



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ "ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ"

**Μελέτη χωροθέτησης φωτοβολταϊκού πάρκου 100KW στο
Πεντελικό Όρος με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών**

Εκπόνηση: Βαλτοπούλου Ελένη,
*Διπλωματούχος Αγρονόμος
& Τοπογράφος Μηχανικός*

Επίβλεψη: Κουτσόπουλος Κωνσταντίνος
*Καθηγητής ΕΜΠ,
Κασσιός Κωνσταντίνος
Ομότιμος Καθηγητής ΕΜΠ*



Αθήνα, 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση της μεταπτυχιακής μου εργασίας πραγματοποιήθηκε με τη συμβολή και τις συμβουλές ορισμένων ειδικών, και τη συμπαράσταση κι εμπύχωση των ανθρώπων που περιβάλλουν τη ζωή μου, τους οποίους αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά.

Πρωτίστως, οφείλω ευχαριστίες στον κ. Κασσιό Κωνσταντίνο, Ομότιμο Καθηγητή της ΣΑΤΜ ΕΜΠ για την ανάθεση του θέματος και την καθοδήγησή του καθώς και στον κ. Παπακωνσταντίνου Δημήτριο, Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό της ΣΑΤΜ ΕΜΠ για τη διαρκή υποστήριξή του και την εμπιστοσύνη που μου επέδειξε. Επιπλέον, στον κ. Χατζηχρήστο Θωμά Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό της ΣΑΤΜ ΕΜΠ για τη βοήθειά του σε πρακτικά θέματα των ΓΣΠ.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τους φίλους μου Κακάτση Ναταλία, διπλωματούχο Μηχανικό Χωροταξίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης για τις συμβουλές της στο χωροθετικό κομμάτι της εργασίας, τον Καστάνη Χρήστο, διπλωματούχο Πολιτικό Μηχανικό για τη βοήθειά του στο τεχνολογικό τμήμα, την Κωσταρά Ιωάννα, πτυχιούχο Γεωγράφο για την παροχή ψηφιακών δεδομένων, τον Παγάνη Λεωνίδα, Διπλωματούχο Μηχανικό Ορυκτών Πόρων για τις συμβουλές του, τον Πετρόπουλο Χαράλαμπο, ασκούμενο Ορκωτό Ελεγκτή Λογιστή για τη βοήθειά του στο οικονομικό τμήμα της εργασίας καθώς και τους υπόλοιπους συμφοιτητές, φίλους και συμπαραστάτες μου.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους γονείς και τον αδερφό μου που στέκονται δίπλα μου σε κάθε βήμα της ζωής μου.

*Αφιερώνεται στην αγαπημένη και
πολύτιμη οικογένειά μου...*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία πραγματεύεται τη δυνατότητα εγκατάστασης ενός διασυνδεδεμένου με το κεντρικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ φωτοβολταϊκού πάρκου, εγκατεστημένης ισχύς 100 KW, στην ευαίσθητη περιοχή του Πεντελικού Όρους με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Συγκεκριμένα, ο σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη εγκατάστασης ενός φωτοβολταϊκού πάρκου σε δημόσια δασική έκταση, με βάση τις καθορισμένες χρήσεις γης και τους θεσμικούς περιορισμούς που πλαισιώνουν τη χωροθέτηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Επιπλέον, επιχειρείται να αναδειχθεί το μεθοδολογικό εργαλείο που συνέβαλλε στην επεξεργασία των δεδομένων, στην οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων και στη διαδικασία λήψης απόφασης για την προτεινόμενη περιοχή υλοποίησης του έργου.

Οι περιορισμοί που προήλθαν από τη δασική νομοθεσία, το χωροταξικό σχεδιασμό και τις προδιαγραφές εγκατάστασης μιας φωτοβολταϊκής μονάδας, διατυπώθηκαν ως κανόνες στα ΓΣΠ για εύρεση της επιτρεπόμενης έκτασης, με τις λιγότερες περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις και παράλληλα τη μέγιστη απόδοση του συστήματος.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης, η οποία κρίθηκε αποδοτική με χρόνο απόσβεσης του αρχικού διατιθέμενου κεφαλαίου στα 7,5 χρόνια και συνολικό κέρδος 72384 €.

ABSTRACT

The present Master's thesis deals with the possibility to install an interconnected solar park with the main electricity Public Power Corporation (ΔΕΗ), having an installed power of 100 KW, on the sensitive area of Mountain Penteli, using Geographical Information Systems.

Specifically, the aim of this project is to study the installation of a photovoltaic park in open public woodland, based on the specified land uses and the institutional constraints that govern the settlement of the Renewable Energy Power Plants in Greece. Moreover, it is attempted to be highlighted the usefulness of the methodological tool (GIS) that contributes in the data processing, the visualization of the results and the decision process for the proposed area of this project.

The constraints which originate from the forest legislation, the land planning regulations and the prescription for the installation of a photovoltaic park, were expressed as "rules" in the GIS software in order to find the allowable area with the lower environmental, economic and social impacts, respectively with the maximum power generation.

Furthermore, it was examined the financial estimation of the investment, which finally proved to be effective with a payback of the initial investment in 7.5 years and a total profit of 72384 €.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ABSTRACT.....	iv
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	v
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	viii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	ix
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	x
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΧΑΡΤΩΝ	x
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Σκοπός.....	1
1.2 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ).....	2
1.2.1 Ορισμός Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών	2
1.2.2 Συμβολή Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	4
2.1 Ανάγκη για στροφή προς τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	4
2.2 Ορισμός – Σημασία ΑΠΕ.....	5
2.3 Σύγκριση ΑΠΕ	6
2.3.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα	6
2.3.2 Αιολικά πάρκα	7
2.3.3 Βιομάζα	8
2.3.4 Γεωθερμία	8
2.3.5 Υδραυλική ενέργεια	9
2.4 Παγκόσμιο – Εγχώριο δυναμικό	9
2.5 Ευρωπαϊκή πολιτική – Στόχοι	13
2.5.1 Agenda 21.....	14
2.5.2 Πρωτόκολλο Κιότο.....	15
2.5.3 Λευκή Βίβλος – Πράσινη Βίβλος.....	15
2.5.4 Προώθηση της Παραγωγής Ηλεκτρισμού από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Οδηγία 2001/77/ΕΚ, Οδηγία 2003/30/ΕΚ, Οδηγία 2009/28/ΕΚ)	16
2.5.5 Σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών	16
2.6 Ελληνική πολιτική.....	17
2.6.1 Θεσμικό πλαίσιο ΑΠΕ.....	17
2.6.2 Κατεύθυνση – Στόχοι ελληνικής πολιτικής.....	18
2.6.3 Χωροταξικός σχεδιασμός ΑΠΕ.....	20
2.6.4 Δασική νομοθεσία	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	23
3.1 Ηλιακή ενέργεια	23

3.2 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο	25
3.3 Φωτοβολταϊκό πλαίσιο	26
3.3.1 Τεχνολογίες φωτοβολταϊκών πλαισίων	26
3.3.2 Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκών πλαισίων	28
3.3.3 Φωτοβολταϊκή συστοιχία	29
3.3.4 Διάταξη φωτοβολταϊκών πλαισίων	30
3.4 Ηλεκτρονικά συστήματα φωτοβολταϊκού σταθμού	32
3.4.1 Ηλεκτρικός συσσωρευτής	32
3.4.2 Μετατροπέας τάσης	33
3.4.3 Γειώσεις – Αντικεραυνικές προστασίες	34
3.4.4 Υποσταθμός μέσης τάσης	34
3.5 Κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων	35
3.5.1 Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα	35
3.5.2 Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα	36
3.5.3 Υβριδικά φωτοβολταϊκά συστήματα	37
3.6 Επιπτώσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων	37
3.6.1 Θετικές Επιπτώσεις	37
3.6.2 Αρνητικές Επιπτώσεις	39
3.7 Θεσμικό πλαίσιο	41
3.7.1 Κριτήρια Χωροθέτησης	41
3.7.2 Εμπλεκόμενοι φορείς στο χώρο της ηλεκτρικής ενέργειας	43
3.7.3 Αδειοδοτική Διαδικασία	45
3.7.4 Χρηματοδότηση – Κίνητρα Επενδυτών	49
3.7.5 Τιμολόγηση	51
3.8 Παραδείγματα εφαρμογών φωτοβολταϊκών πάρκων στην Ελλάδα	52
3.8.1 Φωτοβολταϊκό πάρκο Φαρσάλων	52
3.8.2 Φωτοβολταϊκό πάρκο στο αεροδρόμιο “Ελευθέριος Βενιζέλος”	52
3.8.3 Φωτοβολταϊκό πάρκο Θήβας	53
3.8.4 Φωτοβολταϊκό πάρκο Λακωνίας	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	55
4.1 Swot Analysis για την επιλογή φωτοβολταϊκού πάρκου στο Πεντελικό Όρος	55
4.2 Περιγραφή Περιοχής Μελέτης	58
4.2.1 Γεωγραφικά – Ιστορικά Στοιχεία	58
4.2.2 Μορφολογικά – Γεωλογικά Στοιχεία	60
4.2.3 Κλιματολογικά Στοιχεία	63
4.2.4 Υδρολογικά Στοιχεία	65
4.2.4 Χλωρίδα – Πανίδα	67
4.2.5 Πυρκαγιές	68

4.2.6 Χρήσεις Γης	70
4.2.7 Οδικό δίκτυο.....	71
4.2.8 Νομοθετικό Πλαίσιο Περιοχής Μελέτης	72
4.3 Μήτρα περιγραφής επιπτώσεων από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου στο Πεντελικό Όρος	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	78
5.1 Τεχνολογική προσέγγιση.....	78
5.1.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού σταθμού.....	78
5.1.2 Διάταξη φωτοβολταϊκού συστήματος	78
5.1.3 Υπολογισμός παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας	80
5.1.4 Εκτίμηση κάλυψης ενεργειακών αναγκών	85
5.1.5 Υπολογισμός έκτασης φωτοβολταϊκού πάρκου	86
5.2 Δημιουργία ψηφιακού υποβάθρου.....	87
5.3 Κριτήρια χωροθέτησης φωτοβολταϊκού πάρκου.....	90
5.3.1 Νομοθετικά κριτήρια	90
5.3.2 Γεωμορφολογικά κριτήρια.....	92
5.3.3 Χωροταξικοί περιορισμοί.....	94
5.3.4 Ευαίσθητες περιοχές	96
5.4 Επιλογή περιοχής εγκατάστασης	99
5.4.1 Εισαγωγή επιπλέον κριτηρίων.....	99
5.4.2 Αξιολόγηση κριτηρίων	101
5.4.3. Αποτελέσματα	103
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ.....	105
6.1 Υπολογισμός κόστους επένδυσης	105
6.2 Χρηματοδότηση επένδυσης	106
6.2.1 Δάνειο	106
6.2.2 Ετήσια έσοδα και λειτουργικές δαπάνες	107
6.2.3 Ταμειακές ροές.....	108
6.2.4 Αποσβέσεις.....	109
6.3 Ανάλυση επένδυσης.....	110
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	113
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	115
Ελληνική βιβλιογραφία.....	115
Διεθνής βιβλιογραφία	117
Διαδικτυακή βιβλιογραφία	118
Προτεινόμενη βιβλιογραφία	118
Παράρτημα Χαρτών	120

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Αθροιστικά εγκαθιστώμενη ισχύς σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.....	12
Εικόνα 2: Παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ για τα έτη 2009, 2010, 2011 που αφορά στην Ελλάδα.....	13
Εικόνα 3: Παραγωγή ηλιακής ενέργειας (KWh/έτος/kWp) για την Ελλάδα	25
Εικόνα 4: Φωτοβολταϊκά πλαίσια από άμορφο πυρίτιο, μονοκρυσταλλικά και πολυκρυσταλλικά	27
Εικόνα 5: Φωτοβολταϊκό σύστημα.....	29
Εικόνα 6: Βάσεις στήριξης φωτοβολταϊκών συστημάτων	30
Εικόνα 7: Γωνίες προσανατολισμού ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου	31
Εικόνα 8: Αποστάσεις κατάλληλης παράλληλης διάταξης Φ/Β πλαισίων -Διάγραμμα Monogon.....	32
Εικόνα 9: Μετατροπείας τάσης	33
Εικόνα 10: Παράδειγμα υποσταθμού μέσης τάσης	35
Εικόνα 11: Παράδειγμα Λειτουργίας Αυτόνομου Φωτοβολταϊκού Συστήματος.....	36
Εικόνα 12: Παράδειγμα Λειτουργίας Διασυνδεδεμένου Φωτοβολταϊκού Συστήματος	37
Εικόνα 13: Φωτοβολταϊκό πάρκο Φαρσάλων	52
Εικόνα 14: Φωτοβολταϊκό πάρκο στο αεροδρόμιο "Ελευθέριος Βενιζέλος"	53
Εικόνα 15: Φωτοβολταϊκό πάρκο Θήβας	53
Εικόνα 16: Φωτοβολταϊκό πάρκο Λακωνίας	54
Εικόνα 17: Μετεωρολογικός σταθμός Πεντέλης του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης και όργανο μέτρησης της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο, με χρήση στεφάνης σκίασης.....	64
Εικόνα 18: Καμένη έκταση 2009.....	69
Εικόνα 19: Παράδειγμα διάταξης φωτοβολταϊκών συστοιχιών	79
Εικόνα 20: Μετεωρολογικοί Σταθμοί Αττικής	81
Εικόνα 21: Υπολογισμός ηλιακής ακτινοβολίας μέσω προγράμματος PVGIS.....	83
Εικόνα 22: Παράδειγμα δασικού χάρτη "04920-42270".....	88
Εικόνα 23: Παράδειγμα ορθοφωτοχάρτη "04912-42156"	88
Εικόνα 24: Παράδειγμα συνένωσης εικόνων σε περιβάλλον Adobe Photoshop	89
Εικόνα 25: Παράδειγμα γεωαναφοράς στο λογισμικό Arc/Info.....	89
Εικόνα 26: Υπόμνημα δασικών χαρτών	91
Εικόνα 27: Ψηφιοποιημένες επιτρεπόμενες εκτάσεις για χωροθέτηση φωτοβολταϊκού πάρκου.....	91
Εικόνα 28: Δάσος Ραπεντώσας	97
Εικόνα 29: Διάταξη φωτοβολταϊκών συστοιχιών.....	104

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Swot Analysis για φωτοβολταϊκά συστήματα	7
Πίνακας 2: Swot Analysis για αιολικά πάρκα.....	7
Πίνακας 3: Swat Analysis για βιομάζα	8
Πίνακας 4: Swot Analysis για γεωθερμία.....	8
Πίνακας 5: Swot Analysis για υδραυλική ενέργεια	9
Πίνακας 6: Παγκόσμια συμμετοχή μορφών ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας κατά το έτος 2009	11
Πίνακας 7: Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών	27
Πίνακας 8: Απόδοση φωτοβολταϊκών συστημάτων ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση του εδάφους ως προς το οριζόντιο επίπεδο	29
Πίνακας 9: Θεσμικό πλαίσιο που διέπει την αδειοδοτική διαδικασία των σταθμών ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε φάση	47
Πίνακας 10: Κατάσταση αδειοδοτικής εξέλιξης φωτοβολταϊκών συστημάτων για το έτος 2010 και 2011 (εγκατεστημένη ισχύς)	49
Πίνακας 11: Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς (€/MWh)	51
Πίνακας 13: Μήτρα Leopold για τη φάση κατασκευής φωτοβολταϊκού πάρκου στο Πεντελικό Όρος.....	75
Πίνακας 14: Μήτρα Leopold για τη φάση λειτουργίας φωτοβολταϊκού πάρκου στο Πεντελικό Όρος.....	77
Πίνακας 15: Κλιματολογικά Δεδομένα Αστεροσκοπείου Φιλαδέλφειας Αθήνας	82
Πίνακας 16: Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία ως προς τη γωνία κλίσης.....	83
Πίνακας 17: Ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το πρώτο έτος λειτουργίας για οριζόντιο επίπεδο και γωνία κλίσης 30°	84
Πίνακας 18: Ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το πρώτο έτος λειτουργίας για κλίση εδάφους έως 10° και γωνία κλίσης 20°	85
Πίνακας 19: Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (KWh) στο χρόνο λειτουργίας του φωτοβολταϊκού σταθμού.....	85
Πίνακας 20: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του τριτογενή τομέα	86
Πίνακας 21: Χαρακτηριστικά διαθέσιμων θέσεων για τη χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού πάρκου.....	99
Πίνακας 22: Βαθμολόγηση χαρακτηριστικών των διαθέσιμων περιοχών	101
Πίνακας 23: Χαρακτηριστικά τελικών θέσεων επιλογής	102
Πίνακας 24: Κόστος φωτοβολταϊκού πάρκου	105
Πίνακας 26: Ετήσια έσοδα και λειτουργικές δαπάνες.....	108
Πίνακας 27: Χρηματικές Ροές	111

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Παγκόσμια συμμετοχή πηγών ενέργειας σε ηλεκτρισμό κατά το έτος 2009	10
Διάγραμμα 2: Παγκόσμια συμμετοχή πηγών ενέργειας σε θερμότητα κατά το έτος 2009	10
Διάγραμμα 3: Εκπομπές CO ₂ από δραστηριότητες που πραγματοποιούνται από ορυκτά καύσιμα για το έτος 2006	10
Διάγραμμα 4: Απόσβεση επένδυσης	112

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1: Απεικόνιση Πεντελικού Όρους σε σχέση με τις Περιφερειακές Ενότητες Αττικής	58
Χάρτης 2: Απεικόνιση ορίων Πεντελικού Όρους σε σχέση με τους γειτονικούς Δήμους	59
Χάρτης 3: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους Πεντελικού Όρους	60
Χάρτης 4: Κλίσεις Πεντελικού Όρους.....	61
Χάρτης 5: Προσανατολισμός εδάφους Πεντελικού Όρους	61
Χάρτης 6: Γεωλογικοί σχηματισμοί Πεντελικού Όρους	62
Χάρτης 7: Υδρογεωλογικοί σχηματισμοί Πεντελικού Όρους.....	63
Χάρτης 8: Βαθμομέρες θέρμανσης Πεντελικού Όρους	65
Χάρτης 9: Ζήτηση ενέργειας για θέρμανση από νοικοκυριά πλησίον του Πεντελικού Όρους.....	65
Χάρτης 10: Υδρολογικές Λεκάνες, Ποταμοί και Υπόγεια Ύδατα Πεντελικού Όρους.....	67
Χάρτης 11: Χρήσεων Γης Corine 2000.....	71
Χάρτης 12: Οδικό δίκτυο περιοχής.....	72
Χάρτης 13: Ζώνες Προστασίας Πεντελικού Όρους σύμφωνα με το Π.Δ.755/1988.....	73
Χάρτης 14: Υπόβαθρο περιοχής μελέτης	90
Χάρτης 15: Επιτρεπόμενες εκτάσεις χωροθέτησης φωτοβολταϊκού πάρκου βάσει δασικής νομοθεσίας	92
Χάρτης 16: Κατάλληλες κλίσεις εδάφους για χωροθέτηση φωτοβολταϊκού πάρκου	93
Χάρτης 17: Κατάλληλος προσανατολισμός εδάφους για χωροθέτηση φωτοβολταϊκού πάρκου.....	93
Χάρτης 18: Οικιστικές ζώνες αποκλεισμού χωροθέτησης φωτοβολταϊκού πάρκου.....	94
Χάρτης 19: Ζώνες αποκλεισμού χωροθέτησης φωτοβολταϊκού πάρκου βάσει οδικού δικτύου.....	95
Χάρτης 20: Ζώνη κάλυψης οδικού δικτύου έως 1000μ.	96
Χάρτης 21: Χρήσεις γης δημοσίου δάσους Ραπεντώσας.....	97
Χάρτης 22: Επιτρεπόμενες εκτάσεις και ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού πάρκου.....	98
Χάρτης 23: Διαθέσιμες περιοχές για τη χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού πάρκου.....	99
Χάρτης 24: Τελικές θέσεις επιλογής	102

Χάρτης 25: Τελικές θέσεις και γεωργική γη	103
Χάρτης 26: Επιλογή έκτασης χωροθέτησης	103

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός

Η ηλιακή ενέργεια, ως μορφή των ήπιων πηγών ενέργειας που διατίθενται σε αφθονία στη φύση, δύναται να συμβάλλει στην αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής αντικαθιστώντας τα συμβατικά καύσιμα στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η εκμετάλλευσή της ακολουθεί την κατευθυντήρια γραμμή της ευρωπαϊκής οδηγίας 2009/28/EK για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, όπως υιοθετήθηκε από τη χώρα μας με τη θέσπιση του Νόμου 3851/2010, ενισχύοντας παράλληλα την αξιοπιστία της χώρας στο πλαίσιο επίτευξης των εθνικών στόχων. Επιπρόσθετα, η αξιοποίησή της συμβάλλει στην οικονομική ενίσχυση του κράτους μέσω της φορολογίας από επενδύσεις μεγάλου χρόνου ζωής των τεχνολογιών της ηλιακής ενέργειας καθώς και την ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας με τη δημιουργία θέσεων εργασίας.

Εφαρμογή της αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας αποτελεί η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων, μέσω της μετατροπής της σε ηλεκτρική για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των καταναλωτών. Στα πλαίσια της πράσινης ενέργειας, η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων διέπεται από ένα ρυθμιστικό σχέδιο νόμων για τη σωστή χωροθέτησή τους με σκοπό την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η παρούσα μελέτη πραγματεύεται τη δυνατότητα εγκατάστασης φωτοβολταϊκού πάρκου 100KW στο Πεντελικό Όρος, όπου αυτό γίνεται επιτρεπτό από την υπάρχουσα νομοθεσία και παράλληλα κρίνεται αποδοτικό ως έργο, βάσει των προδιαγραφών του.

Η επιλογή της περιοχής μελέτης πραγματοποιήθηκε με αφορμή την είδηση της επικαιρότητας του ενδιαφέροντος που εκδήλωσε η Εκκλησία της Ελλάδος για τη δημιουργία φωτοβολταϊκού πάρκου έως 300MW σε έκταση 3500 στρεμμάτων στο Πεντελικό Όρος. Επιπλέον, η έκταση αυτή αποτελεί ένα ιδιαίτερο και ευαίσθητο οικοσύστημα καθώς δέχεται περιμετρικά οικιστικές πιέσεις, οι οποίες αποτελούν συχνά την αιτία εκδήλωσης πυρκαγιών. Η δασική νομοθεσία έχοντας ως στόχο την προστασία του περιβάλλοντος έχει απαγορεύσει τη χωροθέτηση φωτοβολταϊκών σταθμών σε κηρυγμένες αναδασωτέες εκτάσεις. Παρόλα αυτά, εκκρεμές παραμένει το νομικό πλαίσιο για την αξιοποίηση των υπόλοιπων εκτάσεων, γεγονός που αφήνει περιθώρια εκμετάλλευσής τους. Η επιλογή του μεγέθους (100KW) της εγκατάστασης πραγματοποιήθηκε βάσει διευκολύνσεων, όπως προκύπτουν από την αδειοδοτική διαδικασία επενδύσεων με παρόμοια χαρακτηριστικά.

1.2 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ)

1.2.1 Ορισμός Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών/ΓΣΠ (Geographical Information Systems/G.I.S.), είναι ένα δυναμικό εργαλείο συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάκτησης, μετασχηματισμού και απεικόνισης χωρικών δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο (Goodchild 1985, Burrough and McDonnell 2000).

Εναλλακτικά, σύμφωνα με τον ορισμό του Κουτσόπουλου το "Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι μια οργανωμένη συλλογή μηχανικών υπολογιστικών μηχανημάτων (hardware), λογισμικών συστημάτων (software), χωρικών δεδομένων και ανθρώπινου δυναμικού, με σκοπό τη συλλογή, καταχώρηση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση, κάθε μορφής πληροφορίας που αφορά στο γεωγραφικό περιβάλλον".

Η λειτουργία των ΓΣΠ στηρίζεται σε μια βάση δεδομένων που επεξεργάζεται επίπεδα πληροφορίας που αναφέρονται σε κοινή γεωγραφική περιοχή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από πολλούς χρήστες για την εξυπηρέτηση των πληροφοριακών τους αναγκών. Τα δεδομένα που διαχειρίζεται η βάση μπορεί να είναι πρωτογενή, μη επεξεργασμένα, χωρικά δεδομένα με γεωμετρία σημείου, γραμμής, πολυγώνου (τοπογραφικά, δορυφορικά κ.ά.) είτε περιγραφικά που να περιέχουν θεματικές πληροφορίες (τύπος εδαφών, κλίση-έκθεση ανάγλυφου κ.ά.). Η ποιότητα και η ακρίβεια των εξαγόμενων δεδομένων εξαρτάται από την ποιότητα των πρωτογενών δεδομένων.

Οι κύριες εφαρμογές τους είναι η χαρτογραφική απεικόνιση μιας περιοχής με διάφορα θεματικά επίπεδα και η χωρική ανάλυση στοιχείων που συνθέτουν ένα πρόβλημα. Το γεγονός αυτό καθιστά τα ΓΠΣ χρήσιμο εργαλείο στο χωρικό σχεδιασμό και στη λήψη αποφάσεων (Αστάρας, 2007).

1.2.2 Συμβολή Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

Στην παρούσα εργασία, τα ΓΣΠ χρησιμοποιήθηκαν αρχικά ως μέσο απεικόνισης χαρτών για την προσέγγιση και αναγνώριση της περιοχής μελέτης. Έτσι, προέκυψε η αναπαράσταση γεωγραφικών, μορφολογικών, γεωλογικών, υδρολογικών δεδομένων καθώς και δεδομένων χρήσεων γης. Η υλοποίηση των παραπάνω πραγματοποιήθηκε βάσει της δυνατότητας που παρέχουν τα ΓΣΠ στην απομόνωση και ξεχωριστή επεξεργασία των δεδομένων αλλά και στην ενοποίηση αυτών διαφορετικής πηγής πληροφορίας ανηγμένα σε ένα κοινό σύστημα αναφοράς.

Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκαν στην απεικόνιση των κριτηρίων που ορίστηκαν για την υλοποίηση της χωροθέτησης του φωτοβολταϊκού πάρκου και στην τελική επιλογή της περιοχής εγκατάστασης. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα ΓΣΠ σχετικά με τη γρήγορη και επαναλαμβανόμενη εξαγωγή αποτελεσμάτων, τη δυνατότητα ενημέρωσης της βάσης δεδομένων για την πραγματοποίηση αλλαγών και δοκιμή νέων κριτηρίων καθώς και η αντικειμενικότητα των αποτελεσμάτων συνέβαλλε στην απλοποίηση και παράλληλα στην αποτελεσματικότητα της διαδικασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 Ανάγκη για στροφή προς τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Η βιομηχανική επανάσταση που πραγματοποιήθηκε στις αρχές του 19^{ου} αιώνα επέφερε τεράστιες αλλαγές στη δομή των κοινωνιών και την οικονομία αυτών. Η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας και της τεχνογνωσίας οδήγησε σε σημαντικές εφευρέσεις που διευκόλυναν τις συνθήκες διαβίωσης των ανθρώπων, τυποποίησαν την παραγωγική διαδικασία, αυξάνοντας την ποσότητα των προϊόντων και μειώνοντας το κόστος τους. Ταυτόχρονα, η παγκόσμια ζήτηση ενέργειας αυξήθηκε ραγδαία με την παράλληλη αύξηση του πληθυσμού, την αστικοποίηση και τον εκσυγχρονισμό.

Η κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων του πλανήτη πραγματοποιούνταν μέχρι τα τελευταία χρόνια αποκλειστικά από τα ορυκτά καύσιμα, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τους γαιάνθρακες. Τα ορυκτά καύσιμα σχηματίζονται στη γη από υπολείμματα φυτικών ή ζωικών οργανισμών με την πάροδο εκατομμυρίων χρόνων ενώ ο ρυθμός εξάντλησής τους είναι ταχύτατος.

Η αλόγιστη χρήση των ορυκτών καυσίμων σε υπερθετικό βαθμό είχε ως αποτέλεσμα αφενός τη δραματική μείωση των αποθεμάτων τους κι αφετέρου την επιβάρυνση του περιβάλλοντος με ρύπανση της ατμόσφαιρας, του εδάφους και του υπόγειου υδροφορέα. Υπολογίζεται ότι τα αποθέματα για πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακα πρόκειται να εξαντληθούν σε 40, 60 και 130 χρόνια αντιστοίχως (ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε., 2011).

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι τόσο σημαντικές που θέτουν σε κίνδυνο τη βιωσιμότητα του πλανήτη. Συγκεκριμένα, η χρήση των ορυκτών πόρων για την παραγωγή ενέργειας έχει οδηγήσει στην αποσταθεροποίηση του κλίματος του πλανήτη (φαινόμενο του θερμοκηπίου), στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, στην εκδήλωση ακραίων καιρικών φαινομένων καθώς και στην διαταραχή του οικοσυστήματος. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα που εκδηλώνονται όπως καταιγίδες, πλημμύρες, ξηρασίες έχουν οδηγήσει συχνά σε ολική καταστροφή, αφανισμό ή ερημοποίηση αντίστοιχα, μεγάλων κατοικήσιμων εκτάσεων, αλλοιώνοντας την δυναμική του εδάφους και καταστρέφοντας την βιοποικιλότητα της περιοχής. Το γεγονός αυτό, δημιουργεί μαζικές μεταναστεύσεις πληθυσμών έχοντας ως αποτέλεσμα κοινωνικές αναταραχές. Το λιώσιμο των πάγων λόγω αύξησης της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας που λειτουργεί αθροιστικά στον κίνδυνο πλημμύρας που αντιμετωπίζουν οι παράκτιες

περιοχές. Η αποψίλωση των δασών και η εκδήλωση πυρκαγιών έχει ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση κάποιων ζωικών ή φυτικών ειδών, την αλλαγή στη σύσταση του οικοσυστήματος και τη μεταβολή στη γεωγραφική κατανομή του. Επιπλέον, οι εξορύξεις για την εκμετάλλευση των ορυκτών πόρων προκαλούν αλλοίωση τοπίων ενώ οι πυρηνικοί σταθμοί εμπερικλείουν μεγάλο κίνδυνο έκλυσης ραδιενέργειας (Κούγκολος, 2007).

Η άνιση κατανομή των ενεργειακών αποθεμάτων σε ορισμένες περιοχές του πλανήτη καθιστά την ενεργειακή εξάρτηση έντονη, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη πολιτικών αντιπαραθέσεων και την εκδήλωση γεωπολιτικών στρατηγικών για την εκμετάλλευσή τους. Το 25% των αποθεμάτων του πετρελαίου βρίσκεται στις αναπτυσσόμενες χώρες (Τρίτος Κόσμος) και το 65% στη Μέση Ανατολή, Σαουδική Αραβία, Ιράκ, Κουβέιτ και Περσία. Παράλληλα, αξίζει να σημειωθεί το γεγονός ότι οι ανεπτυγμένες χώρες που αποτελούν το 1/5 του συνολικού πληθυσμού χρησιμοποιούν τα 2/3 της ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών τους (Τρυπαναγνωστόπουλος).

Ως εκ τούτου, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι μια από τις περισσότερο αποδοτικές και αποτελεσματικές λύσεις για την εξασφάλιση της ενέργειας στο μέλλον και την υλοποίηση της βιώσιμης ανάπτυξης σύμφωνα με τον ορισμό της για "ικανοποίηση των αναγκών της σημερινής γενιάς χωρίς να χειροτερεύει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες".

2.2 Ορισμός – Σημασία ΑΠΕ

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), γνωστές και ως ήπιες μορφές ενέργειας ή πράσινη ενέργεια, είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από αυτόχθονες πόρους, διατίθενται σε αφθονία, ανανεώνονται μέσω φυσικών φαινομένων μόνιμου κύκλου και είναι ευρέως διαθέσιμες. Για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, παρά μόνο η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

- **ο ήλιος** - ηλιακή ενέργεια, δυνατότητα παροχής θερμότητας ή/και ηλεκτρισμού,
- **ο άνεμος** - η αιολική ενέργεια,
- **η γεωθερμία** - γεωθερμική ενέργεια,
- **οι υδατοπτώσεις** - η υδραυλική ενέργεια,

- **η βιομάζα**, παραγωγή θερμικής ενέργειας από αστικά, φυτικά ή ζωικά απόβλητα,
- **οι θάλασσες**, ενέργεια από κύματα, από παλίρροιες, από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού των θαλασσών.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διατίθενται σε μεγάλες ποσότητες στη φύση και παράγουν ενέργεια χωρίς να αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, την κλιματική αλλαγή και την επιβάρυνση του περιβάλλοντος γενικότερα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε άμεσα για θέρμανση είτε μετατρέπομενες σε άλλη μορφή για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να καλύψει το κενό μεταξύ προσφοράς και ζήτησης αποδεσμεύοντας την αγορά ενέργειας από τα συμβατικά καύσιμα, προστατεύοντας τις οικονομίες από τις συνεχείς μεταβολές στην τιμή τους, συνεισφέροντας στην επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης ως προς τις τρεις κατευθυντήριες γραμμές, οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική (Επίσημη Εφημερίδα Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2012).

Παρόλα αυτά, παρουσιάζονται και ορισμένα εν γένει χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν την αξιοποίηση και ταχεία ανάπτυξή τους. Το σημαντικότερο είναι ότι το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί, να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί για την παραγωγή μεγάλης ποσότητας ισχύος. Επιπλέον, το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων παραμένει ακόμη υψηλό.

2.3 Σύγκριση ΑΠΕ

2.3.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων βασίζεται στη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το ηλιακό δυναμικό της χώρας είναι πολύ υψηλό και μια τέτοια επένδυση αποδεικνύεται συμφέρουσα ακόμα και για ιδιώτες που θέλουν να εκμεταλλευτούν τον όποιο διαθέσιμο χώρο σε στέγες ή σε ελεύθερα οικόπεδα.

ΙΣΧΥΡΑ ΣΗΜΕΙΑ	ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ
<ul style="list-style-type: none"> ✓εκτεταμένη ηλιοφάνεια ✓απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας ✓σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ σε ελκυστικές τιμές ✓επεκτασιμότητα ισχύος 	<ul style="list-style-type: none"> ✓υψηλό αρχικό κόστος ✓εκτεταμένη έκταση κάλυψης ✓δέσμευση έκτασης για μεγάλο χρονικό διάστημα
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΚΙΝΔΥΝΟΙ
<ul style="list-style-type: none"> ✓40-50% επιδότηση από τον αναπτυξιακό νόμο ✓χρηματοδότηση από ΕΣΠΑ ✓απελευθέρωση αγοράς ενέργειας ✓σταδιακή μείωση κόστους με ανάπτυξη της τεχνολογίας 	<ul style="list-style-type: none"> ✓σύγκρουση χρήσεων γης σε περιοχές με αμφιλεγόμενο ιδιοκτησιακό καθεστώς

Πίνακας 1: Swot Analysis για φωτοβολταϊκά συστήματα

Πηγή:Ιδία Επεξεργασία*

2.3.2 Αιολικά πάρκα

Η αιολική ενέργεια είναι αυτή που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ανταγωνιστικότητα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Συγκεκριμένα, η μορφολογία της Ελλάδας, που παρουσιάζει μεγάλη ακτογραμμή και πλήθος νησιών, αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα κατασκευής αιολικών πάρκων ενώ οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις δύναται να αντιμετωπισθούν με τη σωστή χωροθέτησή τους που έχει θεσπισθεί νομοθετικά.

ΙΣΧΥΡΑ ΣΗΜΕΙΑ	ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ
<ul style="list-style-type: none"> ✓ισχυρό αιολικό δυναμικό ✓μεγαλύτερη ισχύς από κάθε άλλη ΑΠΕ ✓γρήγορη εγκατάσταση ✓συγκεκριμένο χωροθετικό πλαίσιο ✓χαμηλό κόστος 	<ul style="list-style-type: none"> ✓αδυναμία συγκέντρωσης & αποθήκευσης της ενέργειας ✓απότομες πτώσεις απόδοσης
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΚΙΝΔΥΝΟΙ
<ul style="list-style-type: none"> ✓30% επιδότηση από τον αναπτυξιακό νόμο ✓χρηματοδότηση από ΕΣΠΑ ✓υψηλές τιμές παραγόμενης ενέργειας 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές ✓κίνδυνος για την ορνιθοπανίδα ✓περιβαλλοντικές παρεμβάσεις από τη διάνοιξη μεγάλου μήκους δρόμων

Πίνακας 2: Swot Analysis για αιολικά πάρκα

Πηγή:Ιδία Επεξεργασία

* το "ίδια επεξεργασία" σημαίνει ότι συλλέχτηκαν δεδομένα, επεξεργάστηκαν και παρουσιάζονται από το συντάκτη της διπλωματικής εργασίας

2.3.3 Βιομάζα

Η βιομάζα έχει υψηλό κόστος εξοπλισμού κι επεξεργασίας ώστε να μετατραπεί σε βιοαέριο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενεργειακή της όμως αξιοποίηση θα είχε πολλαπλά οφέλη στις αγροτικές περιοχές με την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών και τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών ενισχύοντας την τοπική οικονομία και τονώνοντας την κοινωνία.

ΙΣΧΥΡΑ ΣΗΜΕΙΑ	ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ
<ul style="list-style-type: none"> ✓εκμετάλλευση αποβλήτων ✓ενίσχυση αγροτικού τομέα με ενεργειακές καλλιέργειες ✓υπάρχον θεσμικό πλαίσιο στήριξης 	<ul style="list-style-type: none"> ✓υψηλό κόστος παραγωγής ✓χαμηλό επίπεδο ανάπτυξης απαιτούμενων τεχνολογιών ✓έλλειψη οργανωτικών λειτουργιών
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΚΙΝΔΥΝΟΙ
<ul style="list-style-type: none"> ✓40% επιδότηση από τον αναπτυξιακό νόμο ✓χρηματοδότηση από ΕΣΠΑ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓έκλυση αέριων ρύπων (διοξείδιο του άνθρακα, οξείδιο θείου και αζώτου) ✓διάθεση στερεών αποβλήτων

Πίνακας 3: Swat Analysis για βιομάζα

Πηγή:Ιδία Επεξεργασία

2.3.4 Γεωθερμία

Η γεωθερμία εκμεταλλεύεται τη σταθερή θερμοκρασία που επικρατεί κάτω από την επιφάνεια της γης αποδίδοντας στο χώρο θέρμανση τους χειμερινούς μήνες και αντίστοιχα απορροφώντας τη θερμότητα του χώρου διοχετεύοντάς την στο έδαφος κατά τους θερινούς.

ΙΣΧΥΡΑ ΣΗΜΕΙΑ	ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ
<ul style="list-style-type: none"> ✓πολυάριθμες πηγές γεωθερμικών υδάτων ✓σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ ✓πλήθος εφαρμογών 	<ul style="list-style-type: none"> ✓υψηλό κόστος επένδυσης ✓χαμηλά επίπεδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ✓νομική αβεβαιότητα για την κυριότητα του γεωθερμικού πόρου
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΚΙΝΔΥΝΟΙ
<ul style="list-style-type: none"> ✓40% επιδότηση από τον αναπτυξιακό νόμο ✓χρηματοδότηση από ΕΣΠΑ ✓προτεινόμενες θεσμικά περιοχές για αξιοποίησή της 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ρύπανση επιφανειακών ή υπόγειων υδάτων και αέρα ✓διάθεση στερεών αποβλήτων ✓υψηλός κίνδυνος πρόκλησης ατυχημάτων από γεωτρήσεις

Πίνακας 4: Swat Analysis για γεωθερμία

Πηγή:Ιδία Επεξεργασία

2.3.5 Υδραυλική ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια εκμεταλλεύομενη τον κύκλο ζωής του νερού μετατρέπει την ενέργεια από την πτώση του νερού σε ηλεκτρική ενέργεια. Παρουσιάζει υψηλό βαθμό απόδοσης και μεγάλη διάρκεια ζωής.

ΙΣΧΥΡΑ ΣΗΜΕΙΑ	ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ
<ul style="list-style-type: none">✓ άμεση λειτουργία✓ δυνατότητα ικανοποίησης επιπλέον αναγκών (ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων)	<ul style="list-style-type: none">✓ κόστος κατασκευής φραγμάτων✓ δυνατότητα αύξησης σταθμών μικρής ισχύος
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΚΙΝΔΥΝΟΙ
<ul style="list-style-type: none">✓ 40% επιδότηση από τον αναπτυξιακό νόμο✓ χρηματοδότηση από ΕΣΠΑ	<ul style="list-style-type: none">✓ αλλαγή μικροκλίματος της περιοχής✓ παρεμπόδιση κίνησης ιχθυοπανίδας

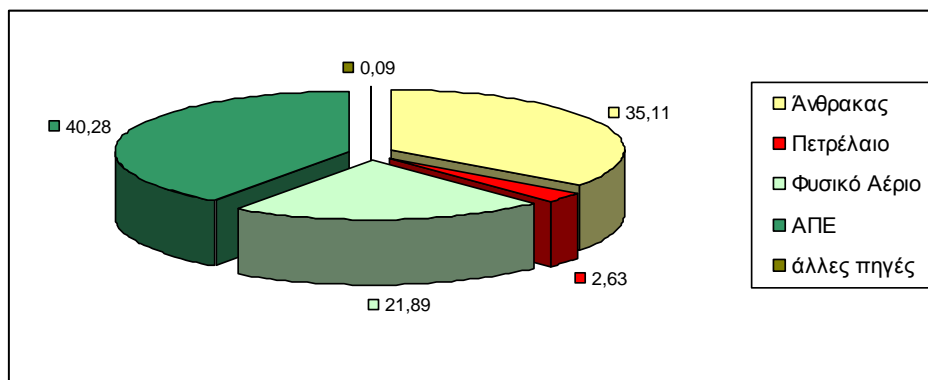
Πίνακας 5: Swot Analysis για υδραυλική ενέργεια

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

2.4 Παγκόσμιο – Εγχώριο δυναμικό

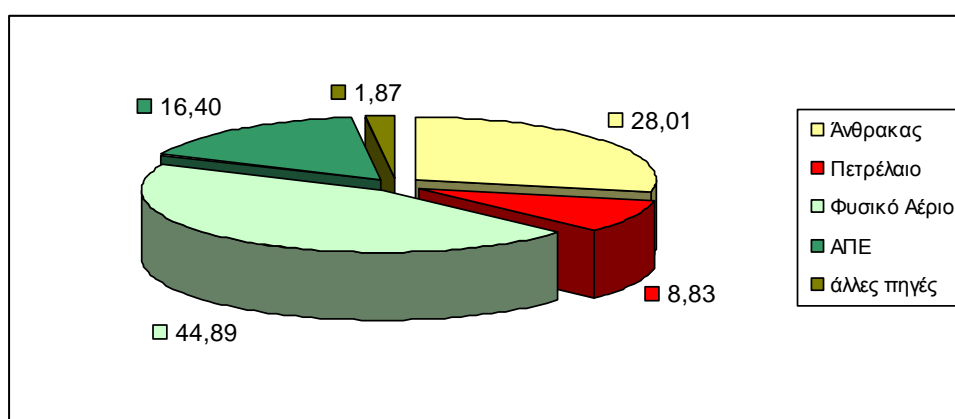
Η παραγωγή ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο εξακολουθεί να πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο από ορυκτά καύσιμα, πετρέλαιο, λιγνίτη, άνθρακα, φυσικό αέριο και πυρηνική ενέργεια. Η συμμετοχή των ΑΠΕ καταλαμβάνει ολοένα και μεγαλύτερο ποσοστό στην παραγωγή δεδομένου των πλεονεκτημάτων, περιβαλλοντικών και οικονομικών, που προκύπτουν από τη χρήση τους. Οι τρεις χώρες που πρωτοστατούν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είναι αυτές που διαθέτουν εξελιγμένα τεχνολογικά μέσα για την εκμετάλλευσή τους. Αυτές είναι η Κίνα (76 GW), οι ΗΠΑ (40 GW), η Γερμανία (36 GW), οι οποίες και αντιπροσωπεύουν το 90% της παγκόσμιας εγκατάστασης (<http://www.energyblueprint.info/1003.0.html>).

Σύμφωνα με στοιχεία του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (International Energy Agency), η συμμετοχή των ΑΠΕ στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατά το 2000 ανήλθε στο 19% ενώ κατά το έτος 2009 στο 40%. Συγκεκριμένα, η συμμετοχή των διάφορων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας για έτος 2009 παρουσιάζονται στα ακόλουθα διαγράμματα (Διάγραμμα 1 και Διάγραμμα 2). Επιπλέον, παρατίθεται πίνακας (Πίνακας 6) που παρουσιάζει αναλυτικά το ποσοστό συμμετοχής κάθε μορφής ΑΠΕ στους ίδιους τομείς.



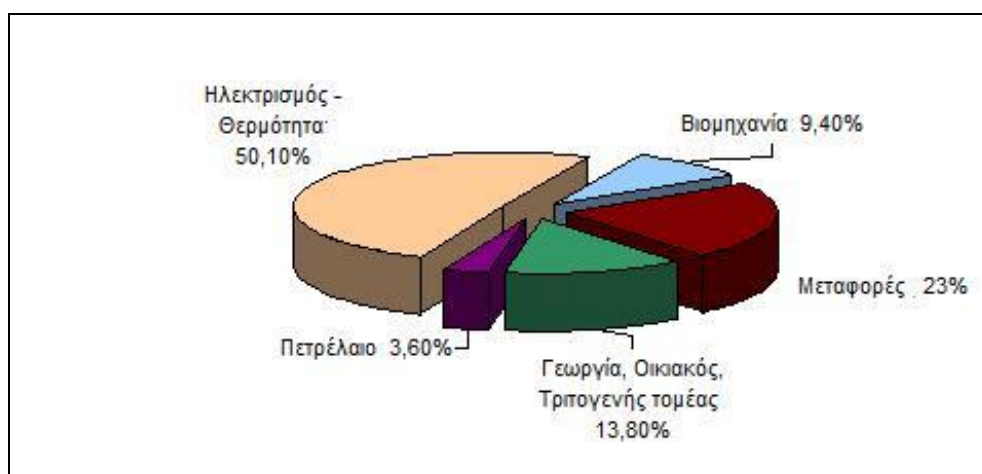
Διάγραμμα 1: Παγκόσμια συμμετοχή πηγών ενέργειας σε ηλεκτρισμό κατά το έτος 2009

Πηγή: International Energy Agency



Διάγραμμα 2: Παγκόσμια συμμετοχή πηγών ενέργειας σε θερμότητα κατά το έτος 2009

Πηγή: International Energy Agency



Διάγραμμα 3: Εκπομπές CO₂ από δραστηριότητες που πραγματοποιούνται από ορυκτά καύσιμα για το έτος 2006

Πηγή: Υπουργείο Ανάπτυξης, 2008

Μορφές ΑΠΕ	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	Παραγωγή θερμικής ενέργειας
	%	%
Οικιακά Απόβλητά	3,03	39,84
Βιομηχανικά Απόβλητα	0,55	3,27
Στερεά Βιοκαύσιμα	6,80	51,94
Βιοαέρια	2,06	2,86
Υγρά Βιοκαύσιμα	0,26	1,60
Γεωθερμική Ενέργεια	1,69	0,47
Ηλιακή Ενέργεια	1,12	0,02
Υδροηλεκτρική Ενέργεια	72,28	
Ενέργεια από Κύματα-Παλίρροιες	0,03	
Αιολική Ενέργεια	12,20	

Πίνακας 6: Παγκόσμια συμμετοχή μορφών ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας κατά το έτος 2009

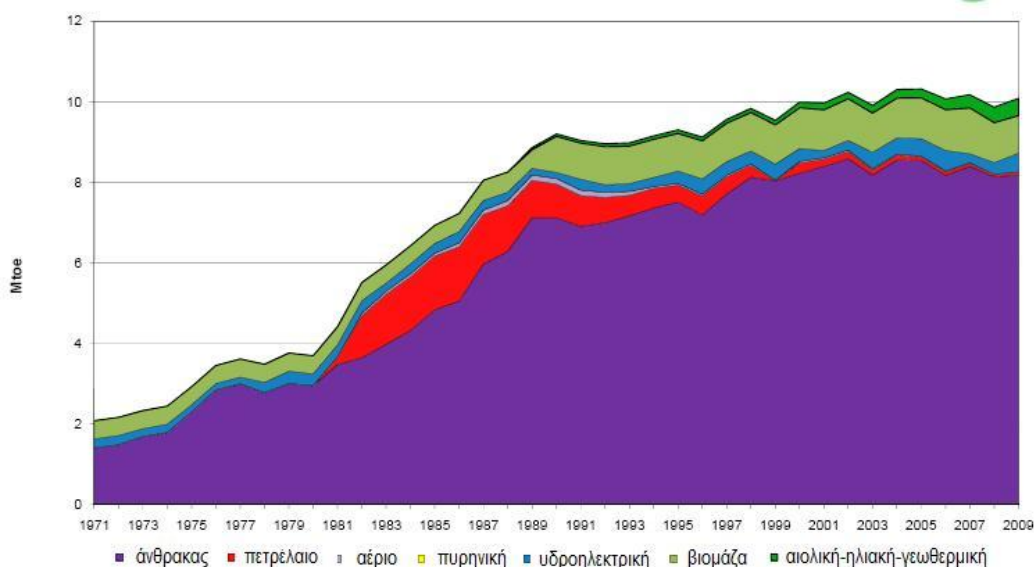
Πηγή: *International Energy Agency*

Σύμφωνα με την Ειδική Έκθεση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για τις ΑΠΕ, το δυναμικό τους είναι τουλάχιστον εικοσαπλάσιο της παγκόσμιας ζήτησης της αγοράς. Εντούτοις, ο ρυθμός ένταξης έργων ΑΠΕ δεν είναι αρκετός ώστε να επιτευχθεί ο στόχος για το 2020. Ενδεικτικά, αναφορικά με το δυναμικό των φωτοβολταϊκών συστημάτων, που κατέστη δεύτερο κατά το έτος 2011 στην Ευρώπη ως προς την εγκατεστημένη ισχύ, παρουσιάστηκαν ορισμένα παραδείγματα υψηλής ανάπτυξης για σύντομο χρονικό διάστημα, όπως στην Ισπανία το 2008, στην Τσεχία το 2010 και στην Ιταλία το 2011 που όμως δεν τελεσφόρησαν. Το γεγονός αυτό οφείλεται αφενός στη μη ύπαρξη ενός σταθερού ρυθμιστικού πλαισίου που θα καθιστά βιώσιμες τις επενδύσεις του τομέα εγγυώμενο την ομαλή εξέλιξη του κλάδου και αφετέρου στη χρηματοδότηση, η οποία λόγω της αρνητικής οικονομικής συγκυρίας είναι εξαιρετικά δύσκολο να εξασφαλιστεί (Σύνδεσμος Επιχειρήσεων Ηλεκτρισμού Ελλάδος, 2011).

Όσον αφορά στα δεδομένα της Ελλάδας και σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών διαχρονικά πραγματοποιείται κατά 85% περίπου από τον λιγνίτη, που αποτελεί κύρια εγχώρια πηγή ενέργειας και χρησιμοποιείται αποκλειστικά σχεδόν στην ηλεκτροπαραγωγή, και το πετρέλαιο. Οι τομείς με τις πιο αυξημένες απαιτήσεις σε ενέργεια είναι οι μεταφορές (39,6%) και ο οικιακός τομέας (25,6%). Η βιομηχανία συμμετέχει στην κατανάλωση ενέργειας

με ποσοστό 19,6%, ο τριτογενής τομέας με ποσοστό 9,7% και ο αγροτικός τομέας με 5,5%.

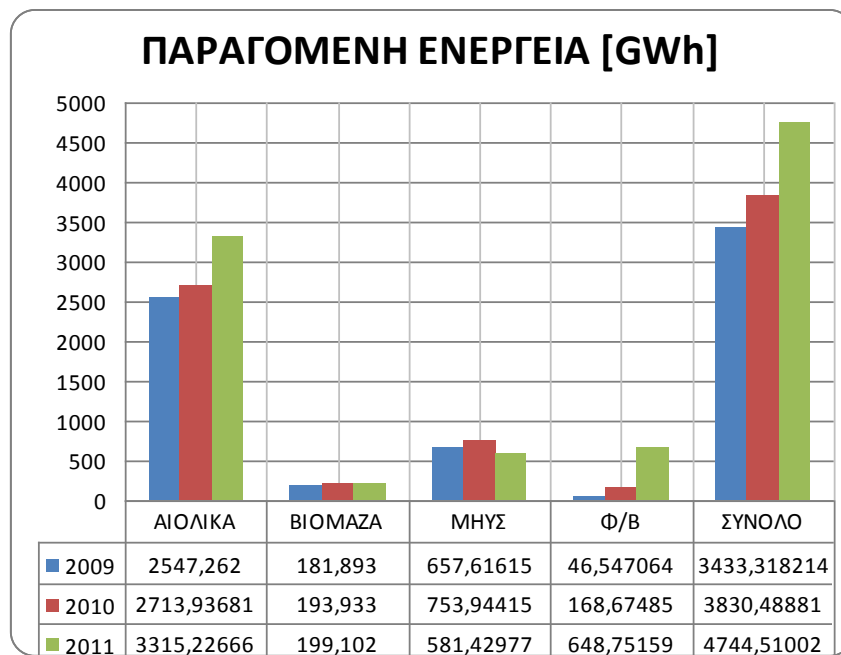
Το ενεργειακό ισοζύγιο για το 2009 σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας ακολουθούσε την εξής κατανομή: Το 54,3% της παραγωγής ενέργειας προήλθε από το πετρέλαιο, το 29% από άνθρακα, το 10,2% από φυσικό αέριο (προερχόμενο από εισαγωγές από τη Ρωσία και την Αλγερία). Σχετικά με τις ΑΠΕ, η βιομάζα και τα βιοκαύσιμα συμμετείχαν στην παραγωγή ενέργειας κατά 3,4%, 1,6% συμμετείχε η υδροηλεκτρική ενέργεια ενώ η αιολική ενέργεια, η γεωθερμική ενέργεια και τα φωτοβολταϊκά συστήματα συμμετείχαν με ποσοστό 1,5%.



Εικόνα 1: Αθροιστικά εγκαθιστάμενη ισχύς σταθμών ηλεκτροπαραγωγής
Πηγή: International Energy Agency

Στην Ελλάδα η συνολική συνεισφορά από ΑΠΕ, αν αφαιρέσουμε την βιομάζα και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά, παρουσιάζει μια σταθερή ανοδική πορεία, λόγω των μέτρων οικονομικής υποστήριξης. Η ηλεκτροπαραγωγή από συμβατικές ΑΠΕ (μη συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών) παρουσιάζει αύξηση τα τελευταία χρόνια και αντιστοιχεί στο 3,6% της ακαθάριστης εγχώριας ηλεκτρικής κατανάλωσης. Αφορά κυρίως σε αιολικά και μικρά υδροηλεκτρικά έργα, σε μικρό βαθμό τη βιομάζα, ενώ ήδη γίνεται αισθητή η συνεισφορά των βιοκαυσίμων, των γεωθερμικών και φωτοβολταϊκών εφαρμογών. Αν λάβουμε υπόψη και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα (εξαιρώντας την παραγωγή από άντληση) το ποσοστό αυτό ανέρχεται στο 7,2% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή θερμικής ενέργειας από ΑΠΕ προέρχεται κυρίως από τις θερμικές χρήσεις βιομάζας, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Η μεγάλη ανάπτυξη της βιομηχανίας ηλιακών συλλεκτών κατά τις τελευταίες δεκαετίες είχε οδηγήσει την Ελλάδα στη δεύτερη θέση (για το έτος

2007) σε εγκατεστημένη επιφάνεια συλλεκτών στη Ευρώπη (Υπουργείο Ανάπτυξης, 2008).



Εικόνα 2: Παραγόμενη ενέργεια από ΑΠΕ για τα έτη 2009, 2010, 2011 που αφορά στην Ελλάδα
Πηγή: <http://government.gov.gr/2012/04/09/29058/>

2.5 Ευρωπαϊκή πολιτική – Στόχοι

Η θέσπιση μιας κοινής πολιτικής παγκοσμίως δημιουργήθηκε λόγω της πίεσης που δέχθηκε το περιβάλλον από την ανεξέλεγκτη χρήση ορυκτών πόρων που οδήγησε στην κλιματική αλλαγή και την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η πολιτική που αναπτύχθηκε στηρίχθηκε στην αρχή της προφύλαξης, η οποία διασφαλίζει την προστασία του περιβάλλοντος όχι μόνο μέσω αμυντικών μέτρων για την αποτροπή των υφιστάμενων κινδύνων αλλά μέσω μελλοντικών θετικών μέτρων πρόληψης.

Οι δεσμευτικοί στόχοι για το 2020 που θεσπίστηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Δεκέμβριο του 2008 είναι:

- η ευρωπαϊκή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας προερχόμενη από ΑΠΕ να φθάσει το 20%.
- η μείωση εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 20%, σε σχέση με το 1990
- ο περιορισμός ενεργειακής κατανάλωσης κατά 20%.

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο το Φεβρουάριο του 2011 επικύρωσε την Οδηγία για μείωση των εκπομπών κατά 80-95% το 2050 συγκρινόμενες με το 1990, προς αποφυγή αύξησης της θερμοκρασίας μεγαλύτερη των 2°C, στο πλαίσιο των απαραίτητων μειώσεων σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή από τις αναπτυγμένες χώρες.

Οι κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Πολιτικής επικεντρώνονται σε τρεις συνιστώσες:

α) τη διασφάλιση συνεχούς παροχής ηλεκτρικού ρεύματος και τη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενες πηγές ενέργειας,

β) την επίτευξη ανταγωνιστικών τιμών και κόστους ως μια προσπάθεια μετάβασης από κρατική ιδιοκτησία μονοπωλιακών επιχειρήσεων σε απελευθερωμένες αγορές ενέργειας και

γ) τη χρήση της ενέργειας κατά τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον, διαμορφώνοντας μια στρατηγική στην κατεύθυνση της βιώσιμης παραγωγής ενέργειας και της μείωσης από την εξάρτηση εισαγόμενων καυσίμων.

2.5.1 Agenda 21

Η πρώτη προσπάθεια για τον απολογισμό της κατάστασης στην οποία περιήλθε ο πλανήτης και τη λήψη μέτρων αντιμετώπισης πραγματοποιήθηκε με την Agenda 21. Η Agenda 21 αποτελεί μια Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές αλλαγές και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Πραγματοποιήθηκε στην πόλη του Ρίο ντε Τζανέιρο της Βραζιλίας, τον Ιούνιο του 1992 στα πλαίσια της Συνόδου Κορυφής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη. Η Σύμβαση τέθηκε σε ισχύ στις 21 Μαρτίου του 1994 και έχει ήδη κυρωθεί από 188 χώρες και περιφερειακούς οργανισμούς οικονομικής ολοκλήρωσης, συμπεριλαμβανομένης της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

Περιλαμβάνει προτάσεις σχετικά με την αλλαγή των προτύπων παραγωγής και κατανάλωσης, την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων, τη στροφή προς τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την ενίσχυση των αναπτυσσόμενων χωρών με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και τον περιορισμό κοινωνικών και οικονομικών ανισοτήτων. Συγκεκριμένα, υποχρέωσε τα Κράτη-Μέλη σε ενεργό συμμετοχή στη διεθνή προσπάθεια για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στα επίπεδα της δεκαετίας του '90 με υιοθέτηση περιβαλλοντικών και αναπτυξιακών πολιτικών και μέτρων.

2.5.2 Πρωτόκολλο Κιότο

Το Πρωτόκολλο του Κιότο υιοθετήθηκε στην αντίστοιχη πόλη της Ιαπωνίας το 1997, και αποτελεί το πιο σημαντικό κανονιστικό εργαλείο για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών, καθώς εξειδικεύει το γενικό πλαίσιο κανόνων και αρχών της Σύμβασης-Πλαίσιο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση προσχώρησε στο Πρωτόκολλο με την απόφαση 2002/358, ενώ η χώρα μας έχει κυρώσει το Πρωτόκολλο με το νόμο 3017/2002.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο περιελάμβανε διαφοροποιημένους εθνικούς ποσοτικούς στόχους για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και υποχρέωσε όλα τα μέλη, που το είχαν προσυπογράψει, να δημιουργήσουν εθνικά προγράμματα για την υλοποίηση των παραπάνω στόχων. Συγκεκριμένα, υποχρέωσε σε μείωση κατά 8% την εκπομπή των αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά την περίοδο 2008-2012 συγκριτικά με το 1990.

2.5.3 Λευκή Βίβλος – Πράσινη Βίβλος

Η **Πράσινη Βίβλος** υιοθετήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Νοέμβριο του 1996 και αποτελεί το πρώτο βήμα προς μια στρατηγική ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργεια με στόχο την έναρξη ενός διαλόγου σε γεωπολιτικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά θέματα. Συγκεκριμένα, οι στόχοι που τέθηκαν αφορούσαν:

- ✓ στο διπλασιασμό χρήσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό πλαίσιο της Ε.Ε. κατά 12% έως το 2010
- ✓ στην ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των κρατών - μελών της Ε.Ε. σε ενεργειακά ζητήματα (Βουτυράκης, 2004).

Η **Λευκή Βίβλος** υιοθετήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 1997 και στόχευε στην ανάπτυξη μιας κοινοτικής στρατηγικής στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, μέσω σημαντικών προγραμμάτων. Περιλαμβάνει προτάσεις για πολιτικές προσανατολισμένες προς την οικονομία της αγοράς, για τη βελτίωση των υποδομών με τη δημιουργία διευρωπαϊκών δικτύων καθώς και για μέτρα αύξησης της απασχόλησης τα οποία επρόκειτο να εφαρμοσθούν από τα ίδια τα Κράτη-Μέλη. Συγκεκριμένα, οι δράσεις της είχαν ως στόχο τον διπλασιασμό των ΑΠΕ στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης από 6% που ήταν το 1995 σε 12% το 2010 (Υπηρεσία Επίσημων Εκδόσεων των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 1997).

2.5.4 Προώθηση της Παραγωγής Ηλεκτρισμού από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Οδηγία 2001/77/ΕΚ, Οδηγία 2003/30/ΕΚ, Οδηγία 2009/28/ΕΚ)

Η Οδηγία 2001/77/ΕΚ αποτελεί την πιο σημαντική κανονιστική ρύθμιση του Πρωτοκόλλου του Κιότο που ορίζει συγκεκριμένους και αριθμητικούς στόχους που επιβάλλεται να υλοποιήσουν τα Κράτη-Μέλη. Στο παράρτημά της αναφέρεται ότι το 12% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και το 22% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2010 πρέπει να προέρχεται από ΑΠΕ. Επιπλέον, διευκρινίζει ότι το 14% της ηλεκτρικής ενέργειας, δεν θα πρέπει να προέρχεται από μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα.

Η Οδηγία 2003/30/ΕΚ αποτελεί εκπλήρωση των δεσμεύσεων του Πρωτοκόλλου του Κιότο για τη μείωση των εκπομπών στον τομέα των μεταφορών. Συγκεκριμένα, ωθεί τα Κράτη-Μέλη στη λήψη των κατάλληλων πολιτικών και μέτρων, ώστε η χρήση των βιοκαυσίμων να αποτελεί το 2% στο σύνολο των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές έως το 2005 και το 5, 75% έως το 2010 (Καραγεώργου, 2005).

Η Οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Απριλίου 2009 αποτελεί συνέχεια των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ με τροποποιήσεις και κατάργηση ορισμένων άρθρων, θεσπίζοντας ένα κοινό πλαίσιο για την προώθηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Θέτει υποχρεωτικούς εθνικούς στόχους για το συνολικό μερίδιο ενέργειας από ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και το μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές. Καθορίζει κανόνες για τη στατιστική μεταβίβαση μεταξύ κρατών μελών, για κοινά έργα μεταξύ Κρατών-Μελών με τρίτες χώρες, τις εγγυήσεις προέλευσης, τις διοικητικές διαδικασίες, την πληροφόρηση και την κατάρτιση και την πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας για ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές. Καθιερώνει κριτήρια αειφορίας του περιβάλλοντος για τα βιοκαύσιμα και τα βιορευστά (Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 2007).

2.5.5 Σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών

Το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών θεσπίστηκε με την Οδηγία 2003/87 κι αποτελεί έναν από τους μηχανισμούς του Πρωτοκόλλου του Κιότο μέσω του οποίου επιδιώκεται η μείωση των αέριων εκπομπών που επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ο μηχανισμός αυτός βασίζεται στο όριο εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα που έχει τεθεί εγχώρια από κάθε Κράτος-Μέλος και στο πρόστιμο που δέχεται κάθε βιομηχανική μονάδα σε περίπτωση παραβίασής του.

Κατά αυτόν τον τρόπο, βιομηχανικές μονάδες που παράγουν ποσότητα μικρότερη από το επιτρεπτό όριο μπορούν να πωλήσουν το υπόλοιπό τους σε άλλες που το ξεπερνούν. Εύκολα γίνεται αντιληπτό, ότι χώρες με βαριά βιομηχανία που δεν κατάφεραν να μειώσουν τα επίπεδα εκπομπής αέριων ρύπων στρέφονται στην αγορά δικαιωμάτων από βιομηχανικές μονάδες που λειτουργούν στις αναπτυσσόμενες χώρες. Με τη χρηματοδότηση αυτή, ενισχύεται η οικονομία των αναπτυσσόμενων χωρών ενώ παράλληλα ενισχύεται η ανταγωνιστικότητα, γεγονός που καθιστά το μηχανισμό ένα οικονομικά αποδοτικό μέτρο.

2.6 Ελληνική πολιτική

2.6.1 Θεσμικό πλαίσιο ΑΠΕ

Ο Ν.1559/85, «Περί ρυθμίσεως θεμάτων Ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις», αποτέλεσε την πρώτη απόπειρα ανάπτυξης των ΑΠΕ στην Ελλάδα, παρέχοντας τη δυνατότητα σε ιδιώτες και τους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης (αυτοπαραγωγούς) να παράγουν και να διαθέσουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από την αξιοποίηση των ΑΠΕ. Η χαμηλή τιμή αγοράς της ενέργειας από την ΔΕΗ και η πολυπλοκότητα των διαδικασιών λειτούργησε ανασταλτικά. Παρόλα αυτά, στα πλαίσια του εν λόγω νόμου η ΔΕΗ εγκατέστησε 24 MW, κυρίως μικρά αιολικά πάρκα και μερικά φ/β συστήματα μικρής ισχύος, πραγματοποιώντας την αρχή για την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

Ο επόμενος νόμος, ο Ν.2244/1994, αφορούσε στην απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας κι έθεσε βάσεις για ουσιαστική ανάπτυξη των ΑΠΕ. Με το νόμο αυτό επιχειρήθηκε να δοθούν ισχυρά οικονομικά κίνητρα για την προσέλκυση ιδιωτικών κεφαλαίων. Έτσι, καθορίστηκαν σταθερές τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης από ΑΠΕ, σε επίπεδο ίσο με το 90% του γενικού τιμολογίου στη μέση τάση και υποχρέωση της ΔΕΗ για αγορά του με δεκαετή διάρκεια συμβάσεων. Παράλληλα θεσπίστηκαν αναπτυξιακά κίνητρα (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας, Αναπτυξιακός Νόμος κ.ά.), τα οποία περιελάμβαναν επιδοτήσεις των δαπανών εγκαταστάσεως ΑΠΕ.

Ο Ν.2773/99 αποτελεί συνέχεια του προηγούμενου για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, με την προσθήκη ότι οι οριζόμενες τιμές αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ θεωρούνται ως οι μέγιστες και μπορούν να μειωθούν κατά την αδειοδοτική διαδικασία. Ταυτόχρονα, έδωσε έμφαση στην κατά προτεραιότητα απορρόφηση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ, ώστε να

πραγματοποιείται καλή λειτουργία του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας. Ο Ν.2773/99 ήταν η αρχή για την δημιουργία της αδειοδοτικής διαδικασίας καθώς καθιέρωσε την άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ.

Ο Ν.2941/2001 "Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. 'ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ' και άλλες διατάξεις" αντιμετώπισε αποτελεσματικά το θέμα εγκατάστασης ΑΠΕ σε δάση και δασικές εκτάσεις με διατάξεις που έγιναν αποδεκτές και κρίθηκαν συνταγματικές από το Συμβούλιο της Επικρατείας ενώ έδωσε λύση σε κωλύματα κατά την αδειοδοτική διαδικασία. (Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2009)

Ο Ν.3468/2006 "Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις" θέτει ως εθνικό στόχο τη συμμετοχή της ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ σε ποσοστό 20,1% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ηλεκτρικής έως το έτος 2010 και 29% έως το 2020. Επιπλέον, εισηγείται της απλοποίησης της αδειοδοτικής διαδικασίας ενώ εφαρμόζει διαφορετικό τιμολογιακό καθεστώς για την ενίσχυση μορφών ΑΠΕ και κυρίως των φωτοβολταϊκών συστημάτων. (Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2009)

Τέλος, με το Ν.3851/2010 τα έργα ΑΠΕ θεωρούνται ως έργα κοινής ωφέλειας και μέσο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και της προστασίας της ατμόσφαιρας. Προωθούνται με σκοπό το βιώσιμο ενεργειακό εφοδιασμό της χώρας, την επίτευξη της αειφορίας και την βιώσιμη αξιοποίηση του εθνικού πλούτου της χώρας χωρίς να παρεμβαίνουν σε περιοχές NATURA, οικότοπους προτεραιότητας και υγρά τοπους προστατευόμενους από τη συνθήκη Ramsar.

2.6.2 Κατεύθυνση – Στόχοι ελληνικής πολιτικής

Η αειφόρος ανάπτυξη ως καθιέρωση της Ελληνικής Πολιτικής είναι απορρέουσα της συμμετοχής της χώρας στην Agenda 21. Οι κύριοι άξονες της Εθνικής Στρατηγικής για την κλιματική αλλαγή είναι:

- ➔ Η αναδιάρθρωση και διαφοροποίηση της προσφοράς ενέργειας και η ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας. Στόχος αυτού του μέτρου είναι η μείωση εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα που οφείλονται κατά κύριο λόγο στον ενεργειακό τομέα και η στροφή προς τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- ➔ Μέτρα περιορισμού άλλων αερίων που είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στόχος αυτού του μέτρου είναι η μείωση εκπομπών φθορίου,

μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου στους τομείς της βιομηχανίας και της γεωργίας.

→ Θεσμικά μέτρα. Σκοπός του παραπάνω μέτρου είναι η τήρηση των κοινών πολιτικών με την Ευρωπαϊκή Ένωση και ο έλεγχος απόδοσης αυτών.

Οι κύριοι υποστηρικτικοί μηχανισμοί σήμερα στην Ελλάδα στα θέματα ΑΠΕ είναι: α) η εγγυημένη τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας και β) η δημόσια χρηματοδότηση έργων ΑΠΕ. Συγκεκριμένα, η ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας βασίζεται στους ακόλουθους στόχους (Υπουργείο Ανάπτυξης, 2009):

την κατοχύρωση της ασφαλούς ενεργειακής τροφοδοσίας της ενεργειακής αγοράς, τη μείωση της πετρελαϊκής εξάρτησης της χώρας και σταδιακή υποκατάσταση του πετρελαίου από το φυσικό αέριο,

την ενίσχυση του συστήματος παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας,

την αύξηση της συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό σύστημα,

την επέκταση της χρήσης φυσικού αερίου με την ανάπτυξη νέων δικτύων μεταφοράς και διανομής,

την απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου,

την ενίσχυση των διεθνών διασυνδέσεων της χώρας, στους τομείς του φυσικού αερίου, του πετρελαίου και του ηλεκτρισμού, με σκοπό να καταστεί η Ελλάδα σύγχρονο διεθνές διαμετακομιστικό κέντρο ενέργειας,

την επέκταση των ελέγχων σε όλους τους κρίκους της αλυσίδας της αγοράς πετρελαιοειδών, με σκοπό την ενίσχυση του ανταγωνισμού,

την υλοποίηση των ενεργειακών υποδομών και των ιδιωτικών ενεργειακών επενδύσεων μέσω χρηματοδοτικών εργαλείων και

την κατάρτιση Μακροχρόνιου Ενεργειακού Σχεδιασμού με ορίζοντα το 2020.

Με το Ν.3851/2010 καθορίζονται οι εθνικοί στόχοι για τις ΑΠΕ έως το 2020 με βάση την οδηγία 2009/28/EK. Οι στόχοι αυτοί αφορούν:

α) στη συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση σε ποσοστό 20%,

β) στη συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση σε ποσοστό 40%

γ) στη συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη τουλάχιστον σε ποσοστό 20% και στις μεταφορές σε ποσοστό τουλάχιστον 10%.

Παρά την θέσπιση κατευθυντήριων γραμμών πολιτικής παρατηρείται μειωμένη διείσδυση των ΑΠΕ σε εθνικό και τοπικό επίπεδο εξαιτίας του ελλιπούς νομοθετικού πλαισίου στήριξης των ΑΠΕ, της περιπλοκότητας του αδειοδοτικού συστήματος ή της ασάφειας ορισμένων ρυθμίσεων, του ασταθούς οικονομικού περιβάλλοντος, των περιορισμένων χρηματοδοτικών και φορολογικών κινήτρων και της ελλιπούς ενημέρωσης. Το κυριότερο πρόβλημα όμως εντοπίζεται στην έλλειψη κτηματολογίου που δημιουργεί εμπόδια στη χωροθέτηση εγκατάστασης μονάδων παραγωγής από ΑΠΕ.

2.6.3 Χωροταξικός σχεδιασμός ΑΠΕ

Το Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης ακολουθώντας τις διεθνείς, ευρωπαϊκές και εθνικές πολιτικές χαράσσει στρατηγικές κατευθύνσεις για την ολοκληρωμένη χωρική ανάπτυξη και την αειφόρο οργάνωση του εθνικού χώρου. Τα Ειδικά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης εξειδικεύονται στη χωρική διάρθρωση ορισμένων τομέων ή κλάδων παραγωγικών δραστηριοτήτων εθνικής σημασίας, των δικτύων και υπηρεσιών τεχνικής, κοινωνικής και διοικητικής υποδομής εθνικού ενδιαφέροντος. Επιπλέον, δημιουργούν πολιτικές ανάπτυξης σε ειδικές περιοχές του εθνικού χώρου, όπως παράκτιες ζώνες, ορεινούς όγκους (Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής).

Η ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας για τις ΑΠΕ αποτυπώνεται στο Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και της Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αυτού (ΦΕΚ2464 Β/03.12.2008). Στόχος του πλαισίου ορίζεται η επίτευξη των εκάστοτε συμβατικών στόχων της Ελλάδας για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών, την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης, την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, τη σταδιακή απεξάρτηση από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως αυτές θα απορρέουν από τις ευρωπαϊκές και διεθνείς της υποχρεώσεις.

Συγκεκριμένα, το πλαίσιο αυτό διαμορφώνει πολιτικές χωροθέτησης έργων ΑΠΕ, ανά κατηγορία δραστηριότητας και κατηγορία χώρου, καθορίζοντας κανόνες και κριτήρια χωροθέτησης. Επισημαίνει τις κατάλληλες περιοχές για την υποδοχή ΑΠΕ, με βάση τη φυσιογνωμία, τη φέρουσα ικανότητα, την αρμονική ένταξή τους στο

φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον και τη διαθεσιμότητας χρήσεων γης, ώστε να αποφευχθούν συγκρούσεις. Αντίστοιχα, θέτει τις ζώνες αποκλεισμού. Το πλαίσιο αυτό αποτελεί ουσιαστικά έναν οδηγό προς τις αδειοδοτικές αρχές και τους επενδυτές, πραγματοποιώντας επίσης προσπάθειες για την αποκατάσταση συνθηκών ασφάλειας δικαίου για τους επενδυτές με γνώμονα πάντα την προστασία του περιβάλλοντος.

2.6.4 Δασική νομοθεσία

Ο Ν.998/79 δίνει τον ορισμό εννοιών όπως αυτή του δάσους και της δασικής έκτασης, με σκοπό τη δημιουργία μέτρων προστασίας τους όπως η χαρτογράφηση των δασικών εκτάσεων, η σύνταξη δασολογίου, η καταγραφή των δασικών οδών, η τοποθέτηση πινακίδων, η δημιουργία δασικών συνεταιρισμών κ.ά.

Επίσης, περιλαμβάνει διατάξεις με τις οποίες επιτρέπεται η τροποποίηση χρήσης κάποιων εκτάσεων με σκοπό την κάλυψη αναγκών άλλων χρήσεων ή του δημόσιου συμφέροντος. Με το άρθρο 58 του Ν.2941/2001, αναθεώρηση του εν λόγω νόμου αφού είχε προηγηθεί άλλη μία τροποποίηση με το άρθρο 13 του Ν.1822/1988, επιτρέπονται δημόσια έργα υποδομής ύστερα από την έγκριση του Εθνικού Συμβουλίου Χωροταξίας και Περιβάλλοντος και του υπουργού Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος. Στα παραπάνω έργα ανήκουν οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ ήδη από τον Ν.2244/1994, ανεξάρτητα από το φορέα υλοποίησής τους, και ως εκ τούτου είναι δυνατή η αναγκαστική απαλλοτρίωση ακινήτων ή η σύσταση εμπραγμάτων δικαιωμάτων. Για την έγκριση των ανωτέρω έργων απαιτείται καθορισμός περιορισμών καθώς και η σύνταξη μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Σύμφωνα με το άρθρο 2 του Ν.2941/01, η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ μέσα σε προστατευόμενες περιοχές, εθνικούς δρυμούς, αισθητικά δάση και διατηρητέα μνημεία της φύσης, σε περιοχές που έχουν ενταχθεί στον εθνικό κατάλογο του Δικτύου NATURA 2000, σύμφωνα με τις διατάξεις της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ και της ΚΥΑ 33318/3028/28.12.1998, καθώς και σε τοπία με ιδιαίτερο φυσικό κάλλος, γίνεται με βάση τα προβλεπόμενα στα νομικά κείμενα κήρυξης των άνω περιοχών, ή σύμφωνα με τα όσα προβλέπονται από το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ. Για τη χωροθέτηση των εν λόγω έργων ΑΠΕ στην Αττική, εκτός από το Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο γνωμοδοτεί ο Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας του Περιβάλλοντος της Αθήνας (ΟΡΣΑ) και το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) (Βασιλάκος, 2005).

Η διάταξη του άρθρου 38, του Ν.998/1979, ορίζει μεταξύ άλλων ότι δάση και δασικές εκτάσεις που καταστρέφονται λόγω πυρκαγιών κηρύσσονται υποχρεωτικώς αναδασωτέα. Σε αυτήν την περίπτωση, κρίνεται με βάση τη νομοθεσία του Συμβουλίου Επικρατείας αν θα ήταν επιτρεπτή η επέμβαση εντός της δασικής έκτασης πριν την καταστροφή της στα πλαίσια μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Αυτό πραγματοποιείται με σκοπό να αποφευχθεί το φαινόμενο αποκλεισμού των ΑΠΕ σε τέτοιες περιοχές, ως μέτρο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Το Συμβούλιο Επικρατείας έχει ήδη αποφανθεί θετικά για την εγκατάσταση αιολικού πάρκου εντός αναδασωτέας έκτασης και θα γνωμοδοτήσει σχετικά με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και μονάδων υδροηλεκτρικής ενέργειας τον Οκτώβρη του 2012. Ως τότε, για τις δύο παραπάνω κατηγορίες ΑΠΕ οι αναδασωτέες εκτάσεις παραμένουν προστατευόμενες περιοχές και κατά συνέπεια αποτελούν περιοχές αποκλεισμού (Γερμανός και Δημόπουλος, 2009).

Ο Ν.3818/2010 είναι μια προσπάθεια για την προστασία των δασών και των δασικών εκτάσεων που πλήγηκαν από πυρκαγιές. Με τον παραπάνω νόμο αναστέλλεται η έκδοση οικοδομικών αδειών και απαγορεύεται η εκτέλεση εργασιών στις περιοχές αυτές όπου προβλέπεται αναδάσωση και αποκατάσταση του τοπίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

3.1 Ηλιακή ενέργεια

Ο Ήλιος αποτελεί ανεξάντλητη πηγή καθώς στο εσωτερικό του συντελούνται αδιάκοπα πυρηνικές αντιδράσεις μετατρέποντας το υδρογόνο σε ήλιο. Αυτή η πυρηνική αντίδραση προκαλεί μείωση της μάζας του, όπου σύμφωνα με την αρχή της ισοδυναμίας μάζας-ενέργειας, της Θεωρίας της Σχετικότητας, μετατρέπεται σε ισοδύναμη ενέργεια. Με τον όρο *ηλιακή ενέργεια* περιγράφεται οποιαδήποτε μορφή ενέργειας που προέρχεται από τον ήλιο όπως το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Η μονάδα μέτρησης ηλιακής ακτινοβολίας στο Διεθνές Σύστημα Μετρικών Μονάδων (S.I.) είναι W/m^2 . Δηλαδή είναι ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας και η τιμή της είναι το μέτρο της έντασής της.

Η ηλιακή ακτινοβολία διαχέεται προς όλες τις κατευθύνσεις και το ποσοστό που προσπίπτει στη Γη είναι ιδιαίτερα μικρό. Από αυτό που φτάνει σταθερά στα όρια της ατμόσφαιρας, η κατανομή της στο έδαφος διαφοροποιείται ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο, την εποχή, την ώρα της ημέρας, τις μετεωρολογικές συνθήκες (σύννεφα, ομίχλη, σκόνη), τη γωνία πρόσπτωσης και το ανάγλυφο του εδάφους. Παρόλα αυτά, υπολογίζεται πως 20 ημέρες ηλιοφάνειας ισοδυναμούν με την παγκοσμίως αποθηκευμένη ενέργεια σε κοιτάσματα άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2011).

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι τεχνικά και οικονομικά αξιοποιήσιμη, παρέχοντας ικανοποιητική ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, προσφέρει περιβαλλοντικά οφέλη καθώς η χρήση της, εξοικονομεί πόρους από τα συμβατικά καύσιμα, αποφεύγοντας την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η εκμετάλλευσή της πραγματοποιείται μέσω τριών εφαρμογών:

- ➔ των παθητικών ηλιακών συστημάτων,
- ➔ των ενεργητικών (ή θερμικών) ηλιακών συστημάτων και
- ➔ των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Τα **παθητικά ηλιακά συστήματα** εκμεταλλευόμενα τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, χωρίς κάποια μετατροπή, χρησιμοποιούνται για θέρμανση, ψύξη και φυσικό φωτισμό κτιρίων. Το γεγονός αυτό επιτυγχάνεται μέσω του σωστού σχεδιασμού του κτιρίου, του κατάλληλου προσανατολισμού και της χρήσης των αντίστοιχων συστημάτων που συγκεντρώνουν, αποθηκεύουν,

μεταδίδουν και διαχέουν τη θερμότητα με τον αποδοτικότερο τρόπο. Η λειτουργία τους βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στη θερμική υστέρηση των υλικών (θερμοσυσσωρευτική ικανότητα) και στην αρχή μετάδοσης της θερμότητας. Τα συστήματα αυτά αποτελούν την αρχή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής (Αργυράκη, 2008).

Τα **ενεργητικά (ή θερμικά) ηλιακά συστήματα** μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα συλλέγοντας και μεταφέροντάς την μέσω του αέρα, του νερό ή κάποιου άλλου ρευστού. Τα δύο βασικά τους μέρη είναι το τμήμα συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιακοί συλλέκτες) και το τμήμα αποθήκευσης της (δεξαμενή αποθήκευσης νερού). Το πιο διαδεδομένο παράδειγμα εφαρμογής των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες που χρησιμοποιούνται για παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης. Χρησιμοποιούνται ακόμα για τη θέρμανση και ψύξη χώρων, αλλά και την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος (Χρηματοπούλου, 2009).

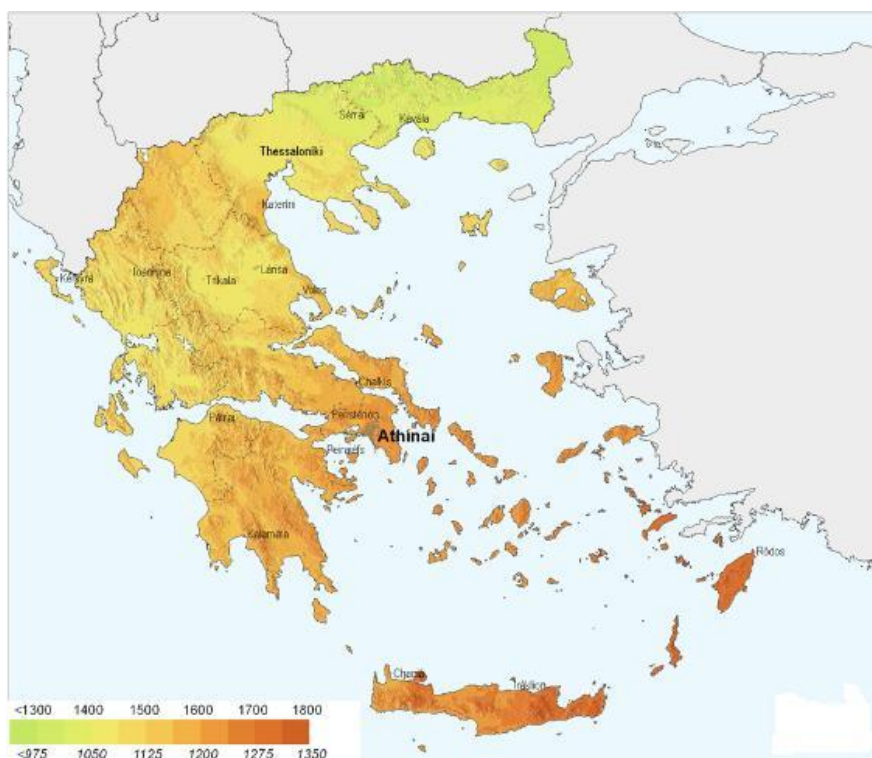
Τα **φωτοβολταϊκά συστήματα** είναι συστήματα που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια σε ποσοστό 16% περίπου. Το ρεύμα που παράγεται είναι συνεχές, με τη χρήση όμως ειδικών συσκευών, των αντιστροφών, μπορεί να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο και να χρησιμοποιηθεί για την ηλεκτροδότηση κατοικιών ή μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συστήματα αυτά καλύπτουν μεγάλο εύρος ηλεκτρικών εφαρμογών φωτιστικά κήπου, ρολόγια έως συστήματα μεγάλης ισχύος για τροφοδοσία κτιρίων.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα από τη χρήση των ηλιακών συστημάτων συνοψίζονται στη μηδενική εκπομπή ρύπων και αποβλήτων και στο γεγονός ότι είναι αθόρυβα και δεν δημιουργούν περιβαλλοντική όχληση. Επιπλέον, σε κοινωνικό επίπεδο συνεισφέρουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, παρέχουν μεγαλύτερη ενεργειακή αυτονομία και προβλεπτικότητα των εξόδων του νοικοκυριού για την κατανάλωση ενέργειας. Σε επίπεδο χώρας τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, η ελάττωση της ενεργειακής εξάρτησης από άλλες χώρες αλλά και από τις συμβατικές πηγές καυσίμων και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας σε τοπικό επίπεδο.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις εστιάζονται στις κατασκευαστικές δραστηριότητες, σε θέματα ασφάλειας κατά την λειτουργία τους, στην αισθητική τους ένταξη και στη διατάραξη μέρους του οικοσυστήματος κυρίως της ορνιθοπανίδας.

3.2 Φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο είναι η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Ανακαλύφθηκε το 1839 από τον δεκαεννιάχρονο Γάλλο φυσικό Alexandre-Edmond Becquerel, ο οποίος διαπίστωσε ότι ορισμένα υλικά, όταν εκτεθούν στο φως, παράγουν μικρές ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος. Αναλυτικότερα, το ηλιακό φως αποτελείται από φωτόνια, τα οποία περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Όταν αυτά προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο (ηλεκτρονική διάταξη με υψηλή φωτοαγωγιμότητα, ημιαγωγός) άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν κι άλλα απορροφώνται. Τα φωτόνια που απορροφώνται αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού στοιχείου να μετακινηθούν σε άλλη θέση, δημιουργείται δηλαδή κίνηση ηλεκτρονίων το οποίο συνεπάγεται παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Το ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ανέρχεται περίπου στο 16% εξαιτίας των επιμέρους απωλειών που μειώνουν την απόδοση της φωτοβολταϊκής μετατροπής (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2007).



Εικόνα 3: Παραγωγή ηλιακής ενέργειας (KWh/έτος/kWp) για την Ελλάδα
Πηγή: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eur.htm>

3.3 Φωτοβολταϊκό πλαίσιο

3.3.1 Τεχνολογίες φωτοβολταϊκών πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι συλλέκτες που έχουν τη δυνατότητα να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, κάνοντας χρήση του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Επεξηγηματικά, είναι φωτοβολταϊκά στοιχεία κατάλληλα ομαδοποιημένα, συνδεδεμένα ηλεκτρικά (σε σειρά ή παράλληλα) με τυπική ισχύ από 10W έως 300W.

Η κατασκευή τους πραγματοποιείται τοποθετώντας τα φωτοβολταϊκά στοιχεία πάνω ένα φύλλο μετάλλου (συνήθως αλουμίνιο). Τα μεταλλικά πλέγματα ενισχύουν τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας σε συνδυασμό με το επίστρωμα αντανάκλασης που εφαρμόζεται στην επιφάνεια του πλαισίου ώστε να μεγιστοποιεί το φως που απορροφάται από αυτό. Η επιφάνειά τους δέχεται χημική επεξεργασία ώστε να υπάρχει ομοιομορφία του χρώματος για βέλτιστη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας και μέγιστο αισθητικό αποτέλεσμα. Συμπερασματικά, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι ανάλογη της επιφάνειας του φωτοβολταϊκού στοιχείου και της πυκνότητας ισχύος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας (Παπαδάκης, 2010).

Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο κατασκευάζονται κυρίως από δύο τύπους πυριτίου: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο. Το δεύτερο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό και πολυκρυσταλλικό. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια από άμορφο πυρίτιο παρουσιάζουν μεγάλη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση του φωτός κι έχουν χαμηλό κόστος κατασκευής. Παρουσιάζουν χαμηλή απόδοση για αυτό χρησιμοποιούνται κυρίως σε ηλεκτρονικά προϊόντα ευρείας κατανάλωσης (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2011).

Σχετικά με τα φωτοβολταϊκά πλαίσια κατασκευασμένα από κρυσταλλικό πυρίτιο, τα πολυκρυσταλλικά παρουσιάζουν ευκολία στη διαδικασία κατασκευής τους γεγονός που αποφέρει χαμηλό κόστος παραγωγής. Η απόδοση τους κυμαίνεται από 13% έως 15%. Αντίθετα, τα μονοκρυσταλλικά παρουσιάζουν υψηλή απόδοση, 15% έως 18%, παράλληλα όμως υψηλό κόστος κατασκευής. Η τεχνολογία αυτή δεν χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στην κατασκευή φωτοβολταϊκών πλαισίων λόγω του κυκλικού τους σχήματος, που δημιουργεί ασυνέχεια στην επιφάνειά τους (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2011).

Υπάρχουν κι άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή φωτοβολταϊκών κελιών που παρουσιάζουν όμως σημαντικά μειονεκτήματα. Ο δισεληνίουχος χαλκός σημειώνει υψηλή απόδοση (18%) αλλά οι διαθέσιμες ποσότητες στη φύση

είναι περιορισμένες. Το τελουριούχο κάδμιο σημειώνει επίσης έλλειψη στη φύση ενώ ταυτόχρονα έρευνες έχουν δείξει ότι είναι καρκινογόνο. Τέλος, το αρσενικούχο γάλλιο χρησιμοποιείται σε διαστημικές εφαρμογές καθώς είναι ανθεκτικό σε πολύ υψηλές θερμοκρασίας διατηρώντας την απόδοσή του (28%), είναι όμως δηλητηριώδες κι έχει πολύ υψηλό κόστος παραγωγής (Κουτελιδάκης, 2010).

Η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας πραγματοποιείται βάση της εγκατάστασης (πρόσοψη κτιρίων, στέγες, ελεύθερα οικόπεδα) και της αξιολόγησης των συνθηκών της εκάστοτε περιοχής.



Εικόνα 4: Φωτοβολταϊκά πλαίσια από άμορφο πυρίτιο, μονοκρυσταλλικά και πολυκρυσταλλικά

Πηγή: www.electrotech.gr, www.bigsolar.gr

Τύπος	Άμορφο Πυρίτιο	Πολυ-κρυσταλλικό	Μονο-κρυσταλλικό
Απόδοση	4,2%-6,6%	11%-14,8%	11%-19,3%
Απαιτούμενη επιφάνεια ανά KW	9-25 m ²	7-9 m ²	5,5-9 m ²
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας(KWh/KW)	1300-1450	1300	1300
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας(KWh/m ²)	50-160	145-185	145-235
Ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Kg CO ₂ /KW)	1300-1450	1300	1300

Πίνακας 7: Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών

Πηγή: *Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2011*

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί η εφεύρεση της τεχνολογίας των υγρών φωτοβολταϊκών συστημάτων από Ερευνητές του Πανεπιστημίου της Νότιας Καλιφόρνια. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιήθηκαν νανοκρύσταλλοι του

ημιαγωγού σελενίδιο του καδμίου που έχουν τη μορφή υγρής μελάνης και διαθέτουν επίσης φωτοβολταϊκές ιδιότητες μετατροπής του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα υγρά φωτοβολταϊκά έχουν χαμηλότερο κόστος κατασκευής από τα συμβατικά σιλικόνης αλλά η εμπορική τους εκμετάλλευση δεν έχει ξεκινήσει ακόμη. Η εφαρμογή τους μπορεί να υπάρξει στις κατασκευές και τις οικοδομές, εκτυπωμένα σε πλαστικό και γυαλί για την κατασκευή ελαφρών ηλιακών πλαισίων (<http://www.econews.gr/2012/05/03/ygra-fotovoltaika-ylika/>).

3.3.2 Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκών πλαισίων

Ένα σημαντικό στοιχείο για την αξιολόγηση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας είναι ο βαθμός απόδοσης του πλαισίου. Εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διαδικασία του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Η απόδοση των πρώτων φωτοβολταϊκών στοιχείων, στις αρχές του 19ου αιώνα, είχαν απόδοση 1 με 2%, ενώ το 1954 που δημιουργήθηκαν τα πρώτα Φ/Β στοιχεία πυριτίου η απόδοση έφτασε στο 6%. Πλέον, ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου είναι 13 με 19%, ο οποίος συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικά καύσιμα, ανεμογεννήτριες κ.ά.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι:

- το κλίμα, η ηλιοφάνεια και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής,
- η κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων ως προς το οριζόντιο επίπεδο,
- η ύπαρξη τυχόν σκίασης πλησίον του οικοπέδου,
- η τήρηση αποστάσεων μεταξύ Φ/Β συστοιχιών,
- η μορφολογία και καταλληλότητα θεμελίωσης του εδάφους,
- η ηλικία των φωτοβολταϊκών πλαισίων,
- η ρύπανση της επιφάνειας των πλαισίων λόγω σκόνης, εντόμων, φύλλων κ.ά.,
- η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και
- η σωστή συντήρηση (Μπινώλη Μαρία, 2010).

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ		
	ΚΛΙΣΗ 0°	ΚΛΙΣΗ 30°	ΚΛΙΣΗ 90°
Ανατολικός - Δυτικός	90%	85%	50%
Νοτιοανατολικός - Νοτιοδυτικός	90%	95%	60%
Νότιος	90%	100%	60%
Βορειοανατολικός - Βορειοδυτικός	90%	67%	30%
Βόρειος	90%	60%	20%

Πίνακας 8: Απόδοση φωτοβολταϊκών συστημάτων ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση του εδάφους ως προς το οριζόντιο επίπεδο

Πηγή: *Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2008*

3.3.3 Φωτοβολταϊκή συστοιχία

Οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες είναι φωτοβολταϊκοί πίνακες συνδεδεμένοι ηλεκτρολογικά (σε σειρά ή παράλληλα) μεταξύ τους. Οι φωτοβολταϊκοί πίνακες (ή πανέλα) είναι τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε ενιαία βάση στήριξης.



Εικόνα 5: Φωτοβολταϊκό σύστημα

Πηγή: <http://solarenergy.gr>

Οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες τοποθετούνται σε βάσεις στήριξης, οι οποίες μπορεί να είναι σταθερές, περιστρεφόμενες κατά τον έναν ή και τους δύο άξονες. Οι σταθερές βάσεις εξασφαλίζουν σταθερή γωνία κλίσης και μπορεί να είναι κατασκευασμένες από ανοδιωμένο αλουμίνιο, γαλβανισμένο χάλυβα ή συνδυασμό των παραπάνω υλικών. Υπάρχουν επίσης, στηρίγματα ρυθμιζόμενης κλίσης, η οποία πραγματοποιείται με χειροκίνητο τρόπο κάθε μήνα ή δυο φορές το χρόνο (Οκτώβριος-Απρίλιος). Το αποτέλεσμα της αλλαγής κλίσης επιτυγχάνει αύξηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας κατά 6% στην πρώτη περίπτωση και 5% στη δεύτερη.

Οι περιστρεφόμενες βάσεις στήριξης κατά έναν άξονα διατηρούν σταθερή τη γωνία κλίσης και μεταβάλλουν τον προσανατολισμό επιτυγχάνοντας αύξηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας κατά 23% έως 25%. Αντίθετα, οι βάσεις

στήριξης που περιστρέφονται κατά τους δύο άξονες επιτρέπουν μεταβολή της γωνίας κλίσης και του προσανατολισμού προσφέροντας αύξηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας κατά 28% έως 30% (Πέρδιος 2011).

Τα μειονεκτήματα των περιστρεφόμενων βάσεων είναι το υψηλό κόστος κατασκευής, εγκατάστασης, συντήρησης και η απαίτηση για περισσότερο χώρο κατάληψης. Το σημαντικότερο μειονέκτημα που παρουσιάζουν είναι ο κίνδυνος καταστροφής από ισχυρούς ανέμους ή ο περιορισμός των δυνατοτήτων λειτουργίας τους σε έντονα καιρικά φαινόμενα (Κουτελιδάκης, 2010).

Η κατασκευή των βάσεων στήριξης πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις όπως αντοχή στα φορτία που προέρχονται από το βάρος των πλαισίων και τον άνεμο και η τοποθέτησή τους να πραγματοποιείται με τρόπο που να μην προκαλεί σκίαση στα πλαίσια και να είναι εύκολη κι ασφαλής η προσέγγισή τους.



Εικόνα 6: Βάσεις στήριξης φωτοβολταϊκών συστημάτων

Πηγή: http://www.themeliovida.gr/vaseis_stiriksis_fotovoltaiikon.php,
http://www.4green.gr/data/fotovoltaiika/news/preview_news/92028.asp

3.3.4 Διάταξη φωτοβολταϊκών πλαισίων

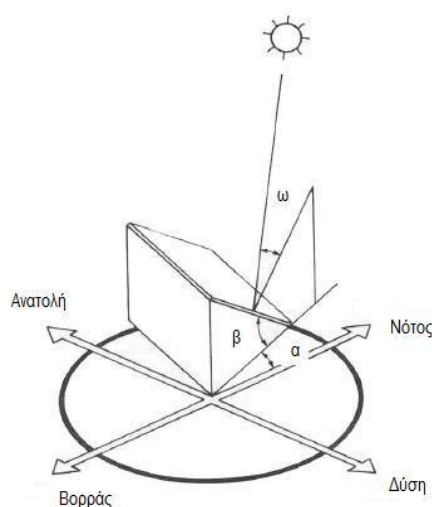
Η χωροθέτηση των πλαισίων, δηλαδή ο προσανατολισμός, η διάταξη κι οι αποστάσεις μεταξύ των φωτοβολταϊκών συστοιχιών, αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα απόδοσης του συστήματος για την αποφυγή των σκιάσεων από αντικείμενα που βρίσκονται περιμετρικά του φωτοβολταϊκού σταθμού. Για να γίνει αντιληπτό, αρκεί να αναφερθεί ότι μία μικρή ποσότητα σκίασης είναι αρκετή ώστε να μειώσει την απόδοση του συστήματος κατά 80%. Ένας γενικός κανόνας αποφυγής σκίασης είναι ότι η ελάχιστη απόσταση ενός εμποδίου και του ΦΒ πλαισίου πρέπει να είναι η διπλάσια του ύψους του εμποδίου (Πέρδιος 2011).

Στη συνέχεια, εξηγούνται οι βασικές γεωμετρικές έννοιες που λαμβάνονται υπόψη για τον καθορισμό της διάταξης των ΦΒ συστοιχιών.

γωνία κλίσης (β): η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του επιπέδου του φωτοβολταϊκού πλαισίου και του οριζοντίου επιπέδου.

αζιμούθια γωνία (α): η γωνία που σχηματίζεται στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κατακορύφου του φωτοβολταϊκού πλαισίου και το Νότο. Όταν η διάταξη των πλαισίων έχει νότιο προσανατολισμό η αζιμούθια γωνία είναι μηδενική. Δεξιόστροφα (προς τη Δύση) παίρνει θετικές τιμές, αριστερόστροφα (προς την Ανατολή) αρνητικές.

γωνία πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας (ω): η γωνία που σχηματίζεται από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και την κάθετο στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου (Πέρδιος 2011).



Εικόνα 7: Γωνίες προσανατολισμού ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου
Πηγή: Πέρδιος 2011

Για τον υπολογισμό της ελάχιστης απαιτούμενης απόστασης μεταξύ των φωτοβολταϊκών συστοιχιών αρχικά χρειάζεται να υπολογισθεί η επικάλυψη του ύψους μεταξύ των δύο συστοιχιών:

$$v = \gamma \times \sin \beta - \delta (\mu.) \quad (\text{τύπος 1})$$

όπου: γ = μήκος φωτοβολταϊκού πλαισίου ($\mu.$)

β = γωνία κλίσης ($^\circ$)

δ = υψομετρική διαφορά ($\mu.$)



Εικόνα 8: Αποστάσεις κατάλληλης παράλληλης διάταξης Φ/Β πλαισίων -Διάγραμμα Monegon

Πηγή: Πέρδιος, 2011

Η απόσταση α προκύπτει από το διάγραμμα Monegon και είναι συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής υλοποίησης του έργου. Σημειώνεται ότι το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής εγκατάστασης είναι περίπου $38^\circ,15$.

Τέλος, ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ελάχιστης απόστασης μεταξύ των γειτονικών συστοιχιών είναι ο εξής:

$$\epsilon = \alpha + \gamma \times \cos \beta (\mu.) \quad (\text{τύπος 2})$$

Ο βαθμός απόδοσης της φωτοβολταϊκής συστοιχίας εξαρτάται από την ομοιογένεια των χαρακτηριστικών των φωτοβολταϊκών πλαισίων που συμμετέχουν στη συστοιχία, από την συνδεσμολογία των καλωδιώσεων και από τις απώλειες κατά την μεταφορά ενέργειας.

3.4 Ηλεκτρονικά συστήματα φωτοβολταϊκού σταθμού

3.4.1 Ηλεκτρικός συσσωρευτής

Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές ή μπαταρίες χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ ή για την αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται βάση του ηλιακού διαθέσιμου και παρουσιάζει σημαντικές ωριαίες κι εποχικές μεταβολές. Ως εκ τούτου, μπορεί να παρατηρηθεί αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ ζήτησης και προσφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας. Η αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας περιέχει επίσης σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη καθώς γίνεται αποτελεσματική διαχείριση των φυσικών πόρων.

Τα ηλεκτρονικά χαρακτηριστικά του είναι η ονομαστική τάση και η χωρητικότητα ενώ ο τυπικός βαθμός απόδοσής τους ανέρχεται στο 80%.

Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές συνδέονται με μια απλή ηλεκτρονική συσκευή για τη φόρτισή τους, που ονομάζεται ρυθμιστής φόρτισης. Η συσκευή αυτή ελέγχει τη διαδικασία φόρτισης προστατεύοντας τον συσσωρευτή.

3.4.2 Μετατροπείας τάσης

Ο μετατροπείας ή αντιστροφέας τάσης (inverters) είναι ηλεκτρονική διάταξη που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγεται από τις φωτοβολταϊκές συστοιχίες σε εναλλασσόμενο ρεύμα που χρησιμοποιεί το δίκτυο της ΔΕΗ. Προσαρμόζουν δηλαδή την τάση του φωτοβολταϊκού συστήματος στην τάση του συστήματος αποθήκευσης ώστε να επιτευχθεί η εκμετάλλευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Το κυριότερο τεχνικό χαρακτηριστικό ενός αντιστροφέα είναι η ονομαστική του τάση ενώ τα σημαντικότερα κριτήρια για την επιλογή του είναι η αξιοπιστία, η ενεργειακή του απόδοση, το κόστος και η συμβατότητα με τις τεχνικές απαιτήσεις της ΔΕΗ.



Εικόνα 9: Μετατροπείας τάσης
Πηγή: http://www.nais.com.gr/lang_el/projects/view_details/18

Οι αντιστροφείς των φωτοβολταϊκών σταθμών που συνδέονται με το δίκτυο μέσης τάσης (ΜΤ) της ΔΕΗ διαχωρίζονται ανάλογα με το είδος της τάσης που παράγουν σε:

- μονοφασικούς αντιστροφείς, με τυπικά μεγέθη ισχύος έως 10-11 KW και
- τριφασικούς αντιστροφείς, με μεγέθη ισχύος από 6-7 KW έως και 1 MW.

3.4.3 Γειώσεις – Αντικεραυνικές προστασίες

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα απαιτούν γειώσεις και αντικεραυνική προστασία αφενός για την ασφάλεια και προστασία του προσωπικού συντήρησης κι αφετέρου για την αποφυγή ζημιών που ενδέχεται να προκληθούν στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό.

Οι γειώσεις διακρίνονται στα παρακάτω είδη:

- γείωση λειτουργίας,
- γείωση προστασίας μεταλλικών μερών,
- γείωση αντικεραυνικής προστασίας κυκλώματος συνεχούς τάσης,
- γείωση αντικεραυνικής προστασίας κυκλώματος εναλλασσόμενης τάσης,
- γείωση αντικεραυνικής προστασίας κτιρίου ή γηπέδου,
- γείωση ασθενών ρευμάτων,
- γείωση ουδέτερου κόμβου μετασχηματιστή Μέσης Τάσης (Πέρδικος, 2011).

Οι αντικεραυνικές προστασίες διακρίνονται στα ακόλουθα είδη:

- αντικεραυνική προστασία συνεχούς τάσης,
- αντικεραυνική προστασία εναλλασσόμενης τάσης,
- αντικεραυνική προστασία αυτοματισμών,
- αντικεραυνική προστασία ασθενών ρευμάτων,
- αντικεραυνικό ιστό (Πέρδικος, 2011).

3.4.4 Υποσταθμός μέσης τάσης

Στις περιπτώσεις φωτοβολταϊκών σταθμών με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη των 100 KW που συνδέονται με το δίκτυο της ΔΕΗ, απαιτείται η εγκατάσταση ενός υποσταθμού μέσης τάσης. Αυτός θα πρέπει να περιλαμβάνει πίνακα μέσης και χαμηλής τάσης κι έναν μετασχηματιστή ισχύος.

Το γεγονός αυτό πρέπει να προβλεφθεί στη φάση μελέτης του έργου για την εξασφάλιση επιπλέον χώρου στέγασης του υποσταθμού (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2011).



Εικόνα 10: Παράδειγμα υποσταθμού μέσης τάσης
Πηγή: <http://www.ipel.gr/images/stories/pdfs/profile%20ipel%20-%20%20.pdf>

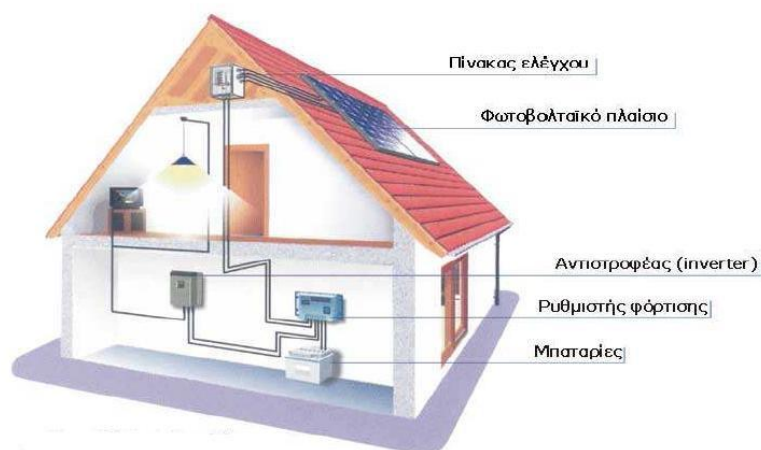
3.5 Κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων

3.5.1 Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι εγκαταστάσεις στις οποίες η παραγόμενη ενέργεια καταναλώνεται εξολοκλήρου από το χρήστη για την κάλυψη του συνόλου ή μέρους των ηλεκτρολογικών του αναγκών. Αποτελούν την ιδανικότερη λύση για απομονωμένες περιοχές που όπου η διασύνδεσή τους με το δίκτυο της ΔΕΗ θα απαιτούσε υψηλό κόστος (Κτενίδης, 2008).

Απαρτίζονται από φωτοβολταϊκές συστοιχίες, μετατροπείς ισχύος (inverters), συσσωρευτές, ρυθμιστές φόρτισης, ηλεκτρονικά συστήματα παρακολούθησης, προστασίας και ελέγχου. Η συστοιχία των συλλεκτών συνδέεται με το ρυθμιστή φόρτισης και κατόπιν με συσσωρευτές αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας (μπαταρίες). Η αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια δύναται να χρησιμοποιηθεί με απ' ευθείας σύνδεση σε συσκευές χαμηλής τάσης (12 ή 24 Volt (V)) ή, μέσω μετατροπέα (inverter) DC/AC, με σύνδεση σε συσκευές τάσης δικτύου (230 Volt (V)).

Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών εντοπίζονται στις διαφημιστικές πινακίδες, τους αναμεταδότες, τις κεραίες κινητής τηλεφωνίας, στο φωτισμό δρόμων κ.ά. Στις περιπτώσεις που εξυπηρετούν οικιακό καταναλωτή δεν χαρακτηρίζονται ως επενδυτικά συστήματα και κατά συνέπεια δεν φορολογούνται.



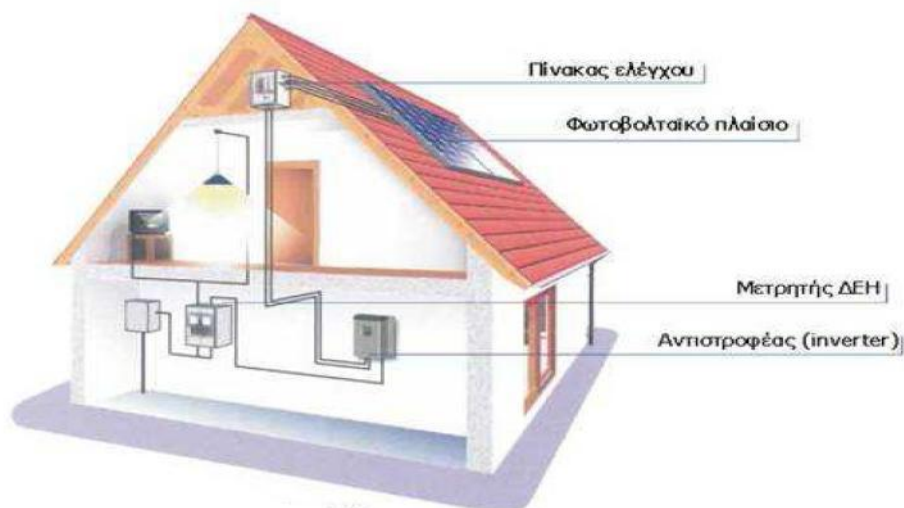
Εικόνα 11: Παράδειγμα Λειτουργίας Αυτόνομου Φωτοβολταϊκού Συστήματος
Πηγή: <http://www.hyperionee.gr/stand-alone-pumping-systems/>

3.5.2 Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία αποτελούνται από φωτοβολταϊκές συστοιχίες, μετατροπείς ισχύος (inverters), ηλεκτρονικά συστήματα παρακολούθησης, προστασίας και ελέγχου, καλωδιώσεις, βάσεις στήριξης των πλαισίων.

Το πλεονέκτημα των διασυνδεδεμένων συστημάτων είναι ότι δύνανται να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες από το δίκτυο της ΔΕΗ όταν η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια δεν αρκεί. Αντίστροφα, μπορούν να διοχετεύσουν (πωλήσουν) την περίσσεια αυτής στο δίκτυο εξοικονομώντας χρήματα. Η συστοιχία των συλλεκτών, συνδέεται με μετατροπέα (inverter) DC/ AC, και κατόπιν, μετά από απαραίτητες ασφαλιστικές διατάξεις διασυνδέεται με το δίκτυο της ΔΕΗ μέσω ενός νέου μετρητή καταγραφής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι παραγόμενες KWh καταμετρούνται από την ΔΕΗ ταυτόχρονα με την καταμέτρηση της ενέργειας που καταναλώνεται.

Το φωτοβολταϊκό πάρκο αποτελεί παράδειγμα διασυνδεδεμένου συστήματος των οποίων η εγκατεστημένη ισχύς υπερβαίνει τα 20 KW. Στον οικιακό τομέα τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τυπική ισχύ 5 KW έως 20 KW κι εγκαθίστανται στις οροφές και τις προσόψεις κτιρίων (Παπαδάκης, 2010).



Εικόνα 12: Παράδειγμα Λειτουργίας Διασυνδεδεμένου Φωτοβολταϊκού Συστήματος
Πηγή: <http://www.green-tech.com.gr/photovoltaics.php?ips>

3.5.3 Υβριδικά φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα υβριδικά συστήματα είναι συνδυασμός ηλιακού φωτοβολταϊκού συστήματος με άλλη μορφή ενέργειας όπως ανεμογεννήτρια ή πετρελαιοκινητήρες. Κατά αυτόν τον τρόπο, δύο πηγές ενέργειας τροφοδοτούν τις συστοιχίες των συσσωρευτών και η ενέργεια διοχετεύεται στην εγκατάσταση με σκοπό την αδιάκοπη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Η επιλογή ενός τέτοιου συστήματος προϋποθέτει καλή έρευνα οικονομοτεχνικών στοιχείων με την αντίστοιχη εύνοια των μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής.

3.6 Επιπτώσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων

Οι επιπτώσεις από τα φωτοβολταϊκά συστήματα εστιάζονται στον περιβαλλοντικό και οικονομικό παράγοντα. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον διακρίνονται σε αυτές που αφορούν στην κατασκευή, στην περίοδο λειτουργίας και σε αυτές που αφορούν στην τελική τους διάθεση μετά το πέρας του ωφέλιμου χρόνου ζωής τους (ο οποίος ανέρχεται σε 30 χρόνια περίπου).

3.6.1 Θετικές Επιπτώσεις

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού, που αποτελεί μια καθαρή και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αντί της χρήσης συμβατικών καυσίμων, έχει θετικές συνέπειες καθώς συμβάλλει στη μείωση εκπομπών διοξειδίου του

άνθρακα που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και άλλων βλαβερών ρύπων που απειλούν τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Συγκεκριμένα, η παραγωγή μιας κιλοβατώρας (1 KWh) από φωτοβολταϊκά συστήματα, με την παράλληλη αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων για τη δραστηριότητα αυτή, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης στην ατμόσφαιρα 1 Kg διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Αντίστοιχα για κάθε εγκατεστημένο KW αποτρέπεται η έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όπου ισοδύναμα θα απαιτούνταν 2 στρέμματα δάσους ή 100 δένδρα για να απορροφηθεί η εν λόγω ποσότητα (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2011).

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα παρουσιάζουν αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (25 χρόνια). Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί απευθείας ακόμα και σε πολύ μικρή κλίμακα, σε επίπεδο μερικών δεκάδων Watt. Το κόστος παραγωγής ενέργειας είναι μηδενικό, εφόσον δεν απαιτείται κατανάλωση πρώτων υλών. Επιπλέον, απαιτείται ελάχιστη συντήρηση που περιορίζεται στον περιοδικό έλεγχο των καλωδίων και στον καθαρισμό των επιφανειών τους ώστε να παραμένουν αποδοτικά. Η αποκατάσταση της λειτουργίας τους σε περίπτωση βλάβης ή η επέκταση του συστήματος λόγω αυξανόμενων αναγκών των χρηστών (προσθήκη νέων πλαισίων) μπορεί να πραγματοποιηθεί με ευκολία λόγω της σπονδυλωτής μορφής του συστήματος. Παρόλα αυτά, κάποια πιθανή βλάβη σε συστοιχίες αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι δυνατόν να προκαλέσει σχετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, όπως έκρηξη ή διαφυγή επικίνδυνων αερίων και ουσιών. Οι πιθανότητες πρόκλησης κάποιας βλάβης μπορούν όμως να ελαχιστοποιηθούν με τακτικό έλεγχο των συσσωρευτών, αερισμό, ειδική ηλεκτρική εγκατάσταση στον χώρο των συσσωρευτών και αυτόνομο σύστημα ανίχνευσης αερίων.

Σημαντικό γεγονός αποτελεί η ενεργειακή ανεξαρτησία που παρέχεται στο χρήστη καθώς δίνεται η δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές. Η παραγωγή και κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί τοπικά αποφεύγοντας τις απώλειες μεταφοράς και διανομής και το κόστος για την δημιουργία νέων γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος σε περιοχές που δεν καλύπτονται από το υφιστάμενο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού, εξοικονομώντας 10% σε σχέση με τη συμβατική παροχή μέσω του δικτύου ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζει ενεργειακή ανεξαρτησία στον χρήστη. Θετικό στοιχείο αποτελεί επίσης το γεγονός ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι υβριδικά, μπορούν δηλαδή να συνδυαστούν και με άλλες μορφές ενέργειας για μεγαλύτερη απόδοση. Επίσης, η παραγωγή ηλεκτρισμού ενός φωτοβολταϊκού συστήματος ακολουθεί την εποχιακή ζήτηση σε ηλεκτρισμό και παρουσιάζει

μέγιστη παράγωγη την περίοδο όπου υπάρχει μεγάλη ζήτηση (δηλαδή κατά τους θερινούς μήνες) βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου και την αποφυγή τυχών διακοπών του ηλεκτρικού ρεύματος black-out (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2011).

Ως προς τον οικονομικό παράγοντα η αυξανόμενη διείσδυση των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην ελληνική αγορά μπορεί να δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας σε τοπικό επίπεδο ενώ σε κρατικό να αποφέρει σημαντικά φορολογικά έσοδα.

Τέλος, λόγω της φύσης των χρησιμοποιούμενων υλικών (τα οποία είναι κοινά με τα δομικά υλικά), τα φωτοβολταϊκά μπορούν να ενσωματωθούν εύκολα στο κέλυφος των κτιρίων ή σε ελεύθερα οικόπεδα εντός οικισμών, χωρίς να δημιουργούν προβλήματα αισθητικής φύσης. Ωστόσο σε αυτή την περίπτωση το κόστος εγκατάστασης του συστήματος μπορεί να αυξηθεί και να μειωθεί η απόδοση του. Αντίθετα μάλιστα, τα φωτοβολταϊκά προσφέρονται για καινοτόμες και δημιουργικές αρχιτεκτονικές εφαρμογές (Πήτας, 2008 και Hinrichs, 2002).

Σε ότι αφορά το στάδιο της τελικής διάθεσης των φωτοβολταϊκών, αυτό αντιμετωπίζεται πλέον και νομοθετικά, καθώς είναι υποχρεωτική η ανακύκλωση των πλαισίων, των συσσωρευτών (εάν υπάρχουν) και των ηλεκτρονικών μερών του συστήματος. Ήδη, σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχει δημιουργηθεί η πρώτη μονάδα ανακύκλωσης φωτοβολταϊκών πλαισίων (στη Γερμανία) αν και ο μεγάλος όγκος "απορριμμάτων" προς ανακύκλωση αναμένεται μετά από δύο τουλάχιστον δεκαετίες (Ασημακόπουλος, 2007).

3.6.2 Αρνητικές Επιπτώσεις

Το ηλιακό δυναμικό της χώρας αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων. Παρόλα αυτά, δεν έχει υπάρξει μια οργανωμένη πολιτική προώθησης για την ανάπτυξη της παραγωγικής διαδικασίας. Αντίθετα, η έλλειψη πολιτικής για τη γη, η λύση των επιδοτήσεων και των κινήτρων για εύκολες εισροές οδήγησε πολλούς αγρότες-καλλιεργητές να στραφούν σε τέτοιου είδους επενδύσεις. Έτσι, παρέχονται μεγάλες εκτάσεις καλλιεργήσιμης γης που υπόκεινται σε πιέσεις και διαβρώσεις για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων αντικαθιστώντας τις καλλιέργειες τους σε βάθος είκοσι χρόνων. Οι ενέργειες αυτές αλλοιώνουν τη γεωργική γη καταστρέφοντας τους παραγωγικούς πόρους της χώρας περιορίζοντας ακόμη περισσότερο τη συμβολή του πρωτογενούς κλάδου στην οικονομία (Μπριασούλης, 2011).

Επιπλέον, το φυσικό τοπίο υφίσταται σημαντική αλλοίωση, με τις φωτοβολταϊκές συστοιχίες, τις περιφράξεις, τις αντανakλάσεις που πραγματοποιούνται από τις επιφάνειές τους προκαλώντας διακοπή της συνοχής του τοπίου. Η απαίτηση αποφυγής σκίασης των φωτοβολταϊκών πλαισίων έχει ως αποτέλεσμα την απουσία δένδρων και βλάστησης στο ευρύτερο τοπίο, αποτρέποντας την ανάπτυξη ήπιων μορφών εναλλακτικού τουρισμού, του αγροτουρισμού. Η παρέμβαση στην ανάπτυξη της χλωρίδας έχει ως αποτέλεσμα την διαταραχή του οικοσυστήματος καθώς επηρεάζεται παράλληλα και η πανίδα της περιοχής. Σημαντικός είναι και ο κίνδυνος για την πρόκληση πυρκαγιών από τις γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας που διέρχονται από δασώδεις εκτάσεις.

Οι περιβαλλοντικές οχλήσεις που δημιουργούνται αφορούν στην αισθητική υποβάθμιση-αλλοίωση του τοπίου κατά τη φάση κατασκευής και λειτουργίας των φωτοβολταϊκών συστημάτων και στο θόρυβο που προκαλείται κατά την εγκατάστασή τους. Ο βαθμός όχλησης αυξάνεται ανάλογα με το μέγεθος των συστημάτων. Η νομοθεσία κατατάσσει τα φωτοβολταϊκά συστήματα (ισχύος < 500KW) στις μη οχλούσες δραστηριότητες καθώς έχουν αθόρυβη λειτουργία και αυτά μεγαλύτερης ισχύος στις δραστηριότητες χαμηλής όχλησης με μοναδικό γνώμονα την κατάληψη χώρου. Οι εν δυνάμει οχλήσεις που προκύπτουν από τη χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων εστιάζονται στις προδιαγραφές που πρέπει να πληρούν οι συσσωρευτές (σε αυτόνομα συστήματα) και στην αισθητική ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στον περιβάλλοντα χώρο. Η ορθή χωροθέτηση κατά τη διάρκεια σχεδιασμού, η δυνατότητα παροχής εναλλακτικών θέσεων εγκατάστασης καθώς και η συμμετοχή των κοινωνικών ομάδων που σχετίζονται με την περιοχή μπορούν να περιορίσουν τις αρνητικές επιπτώσεις (Ασημακόπουλος, 2007).

Περιβαλλοντικά η παραγωγή της ηλιακής ενέργειας δεν συνοδεύεται από επιβλαβείς ρύπους αλλά η φάση κατασκευής των πλαισίων έχει ως αποτέλεσμα κάποιο ελάχιστο ποσό μόλυνσης. Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός ότι αν η τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων πραγματοποιηθεί σε περιοχές με βλάστηση αντικαθίσταται μια εν δυνάμει ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, η βιομάζα.

Το βασικό μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι το σχετικά μεγάλο κόστος αγοράς, με αποτέλεσμα η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας να κοστίζει περισσότερο από αυτή που παράγεται με την χρήση άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αιολική ενέργεια, βιομάζα) ή συμβατικών πηγών ενέργειας (πετρέλαιο, γαιάνθρακες). Το κόστος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος εξαρτάται από την τεχνολογία των πλαισίων, το μέγεθός του (την εγκατεστημένη ισχύ), τη δυσκολία εγκατάστασης και την απόσταση του από το δίκτυο της ΔΕΗ. Μια ενδεικτική τιμή

ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (KW) ηλεκτρικής ισχύος είναι 6000 ευρώ και η κάλυψη των αναγκών μιας τυπικής οικιακής μονάδας γίνεται από 1,5 έως 3,5 (KW). Επομένως, γίνεται αντιληπτό ότι το κόστος εγκατάστασης είναι αρκετά υψηλό. Εξαιτίας αυτού, οι επιδοτήσεις που δίνονται είναι αρκετά μεγάλες σε σχέση με άλλες τεχνολογίες ΑΠΕ και γίνεται συνεχής νομοθετική προσπάθεια για απλούστευση των διαδικασιών χορήγησης άδειας με σκοπό εκτός από τα περιβαλλοντικά οφέλη μια τέτοια επένδυση να είναι οικονομικά βιώσιμη. Επιπλέον, οι συνεχείς τεχνολογικές εξελίξεις εκτιμάται ότι θα συμβάλλουν στη μείωση κόστους και στην αύξηση της απόδοσης των συστημάτων αυτών.

3.7 Θεσμικό πλαίσιο

3.7.1 Κριτήρια Χωροθέτησης

Τα κριτήρια χωροθέτησης θεσπίζονται βάσει εθνικών και κοινοτικών πολιτικών και δεσμεύσεων, λαμβάνοντας ως κύρια προτεραιότητα την προστασία του περιβάλλοντος ή την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων από την υλοποίηση ενός έργου, της διαθεσιμότητας των φυσικών πόρων, τη λειτουργικότητα και την απόδοση των εγκαταστάσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρατηρείται γεωγραφική ανισοκατανομή μεταξύ των περιοχών που έχουν τη δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (διαθέσιμη πρώτη ύλη) και των περιοχών με αυξημένη ζήτηση για κατανάλωση (μεγάλα αστικά κέντρα που δεν διαθέτουν πρώτη ύλη).

Περιοχές προτεραιότητας για τη χωροθέτηση μεγάλων εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη την απαίτηση μεγάλων επιφανειών εγκατάστασης, θεωρούνται οι άγονες και αθέατες περιοχές σε χαμηλό υψόμετρο, με δυνατότητες διασύνδεσης με τα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα, ως ζώνες αποκλεισμού ορίζονται περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, πολιτιστικής κληρονομιάς και οικιστικών δραστηριοτήτων. Συγκεκριμένα, ορίζονται:

- οι οριοθετημένες αρχαιολογικές Ζώνες Προστασίας Α και τα κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς,
- οι περιοχές απόλυτης Προστασίας και Προστασίας της Φύσης, οι πυρήνες των Εθνικών Δρυμών και τα αισθητικά δάση,
- οι οικότοποι προτεραιότητας του Εθνικού Καταλόγου του Ευρωπαϊκού Οικολογικού Δικτύου NATURA 2000 της Οδηγίας 92/43,

· οι περιοχές με αξιολογη βλάστηση (δάση, συμπαγείς θαμνώνες κ.ά.), οι περιοχές πλησίον οικισμών, που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν ακουστική ή οπτική όχληση όπως θα αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων,

· η γεωργική γη Α' προτεραιότητας.

Στις ζώνες προστασίας ορεινών όγκων, ρεμάτων, ευαίσθητων περιοχών και στις δασικές εκτάσεις παρέχεται η δυνατότητα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων σύμφωνα με το θεσμικό πλαίσιο της προκείμενης περιοχής και κατόπιν αξιολόγησης των επιπτώσεων και τη λήψη των αντίστοιχων μέτρων.

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 19500/2004 η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων με ισχύς μικρότερη αυτής των 0,5 MW επιτρέπεται σε παραδοσιακούς οικισμούς, σε περιοχές ιστορικών τμημάτων πόλεων και διατηρητέα κτίρια κατόπιν έγκρισης της αρμόδιας ΕΠΑΕ ως προς την ένταξή τους στο χώρο.

Περιοχές όπου επιτρέπεται η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε αγροτεμάχια, σύμφωνα με τη Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Ρυθμιστικού Σχεδίου Αττικής του 2011 και λαμβάνοντας ως κύρια συνιστώσα το περιοριστικό παράγοντα του εδαφικού πόρου της Περιφέρειας σε σχέση με τη συγκέντρωση λειτουργιών σε αυτόν, ορίζονται οι εξής:

✓ γήπεδα εντός ή εκτός σχεδίου, που βρίσκονται μέσα σε επιχειρηματικές ζώνες και εμπορευματικά πάρκα. Σε αυτές περιλαμβάνονται και τα υφιστάμενα Βιομηχανικά και Βιοτεχνικά Πάρκα (ΒΙΠΑ - ΒΙΟΠΑ), καθώς και οι ζώνες χονδρεμπορίου,

✓ εγκαταστάσεις αεροδρομίων και μεγάλων σιδηροδρομικών σταθμών, λιμανιών και γενικά επί εγκαταστάσεων συγκοινωνιακών υποδομών.

Οι αποστάσεις εγκατάστασης των Φ/Β συστημάτων από τις πιο πάνω ζώνες όπως επίσης και τα κριτήρια-κανόνες χωροθέτησης των συνοδευτικών έργων, καθορίζονται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, σύμφωνα με τα γενικά κριτήρια της νομοθεσίας και τους τυχόν ειδικούς κανονισμούς και πρότυπα, που έχουν θεσμοθετηθεί για ορισμένες κατηγορίες συνοδευτικών έργων. Με βάση τα πιο πάνω, δεν μπορούν να διατυπωθούν συγκεκριμένα κριτήρια χωροθέτησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας (με εξαίρεση τις κατηγορίες ζωνών αποκλεισμού), παρά μόνον προδιαγραφές και κανόνες εγκατάστασης κατά περίπτωση (στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης) (Ασημακόπουλος, 2007).

3.7.2 Εμπλεκόμενοι φορείς στο χώρο της ηλεκτρικής ενέργειας

Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.)

Η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας είναι μια ανεξάρτητη διοικητική αρχή που συγκροτήθηκε τον Ιούλιο του 2000 με το Ν.2773/1999 στο πλαίσιο εναρμόνισης με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες 2003/54/ΕΚ και 2003/55/ΕΚ για τον ηλεκτρισμό και το φυσικό αέριο.

Η Ρ.Α.Ε. είναι υπεύθυνη για τη χορήγηση αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα και από ανανεώσιμες πηγές ενέργειες καθώς και για την παρακολούθηση της τιμολόγησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Στις αρμοδιότητές της περιλαμβάνεται επίσης:

- η διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας,
- η πρόβλεψη για την αναμενόμενη μελλοντική ζήτηση και η εφαρμογή μέτρων για την κάλυψη της ανώτατης ζήτησης,
- η παρακολούθηση της ποιότητας της συντήρησης του Συστήματος και του Δικτύου,
- η προστασία του περιβάλλοντος στα πλαίσια των δεσμεύσεων της χώρας απέναντι στους ευρωπαϊκούς στόχους που έχουν θεσπισθεί,
- η επιβολή προστίμων στους παραβάτες,
- η ενίσχυση της παραγωγικότητας και της ανταγωνιστικότητας της εθνικής οικονομίας και
- η ισόρροπη περιφερειακή ανάπτυξη.

Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε.)

Η δημιουργία Διαχειριστή του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας υλοποιήθηκε με τις διατάξεις του άρθρου 14 του Ν.2773/1999. Σκοπός της ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε. είναι η λειτουργία, η εκμετάλλευση, η διασφάλιση της συντήρησης και μέριμνα για την ανάπτυξη του Συστήματος σε ολόκληρη τη χώρα, καθώς και των διασυνδέσεών του με άλλα δίκτυα ώστε να διασφαλίζεται ο εφοδιασμός της χώρας με ηλεκτρική ενέργεια με τρόπο επαρκή, ασφαλή, οικονομικά αποδοτικό και αξιόπιστο.

Οι λειτουργίες της ΔΕΣΜΗΕ Α.Ε. αφορούν:

- στην παροχή πρόσβασης στο Σύστημα των κατόχων άδειας παραγωγής ή προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας,

- στη σύνδεση της ΔΕΗ Α.Ε. με το Σύστημα,
- στην κατανομή του φορτίου ηλεκτρικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις παραγωγής,
- στη λήψη μέτρων για την εξασφάλιση εφεδρείας ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος από τους παραγωγούς, τους προμηθευτές, τον κύριο του Συστήματος και το Διαχειριστή του Δικτύου,
- στη διαχείριση της ροής ενέργειας στο Σύστημα,
- στην εξασφάλιση αξιοπιστίας και αποδοτικότητας του Συστήματος και μέριμνα για τη διαθεσιμότητα των αναγκαίων επικουρικών υπηρεσιών και
- στη σύναψη συμβάσεων αγοράς ή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας όταν απαιτείται.

Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ Α.Ε.)

Η ΔΕΗ ιδρύθηκε τον Αύγουστο του 1950 προς όφελος του δημοσίου συμφέροντος για τη διάθεση ηλεκτρικού ρεύματος στη χαμηλότερη δυνατή τιμή, και με σκοπό τη χάραξη και εφαρμογή μιας εθνικής ενεργειακής πολιτικής, εκμεταλλεύοντας τους εγχώριους πόρους. Από τον Ιανουάριο του 2001 λειτουργεί ως ανώνυμη εταιρεία.

Η ΔΕΗ κατέχει την αποκλειστική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εκτός των περιπτώσεων παραγωγής από ΑΠΕ, υβριδικούς σταθμούς και αυτοπαραγωγούς. Έχει υπό την ιδιοκτησία της το Εθνικό Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας και διαχειρίζεται αποκλειστικά το Δίκτυο Διανομής. Επιπλέον, είναι ο μοναδικός προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας στους Μη Επιλέγοντες Πελάτες (καταναλωτές που οι εγκαταστάσεις τους είναι συνδεδεμένες με Απομονωμένα Μικροδίκτυα).

Οι κύριοι σκοποί της εταιρίας σύμφωνα με το καταστατικό της είναι:

- η άσκηση εμπορικής και βιομηχανικής δραστηριότητας στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα και στο εξωτερικό,
- η μελέτη, επίβλεψη, κατασκευή, εκμετάλλευση, συντήρηση και λειτουργία εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπως και δικτύων μεταφοράς και διανομής,
- η προμήθεια καθώς και η πώληση ηλεκτρικής ενέργειας,
- η εξόρυξη, η παραγωγή και η προμήθεια ενεργειακών πρώτων υλών.

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.)

Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) ιδρύθηκε με το Προεδρικό Διάταγμα 375/1987, έχει οικονομική και διοικητική αυτοτέλεια και εποπτεύεται από

το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Αποτελεί τον εθνικό φορέα για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), την Ορθολογική Χρήση Ενέργειας (ΟΧΕ) και την Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΕΞΕ).

Η λειτουργία του αφορά στην προώθηση εφαρμογών μέσω ΑΠΕ και γενικά στην εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση της ενέργειας. Συγκεκριμένα, πραγματοποιεί έρευνες και μελέτες για την ανάπτυξη ενεργειακών τεχνολογιών με σκοπό την υλοποίησή τους στην αγορά. Επιπλέον, έχει υπό την επίβλεψή του το σχεδιασμό πολιτικής για την προώθηση των ΑΠΕ, την ανάπτυξη των απαραίτητων υποδομών και την υποστήριξη επενδυτικών προγραμμάτων. Τέλος, συμμετέχει σε επιστημονικά και εκπαιδευτικά σεμινάρια, παρέχει τεχνικές υπηρεσίες για την ενημέρωση κάθε ενδιαφερόμενου επενδυτή (Υπουργείο Εσωτερικών, 2008).

3.7.3 Αδειοδοτική Διαδικασία

Η φάση της αδειοδοτικής διαδικασίας διαφέρει ανάλογα με την κατηγορία επένδυσης που σχετίζεται με την θέση εγκατάστασης και την ισχύ ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Έτσι, προκύπτουν:

- Φωτοβολταϊκά Συστήματα έως 10 KWp σε στέγες κτιρίων,
- Φωτοβολταϊκά Συστήματα σε Βιομηχανικές Στέγες,
- Φωτοβολταϊκά Συστήματα σε Αγροτεμάχια.

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά την περίπτωση από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε αγροτεμάχια.

Για φωτοβολταϊκούς σταθμούς με ισχύ έως 500 KWp (0,5 MWp), που χαρακτηρίζονται ως μη οχλούσες δραστηριότητες, *δεν απαιτείται*:

- ✓ άδεια παραγωγής,
- ✓ άδεια εγκατάστασης,
- ✓ άδεια λειτουργίας,
- ✓ έγκριση περιβαλλοντικών όρων (ΕΠΟ), εκτός ειδικών περιπτώσεων,

ενώ απαιτείται:

- ✓ ύπαρξη δικαιώματος αποκλειστικής χρήσης του χώρου,
- ✓ υποβολή αίτησης για τη διατύπωση προσφοράς σύνδεσης με τη ΔΕΗ,
- ✓ βεβαίωση απαλλαγής από Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ), η οποία χορηγείται από την Περιφέρεια,

- ✓ η έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από την Πολεοδομία,
- ✓ σύναψη σύμβασης σύνδεσης με τη ΔΕΗ,
- ✓ σύναψη σύμβασης αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με το ΔΕΣΜΗΕ.

Για συστήματα με ισχύ από 500 KWp έως 1000 KWp (1 MWp), που εντάσσονται στις δραστηριότητες με χαμηλή όχληση, τα βήματα που απαιτούνται είναι τα ίδια με την εξαίρεση ότι απαιτείται η έγκριση περιβαλλοντικών όρων.

Για συστήματα με ισχύ μεγαλύτερη των 1000 KWp (1 MWp), που εντάσσονται στις δραστηριότητες με χαμηλή όχληση, τα βήματα που απαιτούνται είναι τα εξής:

- ✓ η τεκμηρίωση ύπαρξης δικαιώματος αποκλειστικής χρήσης του χώρου,
- ✓ η έκδοση άδειας παραγωγής από τη ΡΑΕ,
- ✓ η άδεια εγκατάστασης από την Περιφέρεια (που προϋποθέτει και έγκριση ΕΠΟ όπου αυτή απαιτείται),
- ✓ η έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από την Πολεοδομία,
- ✓ η προσφορά όρων σύνδεσης από τη ΔΕΗ,
- ✓ η σύναψη σύμβασης σύνδεσης με τη ΔΕΗ,
- ✓ η υπογραφή της σύμβασης αγοραπωλησίας με το ΔΕΣΜΗΕ,
- ✓ η έκδοση άδειας λειτουργίας από την Περιφέρεια

(Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2011).

Διαδικασία	Θεσμικό Πλαίσιο
Άδεια Παραγωγής	Άρθρο 3 Ν.3468/2006
	Άρθρο 9 Ν.2773/1999
	Ν. 3175/2003
	Ν. 2941/2001
	Ν. 2244/1994
	Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλ. Ενέργειας με χρήση ΑΠΕ (ΦΕΚ Β' 448)
Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση & Αξιολόγηση (Π.Π.Ε.Α.) - Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο)	Ν. 165/85 για την προστασία περιβάλλοντος
	Ν. 3010/02 περί κατάταξης δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων για Ε.Π.Ε.
	Κ.Υ.Α 104247/2006 ΦΕΚ 663/Β/25-6-2006
	Κ.Υ.Α 104248/2006 ΦΕΚ 663/Β/25-6-2006
Άδεια Εγκατάστασης & Άδεια Λειτουργίας	Άρθρο 8 Ν.3468/2006
	Ν. 2244/1994
	Κ.Υ.Α. Δ6/Φ1/οικ.13310/10.07.2007

Πίνακας 9: Θεσμικό πλαίσιο που διέπει την αδειοδοτική διαδικασία των σταθμών
ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε φάση

Πηγή: Υπουργείο Εσωτερικών, 2008

Η αίτηση για άδεια παραγωγής συνοδεύεται από Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Π.Π.Ε.) όταν κρίνεται απαραίτητο. Τα περιεχόμενα και οι προδιαγραφές της αίτησης καθορίζονται από τον Κανονισμό Αδειών Παραγωγής, από τον Οδηγό Αξιολόγησης Αιτήσεων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ και Μικρή ΣΗΘ και από την ίδια τη Ρ.Α.Ε. Τα κριτήρια αφορούν κυρίως στην εθνική ασφάλεια, την προστασία δημόσιας υγείας, την προστασία περιβάλλοντος και την ενεργειακή αποδοτικότητα του έργου σε συνδυασμό με την προστασία του επενδυτή. Η Ρ.Α.Ε. που είναι αρμόδια για την αξιολόγηση των αιτήσεων διαβιβάζει όσες προκρίνονται στην αρχή που είναι αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση, η οποία γνωμοδοτεί στη Ρ.Α.Ε. σε διάστημα 60 ημερών. Στη συνέχεια, η Ρ.Α.Ε. υποβάλλει τη γνωμοδότησή της εντός τεσσάρων μηνών στο Υπουργείο Ανάπτυξης Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας από τη Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας όπου τελικά χορηγεί την άδεια παραγωγής. Η άδεια παραγωγής χορηγείται για χρονικό διάστημα μέχρι 25 ετών με δυνατότητα ανανέωσης (Ασημακόπουλος, 2007).

Για την εγκατάσταση έργων ΑΠΕ ανεξαρτήτου κατηγορίας που πραγματοποιούνται σε προστατευόμενες περιοχές Ramsar, Natura 2000, εθνικούς δρυμούς και αισθητικά δάση η άδεια εκδίδεται με κοινή απόφαση του υπουργού ανάπτυξης και του κατά περίπτωση αρμόδιου υπουργού. Για εγκατάσταση έργων ΑΠΕ που ανήκουν στην 2^η υποκατηγορία της Α' κατηγορίας (*έργα και δραστηριότητες τα οποία ενδέχεται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον*) απαιτείται η διεξαγωγή Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) προκειμένου να επιβάλλονται ειδικοί όροι και περιορισμοί για την προστασία του περιβάλλοντος). Για εγκατάσταση έργων ΑΠΕ που ανήκουν στην 3^η ή 4^η υποκατηγορία της Β' κατηγορίας (*έργα και δραστηριότητες που χαρακτηρίζονται από τοπικές και μη σημαντικές μόνο επιπτώσεις στο περιβάλλον και υπόκεινται σε γενικές προδιαγραφές, όρους και περιορισμούς που τίθενται για την προστασία του περιβάλλοντος*) απαιτείται η διεξαγωγή Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης & Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και Περιβαλλοντικής Έκθεσης (Π.Ε.) αντίστοιχα.

Η αίτηση υποβάλλεται στη Ρ.Α.Ε. συνοδευόμενη από μια Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, η οποία τη διαβιβάζει στην Ειδική Υπηρεσία Περιβάλλοντος (Ε.Υ.ΠΕ.) του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ή στη Δ/νση Περιβάλλοντος Χωροταξίας (ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ.) της οικείας Περιφέρειας. Οι Διευθύνσεις αυτές ελέγχουν την πληρότητα του φακέλου εισηγούνται του περιεχομένου του, διαβιβάζοντάς τον στις αντίστοιχες αρμόδιες αρχές για γνωμοδότηση. Στη συνέχεια, κατατίθεται η Μ.Π.Ε ή η Π.Π.Ε.Α. η οποία εγκρίνεται από την ίδια αρχή. Σε περίπτωση θετικής γνωμοδότησης ακολουθεί η διαδικασία Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων που υποβάλλεται στην Διεύθυνση Σχεδιασμού και Ανάπτυξης οικείας Περιφέρειας και μεταβιβάζεται επίσης στην Ειδική Υπηρεσία Περιβάλλοντος (Ε.Υ.ΠΕ.) του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ή στη Δ/νση Περιβάλλοντος Χωροταξίας (ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ.) της οικείας Περιφέρειας. Η απόφαση Έγκρισης ή μη Περιβαλλοντικών Όρων εκδίδεται από τους υπουργούς Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και κατά περίπτωση, από τον υπουργό Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων ή τον υπουργό Πολιτισμού, ή από τον γενικό γραμματέα της οικείας Περιφέρειας, ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει το έργο. Η απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων ισχύει για δέκα (10) έτη (Ασημακόπουλος, 2007).

Ταυτόχρονα με την άδεια εγκατάστασης πραγματοποιείται η έκδοση προσφοράς σύνδεσης από τον αρμόδιο διαχειριστή, η έκδοση απόφασης έγκρισης των περιβαλλοντικών όρων και η άδεια επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση. Η άδεια

λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ισχύει για είκοσι (20) τουλάχιστον έτη και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρονικό διάστημα.

Τέλος, η άδεια λειτουργίας χορηγείται με την απόφαση του εκάστοτε οργάνου που είναι αρμόδιο.

Ο αυξημένος αριθμός εμπλεκόμενων φορέων, η πολυπλοκότητα της διαδικασίας, ο χρόνος περάτωσης των διαδικασιών και γνωμοδοτήσεων είναι μερικά από τα προβλήματα που εντοπίζονται και δημιουργούν ίσως έναν αποτρεπτικό παράγοντα για επενδύσεις. Αξίζει πάντως να αναφερθεί, ότι κάποια από τα προβλήματα οφείλονται κυρίως στο γεγονός μη ύπαρξης κριτηρίων χωροθέτησης κι επίσης λόγω της διασποράς των χρήσεων γης.

Με Αίτηση για Άδεια Παραγωγής		Με Άδεια Παραγωγής		Με Δεσμευτική Προσφορά Σύνδεσης	
έως τέλος 2010	έως τέλος 2011	έως τέλος 2010	έως τέλος 2011	έως τέλος 2010	έως τέλος 2011
4255,00	6995,69	1564,60	3290,96	524,90	2797,87
Με Άδεια Εγκατάστασης		Με σύμβαση Αγοραπωλησίας		Σε Λειτουργία	
έως τέλος 2010	έως τέλος 2011	έως τέλος 2010	έως τέλος 2011	έως τέλος 2010	έως τέλος 2011
320,20	428,61	497,40	1701,40	198,30	625,57

Πίνακας 10: Κατάσταση αδειοδοτικής εξέλιξης φωτοβολταϊκών συστημάτων για το έτος 2010 και 2011 (εγκατεστημένη ισχύς)

Πηγή: <http://government.gov.gr/2012/04/09/29058/>

3.7.4 Χρηματοδότηση – Κίνητρα Επενδύτων

Ο Αναπτυξιακός Νόμος 2601/98 και το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας στα πλαίσια του Β' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης την περίοδο 1994-1999 ήταν η πρώτη προσπάθεια για υποστήριξη και προώθηση των ενεργειακών επενδύσεων θεσπίζοντας χρηματοοικονομικά μέτρα και παρέχοντας επιδοτήσεις στους υποψήφιους επενδυτές. Στόχοι των παραπάνω ήταν η συμβολή στην περιφερειακή ανάπτυξη, η αύξηση των θέσεων απασχόλησης, η ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων, η αναδιάρθρωση τομέων και κλάδων παραγωγής, η αξιοποίηση επιχειρηματικών ευκαιριών στον ελληνικό και τον ευρύτερο διεθνή χώρο, η συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Οι ενισχύσεις αφορούσαν σε φοροαπαλλαγές, χορήγηση

χρηματικού ποσού για την επενδυτική δαπάνη, επιχορήγηση τόκων για την υλοποίηση της επένδυσης.

Η επόμενη χρηματοδοτική υποστήριξη των επενδυτών υλοποιήθηκε μέσω του νέου Αναπτυξιακού Νόμου 3299/2004. Ο εν λόγω νόμος είχε ισχυρό περιφερειακό αναπτυξιακό χαρακτήρα. Η επικράτεια χωρίστηκε σε τρεις ζώνες και το ποσοστό δημόσιας επιχορήγησης ανά επένδυση διέφερε ανά γεωγραφική περιοχή με τα ιδιαίτερα κοινωνικά χαρακτηριστικά της, όπως υψηλά ποσοστά ανεργίας καθώς και ανάλογα με το μέγεθος της επιχείρησης. Έτσι, η Αττική που ανήκε στην Ζώνη Α είχε 20% κάλυψη δαπάνης του επενδυτικού σχεδίου, 30% φοροαπαλλαγή, 40% επιδότηση του μισθολογικού κόστους. Οι επιχειρήσεις διακρίνονταν σε μεγάλες, μεσαίες, μικρές και πολύ μικρές και στην Αττική η επιδότηση ανερχόταν σε 20%, 30%, 40% και 40% αντίστοιχα (Ορφανού-Νικολάου, 2010).

Το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας (ΕΠΑΝ) κατά την περίοδο 2000-2006 που ανήκε στο Γ' Κοινωνικό Πλαίσιο Στήριξης αφορούσε εξολοκλήρου στην παροχή δημόσιας ενίσχυσης (επιχορηγήσεις) για επενδύσεις στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), στην Ορθολογική Χρήση της Ενέργειας (ΟΧΕ) και στη μικρής κλίμακας (<50 MW) Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ). Κατά τη διάρκεια του προγράμματος υποβλήθηκαν 239 επενδυτικές προτάσεις εκ των οποίων οι 150 αφορούσαν στις ΑΠΕ και οι 11 σε φωτοβολταϊκά συστήματα. Το ελάχιστο ύψος επένδυσης ήταν 44000 ευρώ, με ίδια συμμετοχή 30%. Συγκεκριμένα, για τα φωτοβολταϊκά συστήματα η κρατική επιχορήγηση κυμαινόταν στο 40%-50% εξαρτώμενα από τη γεωγραφική περιοχή εγκατάστασης (Βασιλάκος, 2005).

Πλέον, οι επιδοτήσεις έχουν πάψει κι αναμένεται η ρύθμιση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για επιχορηγήσεις:

- 10% για φωτοβολταϊκούς σταθμούς έως 100 KW,
- 8% για φωτοβολταϊκούς σταθμούς 100 έως 500 KW,
- 6% για φωτοβολταϊκούς σταθμούς άνω των 500 KW έως 2 MW και
- 4% για φωτοβολταϊκούς σταθμούς άνω των 2 MW.

Οι προϋποθέσεις επιδότησης αφορούν στη δέσμευση ότι η τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να έχει κατασκευασθεί σε εργοστάσιο εγκατεστημένο εντός της Ευρώπης ή του ευρωπαϊκού οικονομικού χώρου. Αιτία αυτής της μελλοντικής ρύθμισης αποτελεί η εισχώρηση της ανταγωνιστικής κινέζικης τεχνολογίας στην αγορά των φωτοβολταϊκών συστημάτων ζημιώνοντας τις ευρωπαϊκές μονάδες παραγωγής (Ξένος, 2012).

Παρά τις κρατικές προσπάθειες μέσω θέσπισης νόμων η επενδυτική δραστηριότητα παρέμενε μειωμένη και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων ιδιαίτερα χαμηλή. Η πολυπλοκότητα και χρονοκαθυστέρηση της αδειοδοτικής διαδικασίας καθώς και η μη διασφάλιση ενός σταθερού περιβάλλοντος, που θα εξασφάλιζε εμπιστοσύνη από την πλευρά των επενδυτών για μείωση του επιχειρηματικού ρίσκου, αποτέλεσαν τους βασικούς λόγους των ανωτέρω.

Ταυτόχρονα με τις διεθνείς εξελίξεις και την οικονομική συγκυρία στην οποία περιήλθε η χώρα, η ελληνική κυβέρνηση εξήγγειλε νέα μέτρα στα μέσα του Αυγούστου του 2012 σχετικά με την αγορά των φωτοβολταϊκών συστημάτων (Υ.Α.Π.Ε. /Φ1/2300/οικ.16932 (ΦΕΚ Β' 2317). Συγκεκριμένα, αποφασίσθηκε η διακοπή χορήγησης νέων άδειων παραγωγής και έκδοσης προσφοράς σύνδεσης ενώ παράλληλα αποφασίσθηκε η μη εξέταση των αιτήσεων που βρίσκονται σε εκκρεμότητα. Σχετικά με τα έργα που έχουν ενταχθεί σε διαδικασίες "fast track" ή έχουν ήδη λάβει άδεια παραγωγής ή σε αυτά που δεν απαιτείται αλλά έχουν εξασφαλιστεί όροι σύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΗ η αδειοδοτική διαδικασία συνεχίζεται χωρίς μεταβολές (Σγουρινάκης, 2012).

Επιπλέον, το ενδεχόμενο επιβολής έκτακτης εισφοράς 20% επί των εσόδων από την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ δημιουργεί αρνητικό κλίμα και φόβο, αποτρέπει την ανάπτυξη και την αξιοπιστία για επενδυτική πίστη.

3.7.5 Τιμολόγηση

Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς δέχθηκε τροποποιήσεις τον Αύγουστο του 2012 σύμφωνα με την Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2301/οικ.16933 (ΦΕΚ Β' 2317) και διαμορφώνεται ως εξής:

Χρονική Περίοδος	Διασυνδεδεμένο Σύστημα		Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα
	P > 100 KW	P < 100 KW	
Αύγουστος 2012	180,00	225,00	225,00
Φεβρουάριος 2013	171,90	214,88	214,88
Αύγουστος 2013	164,16	205,21	205,21
Φεβρουάριος 2014	156,78	195,97	195,97
Αύγουστος 2014	149,72	187,15	185,15

Πίνακας 11: Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκούς σταθμούς (€/MWh)

Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2012

3.8 Παραδείγματα εφαρμογών φωτοβολταϊκών πάρκων στην Ελλάδα

3.8.1 Φωτοβολταϊκό πάρκο Φαρσάλων

Το φωτοβολταϊκό πάρκο Φαρσάλων (Ν. Λάρισας) λειτούργησε το Μάρτιο του 2011 και αποτελεί το μεγαλύτερο των Βαλκανίων με εγκατεστημένη ισχύ 10 MW, δυνατότητα ετήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας περίπου 13,5 GWh και απόδοση 5 εκατομμύρια ετησίως. Η συνολική εγκατάσταση καταλαμβάνει περίπου 195 στρέμματα και περιλαμβάνει 42.504 φωτοβολταϊκά πλαίσια.

Ενδεικτικά, η ποσότητα ηλεκτροπαραγωγής δύναται να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες 3730 νοικοκυριών αποφεύγοντας τη λειτουργία σταθμού παραγωγής λιγνίτη και παράλληλα αποτρέποντας 18600 τόνων ρύπων διοξειδίου του άνθρακα κάθε χρόνο (Βλαχάκη, 2012).



Εικόνα 13: Φωτοβολταϊκό πάρκο Φαρσάλων

Πηγή: <http://charikliavlachaki.blogspot.gr/2012/03/blog-post.html#!/2012/03/blog-post.html>

3.8.2 Φωτοβολταϊκό πάρκο στο αεροδρόμιο "Ελευθέριος Βενιζέλος"

Το φωτοβολταϊκό πάρκο που βρίσκεται στη νοτιοανατολική πλευρά του αεροδρομίου "Ελευθέριος Βενιζέλος" λειτούργησε τον Σεπτέμβριο του 2011. Έχει εγκατεστημένη ισχύ 8 MW, καταλαμβάνει έκταση 160 στρεμμάτων και η δυνατότητα ετήσιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι 11 GWh καλύπτοντας τις ενεργειακές ανάγκες του αεροδρομίου κατά 9%. Η επένδυση αυτή κόστισε περίπου 20 εκατομμύρια ευρώ. Η λειτουργία του ισοδυναμεί με μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κατά 10000 τόνους ετησίως.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το φωτοβολταϊκό πάρκο αυτό αποτελεί παγκοσμίως την πρώτη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση σε αεροδρόμιο.



Εικόνα 14: Φωτοβολταϊκό πάρκο στο αεροδρόμιο "Ελευθέριος Βενιζέλος"
Πηγή: <http://www.protothema.gr/environment/article/?aid=148974>,
<http://tech.pathfinder.gr/tech/1609550.html>

3.8.3 Φωτοβολταϊκό πάρκο Θήβας

Το φωτοβολταϊκό πάρκο της Θήβας (Ν. Βοιωτίας) λειτούργησε το Μάρτιο του 2011, έχει εγκατεστημένη ισχύ 7,5 MW και ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 11 GWh αποτρέποντας την έκλυση περίπου 9000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα σε ετήσια βάση. Καταλαμβάνει έκταση 200 στρεμμάτων και έχουν χρησιμοποιηθεί 28.740 πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια.



Εικόνα 15: Φωτοβολταϊκό πάρκο Θήβας
Πηγή: http://www.4green.gr/data/news/preview_news/88576.asp#photo4

3.8.4 Φωτοβολταϊκό πάρκο Λακωνίας

Η σύνδεση του φωτοβολταϊκού πάρκου της Λακωνίας πραγματοποιήθηκε το Δεκέμβριο του 2010. Έχει εγκατεστημένη ισχύ 6 MW και ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 8,4 GWh και στην εικοσαετή του λειτουργία αναμένεται να

αποτραπεί η έκλυση περίπου 130000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα. Για το έργο χρησιμοποιήθηκαν 26676 φωτοβολταϊκά πλαίσια.



Εικόνα 16: Φωτοβολταϊκό πάρκο Λακωνίας

Πηγή: http://www.4green.gr/data/news/preview_news/88576.asp

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

4.1 Swot Analysis για την επιλογή φωτοβολταϊκού πάρκου στο Πεντελικό Όρος

Η Swot Analysis αποτελεί ένα εργαλείο αξιολόγησης της υπάρχουσας κατάστασης και χρησιμοποιείται στη λήψη αποφάσεων. Τα αρχικά της αναφέρονται στα Δυνατά Σημεία (Strengths), στις Αδυναμίες (Weaknesses), που αφορούν σε ενδογενή στοιχεία της επένδυσης και στις Ευκαιρίες (Opportunities) και στους Κινδύνους (Threats) που αφορούν εξωγενείς παράγοντες.

Δυνατά Σημεία

- Η ύπαρξη εκτεταμένης ηλιοφάνειας καθόλη τη διάρκεια του έτους αποτελεί ένα από τα βασικά κριτήρια στις προδιαγραφές των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Το Πεντελικό Όρος βρίσκεται στη Ζώνη της Απτικής που δέχεται μεγάλη ποσότητα ακτινοβολίας με αποτέλεσμα 1KW εγκατεστημένης ισχύς να παράγει περίπου 1400 KWh/έτος.
- Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον καθώς έχουν μηδενική εκπομπή αέριων ρύπων. Μπορούν να αντικαταστήσουν συμβατικά καύσιμα συμβάλλοντας στον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου και της κλιματικής αλλαγής. Συγκεκριμένα, η παραγωγή μιας κιλοβατώρας (1 KWh) από φωτοβολταϊκά συστήματα, με την παράλληλη αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων για τη δραστηριότητα αυτή, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης στην ατμόσφαιρα 1 Kg διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Αντίστοιχα για κάθε εγκατεστημένο KW αποτρέπεται η έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όπου ισοδύναμα θα απαιτούνταν 2 στρέμματα δάσους ή 100 δένδρα για να απορροφηθεί η εν λόγω ποσότητα (Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, 2011).
- Η απόσβεση από την διάθεση του αρχικού κεφαλαίου είναι γρήγορη, περίπου 7 χρόνια (εξαρτάται από το μέγεθος της επένδυσης). Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα πώλησης του πλεονάσματος του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος και η αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας για την εξασφάλιση συνεχούς παροχής.
- Η ύπαρξη εγκατεστημένου δικτύου της ΔΕΗ σε κοντινή απόσταση είναι προϋπόθεση για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκού σταθμού. Η ύπαρξη κατοικημένων περιοχών περιμετρικά του Πεντελικού Όρους εξασφαλίζει αυτήν την παράμετρο.

- Η πλεονάζουσα παραγόμενη ενέργεια θα διοχετευθεί στους εγγείς δήμους για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών δημόσιων κτιρίων όπως σχολεία, μονάδες κοινωνικής πρόνοιας και δημόσιοι οργανισμοί, αθλητικά κέντρα. Το γεγονός αυτό θα συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία ευρύτερης περιοχής.
- Ένα έργο τέτοιου μεγέθους και σκοπού θα δημιουργεί πληθώρα θέσεων εργασίας διαφορετικών κλάδων τονώνοντας την ψυχολογία και την οικονομία της τοπικής κι ευρύτερης αγοράς.

Αδυναμίες

- Το νομοθετικό πλαίσιο για τα φωτοβολταϊκά συστήματα παρουσιάζει πολλές αδυναμίες σχετικά με τη χωροθέτησή τους. Επιπλέον, η αδειοδοτική διαδικασία που είναι ούτως ή άλλως χρονοβόρα, λόγω της συμμετοχής πλήθους υπηρεσιών, ενδέχεται να δημιουργήσει επιπρόσθετα κωλύματα λόγω της ιδιαίτερης φύσης της περιοχής εγκατάστασης.
- Το Πεντελικό Όρος αποτελεί ένα δάσος που έχει υποστεί πολλές φορές την καταστροφή των πυρκαγιών με αποτέλεσμα στο μεγαλύτερο τμήμα του να έχει κυρηχθεί αναδασωτέο. Έτσι, οι δασικές εκτάσεις στις οποίες επιτρέπεται η τοποθέτηση φωτοβολταϊκού πάρκου είναι περιορισμένες και σε συνδυασμό με την πλήρωση κριτηρίων για μέγιστη απόδοση η επιλογή εκτάσεων γίνεται ιδιαίτερα δύσκολη.
- Μεγάλο πρόβλημα αποτελεί το αμφιλεγόμενο ιδιοκτησιακό καθεστώς καθώς εκτός από το δημόσιο, μεγάλη έκταση διεκδικεί η εκκλησία.
- Με το Ν.755/1988 έχουν θεσπισθεί οι ζώνες χρήσεων γης για το Πεντελικό Όρος. Για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού θα απαιτηθεί η αλλαγή χρήσης της έκτασης και η δέσμευσή της για τουλάχιστον 25 χρόνια.
- Το κόστος της αρχικής επένδυσης προβλέπεται να είναι αρκετά υψηλό.

Ευκαιρίες

- Θέσπιση συμμετοχής των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση σε ποσοστό 20% και συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση σε ποσοστό 40% μέσω της ευρωπαϊκής οδηγίας 2009/28/ΕΚ.
- Αξιοποίηση των φυσικών διαθέσιμων της χώρας με βάση το εθνικό συμφέρον και με σεβασμό προς το περιβάλλον.
- Αναμένεται σταδιακή μείωση του κόστους με την ανάπτυξη της τεχνολογίας.

Κίνδυνοι

- Η υλοποίηση της επένδυσης ενδέχεται να συναντήσει εμπόδια λόγω του αμφιλεγόμενου ιδιοκτησιακού καθεστώτος.
- Τα αιολικά πάρκα αποτελούν ανταγωνιστική επένδυση καθώς συνοδεύονται από πιο ολοκληρωμένο θεσμικό πλαίσιο κι επιπλέον η εγκατάστασή τους σε αναδασωτέες εκτάσεις μπορεί να υλοποιηθεί κατόπιν μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Το αρνητικό στοιχείο που παρατηρείται είναι η συνεχής μείωση της τιμής διάθεσης του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος και η διαρκώς αυξανόμενη φορολογία.

ΙΣΧΥΡΑ ΣΗΜΕΙΑ	ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ
<ul style="list-style-type: none"> ✓εκτεταμένη ηλιοφάνεια ✓μηδενική εκπομπή αέριων ρύπων ✓ύπαρξη δικτύου ΔΕΗ σε κοντινή απόσταση ✓σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ σε ελκυστικές τιμές ✓γρήγορη απόσβεση ✓οικονομική ελάφρυνση πλησιέστερων δήμων ✓δυνατότητα επεκτασιμότητα ισχύος ✓δημιουργία θέσεων εργασίας 	<ul style="list-style-type: none"> ✓αδυναμίες νομοθετικού πλαισίου ✓κατάληψη μεγάλου χώρου κηρυγμένων αναδασωτέων εκτάσεων ✓χρονοβόρες αδειοδοτικές διαδικασίες λόγω ευαισθησίας του χώρου (Δασικές Εκτάσεις) ✓μη διακριτό ιδιοκτησιακό καθεστώς ✓εκτεταμένη έκταση κάλυψης ✓δέσμευση έκτασης για μεγάλο χρονικό διάστημα
ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ	ΚΙΝΔΥΝΟΙ
<ul style="list-style-type: none"> ✓απελευθέρωση αγοράς ενέργειας ✓20% συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας ✓σταδιακή μείωση κόστους με ανάπτυξη της τεχνολογίας 	<ul style="list-style-type: none"> ✓σύγκρουση χρήσεων γης λόγω αμφιλεγόμενου ιδιοκτησιακού καθεστώτος ✓ανταγωνιστική επένδυση τα αιολικά πάρκα λόγω καλύτερου θεσμικού πλαισίου ✓συνεχής μείωση της τιμής διάθεσης του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος

Πίνακας 12: Swot Analysis για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου στο Πεντελικό Όρος

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

4.2 Περιγραφή Περιοχής Μελέτης

4.2.1 Γεωγραφικά – Ιστορικά Στοιχεία

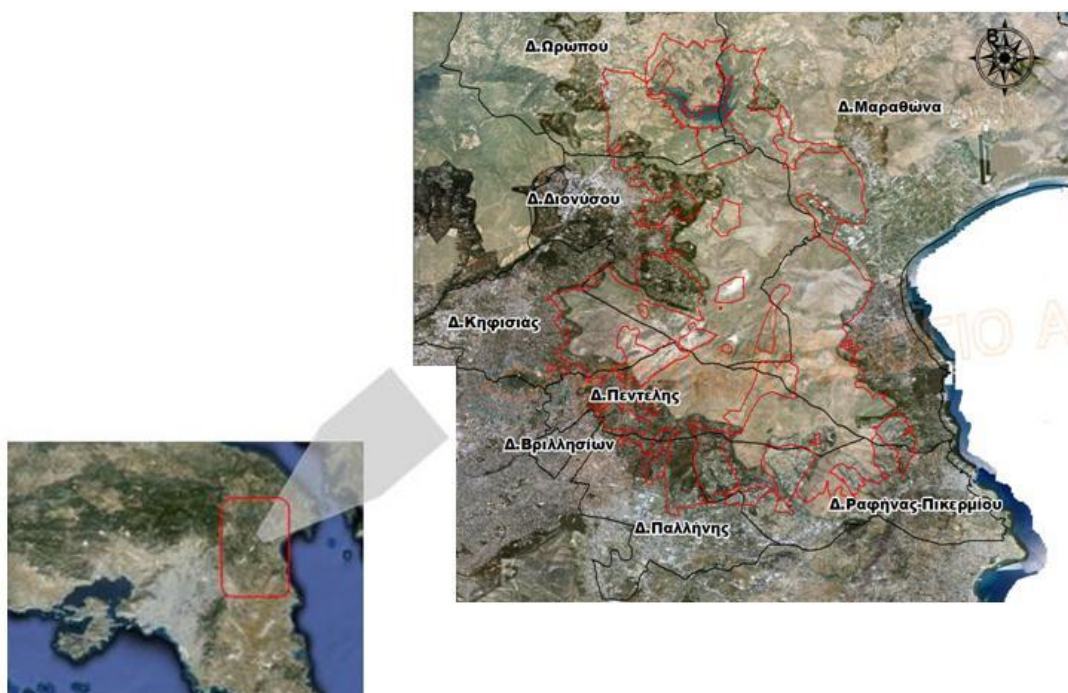
Το Πεντελικό Όρος εντοπίζεται στο βορειοανατολικό τμήμα του λεκανοπεδίου Αττικής. Το μεγαλύτερο μέρος της έκτασής του περιλαμβάνεται στο ανατολικό τμήμα του Δήμου Διονύσου ενώ παράλληλα καλύπτει το Δήμο Πεντέλης σχεδόν στο σύνολό του. Περιλαμβάνει ένα μικρό τμήμα νοτιοανατολικά του Δήμου Ωρωπού ενώ καλύπτει μεγάλο τμήμα νοτιοδυτικά του Δήμου Μαραθώνα. Νότια η έκτασή του εισχωρεί στο βόρειο τμήμα των Δήμων Παλλήνης και Ραφήνας-Πικερμίου ενώ καταλαμβάνει αρκετή έκταση στο ανατολικό τμήμα του Δήμου Κηφισιάς.

Σύμφωνα με τη νέα διοικητική οργάνωση που ορίζεται από το Πρόγραμμα Καλλικράτης (Ν.3852/2010, ΦΕΚ 87/Α/7-6-2010) η Περιφέρεια Αττικής χωρίζεται πλέον σε οχτώ Περιφερειακές Ενότητες. Έτσι, το Πεντελικό Όρος διοικητικά ανήκει στην Περιφερειακή Ενότητα Βορείου Τομέα Αθηνών (Δήμος Κηφισιάς, Πεντέλης, Βριλησσιών) και στην Περιφερειακή Ενότητα Ανατολικής Αττικής (Δήμος Ωρωπού, Μαραθώνα, Διονύσου, Παλλήνης, Ραφήνας-Πικερμίου).



Χάρτης 1: Απεικόνιση Πεντελικού Όρους σε σχέση με τις Περιφερειακές Ενότητες Αττικής

Πηγή: <http://geodata.gov.gr/geodata/>, *Ιδία Επεξεργασία*



Χάρτης 2: Απεικόνιση ορίων Πεντελικού Όρους σε σχέση με τους γειτονικούς Δήμους

Πηγή: <http://geodata.gov.gr/geodata/>, *Ιδία Επεξεργασία*

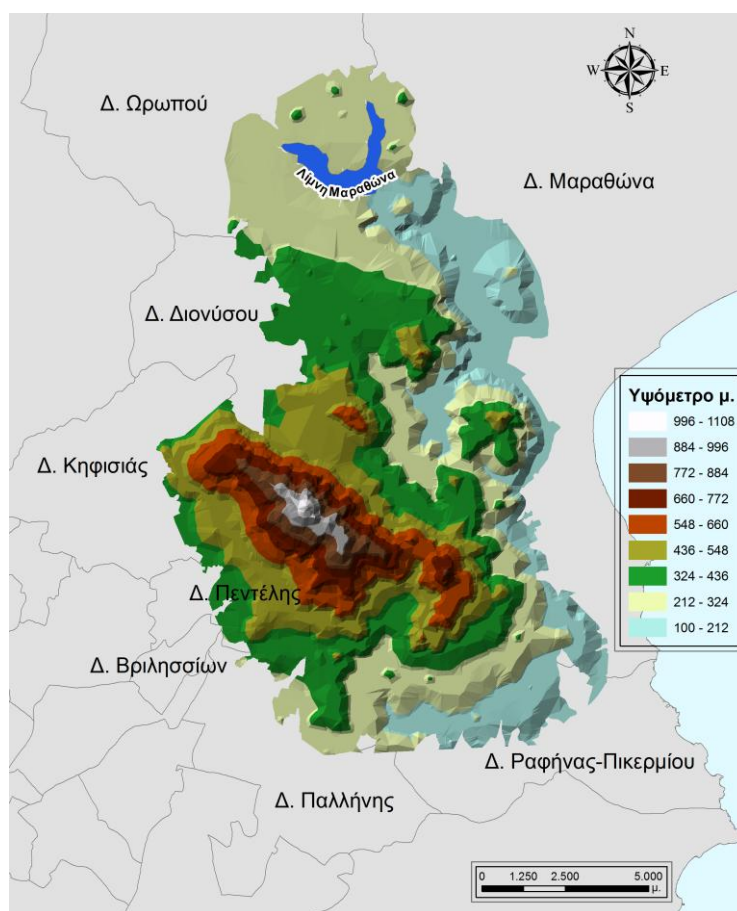
Κατά την αρχαιότητα το Πεντελικό Όρος ονομαζόταν Βριλησσός, από το λαό Βριλ που κατοικούσε στους πρόποδες του όρους. Η μετέπειτα ονομασία της περιοχής εικάζεται ότι προέρχεται από το «Πύλη εν (ή εν τω) τέλι» ή «Πέντε Έλη».

Εντός των ορίων του Πεντελικού Όρους βρίσκεται η τεχνητή λίμνη του Μαραθώνα, που κατασκευάστηκε το 1930 με σκοπό την υδροδότηση της πόλης. Σε κοντινή απόσταση βρίσκεται ο τύμβος του Μαραθώνα, όπου δόθηκε η θρυλική μάχη το 490 π.Χ. Γεγονός αποτελεί η ύπαρξη αμέτρητων λατομείων ιδιαίτερα στην περιοχή του Διονύσου που πραγματοποιούνταν εξόρυξη μαρμάρου ήδη από τα αρχαία χρόνια, υλικό από το οποίο χτίστηκε ο Παρθενώνας, το Ερεχθείο, τα προπύλαια της Ακρόπολης, το Θησείο, ο ναός του Ολυμπίου Διός και η Ακαδημία Αθηνών στους νεώτερους χρόνους. Στη νοτιοδυτική πλευρά του βουνού, σε υψόμετρο 720μ., βρίσκεται η "Σπηλιά Νταβέλη", του γνωστού λήσταρχου.

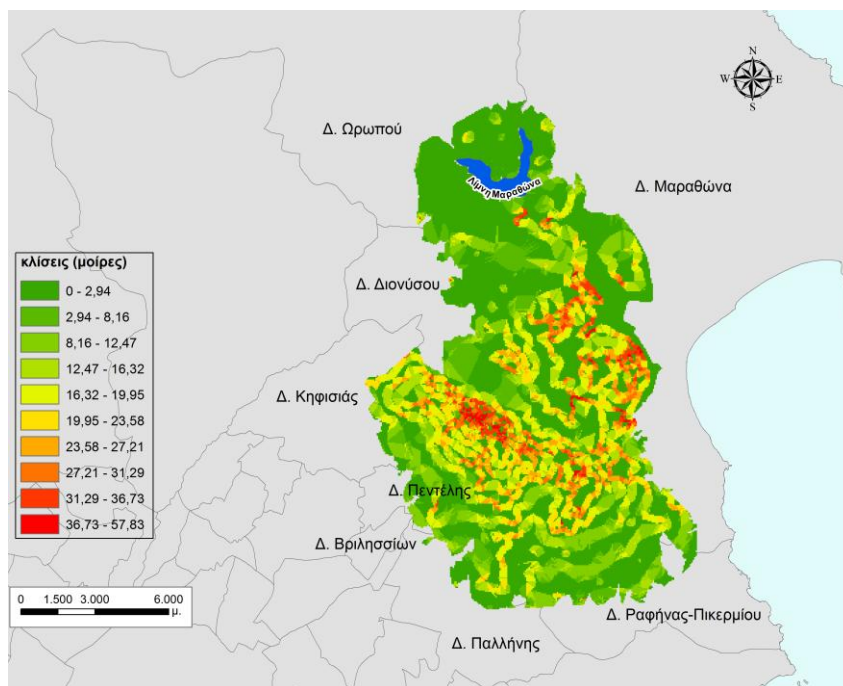
Στους νότιους πρόποδες του εγκαταστάθηκε η ιερά μονή Πεντέλης στις αρχές του 16ου αιώνα. Η ευρύτερη περιοχή και η μεγαλύτερη έκταση του βουνού ανήκε στη μονή και στον ιδιοκτήτη της, τον Άγιο Τιμόθεο. Περιμετρικά του ναού άρχισαν να οικοδομούνται παραδοσιακοί οικισμοί, ορισμένοι από τους οποίους ακόμη και σήμερα είναι εκτός σχεδίου πόλεως.

4.2.2 Μορφολογικά – Γεωλογικά Στοιχεία

Το Πεντελικό Όρος αποτελεί τον δεύτερο ψηλότερο ορεινό όγκο της Αττικής μετά την Πάρνηθα, με υψόμετρο που ανέρχεται στα 1106μ. και υψηλότερη κορυφή αυτή του Πυργαρίου να εντοπίζεται στο κεντρικό τμήμα του Όρους. Η διεύθυνση ανάπτυξης καθορίζεται επίσης από τα υψώματα της Μπύρζας στα 897μ. και του Αγίου Παντελεήμονα στα 870μ. και προσδιορίζεται ως βορειοδυτική-νοτιοανατολική. Η μορφολογία του χαρακτηρίζεται από ήπιες κλίσεις, που φθάνουν έως το 24%, με αποστρογγυλωμένες κορυφές, που διαφοροποιούνται ανάλογα με τη φύση και θέση των γεωλογικών σχηματισμών (Μερτζάνης, Σκοτίδα, Ευθυμίου και Ζακυνθινός, 2004).

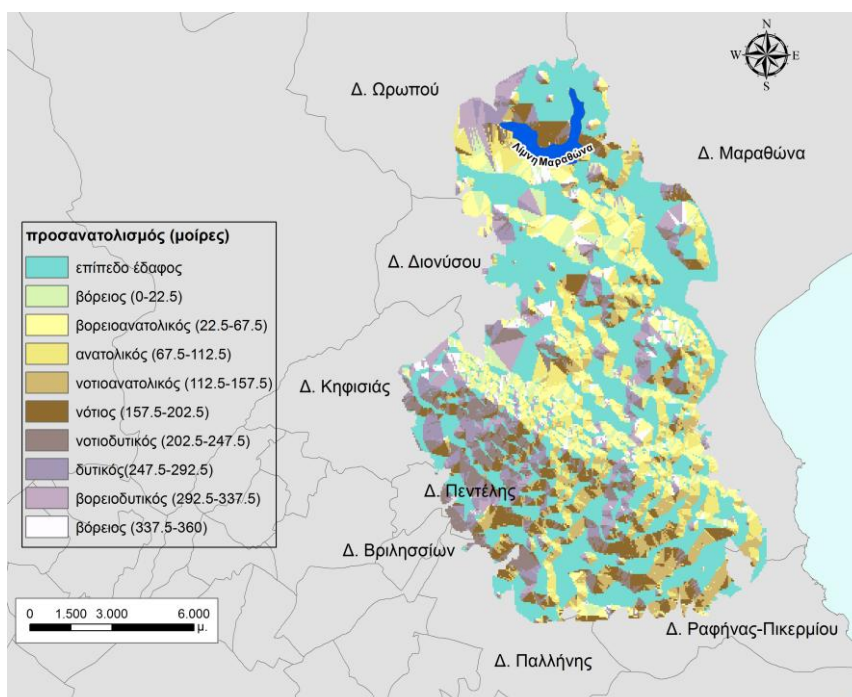


Χάρτης 3: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους Πεντελικού Όρους
Πηγή: Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας, *Ιδία Επεξεργασία*



Χάρτης 4: Κλίσεις Πεντελικού Όρους

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

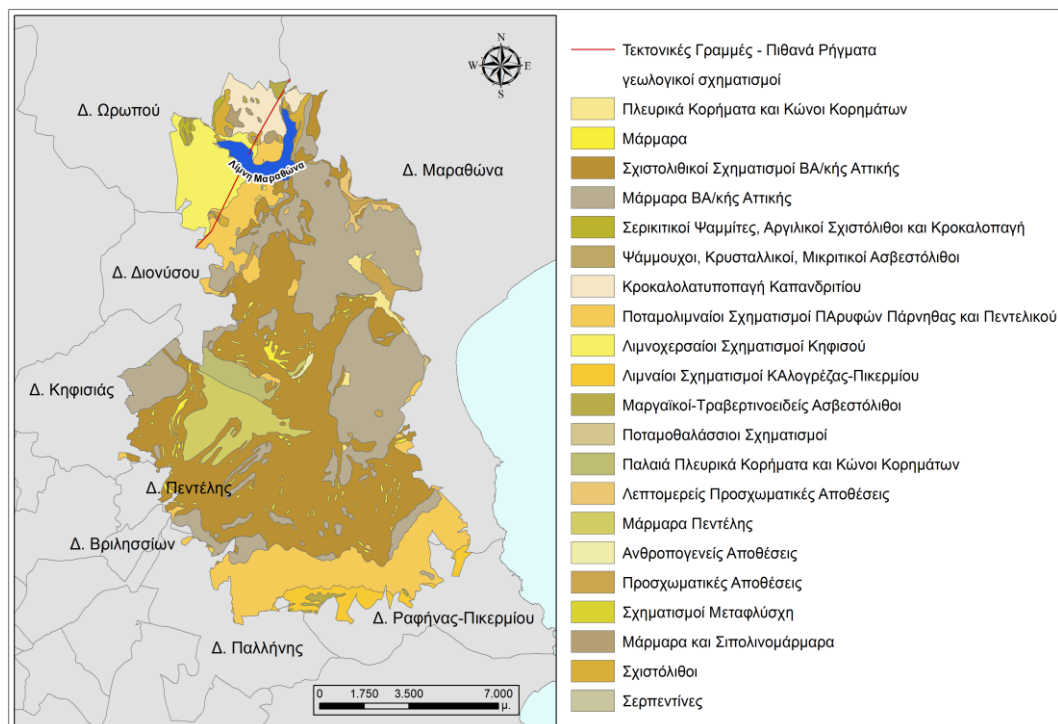


Χάρτης 5: Προσανατολισμός εδάφους Πεντελικού Όρους

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Από γεωλογικής άποψης το Πεντελικό Όρος εντάσσεται τεκτονικά στην Αττικοκυκλαδική Ζώνη. Δομικά, αποτελείται από μεσοζωικής ηλικίας, κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα, μάρμαρα και μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους. Η στρωματογραφική διάρθρωσή του είναι το κατώτερο μάρμαρο, που αποτελεί το

υπόστρωμα και τον πυρήνα της μορφολογικής έξαρσης, οι μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι της Καισαριανής, που αναπτύσσονται επάνω από το κατώτερο μάρμαρο και το ανώτερο μάρμαρο, το οποίο επικρατεί στις ανώτερες μορφολογικά ζώνες και διαμορφώνει τα υψηλότερα τμήματα των προλόφων του Πεντελικού όρους (Κίλιας, Βουδούρης, Κατερινόπουλος και Καβούρη, 2004).



Χάρτης 6: Γεωλογικοί σχηματισμοί Πεντελικού Όρους

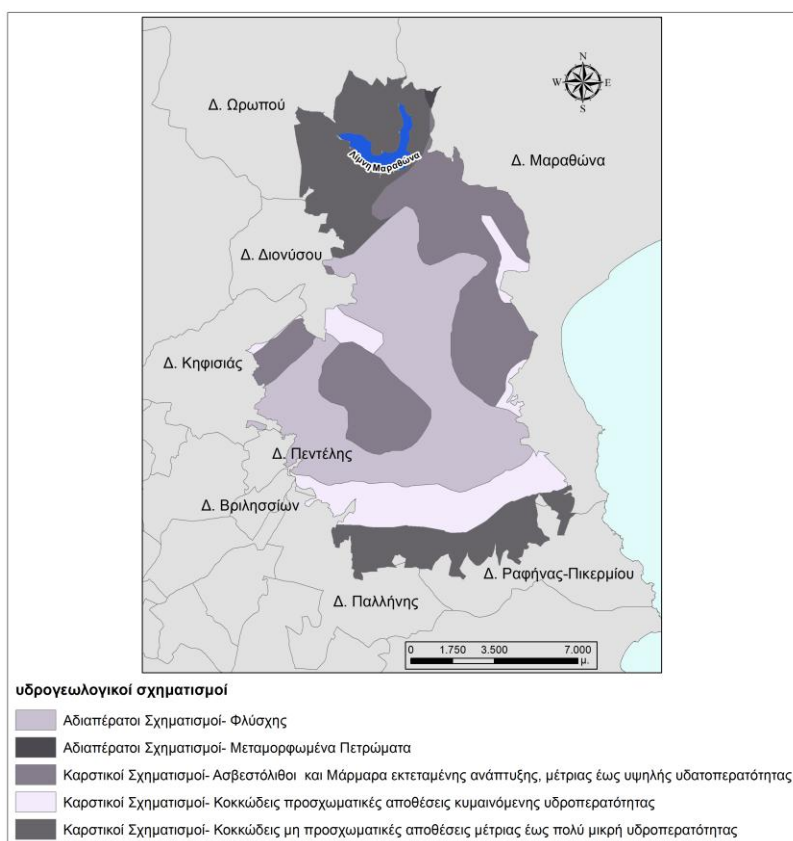
Πηγή: Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας, Ίδια Επεξεργασία

Η εκμετάλλευση μαρμάρου του Πεντελικού Όρους ξεκίνησε, όπως αναφέρθηκε, ήδη από τα αρχαία χρόνια. Τα αρχαία λατομεία του Πεντελικού μαρμάρου βρίσκονταν κυρίως στη ΝΔ πλάγια του Πεντελικού όρους, στη σημερινή κοιλάδα της Σπηλιάς, σε υψόμετρο 700μ. Υπολογίζεται η ύπαρξη τουλάχιστον 25 λατομείων η εξόρυξη των οποίων απέδιδε 400.000 κυβικά μέτρα όγκων. Εξόρυξη στο Πεντελικό όρος πραγματοποιούνταν επίσης στο βορειανατολικό τμήμα του, στα ανώτατα τμήματα της κοιλάδας της Χούνης.

Η εξόρυξη του μαρμάρου πραγματοποιούνταν με την «επιφανειακή» μέθοδο, με κάθετα ή κλιμακωτά μέτωπα εξόρυξης, ενώ τα τελευταία χρόνια εφαρμόστηκε και η «υπόγεια» γνωστή ως μέθοδος «θαλάμων και στύλων». Η εκμετάλλευση του μαρμάρου στο νοτιοδυτικό τμήμα του Όρους διακόπηκε με νόμο για περιβαλλοντικούς λόγους το 1976, απαγορεύοντας τις ανατινάξεις θέτοντας ανενεργά την πλειοψηφία των λατομείων. Η μορφολογική τους αποκατάσταση πραγματοποιήθηκε με επιχωμάτωση των προϊόντων εκσκαφής των

κατασκευαζόμενων οδικών αξόνων ταχείας κυκλοφορίας της Αττικής Οδούς. Παρόλα αυτά, η παραγωγή συνεχίστηκε για αρκετά χρόνια στην ανατολική πλευρά της Πεντέλης, ωστόσο η ετήσια παραγωγή ογκομαρμάρων στην περιοχή της Αττικής μειώθηκε σημαντικά από 50.000 στα 20.000 περίπου κυβικά μέτρα (Πελεκάση, 2010).

Τα λατομεία συμβάλλουν στην υποβάθμιση των ορεινών όγκων όντας είτε ενεργά, είτε ανενεργά κι εγκαταλελειμμένα. Σε κάθε περίπτωση, η αποκατάσταση των χώρων αυτών συμβάλλει στην επαναφορά του φυσικού ανάγλυφου, στην αναβάθμιση του τοπίου, της βλάστησης και της φυσικής ζωής αλλά και σε επίπεδο λειτουργίας, μπορούν να αντικατασταθούν από κάποια ήπια δραστηριότητα αναψυχής (Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας, 2011).



Χάρτης 7: Υδρογεωλογικοί σχηματισμοί Πεντελικού Όρους
Πηγή: Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας, *Ιδία Επεξεργασία*

4.2.3 Κλιματολογικά Στοιχεία

Το γεωγραφικό πλάτος και το υψόμετρο αποτελούν τους κυρίαρχους παράγοντες διαμόρφωσης κλίματος σε μια περιοχή. Στους ορεινούς όγκους η αύξηση του υψομέτρου συνεπάγεται μείωση θερμοκρασίας και υγρασίας παρόλο που αυξάνονται οι βροχοπτώσεις. Το Πεντελικό Όρος χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα

ξηρό κλίμα στη νοτιοδυτική πλευρά του. Έως το υψόμετρο των 500-550μ. παρατηρείται ασθενές θερμο-μεσογειακό βιοκλίμα (100 έως 125 ξερές μέρες το χρόνο) ενώ από το υψόμετρο αυτό και άνω παρατηρείται έντονο μεσογειακό βιοκλίμα (75 έως 100 ξερές μέρες το χρόνο). Βορειοανατολικά το κλίμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως υγρό καθώς δέχεται την επίδραση της θάλασσας. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στην περιοχή ανέρχεται στα 500 mm, ενώ οι χιονοπτώσεις χαρακτηρίζονται ως μέσες – υψηλές με 10 ημέρες χιονιού ανά έτος, οι οποίες εμφανίζονται κυρίως στα υψηλά σημεία του ορεινού όγκου και διαρκούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, κατά τη χειμερινή περίοδο (Μερτζάνης, Σκοτίδα, Ευθυμίου και Ζακυνθινός, 2004).

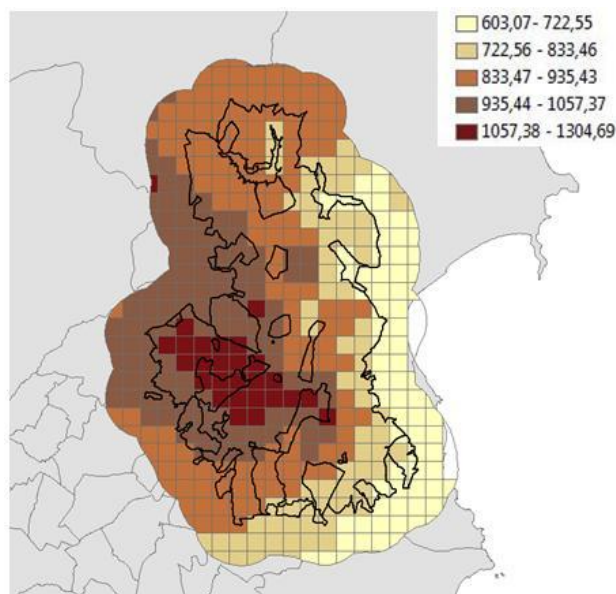
Στη λεωφόρο της Πεντέλης, στο λόφο Κουφού σε υψόμετρο 495μ. είναι εγκατεστημένος σταθμός Βαθμονόμησης Μετεωρολογικών Οργάνων του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης το οποίο διαθέτει στοιχεία σχετικά με τη θερμοκρασία αέρα, την ατμοσφαιρική πίεση, τη σχετική υγρασία, τη βροχόπτωση, την ηλιακή ακτινοβολία κ.ά.



Εικόνα 17: Μετεωρολογικός σταθμός Πεντέλης του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης και όργανο μέτρησης της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο, με χρήση στεφάνης σκίασης
Πηγή: Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης

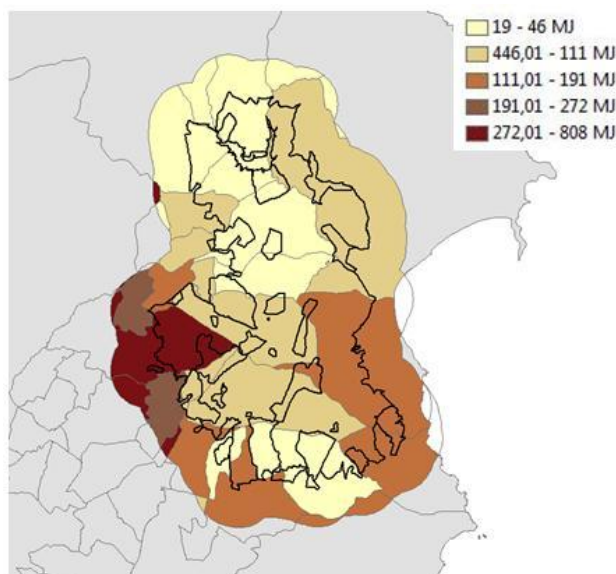
Με τη μέθοδο βαθμομερών θέρμανσης μπορεί να εκτιμηθεί η ζήτηση θερμότητας στην εκάστοτε περιοχή. Οι βαθμομέρες είναι ένα μέτρο διακύμανσης της εξωτερικής θερμοκρασίας μιας περιοχής και ένας δείκτης για το πόσο “βαρύ” είναι το κλίμα της. Μέσου αυτού του δείκτη μπορεί να υπολογισθεί η ανάγκη για ενέργεια (Κατσουλάκος, Καλιαμπάκος).

Για τη σύνταξη των παρακάτω χαρτών επεκτάθηκε περιμετρικά η περιοχή μελέτης κατά 2000μ. Σκοπός αυτής της ενέργειας είναι να αποτιμηθεί η απαιτούμενη ενέργεια στις γύρω περιοχές και να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο στη χωροθέτηση της φωτοβολταϊκής μονάδας.



Χάρτης 8: Βαθμομέρες θέρμανσης Πεντελικού Όρους
Πηγή: <http://geodata.gov.gr/geodata/>, *Ιδία Επεξεργασία*

Όπως είναι αναμενόμενο στο ανατολικό τμήμα του Πεντελικού Όρους που βρίσκεται κοντά στην θάλασσα παρατηρούνται χαμηλότερες τιμές ενώ αυτές αυξάνονται προς το εσωτερικό του.



Χάρτης 9: Ζήτηση ενέργειας για θέρμανση από νοικοκυριά πλησίον του Πεντελικού Όρους
Πηγή: <http://geodata.gov.gr/geodata/>, *Ιδία Επεξεργασία*

4.2.4 Υδρολογικά Στοιχεία

Όσον αφορά στα υδρολογικά στοιχεία το Πεντελικό Όρος διαθέτει τέσσερις ορεινές υδρολογικές λεκάνες πρώτης τάξης σύμφωνα με την Ειδική Γραμματεία Υδάτων του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

Βορειοανατολικά υπάρχει η υδρολογική λεκάνη της λίμνης του Μαραθώνα, βορειοδυτικά η υδρολογική λεκάνη του χειμαρροποτάμου του Κηφισσού, νοτιοδυτικά η υδρολογική λεκάνη ρεμάτων Πεντέλης και Βριλησσιών ενώ νοτιοανατολικά η υδρολογική λεκάνη του χειμάρρου Ραφήνας.

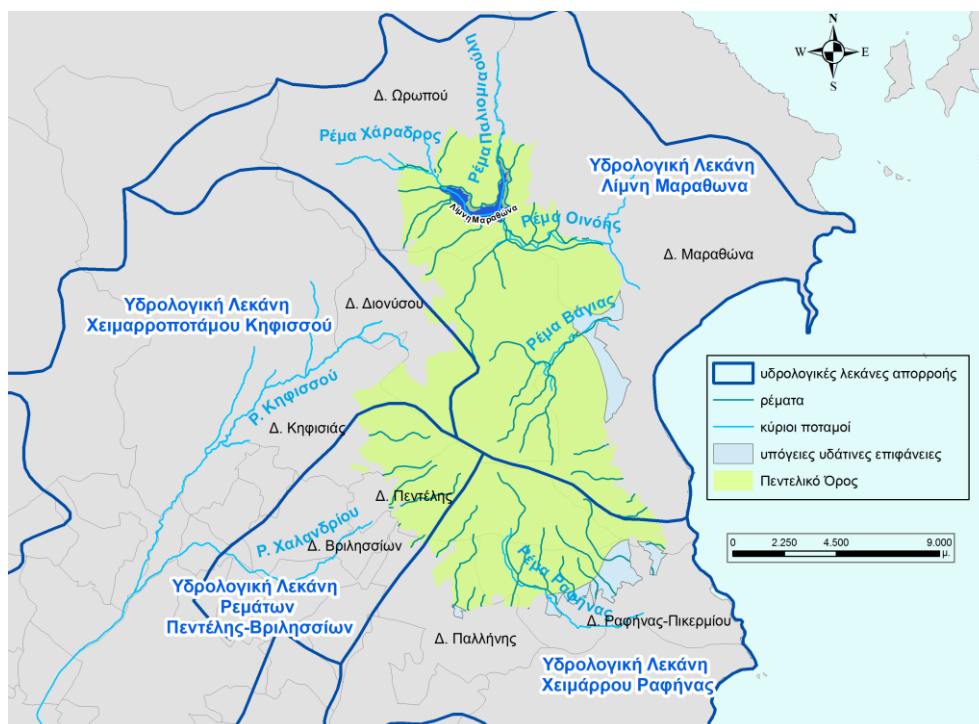
Το μεγαλύτερο ποτάμι που εντοπίζεται στην περιοχή είναι ο Κηφισσός, η λεκάνη απορροής του οποίου ορίζεται από το Όρος Αιγάλεω, την Πάρνηθα, τον Υμηττό και το Πεντελικό Όρος. Ο Κηφισσός προστατεύεται από το ΠΔ 632Δ/94. Οι παραπόταμοι του Κηφισσού που τροφοδοτούνται από το Πεντελικό Όρος είναι το ρέμα Πύρνας ή Κοκκινάρα στην περιοχή της Κηφισιάς, το ρέμα Χελιδονούς, Φασιδέρι, Διονύσου και Εκάλης στην ευρύτερη περιοχή. Σημαντικός παραπόταμος του Κηφισσού είναι και το Ρέμα Ποδονίφτη που τροφοδοτείται από τις νοτιοδυτικές πηγές του Πεντελικού Όρους και περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό μικρών ρεμάτων, τα οποία ενώνονται και σχηματίζουν τον κύριο κλάδο του ρέματος Χαλανδρίου.

Το ρέμα Χάραδρος, που δημιουργείται στις βορειοανατολικές παρυφές της Πάρνηθας, εκβάλλει στη τεχνητή λίμνη του Μαραθώνα αποτελώντας τον κυριότερο τροφοδότη της. Στα μέσα του ποταμού έχει κατασκευαστεί ταμιευτήρας για την υδροδότηση της Αθήνας. Παραπόταμος του είναι το ρέμα Οινόης που εκβάλλει στον κόλπο της Νέας Μάκρης.

Το ρέμα Ραφήνας βρίσκεται στους νότιους πρόποδες του Πεντελικού Όρους και διέρχεται από ανεπτυγμένες ουσιαστικά περιοχές καταλήγοντας στο λιμάνι της περιοχής.

Η τεχνητή λίμνη του Μαραθώνα δημιουργήθηκε με την συμβολή του ρέματος Χάραδρου και Βαρνάβα. Η κατασκευή του φράγματος πραγματοποιήθηκε το 1929 με σκοπό την τροφοδότηση της Αθήνας σε νερό σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Η τροφοδότησή του γίνεται από τους ταμιευτήρες της Υλίκης και του Μόρνου μέσω του Υδραγωγείου Υλίκης και του Ενωτικού Υδραγωγείου Μόρνου - Υλίκης. Το τεχνητό αυτό έργο εντάχθηκε πλήρως στο φυσικό περιβάλλον ευνοώντας ο μικροκλίμα της περιοχής, τονώνοντας μάλιστα τη χλωρίδα και τη πανίδα (Κοσμάκη και Πολυχρονόπουλος, 2004).

Εκτεταμένες υπόγειες υδροφόρες επιφάνειες που προκαλούνται από την υπερχείλιση των υπόγειων υδάτων εντοπίζονται στο βορειοανατολικό και νότιο τμήμα του Πεντελικού όρους και σε μεγάλο βάθος. Αυτές αξιοποιούνται μέσω γεωτρήσεων, κυρίως, για την κάλυψη αρδευτικών και υδρευτικών αναγκών. Τα δεδομένα για την απεικόνιση του χάρτη προήλθαν από τα δημόσια, ανοιχτά δεδομένα (<http://geodata.gov.gr/geodata/>).



Χάρτης 10: Υδρολογικές Λεκάνες, Ποταμοί και Υπόγεια Ύδατα Πεντελικού Όρους
Πηγή: <http://geodata.gov.gr/geodata/>, Ιδία Επεξεργασία

4.2.4 Χλωρίδα – Πανίδα

Η βλάστηση του Πεντελικού Όρους αποτελείται από τέσσερις δευτερογενείς διαπλάσεις:

- τη Χαλέπιο Πεύκη,
- τις Ερεικώνες (είδη κουμαριάς και ερείκης),
- τα Φρύγανα και
- τους Πρίωνες.

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την πρώτη Εθνική Απογραφή Δασών η Χαλέπιος Πεύκη εκτείνεται σε 62300 στρέμματα, η Μαύρη Πεύκη σε 850 στρέμματα ενώ τα Αείφυλλα Πλατύφυλλα καταλαμβάνουν 124610 στρέμματα. Το Δάσος καταλαμβάνει 187760 στρέμματα, οι βοσκοτόποι 24750 στρέμματα, οι γεωργικές καλλιέργειες 77670 στρέμματα ενώ τα ύδατα και τα έλη 14510 στρέμματα (Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας, 2011).

Στον ορεινό αυτό όγκο έχουν καταγραφεί τουλάχιστον 165 είδη φυτών που ακολουθούν την παρακάτω διαστρωμάτωση. Στο νοτιοδυτικό τμήμα παρατηρείται μια επέκταση των θερμομεσογειακών διαπλάσεων σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Έχει καταγραφεί η παρουσία του θερμομεσογειακού ορόφου Oleo-Lentiscetum μέχρι τα 500-550 μ. υψόμετρο. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα των νοτιοδυτικών κλιτών επικρατεί η ξηρόβια διάπλαση του πουρναριού (φυτοκοινότητα Quercus-

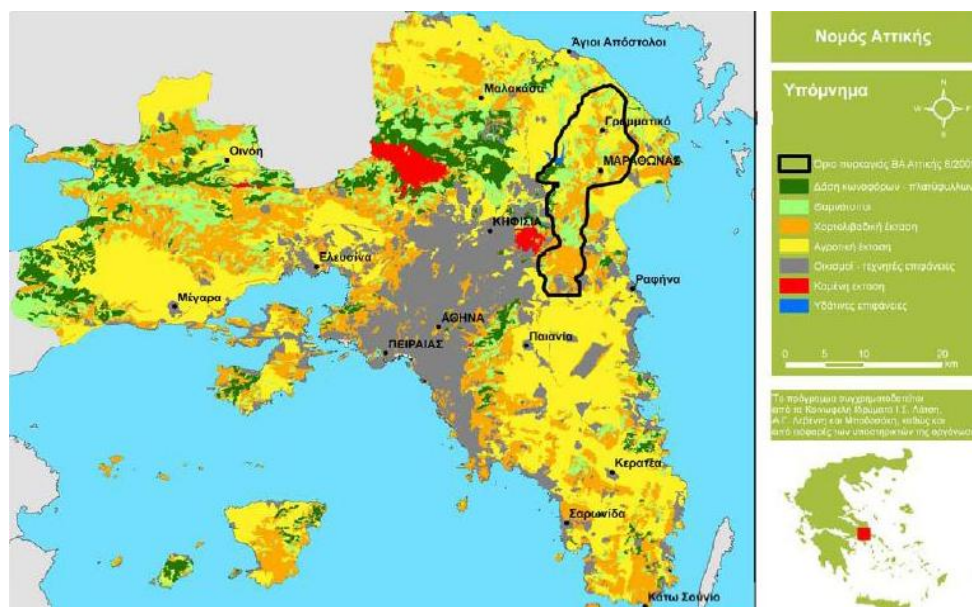
Phillyretum) με χαρακτηριστικά είδη το πουρνάρι (*Quercus coccifera*) και το φιλλύκι (*Phillyrea media*).

Οι ανθρωπογενείς επεμβάσεις, πιέσεις λόγω αστικής δόμησης, υλοτομίες, εξορυκτική δραστηριότητα, ανεξέλεγκτη βόσκηση και πυρκαγιές, εγκατάσταση κεραιών ραδιοηλεκτρονικών σταθμών, είχαν ως αποτέλεσμα την μεταβολή της εν γένους βλάστησης δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για την εγκατάσταση και την κυριαρχία της Χαλεπίου Πεύκης καθώς και των Φρυγάνων. Τέλος, οι Ερεϊκώνες, θαμνώδεις διαπλάσεις, αναπτύχθηκαν στις περιοχές που υπήρχαν δρυοδάση και μετατράπηκαν σε άγονες κι ακαλλιέργητες εκτάσεις (Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας, 2011).

Όσον αφορά στην πανίδα της περιοχής έχουν καταγραφεί αρκετά θηλαστικά όπως αλεπούδες, ελάφια, ασβοί, κουνάβια, λαγοί, σκαντζόχοιροι, διάφορα μικροθηλαστικά όπως μαυροποντικοί, μυγαλές, ποντικοί και αρκετά πτηνά όπως δεκαοχτούρες, καρακάξες, κοτσύφια, σπουργίτια, πάπιες. Επίσης, έχουν παρατηρηθεί αμφίβια (διάφοροι τύποι βατράχων και πρασινοφρύνων) και υδρόβιοι οργανισμοί κοντά στη λίμνη του Μαραθώνα. Έχουν εντοπιστεί ακόμη πληθυσμοί φιδιών (δενδρογαλιές, σαΐτες, λαφιάτες και σπιτόφιδα) καθώς και σαυρών (λιακόνια, τρανόσαυρες, σαμιαμίδια). Τέλος, στο νότιο τμήμα του έχουν καταγραφεί δύο είδη χερσαίων μεσογειακών χελώνων.

4.2.5 Πυρκαγιές

Αξίζει να σημειωθεί ότι το Πεντελικό Όρος έχει πληγεί αρκετές φορές από καταστροφικές πυρκαγιές τα τελευταία χρόνια. Τον Αύγουστο του 2009 κάηκε αρκετά μεγάλη έκταση του όρους όπως φαίνεται στην εικόνα 3.2.5.1. Η μαύρη έντονη γραμμή απεικονίζει τις καμένες εκτάσεις της πυρκαγιάς του 2009 και γίνεται κατανοητό ότι το σύνολο της επιφάνειας εκτός του βορειοανατολικού τμήματος (περιοχή Γραμματικού) ανήκουν στο Πεντελικό Όρος.



Εικόνα 18: Καμένη έκταση 2009

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

Το 50% περίπου της έκτασης που κάηκε περιελάμβανε θαμνώδεις και χορτολιβαδικές εκτάσεις, το 18% περιελάμβανε σκληροφυλλική βλάστηση, το 30% αγροτικές εκτάσεις ενώ το υπόλοιπο 2% περιελάμβανε αστική γη.

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των πυρκαγιών είναι η αλλαγή χρήσης γης των εκτάσεων με τη μετατροπή τους σε άλλου είδους καλύψεις. Για παράδειγμα στο βόρειο τμήμα του Πεντελικού Όρους κυρίαρχο αναπτυσσόμενο είδος είναι η Χαλέπιος Πεύκη, τα πουρνάρια, τα φιλλύκια, οι αφάνες κ.ά, όπου με την επίδραση της πυρκαγιάς μετατρέπονται σε θαμνώδεις-μεταβατικές εκτάσεις. Συχνό είναι το φαινόμενο μετατροπής για οικιστική χρήση με την επέκταση οικισμών αυθαίρετης δόμησης όπως συνέβη σε οικισμούς στη Δίωνη, στο Ντράφι, τη Νέα Μάκρη, τη Ροδόπολη, τη Σταμάτα, τη Δροσιά, την Εκάλη, τον Άγιο Στέφανο κ.ά. Κατά αυτόν τον τρόπο ο ρυθμός επέκτασης της οικιστικής δραστηριότητας και οι συνεχείς πυρκαγιές μεγάλης έκτασης έχουν αλλοιώσει σημαντικά τη φυσιογνωμία του οικοσυστήματος.

Σαφώς, οι επιπτώσεις από την αλληπάλληλη εκδήλωση πυρκαγιών στην ίδια περιοχή μπορεί να είναι σημαντικές για την χλωρίδα και πανίδα, η ανάκαμψή τους όμως εξαρτάται από τη διαχείριση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και των μέτρων αποκατάστασης που θα ληφθούν. Έτσι, μείζονος σημασίας αποτελεί η προστασία των γειτονικών περιοχών που δεν έχουν πληγεί από πυρκαγιές για τη δημιουργία καταφυγίου της πανίδας, η διατήρηση των υφιστάμενων χρήσεων γης ώστε να αναπτυχθεί ομαλά η φυσική βλάστηση και η προστασία τους από το ανεξέλεγκτο κυνήγι και τη βόσκηση. Επιπρόσθετα, πρέπει να δημιουργούνται αντιπλημμυρικά και αντιδιαβρωτικά έργα για τη συγκράτηση του νερού, των

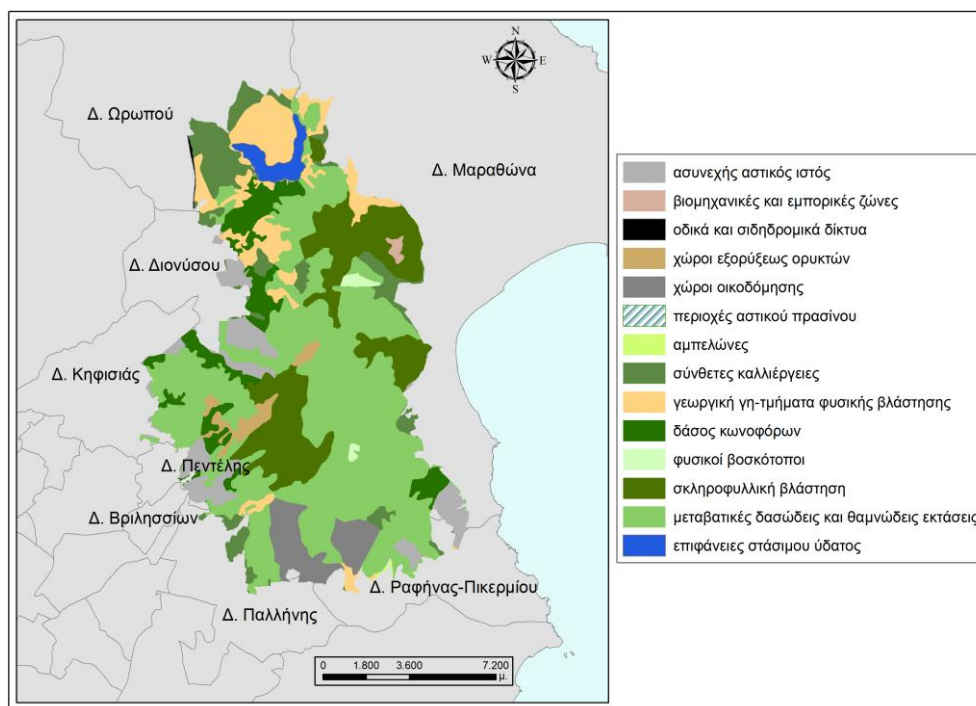
φερτών και οργανικών υλών για την προστασία του εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα που γίνεται αποδέκτης αυτών. Οι πυρκαγιές όμως έχουν επιπτώσεις και στην ατμόσφαιρα καθώς με την καύση πραγματοποιείται έκλυση διοξειδίου του άνθρακα (αέριο του θερμοκηπίου) και του θείου, οξειδίων του αζώτου και τέφρας. Αυτά τα βλαβερά αέρια μπορεί να μεταφερθούν στους υδατικούς αποδέκτες και να προκληθεί η μόλυνση τους.

Γίνεται αντιληπτό ότι οι επιπτώσεις λειτουργούν αλληλένδετα σε όλα τα στοιχεία της φύσης και ακόλουθα υπάρχει επίδραση στον ίδιο τον άνθρωπο. Για τον λόγο αυτό, η πρώτη ενέργεια αποκατάστασης μιας καμένης δασικής έκτασης είναι η κήρυξή της ως αναδασωτέα. Στη συνέχεια, θα πρέπει να πραγματοποιείται χαρτογράφηση των περιοχών και να υπάρχει συνεχής ανανέωση και σύνδεση των παλαιότερων βάσεων δεδομένων με τα επιπρόσθετα στοιχεία. (Αξίζει να αναφερθεί στο σημείο αυτό, η ανάρτηση των πρώτων δασικών χαρτών από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής που αφορούν στην Πεντέλη, στη Νέα Πεντέλη και στο Μαραθώνα κι αποτέλεσαν κύρια πηγή στοιχείων κι επεξεργασίας για την παρούσα εργασία).

Επιπλέον, θα πρέπει να γίνεται τακτικός έλεγχος των χρήσεων γης για την ανάσχεση της εξάπλωσης του αστικού ιστού στους ορεινούς όγκους και η εξασφάλιση σε αυτούς χώρων αναψυχής. Τέλος, θα πρέπει να πραγματοποιείται λειτουργική σύνδεση των ορεινών όγκων με τον οικιστικό ιστό, ώστε να διευκολύνεται η δημιουργία των πόλων αναψυχής και πρασίνου σε ένα ενιαίο δίκτυο υπερτοπικού πρασίνου. Αρμόδιες για τη διαχείριση των περιοχών αυτών είναι οι δασικές υπηρεσίες, ενώ για την εκτέλεση έργων και δραστηριοτήτων εντός των ζωνών αυτών απαιτείται η σύμφωνη γνώμη του Οργανισμού Αθήνας (Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας, 2011).

4.2.6 Χρήσεις Γης

Το Πεντελικό Όρος στη μεγαλύτερή του έκταση καλύπτεται από δάση κωνοφόρων, σκληροφυλλική βλάστηση, μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις. Για την παραγωγή του χάρτη των χρήσεων γης του Πεντελικού Όρους χρησιμοποιήθηκαν τα ανοιχτά, δημόσια δεδομένα από τη βάση δεδομένων του Corine 2000. Τα στοιχεία των χρήσεων γης που συνθέτουν την περιοχή του Πεντελικού Όρους αναφέρονται στην περιοχή της Ανατολικής Αττικής και Αθηνών. Καθίσταται σαφές ότι δεν έχει ληφθεί υπόψη η αλλαγή χρήσεων σε αναδασωτέες εκτάσεις μετά τις καταστροφικές πυρκαγιές του 2007.

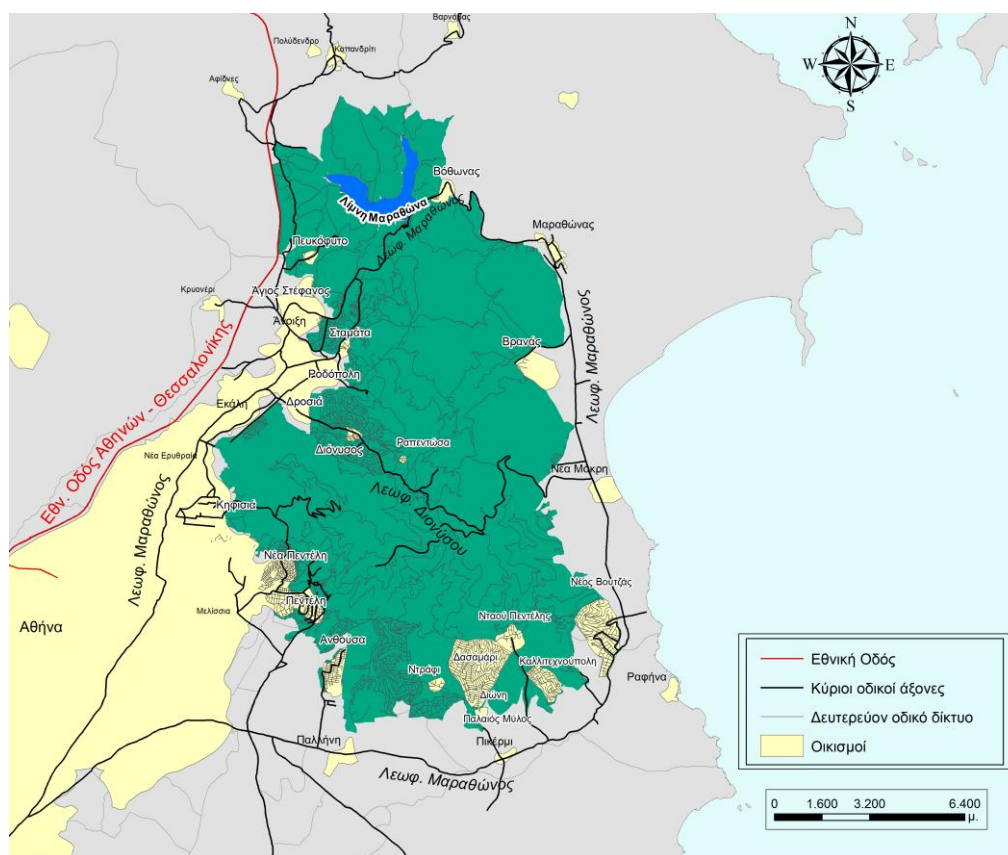


Χάρτης 11: Χρήσεων Γης Corine 2000

Πηγή: <http://geodata.gov.gr/geodata/>, *Ιδία Επεξεργασία*

4.2.7 Οδικό δίκτυο

Όσον αφορά στο οδικό δίκτυο της περιοχής, στα δυτικά του Πεντελικού Όρους διέρχεται η Εθνική Οδός Αθηνών - Θεσσαλονίκης (Ε 75) και στα ανατολικά η Λεωφόρος Μαραθώνος. Η δεύτερη διασχίζει το Πεντελικό Όρος από τον οικισμό Μαραθώνα καταλήγοντας στον οικισμό της Άνοιξης. Από το νότιο τμήμα του διέρχεται η Λεωφόρος Διονύσου ή επαρχιακή οδός Εκάλης - Νέας Μάκρης. Στο εσωτερικό του βρίσκονται αγροτικοί δρόμοι άγνωστης ονομασίας.

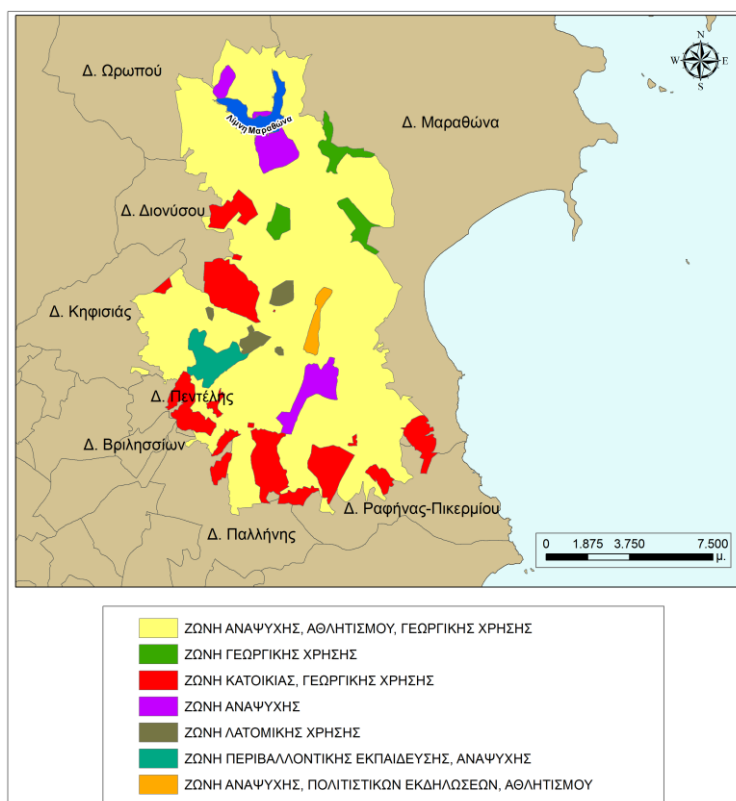


Χάρτης 12: Οδικό δίκτυο περιοχής

Πηγή: Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας, *Ιδία Επεξεργασία*

4.2.8 Νομοθετικό Πλαίσιο Περιοχής Μελέτης

Το Όρος της Πεντέλης κηρύχθηκε ως τοπίο ιδιαίτερου φυσικού κάλλους χρήζοντος ειδικής προστασίας με την Κ.Υ.Α. 25683/27.3.1969 (ΦΕΚΒ/236/1969), στην οποία συμπεριλαμβάνονται τα όρη του Υμηττού, της Πάρνηθας, του Κορυδαλλού και του Αιγάλεω, για την προστασία τους από την ανεξέλεγκτη οικοδόμηση και λατόμηση. Με το Προεδρικό Διάταγμα 755/1988 καθορίζονται πλέον τα όρια του Πεντελικού Όρους καθώς και οι ζώνες προστασίας του με τα αντίστοιχα όριά τους και τις χρήσεις τους, τους όρους και τους περιορισμούς δόμησης. Συγκεκριμένα, οι ζώνες που προέκυψαν απεικονίζονται παρακάτω.



Χάρτης 13: Ζώνες Προστασίας Πεντελικού Όρους σύμφωνα με το Π.Δ.755/1988
Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Ο ορεινός όγκος της Πεντέλης παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα που πηγάζουν από:

- ↪ τις πιέσεις των οικιστικών συγκεντρώσεων των γειτονικών περιοχών, γεγονός που συχνά αποτελεί αιτία εμπρησμών,
- ↪ την εκδήλωση πυρκαγιών με τις συνέπειες που προαναφέρθηκαν,
- ↪ τη διάνοιξη – επέκταση του οδικού δικτύου,
- ↪ την εκτεταμένη εξορυκτική διαδικασία και στη συνέχεια εγκατάλειψη των λατομείων χωρίς αποκατάσταση και
- ↪ τις δραστηριότητες του τουρισμού και της αναψυχής ακόμα και στις ήπιες μορφές τους.

Θεσμοθετημένα Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια (Γ.Π.Σ.) Περιοχής

- *Δήμος Διονύσου (πρώην Δήμος Κρουνερίου) 262Δ/2000*

Στο Γ.Π.Σ. της κοινότητας Ροδόπολης, για τα τμήματα της εκτός σχεδίου περιοχής που περιλαμβάνονται στο όριο προστασίας του ορεινού όγκου της Πεντέλης προβλέπεται λήψη μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος.

-Δήμος Κηφισιάς

ΠΡΩΗΝ ΔΗΜΟΣ ΚΗΦΙΣΙΑΣ 75Δ/1991, 365Δ/1992, 800Δ/1999

Με το παραπάνω Προεδρικό Διάταγμα προβλέπεται η απομάκρυνση των μη ενεργών λατομείων και η επιβολή όρων στα ήδη ενεργά. Επίσης, προτείνεται ειδική μελέτη για τον προσδιορισμό χρήσεων αναψυχής στα τμήματα που εμπίπτουν στα όρια του Πεντελικού Όρους και λήψη μέτρων για την προστασία του. Επιπλέον, με τα δύο πιο πρόσφατα Διατάγματα προβλέπεται η οριοθέτηση και προστασία του ρέματος Κοκκινάρα με παράλληλη διαμόρφωση ζώνης πρασίνου. Τέλος, το 800Δ/1999 εγκρίνει την αφαίρεση από τα όρια του Γ.Π.Σ. περιοχές που βρίσκονται εντός του ορίου προστασίας του Όρους της Πεντέλης.

ΠΡΩΗΝ ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΕΡΥΘΡΑΙΑΣ 894Δ/88, 1062Δ/96

Με τα παραπάνω Διατάγματα προβλέπεται η αποκατάσταση των λατομείων του ορεινού όγκου της Πεντέλης με μετατροπή τους σε χώρους πολιτιστικών εκδηλώσεων και αναψυχής με παράλληλη αναδάσωση και δενδροφύτευση. Επιπλέον, επιχειρείται η υλοποίηση δικτύου πεζοδρομίων και ποδηλατοδρόμων που θα συνδέεται με τους χώρους πρασίνου και αναψυχής του Όρους.

ΠΡΩΗΝ ΔΗΜΟΣ ΕΚΑΛΗΣ 667Δ/94

Τ 667Δ/94 προβλέπει μελέτη οδοποιίας και περιβαλλοντικών επιπτώσεων για τη χάραξη δρόμου περιμετρικά του όρους της Πεντέλης.

-Δήμος Μαραθώνα

ΠΡΩΗΝ ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ 219Δ/87, 465Δ/88

Το πρώτο Διάταγμα προβλέπει την αξιοποίηση της Ζώνης Ζ, περιοχή αναψυχής, πολιτιστικών εκδηλώσεων και αθλητισμού, με τη δημιουργία χώρων αναψυχής και αθλητισμού κατόπιν μελέτης και την αποκατάσταση των παλιών λατομείων με δενδροφυτεύσεις και αναδασώσεις. Το 465Δ/88 αίρει την αναδάσωση 20 στρεμμάτων στην περιοχή της «Σπηλιούλας», στη Ν.Μάκρη, με σκοπό την ανέγερση του κέντρου Υγείας της περιοχής.

-Δήμος Πεντέλης

ΠΡΩΗΝ ΔΗΜΟΣ ΜΕΛΙΣΣΙΩΝ 47Δ/1989, 1219Δ/1994, 572Δ/2007

Τα Προεδρικά αυτά Διατάγματα περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων λήψη, μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος και ειδικότερα την προστασία του ορεινού όγκου της Πεντέλης. Με το 572Δ/2007, στα τμήματα που εμπίπτουν στη ζώνη προστασίας του Πεντελικού Όρους επιτρέπονται οι χρήσεις όπως αυτές έχουν καθορισθεί από τα Π.Δ. 755/88 και 253Δ/89. Επιπλέον, επιτρέπεται η χωροθέτηση αθλητικών εγκαταστάσεων στις περιοχές αυτές.

-Δήμος Πικερμίου-Ραφήνας ΠΡΩΗΝ ΔΗΜΟΣ ΠΙΚΕΡΜΙΟΥ 270Δ/2004

Με το Διάταγμα αυτό επιτρέπεται η ανέγερση κτιρίων αναψυχής και αθλητισμού, με περιορισμούς δόμησης, στις περιοχές του Δήμου εντός των ορίων προστασίας του Πεντελικού Όρους.

4.3 Μήτρα περιγραφής επιπτώσεων από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού πάρκου στο Πεντελικό Όρος

Η μήτρα αποτελεί ένα εργαλείο αναγνώρισης και πρόβλεψης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων συνδέοντας τα χαρακτηριστικά του προτεινόμενου έργου με την υπάρχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος της περιοχής μελέτης.

ΕΠΙΠΤΩΣΙΟΓΟΝΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ					
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	ΘΟΡΥΒΟΣ -ΟΧΛΗΣΗ	ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ	ΚΥΚΛΟΦ/ΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ
ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	έδαφος/γεωλογία	-1	0	-1	-1
	ποιότητα νερού	-1	0	0	-1
	ποιότητα αέρα	-2	0	-2	-2
	χλωρίδα	-1	-2	-2	-1
	πανίδα	-1	-3	-2	-2
	αισθητική τοπίου	-3	-	-3	-2
ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	υγεία/ασφάλεια	-2	-1	-1	-2
	αναψυχή	-3	-3	-3	-2
	χρήσεις γης	-2	-2	-2	-2
	απασχόληση	-1	-1	0	1
	οικονομία	-	-	-	1
	οικισμοί	-1	-2	-2	-2

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

(3 έως 5): ιδιαίτερα θετική επίδραση

(1 έως 3): θετική επίδραση

(0): μηδενική επίδραση

(-): μη συσχετίσιμο μέγεθος

(-1 έως -3): αρνητική επίδραση

(-3 έως -5): ιδιαίτερα αρνητική επίδραση

Πίνακας 13: Μήτρα Leopold για τη φάση κατασκευής φωτοβολταϊκού πάρκου στο Πεντελικό Όρος

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Η φάση κατασκευής στην οποία παρατηρούνται περισσότερες αρνητικές επιδράσεις αναφέρεται σε περιορισμένο χρονικό διάστημα (1-2 μήνες). Έχουν αυστηρά τοπικό

χαρακτήρα, είναι άμεσες αλλά μικρής έντασης και σπουδαιότητας και προκαλούν όχληση στο περιβάλλον αναστρέψιμων αποτελεσμάτων με το πέρας των χωματοουργικών εργασιών. Συγκεκριμένα, η κυκλοφορία των φορτηγών με τη μεταφορά εργαζομένων και υλικών κατασκευής για την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων θα πραγματοποιηθεί στο ήδη υπάρχον δίκτυο σύνδεσης και αναμένεται να δημιουργήσει προσωρινή υποβάθμιση στην ποιότητα του αέρα λόγω σκόνης, χωρίς να δημιουργείται σοβαρό πρόβλημα απειλής της υγείας των κατοίκων των γύρω οικισμών. Από την άλλη, η αυξανόμενη κυκλοφορία οχημάτων μεγαλώνει τον κίνδυνο πρόκλησης ατυχημάτων δημιουργώντας κίνδυνο στην ασφάλειά τους.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα θα τοποθετηθούν σε υπέργειες μεταλλικές βάσεις χωρίς να προκαλούν φορτίο στο έδαφος. Επιπλέον, η τοποθέτηση των συστημάτων θα πραγματοποιηθεί σε πρώην δασικές περιοχές όπου η βλάστηση είναι αραιή και στα τμήματα που είναι πώδης θα διατηρηθεί για τη μείωση σκόνης στις επιφάνειες των μονάδων κατά τη φάση της λειτουργίας. Σχετικά με την πανίδα ενδέχεται να παρατηρηθεί μετακίνηση κάποιων πληθυσμών σε γειτονικές εκτάσεις.

Κατά την κατασκευή του έργου αναμένεται να τονωθεί η τοπική αγορά της περιοχής για την κάλυψη των αναγκών των εργαζομένων κι επιπλέον οι νέες θέσεις εργασίας ενδεχομένως να καλυφθούν από κατοίκους της περιοχής.

ΕΠΙΠΤΩΣΙΟΓΟΝΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ					
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		ΚΥΚΛΟΦ/ΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ	ΘΟΡΥΒΟΣ - ΟΧΛΗΣΗ	ΕΚΠΟΜΠΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	έδαφος/γεωλογία	0	0	0	0
	ποιότητα νερού	0	0	0	0
	ποιότητα αέρα	-1	0	2	0
	χλωρίδα	0	0	0	0
	πανίδα	-1	0	0	0
	αισθητική τοπίου	-1	-2	0	0
ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	υγεία/ασφάλεια	-1	-1	0	0
	αναψυχή	-1	-2	0	0
	χρήσεις γης	-1	-1	0	-1
	απασχόληση	1	0	0	3
	οικονομία	-	-	-	3
	οικισμοί	-1	0	0	3

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

(3 έως 5): ιδιαίτερα θετική επίδραση

(1 έως 3): θετική επίδραση

(0): μηδενική επίδραση

(-): μη συσχετίσιμο μέγεθος

(-1 έως -3): αρνητική επίδραση

(-3 έως -5): ιδιαίτερα αρνητική επίδραση

Πίνακας 14: Μήτρα Leopold για τη φάση λειτουργίας φωτοβολταϊκού πάρκου στο Πεντελικό Όρος

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Η φάση λειτουργίας αναμένεται να διαρκέσει 20 έως 25 χρόνια. Σε αυτή τη φάση η διέλευση των οχημάτων θα είναι σπάνια σε περιπτώσεις καθαρισμού, συντήρησης ή πρόκλησης κάποιας τεχνικής βλάβης. Επομένως, ο κυκλοφοριακός φόρτος δεν επιβαρύνει σε μεγάλο βαθμό το φυσικό κι ανθρωπογενές περιβάλλον.

Η λειτουργία των συστημάτων είναι αθόρυβη και νομοθετικά έχουν καταταγεί στις δραστηριότητες χαμηλής όχλησης, η δε εκπομπή αέριων, υγρών ή στερεών αποβλήτων είναι μηδενική λόγω της φύσης της παραγόμενης ενέργειας. Κατά αυτόν τον τρόπο, δεν επηρεάζεται αρνητικά ούτε το φυσικό περιβάλλον ούτε οι γύρω οικισμοί. Αντίθετα, η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές συμβάλλει στη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Μετά την απόσβεση του κόστους εγκατάστασης η περίσσεια παραγόμενη ενέργεια αναμένεται να διατεθεί για την ηλεκτροδότηση δημόσιων κτιρίων της εγγύτερης περιοχής προσφέροντας οικονομική ανακούφιση στην τοπική οικονομία. Επιπλέον, το κράτος αναμένεται να έχει φορολογικά έσοδα από μια τέτοια επένδυση.

Την πιο αρνητική επίδραση δέχεται το αισθητικό περιβάλλον που υφίσταται σημαντική αλλοίωση, με τα στοιχισμένα πλαίσια, τις περιφράξεις, τις αντανakλάσεις που πραγματοποιούνται από τις επιφάνειές τους προκαλώντας διακοπή της συνοχής του τοπίου που υποβαθμίζεται προς χάριν της οικονομίας και της ανάπτυξης της πράσινης ενέργειας. Αυτό έχει κι ως αποτέλεσμα την αποτροπή της ανάπτυξης ήπιων μορφών εναλλακτικού τουρισμού, του αγροτουρισμού.

Τέλος, αναμένεται η αλλαγή χρήσης γης από τις θεσμοθετημένες ζώνες που έχουν πραγματοποιηθεί για την προστασία της περιοχής με το Προεδρικό Διάταγμα 755/1988 ενώ παράλληλα θα υπάρξει κατάληψη μεγάλης έκτασης για όλο αυτό το διάστημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

5.1 Τεχνολογική προσέγγιση

5.1.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού σταθμού

Η επιλογή των χαρακτηριστικών του υπό μελέτη διασυνδεδεμένου με το δίκτυο φωτοβολταϊκού σταθμού πραγματοποιήθηκε βάσει πραγματικών δεδομένων και προδιαγραφών. Επιλέχθηκε λοιπόν, η δημιουργία ενός φωτοβολταϊκού πάρκου με ονομαστική ισχύς 100 KW. Η επιλογή της ισχύς πραγματοποιήθηκε λόγω διευκολύνσεων που προκύπτουν από το Ν.3851/2010 που αναιρεί την υποχρέωση έκδοσης άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για φωτοβολταϊκούς σταθμούς ισχύς μικρότερης του 1 MW, προσφέρει απαλλαγή από Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων για σταθμούς ισχύς μικρότερης των 500 KW ενώ παράλληλα δίνει προτεραιότητα σε νέες αιτήσεις για σταθμούς ηλεκτρικής ενέργειας έως 100 KW.

Η επιλογή της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών πλαισίων γίνεται βάσει παραμέτρων που αφορούν στην μέγιστη ισχύ που μπορούν να παράξουν, την απόδοση και το κόστος τους. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μεγάλης ισχύος ενδείκνυνται για μεγάλους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής όπου η εγκατάσταση γίνεται πιο εύκολα, απαιτούνται λιγότερες συνδέσεις και το κόστος είναι μικρότερο. Παρόλα αυτά μια ενδεχόμενη σκίαση σε τμήμα του πλαισίου θα είχε ως αποτέλεσμα την μείωση στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Για τη συγκεκριμένη μελέτη ο τύπος των φωτοβολταϊκών πλαισίων που επιλέχθηκε είναι πολυκρυσταλλικού πυριτίου, εξαιτίας των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει έναντι αυτών του άμορφου και του μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Πίνακας 2.2.2.1), και ονομαστικής ισχύς 250 W. Με βάση την επιλεγθείσα ισχύ υπολογίζεται ότι θα χρειασθούν $100000 \text{ W} / 250 \text{ W} = 400$ τεμάχια φωτοβολταϊκών πλαισίων. Από στοιχεία της εταιρείας SolarFree προέκυψε ότι οι διαστάσεις ενός ΦΒ πλαισίου παρόμοιας ισχύς είναι 1640 x 992 (mm).

5.1.2 Διάταξη φωτοβολταϊκού συστήματος

Ο καθορισμός της συνδεσμολογίας των φωτοβολταϊκών συστοιχιών, δηλαδή ο αριθμός των πλαισίων που θα ενωθούν σε σειρά και αυτών που θα ενωθούν σε παράλληλη διάταξη, πραγματοποιείται σύμφωνα με την τάση τους. Για συστήματα με ισχύ μεγαλύτερης των 10 KW, η τάση κυμαίνεται από 400 έως 700 V (Πέρδικος, 2011).

→ Αριθμός φωτοβολταϊκών πλαισίων σε σειρά:

$$N_{\text{σειράς}} = V_{\text{μέγιστη_τάση_ρεύματος_συστήματος}} / V_{\text{μέγιστη_τάση_ρεύματος_πλαisiού}} \quad (\text{τύπος 3})$$

όπου η μέγιστη τάση ρεύματος πλαισίου δίνεται από την εταιρεία προμήθειας.

Έτσι, επιλέγοντας μέγιστη τάση ρεύματος συστήματος 604V και για την αντίστοιχη του πλαισίου 30,2V υπολογίζεται πως θα συνδέονται 20 φωτοβολταϊκά πλαίσια σε σειρά.

→ Αριθμός παράλληλων κλάδων:

$$N_{\text{κλάδων}} = N_{\text{τεμαχίων}} / N_{\text{σειράς}} \quad (\text{τύπος 4})$$

Επομένως, θα χρειασθεί ο σχηματισμός 20 κλάδων.



Εικόνα 19: Παράδειγμα διάταξης φωτοβολταϊκών συστοιχιών
Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Η μετατροπή του συνεχούς ρεύματος που παράγουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε εναλλασσόμενο ρεύμα που χρησιμοποιεί το δίκτυο της ΔΕΗ απαιτεί αντιστροφείς συνεχούς τάσεως σε εναλλασσόμενη (DC-AC inverters). Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε *τριφασικός μετατροπέας Sunny Tripower 10000TL* της εταιρείας SMA με τεχνικά χαρακτηριστικά 10200 W μέγιστη ισχύ DC. Σε κάθε μετατροπέα θα συνδέονται σειριακά 20 φωτοβολταϊκά πλαίσια με αποτέλεσμα να χρειαστούν 20 τέτοιοι μετατροπέες ώστε να καλυφθούν οι απαιτήσεις του συστήματος. Η επιλογή αυτής της σύνδεσης έχει το πλεονέκτημα της απομόνωσης κάποιας σειράς σε περίπτωση σκίασής της ή ενδεχόμενης βλάβης και ταυτόχρονη συνέχιση λειτουργίας του υπόλοιπου συστήματος.

Προς απλούστευση της υπολογιστικής διαδικασίας επιλέγεται *σταθερή μεταλλική βάση στήριξης των πλαισίων* (σταθερή γωνία κλίσης). Τα στηρίγματα αυτά έχουν τη χαμηλότερη απόδοση αλλά είναι πιο οικονομικά. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι η

επιλογή μονοαξονικών κινητών βάσεων στήριξης με σύστημα παρακολούθησης της πορείας του ήλιου κατά μία κατεύθυνση θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας κατά 23-25% ενώ αυτά με παράλληλη περιστροφή του άξονα θα έφθαναν έως το 30% (Πέρδιος 2011).

Σύμφωνα με τον πίνακα 8, η βέλτιστη απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων επιτυγχάνεται με νότιο προσανατολισμό και 30° κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Ακολουθώντας τους τύπους και την περιγραφή της μεθοδολογίας που έγινε στο υποκεφάλαιο 3.3.4 προκύπτει:

↪ για οριζόντιο επίπεδο και γωνία κλίσης 30°

Αρχικά, υπολογίζεται η επικάλυψη ύψους, $u = 0,82$ μ. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια του διαγράμματος Moregon εκτιμάται η ελεύθερη απόσταση μεταξύ δύο φωτοβολταϊκών σειρών για γεωγραφικό πλάτος περιοχής $\varphi = 38^\circ.15$, $a = 1,91$ μ. Τέλος, προκύπτει η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο φωτοβολταϊκών σειρών, $\varepsilon = 3,33$ μ.

Από τα παραπάνω υπολογίζεται το εμβαδόν της οριζόντιας έκτασης που καταλαμβάνουν οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες:

$$E_{op} = \frac{E_{πλαίσιου} \times N \times \cos\beta \times \varepsilon}{\gamma \times \sin\beta} \quad (\text{τύπος 5})$$

$$E_{op} = 1321,344 \text{ τ.μ.}$$

↪ για έδαφος με κλίση έως 10° και γωνία κλίσης 20°

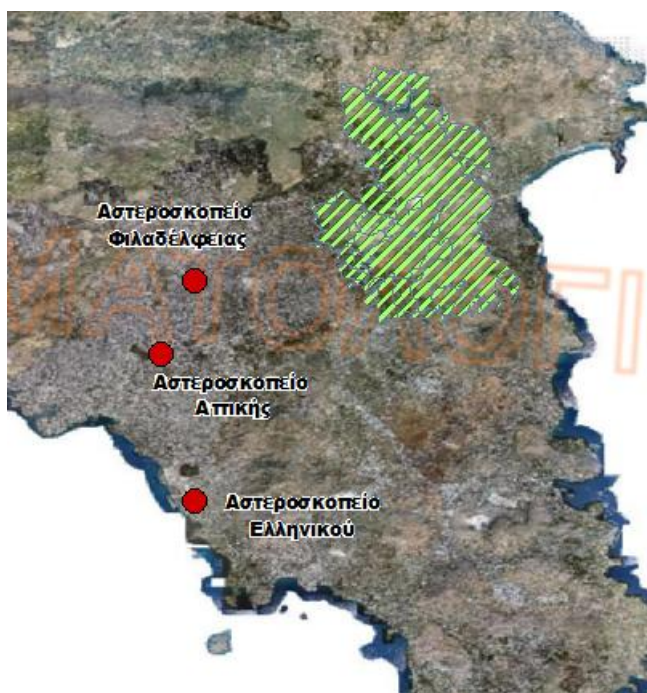
Η επικάλυψη ύψους υπολογίζεται $u = 0,28$ μ. και η ελεύθερη απόσταση μεταξύ δύο φωτοβολταϊκών σειρών $a = 0,62$ μ. Έτσι, προκύπτει ότι η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο φωτοβολταϊκών σειρών είναι $\varepsilon = 2,16$ μ. και το εμβαδόν της οριζόντιας επιφάνειας $E_{op} = 857,088$ τ.μ.

5.1.3 Υπολογισμός παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

Το διαθέσιμο ηλιακό δυναμικό και οι κλιματικές συνθήκες στην περιοχή μελέτης αποτελούν το σημαντικότερο στοιχείο επίδρασης στην απόδοση του φωτοβολταϊκού σταθμού. Σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία 20701-3/2010 του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας η Αττική ανήκει στη Β κλιματική ζώνη με βάση τις θερμοημέρες θέρμανσης.

Η Αττική διαθέτει τρεις μετεωρολογικούς σταθμούς:

- Αστεροσκοπείο Αττικής (γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ}.58$, γεωγραφικό μήκος $23^{\circ}.43$, ύψος σταθμού 107μ.)
- Αστεροσκοπείο Ελληνικού Αττικής (γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ}.54$, γεωγραφικό μήκος $23^{\circ}.45$, ύψος σταθμού 15μ.)
- Αστεροσκοπείο Φιλαδέλφειας Αττικής (γεωγραφικό πλάτος $38^{\circ}.03$, γεωγραφικό μήκος $23^{\circ}.4$, ύψος σταθμού 138μ.)



Εικόνα 20: Μετεωρολογικοί Σταθμοί Αττικής

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Ανάμεσα από τα παραπάνω επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν τα κλιματολογικά δεδομένα από το Αστεροσκοπείο Φιλαδέλφειας λόγω πλησιέστερου γεωγραφικού πλάτους προς την περιοχή μελέτης και μεγαλύτερου υψομέτρου τοποθεσίας του σταθμού.

Μήνας	Ώρες ηλιοφάνειας	Μέση θερμοκρασία αέρα	Σχετική Υγρασία	Ύψος βροχής	Διεύθυνση ανέμου	Ταχύτητα ανέμου	Ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο	Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο
	h	°C	%	σε mm		m/sec	KWh/m ²	KWh/m ²
1	113,1	8,7	74,5	56,9	BA	2,3	63,3	25,1
2	128	9,3	72,2	46,7	BA	2,4	77,7	32
3	177,9	11,2	68,8	40,7	BA	2,8	118,9	50,4
4	233,3	15,3	61,7	30,8	ΝΔ	2,3	152,7	65,6
5	298,6	20,7	53,9	22,7	ΝΔ	2,1	190,4	81,8
6	330,4	25,6	46,1	10,6	ΝΔ	2,6	207,4	85,5
7	370,1	28	43,1	5,8	BA	3,2	214,5	85,2
8	360,4	27,4	45,3	6	BA	3,2	198,6	73,7
9	282,3	23,3	53,7	13,9	BA	2,4	156	55,5
10	203,9	18,1	66,1	52,6	BA	2,4	111,1	40,1
11	152,7	13,7	74,3	58,3	BA	1,8	68,1	26,3
12	120,5	10,3	76,1	69,1	BA	2,1	54,4	21,8
Σύνολο							1613,1	643

Πίνακας 15: Κλιματολογικά Δεδομένα Αστεροσκοπείου Φιλαδέλφειας Αθήνας

Πηγή: <http://www.buildings.gr/greek/Climaticdata/filadelfia/filadelfia.htm>, T.O.TEE.20701-3/2010

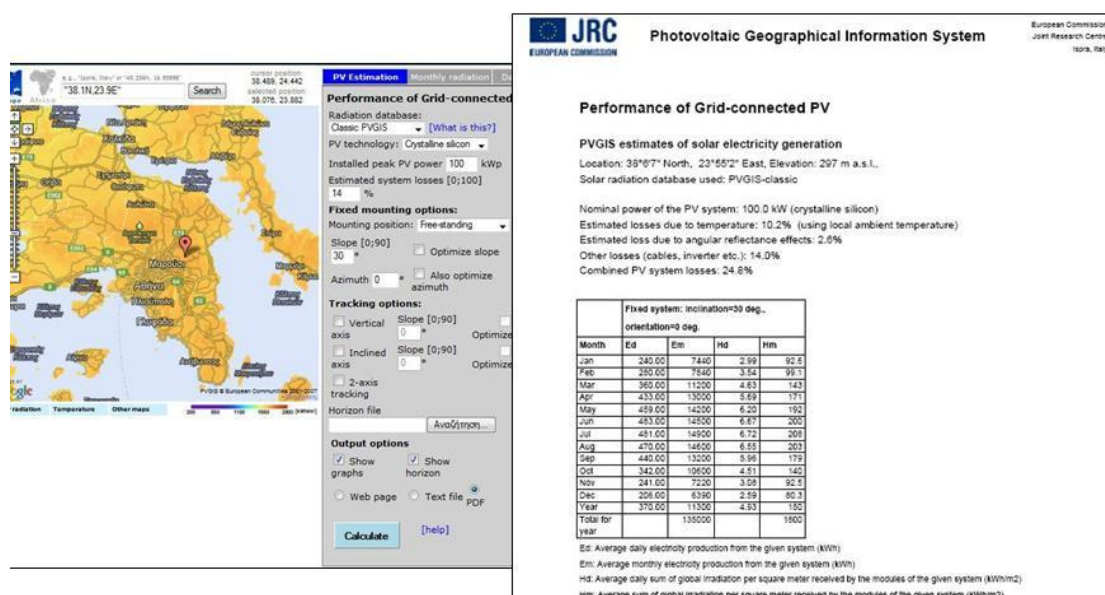
Ακόλουθα, παρατίθεται ένας πίνακας που δείχνει πως μεταβάλλεται η ετήσια ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με την γωνία κλίσης ως προς το οριζόντιο επίπεδο για την περιοχή της Αθήνας.

γωνία κλίσης (°)	0°	30°	45°	60°	90°
ετήσια ηλιακή ακτινοβολία (KWh/m ² /έτος)	1581	1730	1680	1549	1090

Πίνακας 16: Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία ως προς τη γωνία κλίσης
Πηγή: Πέρδιος, 2011

Παρατηρείται ότι η μέγιστη ετήσια ηλιακή ακτινοβολία επιτυγχάνεται για γωνία κλίσης 30° και έχει ποσοστιαία αύξηση 0,09% από αυτήν για κλίση 0°. Επομένως, σύμφωνα με τα δεδομένα του σταθμού της Νέας Φιλαδέλφειας η ηλιακή ακτινοβολία δύναται να φθάσει τις 1765,13 KWh/m²/έτος.

Με τη βοήθεια του προγράμματος Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), του Ινστιτούτου Ενέργειας και Μεταφορών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, του οποίου η εφαρμογή είναι δωρεάν μέσω του διαδικτύου, εξήχθη το συμπέρασμα ότι η ηλιακή ακτινοβολία μεταβάλλεται σε μικρό βαθμό ως προς το υψόμετρο. Έτσι, για μια περιοχή του Πεντελικού Όρους με υψόμετρο 194μ. η ηλιακή ακτινοβολία είναι μειωμένη κατά 2,96% σε σχέση με αυτήν σε υψόμετρο 865μ. με σταθερές παραμέτρους νότιου προσανατολισμού και κλίσης 30°.



Εικόνα 21: Υπολογισμός ηλιακής ακτινοβολίας μέσω προγράμματος PVGIS
Πηγή: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας απαιτείται αρχικά ο προσδιορισμός του συντελεστή απόδοσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων, ο οποίος εξαρτάται όπως έχει

ήδη διατυπωθεί στο 2^ο κεφάλαιο από την γήρανση, τη ρύπανση της επιφάνειας, την αύξηση της θερμοκρασίας και τη δίοδο αντεπιστροφής (Πέρδιος 2011).

Οι συνηθέστερες τιμές για τους παραπάνω συντελεστές είναι:

συντελεστής γήρανσης (σ_{γ}) = 0,98

συντελεστής ρύπανσης (σ_{ρ}) = 0,90

συντελεστής θερμοκρασίας (σ_{θ}) = 0,86

συντελεστής διόδου (σ_{δ}) = 0,99

Η ισχύς προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε πρότυπες συνθήκες δίνεται από τον κατασκευαστή ίση με 1000W/ m².

Ο βαθμός απόδοσης του πλαισίου υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$n = (P_{\text{πλαίσιο}} / P_{\text{πρότυπο}}) / E_{\text{πλαίσιο}} = (250/1000) / (1,64*0,992) = 15,4\%$$

Εν συνεχεία, με βάση το βαθμό απόδοσης, το συντελεστή ανομοιογένειας ($\sigma_a=0,98$), το συντελεστή καλωδιώσεων ($\sigma_c=0,98$), των συντελεστή απωλειών μεταφοράς ενέργειας ($\sigma_e=0,97$) και την έκταση που καταλαμβάνουν οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες εκτιμάται η ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγεται κάθε χρόνο (Πέρδιος, 2011).

Μήνας	Ολική ηλιακή ακτινοβολία	Βαθμός απόδοσης	Εμβαδόν φ/β συστοιχιών	Εκτιμώμενη παραγωγή ενέργειας φβ σταθμού
	KWh/m ²	%	m ²	KWh
1	69,00	15,40	650,75	6441,55
2	84,69	15,40	650,75	7906,93
3	129,60	15,40	650,75	12099,53
4	166,44	15,40	650,75	15539,09
5	207,54	15,40	650,75	19375,53
6	226,07	15,40	650,75	21105,49
7	233,81	15,40	650,75	21828,00
8	216,47	15,40	650,75	20209,98
9	170,04	15,40	650,75	15874,91
10	121,10	15,40	650,75	11305,78
11	74,23	15,40	650,75	6930,01
12	59,30	15,40	650,75	5535,87
Ετησίως	1758,28			164152,65

Πίνακας 17: Ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το πρώτο έτος λειτουργίας για οριζόντιο επίπεδο και γωνία κλίσης 30°

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Μήνας	Ολική ηλιακή ακτινοβολία	Βαθμός απόδοσης	Εμβαδόν φβ συστοιχιών	Εκτιμώμενη παραγωγή ενέργειας φβ σταθμού
	KWh/m ²	%	m ²	KWh
1	67,73	15,40	650,75	6323,36
2	83,14	15,40	650,75	7761,84
3	127,22	15,40	650,75	11877,52
4	163,39	15,40	650,75	15253,97
5	203,73	15,40	650,75	19020,01
6	221,92	15,40	650,75	20718,23
7	229,52	15,40	650,75	21427,48
8	212,50	15,40	650,75	19839,15
9	166,92	15,40	650,75	15583,63
10	118,88	15,40	650,75	11098,34
11	72,87	15,40	650,75	6802,85
12	58,21	15,40	650,75	5434,29
Ετησίως	1726,02			161140,68

Πίνακας 18: Ετήσια εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το πρώτο έτος λειτουργίας για κλίση εδάφους έως 10° και γωνία κλίσης 20°

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Επιπλέον, με βάση την εγγύηση της κατασκευαστικής εταιρείας των φωτοβολταϊκών πλαισίων, η απόδοσή τους αναμένεται να φθάσει το 90% τα πρώτα δέκα χρόνια και 80% για τα επόμενα έως το τέλος ζωής τους.

	για οριζόντιο επίπεδο	για κλίση εδάφους έως 10°
πρώτα 10 χρόνια	147737,39	145026,61
επόμενα χρόνια	131322,12	128912,54

Πίνακας 19: Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (KWh) στο χρόνο λειτουργίας του φωτοβολταϊκού σταθμού

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

5.1.4 Εκτίμηση κάλυψης ενεργειακών αναγκών

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, προσδοκία της μελέτης είναι η περίσσεια ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας να παρέχεται στους εγγείς Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των δημόσιων κτιρίων, δηλαδή δημοτικών γραφείων, σχολείων, αθλητικών κέντρων κ.ά.

Ο υπολογισμός της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας βασίστηκε σε στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής.

	Αριθμός κτηρίων	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (GWh)
Δημόσια Γραφεία	150.317	11246,1
Σχολεία	18.223	1307,1
Νοσοκομεία	2.304	1734,8

Πίνακας 20: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του τριτογενή τομέα
Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2001

Από τον πίνακα υπολογίζεται πως το κτήριο μιας δημόσια υπηρεσίας απαιτεί 74816 KWh για την κάλυψη των αναγκών του σε ηλεκτρισμό και θέρμανση, ένα σχολείο απαιτεί 71728 KWh κι αντίστοιχα ένα νοσοκομείο 752951 KWh.

Επομένως, ένα φωτοβολταϊκό πάρκο με εγκατεστημένη ισχύ 100 KWh μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες ενός σχολείου κι μιας δημόσιας υπηρεσίας.

5.1.5 Υπολογισμός έκτασης φωτοβολταϊκού πάρκου

Η Υπουργική Απόφαση 40158/2010 περιγράφει τους ειδικούς όρους και τις διαδικασίες για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων ανεξαρτήτως ισχύος σε γήπεδα εκτός σχεδίου περιοχών.

Ως "απολύτως αναγκαίες κατασκευές" ορίζει:

- ✓ ένα στυλίσκο μετρητή της ΔΕΗ,
- ✓ έναν οικίσκο εγκατάστασης ηλεκτρονικού εξοπλισμού με μέγιστο εμβαδό 15τ.μ.,
- ✓ προστατευτική περίφραξη ύψους ως 2,5 μ. με συμπαγές τοίχιο ως 30 εκατοστά,
- ✓ οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες θα πρέπει να καταλαμβάνουν το μέγιστο το 60% της επιφάνειας του γηπέδου,
- ✓ οι ελάχιστες αποστάσεις των εγκαταστάσεων και του οικίσκου είναι 2,5 μ από τα όρια του οικοπέδου.

Επιπλέον, τα φωτοβολταϊκά συστήματα απαιτούν γειώσεις και αντικεραυνική προστασία αφενός για την ασφάλεια και προστασία του προσωπικού συντήρησης κι αφετέρου για την αποφυγή ζημιών που ενδέχεται να προκληθεί στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό. Επίσης, απαραίτητη κρίνεται η εγκατάσταση ενός συστήματος παρακολούθησης, καταγραφής και ελέγχου της απόδοσης του

σταθμού. Για την ασφάλεια της μονάδας επίσης απαιτείται δίκτυο φωτισμού, σύστημα παρακολούθησης του χώρου (κάμερες).

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι για τη συντήρηση και τον καθαρισμό των φωτοβολταϊκών πλαισίων απαιτείται η διέλευση φορτηγών οχημάτων των οποίων το μέσο πλάτος είναι περίπου 2,55μ. Επομένως, πρέπει να εξασφαλισθεί η αντίστοιχη ελεύθερη επιφάνεια.

Συνοψολογίζοντας όλα τα παραπάνω, προκύπτει ότι για τις δύο παραδοχές τις μελέτης απαιτούνται:

↪ για οριζόντιο επίπεδο και γωνία κλίσης 30°

Ελάχιστο εμβαδό φωτοβολταϊκού πάρκου = 2300 τ.μ.

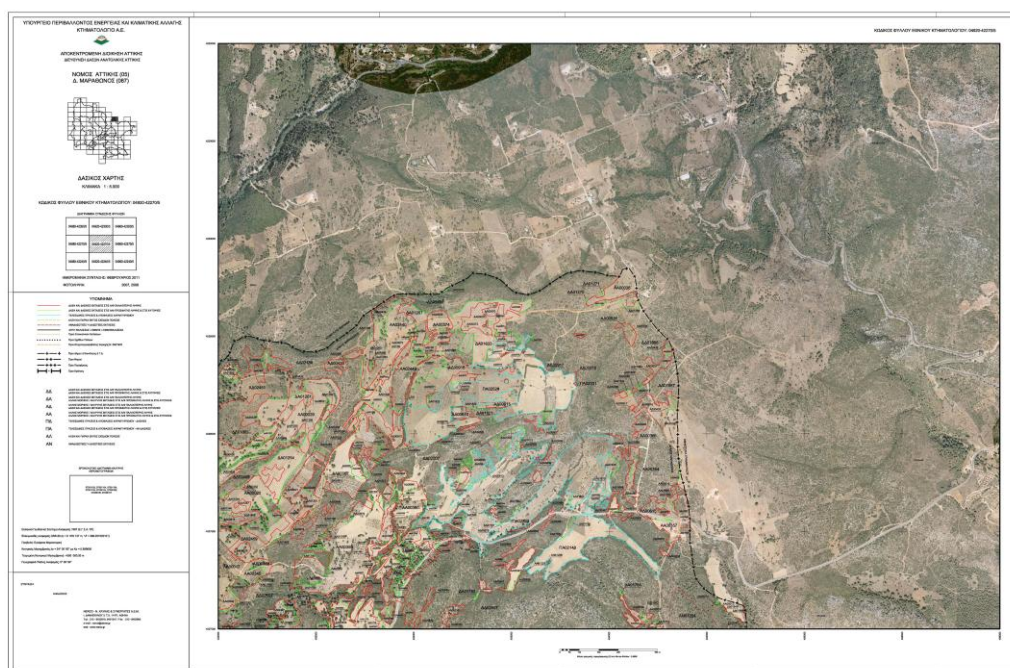
↪ για έδαφος με κλίση έως 10° και γωνία κλίσης 20°

Ελάχιστο εμβαδό φωτοβολταϊκού πάρκου = 1500 τ.μ.

5.2 Δημιουργία ψηφιακού υποβάθρου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για το τεχνικό τμήμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας προήλθαν από τον Οργανισμό Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων της Ελλάδας (ΟΚΧΕ), το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), την Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας (ΕΤΥΜΠ) και το Ινστιτούτο Πληροφοριακών Συστημάτων του Ερευνητικού Κέντρου "Αθήνα".

Συγκεκριμένα, για τη δημιουργία του υποβάθρου της περιοχής μελέτης συλλέχτηκαν ηλεκτρονικά οι δασικοί χάρτες Πεντέλης, Νέας Πεντέλης και Μαραθώνα, που δημιουργήθηκαν από την εταιρεία Κτηματολόγιο Α.Ε. και είναι αναρτημένοι στην ιστοσελίδα του ΥΠΕΚΑ. Οι λήψεις των δορυφορικών εικόνων πραγματοποιήθηκαν το έτος 2007 και 2008, η κλίμακα σύνταξης είναι 1:5000 και περιμετρικά του χάρτη αναγράφονται οι συντεταγμένες στο κρατικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87.

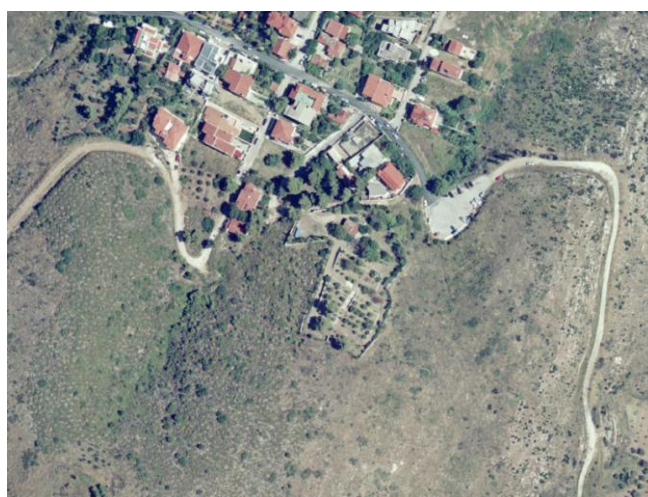


Εικόνα 22: Παράδειγμα δασικού χάρτη "04920-42270"

Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2012

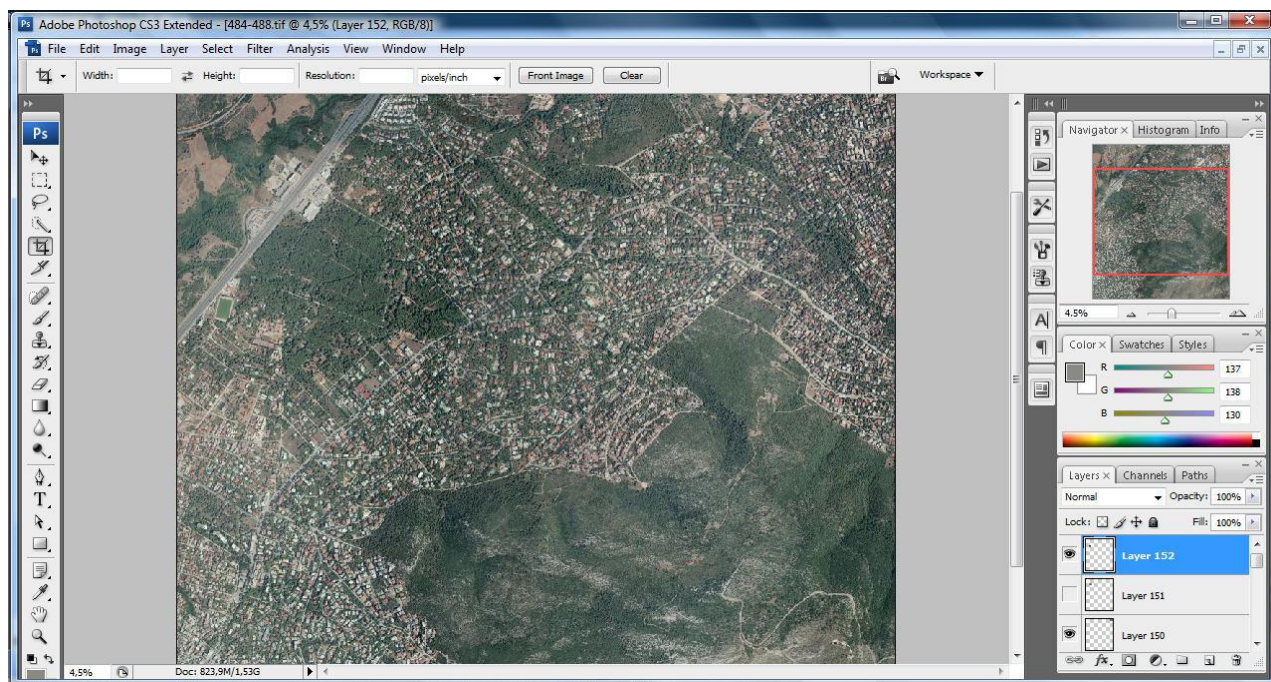
Για την υπόλοιπη περιοχή χρησιμοποιήθηκαν οι ορθοφωτοχάρτες του Απριλίου που παρέχονται από τα ελεύθερα δεδομένα του ΟΚΧΕ. Οι ορθοφωτοχάρτες προέρχονται από αεροφωτογραφίες του 2010, το σύστημα αναφοράς που χρησιμοποιείται είναι το ΕΓΣΑ '87 και η κλίμακα διανομής 1:500.

Η ένωση των ορθοφωτοχαρτών πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας, Adobe Photoshop CS3.



Εικόνα 23: Παράδειγμα ορθοφωτοχάρτη "04912-42156"

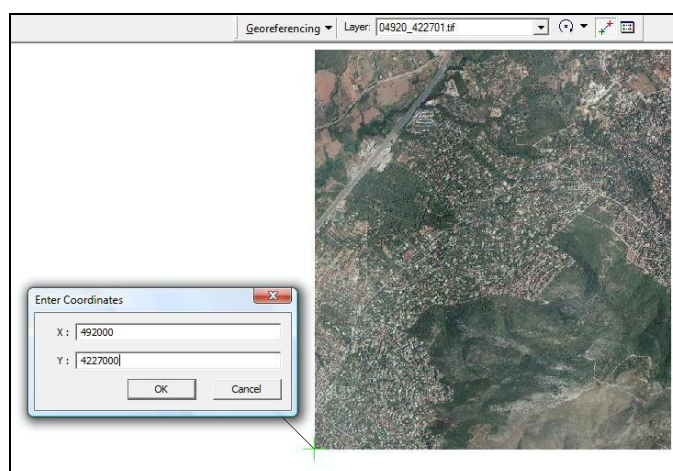
Πηγή: ftp://213.16.130.10:57779/Attica_Orthophotos_2010/Orthos_April/0490042150/



Εικόνα 24: Παράδειγμα συνένωσης εικόνων σε περιβάλλον Adobe Photoshop

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

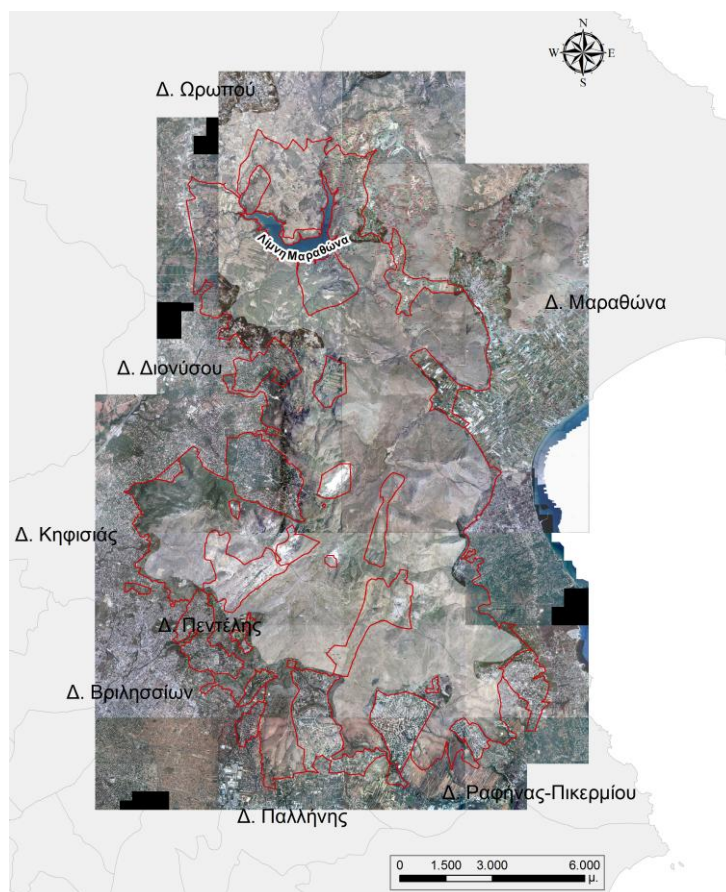
Στη συνέχεια, οι ορθοφωτοχάρτες εισήχθησαν στο λογισμικό Arc/Info όπου και πραγματοποιήθηκε η γεωαναφορά τους.



Εικόνα 25: Παράδειγμα γεωαναφοράς στο λογισμικό Arc/Info

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Κατά παρόμοιο τρόπο, εισήχθησαν όλοι οι ορθοφωτοχάρτες που συνθέτουν την περιοχή μελέτης. Τα όρια του Πεντελικού Όρους προήλθαν από τα δημόσια ανοιχτά δεδομένα (geodata.gov.gr), από τα οποία χρησιμοποιήθηκε το shapefile «Ζώνες Προστασίας Ορεινού Όγκου Πεντέλης». Οι ζώνες προστασίας που εμφανίζονται έχουν καθορισθεί από το Π.Δ. ΦΕΚ 775Δ/1988 και η κλίμακα ψηφιοποίησης είναι 1:25000.



Χάρτης 14: Υπόβαθρο περιοχής μελέτης

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Οι μαυρισμένες περιοχές αφορούν σε στρατιωτικές βάσεις και για λόγους εθνικής ασφάλειας δεν περιλαμβάνουν πληροφορία.

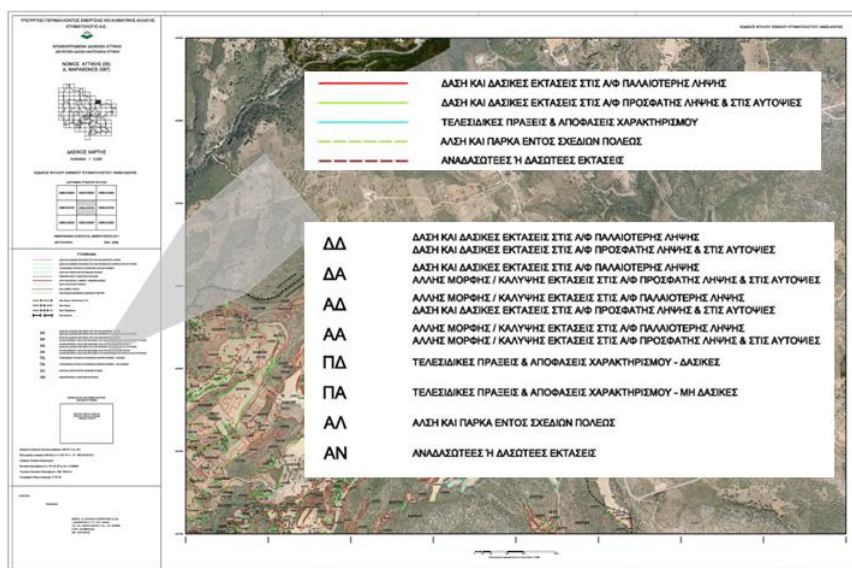
5.3 Κριτήρια χωροθέτησης φωτοβολταϊκού πάρκου

Η χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού σταθμού πραγματοποιήθηκε βάσει κριτηρίων που αφορούν σε περιορισμούς βάσει δασικής νομοθεσίας, στα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της υποψήφιας περιοχής ώστε να έχει την υψηλότερη απόδοση το φωτοβολταϊκό σύστημα, σε χωροταξικούς περιορισμούς που έχουν θεσπισθεί από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής καθώς και σε περιορισμούς που περιλαμβάνει η νομοθεσία για την προστασία ευαίσθητων περιοχών.

5.3.1 Νομοθετικά κριτήρια

Οι δασικοί χάρτες της εταιρείας Κτηματολόγιο Α.Ε. χωρίζουν το Πεντελικό Όρος σε ζώνες που περιλαμβάνουν πληροφορίες για το ποιες εκτάσεις ήταν δασικές και

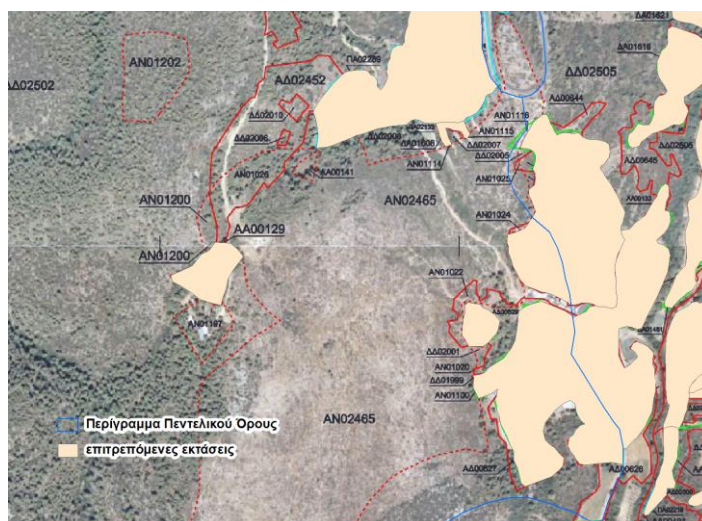
διατηρούν το χαρακτήρά τους, ποιες έχουν αποχαρακτηρισθεί, ποιες εκτάσεις έχουν κηρυχθεί αναδασωτές.



Εικόνα 26: Υπόμνημα δασικών χαρτών

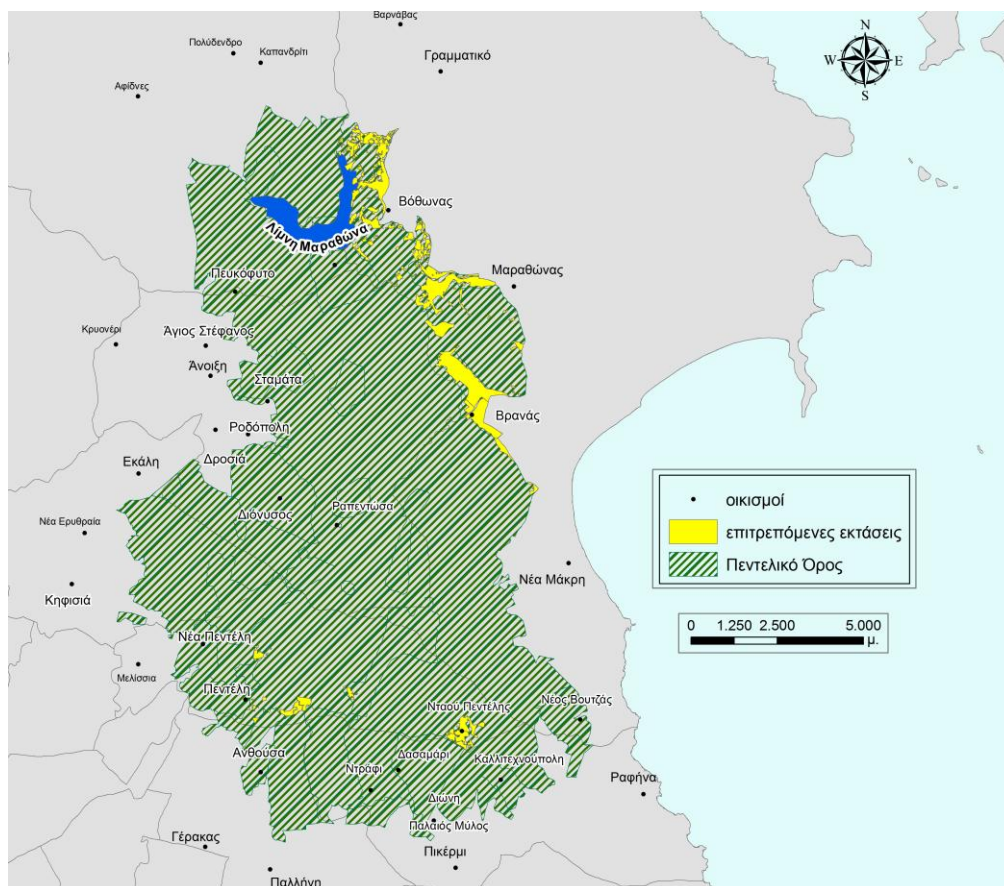
Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Σύμφωνα με τον παραπάνω διαχωρισμό και βάσει της ισχύουσας δασικής νομοθεσίας, όπως περιγράφηκε στο υποκεφάλαιο 2.6.4., προκύπτει ότι οι περιοχές όπου επιτρέπεται η χωροθέτηση φωτοβολταϊκού πάρκου είναι αυτές με τον κωδικό ΔΑ δηλαδή, εκτάσεις που ήταν δάση και πλέον έχουν άλλη χρήση, ΑΑ δηλαδή δεν ήταν ποτέ δασικές εκτάσεις και ΠΑ που είναι τελεσίδικα χαρακτηρισμένες ως μη δασικές εκτάσεις. Ακόλουθα, πραγματοποιήθηκε η ψηφιοποίηση των περιοχών αυτών στο λογισμικό Arc/Info από την εργαλειοθήκη Editor → Start Editing σε ένα shapfile πολυγωνικής τοπολογίας που δημιουργήθηκε προηγουμένως στο ArcCatalog για το σκοπό αυτό.



Εικόνα 27: Ψηφιοποιημένες επιτρεπόμενες εκτάσεις για χωροθέτηση φωτοβολταϊκού πάρκου

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*



Χάρτης 15: Επιτρεπόμενες εκτάσεις χωροθέτησης φωτοβολταϊκού πάρκου βάσει
δασικής νομοθεσίας

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

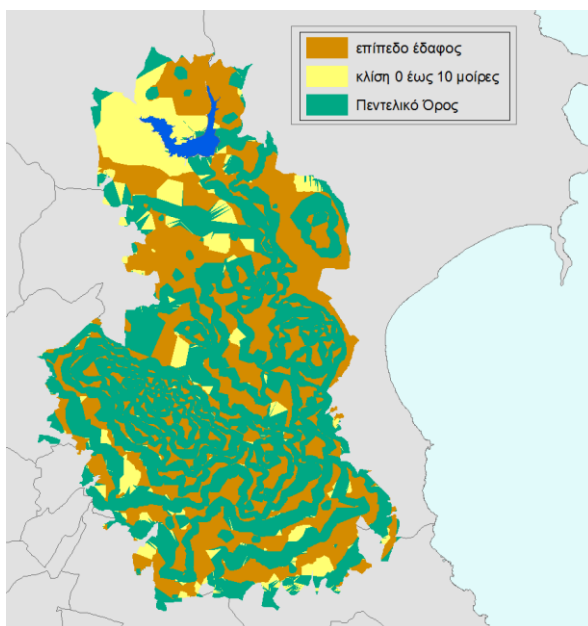
5.3.2 Γεωμορφολογικά κριτήρια

Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά που εισάγονται ως κριτήρια χωροθέτησης είναι η κλίση του εδάφους, που επιλέγεται ως ανώτερη 10° και ο προσανατολισμός, που επιλέγεται ως νότιος, νοτιοδυτικός και νοτιοανατολικός.

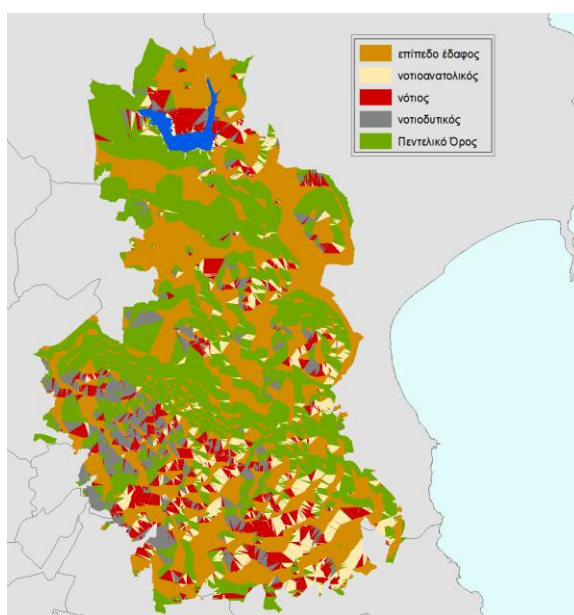
Αρχικά, δημιουργήθηκε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM) (Χάρτης 2) με τη μέθοδο του TIN (Triangulated Irregular Network), η οποία βασίζεται στην δημιουργία ενός δικτύου τριγώνων μέσω ενός συνόλου κόμβων σύμφωνα με την μέθοδο Delaunay. Η επιλογή των κόμβων δεν είναι τυχαία καθώς χρησιμοποιούνται αυτοί που βρίσκονται σε σημεία αλλαγής της μορφής του ανάγλυφου, όπως είναι το υδρογραφικό δίκτυο ή η κορυφογραμμή. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν ως στοιχεία εισαγωγής τα υψομετρικά σημεία, οι ισουψείς καμπύλες με ισοδιάσταση 100μ., το υδρογραφικό δίκτυο και το περίγραμμα του Πεντελικού Όρους.

Η δημιουργία του χάρτη του ψηφιακού μοντέλου εδάφους πραγματοποιήθηκε από την εργαλειοθήκη 3D Analyst → Create Tin from Features, όπου επιλέχθησαν τα

παραπάνω θεματικά επίπεδα. Ο χάρτης κλίσεων (Χάρτης 3) και προσανατολισμού (Χάρτης 4) που απεικονίζονται στο προηγούμενο κεφάλαιο, δημιουργήθηκαν από την εργαλειοθήκη 3D Analyst → Surface Analysis → Slope και αποτελούν raster (ψηφιδωτά) αρχεία, μη επεξεργάσιμα. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκαν νέα αρχεία shapefile που περιέχουν πληροφορία για την κλίση και τον προσανατολισμό, από την εργαλειοθήκη ArcToolbox, Conversion → From Tin → Tin Triangle και ως στοιχείο εισαγωγής το ψηφιακό μοντέλο εδάφους.



Χάρτης 16: Κατάλληλες κλίσεις εδάφους για χωροθέτηση φωτοβολταϊκού πάρκου
Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*



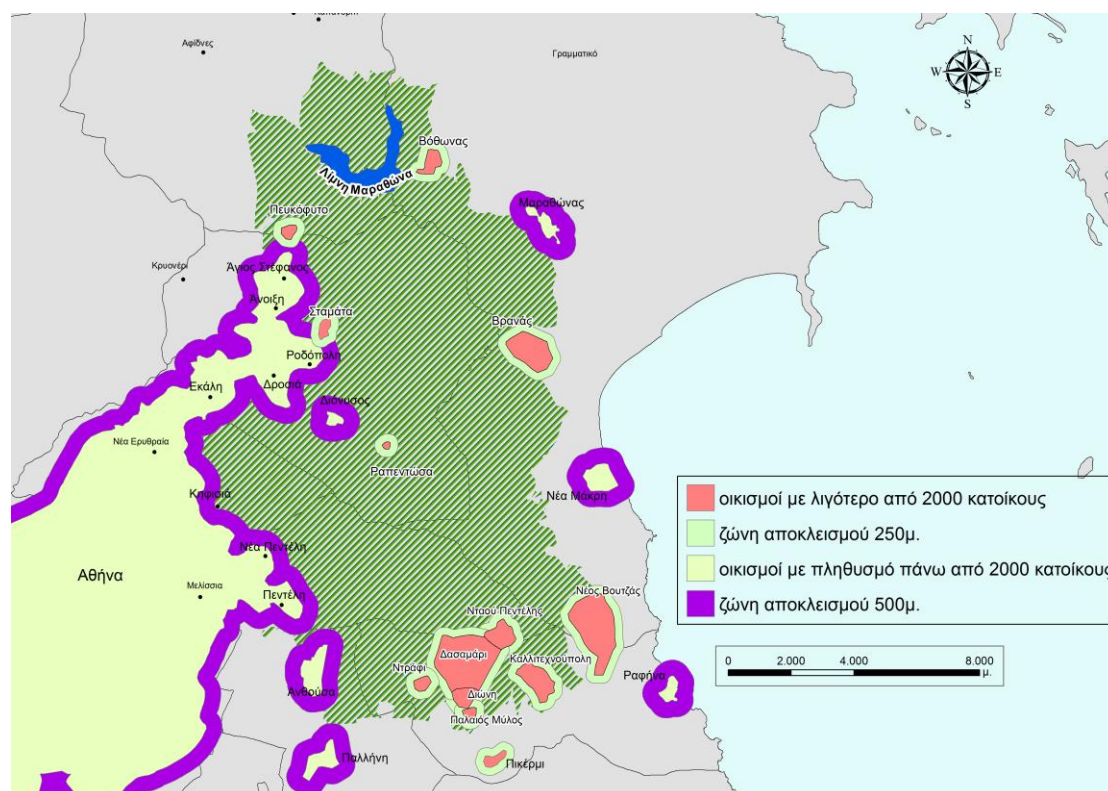
Χάρτης 17: Κατάλληλος προσανατολισμός εδάφους για χωροθέτηση
φωτοβολταϊκού πάρκου

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

5.3.3 Χωροταξικοί περιορισμοί

→ Οικισμοί

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για τους οικισμούς προήλθαν από την Εθνική Τράπεζα Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας και την ιστοσελίδα geodata.gov.gr. Τα πρώτα προέρχονται από ψηφιοποίηση της διαφάνειας της Γεωγραφικής υπηρεσίας Στρατού του 1973, σε κλίμακα 1:50000, είναι πολυγωνικής τοπολογίας και περιλαμβάνουν πληροφορία για τον αριθμό των κατοίκων και το εμβαδόν των οικισμών. Αντίθετα, τα δεδομένα από το Ινστιτούτο Πληροφοριακών Συστημάτων του Ερευνητικού Κέντρου “Αθήνα” περιλαμβάνουν μόνο σημειακή πληροφορία και τα τοπωνύμια. Έτσι, χρησιμοποιήθηκε το υπόβαθρο των ορθοφωτοχαρτών, δημιουργήθηκε ένα shapefile πολυγωνικής τοπολογίας στο ArcCatalog και πραγματοποιήθηκε η ψηφιοποίηση των οικισμών Βόθωνα, Πευκοφύτου, Βρανά, Ραπεντώσας, Νταού Πεντέλης, Νέου Βουτζά, Δασαμαρίου, Ντράφι, Διώνης, Καλλιτεχνούπολης και Παλαιού Μύλου, από την εργαλειοθήκη Editor → Start Editing.



Χάρτης 18: Οικιστικές ζώνες αποκλεισμού χωροθέτησης φωτοβολταϊκού πάρκου
Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

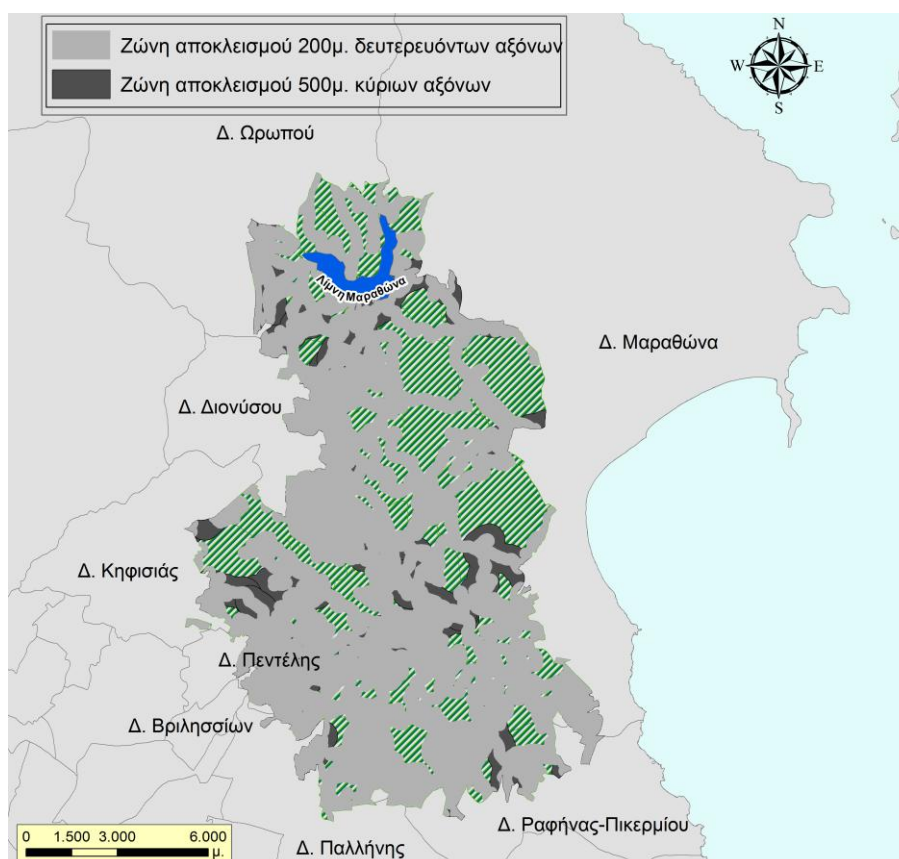
Η νομοθεσία περί χωροθέτησης έργων ΑΠΕ για την αποφυγή οχλήσεων στους οικισμούς από αντανάκλασεις φωτοβολταϊκού σταθμού προτείνει τη δημιουργία

ζώνης αποκλεισμού 500μ. για οικισμούς μεγαλύτερους των 2000 κατοίκων ενώ για οικισμούς με μικρότερο πληθυσμό η ζώνη περιορίζεται στα 250μ. Επιπλέον, προτείνεται η χωροθέτηση να υλοποιηθεί σε περιοχές όπου δεν είναι ορατές από οικισμούς.

Οι οικιστικές ζώνες αποκλεισμού υλοποιήθηκαν από την εργαλειοθήκη ArcToolbox → Analysis Tools → Proximity → Buffers.

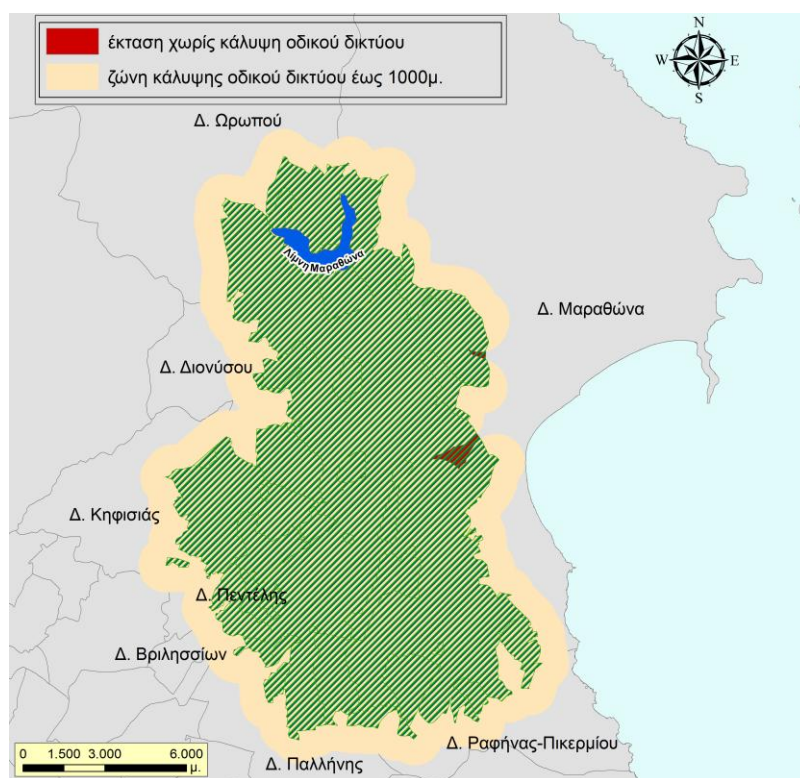
↳ Οδικό δίκτυο

Το οδικό δίκτυο της περιοχής αποτελείται από κύριους και δευτερεύοντες δρόμους. Σκοπός του κριτηρίου είναι να δημιουργηθεί μια κατά πλάτος ζώνη αποκλεισμού ώστε να αποφεύγονται οι ενοχλήσεις από αντανάκλασεις των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Για το λόγο αυτό, επιλέχθηκε ζώνη αποκλεισμού 500μ. για το κύριο οδικό δίκτυο ενώ για τους δευτερεύοντες άξονες ζώνη 200μ. Παράλληλα όμως, πρέπει να εξασφαλισθεί ότι θα υπάρχει εύκολη πρόσβαση στο φωτοβολταϊκό πάρκο από το υπάρχον οδικό δίκτυο ώστε να μη χρειασθεί η διάνοιξη νέων δρόμων, το οποίο συνεπάγεται οικονομική επιβάρυνση. Έτσι, ένα επιπλέον κριτήριο είναι η διασφάλιση δρόμου σε απόσταση 1000 μ.



Χάρτης 19: Ζώνες αποκλεισμού χωροθέτησης φωτοβολταϊκού πάρκου βάσει οδικού δικτύου

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*



Χάρτης 20: Ζώνη κάλυψης οδικού δικτύου έως 1000μ.

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

↳ Υδρογραφικό δίκτυο

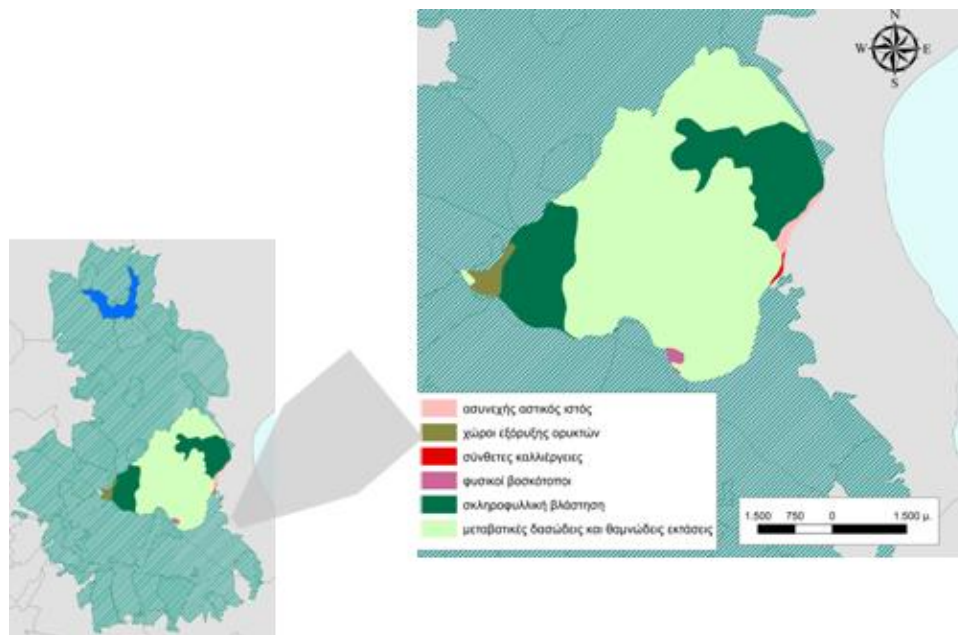
Για τη διατήρηση της ισορροπίας του υδάτινου οικοσυστήματος επιλέχθηκε ζώνη αποκλεισμού 100 μ. για το υδρογραφικό δίκτυο.

5.3.4 Ευαίσθητες περιοχές

Από τα δεδομένα του Ινστιτούτου Πληροφοριακών Συστημάτων του Ερευνητικού Κέντρου "Αθήνα" (geodata.gov.gr) και με βάση τα δεδομένα του ΥΠΕΚΑ εισήχθησαν στο λογισμικό Arc/Info όλες οι κατηγορίες ευαίσθητων περιοχών που προστατεύονται νομοθετικά. Συγκεκριμένα, οι κατηγορίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι: οι περιοχές Natura, τα αισθητικά δάση, τα εθνικά πάρκα και οι δρυμοί, οι αρχαιολογικές ζώνες, οι ελεγχόμενες κυνηγετικές περιοχές και άλλες περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος. Από τις παραπάνω εντός των ορίων του Πεντελικού Όρους βρίσκεται μόνο το δημόσιο δάσος της Ραπεντώσας, που ανήκει στις περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος.

Το δημόσιο δάσος της Ραπεντώσας (Σταμάτα) βρίσκεται κεντρικά και ανατολικά του Πεντελικού Όρους σε υψόμετρο 450μ. και καταλαμβάνει περίπου 26100 στρέμματα. Προστατεύεται με το ΦΕΚ689/Β/24-5-1976 σχετικά με την ίδρυση μόνιμου καταφυγίου θηραμάτων. Οι υπάρχουσες χρήσεις γης σύμφωνα με τη βάση δεδομένων του Corine 2000 είναι ασυνεχής αστικός ιστός, καθώς δέχεται πιέσεις

από ανατολικά από τον οικισμό της Νέας Μάρκρης, σύνθετες καλλιέργειες, φυσικοί βοσκότοποι, σκληροφυλλική βλάστηση, χώροι εξορύξεως ορυκτών, μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις. Από το δάσος διέρχεται η Λεωφόρος Διονύσου ή επαρχιακή οδός Εκάλης – Νέας Μάρκρης.



Χάρτης 21: Χρήσεις γης δημοσίου δάσους Ραπεντώσας

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Το δάσος της Ραπεντώσας αποτελεί το μοναδικό τμήμα που ανήκει στο δημόσιο ενώ η υπόλοιπη έκταση ανήκει στη Μονή Πεντέλης και τη Μονή Πετράκη. Τον Ιούλιο του 1995 το δάσος κάηκε στο μεγαλύτερο τμήμα της έκτασής του ενώ εκτιμάται ότι από εκείνη την πυρκαγιά επλήγησαν 100000 στρέμματα δάσους.

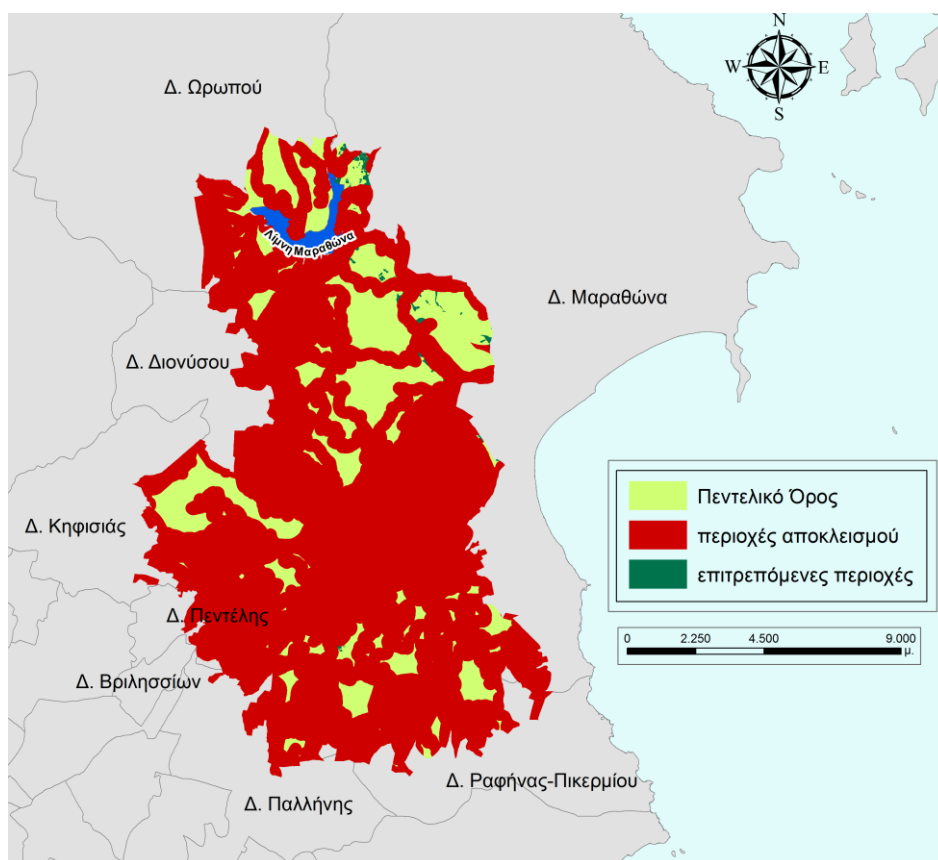


Εικόνα 28: Δάσος Ραπεντώσας

Πηγή: http://ta-anilia.blogspot.gr/2009_08_23_archive.html

5.3.5 Σύνθεση κριτηρίων

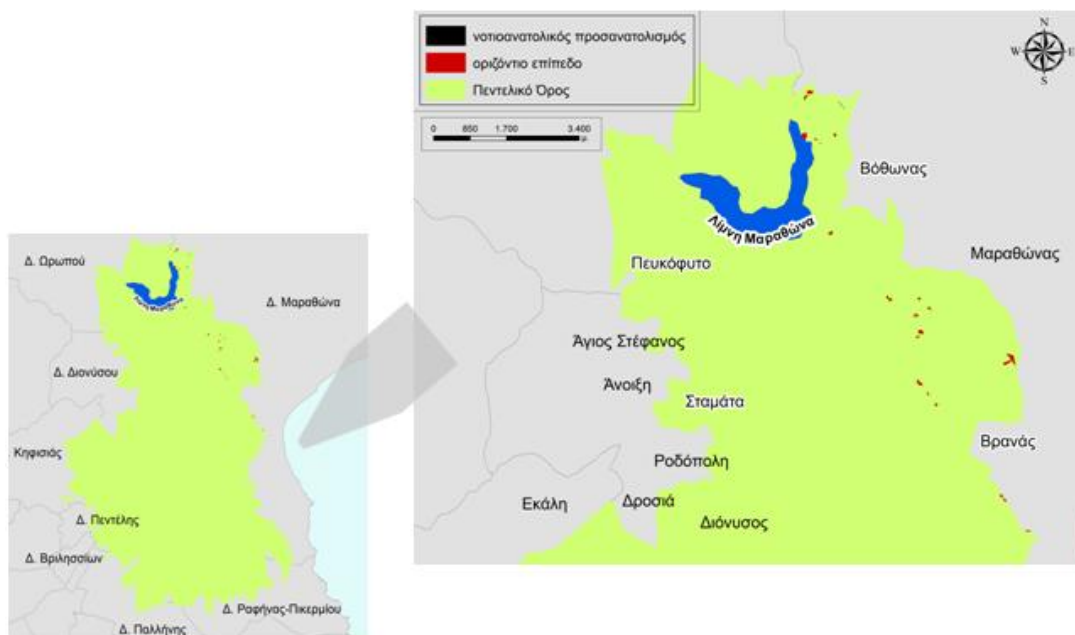
Οι εναλλακτικές θέσεις χωροθέτησης του φωτοβολταϊκού πάρκου προέκυψαν από τη σύνθεση των κριτηρίων που τέθηκαν παραπάνω. Πιο αναλυτικά, ενοποιήθηκαν οι ζώνες αποκλεισμού των οικισμών και του οδικού δικτύου καθώς και η περιοχή που καταλαμβάνει το δημόσιο δάσος της Ραπεντώσας, ως περιοχή περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος. Η εντολή Merge που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό αυτό βρίσκεται στην εργαλειοθήκη ArcToolbox → Data Management Tools → General. Στη συνέχεια, απομονώθηκαν οι επιτρεπόμενες περιοχές βάσει της δασικής νομοθεσίας με την εντολή Erase που βρίσκεται στην εργαλειοθήκη ArcToolbox → Analysis Tools → Overlay.



Χάρτης 22: Επιτρεπόμενες εκτάσεις και ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού πάρκου

Πηγή: *Ιδία Επεξεργασία*

Ακόλουθα, συνοπολογίζοντας τα μορφολογικά κριτήρια του εδάφους, επιλέχθηκαν από τις εναπομείνουσες επιτρεπόμενες περιοχές αυτές με μηδενική κλίση, δηλαδή το οριζόντιο επίπεδο και αυτές με κλίση έως 10° και νότιο, νοτιοανατολικό ή νοτιοδυτικό προσανατολισμό εδάφους και εξήχθησαν σε καινούρια θεματικά επίπεδα. Τέλος, από τις παραπάνω επιλέχθησαν οι εκτάσεις που διαθέτουν το κατάλληλο εμβαδό για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού.



Χάρτης 23: Διαθέσιμες περιοχές για τη χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού πάρκου
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

5.4 Επιλογή περιοχής εγκατάστασης

5.4.1 Εισαγωγή επιπλέον κριτηρίων

Οι διαθέσιμες εκτάσεις χωροθέτησης του φωτοβολταϊκού σταθμού, όπως προέκυψαν παραπάνω, αξιολογήθηκαν με την εισαγωγή επιπλέον κριτηρίων. Τα κριτήρια αυτά αφορούν στον προσδιορισμό των χρήσεων γης σύμφωνα με το Π.Δ 755/1988 και των χρήσεων γης του CORINE 2000, στην εξασφάλιση να μην υπάρχει ορατότητα της μονάδας από τους γειτονικούς οικισμούς για την αποφυγή ενοχλήσεων λόγω αντανάκλασεων καθώς και στο σχήμα του οικοπέδου που προτιμότερο είναι το ορθογώνιο.

Attributes of διαθέσιμες περιοχές χωροθέτησης						
FID	Shape *	area	dxf text	slope	visibility	ζώνες Π Δ
1	Polygon	23936,826797	Σκληροφυλλική Βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
2	Polygon	2479,37949	Σκληροφυλλική Βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
3	Polygon	3201,620375	Σκληροφυλλική Βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
4	Polygon	3733,052676	Γεωργική γη-Τμήματα Φυσικής Βλάστησης	οριζόντιο επίπεδο	ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
5	Polygon	6503,36502	Γεωργική γη - Τμήματα Φυσικής Βλάστησης	οριζόντιο επίπεδο	ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
6	Polygon	2549,912115	Σύνθετες Καλλιέργειες	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη Γεωργικής χρήσης
7	Polygon	3066,200711	Σκληροφυλλική Βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
8	Polygon	7455,623343	Σκληροφυλλική Βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
9	Polygon	2800,632415	Σύνθετες Καλλιέργειες	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη Γεωργικής χρήσης
10	Polygon	7007,476884	Σύνθετες Καλλιέργειες	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη Γεωργικής χρήσης
11	Polygon	2861,489142	Γεωργική γη - Τμήματα Φυσικής Βλάστησης	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
12	Polygon	3350,680522	Γεωργική γη - Τμήματα Φυσικής Βλάστησης	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
13	Polygon	2951,829957	Γεωργική γη - Τμήματα Φυσικής Βλάστησης	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
14	Polygon	2528,574532	Σκληροφυλλική Βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
15	Polygon	9121,32893	Σκληροφυλλική Βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
16	Polygon	2613,531217	Σκληροφυλλική Βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
17	Polygon	8552,991957	Γεωργική γη - Τμήματα Φυσικής Βλάστησης	οριζόντιο επίπεδο	ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
18	Polygon	3779,687971	Σκληροφυλλική Βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
19	Polygon	3251,5961	Μεταβατικές Δασώδεις - Θομνώδεις Εκτάσεις	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη Γεωργικής χρήσης
20	Polygon	3362,049452	Σύνθετες Καλλιέργειες	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
21	Polygon	2632,399731	Σκληροφυλλική Βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης
22	Polygon	3207,278663	Σύνθετες Καλλιέργειες	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή περιοχή	Ζώνη αναμυχής, αθλητισμού, γεωργικής χρήσης

Πίνακας 21: Χαρακτηριστικά διαθέσιμων θέσεων για τη χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού πάρκου

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

→ Χρήσεις γης CORINE 2000

Οι διαθέσιμες περιοχές χωροθέτησης αποτελούνται από τέσσερις κατηγορίες χρήσεων γης του CORINE 2000, τη σκληροφυλλική βλάστηση (κωδικός DXF TEXT 3.2.3), τις μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις (κωδικός DXF TEXT 3.2.4), τη γεωργική γη και τμήματα φυσικής βλάστησης (κωδικός DXF TEXT 2.4.3) και τις σύνθετες καλλιέργειες (κωδικός DXF TEXT 2.4.2).

Η *σκληροφυλλική βλάστηση* ανήκει στην κατηγορία "Δάση και ημιφυσικές περιοχές" και στην υποκατηγορία "Συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης". Περιλαμβάνει ρεικότοπους και χαμόδεντρα, αποτελεί δηλαδή μια άγρια θαμνώδη έκταση, άγονη και ξηρή ζώνη καλυπτόμενη από φρύγανα (http://147.102.106.42/rs/wiki/index.php/Sclerophyllous_vegetation).

Η κατηγορία αυτή κρίνεται η πιο κατάλληλη για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού πάρκου καθώς καταλαμβάνει μεγάλη έκταση στον ελλαδικό χώρο και δεν απειλείται με εξαφάνιση.

Οι *μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις* ανήκουν στην κατηγορία "Δάση και ημιφυσικές περιοχές" και στην υποκατηγορία "Συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης". Η κατηγορία αυτή κρίνεται αρκετά ευαίσθητη για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού πάρκου και θα πρέπει να αποφευχθεί η χωροθέτησή του σε εδάφη με τέτοια χρήση.

Οι *σύνθετες καλλιέργειες* ανήκουν στην κατηγορία "Γεωργικές περιοχές" και στην υποκατηγορία "Ετερογενείς γεωργικές περιοχές". Είναι μικτά αγροτεμάχια μόνιμων καλλιεργειών όπως οπωροφόρα δέντρα, φυτείες με σαρκώδεις καρπούς, αμπέλια και ελαιώνες. Η γεωργική γη κρίνεται ότι πρέπει να προστατευθεί από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκής μονάδας καθώς η χρήση του εδάφους θα δεσμευτεί για είκοσι χρόνια και αναμένεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, ίσως μη αναστρέψιμες.

Η *γεωργική γη με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης* ανήκει επίσης στην κατηγορία "Γεωργικές περιοχές" και στην υποκατηγορία "Ετερογενείς γεωργικές περιοχές". Σε αυτόν τον ορισμό περιλαμβάνονται αγροτεμάχια αρόσιμης γης, αγροτεμάχια με οπωρώνες, αμπέλια και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς, αγροτεμάχια με τμήματα φυσικού δάσους, ομάδες δέντρων και θάμνων, μικρές υδάτινες επιφάνειες κ.ά. Η κατηγορία αυτή κρίνεται ότι πρέπει να προστατευτεί για τη διατήρηση του χαρακτήρα της περιοχής (http://147.102.106.42/rs/wiki/index.php/2.4.3_Land_principally_occupied_by_agriculture_with_significant_areas_of_natural_vegetation).

→ Χρήσεις γης σύμφωνα με το Π.Δ.755/1988

Οι εναλλακτικές θέσεις χωροθέτησης εμπίπτουν σε δύο ζώνες, όπως έχουν θεσπιστεί από το Π.Δ.755/1988, την Ζώνη Α και τη Ζώνη Β. Η Ζώνη Α αφορά σε χρήση αναψυχής, αθλητισμού και γεωργικής χρήσης και η Ζώνη Β αποκλειστικά σε γεωργική χρήση. Έτσι, η Ζώνη Α κρίνεται καταλληλότερη από τη Ζώνη Β για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού πάρκου.

→ Ορατότητα φωτοβολταϊκού πάρκου από οικισμούς

Οι εκτάσεις που διατίθενται για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού πάρκου μπορεί να είναι ορατές ή μη από γειτονικούς οικισμούς. Επιλέγονται αυτές που είναι μη ορατές.

→ Απόσταση από δίκτυο της ΔΕΗ

Οι προδιαγραφές εγκατάστασης φωτοβολταϊκού σταθμού απαιτούν την ύπαρξη σε κοντινή απόσταση, περίπου 150μ., την ύπαρξη δικτύου χαμηλής τάσης της ΔΕΗ. Παρόλα αυτά, δεν κατέστη δυνατή η συλλογή δεδομένων που αφορούν στο δίκτυο ενεργειακών γραμμών από τις Διευθύνσεις Περιοχής της ΔΕΗ, Φιλοθέης-Κηφισιάς και Μεσογείων, στις οποίες υπάγεται το Πεντελικό Όρος. Έτσι, αποφασίστηκε η επιλογή θέσης να πραγματοποιηθεί κοντά σε οικισμούς, γεγονός που προϋποθέτει την ύπαρξη υποσταθμού μέσης τάσης και δικτύου χαμηλής τάσης για την ηλεκτροδότηση των κατοικιών.

5.4.2 Αξιολόγηση κριτηρίων

Με βάση τα παραπάνω δημιουργήθηκε ένας πίνακας βαθμολόγησης των επιπλέον κριτηρίων ώστε να απορριφθούν κάποιες εκτάσεις. Αξιολογώντας τα κριτήρια, δόθηκε μεγαλύτερη βαρύτητα σε αυτά που αφορούν τις χρήσεις και θα έχουν μεγαλύτερη επίπτωση στο περιβάλλον και συμπληρωματικά στο κριτήριο της ορατότητας από οικισμούς που θα έχει επίπτωση στην αισθητική του τοπίου.

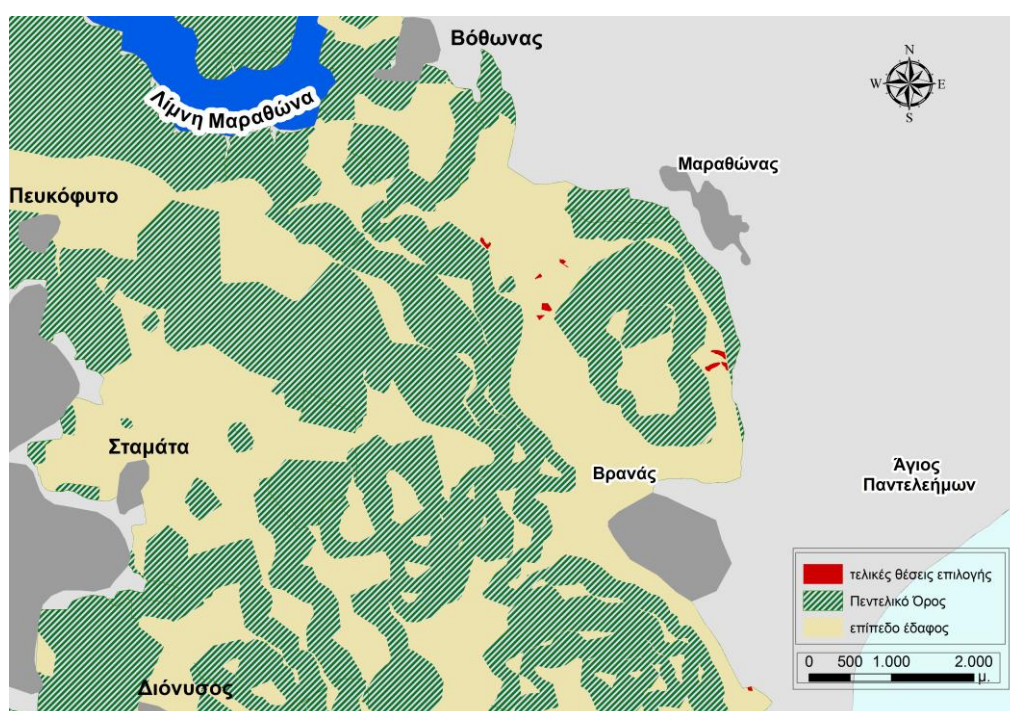
Χρήσεις γης Corine 2001	σκληροφυλλική βλάστηση	0,8
	μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις	0,3
	σύνθετες καλλιέργειες	0,4
	γεωργική γη με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης	0,3
Χρήσεις γης Π.Δ.755/1988	Ζώνη Α	0,7
	Ζώνη Β	0,3
Ορατότητα από οικισμούς	ναι	0
	όχι	1

Πίνακας 22: Βαθμολόγηση χαρακτηριστικών των διαθέσιμων περιοχών
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Τα αποτελέσματα του συνόλου των κριτηρίων εξάγουν εννέα περιοχές με τα ίδια χαρακτηριστικά εδάφους και χρήσεων γης, που διαφέρουν μόνο ως προς την έκταση που καταλαμβάνουν.

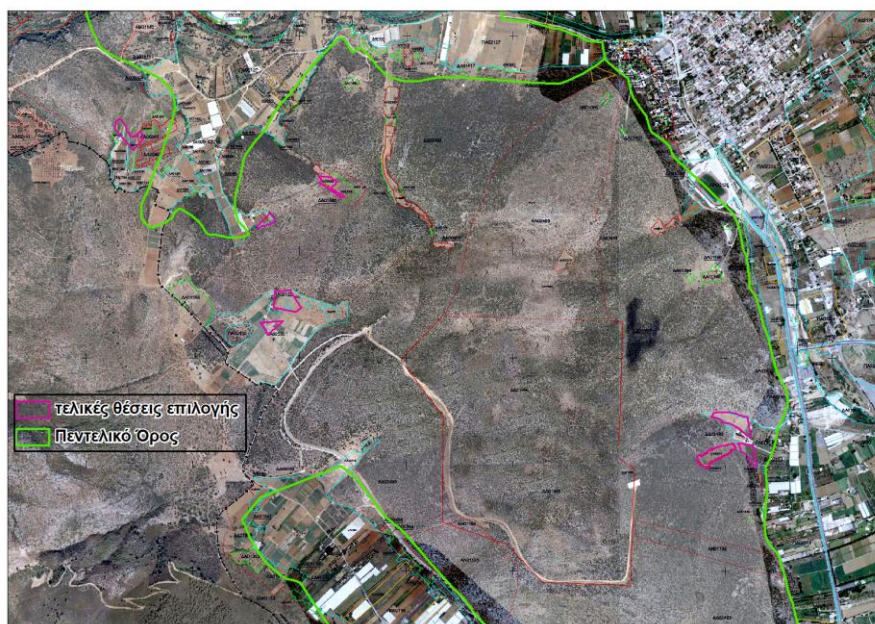
FID	Shape *	area	DXF TEXT	slope	visibility	ΠΔ756 88
0	Polygon	9383,546891	Σκληροφυλλική βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή	Ζώνη αναψυχής, αθλητισμού και γεωργικής χρήσης
1	Polygon	3066,200711	Σκληροφυλλική βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή	Ζώνη αναψυχής, αθλητισμού και γεωργικής χρήσης
2	Polygon	9121,32893	Σκληροφυλλική βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή	Ζώνη αναψυχής, αθλητισμού και γεωργικής χρήσης
3	Polygon	3779,687971	Σκληροφυλλική βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή	Ζώνη αναψυχής, αθλητισμού και γεωργικής χρήσης
4	Polygon	2528,574532	Σκληροφυλλική βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή	Ζώνη αναψυχής, αθλητισμού και γεωργικής χρήσης
5	Polygon	7455,623343	Σκληροφυλλική βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή	Ζώνη αναψυχής, αθλητισμού και γεωργικής χρήσης
6	Polygon	2427,512068	Σκληροφυλλική βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή	Ζώνη αναψυχής, αθλητισμού και γεωργικής χρήσης
7	Polygon	9092,402458	Σκληροφυλλική βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή	Ζώνη αναψυχής, αθλητισμού και γεωργικής χρήσης
8	Polygon	4420,087935	Σκληροφυλλική βλάστηση	οριζόντιο επίπεδο	μη ορατή	Ζώνη αναψυχής, αθλητισμού και γεωργικής χρήσης

Πίνακας 23: Χαρακτηριστικά τελικών θέσεων επιλογής
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία



Χάρτης 24: Τελικές θέσεις επιλογής
Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Εισάγοντας το υπόβαθρο των ορθοφωτοχαρτών, διαπιστώνεται ότι κάποιες από τις τελικές θέσεις επιλογής βρίσκονται εντός ή εφάπτονται σε γεωργική γη με αποτέλεσμα να απορριφθούν από τη διαδικασία της χωροθέτησης.

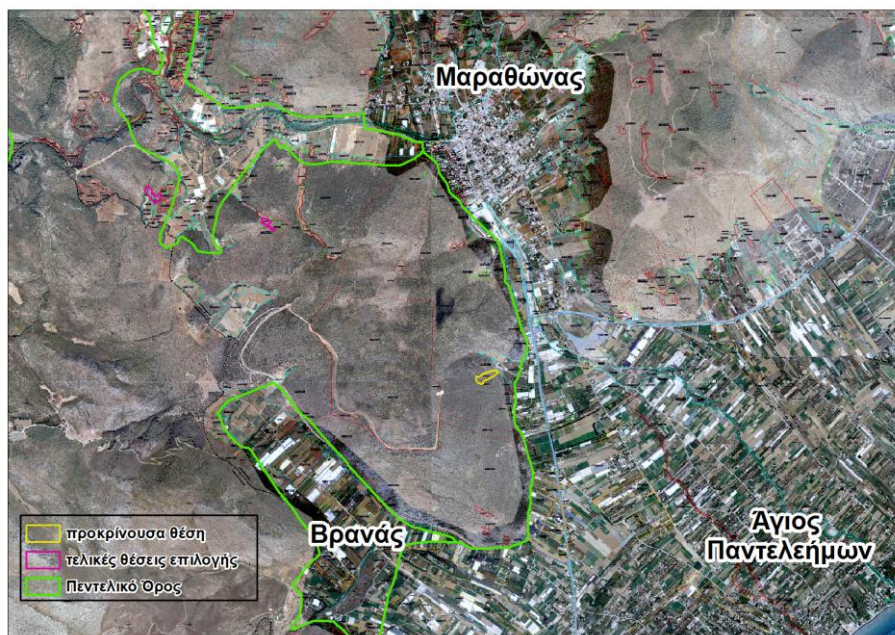


Χάρτης 25: Τελικές θέσεις και γεωργική γη

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

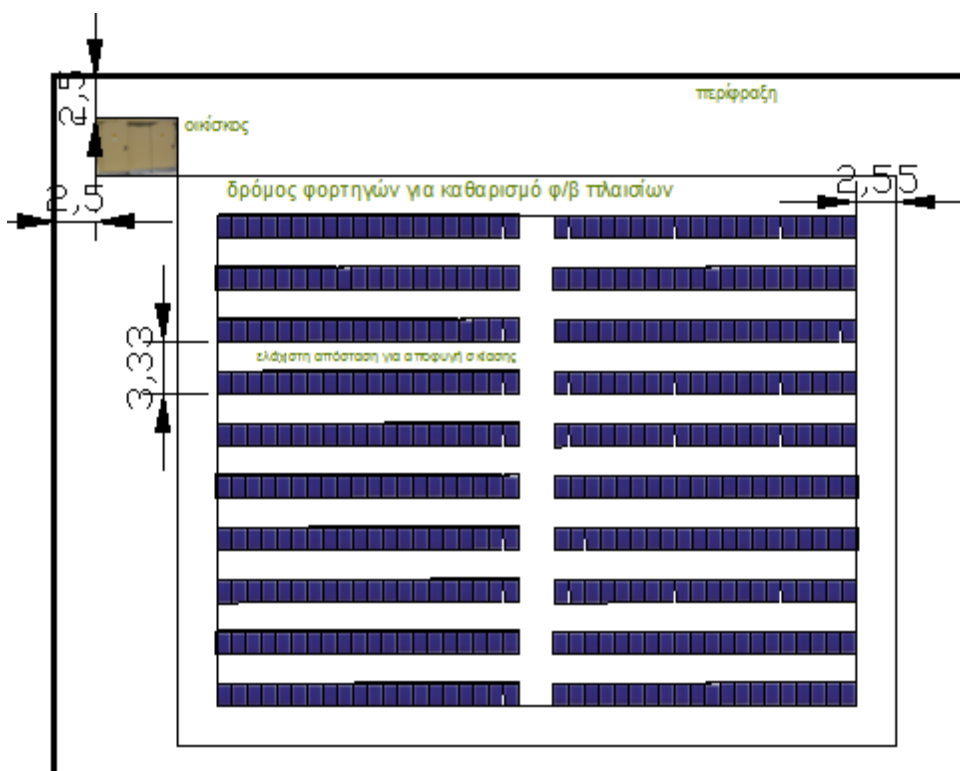
5.4.3. Αποτελέσματα

Συνυπολογίζοντας τους παραπάνω περιορισμούς και λαμβάνοντας υπόψη τις προδιαγραφές για τη χωροθέτηση του φωτοβολταϊκού πάρκου σχετικά με την απαίτηση ύπαρξης δικτύου χαμηλής τάσης σε κοντινή απόσταση επιλέχθηκε τελικά η διαθέσιμη έκταση κοντά στον οικισμό του Βρανά και του Αγίου Παντελεήμονα.



Χάρτης 26: Επιλογή έκτασης χωροθέτησης

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία



Εικόνα 29: Διάταξη φωτοβολταϊκών συστοιχιών

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

6.1 Υπολογισμός κόστους επένδυσης

Το κόστος του εξοπλισμού και των εργασιών για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού πάρκου εγκατεστημένης ισχύς 100KW με τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά όπως περιγράφησαν στο υποκεφάλαιο 5.1 παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Το κόστος αυτό μεταφράζεται στο αρχικό κεφάλαιο που πρέπει να διατεθεί για την υλοποίηση της επένδυσης.

Είδος εξοπλισμού - εργασιών	Κόστος (€)
400 φωτοβολταϊκά πλαίσια	97000
20 αντιστροφείς συνεχούς τάσης σε εναλλασσόμενη	27000
βάσεις στήριξης	15000
οικίσκος εγκατάστασης ηλεκτρονικού εξοπλισμού	3000
χωματουργικές εργασίες	3500
προστατευτική περίφραξη τύπου NATO	5000
ηλεκτρολογικός εξοπλισμός, γειώσεις και αντικεραυνική προστασία	7000
σύστημα παρακολούθησης, καταγραφής και ελέγχου της απόδοσης του σταθμού	3000
σύστημα παρακολούθησης για την ασφάλεια του χώρου	2500
Λοιπά έξοδα(μελέτες - άδειες - κόστος εγκατάστασης)	17000
Άθροισμα	180000

Πίνακας 24: Κόστος φωτοβολταϊκού πάρκου

Πηγή: QGreen,

http://www.solarfree.gr/index.php?page=shop.product_details&category_id=95&flypage=flypage.tpl&product_id=475&option=com_virtuemart&Itemid=18&vmcchk=1&Itemid=18,
<http://www.solarhellas.gr/Product.aspx?pid=169>

6.2 Χρηματοδότηση επένδυσης

6.2.1 Δάνειο

Το συνολικό κόστος της επένδυσης υπολογίσθηκε 180000 €. Όπως έχει ήδη αναφερθεί έχουν πάψει οι επιχορηγήσεις κι επομένως θεωρείται ότι το 25% (45000 €) αποτελεί ίδια συμμετοχή του ιδιώτη και το υπόλοιπο 75% (135000 €) προέρχεται από δανεισμό.

Η διάθεση του ιδίου κεφαλαίου για την υλοποίηση της επένδυσης ενέχει ένα ρίσκο σε περίπτωση αποτυχίας της επένδυσης ή απλά στη δέσμευση του ποσού αποκλείοντας την ευκαιρία χρησιμοποίησής του με άλλον τρόπο (κόστος ευκαιρίας). Το επιτόκιο καταθέσεων την παρούσα χρονική περίοδο διαμορφώνεται στο 6%. Σύμφωνα με το Ν.2238/1994 οι τόκοι φορολογούνται κατά 10%, επομένως η τελική διαμόρφωση του επιτοκίου καταθέσεων είναι 5,4%.

Οι επενδύσεις σε πράσινες εφαρμογές και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας συγχρηματοδοτούνται από το Ταμείο Επιχειρηματικότητας του ΕΤΕΑΝ ΑΕ και την Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος με σταθερό ετήσιο επιτόκιο προεξόφλησης 3,67% και δυνατότητα αποπληρωμής σε 12 έτη.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το τελικό επιτόκιο που συμπεριλαμβάνει το κόστος ιδίων κεφαλαίων και το κόστος δανεισμού υπολογίζεται ως εξής:

$$\varepsilon = \frac{\text{Ιδία}_\text{Κεφάλαια}}{\text{Κόστος}_\text{Επένδυσης}} \times 5,4\% + \frac{\text{Κεφάλαιο}_\text{Δανεισμού}}{\text{Κόστος}_\text{Επένδυσης}} \times 3,67\% \quad (\text{τύπος 6})$$

Δηλαδή προκύπτει $\varepsilon = 4,10\%$

Οι τραπεζικές χρηματοδοτήσεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- ✓ χρηματοδοτήσεις για κεφάλαιο κίνησης και
- ✓ χρηματοδοτήσεις για επενδύσεις σε πάγια περιουσιακά στοιχεία.

Η παρούσα επένδυση θα πραγματοποιηθεί με τη δεύτερη κατηγορία χρηματοδότησης, η οποία παρουσιάζει μεσοπρόθεσμο ή και μακροπρόθεσμο χαρακτήρα παίρνοντας τη μορφή τοκοχρεωλυτικών δανείων (Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2007).

Η δόση του δανείου αποτελείται από δύο τμήματα:

- ✓ τον τόκο, που αποτελεί το κόστος δανεισμού και μειώνεται όσο μειώνεται το χρέος στην τράπεζα και
- ✓ το χρεολύσιο, το οποίο μειώνει το χρέος στην τράπεζα (Καλιαμπάκος και Δαμίγος, 2008).

Η ετήσια δόση αποπληρωμής δανείου υπολογίζεται με βάση τον Συντελεστή Ανάκτησης Κεφαλαίου.

$$\Sigma \text{AK} = \frac{\varepsilon \times (1 + \varepsilon)^t}{(1 + \varepsilon)^t - 1} \quad (\text{τύπος 7})$$

Ετήσια _ Τοκοχρεολυτική _ Δόση = $\Sigma \text{AK} \times \text{Κεφάλαιο} _ \text{Δανεισμού}$ (τύπος 8)

	Ποσό δανείου (€)	135000
Όροι δανείου	Ετήσιο Επιτόκιο	4,10%
	Περίοδος Δανείου (έτη)	12

Έτος λειτουργίας	Ποσό Δανείου (€)	Ετήσια Τοκοχρεολυτική Δόση (€)	Χρεολύσιο (€)	Τόκος (€)	Ανεξόφλητο Υπόλοιπο (€)
0	135000				
1		14468	8933	5535	126067
2		14468	9299	5169	116767
3		14468	9681	4787	107087
4		14468	10078	4391	97009
5		14468	10491	3977	86518
6		14468	10921	3547	75598
7		14468	11369	3100	64229
8		14468	11835	2633	52394
9		14468	12320	2148	40074
10		14468	12825	1643	27249
11		14468	13351	1117	13898
12		14468	13898	570	0
Άθροισμα		173617,5562	135000	38617,6	

Πίνακας 25: Αποπληρωμή δανείου

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

6.2.2 Ετήσια έσοδα και λειτουργικές δαπάνες

Τα έσοδα της επένδυσης προκύπτουν από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας βάσει της σύναψης σύμβασης αγοραπωλησίας που πραγματοποιήθηκε με την ΔΕΣΜΗΕ κατά την αδειοδοτική διαδικασία με τιμή πώλησης την τρέχουσα, που διαμορφώνεται στα 0,225 €/KWh. Τα λειτουργικά έξοδα αφορούν στα έξοδα συντήρησης της μονάδας (1000€), έξοδα φύλαξης του χώρου (800€), έξοδα ασφάλισης (1500€), δαπάνες μίσθωσης της έκτασης (700€), δαπάνες συνεργείου καθαρισμού (1000€), τέλη και δημοτικούς φόρους (1000€) και στην κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας (1000€). Τον πρώτο χρόνο δηλαδή το άθροισμα των λειτουργικών εξόδων εκτιμάται περίπου 7000€. Με την πάροδο των χρόνων όμως τα έξοδα συντήρησης θα αυξάνονται προοδευτικά.

Έτος λειτουργίας	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (KWh/έτος)	Τιμή πώλησης (€/KWh)	Έσοδα από πώληση ενέργειας (€)	Ετήσιες λειτουργικές δαπάνες (€)
0				
1	147737,39	0,225	33240,91275	7000,00
2	147737,39	0,225	33240,91275	7175,00
3	147737,39	0,225	33240,91275	7354,38
4	147737,39	0,225	33240,91275	7538,23
5	147737,39	0,225	33240,91275	7726,69
6	147737,39	0,225	33240,91275	7919,86
7	147737,39	0,225	33240,91275	8117,85
8	147737,39	0,225	33240,91275	8320,80
9	147737,39	0,225	33240,91275	8528,82
10	147737,39	0,225	33240,91275	8742,04
11	131322,12	0,225	29547,477	8960,59
12	131322,12	0,225	29547,477	9184,61
13	131322,12	0,225	29547,477	9414,22
14	131322,12	0,225	29547,477	9649,58
15	131322,12	0,225	29547,477	9890,82
16	131322,12	0,225	29547,477	10138,09
17	131322,12	0,225	29547,477	10391,54
18	131322,12	0,225	29547,477	10651,33
19	131322,12	0,225	29547,477	10917,61
20	131322,12	0,225	29547,477	11190,55

Πίνακας 26: Ετήσια έσοδα και λειτουργικές δαπάνες

Πηγή: Ίδια Επεξεργασία

6.2.3 Ταμειακές ροές

Οι ταμειακές ροές είναι το σύνολο των χρηματικών εισροών και εκροών του έργου. Οι εισροές προέρχονται από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ και το όφελος από τις φορολογικές αποσβέσεις ενώ οι εκροές προκύπτουν από τις υποχρεώσεις αποπληρωμής του δανείου και την φορολογία εισοδήματος (20%).

Οι ταμειακές ροές υπολογίζονται ετησίως. Η αξία του χρήματος όμως μεταβάλλεται εγγενώς στη διάρκεια του χρόνου. Η μείωση της αξία του χρήματος είναι επίσης αποτέλεσμα του πληθωρισμού ο οποίος αντικατοπτρίζεται στην αύξηση τιμών των αγαθών και υπηρεσιών με την πάροδο του χρόνου. Για την αντιμετώπιση του πληθωρισμού στη διαδικασία αξιολόγησης της επένδυσης διακρίνονται δύο βασικές μέθοδοι:

- ✓ η μέθοδος σταθερών τιμών και
- ✓ η μέθοδος των πληθωριστικά μεταβαλλόμενων χρηματοροών.

Στην αξιολόγηση της εν λόγω επένδυσης χρησιμοποιείται η μέθοδος σταθερών τιμών, η οποία αγνοεί τον πληθωρισμό θεωρώντας ότι επηρεάζει ισοβαρώς τις εισροές και τις εκροές.

Για να είναι ομοιογενείς και συγκρίσιμες οι χρηματοροές για τη διάρκεια των είκοσι χρόνων της επένδυσης, απαιτείται αναγωγή (προεξόφληση) της αξίας των μελλοντικών ροών σε παρούσες αξίες. Ο μετασχηματισμός της μελλοντικής χρηματοροής στην παρούσα αξία γίνεται βάσει του παρακάτω τύπου:

$$P = \frac{S}{(1+i)^n} \quad (\text{τύπος 9})$$

όπου P = η παρούσα αξία χρήματος

S = η μελλοντική αξία του χρήματος

i = το επιτόκιο προεξόφλησης

n = έτη λειτουργίας

6.2.4 Αποσβέσεις

Οι αποσβέσεις αντιπροσωπεύουν τη σταδιακή μείωση της αξίας του εξοπλισμού και της τεχνολογίας της επένδυσης, δηλαδή των φωτοβολταϊκών πλαισίων, των αντιστροφών, του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού κ.ά., λόγω της φθοράς με το πέρασμα του χρόνου. Υπολογίζονται με βάση του χρόνου της ωφέλιμης ζωής του εξοπλισμού. Οι αποσβέσεις διακρίνονται στις λογιστικές αποσβέσεις και τις φορολογικές, οι οποίες εισέρχονται στους υπολογισμούς.

Η χρήση ενός "ξεπερασμένου" τεχνολογικά εξοπλισμού αντιμετωπίζεται ως κόστος στην παραγωγή καθόλη τη διάρκεια ζωής του έργου με αποτέλεσμα να εκπίπτει φορολογικά μειώνοντας τη βάση φορολογητέου εισοδήματος. Το όφελος της φοροελάφρυνσης συνυπολογίζεται στις ταμειακές εισροές, σαν το γινόμενο του αρχικού κόστους κεφαλαίου με το συντελεστή απόσβεσης και τον αντίστοιχο συντελεστή φόρου εισοδήματος.

Σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 4 του Π.Δ.299/2003, καθορίζονται οι κατώτεροι και ανώτεροι συντελεστές απόσβεσης για φωτοβολταϊκές μονάδες ως 5% και 7% αντίστοιχα.

6.3 Ανάλυση επένδυσης

Η διαδικασία ανάλυσης της επένδυσης πραγματοποιήθηκε με τρεις τρόπους:

- ✓ τη μέθοδο Προεξοφλημένης Επανείσπραξης (discounted payback),
- ✓ την μέθοδο Καθαρής Παρούσας Αξίας (Net Present Value) και
- ✓ τη μέθοδο Εσωτερικού Επιτοκίου Επιστροφών (Internal Rate of Return)

Και οι τρεις μέθοδοι λογίζουν την χρονική αξία του χρήματος (time value of money), η οποία μειώνεται με την πάροδο του χρόνου όπως προαναφέρθηκε.

Η μέθοδος προεξοφλημένης επανείσπραξης υπολογίζει τον απαιτούμενο χρόνο ώστε η σωρευτική παρούσα αξία των χρηματικών ροών να εξισωθεί με το αρχικό επενδεδυμένο κεφάλαιο. Είναι μια απλή μέθοδος ως προς τον υπολογισμό και την κατανόησή της, ωστόσο αγνοεί τις χρηματικές ροές πέραν του χρόνου επανείσπραξης.

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) είναι η διαφορά ετήσιων χρηματικών εκροών από τις εισροές αφαιρώντας το αρχικό κεφάλαιο επένδυσης από την ίδια συμμετοχή της εταιρείας. Αποτελεί εξέλιξη της μεθόδου προεξοφλημένης επανείσπραξης υπολογίζοντας σε απόλυτες μονάδες τις ταμειακές ροές όλου του επενδεδυμένου πλάνου υλοποίησης του έργου.

- ➔ αν $NPV > 0$, τότε η επένδυση θεωρείται συμφέρουσα,
- ➔ αν $NPV = 0$, τότε η επιχειρηματική απόφαση είναι αδιάφορη
- ➔ αν $NPV < 0$, τότε η επένδυση απορρίπτεται.

Το εσωτερικό επιτόκιο επιστροφών (IRR) είναι το επιτόκιο που εξισώνει την παρούσα αξία των αναμενόμενων εσόδων με την παρούσα αξία των χρηματικών εκροών, υποδηλώνοντας το περιθώριο αύξησης του επιτοκίου προεξόφλησης.

- ➔ αν $IRR > 0$, τότε η επένδυση θεωρείται αποδεκτή
- ➔ αν $IRR < 0$, τότε η επένδυση κρίνεται απορριπτέα.

Το εσωτερικό επιτόκιο επιστροφών αποτελεί σχετικό δείκτη μέτρησης της επενδυτικής βιωσιμότητας, έτσι στην περίπτωση που το αποτέλεσμα του αντικρούει αυτό της καθαρής παρούσας αξίας, προτιμάται η τελευταία.

Κεφάλαιο	180000
συντελ αποσβέσεων	5%
επιτόκιο	4,10%
φορολογία	20%
Έσοδα από πώληση ηλεκτρ ρεύμ (1 έως 10έτη)	33240,91
Έσοδα από πώληση ηλεκτρ ρεύμ (10 έως 20 έτη)	29547,48

Έτος	Μικτό κέρδος (€)	Χρεολύσιο (€)	Τόκος (€)	Φόροι (€)	Εισροή φόρων (€)	Καθαρή χρηματική ροή (€)	Σωρευτική χρηματική ροή (€)	Παρούσα αξία (€)	Σωρευτική παρούσα αξία (€)
0						-45000	-45000	-45000	-45000
1	26241	8933	5535	0	0	11773	-33227	11309	-33691
2	26066	9299	5169	6648	1800	6750	-26478	6228	-27462
3	25887	9681	4787	6648	1800	6570	-19907	5824	-21638
4	25703	10078	4391	6648	1800	6386	-13521	5438	-16200
5	25514	10491	3977	6648	1800	6198	-7323	5070	-11130
6	25321	10921	3547	6648	1800	6005	-1318	4718	-6412
7	25123	11369	3100	6648	1800	5807	4488	4383	-2029
8	24920	11835	2633	6648	1800	5604	10092	4063	2034
9	24712	12320	2148	6648	1800	5396	15488	3758	5793
10	24499	12825	1643	6648	1800	5183	20671	3468	9260
11	20587	13351	1117	6648	1800	1271	21941	817	10077
12	20363	13898	570	5909	1800	1785	23726	1102	11179
13	20133	0	0	5909	1800	16024	39750	9504	20683
14	19898	0	0	5909	1800	15788	55539	8996	29679
15	19657	0	0	5909	1800	15547	71086	8509	38188
16	19409	0	0	5909	1800	15300	86386	8044	46232
17	19156	0	0	5909	1800	15046	101432	7599	53831
18	18896	0	0	5909	1800	14787	116219	7174	61005
19	18630	0	0	5909	1800	14520	130739	6767	67773
20	18357	0	0	5909	1800	14247	144986	6379	74151
21	0	0	0	5909	1800	-4109	140877	-1767	72384

περίοδος απόσβεσης	7,5 έτη
Καθαρή παρούσα αξία	72384
IRR ιδίων κεφαλαίων	16,49 %

Πίνακας 27: Χρηματικές Ροές

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

↳ Μέθοδος Προεξοφλημένης Επανείσπραξης

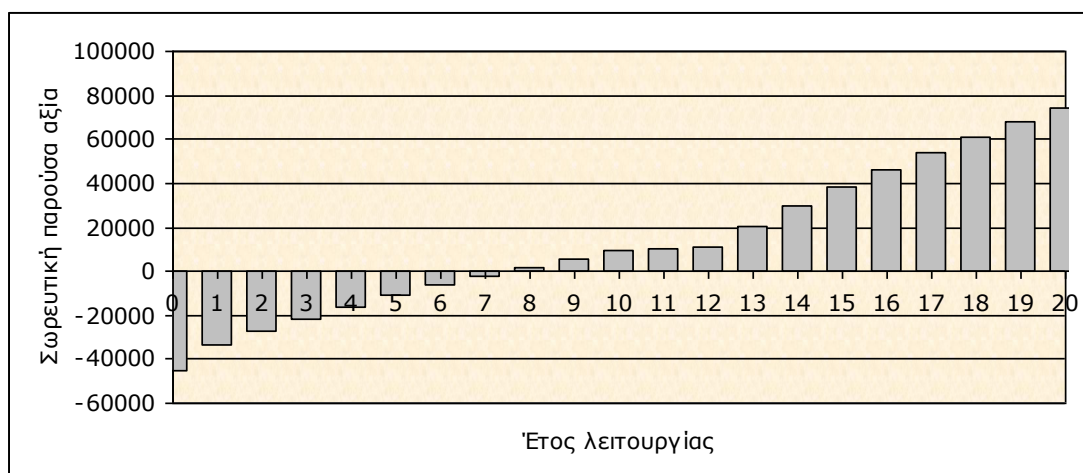
Παρατηρείται ότι τον 8^ο χρόνο η σωρευτική παρούσα αξία σημειώνει θετική τιμή. Είναι ο χρόνος που η επένδυση απέφερε αθροιστικά παραπάνω του αρχικού διατιθέμενου κεφαλαίου. Η απόσβεση του ιδίου κεφαλαίου πραγματοποιείται σε 7,5 χρόνια.

→ Μέθοδος Καθαρής Παρούσας Αξίας

Παρατηρείται ότι η σωρευτική παρούσα αξία στο τέλος της ζωής του έργου είναι θετική. Επομένως, η επένδυση θεωρείται επικερδής και μπορεί να υλοποιηθεί, επιστρέφοντας 72384 € κέρδη σε σχέση με το αρχικό κεφάλαιο.

→ Μέθοδος Εσωτερικού Επιτοκίου Επιστροφών

Το IRR των ιδίων κεφαλαίων υπολογίσθηκε 16,49%, μεγαλύτερο του επιτοκίου αναγωγής, έτσι η επένδυση λαμβάνει έγκριση υλοποίησης.



Διάγραμμα 4: Απόσβεση επένδυσης

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η προσέγγιση της μελέτης για την δημιουργία του φωτοβολταϊκού πάρκου 100 KW στην περιοχή του Πεντελικού Όρους έγινε νομοθετικά και περιβαλλοντικά για τον προσδιορισμό της θέσης εγκατάστασής του και οικονομικά για την αξιολόγηση της επένδυσης.

Από νομοθετικής σκοπιάς, πραγματοποιήθηκε ουσιαστικά μια συνένωση του θεσμικού πλαισίου των ΑΠΕ και της δασικής νομοθεσίας. Η συνένωση αυτή περιείχε εγγενώς αντίρροπες κατευθύνσεις για τη θέση εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού πάρκου ενώ παράλληλα η εισαγωγή κριτηρίων σχετικά με τις προδιαγραφές των φωτοβολταϊκών συστημάτων για τη βέλτιστη απόδοση είχε ως αποτέλεσμα την εξαγωγή περιορισμένων διαθέσιμων εκτάσεων προς χωροθέτηση.

Συγκεκριμένα, η συνολική έκταση των επιτρεπόμενων προς χωροθέτηση περιοχών αποτελεί το 1,31% της συνολικής έκτασης του Πεντελικού Όρους και η διαθέσιμη έκταση μετά την εισαγωγή των αρχικών κριτηρίων το 0,03% της έκτασης του Πεντελικού Όρους ή το 2,37% της έκτασης των επιτρεπόμενων περιοχών.

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να αναφερθεί πως η μελέτη πραγματοποιήθηκε ουσιαστικά για την μισή έκταση του Πεντελικού Όρους, για τις εκτάσεις δηλαδή όπου έχει υλοποιηθεί και δημοσιοποιηθεί πρόσφατα το δασικό κτηματολόγιο. Η έλλειψη κτηματολογίου δασικού και μη, η έλλειψη στοιχείων από τις Διευθύνσεις Περιοχών της ΔΕΗ τα οποία δύνανται να προσφέρουν “πραγματική” πληροφορία προς τρίτους καθώς και η έλλειψη συμβατότητας των δεδομένων λόγω διαφορετικής βάσης ή συστήματος αναφοράς συνθέτουν την ελληνική πραγματικότητα στον τομέα παροχής υπηρεσιών.

Η αντιμετώπιση ορισμένων από τα παραπάνω προβλήματα πραγματοποιήθηκε με τη συμβολή των ΓΣΠ, τα οποία αποδείχθηκαν ένα εύχρηστο μεθοδολογικό εργαλείο στην επεξεργασία των δεδομένων, χρήσιμο χαρτογραφικό εργαλείο για την αναπαράσταση των αποτελεσμάτων και αποτελεσματικός οδηγός στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Όσον αφορά στην οικονομική αξιολόγηση, ως επένδυση κρίνεται βιώσιμη κι αποδοτική με χρόνο απόσβεσης του διατιθέμενου κεφαλαίου για την υλοποίηση του έργου στα 7,5 χρόνια. Με βάση την παρούσα οικονομική συγκυρία και του αρνητικού επενδυτικού περιβάλλοντος, όπου δεν υπάρχουν επιδοτήσεις και η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας έχει μειωθεί δραματικά παραμένει μία αξιόλογη επένδυση, η οποία αποφέρει μηνιαίως έσοδα και στο τέλος του χρόνου ζωής της κέρδος ίσο με 72384 €.

Τέλος, προτείνεται επέκταση ισχύος με τη δημιουργία δύο επιπλέον φωτοβολταϊκών πάρκων με τα ίδια τεχνολογικά χαρακτηριστικά στην ίδια έκταση, ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που θα έχει ως συνέπεια την απόδοση μεγαλύτερου κέρδους. Εξάλλου, βάσει του Νόμου 3851/2010, ΦΕΚ 85Α, 4-6-2010, επιτρέπεται η εγκατάσταση έως πέντε φωτοβολταϊκών μονάδων εγκατεστημένης ισχύς 100 KW η καθεμία στο ίδιο αγροτεμάχιο με μεταξύ τους απόσταση 150 μ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

1. Αργυράκη, Μ. (2008). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Ηλιακά Παθητικά Συστήματα και άλλες Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας στον Κτηριακό Τομέα*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας, Αθήνα.
2. Αρκούδης, Γ. (2007). *Τεχνοοικονομική αξιολόγηση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Ελλάδα*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Ρευστών, Αθήνα.
3. Ασημακόπουλος, Γ. (2007). *Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Ν. 2742/1999) Α΄ ΦΑΣΗ: ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ*.
4. Βασιλάκος, Ν. (2005). *Το Θεσμικό, Αδειοδοτικό και Χρηματοοικονομικά Πλαίσιο Υλοποίησης έργων ΑΠΕ στην Ελλάδα*.
5. Βλαχάκη. (2012). *Στα Φάρσαλα το μεγαλύτερο φωτοβολταϊκό πάρκο στα Βαλκάνια*, Δημοσιογραφικός Οργανισμός Ελευθερία.
6. Ζεντέλης, Π. (2001). *Real Estate, Αξία, Εκτιμήσεις, Ανάπτυξη, Επενδύσεις, Διαχείριση*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Τοπογραφίας, Εκδόσεις Παπασωτηρίου Α.Ε., Αθήνα.
7. Καλιαμπάκος, Δ. και Δαμίγος, Δ. (2008). *Χρηματοοικονομική και κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων", Σημειώσεις του μαθήματος "Οικονομικά του Περιβάλλοντος και των Υδατικών Πόρων", Αθήνα.
8. Καραγεώργου, Β. (2005). *Η Ευρωπαϊκή Πολιτική για τις Κλιματικές Αλλαγές*.
9. Κασσιός, Κ. (2006). *Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από έργα και προγράμματα. Απόψεις για την αντιμετώπισή τους*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού, Αθήνα.
10. Κατσουλάκος, Ν. και Καλιαμπάκος Δ. *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Ορεινές Περιοχές*.
11. Κίλιας, Σ., Βουδούρης, Π., Κατερινόπουλος, Α. και Καβούρη Σ. (2004). *Μελέτη Ρευστών Εγκλεισμάτων σε Αλπινότυπους Χαλαζίες από Διακλάσεις του*

- Πεντελικού Όρους, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, 2004, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
12. Κούγκολος, Α. (2007). *Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική*, Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα.
13. Κτενίδης, Γ. (2008). *Μελέτη Διασυνδεδεμένου Φωτοβολταϊκού Σταθμού Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας των 100kW*, Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
14. Κουτσόπουλος, Κ. (2005). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών & Ανάλυση Χώρου*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
15. Μερτζάνης, Α., Σκοτίδα, Α., Ευθυμίου, Γ. και Ζακυνθινός. (2004). *Διαχρονική Εξέλιξη της κατάστασης του περιβάλλοντος (Γεωλογία-Γεωμορφές) και των χρήσεων γης, σε αργούντα λατομεία του Πεντελικού Όρους (Αττική)*, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, 2004, Πρακτικά 10ου Διεθνούς Συνεδρίου, Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
16. Μπινώλη, Μ. (2010). *Προσομοίωση λειτουργίας φωτοβολταϊκού πλαισίου και έλεγχος απόδοσης του*, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης.
17. Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Αθήνας. (2011). *Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του νέου Ρυθμιστικού Σχεδίου Αθήνας - Αττικής 2021*, Αθήνα.
18. Ορφανού-Νικολάου, Σ-Φ. (2010). *Αναπτυξιακοί στόχοι και χωροθέτηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ελληνική ύπαιθρο: Μελέτη περίπτωσης με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών*, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου", Κατεύθυνση "Ανάπτυξη και Διαχείριση του Ευρωπαϊκού Χώρου", Αθήνα.
19. Παπαδάκης, Χ. (2010). *Ανάλυση Αγοράς Φωτοβολταϊκών Συστημάτων: Διεθνείς Τάσεις και Ελληνικές Προοπτικές*, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Τμήμα Ηλεκτρονικής, Κρήτη.
20. Πελεκάση, Τ. (2010), *Λατομεία μαρμάρου και τοπικές κοινωνίες, Η περίπτωση του Διονύσου*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών, Τομέας Μεταλλευτικής. Αθήνα.

21. Πέρδιος, Στ. (2011). Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις, Τεχνική Εκδοτική, Αθήνα.
22. Σγουρινάκης, Ν. (2012). Η Διοικητική παρέμβαση στον κλάδο των Φωτοβολταϊκών, Ψηφιακό Περιοδικό Επιχείρηση.
23. Σύνδεσμος Επιχειρήσεων Ηλεκτρισμού Ελλάδος, (ΣΕΗΕ). (2011). Επανεκκινώντας την ανάπτυξη - Στρατηγικές Επενδύσεις στην πράσινη ενέργεια στην Ελλάδα, Αθήνα.
24. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. (2009). Εξοικονόμηση και Διαχείριση Ενέργειας στα Κτίρια, Κέρκυρα.
25. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας. (2011). Τεχνικό Εγχειρίδιο για τη μελέτη και την υλοποίηση φωτοβολταϊκών συστημάτων.
26. Υπουργείο Ανάπτυξης. (2007). 1η Έκθεση για το μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό της Ελλάδος 2008-2020.
27. Υπουργείο Ανάπτυξης. (2008). Εκτίμηση του Εθνικού Δυναμικού της Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας στην Ελλάδα.
28. Υπουργείο Εσωτερικών, Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας, Διεύθυνση Σχεδιασμού & Αντιμετώπισης Έκτατων Αναγκών, Τμήμα Σχεδιασμού, Πρόληψης & Αντιμετώπισης Τεχνολογικών & λοιπών καταστροφών. (2008). Ενημερωτικός Φάκελος για τις δραστηριότητες ηλεκτρικής ενέργειας, Αθήνα.
29. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, Γενική Διεύθυνση Ενέργειας, Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας. (2009). 5η Εθνική Έκθεση για το επίπεδο διεύθυνσης της Ανανεώσιμης Ενέργειας το έτος 2010, Αθήνα.
30. Φράγκος, Π. (2011). *Ανάλυση κι Εφαρμογή των Ταμειακών Ροών με βάση τα Διεθνή Λογιστικά Πρότυπα και η επίδρασή τους στις αποδόσεις των μετοχών*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών (MBA).
31. WWF Ελλάς, (2009). Πυρκαγιά Βορειοανατολικής Αττικής 2009, Αλλαγές στη Κάλυψη Γης του Νόμου & Οικολογικός Απολογισμός της Φωτιάς, Πρόγραμμα "Το Μέλλον των Δασών", Αθήνα.

Διεθνής βιβλιογραφία

1. Tsoutsos, T., Frantzeskaki, N. and Gekas, V. (2002). *Environmental Impacts from the Solar Energy Technologies, Examples of the technologies and techniques*

to alleviate them in a sustainable perspective, Environmental Management, Under review.

Διαδικτυακή βιβλιογραφία

1. Βουτυράκης, Μ. (2004). Αειφόρος Ανάπτυξη: Απάντηση στα Παγκόσμια Προβλήματα του Πλανήτη, ecocrete.gr.
2. Ξένος, Γ. (2012). Πλησιάζει το «μπόνους» για τον εξοπλισμό φ/β, agronews.gr.
3. Μπριασούλης, Δ. (2011). Ρεύμα τροφοδότησης του χρέους από τις ΑΠΕ, ecocrete.gr.
4. International Energy Agency, Statistics, http://www.iea.org/stats/regionresults.asp?COUNTRY_CODE=20&Submit=Submit.
5. Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>.

Προτεινόμενη βιβλιογραφία

1. Δανατσοπούλου, Ε., Γαλάνη, Κ. και Θεός, Θ. (2010). *Τεχνοοικονομική Μελέτη Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Φωτοβολταϊκό Πάρκο Ισχύος 95,04 KW*, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας, Κοζάνη.
2. Δημοπούλου, Ε., Λαμπρόπουλος, Α. και Ζεντέλης, Π. Η συμβολή του Κτηματολογίου στη Διαχείριση του Δασικού Χώρου.
3. Θανασούλα, Α. (2010). *Χρήση Ήπιων Μορφών Ενέργειας σε Αγροτικές Περιοχές, Η Περίπτωση Φ/Β Σταθμού Μικρής Ισχύος στο Ν. Ηλείας*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού, Αθήνα.
4. Κουτελιδάκης, Κ. (2010). *Εφαρμογή Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Στρατόπεδο*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Ρευστών, Αθήνα.
5. Ματζαράκης, Α. και Μπαλαφούτης, Χ. (2002). *Γεωγραφική Κατανομή Βαθμομερών Θέρμανσης στον Ελληνικό Χώρο για Ενεργειακή Χρήση*, 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μετεωρολογίας, Κλιματολογίας και Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Ιωάννινα.

6. Παπαδάκης, Ν. (2011). *Επιχειρηματικό Σχέδιο Δράσης για την Ανάπτυξη Επιχείρησης Εκμετάλλευσης Φωτοβολταϊκού Πάρκου*, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, Ηράκλειο.
7. Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, (2008). *Ένας Πρακτικός Οδηγός για τα Φωτοβολταϊκά*.
8. Τσελεπής, Στ. (2010). *Η συμμετοχή των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Επίτευξη του Εθνικού Στόχου Ηλεκτροπαραγωγής το 2020*, 4^ο Εθνικό Συνέδριο: Η Εφαρμογή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας προς ένα Φιλόδοξο και Αξιόπιστο Εθνικό Πρόγραμμα Δράσης, Αθήνα.
9. psiGroup, *Οδηγός για τη Δημιουργία Μονάδα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ηλιακή Ενέργεια με τη Χρήση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων*.

Παράρτημα Χαρτών