να διερευνηθεί η επίδραση τους στα αποτελέσματα. Ειδικά για την αισθητική επίπτωση των εγκαταστάσεων, αντί της απόστασης προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η μεταβλητή της ορατότητας, η οποία μπορεί να προσδιοριστεί μέσω των εργαλείων Viewshed, που πρόσφερε η εργαλειοθήκη του ArcGIS και άλλα παρόμοια λογισμικά. Προτείνεται ακόμη, να εξεταστούν ανισοβαρείς μέθοδοι πολυκριτηριακών αναλύσεων (π.χ. Αναλυτική Ιεραρχική διαδικασία), σε συνεργασία με τους φορείς λήψης αποφάσεων και επιτόπια έρευνα, ώστε τα αποτελέσματα της αξιολόγησης να ανταποκρίνονται κατά το δυνατόν στις δυσκολίες των πραγματικών επενδύσεων. Επίσης, σε συνεργασία με άλλου τομείς μπορούν να διερευνηθούν πιο εντατικά επιδράσεις, όπως αυτή της χωρητικότητας του ηλεκτρικού δικτύου στην χωροθέτηση.

Μια άλλη πιθανή κατεύθυνση διερεύνησης αφορά στην εκτίμηση του αιολικού και ηλιακού δυναμικού σε αδρότερες κλίμακες, λαμβάνοντας υπόψιν την στοχαστική τους φύση, καθώς οι μέσες ετήσιες τιμές ταχύτητας ανέμου και συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας αποτελούν ένα πρώτο δείγμα για την επάρκεια του δυναμικού μιας περιοχής. Επίσης, θα ήταν κρίσιμο να εισαχθούν στην μεθοδολογία οικονομικά στοιχεία, τα όποια συνδέονται με τους τεχνικούς και περιβαλλοντικούς περιορισμούς και δεν λήφθηκαν υπόψιν στην παρούσα ανάλυση.

Τέλος μπορούν να γίνουν ειδικότερες αναζητήσεις για τις προοπτικές συνδιαχείρισης νερού και ενέργειας, μέσω της τεχνικής της αντλησοταμίευσης. Αυτό μπορεί να υλοποιηθεί εισάγοντας την εγγύτητα και την δυνατότητα σύνδεσης με διαθέσιμους ταμιευτήρες ως επιπλέον κριτήριο ώστε να διερευνηθεί η δυνατότητα ανάπτυξης των ΑΠΕ σε ένα ολιστικό πλαίσιο που θα βελτιστοποιεί την ενεργειακή απόδοση και θα μειώνει κατά το δυνατόν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Aydin, N. Y., Kentel, E., & SebnemDuzgun, H. (2013). GIS-based site selection methodology for hybrid renewable energy systems: A case study from western Turkey. *Energy Conversion and Management*, 70, 90–106. <http://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.02.004>.
- Baltas, A. E., & Dervos, A. N. (2012). Special framework for the spatial planning & the sustainable development of renewable energy sources. *Renewable Energy*, 48, 358–363. <http://doi.org/10.1016/j.renene.2012.05.015>
- Dimitriadis, P., & Koutsoyiannis, D., (2015). Climacogram versus autocovariance and power spectrum in stochastic modelling for Markovian and Hurst–Kolmogorov processes, *Stochastic Environmental Research & Risk Assessment*
- Dimitriadis, P., L. Lappas, O. Daskalou, A. M. Filippidou, M. Giannakou, E. Gkova, R. Ioannidis, A. Polydera, E. Polymerou, E. Psarrou, A. Vyrini, S.M. Papalexiou, and D. Koutsoyiannis, (2015). Application of stochastic methods for wind speed forecasting and wind turbines design at the area of Thessaly, Greece, European Geosciences Union General Assembly 2015, Geophysical Research Abstracts, Vol. 17, Vienna, EGU2015-13810, European Geosciences Union.
- Huld T., Müller R., Gambardella A., (2012). A new solar radiation database for estimating PV performance in Europe and Africa. *Solar Energy*, 86, 1803-1815.
- Koukouvinos, A., Nikolopoulos, D., Efstratiadis, A., Tegos, A., & Rozos, E. (2015). Integrated water and renewable energy management : the Acheloos-Peneios region case study, 17(April), 4912.
- Koutsoyiannis, D., and A. Efstratiadis, 2012. The necessity for large-scale hybrid renewable energy systems, *Hydrology and Society*, EGU Leonardo Topical Conference Series on the hydrological cycle 2012, Torino, European Geosciences Union.
- Koutsoyiannis, D., (2016). The unavoidable uncertainty of renewable energy and its management, European Geosciences Union General Assembly 2016, Geophysical Research Abstracts, Vol. 18, Vienna, EGU2016–18430, European Geosciences Union.
- Koutsoyiannis, D., Scale of water resources development and sustainability: Small is beautiful, large is great (Invited), LATSIS Symposium 2010: Ecohydrology, Lausanne, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, 2010.
- Latinopoulos, D., & Kechagia, K. (2015). A GIS-based multi-criteria evaluation for wind farm site selection. A regional scale application in Greece. *Renewable Energy*, 78, 550–560. <http://doi.org/10.1016/j.renene.2015.01.041>
- Mamassis, N., Efstratiadis, A., & Apostolidou, I.-G. (2012). Topography-adjusted solar radiation indices and their importance in hydrology. *Hydrological Sciences Journal*, 57(4), 756–775. <http://doi.org/10.1080/02626667.2012.670703>

- Mentis, D., Hermann, S., Howells, M., Welsch, M., & Siyal, S. H. (2015). Assessing the technical wind energy potential in Africa a GIS-based approach. *Renewable Energy*, 83, 110–125. <http://doi.org/10.1016/j.renene.2015.03.072>
- Siyal, S. H., Mörtberg, U., Mentis, D., Welsch, M., Babelon, I., & Howells, M. (2015). Wind energy assessment considering geographic and environmental restrictions in Sweden: A GIS-based approach. *Energy*, 83, 447–461. <http://doi.org/10.1016/j.energy.2015.02.044>
- Šúri M., Huld T.A., Dunlop E.D. Ossenbrink H.A., (2007). Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries. *Solar Energy*, 81, 1295–1305, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvGIS/>.
- Tegou, L.-I., Polatidis, H., & Haralambopoulos, D. A. (2010). Environmental management framework for wind farm siting: Methodology and case study. *Journal of Environmental Management*, 91(11), 2134–2147. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.05.010>
- Tyralis, H., Karakatsanis, G., Tzouka, K., & Mamassis, N. (2015). Analysis of the electricity demand of Greece for optimal planning of a large-scale hybrid renewable energy system, 17(5145), 5643.
- Watson, J. J. W., & Hudson, M. D. (2015). Regional Scale wind farm and solar farm suitability assessment using GIS-assisted multi-criteria evaluation. *Landscape and Urban Planning*, 138, 20–31. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.001>
- WWF ΕΛΛΑΣ, (2012). Η Ελλάδα τότε και τώρα: Διαχρονική χαρτογράφηση των καλύψεων γης 1987-2007.
- Αποστολίδου, Η., (2007). Η επίδραση του αναγλύφου στην εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, Μεταπτυχιακή εργασία, 131 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Δήμας, Π., (2013). Πλαίσιο στοχαστικής προσομοίωσης για το βέλτιστο σχεδιασμό υβριδικού συστήματος υδροηλεκτρικής - αιολικής ενέργειας. Διερεύνηση με βάση το υδροσύστημα Αλιάκμονα, Διπλωματική εργασία, 237 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Εγνατία Α.Ε., (2009). Δελτίο αποτελεσμάτων TRA10: Πυκνότητα οδικού δικτύου
- Ευστρατιάδης, Α., Ν. Μαμάσης, Ι. Μαρκόνης, Π. Κοσιέρης, και Χ. Τύραλης, (2015) Μεθοδολογικό πλαίσιο βέλτιστου σχεδιασμού και συνδυασμένης διαχείρισης υδατικών και ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων, Συνδυασμένα συστήματα ανανεώσιμων πηγών για αειφορική ενεργειακή ανάπτυξη (CRESEND0), 154 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Απρίλιος 2015.
- Ζερβός Α., & Κάραλης Γ., (2009). Σημειώσεις Αιολικής Ενέργειας, Τομέας ρευστών, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΜΠ

- Κακολόγος, Δ., (2012) Αισθητική Χωροθέτηση μεγάλων εγκαταστάσεων ΑΠΕ, Διπλωματική εργασία, 130 σελίδες, Εργαστήριο ανανεώσιμων και βιώσιμων ενεργειακών συστημάτων-Τμήμα μηχανικών περιβάλλοντος- Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
- Κασιμάτης, Δ., (2015) Εκτίμηση αιολικού δυναμικού στην περιοχή των Κυθήρων, Μεταπτυχιακή εργασία, 128 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Μαμάσης, Ν., Α. Ευστρατιάδης, και Δ. Κουτσογιάννης, (2014). Προοπτικές συνδυασμένης διαχείρισης νερού και ενέργειας στην περιοχή της Θεσσαλίας, Φορέας Διαχείρισης Υδατικών Πόρων: Μια απαραίτητη εκσυγχρονιστική πρωτοβουλία αλλά και αναγκασία προϋπόθεση για την διαφύλαξη της οικολογικής ισορροπίας, Λάρισα, 21 σελίδες, ΤΕΕ/Τμήμα ΚΔ Θεσσαλίας.
- Μαυρίδης, Α., & Καλότχου, Κ., (2013) Συμβολή των GIS στη χωροθέτηση των Α.Π.Ε με ταυτόχρονη προσέγγιση ζητημάτων διαχείρισης του φυσικού περιβάλλοντος, 1ο Συνέδριο Χωρικής Ανάλυσης, Αθήνα, 17-18 Μαΐου 2013
- Μεταλληνού, Α., (2013) Προς ένα θεσμικό πλαίσιο προστασίας παραδοσιακών οικισμών: καταγραφή αξιολόγηση και προτάσεις, Διπλωματική εργασία, 302 σελίδες, Τμήμα μηχανικών χωροταξίας και ανάπτυξης- Πολυτεχνική σχολή- Αριστοτέλειο πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη
- Νικολόπουλος, Δ., (2015) Ανάπτυξη μοντέλου συνδυασμένης διαχείρισης λεκανών απορροής Αχελώου και Πηνειού, Διπλωματική εργασία, 214 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2015
- Παπαγεωργίου, Μ., & Ποζουκίδου, Γ., (2014) Οι παραδοσιακοί οικισμοί της Ελλάδας: ζητήματα χωροταξίας και προστασίας, Περιοδικό Γεωγραφίες τεύχος 24, σ.σ 107-125
- Παππά, Ι., (2014) Πιθανοτική ανάλυση της ταχύτητας ανέμου και διερεύνηση της αιολικής παραγωγής στον Ελλαδικό χώρο, Διπλωματική εργασία, 181 σελίδες, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Πολύζος, Σ., & Σαρατσής, Γ., (2013). Η γεωγραφία και τα χαρακτηριστικά του τουρισμού στην Ελλάδα, η θέση και οι προοπτικές της Περιφέρειας Θεσσαλίας
- Τσίτουρα, Ι. (2012). Βιώσιμη χωροθέτηση Αιολικών Πάρκων - Μελέτη περίπτωσης στην Περιφέρεια Κρήτης.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 0.1 Μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός τυπικών ανεμογεννητριών για την ΠΕ Τρικάλων (ΡΑΕ, 2013)

ΔΗΜΟΣ	ΔΗΜ. ΕΝΟΤΗΤΑ	ΕΚΤ. (km <sup>2</sup> )	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡ. ΚΑΛ. (ΤΥΠ. ΑΓ/km <sup>2</sup> )	ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡ. ΑΡ. ΤΥΠ.Α/Γ	ΑΡ. ΙΣΟΔ. ΤΥΠ. Α/Γ ΜΕ ΑΔΕΙΑ ΠΑΡ.	% ΚΑΛΥΨΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡ. ΤΗΣ ΦΙ
<b>ΚΑΛΑΜΠΑΚΑΣ</b>	Δ. ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ	0	0	0	0	0
	Δ. ΚΑΛΑΜΠΑΚΑΣ	0	0	0	0	0
	Δ. ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ	150	0,66	98,75	6,35	6,43
	Δ. ΚΛΕΙΝΟΒΟΥ	180	0,66	118,94	11,65	9,79
	Δ. ΜΑΛΑΚΑΣΙΟΥ	157	0,66	103,91	15,88	15,29
	Δ. ΤΥΜΦΑΙΩΝ	0	0	0	0	0
	Δ. ΧΑΣΙΩΝ	0	0	0	0	0
	Κ.	298	0,66	196,77	38,12	19,37
	<b>ΠΥΛΗΣ</b>	Δ. ΑΙΘΗΚΩΝ	281	0,66	185,54	35,81
	Δ. ΓΟΜΦΩΝ	0	0	0	0	0
	Δ. ΠΙΑΛΕΙΩΝ	0	0	0	0	0
	Δ. ΠΥΛΗΣ	101	0,66	66,48	10,59	15,93
	Δ. ΠΥΝΔΑΙΩΝ	166	0,66	109,77	46,05	41,95
	Κ. ΜΥΡΟΦΥΛΛΟΥ	0	0	0	0	0
	Κ. ΝΕΡΑΙΔΑΣ	59	0,66	38,88	2,45	6,29
<b>ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ</b>	Δ. ΕΣΤΙΑΙΩΤΙΔΑΣ	0	0	0	0	0
	Δ.	0	0	0	0	0
	Δ. ΚΟΖΙΑΚΑ	0	0	0	0	0
	Δ. ΜΕΓΑΛΩΝ	0	0	0	0	0
	Δ.	0	0	0	0	0
	Δ. ΠΑΡΑΛΗΘΑΙΩΝ	0	0	0	0	0
	Δ. ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	0	0	0	0	0
	Δ. ΦΑΛΩΡΕΙΑΣ	0	0	0	0	0
<b>ΦΑΡΚΑΔΟΝΑΣ</b>	Δ. ΟΙΧΑΛΙΑΣ	0	0	0	0	0
	Δ. ΠΕΛΙΝΝΑΙΩΝ	0	0	0	0	0
	Δ. ΦΑΡΚΑΔΟΝΑΣ	0	0	0	0	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		1392	5,28	919,04	166,9	18%

**Πίνακας 0.2 Μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός τυπικών ανεμογεννητριών για την ΠΕ Καρδίτσας (ΡΑΕ, 2013)**

ΔΗΜΟΣ	ΔΗΜ. ΕΝΟΤΗΤΑ	ΕΚΤ. (km <sup>2</sup> )	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡ. ΚΑΛ. (ΤΥΠ. ΑΓ/km <sup>2</sup> )	ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡ. ΑΡ. ΤΥΠ.Α/Γ	ΑΡ. ΙΣΟΔ. ΤΥΠ. Α/Γ ΜΕ ΑΔΕΙΑ ΠΑΡ.	ΑΡ. ΙΣΟΔ. ΤΥΠ. Α/Γ ΣΕ ΠΑΠ ΜΕ ΕΠΟ	% ΚΑΛΥΨΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡ. ΤΗΣ ΦΙ
ΑΡΓΙΘΕΑΣ	Δ. ΑΡΓΙΘΕΑΣ	149632	0.66	98.76	86.46	0	87.55
	Δ. ΑΧΕΛΩΟΥ	88147	0.66	58.18	1.24	0	2.14
	Κ.ΑΘΑΜΑΝΩΝ	135721	0.66	89.58	77.18	0	86.16
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	Δ. ΙΤΑΜΟΥ	237650	1.05	249.53	38.59	0	0
	Δ.ΚΑΛΛΙΦΩΝΟΥ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΚΑΜΠΟΥ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΜΗΤΡΟΠΟΛΗΣ	0	0	0	0	0	0
ΛΙΜΝΗΣ ΠΛΑΣΤΗΡΑ	Δ.ΝΕΒΡΟΠΟΛΗΣ ΑΓΡΑΦΩΝ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΠΛΑΣΤΗΡΑ	0	0	0	0	0	0
ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ	Δ. ΙΘΩΜΗΣ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ	178154	0.66	117.58	2.72	0	2.31
	Δ. ΠΑΜΙΣΟΥ	0	0	0	0	0	0
ΠΑΛΑΜΑ	Δ. ΠΑΛΑΜΑ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΣΕΛΛΑΝΩΝ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΦΥΛΛΟΥ	0	0	0	0	0	0
ΣΟΦΑΔΩΝ	Δ. ΑΡΝΗΣ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΜΕΝΕΛΛΙΔΑΣ	171037	1.05	179.59	1.18	1.18	0.66
	Δ. ΡΕΝΤΙΝΗΣ	56752	1.05	59.59	3.53	3.53	5.92
	Δ. ΣΟΦΑΔΩΝ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΤΑΜΑΣΙΟΥ	0	0	0	0	0	0

**Πίνακας 0.3 Μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός τυπικών ανεμογεννητριών για την ΠΕ Μαγνησίας (ΡΑΕ, 2013)**

ΔΗΜΟΣ	ΔΗΜ. ΕΝΟΤΗΤΑ	ΕΚΤ. (km <sup>2</sup> )	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡ. ΚΑΛ. (ΤΥΠ. ΑΓ/km <sup>2</sup> )	ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡ. ΑΡ. ΤΥΠ.Α/Γ	ΑΡ. ΙΣΟΔ. ΤΥΠ. Α/Γ ΜΕ ΑΔΕΙΑ ΠΑΡ.	ΑΡ. ΙΣΟΔ. ΤΥΠ. Α/Γ ΣΕ ΠΑΠ ΜΕ ΕΠΟ	% ΚΑΛΥΨΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡ. ΤΗΣ ΦΙ	
<b>ΑΛΜΥΡΟΥ</b>	Δ. ΑΛΜΥΡΟΥ	475,1578	0,66	313,6	14,73	4,7	627,2	
	Δ. ΠΤΕΛΕΟΥ	0	0	0	0	0	0	
	Δ. ΣΟΥΡΠΗΣ	0	0	0	0	0	0	
	Κ. ΑΝΑΒΡΑΣ	122,1978	0,66	80,65	25,74	31,92	161,3	
<b>ΒΟΛΟΥ</b>	Δ. ΑΓΡΙΑΣ	0	0	0	0	0	0	
	Δ. ΑΙΣΩΝΙΑΣ	0	0	0	0	0	0	
	Δ. ΑΡΤΕΜΙΔΑΣ	0	0	0	0	0	0	
	Δ. ΒΟΛΟΥ	0	0	0	0	0	0	
	Δ. ΙΩΛΚΟΥ	0	0	0	0	0	0	
	Δ. ΝΕΑΣ ΑΓΧΙΑΛΟΥ	0	0	0	0	0	0	
	Δ. ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ	0	0	0	0	0	0	
	Δ. ΠΟΡΤΑΡΙΑΣ	0	0	0	0	0	0	
	Κ. ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΗΣ	0	0	0	0	0	0	
	<b>ΖΑΓΟΡΑΣ - ΜΟΥΡΕΣΙΟΥ</b>	Δ. ΖΑΓΟΡΑΣ	0	0	0	0	0	0
		Δ. ΜΟΥΡΕΣΙΟΥ	0	0	0	0	0	0
	<b>ΝΟΤΙΟΥ ΠΗΛΙΟΥ</b>	Δ. ΑΡΓΑΛΑΣΤΗΣ	74,74542	0,66	49,33	13,76	27,9	98,66
Δ. ΑΦΕΤΩΝ		81,49251	0,66	53,79	5,29	9,84	107,58	
Δ. ΜΗΛΕΩΝ		0	0	0	0	0	0	
Δ. ΣΗΠΙΑΔΟΣ		123,4014	0,66	81,44	32,66	40,1	162,88	
Κ. ΤΡΙΚΕΡΙΟΥ		26,84512	0,66	17,72	12,71	71,71	35,44	
<b>ΡΗΓΑ ΦΕΡΑΙΟΥ</b>	Δ. ΚΑΡΛΑΣ	0	0	0	0	0	0	
	Δ. ΦΕΡΩΝ	215,1656	0,66	142,01	13,18	9,28	284,02	
	Κ. ΚΕΡΑΜΙΔΙΟΥ	0	0	0	0	0	0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		1119,006	4,62	738,54	118,07	16%	1477,08	



Πίνακας 0.4 Μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός τυπικών ανεμογεννητριών για την ΠΕ Λάρισας (ΡΑΕ, 2013)

ΔΗΜΟΣ	ΔΗΜ. ΕΝΟΤΗΤΑ	ΕΚΤ. (Km <sup>2</sup> )	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡ. ΚΑΛ. (ΤΥΠ. ΑΓ/km <sup>2</sup> )	ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡ. ΑΡ. ΤΥΠ.Α/Γ	ΑΡ. ΙΣΟΔ. ΤΥΠ. Α/Γ ΜΕ ΑΔΕΙΑ ΠΑΡ.	ΑΡ. ΙΣΟΔ. ΤΥΠ. Α/Γ ΣΕ ΠΑΠ ΜΕ ΕΠΟ	% ΚΑΛΥΨΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡ. ΤΗΣ ΦΙ
<b>ΑΓΙΑΣ</b>	Δ. ΑΓΙΑΣ	191	0,66	125,81	15,44	12,27	251,62
	Δ. ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ	180	0,66	118,71	44,33	37,34	237,42
	Δ. ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	198	0,66	130,46	1,93	1,48	260,92
<b>ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ</b>	Δ. ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ	142	0,66	94	7,36	7,84	188
	Δ. ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΛΙΒΑΔΙΟΥ	160	0,66	105,49	34,73	32,92	210,98
	Δ. ΟΛΥΜΠΟΥ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΠΟΤΑΜΙΑΣ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ	150	0,66	99,15	11,55	11,65	198,3
	Κ. ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ	0	0	0	0	0	0
	Κ. ΚΑΡΥΑΣ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ	0	0	0	0	0	0
	<b>ΚΙΛΕΛΕΡ</b>	Δ. ΑΡΜΕΝΙΟΥ	0	0	0	0	0
Δ. ΚΙΛΕΛΕΡ		0	0	0	0	0	0
Δ. ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ		0	0	0	0	0	0
Δ. ΝΙΚΑΙΑΣ		0	0	0	0	0	0
Δ. ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ		0	0	0	0	0	0
<b>ΛΑΡΙΣΑΙΩΝ</b>	Δ. ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΚΟΙΛΑΔΑΣ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΛΑΡΙΣΑΣ	0	0	0	0	0	0
<b>ΤΕΜΠΩΝ</b>	Δ. ΓΟΝΝΩΝ	112,85597	0,66	74,48	19,29	25,9	148,96
	Δ. ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ	128,76896	0,66	84,99	2,89	3,41	169,98
	Δ. ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	107,44033	0,66	70,91	1,25	1,76	141,82
	Δ. ΝΕΣΣΩΝΟΣ	172,60888	0,66	113,92	9,84	8,63	227,84
	Κ. ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ	0	0	0	0	0	0
<b>ΤΥΡΝΑΒΟΥ</b>	Δ. ΑΜΠΕΛΩΝΑ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΤΥΡΝΑΒΟΥ	0	0	0	0	0	0
<b>ΦΑΡΣΑΛΩΝ</b>	Δ. ΕΝΙΠΠΕΑ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ	0	0	0	0	0	0
	Δ. ΦΑΡΣΑΛΩΝ	0	0	0	0	0	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		1542	7	1018	149	15%	2036