



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΜΕΓΑΛΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΕ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΟΥ ΚΟΚΟΛΟΓΟΥ ΔΗΜΟΥ

XANIA, 2012

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Αναπλ. Καθηγητής ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΤΣΟΥΤΣΟΣ

(ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

Αναπλ. Καθηγητής ΜΙΧΑΗΛ ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ

Καθηγητής ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΛΑΪΤΖΑΚΗΣ



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, στα πλαίσια εθνικών και Ευρωπαϊκών ενεργειακών πολιτικών, παρατηρείται σταδιακή αύξηση της ζήτησης για χωροθέτηση μεγάλων μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, κυρίως αιολικών πάρκων και ηλιοθερμικών σταθμών. Αν και η χρήση τους για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος είναι αποδεδειγμένα φιλικότερη προς το περιβάλλον από τις συμβατικές μορφές, στον αντίποδα οι μεγάλες εγκαταστάσεις ΑΠΕ παρουσιάζουν προβλήματα υποβάθμισης του τοπίου και έντονης οπτικής όχλησης στις περιοχές που εγκαθίστανται. Όταν μάλιστα αυτό συνοδεύεται από ελλείπει κριτήρια χωροθέτησης και απουσία ελέγχου, σε μια μικρή εκτατικά χώρα όπως η Ελλάδα που οι συγκρούσεις χρήσεων γης είναι εντονότερες, αυτό οδηγεί συνήθως σε διαμαρτυρίες των τοπικών κοινωνιών κι εν τέλει στην μη ολοκλήρωση του έργου.

Στην εργασία αυτή, έγινε μια προσπάθεια συντονισμού μιας μεθοδολογίας που να μπορεί μέσω της τρισδιάστατης προσομοίωσης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή αλλά και την ταυτόχρονη εφαρμογή ποσοτικών δεικτών υπολογισμού της οπτικής όχλησης από έγκυρες διεθνείς πρακτικές, να αξιολογεί αισθητικά την ένταξη της μονάδας και να βοηθάει τις τοπικές και εθνικές διοικήσεις στην τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων. Έτσι, αρχικά αξιολογήθηκαν διάφορα λογισμικά τα οποία παρέχουν τα εργαλεία για ρεαλιστική προσομοίωση αλλά και ταυτόχρονα την δυνατότητα υπολογισμού των ορατών σημείων της εγκατάστασης. Από την έρευνα το λογισμικό που προέκυψε που πληρούσε σε μεγαλύτερο ποσοστό τα απαραίτητα χαρακτηριστικά ήταν το ArcGIS 10. Στη συνέχεια, από την διεθνή εμπειρία επιλέχθηκαν για τον προσδιορισμό της οπτικής όχλησης οι δείκτες της Ισπανικής μεθόδου, λόγω του ότι είναι εύληπτοι και χρηστικοί από άποψη εφαρμοσμότητας σε όλες τις ΑΠΕ. Τελικά, με την επιλογή αυτών έγινε μια σύνθεση και μια προσαρμογή σε μια νέα μεθοδολογία η οποία εφαρμόστηκε σε δύο πραγματικά παραδείγματα στον νομό Χανίων της Κρήτης, ένα αιολικό πάρκο κι έναν ηλιοθερμικό σταθμό. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας είναι ενθαρρυντικά, καθώς προσομοιώνει ρεαλιστικά τις αλλαγές που προκύπτουν μετά τη εγκατάσταση της μονάδας ενώ οι ποσοτικοί δείκτες αποδίδουν σωστά την οπτική όχληση που προκύπτει. Επίσης τα εναλλακτικά σενάρια χωροθέτησης που ελέγχονται καθώς και η δυνατότητα που προσφέρεται από το λογισμικό εξεύρεσης λύσεων απόκρυψης και περιορισμού της όχλησης, δίνει μια ευελιξία στην μέθοδο και την καθιστά ένα χρήσιμο εργαλείο ικανό να αξιοποιηθεί στην διαδικασία ελέγχου αδειοδότησης των μονάδων αυτών από τους αρμόδιους φορείς.

Λέξεις Κλειδιά: Αισθητική ένταξη, Ισπανική Μέθοδος, τρισδιάστατη προσομοίωση

ABSTRACT

A gradual increase in demand for the siting of large power plants from RES, mostly wind farms and solar thermal plants, is observed the last years in Greece, within national and European policies. Even though their use for electricity production is proven to be more environmentally friendly than conventional forms large plants RES present problems concerning degradation of landscape and strong visual impact in areas that are located. Especially when this situation is accompanied by absent of siting criteria and lack of control, in a small country like Greece where land use conflicts are more intense, this usually leads to protests by local communities and to obstruct and delay project.

In this paper, was made an attempt to create a methodology to assess the aesthetic integration of the unit and help local and national administrations in informed decision-making, through three dimensional computer simulations and simultaneous application of quantitative indicators for calculating the visual impact of valid international practices. Thus, initially various software that provide the tools for a realistic simulation but also the possibility of calculating the visible signs of the installation were evaluated. The research showed the software that meets greater proportion of the necessary characteristics was ArcGis 10. Then, indicators of the Spanish method, were selected in order to determine the visual impact, because they are easily understandable and useful in terms of applicability in all RES installations. Ultimately, these was a synthesis and an adjustment to a new methodology which was applied to two examples, a wind farm and a solar heating station, that are located in the Prefecture of Chania, in Crete.

The outcomes are promising, since the proposed methodology realistically simulates the changes that occur after the installation of the RES unit, while the results of quantitative indicators seem to correctly identify the visual disturbance.

Also the alternative siting scenarios that can be considered and the opportunity offered by the software to find concealment solutions and ways to limit the annoyance, provides flexibility to the method that makes it a useful tool to be used in controlling the licensing process of these units.

Key Words: aesthetic integration, Spanish Method, three-dimensional simulation

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ	15
1.1. Το πρόβλημα διεθνώς	15
1.2 Η προστασία του τοπίου στην Ελλάδα	20
1.3. Η εμπειρία στην επίλυση διεθνώς	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	28
2.1 Επιλογή Λογισμικού	29
2.2 Επιλογή Ποσοτικών Δεικτών	32
2.2.1 Συντελεστής ορατότητας της εγκατάστασης από τον οικισμό (a)	34
2.2.2 Συντελεστής ορατότητας του οικισμού από την εγκατάσταση (b)	35
2.2.3 Συντελεστής ορατότητας της εγκατάστασης όταν λαμβάνεται ως κυβοειδές (c)	35
2.2.4 Συντελεστής απόστασης μεταξύ της εγκατάστασης και του οικισμού (d)	36
2.2.5 Συντελεστής πληθυσμού του οικισμού (e)	39
2.2.6 Αξιολόγηση Οπτικής Όχλησης	39
2.3 Διαδικασία Ποσοτικοποίησης του Οπτικού Αντίκτυπου και της Τρισδιάστατης Προσομοίωσης	41
2.3.1 Γεωγραφικός εντοπισμός της θέσης του έργου	45
2.3.2 Εντοπισμός της άμεσα επηρεαζόμενης περιοχής από την θέα της εγκατάστασης - Εφαρμογή της ζώνης των 6km	45
2.3.3 Τρισδιάστατη προσομοίωση της περιοχής και των σημείων παρατήρησης	46
2.3.4 Εισαγωγή των ορθοφωτοχαρτών / δορυφορικών εικόνων στο ανάγλυφο και τρισδιάστατη προσομοίωση των επιμέρους στοιχείων της περιοχής	46
2.3.5 Τρισδιάστατη προσομοίωση των επιμέρους στοιχείων του έργου	46
2.3.6 Προσδιορισμός των ορατών σημείων του έργου από τα διάφορα σημεία παρατήρησης και προσδιορισμός των ορατών στοιχείων των σημείων παρατήρησης από το έργο	47

2.3.7 Εφαρμογή ποσοτικών δεικτών	47
2.3.8 Εφαρμογή σεναρίων.....	48
2.3.9 Προτεινόμενες λύσεις μείωσης της οπτικής όχλησης.....	49
2.3.10 Ολοκληρωμένη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων κι αισθητική ένταξη του έργου.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	51
3.1 Μελέτη Περίπτωσης Αιολικού Πάρκου (ΑΠ)	52
3.1.1 Διαδικασίες γεωγραφικού προσδιορισμού της θέσης του έργου και της ευρύτερης περιοχής	52
3.1.2 Διαδικασίες ρεαλιστικής τρισδιάστατης προσομοίωσης της περιοχής μελέτης πριν και μετά την κατασκευή	55
3.1.3 Διαδικασίες ποσοτικοποίησης του οπτικού αντίκτυπου	57
3.1.4 Διαδικασίες αξιολόγησης και μείωσης της οπτικής όχλησης	65
3.2 Μελέτη Περίπτωσης Ήλιοθερμικού Πάρκου	69
3.2.1 Διαδικασίες γεωγραφικού προσδιορισμού της θέσης του έργου και της ευρύτερης περιοχής	70
3.2.2 Διαδικασίες ρεαλιστικής τρισδιάστατης προσομοίωσης της περιοχής μελέτης πριν και μετά την κατασκευή	72
3.2.3 Διαδικασίες ποσοτικοποίησης του οπτικού αντίκτυπου	80
3.2.4 Διαδικασίες αξιολόγησης και μείωσης της οπτικής όχλησης	91
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	100
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	111
Ενότητα Α.....	111
Ανάλυση Επιλεγμένων Προγραμμάτων	111
Ενότητα Β.....	122
Αναλυτικοί Πίνακες Υπολογισμού των Συντελεστών της Ισπανικής Μεθόδου των Μελετών Περίπτωσης.....	122
B.1. Μελέτη Περίπτωσης Αιολικού Πάρκου	122

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Οπτικές γωνίες θέασης της εγκατάστασης.....	36
Εικόνα 2: Θέση του υπό μελέτη ΑΠ (Με μαύρο χρώμα ΝΔ του Ν.Χανίων).....	54
Εικόνα 3: Περιοχή ΑΠ, Ζώνη Οπτικής Επιρροής 6km και οικισμοί που βρίσκονται μέσα στη ζώνη.....	54
Εικόνα 4: Τρισδιάστατη αναπαράσταση του ανάγλυφου της περιοχής μελέτης.....	55
Εικόνα 5: Σχεδιασμός Α/Γ	56
Εικόνα 6: Τοποθέτηση ορθοφωτογραφιών πάνω στο ανάγλυφο.....	56
Εικόνα 7: Τοποθέτηση επιμέρους στοιχείων για ρεαλιστική προσομοίωση (δέντρα, σπίτια, δρόμοι κλπ.).....	57
Εικόνα 8: Εφαρμογή εργαλείου Skyline για τον εντοπισμό των περιοχών ορατότητας κάθε σημείου παρατήρησης.....	58
Εικόνα 9: Εφαρμογή εργαλείου Skyline Barrier για τη δημιουργία του φράχτη ορατότητας από κάθε σημείου παρατήρησης.....	58
Εικόνα 10: Εφαρμογή της ίδιας τεχνικής για κάθε σημείο παρατήρησης.....	59
Εικόνα 11: Εφαρμογή της ίδιας τεχνικής τον έλεγχο ορατότητας από τις Α/Γ προς τους οικισμούς.....	59
Εικόνα 12: Θέα ΑΠ από τον οικισμό Έλος.....	64
Εικόνα 13: Θέα ΑΠ από τον οικισμό Λίμνη.....	64
Εικόνα 14: Θέα ολόκληρων Α/Γ σε αντιπαράθεση με μερική θέαση Α/Γ.....	65
Εικόνα 15: Μεταβολή στη θέα από την αλλαγή στο μέγεθος των Α/Γ	69
Εικόνα 16: Δημιουργία τοπογραφικού ανάγλυφου, και των χωματουργικών εργασιών.....	73
Εικόνα 17: Εισαγωγή των σημείων παρατήρησης και τοποθέτηση στο ανάγλυφο ορθοφωτοχαρτών.....	73
Εικόνα 18: Τοποθέτηση επιμέρους στοιχείων για ρεαλιστική προσομοίωση (δέντρα, σπίτια, δρόμοι κλπ.).....	74
Εικόνα 19: Σχεδιασμός των Κατόπτρων, των εγκαταστάσεων και άλλων τρισδιάστατων στοιχείων του έργου.....	78
Εικόνα 20: Περιοχή μελέτης πριν και μετά την κατασκευή του έργου.....	79

Εικόνα 21: Εφαρμογή εργαλείου viewshed για τον εντοπισμό των περιοχών ορατότητας κάθε σημείου παρατήρησης.....	80
Εικόνα 22: Εφαρμογή εργαλείου Skyline για τον εντοπισμό των περιοχών ορατότητας κάθε σημείου παρατήρησης.....	82
Εικόνα 23: Εφαρμογή εργαλείου Skyline Barrier για τη δημιουργία του φράχτη ορατότητας από κάθε σημείου παρατήρησης.....	83
Εικόνα 24: Εφαρμογή της ίδιας τεχνικής για κάθε σημείο παρατήρησης.....	83
Εικόνα 25: Εφαρμογή της ίδιας διαδικασίας για τον έλεγχο της ορατότητας από τον ηλιοθερμικό σταθμό στα διάφορα σημεία παρατήρησης.....	84
Εικόνα 26: Επαρχιακό οδικό δίκτυο περιοχής μελέτης.....	89
Εικόνα 27: Θέα από τον οικισμό Χορδάκι.....	90
Εικόνα 28: Θέα από την Μονή Αγίας Τριάδος.....	90
Εικόνα 29: Θέα από τον Κουμαρέ.....	91
Εικόνα 30: Προτεινόμενη Διάταξη.....	92
Εικόνα 31: Διάταξη σύμφωνα με το Σενάριο 1	92
Εικόνα 32: Διάταξη σύμφωνα με το Σενάριο 2	92
Εικόνα 33: Χρήση περίφραξης 6m.....	97
Εικόνα 34: Χρήση περίφραξης 8m.....	97
Εικόνα 35: Χρήση περίφραξης 10m.....	98
Εικόνα 36: Χρήση περίφραξης 12m.....	98
Εικόνα 37: Χρήση περίφραξης 15m.....	98
Εικόνα 38: Προσαρμογή των επιμέρους στοιχείων της τουρμπίνας στο λογισμικό WindPro.....	112
Εικόνα 39: Προσομοίωση ΑΠ στο λογισμικό WindFarmer.....	114
Εικόνα 40: Προσομοίωση ΑΠ και διεύθυνση των ανέμων στο λογισμικό WindSIM.....	114
Εικόνα 41: Προσομοίωση ΑΠ και πλοήγηση στο λογισμικό WindFarm.....	116
Εικόνα 42: Προσομοίωση αστικής περιοχής στο λογισμικό CommunityViz.....	118
Εικόνα 43: Προσομοίωση οδού στο λογισμικό Autocad Civil.....	119
Εικόνα 44: Προσομοίωση οδού στο λογισμικό Visual Nature Studio 3.....	121

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Μεθοδολογία.....	29
Διάγραμμα 2: Εννοιολογικό Μοντέλο Εκτίμησης Οπτικής Όχλησης.....	33
Διάγραμμα 3: Ανάλυση των βημάτων και των διαδικασιών αξιολόγησης της οπτικής Όχλησης και αισθητικής ένταξης του έργου.....	42

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Μήτρα αξιολόγησης λογισμικών.....	31
Πίνακας 2: Συντελεστής διόρθωσης λειτουργίας της κατάστασης.....	36
Πίνακας 3: Συντελεστής διόρθωσης λειτουργίας των επιμέρους στοιχείων της εγκατάστασης.....	36
Πίνακας 4: Γενική αντίληψη ενός ΑΠ σε ανοικτό τοπίο.....	37
Πίνακας 5: Συντελεστής Απόστασης.....	39
Πίνακας 6: Λειτουργία συντελεστή του αριθμού κατοίκων.....	39
Πίνακας 7: Καθορισμός επιπέδου αντίκτυπου.....	41
Πίνακας 8: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου.....	61
Πίνακας 9: Αποτελέσματα.....	62
Πίνακας 10: Διαφοροποίηση αριθμού ορατών Α/Γ πριν και μετά τη διάκριση κάθε Α/Γ σε τρία επιμέρους τμήματα.....	66
Πίνακας 11: Μεταβολές των δεικτών μετά τη μείωση του μεγέθους των Α/Γ.....	68
Πίνακας 12: Διαστάσεις και μορφολογία εγκαταστάσεων του Power Block.....	75
Πίνακας 13: Διαστάσεις και μορφολογία συλλεκτών.....	77
Πίνακας 14: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου.....	85
Πίνακας 15: Αποτελέσματα Μερικής Αξιολόγησης Οπτικής Όχλησης για τους οικισμούς, τις Μονές και το Αεροδρόμιο.....	87
Πίνακας 16: Αποτελέσματα Αξιολόγησης Οπτικής Όχλησης για τα τμήματα του Επαρχιακού οδικού δικτύου της ευρύτερης περιοχής του έργου.....	89
Πίνακας 17: Αποτελέσματα Σεναρίου 1 για το οδικό δίκτυο.....	93
Πίνακας 18: Αποτελέσματα Σεναρίου 1 για τους οικισμούς.....	93
Πίνακας 19: Αποτελέσματα Σεναρίου 2 για το οδικό δίκτυο.....	94
Πίνακας 20: Αποτελέσματα Σεναρίου 2 για τους οικισμούς.....	94
Πίνακας 21: Επιπτώσεις απόκρυψης στο επίπεδο οπτικής Όχλησης για τη Μονή Αγίας Τριάδος.....	97

Πίνακας 22: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για το Σενάριο χρησιμοποίησης μικρότερων Α/Γ.....	123
Πίνακας 23: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για το Σενάριο όπου μεταβάλλεται ο τρόπος καταμέτρησης των Α/Γ.....	124
Πίνακας 24: Σύγκριση των διάφορων υποθέσεων.....	125
Πίνακας 25: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για τους οικισμούς στο Σενάριο1.....	127
Πίνακας 26: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για το οδικό δίκτυο στο Σενάριο1.....	128
Πίνακας 27: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για τους οικισμούς στο Σενάριο2.....	129
Πίνακας 28: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για το οδικό δίκτυο στο Σενάριο2.....	130

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΠΕ-Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΓΣΠΙ- Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών / GIS- Geographic Information Systems

Α/Γ- Ανεμογεννήτρια/ες

ΑΠ- Αιολικό Πάρκο

ΜΠΕ- Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

ΕΠΧΣΑΑ- Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης

ΡΑΕ- Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η οπτική όχληση που προκύπτει από μεγάλες εγκαταστάσεις Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) έχει αποδειχθεί μετά από σχετικές έρευνες, η συχνότερα προβαλλόμενη ένσταση των κατοίκων μιας περιοχής κατά της χωροθέτησής τους (Τσιρόπουλος, 2007). Επιπλέον, στα πλαίσια των διεθνών δεσμεύσεων της χώρας, της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της αειφόρου ανάπτυξης, τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας υπάρχει αυξημένη ζήτηση για την εγκατάσταση νέων μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ μεγάλης κλίμακας. Συνεπώς, καίριας σημασίας αναδεικνύεται η αισθητική ένταξη των μονάδων αυτών τόσο για την αποφυγή των κοινωνικών αντιδράσεων όσο και για την ελαχιστοποίηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης των τοπικών οικοσυστημάτων και του τοπίου.

Το μεγάλο πλεονέκτημα των ΑΠΕ είναι ότι πρόκειται για πηγές ενέργειας ανεξάντλητες, που η εκμετάλλευση τους δύναται να πραγματοποιείται σε οποιοδήποτε σημείο, αναλογικά πάντα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις που προορίζεται να καλύψουν. Διαφέρουν από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, όπως για παράδειγμα τα ορυκτά καύσιμα, καθώς η εξόρυξή τους είναι γεωγραφικά εντοπισμένη στις περιοχές όπου αυτά προϋπάρχουν σε μεγάλες ποσότητες. Είναι ενεργειακός πλούτος, ο οποίος μπορεί να αξιοποιηθεί εκτατικά και διάσπαρτα. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την μεγάλη και συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια οδηγεί σταδιακά, στην μετατροπή του πλεονεκτήματος των ΑΠΕ σε ένα από τα πιο δύσκολα και περίπλοκα σχεδιαστικά προβλήματα. Παρά την πληθώρα των τεκμηριωμένων περιβαλλοντικών ωφελειών που εμφανίζουν, δέχονται στις μέρες μας κριτική για διάφορες επιπτώσεις που προκαλούν, όπως η αισθητική

υποβάθμιση. Η δυνατότητα και παράλληλα η ανάγκη για πιο έντονη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων δίνει μεγάλες διαστάσεις στο φαινόμενο, καθώς χωροθετούνται ολοένα και περισσότερες εγκαταστάσεις, είτε αυτές εμφανίζονται με την μορφή αιολικών πάρκων, είτε με την μορφή φωτοβολταϊκών πάρκων και ηλιοθερμικών σταθμών. Κρίνεται λοιπόν σημαντική η μελέτη της αισθητικής χωροθέτησης των διάφορων εγκαταστάσεων ΑΠΕ, υπολογίζοντας την οπτική όχληση που αυτές πιθανός προκαλούν, αλλά και εξεύρεσης τρόπων περιορισμού και ελαχιστοποίησής τους.

Η εκτίμηση της οπτικής όχλησης θεωρείται συχνά ως μια υποκειμενική διαδικασία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι έννοιες που μελετώνται δεν διαθέτουν σαφή και προκαθορισμένα εννοιολογικά πλαίσια προσδιορισμού καθώς γίνονται αντιληπτές από τον κάθε άνθρωπο διαφορετικά. Οπότε, απαραίτητη προϋπόθεση, ήταν ο εντοπισμός μιας κοινής εννοιολογικής βάσης των πιο σημαντικών όρων που εξετάζονται. Ξεκινώντας από το Τοπίο, το Συμβούλιο της Ευρώπης τόλμησε στη Σύμβαση της Φλωρεντίας η οποία συντάχθηκε το 2000 αλλά τέθηκε σε ισχύ στην Ελλάδα το 2010 (Ν.3827/25.02.2010), ένα ορισμό συνοπτικό και περιεκτικό: Τοπίο είναι η περιοχή που αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος ως «αποτέλεσμα της δράσης και αλληλεπίδρασης φυσικών και/ή ανθρωπογενών παραγόντων». Συντίθεται συνεπώς από το φυσικό περιβάλλον και την επέμβαση του ανθρώπου σ' αυτό. Ένας άλλος όρος που, ενώ χρησιμοποιείται συχνά, ο ορισμός του δεν καθορίζεται με σαφήνεια, είναι αυτός της **Οπτικής Οχλησης**, η οποία στα πλαίσια της εργασίας ορίζεται ως το αισθητικό αποτέλεσμα της χρήσης στοιχείων με τρόπο που δεν συνάδει με το γύρω περιβάλλον. Η οπτική όχληση επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου χώρου εγκατάστασης και εξαρτάται από ένα αριθμό παραγόντων, τόσο υποκειμενικών όσο και αντικειμενικών. Τέλος, **Αισθητική Χωροθέτηση** ορίζεται η

χωροθέτηση μιας εγκατάστασης με τρόπο που να εναρμονίζεται με τον περιβάλλοντα χώρο επιτυγχάνοντας όσο το δυνατόν μικρότερη οπτική όχληση.

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται αρκετές συμπληρωματικές μεθοδολογίες και τεχνικές που εξασφαλίζουν ότι η εκτίμηση της οπτικής όχλησης μπορεί να πραγματοποιηθεί συστηματικά, καθιστώντας τη διαδικασία αντικειμενική, με δυνατότητες εφαρμογής σε πρακτικές περιβαλλοντικής διαχείρισης. Αντικείμενο έρευνας της παρούσας εργασίας αποτέλεσε ο συνδυασμός των διάφορων τεχνικών, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ο υπολογισμός της οπτικής όχλησης για τις μεγάλες εγκαταστάσεις ΑΠΕ με τρόπο εύληπτο και ρεαλιστικό, βασισμένο στις πιο πρόσφατες και έγκυρες βιβλιογραφικές αναφορές και τεχνολογικές εξελίξεις. Ο τεχνικός στόχος περιλαμβάνει την εξεύρεση τρόπων οπτικής προσομοίωσης των μεταβολών στο τοπίο από την εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ, ενώ ο θεωρητικός στόχος, αφορά τον τρόπο ποσοτικοποίησης αυτής της οπτικής όχλησης. Γίνεται ουσιαστικά προσπάθεια διαχωρισμού και κατηγοριοποίησης των διαφόρων εγκαταστάσεων ΑΠΕ, ανάλογα με τις επιπτώσεις τους στο τοπίο και προσδιορισμού των εξιδανικευμένων κριτήριων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε κάθε περίπτωση κατά την μελέτη της οπτικής όχλησης.

Στην παρούσα εργασία μελετάται η περίπτωση των αιολικών και ηλιακών συστημάτων (ανεμογεννήτριες (Α/Γ), ηλιοθερμικοί σταθμοί). Οι αιολικές εγκαταστάσεις μελετώνται λόγω της ιδιαίτερης σημασίας τους, του μεγάλου μεγέθους τους, της χωροθέτησής τους σε ανοιχτές περιοχές ώστε να είναι εκτεθειμένες στους ανέμους, των έντονων κοινωνικών αντιδράσεων αλλά και επειδή, ως κινούμενο στοιχείο, είναι μια ειδική περίπτωση εισαχθέντος αντικειμένου στο τοπίο. Οι ηλιακές εγκαταστάσεις μελετώνται κυρίως λόγω των μεγάλων εκτάσεων που απαιτούν για την εγκατάσταση τους και τις έντονες μεταβολές

που προκαλούν στο εγγύς περιβάλλον, αλλά και την δυνατότητα χωροθέτησής τους κοντά σε οικιστικές δραστηριότητες .

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις διεθνείς πρακτικές κι εμπειρίες πάνω στα θέματα αισθητικής ένταξης ΑΠΕ. Αρχικά αναλύονται τα νομικά πλαίσια διαφόρων χωρών και ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζουν ενδεχόμενους κινδύνους περιβαλλοντικής υποβάθμισης του τοπίου και οπτικής όχλησης. Στην συνέχεια αναλύονται όλες οι πρόσφατες επιστημονικές προσεγγίσεις και μεθοδολογίες υπολογισμού της οπτικής όχλησης

Στο δεύτερο κεφάλαιο διατυπώνεται και αναλύεται η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για την αισθητική ένταξη των μεγάλων εγκαταστάσεων ΑΠΕ. Παρουσιάζονται όλα τα βήματα που οδήγησαν στην τελική επιλογή του λογισμικού και των μαθηματικών μοντέλων και οι διάφορες διαδικασίες τις μεθόδου, που προσαρμόζονται ανάλογα με το είδος της μονάδας ΑΠΕ που εξετάζεται και των ιδιαίτερων γεωγραφικών χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης.

Στο τρίτο κεφάλαιο εφαρμόζεται η μεθοδολογία σε δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα, ένα αιολικό πάρκο κι έναν ηλιοθερμικό σταθμό και περιγράφεται όλη η διαδικασία αξιολόγησης της μονάδας από αισθητικής πλευράς .

Από τα τελικά αποτελέσματα γίνεται στο τέταρτο κεφάλαιο μια συμπερασματική θεώρηση της μεθοδολογίας και της χρησιμότητας της. Αυτό που φαίνεται να προκύπτει είναι ένα χρήσιμο εργαλείο το οποίο θα μπορούσε να συμπεριληφθεί στη διαδικασία του σχεδιασμού και πιο συγκεκριμένα στη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων προωθώντας παράλληλα την ιδέα του συμμετοχικού σχεδιασμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

1.1. Το πρόβλημα διεθνώς

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται οι εμπειρίες και οι τρόποι αντιμετώπισης των επιπτώσεων στο τοπίο από την εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ σε χώρες του εξωτερικού, αλλά και στην Ελλάδα.

Είναι σίγουρο ότι κάθε χώρα εμφανίζει διαφορετικές μεθόδους επίλυσης των εν λόγω ζητήματος, πράγμα που οφείλεται εν μέρει στις διαφορετικές αντιλήψεις των εκάστοτε κοινωνιών σχετικά με τις ΑΠΕ αλλά κυρίως στα διαφορετικά θεσμικά πλαίσια που ισχύουν σε κάθε χώρα και στις διαφορετικές πολιτικές (ενεργειακές, αναπτυξιακές, περιβαλλοντικές) που προωθούνται. Ουσιαστικά, ο βαθμός στον οποίο το σύστημα σχεδιασμού της κάθε χώρας έχει άμεση σχέση και ενσωματώνει κοινωνικές ή οικονομικές διαστάσεις, είναι προσανατολισμένο ανάλογα και ομαδοποιεί τις ΑΠΕ διαφορετικά όσον αφορά θέματα αισθητικής ένταξης.

Παρόλα αυτά, είναι ξεκάθαρο ότι τα θέματα ένταξης των μονάδων ΑΠΕ στο τοπίο αποτελούν κυρίαρχα κριτήρια αξιολόγησης της περιοχής χωροθέτησής τους. Διαφέρει ο τρόπος εφαρμογής καθώς και ο βαθμός αλληλεξάρτησης αυτών των κριτηρίων με την βιωσιμότητα και την αποδοτικότητα του έργου.

Στη Δανία, για να αντιμετωπίσουν θέματα αισθητικής ένταξης και να περιορίσουν τις αντιδράσεις από τις τοπικές κοινωνίες, ήδη από το 1994 η κεντρική κυβέρνηση αποφάσισε ότι όλοι οι Δήμοι και οι κοινότητες έπρεπε να εξετάσουν τις δυνατότητες εγκατάστασης ΑΠ στις περιοχές τους και να εκπονήσουν πρόγραμμα δράσης προσδιορίζοντας περιοχές

υποδοχής τους. Με αυτόν τον τρόπο η εύρεση των κατάλληλων περιοχών μεταφέρθηκε σε μικρότερα επίπεδα σχεδιασμού και στις τοπικές αρχές όπου η αντιμετώπιση καίριων θεμάτων, όπως η προστασία του φυσικού περιβάλλοντας και η ένταξη στο τοπίο είναι πιο αυστηρή. Ταυτόχρονα, οι ευνοϊκές τιμολογήσεις σε ιδιώτες καθώς και οι συμπράξεις στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δημοσίου με ιδιώτες και συνεταιρισμούς, είχε σαν αποτέλεσμα το 80% της εγκατεστημένης ισχύς από ΑΠΕ, να προέρχεται από τους κατοίκους της περιοχής. Με τις παραπάνω πολιτικές, επιλύθηκαν δύο σημαντικά ζητήματα. Αρχικά, ο περιορισμός των αντιδράσεων από τους κατοίκους, καθώς η εύρεση των περιοχών υποδοχής ΑΠΕ έγινε από τις ίδιες τις τοπικές αρχές και κοινωνίες με τοπικά σχέδια και διαβούλευση (τα μόνα κριτήρια που έθεσε η εθνική κυβέρνηση ήταν η ύπαρξη επαρκούς δυναμικού από την κάθε ΑΠΕ και η δυνατότητα διασύνδεσης με το δίκτυο διανομής από άποψη κόστους), ενώ επίσης οι ΑΠΕ αποτέλεσαν έναν νέο οικονομικό κλάδο για την κάθε περιοχή, εφόσον οι συμπράξεις στην παραγωγή ενέργειας δημοσίου και ιδιωτών προσκόμισε σημαντικά οικονομικά οφέλη στους κατοίκους (Copenhagen Environment and Energy Office, Danish Organisation for Sustainable Energy).

Στο Βέλγιο, ο χωροταξικός σχεδιασμός των ΑΠΕ έχει γίνει σε επίπεδο περιφερειών (Φλάνδρα και Βαλλονία), με αποτέλεσμα τα κριτήρια που αφορούν την αισθητική ένταξη των ΑΠΕ να είναι διαφορετικά για την κάθε μια. Παρόλα αυτά, και στις δύο περιφέρειες οι πολιτικές που εφαρμόζονται είναι διαφορετικές από τις αντίστοιχες της Δανίας. Εδώ τα περιφερειακά σχέδια θέτουν μέτρα προστασίας και κριτήρια ένταξης στο τοπίο, τα οποία οι Δήμοι είναι υποχρεωμένοι να διαμορφώσουν και να συμπεριλάβουν στον σχεδιασμό τους (Catholic University of Leuven, Catholic University of Leuven).

Στη Φλάνδρα η ενοποίηση του τοπίου είναι το πιο σημαντικό θέμα. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των αιολικών πάρκων που για την εγκατάσταση τους διαμορφώθηκαν

χάρτες με ζώνες προτεραιότητας βασισμένοι στην οπτική όχληση και την προστασία του τοπίου. Έτσι διαμορφώθηκαν τέσσερεις ζώνες χωροθέτησης. Στην πρώτη και δεύτερη ζώνη περιλαμβάνονται οικιστικές δραστηριότητες (άρα η οπτική όχληση είναι μεγάλη) και τοπία κοινωνικού ενδιαφέροντος (με αποτέλεσμα να υπάρχουν προβλήματα υποβάθμισης του τοπίου σε περίπτωση εγκατάστασης αιολικών πάρκων), οπότε απαγορεύεται η εγκατάσταση αιολικών πάρκων. Στην τρίτη ζώνη προτεραιότητας, περιλαμβάνονται βιομηχανικές περιοχές και τέλος είναι η τέταρτη ζώνη που περιλαμβάνει αγροτικές περιοχές στις οποίες η χωροθέτηση είναι πιθανή εφόσον το πάρκο δεν αλλοιώνει το τοπίο και προσαρμόζεται στις υπάρχουσες υποδομές (πχ κατά μήκος ενός δρόμου). Επίσης, ορίζεται ως ακτίνα μελέτης της οπτικής όχλησης τα 5km.

Στη Βαλλονία, τα αιολικά πάρκα θα πρέπει να πληρούν ορισμένα κριτήρια ενσωμάτωσης στο τοπίο, με τα αυστηρότερα κριτήρια να ορίζονται σε αγροτικές περιοχές, ενώ απαγορεύεται η εγκατάσταση σε φυσικές περιοχές ή δασικές εκτάσεις. Οι κατευθύνσεις του περιφερειακού σχεδίου στους Δήμους, δίνουν προτεραιότητα σε Α/Γ με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (πχ οι Α/Γ του πάρκου να είναι άσπρες-γκρι, ίδιων αναλογιών, ενώ είναι αποδεκτές όσες φέρουν τρία πτερύγια με χαμηλές ταχύτητες περιστροφής) και σε αιολικά πάρκα που πληρούν κάποιες προϋποθέσεις αισθητικής ένταξης (πχ ίδιο μέγεθος ανεμογεννητριών και ίδια κατεύθυνση περιστροφής, συγκεκριμένες αποστάσεις μεταξύ τους, η χωρική κάλυψη του πάρκου να περιορίζεται στην ελάχιστη δυνατή που είναι απαραίτητη για τις Α/Γ κ.α.). Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι οι αρχές αδειοδότησης των αιολικών πάρκων ζητούν τραπεζικές εγγυήσεις για την αποκατάσταση του τοπίου μέσω της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ).

Στην Ολλανδία, χαράσσονται από την κεντρική διοίκηση κάποιοι εθνικοί ενεργειακοί στόχοι, πάνω στους οποίους, στηρίζονται τα τοπικά στρατηγικά σχέδια των ΑΠΕ. Έτσι

προκύπτουν οι περιοχές χωροθέτησης που πρέπει να καλύπτουν τους αρχικούς στόχους. Ουσιαστικά, ο χωροταξικός σχεδιασμός στην Ολλανδία έχει περισσότερο αναπτυξιακό χαρακτήρα με αποτέλεσμα να μην αναφέρει κριτήρια που να αφορούν την αισθητική ένταξη των εγκαταστάσεων στο τοπίο. Το αντίστοιχο υπουργείο περιβάλλοντος και χωροταξίας περιορίζεται στην έκδοση κάποιων εθνικών οδηγών, μέσα στους οποίους συστήνονται κατευθύνσεις για την εγκατάσταση των ΑΠΕ, όπως για παράδειγμα στα αιολικά πάρκα αναφέρει ότι οι Α/Γ πρέπει να είναι σε γραμμές και συστοιχίες, να συνδυάζονται με βιομηχανικές περιοχές κτλ. Ακόμη και στα πλαίσια της ΜΠΕ, δεν γίνεται κάποια συγκεκριμένη αναφορά σε θέματα οπτικής όχλησης ή εναρμόνισης με το τοπίο (Ecofys Netherlands BV).

Η Γαλλία έχει πιθανόν ένα από τα καλύτερα συστήματα ελέγχου και κριτηρίων, όσον αφορά θέματα τοπίου κι αισθητικής ένταξης ΑΠΕ σε αυτό. Σε πρώτο στάδιο, δίνονται από τα χωροταξικά σχέδια των Δήμων (ή ομάδας Δήμων) κάποιοι κανονισμοί που αφορούν θέματα περιβαλλοντικά και θέματα αξιολόγησης τοπίου, τους οποίους η εγκατάσταση ΑΠΕ δεν πρέπει να παραβιάζει σε καμία περίπτωση. Πιο συγκεκριμένα, για τα αιολικά, στην περιοχή Finistère, όπου υπάρχει υψηλό αιολικό δυναμικό, είχε εκδοθεί ειδική χάρτα, όπου συμπεριλάμβανε χάρτες με περιοχές όπου είχε γίνει εκτίμηση του τοπίου κι είχε απαγορευτεί η χωροθέτηση αιολικών πάρκων καθώς θα αλλοίωνε οπτικά το φυσικό τοπίο. Ο κύριος έλεγχος και η αξιολόγηση της οπτικής όχλησης γίνεται κατά την φάση της ΜΠΕ. Σε αυτήν είναι υποχρεωτικό να δημιουργηθούν χάρτες οπτικής επίδρασης για την εγκατάσταση, δηλαδή χάρτες στους οποίους φαίνεται από ποιές περιοχές είναι ορατή η εγκατάσταση και από ποιές όχι. Επίσης γίνεται μια εικονογραφημένη ανάλυση της τοποθεσίας και των γύρω περιοχών, ενώ αξιολογείται και η θέαση από σημαντικούς δρόμους ή πεζοδρόμους, από ψηλά κτίρια οικισμών που βρίσκονται κοντά στην

εγκατάσταση, από ιδιαίτερες περιοχές κτλ. Σημαντικό αποτελεί και το γεγονός ότι στην μελέτη της οπτικής όχλησης συμπεριλαμβάνονται και συναφή έργα της εγκατάστασης, όπως συμπληρωματικές εγκαταστάσεις, διάδρομοι πρόσβασης, καλώδια διασύνδεσης, για τα οποία οι κατασκευαστές πρέπει να επεξηγήσουν τον λόγω δημιουργίας τους και τον λόγω εκμετάλλευσης των συγκεκριμένων περιοχών, ενώ πρέπει να παραθέσουν εναλλακτικά σενάρια για τα οποία η οπτική όχληση και η παρέμβαση στο τοπίο είναι μεγαλύτερη. Πριν την έγκριση της ΜΠΕ, απαιτείται δημόσια διαβούλευση επί της εγκατάστασης, μια διαδικασία που έχει ιδιαίτερη βαρύτητα στην Γαλλική νομοθεσία, και πρέπει να διευκρινίζονται μέσα στα κείμενα της ΜΠΕ ο χαρακτήρας της, οι λεπτομέρειες της διεξαγωγής της κτλ (Alter Alsace Energies, HESPUL, CLER, CEP).

Στη Γερμανία, εφαρμόζεται μια ενεργειακή πολιτική, στην οποία οι ΑΠΕ προωθούνται έντονα ως φιλοπεριβαλλοντικό αγαθό και μάλιστα η εγκατάστασή τους θα πρέπει απαραίτητα να προβλέπεται από τα πολεοδομικά σχέδια, χωρίς να ορίζεται κάποιος έλεγχος ή αξιολόγηση ως προς τις οπτικές επιπτώσεις της εγκατάστασης στο τοπίο (German Wind Energy Association, Door2Energy).

Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και με την Ισπανία, όπου δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός σχετικά με θέματα οπτικής όχλησης και ένταξης στο τοπίο για τις ΑΠΕ. Ο οποιοσδήποτε έλεγχος γίνεται τυπικά στα πλαίσια τις ΜΠΕ, ενώ στην συνέχεια εκπονείται δημόσια διαβούλευση από την οποία μπορεί να προκύψουν κάποιες αλλαγές ή διορθώσεις σχετικά με την εγκατάσταση (Ecoserveis, Predac).

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, η οπτική όχληση θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στα τεχνικά θέματα σχεδιασμού για να θεωρηθεί μια εγκατάσταση ΑΠΕ επιτυχημένη. Ωστόσο, ακόμη κι αν η όχληση είναι υψηλή ή η εγκατάσταση επηρεάζει αισθητικά το τοπίο, αλλά τα

οικονομικά κι ενεργειακά οφέλη της εγκατάστασης είναι πολύ μεγάλα, τότε η εγκατάσταση χωροθετείται παρόλα αυτά. Ο κύριος λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ότι οι εθνικοί στόχοι της ενεργειακής πολιτικής υπερβαίνουν και υπερισχύουν των αντίστοιχων περιβαλλοντικών περιορισμών που μπορεί να θέτουν οι Δήμοι. Ακόμη κι όταν υπάρχει τεκμηριωμένη περιβαλλοντική υποβάθμιση από την εγκατάσταση μιας τεχνολογίας ΑΠΕ σε μια περιοχή, είναι στην δικαιοδοσία της κεντρικής κυβέρνησης να πάρει την τελική απόφαση έχοντας ως γνώμονα εθνικές ενεργειακές πολιτικές. Έτσι είναι αναπόφευκτη η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ σε περιοχές οι οποίες εκ των πραγμάτων εμφανίζουν ιδιαίτερα αισθητικά χαρακτηριστικά και χρήζουν κάποιας προστασίας (βουνοκορφές, ακτές, εξωαστικά τοπία μεγάλης έκτασης, δάση, λόφοι κτλ). Αυτή η σύγκρουση των εθνικών πολιτικών και των τοπικών συμφερόντων οδήγησε στις αντιδράσεις των πολιτών ως προς την εγκατάσταση ΑΠΕ, φαινόμενο που εμφανίστηκε έντονα κατά την διαδικασία της δημόσιας διαβούλευσης όπως αυτή προβλέπεται από τη νομοθεσία της χώρας (Energy Saving Trust, Predac).

1.2 Η προστασία του τοπίου στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, με το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΕΠΧΣΑΑ) για τις ΑΠΕ, έγινε μια προσπάθεια εισαγωγής στην Ελληνική νομοθεσία κριτηρίων και μέτρων για την αισθητική χωροθέτηση τους, με απώτερο σκοπό την προστασία ιδιαίτερων περιοχών καθώς και την αποφυγή αλλοίωσης του τοπίου ή την μείωση της οπτικής όχλησης (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2008). Το ειδικό πλαίσιο δίνει κατευθύνσεις, εντοπίζοντας περιοχές αποκλεισμού στις οποίες απαγορεύεται η χωροθέτηση ΑΠΕ και αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με την τεχνολογία. Παρουσιάζονται επίσης και κάποια

κριτήρια για την αξιολόγηση της εγκατάστασης από αισθητικής πλευράς, τα οποία πρέπει να ελέγχονται από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (PAE) για να εκδοθεί η άδεια παραγωγής. Αυτά τα κριτήρια είναι πιο αναλυτικά για τα αιολικά πάρκα και αφορούν τη μέγιστη πυκνότητα ανεμογεννητριών σε συγκεκριμένες ζώνες οι οποίες καθορίζονται ανάλογα με την απόσταση από το αιολικό πάρκο και το ποσοστό οπτικής κάλυψης του ορίζοντα από τις Α/Γ. Για τις λοιπές τεχνολογίες τα κριτήρια που δίνει είναι πιο γενικά. Για παράδειγμα για τα ηλιακά συστήματα αναφέρει ότι πρέπει να χωροθετούνται σε περιοχές οι οποίες είναι αθέατες από πολυσύγχαστες περιοχές ενώ για τα μικρά υδροηλεκτρικά ότι θα πρέπει να σχεδιάζονται και να εγκαθίστανται με τέτοιον τρόπο ώστε να προκαλούν το μικρότερο δυνατό οπτικό αντίκτυπο και να καταλαμβάνουν τον ελάχιστο δυνατό χώρο. Διευκρινίζεται ωστόσο για όλες τις ΑΠΕ, ότι το κάθε έργο θα πρέπει να εξετάζεται ξεχωριστά και κατά περίπτωση στα πλαίσια της περιβαλλοντικής μελέτης και αδειοδότησης, ενώ κατά την έκδοση της Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ), θα πρέπει να ρυθμίζονται οι παράμετροι που θα εξασφαλίζουν την αισθητική εναρμόνιση της προτεινόμενης παραγωγικής μονάδας στο περιβάλλον. Στην ΜΠΕ, η οποία έχει αναθεωρηθεί στα πλαίσια του Ν4014/2011, απαιτείται αρχικά στο στάδιο της ανάλυσης μια περιγραφή κι αποτύπωση των μορφολογικών και τοπιολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής εγκατάστασης της μονάδας και στην συνέχεια θα πρέπει να παρουσιάζεται το έργο και να αναφέρονται οι επιπτώσεις που πρόκειται ή προβλέπεται να δημιουργηθούν από τη χωροθέτησή του. Την αξιολόγηση των επιπτώσεων αναλαμβάνει να κάνει ο αρμόδιος φορέας, ο οποίος αναλόγως είτε εγκρίνει την μελέτη ή την απορρίπτει ζητώντας επιπλέον μέτρα προστασίας ή νέες ρυθμίσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν για να επιτραπεί η εγκατάσταση του έργου. Παρόλα αυτά, οι ΑΠΕ στην Ελλάδα αντιμετωπίστηκαν αρνητικά από τις τοπικές κοινωνίες, με την οπτική όχληση και την

υποβάθμιση του τοπίου να είναι το πιο συχνά προβαλλόμενο επιχείρημα. Αυτό, μπορεί να εστιαστεί στα εξής:

- 1) Η έλλειψη νομοθετικού πλαισίου που να κατηγοριοποιεί, να οριοθετεί ή να θέτει κριτήρια αξιολόγησης και τρόπους προστασίας ενός τοπίου οδήγησε σε φαινόμενα όπου εάν μια περιοχή δεν είναι καταγεγραμμένη στις περιοχές αποκλεισμού που ορίζει το ΕΠΧΣΑΑ μπορεί να χωροθετηθεί μια τεχνολογία ΑΠΕ και πιθανώς να προκαλέσει σημαντικές αλλοιώσεις στο τοπίο και οπτική όχληση στους κατοίκους.
- 2) Η αδυναμία της μεθοδολογίας και των κριτηρίων αξιολόγησης της οπτικής όχλησης να συμπεριλάβουν τις αλλοιώσεις στο τοπίο που προκαλούνται από συνοδευτικά έργα και εγκαταστάσεις (πχ διάνοιξη δρόμων, χωματουργικά έργα, συνοδευτικές εγκαταστάσεις κ.α.). Λόγω αυτού, τα περισσότερα έργα εμφανίζουν μεγάλες οχλήσεις κάτι που δεν δικαιολογείται στην μελέτη και δεν υπάρχει δυνατότητα περιορισμού τους, αφού θεωρητικά το έργο είναι εντός των ορίων και δεν έχει διαπράξει κάποια παράβαση.
- 3) Η απουσία δημόσιας διαβούλευσης με τις τοπικές κοινωνίες, που δημιούργησε έντονα κινήματα δυσαρέσκειας και φόβου για το που θα χωροθετηθούν οι ΑΠΕ και ποιές θα είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- 4) Το έντονο ανάγλυφο και η ιδιαίτερη μορφολογία της Ελλάδος, τόσο της ηπειρωτικής όσο και της νησιωτικής δημιουργούν πολυσύνθετα τοπία. Τα τοπία αυτά είναι σπάνιας κι ανεκτίμητης ομορφιάς αλλά είναι τόσα πολλά σε συγκεκριμένες περιοχές, που για την διατήρηση τους δεν θα έπρεπε να υπάρξει καμία χωροθέτηση ΑΠΕ μεγάλης κλίμακας, πράγμα αδύνατον σε συνδυασμό μάλιστα με τους ενεργειακούς στόχους της χώρας για παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.

5) Ο ανεπαρκής έλεγχος της τήρησης των εγκεκριμένων περιβαλλοντικών όρων του κάθε έργου. Αυτή είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος, καθώς πολλές φορές ένα έργο παίρνει την άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας και τελικά ή δεν τηρεί τους όρους και τις ρυθμίσεις που έπρεπε να λάβει, ή η τελική εγκατάσταση παρουσιάζει διαφορές από την αρχικά προβλεπόμενη. Έτσι, με την απουσία του ελεγκτικού μηχανισμού και των κυρώσεων, οι επιπτώσεις στο τοπίο και τους κατοίκους είναι μεγάλες ενώ χάνεται το νόημα και η σκοπιμότητα οποιαδήποτε περιβαλλοντικής μελέτης και νομοθεσίας.

Συμπερασματικά, αυτό που παρατηρείται από τις χώρες που μελετήθηκαν είναι ότι οι περισσότερες λαμβάνουν υπόψη και μάλιστα σοβαρά την οπτική όχληση και την αλλοίωση του τοπίου από τη χωροθέτηση μιας εγκατάστασης ΑΠΕ. Αρκετές φορές μπορεί αυτός ο παράγοντας να αποτελέσει λόγω απόρριψης του έργου ή διαμαρτυρίας των τοπικών πληθυσμών και επιβολής αλλαγών με στόχο την προφύλαξη ιδιαίτερων τοπίων και των ίδιων των κατοίκων. Αρκετές χώρες δίνουν γενικές κατευθύνσεις ήδη από τα χωροταξικά σχέδια, αλλά η κυρίως μελέτη και αξιολόγηση της οπτικής επίπτωσης γίνεται κατά περίπτωση για το κάθε έργο, στα πλαίσια της ΜΠΕ. Εκεί, ζητάτε συνήθως από τους επενδυτές να παρουσιάσουν λεπτομερώς τις πιθανές επιπτώσεις στο τοπίο, και στην συνέχεια βάση κάποιων κριτηρίων και ορίων που θέτει η κάθε χώρα αξιολογείται το έργο, είτε θετικά είτε αρνητικά. Το κύριο πρόβλημα εστιάζεται όμως στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της οπτικής όχλησης. Επειδή δεν είναι συγκεκριμένες ή άλλες φορές ιδιαίτερα πολύπλοκες, δημιουργείται σύγχυση ως προς τα τελικά αποτελέσματα και δεν είναι ξεκάθαρες οι επιπτώσεις που πρόκειται να προκληθούν. Επίσης επειδή η διεξαγωγή μιας λεπτομερούς και σωστής μελέτης της οπτικής όχλησης απαιτεί μεγάλη ποσότητα δεδομένων και χρόνου, οι επενδυτές αποφεύγουν να την πραγματοποιήσουν κι οδηγούνται σε απλούς κι εύκολους τρόπους

υπολογισμού της, συνήθως απλά για να καλύψουν τα περιεχόμενα της μελέτης κι επομένως εξάγοντας λανθασμένα αποτελέσματα κι εκτιμήσεις. Ο συνδυασμός αυτού, με το γεγονός ότι υπάρχει αδυναμία σε αρκετές χώρες ελέγχου των επιπτώσεων και στην επιβολή προστίμων, οδηγεί ουσιαστικά στην μη εφαρμογή των νόμων και των κανονισμών που αφορούν στην προστασία του τοπίου και των κατοίκων. Είναι φανερή δηλαδή η ανάγκη εύρεσης μιας διαδικασίας η οποία να μπορεί να προσαρμόζεται στα θεσμικά πλαίσια της κάθε χώρας και να πολιτικοποιεί αντικειμενικά την οπτική όχληση, απαιτώντας όσο το δυνατόν λιγότερο χρόνο. Το συμπέρασμα αυτό δικαιολογεί και το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας αλλά και της τεχνολογίας στο εν λόγω ζήτημα και την δημιουργία τα τελευταία χρόνια διάφορων μεθόδων και λογισμικών που προσπαθούν να υπολογίσουν τις διάφορες επιπτώσεις που προκαλούνται από τις ΑΠΕ κατά την εγκατάσταση τους σε μια περιοχή.

1.3. Η εμπειρία στην επίλυση διεθνώς

Τα τελευταία χρόνια ο προσδιορισμός και η ποσοτικοποίηση του οπτικού αντίκτυπου αποτελεί αντικείμενο έρευνας στη διεθνή κοινότητα. Οι διάφορες μέθοδοι που έχουν εφαρμοστεί περιλαμβάνουν τη μέθοδο προσδιορισμού κατώτατων ορίων του οπτικού αντίκτυπου, την ισπανική μέθοδο, την πολυκριτηριακή μέθοδο, τη μέθοδο προσδιορισμού της ζώνης οπτικής επίπτωσης, και την μέθοδο τρισδιάστατης απεικόνισης. Οι μέθοδοι που αναπτύσσονται αφορούν κυρίως τα αιολικά πάρκα, καθώς αυτά αποτελούν την τεχνολογία ΑΠΕ με τα σημαντικότερα αισθητικά προβλήματα και τις περισσότερες κοινωνικές αντιδράσεις. Ωστόσο, όλες οι μέθοδοι μπορούν με μικρή μετατροπή να εξάγουν αποτελέσματα οπτικής όχλησης και για τις υπόλοιπες τεχνολογίες ΑΠΕ.

Πιο συγκεκριμένα, η μέθοδος του προσδιορισμού των κατώτατων ορίων του οπτικού αντίκτυπου αναπτύχθηκε από τους Shang και Bishop (2000) μέσω μιας συστηματικής διαδικασίας για την αξιολόγηση τριών οπτικών κατώτατων ορίων: της ανίχνευσης, της αναγνώρισης και του οπτικού αντίκτυπου. Τα κατώτατα όρια λήφθηκαν μέσω της εξέτασης κάποιων εικόνων προσομοιωμένων σε υπολογιστή με τροποποιημένες κάποιες οπτικές ιδιότητες όπως: το μέγεθος, η αντίθεση, ο τύπος του αντικειμένου και ο τύπος των τοπίων. Οι αναλύσεις παρήγαγαν το μέσο όρο και συγκεκριμένα κατώτατα όρια, υψηλής προφανούς αξιοπιστίας. Τα λογιστικά μοντέλα πραγματοποίησαν ένα γενικό ποσοστό επιτυχίας της πρόβλεψης περίπου 90% με την αντίθεση να χαρακτηρίζεται ως η κύρια συνιστώσα της οπτικής σπουδαιότητας.

Η ισπανική μέθοδος αξιολόγησης, η οποία έχει αναπτυχθεί από τους Hurtado et al (2003), μπορεί να προβλέψει την οπτική όχληση ενός αιολικού πάρκου πριν από την κατασκευή του. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία αρχικά πραγματοποιεί μια τρισδιάστατη ανάλυση του αιολικού πάρκου και της περιοχής που το περικλείει με σκοπό να καταγράψει προσομοιωμένες εικόνες του, από το κοντινότερο χωριό που ενδεχομένως επηρεάζεται. Στη συνέχεια εξασφαλίζεται μια μήτρα (matrix) οπτικής αξιολόγησης αντίκτυπου, η οποία εφαρμόζεται στα γειτονικά χωριά του αιολικού πάρκου, με χρήση κάποιων συντελεστών. Στο τέλος πραγματοποιείται μερική αξιολόγηση για κάθε οικισμό και συνολική αξιολόγηση του οπτικού αντίκτυπου του αιολικού πάρκου.

Όσον αφορά την πολυκριτηριακή μέθοδο, αυτή χρησιμοποιήθηκε από τους Torres et al (2007), οι οποίοι τονίζουν ιδιαίτερα τα ζητήματα αισθητικής όσον αφορά την ενσωμάτωση των αιολικών πάρκων στο τοπίο, χρησιμοποιώντας έναν αντικειμενικό δείκτη για την εκτίμηση του μεγέθους της οπτικής όχλησης. Ο δείκτης συνδυάζει τέσσερα κριτήρια: την ορατότητα, το χρώμα, την ενότητα (fractality) και τη συνέχεια η οποία μπορεί να αποδοθεί

από φωτογραφίες. Στην συνέχεια προσδιορίζεται η βαρύτητα κάθε κριτηρίου και ενσωματώνεται στον δείκτη. Τα αποτελέσματα του δείκτη σε σύγκριση με μία παρόμοιου θέματος έρευνα στον πληθυσμό, δείχνουν ότι ο υπολογισμένος δείκτης αντιπροσωπεύει σωστά την σειρά προτίμησης που απορρέει από την αντίληψη των επιπτώσεων, και ως εκ τούτου κρίνεται ως κατάλληλο και αντικειμενικό μέτρο της οπτικής όχλησης των αιολικών πάρκων.

Πιο πρόσφατη εμφανίζεται να είναι η μέθοδος των Ζωνών Οπτικής Επίπτωσης που αναλύεται από τους Rodrigues et al (2010). Σε αυτή τη μέθοδο, προτείνεται η χρήση διαφόρων δεικτών για την ποσοτικοποίηση του οπτικού αντίκτυπου καθορίζοντας το αν η εγκατάσταση είναι ή δεν είναι ορατή από κάθε σημείο παρατήρησης. Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ορατότητας, λαμβάνει υπόψη το υψόμετρο, τις διαστάσεις της εγκατάστασης, το τοπίο και την καμπυλότητα της Γης. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας είναι ένας χάρτης που κάθε θέση του έχει μια τιμή η οποία αναφέρεται στο εάν είναι ορατή η εγκατάσταση από την τοποθεσία. Επιπλέον επιχειρείται η ποσοτικοποίηση της οπτικής επίπτωσης μιας εγκατεστημένης μονάδας, με τη χρήση ενός δεύτερου αλγόριθμου που προκύπτει από τον πρώτο. Για να εκτιμηθεί αυτή η οπτική επίπτωση, μετριέται το μέγεθος του οπτικού πεδίου που καταλαμβάνεται από τις εγκαταστάσεις ΑΠΕ. Ως αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι ένας χάρτης αντίληψης, στον οποίο σε κάθε θέση έχει σημειωθεί η οπτική γωνία από την οποία είναι ορατή η εγκατάσταση.

Εκτός από τις μεθόδους ποσοτικοποίησης του οπτικού αντίκτυπου, υπάρχουν και οι μέθοδοι ρεαλιστικής τρισδιάστατης προσομοίωσης της ευρύτερης περιοχής της εγκατάστασης. Οι οπτικές αναπαραστάσεις του τοπίου και των επιπτώσεων που αυτό δέχεται από τις εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας, γίνονται με τη χρήση κατάλληλων

λογισμικών και μπορούν να χαρακτηριστούν ως στατικές ή δυναμικές προσομοιώσεις. Στις στατικές προσομοιώσεις περιλαμβάνονται επεξεργασμένες φωτογραφίες ή μοντέλα, που δείχνουν ένα προτεινόμενο σχέδιο, όπως φαίνεται από έναν στατικό παρατηρητή (κάμερα). Στις δυναμικές προσομοιώσεις, όπως animation ή video, δείχνουν, πως φαίνεται ένα προτεινόμενο σχέδιο από έναν κινούμενο παρατηρητή (δυνατότητες δημιουργίας μιας διαδρομής ή πτήσης στο τρισδιάστατο μοντέλο). Ωστόσο, οι δυναμικές προσομοιώσεις μπορούν επίσης να παρουσιαστούν ως στατικές (Ruiz et al, 2011/ Salter et al, 2009/ Paar, 2006/ Ramos and Panagopoulos, 2004/ Baban and Parry 2000/ Zhang and Tsou, 2000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

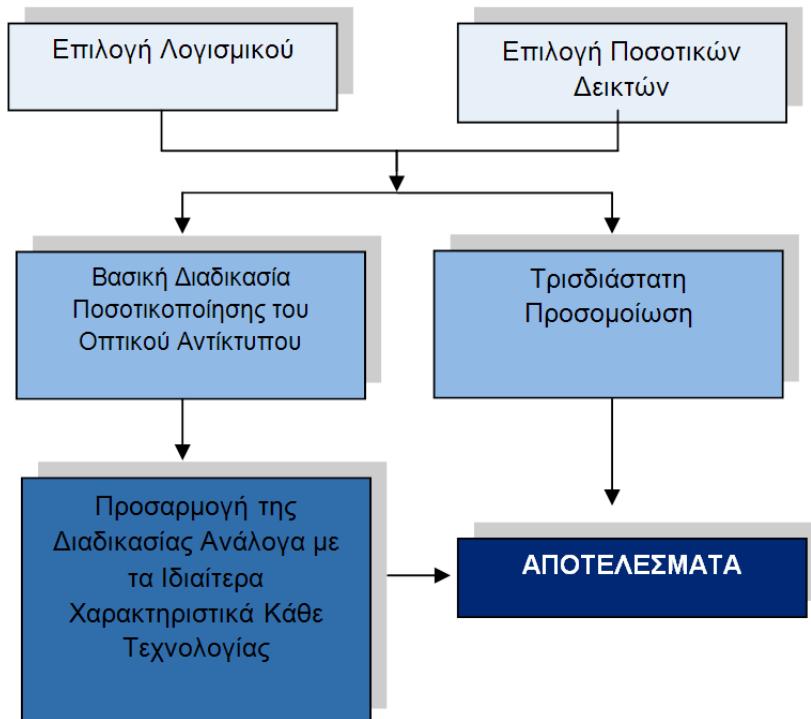
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για την εν λόγω εργασία, αρχικά ήταν απαραίτητη η επιλογή του κατάλληλου λογισμικού, βάσει κάποιων κριτηρίων, για την επίτευξη ρεαλιστικής τρισδιάστατης προσομοίωσης της περιοχής μελέτης και αξιόπιστης ανάλυσης των χωρικών δεδομένων. Για το σκοπό αυτό εξετάστηκαν τα πιο δημοφιλή λογισμικά που χρησιμοποιούνται για τρισδιάστατη απεικόνιση τοπίων, με σύνθετα στοιχεία όπως A/G, παραβολικά κάτοπτρα, οικισμούς, βουνά, δάση κα, και αξιολογήθηκαν με έξη βασικά κριτήρια: τη δημοτικότητα, την ευκολία στη χρήση, το πλήθος των διαθέσιμων εργαλείων, το κόστος, το πλήθος των διαφορετικών εφαρμογών, τη συμβατότητα με άλλα προγράμματα καθώς και την καταλληλότητα χρήσης τους για το συγκεκριμένο σκοπό.

Στη συνέχεια επιλέχτηκαν οι κατάλληλοι δεικτών για την ποσοτικοποίηση του οπτικού αντίκτυπου, ο οποίοι πρέπει να είναι απλοί, εύχρηστοι και κατανοητοί από το ευρύ κοινό. Η επιλογή των δεικτών βασίστηκε επιπλέον στην βιβλιογραφική επισκόπηση και εξετάστηκε το κατά πόσον αυτοί συμπεριλαμβάνουν στην αξιολόγηση, τους παράγοντες που συμβάλουν στη διαμόρφωση της οπτικής όχλησης.

Αμέσως μετά ακολούθησε η σύνθεση των δυο αυτών εργαλείων και προέκυψε η βασική διαδικασία και τα βήματα που ακολουθούνται για την ποσοτικοποίηση του οπτικού αντίκτυπου και την τρισδιάστατη προσομοίωση, τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά. Τέλος, έγινε η διάκριση των τεχνολογιών ΑΠΕ με βάση τις επιπτώσεις που προκαλούν στο τοπίο. Αυτό ήταν απαραίτητο έτσι ώστε να εντοπιστούν τα διαφορετικά χαρακτηριστικά

τους και να εισαχθούν στον υπολογισμό της οπτικής όχλησης με εξειδίκευση της βασικής διαδικασίας και προσαρμογές στα επιμέρους βήματα αναλόγως, για την εξαγωγή ορθών αποτελεσμάτων και πιο ρεαλιστικής προσομοίωσης. Οι τεχνολογίες ΑΠΕ που εξετάστηκαν αφορούσαν τα αιολικά συστήματα και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα.



Διάγραμμα 1: Μεθοδολογία

2.1 Επιλογή Λογισμικού

Για την επιλογή του καταλληλότερου λογισμικού εξετάστηκε μια σειρά προγραμμάτων που περιλαμβάνει λογισμικά εξειδικευμένα στη χωροθέτηση ΑΠΕ (π.χ. WindPRO, WindSim, Windfarm, WindFarmer), λογισμικά CAD (πχ AutoCAD Civil, 3D Studio Max Design) και λογισμικά GIS - Geographic Information Systems - (VirtualGIS, Arc.GIS). Τα λογισμικά αυτά αξιολογήθηκαν με βάση κάποια κοινά κριτήρια. Οι τιμές με τις οποίες

μπορεί να αξιολογηθεί το κάθε πρόγραμμα κυμαίνονται από το 1 έως το 5 (1 χαμηλότερη τιμή, 5 υψηλότερη).

Στόχος αυτής της σύγκρισης δεν είναι η ανάδειξη του καλύτερου προγράμματος, αλλά ο προσδιορισμός των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του καθενός, έτσι ώστε ο κάθε χρήστης να μπορεί να επιλέξει το κατάλληλο λογισμικό που να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις και στο είδος της ανάλυσης που θέλει να πραγματοποιήσει. Ούτως ή άλλως, όλα τα προγράμματα που αναφέρθηκαν στην εργασία αυτή, κρίνονται κατάλληλα για την τρισδιάστατη απεικόνιση και ανάλυση, όσον αφορά τουλάχιστον τα αιολικά πάρκα καθώς αυτά κατά κύριο λόγω εξετάζονται από αισθητικής πλευράς. Το γεγονός αυτό δικαιολογεί και το ότι όλα τα προγράμματα υπολογισμού της οπτικής όχλησης εξειδικεύονται στα ΑΠ.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν έχουν σκοπό την ολοκληρωμένη σύγκριση των λογισμικών, σε βασικούς τομείς, τόσο από την πλευρά του αποτελέσματος (πληθώρα εργαλείων, , ακρίβεια στις μετρήσεις κα), όσο και από την πλευρά του χρήστη (ευκολία στην χρήση, φιλικό περιβάλλον λογισμικού, κόστος κα).

Τα κριτήρια αυτά είναι :

- 1) Δημοτικότητα: Στη δημοτικότητα λήφθηκε υπόψιν το κατά πόσο είναι γνωστό ένα πρόγραμμα στο ευρύ κοινό αλλά και πόσες εταιρίες ή ερευνητές το έχουν χρησιμοποιήσει.
- 2) Εύκολη χρήση: Σε αυτό το κριτήριο εξετάστηκε κάθε πρόγραμμα ξεχωριστά κι προσδιορίστηκε η ευκολία με την οποία μπορεί αρχικά κάποιος να μάθει να λειτουργεί το πρόγραμμα, κι εν συνεχεία να μπορεί να εξάγει αποτελέσματα και συμπεράσματα σχετικά με την ανάλυση του.

- 3) Εργαλεία: Εξετάστηκαν όλα τα εργαλεία ανάλυσης που προσφέρει κάθε πρόγραμμα σχετικά με την οπτική όχληση, καθώς και η δυνατότητα δημιουργίας νέων ή ειδικών εργαλείων από τον ίδιο τον χρήστη.
- 4) Κόστος: Καταγράφηκαν όλες οι τιμές αγοράς κάθε προγράμματος τόσο για επιστημονική, όσο και για εμπορική χρήση.
- 5) Εφαρμογές: Εξετάστηκε η δυνατότητα κάθε προγράμματος να χρησιμοποιηθεί για την αισθητική ένταξη και τον υπολογισμό της οπτικής όχλησης από άλλες ΑΠΕ, αλλά και από άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες γενικά.
- 6) Συμβατότητα: Εξετάστηκε το εύρος των διάφορων μορφών δεδομένων που δέχεται ή εξάγει ένα πρόγραμμα, καθώς και η συμβατότητά του με άλλα προγράμματα και παροχές.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης φαίνονται στον Πίνακα 1, ενώ η αναλυτική περιγραφή κάθε προγράμματος, παρατίθεται στο Παράρτημα στην ενότητα «Α. Ανάλυση Επιλεγμένων Προγραμμάτων».

Πίνακας1: Μήτρα αξιολόγησης λογισμικών

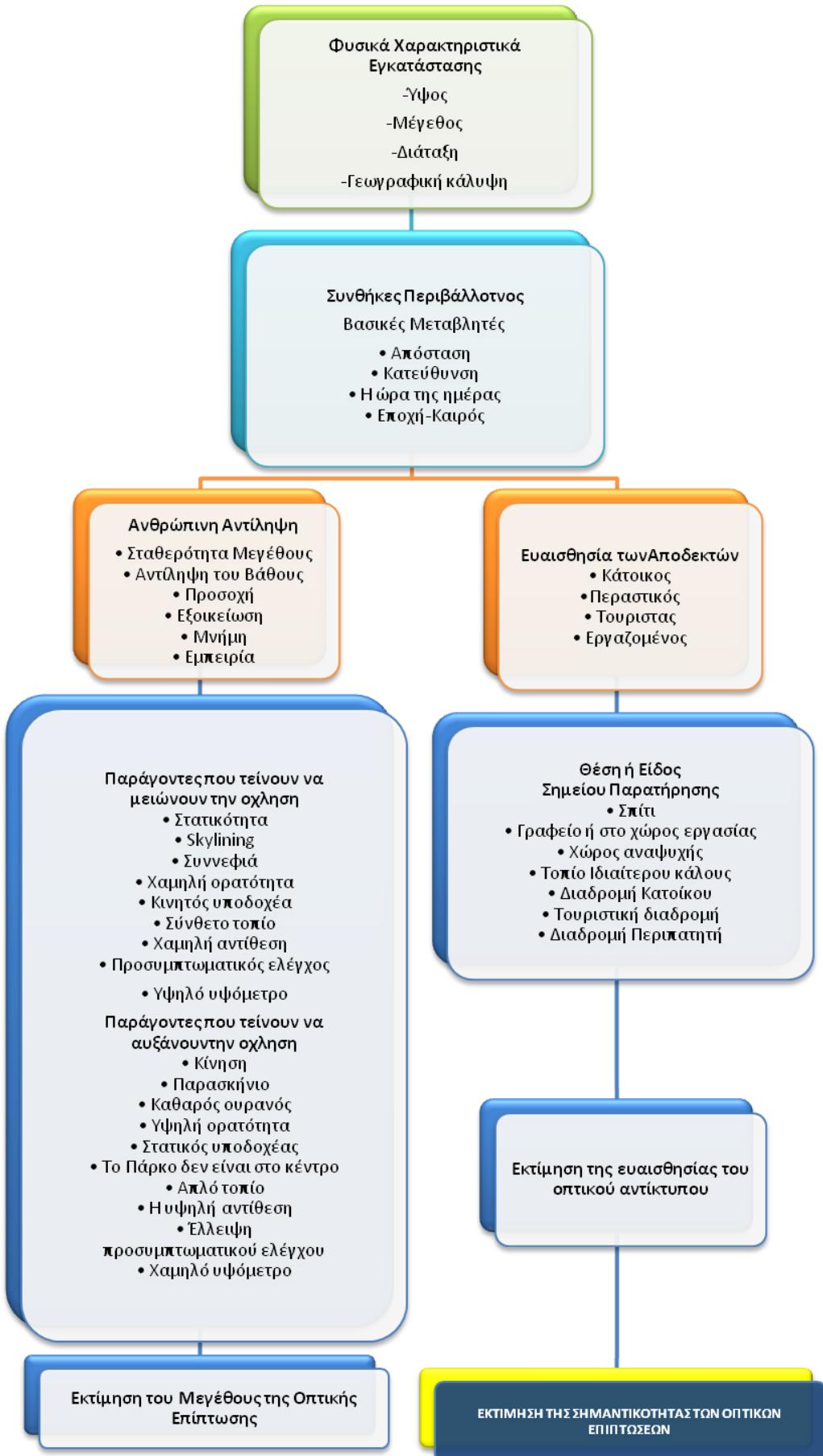
Προγράμματα		Κριτήρια Αξιολόγησης				
Όνομα	Δημοτικότητα	Εύκολη χρήση	Εργαλεία	Κόστος	Εφαρμογές	Συμβατότητα
WindPRO	4	4	4	5	1	4
WindFarmer	3	4	3	4	1	3
WindSim	3	3	1	1	1	4
WindFarm	2	4	4	4	1	3
ArcGIS 10	5	2	5	4	5	5
CommunityViz	3	2	2	1	4	4
Visual Nature Studio	4	3	1	5	5	4
AutoCAD Civil + 3D Studio Max Design	4	1	4	5	5	5

Για τη συγκεκριμένη μελέτη επιλέχθηκε το λογισμικό Arc.GIS 10, το οποίο διαθέτει ξεχωριστό περιβάλλον για την τρισδιάστατη απεικόνιση, το ArcScene και το ArcGlobe. Ένα άλλο πλεονέκτημα του συγκεκριμένου λογισμικού είναι ότι έχει εξειδικευμένα εργαλεία Χωρικής Ανάλυσης Οπτικής Όχλησης όπως το skyline, το skyline barrier, το viewshed κ.ά. Επίσης είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο εργαλείο τόσο στον δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα, με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η εξεύρεση στοιχείων, ενώ διαθέτει και Online data. Το Arc.GIS 10 είναι συμβατό με την πλειοψηφία των λογισμικών, χρησιμοποιεί δεδομένα Vector και Raster, ενώ περιλαμβάνει και ειδική εργαλειοθήκη για μετατροπές δεδομένων. Πρόκειται για ένα ευέλικτο πρόγραμμα, το οποίο χρησιμοποιεί γλώσσα Python και δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργήσει τα δικά του εργαλεία.

2.2 Επιλογή Ποσοτικών Δεικτών

Για την επιλογή των ποσοτικών δεικτών θεωρήθηκε αρχικά να απαραίτητο να διερευνηθούν οι παράγοντες που συμβάλουν στην εκτίμηση της οπτικής όχλησης, προκειμένου να διαπιστωθεί ποια μέθοδος ή ποιος συνδυασμός μεθόδων καλύπτει περισσότερο το αντικείμενο. Επιπλέον σημαντικό κριτήριο αποτέλεσε η πρακτικότητα των δεικτών και η αντικειμενικότητα της μεθόδου.

Σύμφωνα με το Πανεπιστήμιο του Newcastle, το εννοιολογικό μοντέλο της Μελέτης της Οπτικής Όχλησης θα πρέπει να περιλαμβάνει τους παράγοντες των φυσικών χαρακτηριστικών της εγκατάστασης, τις συνθήκες του περιβάλλοντος, την ανθρώπινη αντίληψη, την ευαισθησία των αποδεκτών, τη θέση και το είδος του σημείου παρατήρησης καθώς και άλλους παράγοντες που παρουσιάζονται αναλυτικά στο Διάγραμμα 2 (Buchan, 2002).



Διάγραμμα 2: Εννοιολογικό Μοντέλο Εκτίμησης Οπτικής Όχλησης (Buchan, 2002)

Γενικά η μέθοδος που καλύπτει τους βασικότερους παράγοντες του διαγράμματος και των κριτηρίων είναι η ισπανική μέθοδος (Hurtado et al, 2003). Στην συγκεκριμένη μεθοδολογία λαμβάνονται υπόψη οι βασικές μεταβλητές των περιβαλλοντικών συνθηκών, τα φυσικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, η ευαισθησία των αποδεκτών και η θέση των σημείων παρατήρησης. Κάποιοι από τους παράγοντες του διαγράμματος που δεν καλύπτονται από την Ισπανική μέθοδο ποσοτικοποίησης του οπτικού αντίκτυπου συμπληρώνονται από άλλες τεχνικές και μεθοδολογίες που εφαρμόζονται σε επόμενα στάδια της προτεινόμενης μεθοδολογίας όπως η τρισδιάστατη προσομοίωση της ευρύτερης περιοχής του έργου, αλλά και η μέθοδος των ζωνών οπτικής επίπτωσης (ZVI).

Επιπλέον, ο υπολογισμός των δεικτών μπορεί να γίνει σχετικά εύκολα και γρήγορα με τη χρήση του προτεινόμενου λογισμικού, ενώ η απλότητα των μεταβλητών και των εξισώσεων, τους καθιστά πρακτικά εφαρμόσιμους και εύκολα αντιληπτούς. Αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς η μελέτη της οπτικής όχλησης απευθύνεται κυρίως στις τοπικές κοινωνίες. Πιο συγκεκριμένα, παρακάτω παρουσιάζονται οι δείκτες της ισπανικής μεθόδου και ο τρόπος υπολογισμού τους.

2.2.1 Συντελεστής ορατότητας της εγκατάστασης από τον οικισμό (α)

Ο οικισμός είναι χωρισμένος σε διάφορες περιοχές για να καθορίσει αυτόν το συντελεστή. Εάν ο οπτικός αντίκτυπος ποικίλλει μέσα στον οικισμό, αυτός ο συντελεστής θα είναι μια προσέγγιση στη μέση αξία. Ο τρόπος να υπολογιστεί αυτός ο συντελεστής είναι από την έκφραση:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n X_i / WM}{n}$$

όπου n είναι ο αριθμός περιοχών μέσα στον οικισμό με διαφορετικές όψεις της εγκατάστασης, X_i είναι ο αριθμός των ορατών στοιχείων (A/Γ), παραβολικά κάτοπτρα, εγκαταστάσεις κτλ.) από την περιοχή i , και WM είναι ο συνολικός αριθμός των στοιχείων της εγκατάστασης.

2.2.2 Συντελεστής ορατότητας του οικισμού από την εγκατάσταση (b)

Μετρά τον αριθμό σπιτιών που είναι ορατά από την υπό μελέτη εγκατάσταση, σε σχέση με το συνολικό αριθμό σπιτιών του οικισμού. Αυτός ο συντελεστής δεν εξαρτάται από τον προηγούμενο. Όπου :

$$b = \text{αριθμός σπιτιών ορατών από την εγκατάσταση/συνολικός αριθμός σπιτιών στον οικισμό}$$

2.2.3 Συντελεστής ορατότητας της εγκατάστασης όταν λαμβάνεται ως κυβοειδές (c)

Ο σταθμός απεικονίζεται μέσα σε έναν κύβο κανονικής μορφή. Αυτό επιτρέπει σε κάποιον να τον δει κατά μέτωπο, διαγώνια ή κατά μήκος (Εικόνα 1), ανάλογα με την πλευρά της εξέτασης. Κατά συνέπεια, ένας δείκτης v μπορεί να οριστεί για την αξιολόγηση μέσα στη μήτρα (Πίνακας 2). Ο δείκτης αυτός όπως είναι αναμενόμενο εξαρτάται και από τον αριθμό των στοιχείων της εγκατάστασης (n), αφού το να λαμβάνεις υπόψη για παράδειγμα 30 κάτοπτρα δεν είναι το ίδιο με το να λαμβάνεις 300. Με αυτές τις δύο τιμές, ο συντελεστής διαφάνειας μπορεί να υπολογιστεί ως:

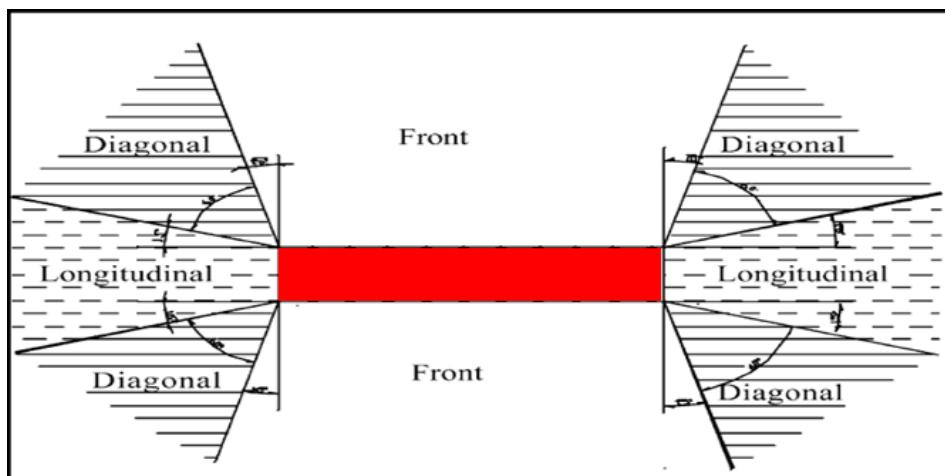
$$c = v * n$$

Πίνακας 2: Συντελεστής διόρθωσης λειτουργίας της κατάστασης

ΘΕΑ	ν δείκτης
Μετωπικά	1,00
Διαγώνιος	0,50
Διαμήκες	0,20

Πίνακας 3: Συντελεστής διόρθωσης λειτουργίας των επιμέρους στοιχείων της εγκατάστασης

Αριθμός στοιχείων	ν δείκτης
Πολύ μικρός	0,50
Μικρός	0,90
Μεσαίος	1,00
Μεγάλος	1,05
Πολύ μεγάλος	1,10



Εικόνα 1: Οπτικές γωνίες θέασης της εγκατάστασης

2.2.4 Συντελεστής απόστασης μεταξύ της εγκατάστασης και του οικισμού (d)

Η εγγύτητα κάθε οικισμού από την εγκατάσταση είναι άμεσα ανάλογη του μεγέθους του οπτικού αντίκτυπου.

Είναι σαφές ότι η απόσταση οπτικής επιρροής πρέπει να μεταβάλλεται ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία αλλά και με το μέγεθος των μονάδων και των συσκευών.

Για παράδειγμα εάν χρησιμοποιείται η τεχνολογία των A/G η απόσταση αυτή πρέπει να είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με την αντίστοιχη απόσταση σε περίπτωση που

χρησιμοποιείται η τεχνολογία των ΦΒ. Αυτό συμβαίνει γιατί οι Α/Γ έχουν μεγαλύτερο ύψος και χωροθετούνται συνήθως σε υψώματα, οπότε είναι ορατές σε μεγαλύτερη απόσταση ή αντίστοιχα εάν μελλοντικά χρησιμοποιηθούν Α/Γ μεγαλύτερου ύψους πρέπει να διευρυνθεί η απόσταση οπτικής επιρροής. Ωστόσο στην παρούσα εργασία προκειμένου να τεθεί μια σταθερή απόσταση Οπτικής Επιρροής λαμβάνεται υπόψη η δυσμενέστερη περίπτωση που είναι αυτή των ΑΠ (για τους λόγους που περιγράψαμε).

Σε βιβλιογραφική έρευνα που διεξαχθεί σχετικά με το εύρος της ζώνης οπτικής επιρροής, παρατηρήθηκε ότι η κυβέρνηση της Σκωτίας στο κείμενο της «Planning Advice Note 45», δίνει τις ακόλουθες γενικές οδηγίες ως προς τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζει η απόσταση την αντίληψη ενός ΑΠ που αναπτύσσεται σε ένα ανοικτό τοπίο (Scottish Government, 2008).

Πίνακας 4: Γενική αντίληψη ενός ΑΠ σε ανοικτό τοπίο

Απόσταση	Αντίληψη
≤2km	Αποτελεί μόνιμο στοιχείο του τοπίου
2km-5km	Αποτελεί σχετικά μόνιμο στοιχείο του τοπίου
5km-15km	Είναι ορατό μόνο όταν η συνθήκες ορατότητας είναι πολύ καλές- λαμβάνεται σαν στοιχείο του ευρύτερου τοπίου
15km-30km	Ελάχιστο στοιχείο του τοπίου

Επιπλέον, η Βρετανική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (BWEA- British Wind Energy Association), αλλά και η Powergen Renewables, υποστηρίζουν ότι οι οπτικές επιπτώσεις των Α/Γ εντοπίζονται σε μια ζώνη των 5km.

Παρόμοια άποψη έχει εκφράσει και η AEA Technology plc (AEAT) η οποία αποτελεί μέρος μιας μελέτης που προσπαθεί να παράγει μια συνολική αποτίμηση (ή ανάλυση

κόστους-οφέλους) για το σύνολο του κύκλου ζωής της ενέργειας που παράγεται από τον αέρα, συμπεριλαμβανομένης της νομισματικής εκτίμησης της συνολικής οπτικής επίπτωσης των αιολικών πάρκων. Αναφέρεται σε ζώνες οπτικής όχλησης και σημειώνει ότι «Είναι απίθανο να υπάρξει κάποια σημαντική οπτική επίδραση σε μια απόσταση μεγαλύτερη από 6 km» (AEA Technology plc, 2000).

Επιπρόσθετα, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (International Energy Agency -IEA) αναφέρει ότι πέραν των 20 km τα ΑΠ δεν θα είναι ορατά και ότι στην πράξη υπάρχουν πολύ μικρές ή αμελητέες αισθητικές επιπτώσεις πέραν των 12km. "Μεταξύ 6-12km, οι Α/Γ είναι δυσδιάκριτες και η κίνηση του ρότορα θα είναι ορατή μόνο σε καλές συνθήκες. Ως εκ τούτου, οι οπτική όχληση επικεντρώνεται γενικά εντός 6km από το ΑΠ."

Τέλος, σε σχετική έρευνα του Bishop ο οποίος χρησιμοποίησε κινούμενες προσομοιώσεις σε υπολογιστή κάνοντας σύγκριση δυο τοπίων, ενός με Α/Γ και ενός χωρίς Α/Γ, για να μελετήσει την ικανότητα των αποδεκτών αρχικά να εντοπίσουν και στη συνέχεια να αναγνωρίσουν και μετά να κρίνουν την οπτική όχληση των Α/Γ σε σχέση με την απόσταση παρατήρησης, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η οπτική επίδραση των Α/Γ μειώνεται σημαντικά σε απόσταση περίπου 4km και είναι <10% σε 6km με καθαρό ουρανό.

Συνοψίζοντας τις παραπάνω απόψεις καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι Α/Γ σε απόσταση μεγαλύτερη των 6km είναι ακαθόριστες και σχηματίζουν μικρά ασήμαντα στοιχεία μέσα σε ένα ευρύτερο τοπίο, η κίνηση των λεπίδων είναι γενικά δυσδιάκριτη και το φαινομενικό μέγεθος των Α/Γ είναι πολύ μικρό. Οπότε η υπό μελέτη ζώνη επιρροής εκτείνεται μέχρι τα 6km από τα όρια της εγκατάστασης ΑΠΕ και η αντίστοιχη τιμή του

συντελεστή απόστασης μεταξύ της εγκατάστασης και του οικισμού (d) φαίνεται στον Πίνακα.

Πίνακας 5: Συντελεστής Απόστασης

X απόσταση	συντελεστής d
X < 500m	1,00
500 < X < 6000m	1,05-0,0002 *X
6000 m < X (εάν η εγκατάσταση είναι ορατή)	0,10

2.2.5 Συντελεστής πληθυσμού του οικισμού (e)

Με τον συντελεστή αυτό εισάγεται η παράμετρος του πληθυσμού που πλήττεται από τη θέα του σταθμού καθημερινά. Όπως είναι φυσικό, ο οπτικός αντίκτυπος αυξάνεται όταν αυξάνεται ο αριθμός ανθρώπων στον οικισμό. Αυτός ο συντελεστής είναι αρκετά μεγάλος στις πυκνοκατοικημένες περιοχές, όπως τις πόλεις.

Πίνακας 6: Λειτουργία συντελεστή του αριθμού κατοίκων

Αριθμός κατοίκων	συντελεστής e
> 300	1,00
100–300	0,90
50–100	0,60
20–50	0,45
5–20	0,35
1–5	0,20
0	0,00

2.2.6 Αξιολόγηση Οπτικής Όχλησης

Αφού υπολογιστούν οι παραπάνω συντελεστές για κάθε οικισμό από το σημείο που είναι ορατή η εγκατάσταση, στη συνέχεια γίνεται μερική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων με τον ακόλουθο τρόπο:

- Μερική αξιολόγηση 1

$$PA1 = a * b * c * d$$

Η παραπάνω σχέση δίνει ένα δείκτη μεταξύ 0,00 και 1,00 που αντιστοιχεί στο επίπεδο οπτικής όχλησης που παράγεται για κάθε οικισμό.

- Μερική αξιολόγηση 2

$$PA2 = a * b * c * d * e$$

Σ' αυτή τη σχέση έχει προστεθεί ο συντελεστής πληθυσμού (e) οπότε δίνεται η δυνατότητα διάκρισης ως προς το εάν εξετάζονται οικισμοί ή πόλεις.

Από τις τιμές PA1 και PA2 το επίπεδο οπτικής όχλησης φαίνεται στον Πίνακα 6.

- Συνολική αξιολόγηση

Η συνολική αξιολόγηση είναι ο συντελεστής του πληθυσμού που θα ήταν μόνιμα επηρεασμένος από την θέα της υπό μελέτη εγκατάστασης δια το συνολικό αριθμό ανθρώπων που ζούνε στην περιοχή που αναλύεται

$$C = \sum_{i=1}^m \frac{a * b * (NH_m)}{(NTHE)}$$

όπου C είναι ο συνολικός συντελεστής των επηρεασμένων ανθρώπων, NH_m είναι ο πληθυσμός του οικισμού , NTHE είναι ο συνολικός αριθμός ανθρώπων στην περιοχή που αναλύεται, το a είναι ο συντελεστής ορατότητας του από τον οικισμό και b είναι ο συντελεστής ορατότητας του οικισμού από την εγκατάσταση.

Και σε αυτή την περίπτωση από τις τιμές του συνολικού συντελεστή C, με βάση τον Πίνακα 6 προκύπτει η έκφραση του επιπέδου οπτικής όχλησης.

Πίνακας 7: Καθορισμός επιπέδου αντίκτυπου

Αξιολόγηση	Επίπεδο αντίκτυπου	Ερμηνεία
0,00–0,10	ελάχιστο	η εγκατάσταση δεν ασκεί οποιαδήποτε επίδραση
0,10–0,30	ελαφρύ	μια μείωση στην όχληση με τη βοήθεια της κάλυψης (π.χ. το χρώμα ή και η βλάστηση συστήνονται).
0,30–0,50	μέσο	προσπάθειες πρέπει να καταβληθούν ώστε να μειωθεί η οπτική όχληση (π.χ. επανατοποθέτηση των επιμέρους στοιχείων που είναι κοντά στις κατοικημένες περιοχές)
0,50–0,70	σοβαρό	μέρος ή σύνολο της θέσης της εγκατάστασης πρέπει να διορθωθεί.
0,70–0,90	πολύ σοβαρό	η θέση της εγκατάστασης θα πρέπει να αναθεωρηθεί και να διορθωθεί
0,90–1,00	ιδιαίτερα σοβαρό	δεν υπάρχουν βάσιμοι λόγοι για την υλοποίηση της εγκατάστασης

2.3 Διαδικασία Ποσοτικοποίησης του Οπτικού Αντίκτυπου και της Τρισδιάστατης Προσομοίωσης

Έχοντας επιλέξει το κατάλληλο λογισμικό και τους ποσοτικούς δείκτες, στο επόμενο στάδιο γίνεται ο προσδιορισμός των βασικών διαδικασιών και βημάτων που απαιτούνται για τον υπολογισμό της οπτικής όχλησης και της αισθητικής ένταξης της μονάδας ΑΠΕ στο τοπίο.

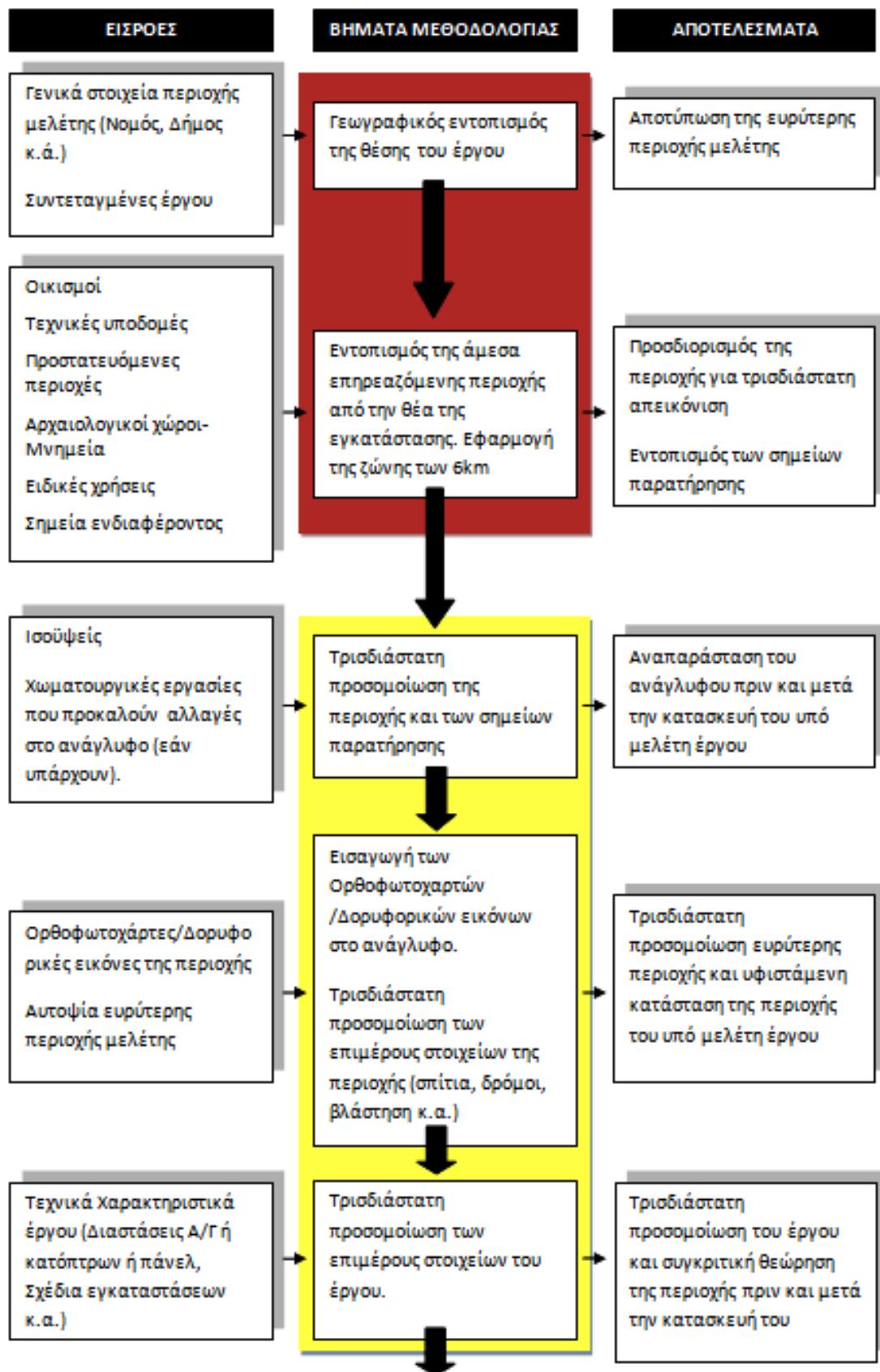
Η μεθοδολογία αυτή αποτελείται από 5 βασικούς τομείς: α) τον γεωγραφικό προσδιορισμό της θέσης του έργου και της ευρύτερης περιοχής, β) την ρεαλιστική τρισδιάστατη προσομοίωση της υπό μελέτη περιοχής πριν και μετά την κατασκευή του έργου, γ) την ποσοτικοποίηση του οπτικού αντίκτυπου και τέλος δ) την αξιολόγηση και μείωση της οπτικής όχλησης και ε) την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που οδηγούν στην αισθητική

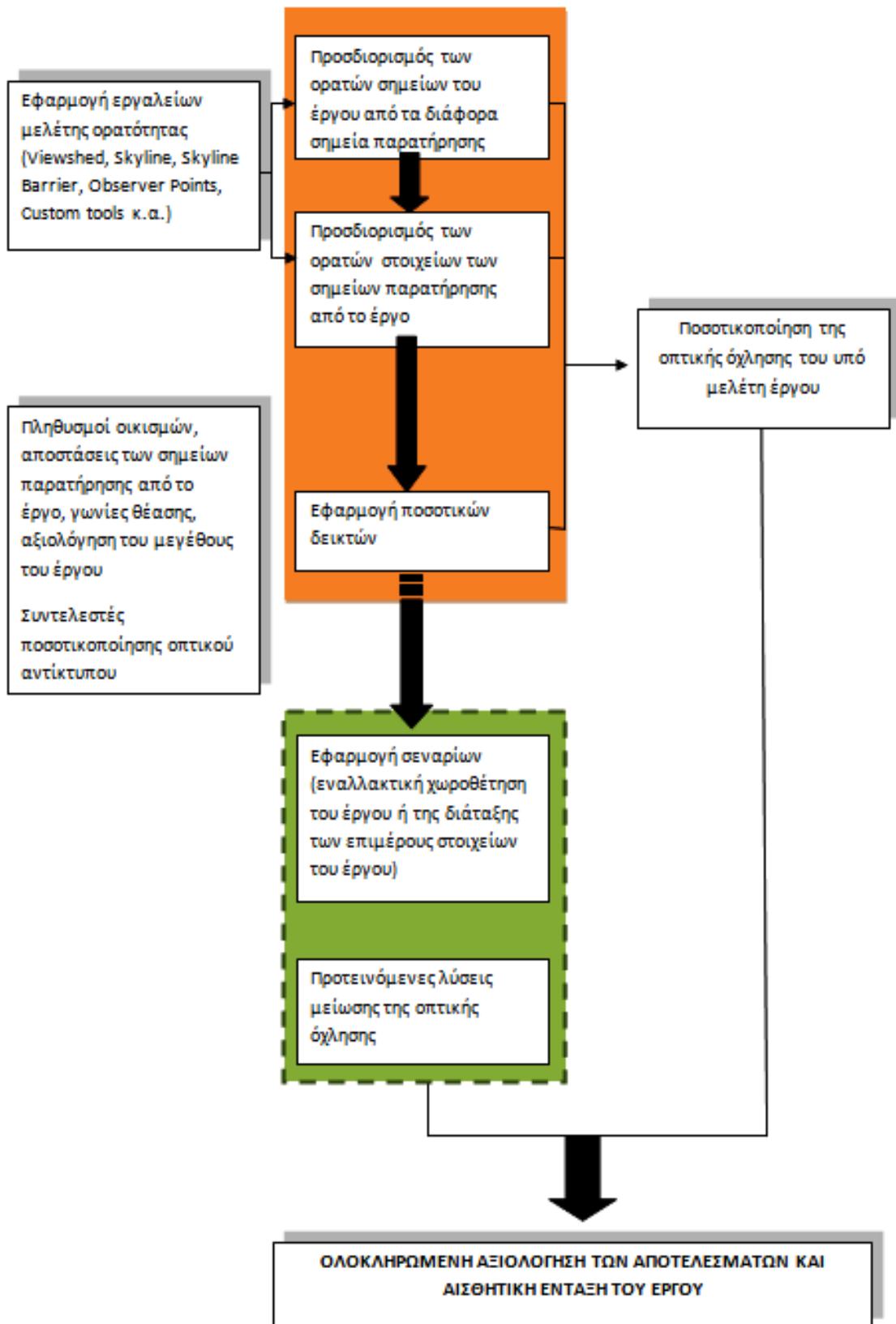
ένταξη της μονάδας στο τοπίο. Η ενότητα δ) είναι προαιρετική και η εφαρμογή της εξαρτάται από την κάθε περίπτωση και τους στόχους της μελέτης, καθώς και από τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ποσοτικοποίηση του οπτικού αντίκτυπου. Σε αυτή την ενότητα ανήκουν τα βήματα της εφαρμογής εναλλακτικών σεναρίων χωροθέτησης της εγκατάστασης, καθώς και ο προσδιορισμός λύσεων (αν είναι δυνατόν) για τον περιορισμό ή την ελαχιστοποίηση της οπτικής όχλησης.

Όλα τα βήματα ποσοτικοποίησης του οπτικού αντίκτυπου εμφανίζονται στο διάγραμμα 3. Στην αριστερή στήλη του διαγράμματος παρουσιάζονται τα απαραίτητα δεδομένα (ψηφιακά, αριθμητικά, διανυσματικά κτλ.) για την εκπόνηση του κάθε βήματος. Στην μεσαία στήλη βρίσκονται τα βήματα της μεθοδολογίας με την σειρά διεξαγωγής τους. Τέλος στην δεξιά στήλη εμφανίζονται τα επιμέρους αποτελέσματα από κάθε βήμα ξεχωριστά.

	Διαδικασίες γεωγραφικού προσδιορισμού της θέσης του έργου και της ευρύτερης περιοχής
	Διαδικασίες ρεαλιστικής τρισδιάστατης προσομοίωσης της περιοχής μελέτης πριν και μετά την κατασκευή
	Διαδικασίες ποσοτικοποίησης του οπτικού αντίκτυπου
	Διαδικασίες αξιολόγησης και μείωσης της οπτικής όχλησης

	Απαραίτητα Βήματα Μεθοδολογίας
- - - - -	Προαιρετικά βήματα μεθοδολογίας





Διάγραμμα 3: Ανάλυση των βημάτων και των διαδικασιών αξιολόγησης της οπτικής όχλησης και αισθητικής ένταξης του έργου

Στη συνέχεια ακολουθεί μια περιγραφή των διάφορων βημάτων της μεθοδολογίας.

2.3.1 Γεωγραφικός εντοπισμός της θέσης του έργου

Στο πρώτο βήμα τις μεθοδολογίας, είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν και να συγκεντρωθούν βασικά δεδομένα που αφορούν το έργο και την ευρύτερη περιοχή μελέτης. Εντοπίζεται έτσι γεωγραφικά το έργο με τις συντεταγμένες του, ενώ παράλληλα γίνεται πρώτη αποτύπωση των γενικών στοιχείων της ευρύτερης περιοχής, όπως οι οικισμοί, οι γενικές χρήσεις γης κτλ. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται καταγραφή των δεδομένων που υπάρχουν ψηφιακά καθώς και των δεδομένων που δεν υπάρχουν αλλά είναι απαραίτητο να βρεθούν ή να δημιουργηθούν άμεσα, δίνοντας στην διαδικασία την δυνατότητα να κερδίσει χρόνο και να μην καθυστερήσει ιδιαίτερα σε παρακάτω βήματα από πιθανές ελλείψεις εισροών. Πολλές φορές σε αυτό το βήμα συμπεριλαμβάνονται και συζητήσεις με τις τοπικές κοινωνίες και αρχές για πιθανές ανησυχίες, για εντοπισμό τομέων όπου πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα κτλ.

2.3.2 Εντοπισμός της άμεσα επηρεαζόμενης περιοχής από την θέση εγκατάστασης - Εφαρμογή της ζώνης των 6km

Στην συνέχεια ακολουθεί ο προσδιορισμός της περιοχής που πρόκειται να επηρεαστεί άμεσα από την χωροθέτηση της υπό μελέτη εγκατάστασης και εκτίνεται σε ακτίνα 6km από τα όρια του έργου (για λόγους που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο). Αφού γίνει ο εντοπισμός αυτός, ακολουθεί μια πλήρης καταγραφή των δεδομένων που είναι απαραίτητα για τον προσδιορισμό των σημείων παρατήρησης και αυτά αφορούν τους οικισμούς, τις τεχνικές υποδομές, τις προστατευόμενες περιοχές, αρχαιολογικούς χώρους και μνημεία, ειδικές χρήσεις (αεροδρόμια, στρατόπεδα, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, άλλες ΑΠΕ), σημεία ενδιαφέροντος (τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλους, μονές μοναστήρια, παραδοσιακά δάση κτλ.).

2.3.3 Τρισδιάστατη προσομοίωση της περιοχής και των σημείων παρατήρησης

Σε αυτό το βήμα ξεκινάει η τρισδιάστατη προσημείωση της περιοχής μελέτης, με την δημιουργία του ανάγλυφου πριν και μετά την εγκατάσταση του έργου. Συνήθως για τη δημιουργία του έργου είναι απαραίτητες κάποιες χωματουργικές εργασίες (διάνοιξη δρόμων, εξομάλυνση κλίσεων κτλ) με αποτέλεσμα οι δύο προσομοιώσεις να είναι διαφορετικές και να γίνεται εύκολα αντιληπτό το μέγεθος της παρέμβασης στον χώρο.

2.3.4 Εισαγωγή των ορθοφωτογραφών / δορυφορικών εικόνων στο ανάγλυφο και τρισδιάστατη προσομοίωση των επιμέρους στοιχείων της περιοχής (σπίτια, δρόμοι, βλάστηση κ.α.)

Μετά τη δημιουργία του αναγλύφου απαιτείται αποτύπωση των ειδικών στοιχείων της περιοχής μελέτης (βλάστηση, δέντρα, σπίτια ποτάμια, δρόμοι κτλ.). Αυτό είναι δυνατόν με τη βοήθεια δορυφορικών εικόνων και της επιτόπιας παρατήρησης της περιοχής. Είναι προφανές ότι όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της επιτόπιας παρατήρησης, τόσο πιο λεπτομερές και ακριβές θα είναι το τελικό αποτέλεσμα της προσομοίωσης. Παρόλα αυτά είναι καίριας σημασίας να εντοπίζεται το βάθος της ακρίβειας και της λεπτομέρειας που είναι απαραίτητα για το τελικό αποτέλεσμα ώστε να μην παρατηρείται άσκοπη καθυστέρηση στη διαδικασία.

2.3.5 Τρισδιάστατη προσομοίωση των επιμέρους στοιχείων του έργου

Κατά τη διαδικασία αυτή, γίνεται η μοντελοποίηση του έργου και όλων των ειδικών χαρακτηριστικών του. Από τα σχέδια του έργου και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του, γίνεται η τρισδιάστατη απεικόνιση του και στη συνέχεια εισάγεται στην ευρύτερη περιοχή. Έχοντας ολοκληρώσει την τρισδιάστατη προσομοίωση της περιοχής μελέτης και του έργου επιτυγχάνεται αρχικά η δυνατότητα συγκριτικής θεώρησης του τοπίου πριν και μετά

την κατασκευή του έργου (που μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά συμπεράσματα) αλλά έχουν κατασκευαστεί και όλα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που είναι σημαντικά για τον υπολογισμό και τη ποσοτικοποίηση του οπτικού αντίκτυπου.

2.3.6 Προσδιορισμός των ορατών σημείων του έργου από τα διάφορα σημεία παρατήρησης και προσδιορισμός των ορατών στοιχείων των σημείων παρατήρησης από το έργο

Σε αυτά τα δύο βήματα προσδιορίζονται τα ορατά στοιχεία του έργου από τα σημεία παρατήρησης αλλά και το αντίστροφο. Είναι δύο διαδικασίες ιδιαίτερα σημαντικές για τον υπολογισμό της οπτικής όχλησης της εγκατάστασης, ενώ η διάρκεια υπολογισμού τους είναι τέτοια που τα καθιστά ως ξεχωριστά βήματα. Η διαδικασία προσδιορισμού των ορατών στοιχείων από και προς το έργο γίνεται με την χρήση του λογισμικού ArcGIS 10 και των διάφορων εργαλείων που αυτό παρέχει. Ωστόσο επειδή η κάθε εγκατάσταση έχει διαφορετικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά και συνωδά έργα, πρέπει κάθε φορά να προσδιορίζονται τα κατάλληλα εργαλεία που είναι απαραίτητα για τον ορθό υπολογισμό τους με την μικρότερη δυνατή απόκλιση. Έτσι μπορεί να γίνει μια επιλογή ανάμεσα από τα υπάρχοντα εργαλεία του λογισμικού, όπως πχ skyline και skyline barrier, viewshed κτλ ή ακόμη και να δημιουργηθούν καινούρια ανάλογα με την περίσταση.

2.3.7 Εφαρμογή ποσοτικών δεικτών

Έχοντας υπολογίσει τα ορατά στοιχεία του έργου από τα διάφορα σημεία παρατήρησης και το αντίστροφο, ακολουθεί η εφαρμογή και ο υπολογισμός των ποσοτικών δεικτών που στην περίπτωση μας είναι οι δείκτες της Ισπανικής μεθόδου. Η εφαρμογή τους γίνεται με την σειρά που αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και εκτός από τα είδη επιμέρους αποτελέσματα που προέκυψαν από τα προηγούμενα βήματα, για τον υπολογισμό τους

χρειάζονται και μια σειρά επιπλέον στοιχείων, όπως αυτά παρουσιάζονται στο διάγραμμα 3. Με την ολοκλήρωση αυτού του βήματος έχει ουσιαστικά υπολογιστεί η οπτική όχληση και με την συγκριτική θεώρηση του τρισδιάστατου μοντέλου πριν και μετά την κατασκευή της εγκατάστασης μπορεί να αξιολογηθεί το έργο ως προς τις αισθητικές του επιπτώσεις.

2.3.8 Εφαρμογή σεναρίων

Αφού ολοκληρωθεί η τρισδιάστατη απεικόνιση της περιοχής μελέτης και του ίδιου του έργου, καθώς επίσης γίνει κι ο υπολογισμός της οπτικής όχλησης, ακολουθεί η εφαρμογή εναλλακτικών σεναρίων κατά τα οποία υπάρχει διαφοροποίηση σε σχέση με την προτεινόμενη πρόταση ως προς τη χωροθέτηση του έργου καθώς κι ως προς τη διάταξη του, την χρήσης της τεχνολογίας κτλ. Κύριος στόχος αυτού του βήματος είναι η σύγκριση της οπτικής όχλησης που προκύπτει από τη χωροθέτηση του προτεινόμενου έργου σε σχέση με τα εναλλακτικά σενάρια. Εάν η οπτική όχληση του προτεινόμενου έργου είναι μικρότερη από τα σενάρια που εξετάζονται αυτό υποδηλώνει πως έχει γίνει σωστή επιλογή χωροθέτησης και πως η προτεινόμενη τοποθεσία είναι αυτή με την μικρότερη επιρροή στο εγγύς περιβάλλον. Εάν η οπτική όχληση του προτεινόμενου έργου είναι μεγαλύτερη από τα εναλλακτικά σενάρια, τότε θα πρέπει ο επενδυτής να αποδείξει πως με άλλους όρους (οικονομικούς, τεχνικούς κτλ) πως το έργο παρέχει μεγαλύτερες συνολικές ωφέλειες από τα υπόλοιπα σενάρια, διαφορετικά θα πρέπει να γίνει επανεξέταση της χωροθέτησης του έργου.

Το βήμα της εφαρμογής εναλλακτικών σεναρίων όπως φαίνεται κι από το διάγραμμα 3, είναι προαιρετικό κι η εφαρμογή του εξαρτάται αρχικά από τα αποτελέσματα της τρισδιάστατης προσομοίωσης του έργου και την ποσοτικοποίηση του οπτικού αντίκτυπου. Εάν η οπτική όχληση που προκύπτει από τη χωροθέτηση ενός έργου είναι πολύ μικρή, η

μελέτη εναλλακτικών σεναρίων είναι περιττή. Ένας άλλος παράγοντας από τον οποίο εξαρτάται η εφαρμογή του συγκεκριμένου βήματος είναι ο λόγος για τον οποίο πραγματοποιείται η μελέτη αισθητικής χωροθέτησης. Για παράδειγμα, εάν η μελέτη γίνεται στα πλαίσια μιας ΜΠΕ, τότε η εφαρμογή των σεναρίων γίνεται υποχρεωτική καθώς κάτι τέτοιο είναι ξεκάθαρο νομικά. Εάν όμως η μελέτη γίνεται για παρουσίαση αποτελεσμάτων σε τοπικές κοινωνίες ή σε άλλους ανεπίσημους φορείς, δεν είναι απαραίτητο.

2.3.9 Προτεινόμενες λύσεις μείωσης της οπτικής όχλησης

Το βήμα αυτό όπως και το προηγούμενο, δεν είναι απαραίτητα εφαρμόσιμο κι εξαρτάται, όπως ήδη αναφέρθηκε, από τα αποτελέσματα άλλων διαδικασιών. Παρόλα αυτά εάν προκύπτει κάποιο πρόβλημα αισθητικό στο έργο, τόσο συνολικό, όσο κι επιμέρους (εάν υπάρχει δηλαδή έντονη οπτική όχληση μόνο από συγκεκριμένα σημεία παρατήρησης), είναι σημαντική η μελέτη εξεύρεσης λύσεων ώστε να επιτυγχάνεται μείωση της οπτικής όχλησης και φυσικά μεγαλύτερος βαθμός ένταξης του έργου στο τοπίο. Κάτι τέτοιο πιθανόν μερικές φορές να μην είναι εφικτό. Όταν όμως είναι βοηθάει τόσο τους επενδυτές για να κάνουν το έργο τους βιώσιμο, αλλά και τις ίδιες τις ελεγκτικές αρχές, καθώς αυτές οι λύσεις μπορούν να προταθούν ως απαραίτητα μέτρα για την έκδοση της άδειας εγκατάστασης, μέσω των περιβαλλοντικών όρων.

Σε αυτό το βήμα ουσιαστικά εφαρμόζονται τεχνικές απόκρυψης του έργου από το σημείο παρατήρησης (δενδροφύτευση περιμετρικά του έργου ή του σημείου παρατήρησης, απόκρυψη με χωματουργικές εργασίες κα) ή ένταξης του έργου στο τοπίο (αλλαγή χρώματος, εισαγωγή φυσικών στοιχείων εντός του έργου, όπως νερό και βλάστηση κα). Οι

διάφορες προτάσεις αξιολογούνται - εκτός από το βαθμό αποτελεσματικότητας τους - κι από άλλους παράγοντες, όπως οικονομικούς.

2.3.10 Ολοκληρωμένη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων κι αισθητική ένταξη του έργου

Με την ολοκλήρωση όλων των διαδικασιών και των επιμέρους βημάτων, πραγματοποιείται μια συνολική θεώρηση όλων των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τη συγκεκριμένη μεθοδολογία. Τα αποτελέσματα αυτά πρέπει να παρουσιαστούν και να αξιολογηθούν τόσο από ειδικούς φορείς (πχ εφορία αρχαιοτήτων) όσο κι από τις τοπικές κοινωνίες και αρχές (μέσω για παράδειγμα προγραμματισμένων διαβουλεύσεων). Με αυτόν τον τρόπο ελέγχεται η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων ενώ πιθανόν να διατυπώνονται προτάσεις ιδέες ή ενστάσεις που δεν είχαν ληφθεί υπόψη και είναι σημαντικές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται πρακτική εφαρμογή της παραπάνω μεθοδολογίας που αφορά την αισθητική ένταξη μονάδων ΑΠΕ στο τοπίο. Σκοπός είναι να ελεγχθεί η δυνατότητα εφαρμογής όλων των παραπάνω βημάτων σε πραγματικά παραδείγματα αλλά και να παρουσιαστούν διαφορετικές τεχνολογίες ΑΠΕ, ώστε να εξεταστεί η ευελιξία της μεθόδου στο να προσαρμόζεται ανάλογα με την μελέτη περίπτωσης. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσει να αξιολογηθεί η μέθοδος μέσω των αποτελεσμάτων της. Η εφαρμογή της μεθοδολογίας θα γίνει σε δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα. Το πρώτο θα αφορά την αισθητική ένταξη στο τοπίο ενός αιολικού πάρκου, ενώ το δεύτερο θα αναφέρεται στην ένταξη ενός ηλιοθεραπεικού σταθμού. Τα δύο παραδείγματα προσδιορίζονται γεωγραφικά στον νομό Χανίων. Ο σημαντικότερος λόγος επιλογής του συγκεκριμένου νομού αφορά την πλειονότητα που υπήρχε σε ψηφιακά γεωγραφικά δεδομένα, τα οποία προσκομίστηκαν, εκτός άλλων πηγών, από το εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων του τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος στο Πολυτεχνείο Κρήτης. Τα παραδείγματα επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αντιπροσωπευτικά της εκάστοτε τεχνολογίας.

3.1 Μελέτη Περίπτωσης Αιολικού Πάρκου (ΑΠ)

Για την εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η κύρια τεχνολογία που χρησιμοποιείται πλέον σε μεγάλο ποσοστό είναι οι Α/Γ. Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι τα μεγάλα ύψη τους, με σκοπό την εκμετάλλευση ισχυρότερων ανέμων. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι οι πλέον τυπικές Α/Γ είναι αυτές των 2 MW των οποίων το ύψος ξεπερνά τα 100 m. Λόγω αυτού, οι Α/Γ είναι ορατές από μεγάλες αποστάσεις, με αποτέλεσμα να επηρεάζουν σημαντικά τις περιοχές στις οποίες εγκαθίστανται.

Η μέθοδος αξιολόγησης της οπτικής όχλησης έγινε για ένα αιολικό πάρκο που πρόκειται να χωροθετηθεί στην τοποθεσία Μετερίζι, μεταξύ των Δήμων Ιναχωρίου και Πελεκάνου, οι οποίοι καλύπτουν το νοτιοδυτικό τμήμα του νομού Χανίων.

Το αιολικό πάρκο έχει έκταση 358στρέματα και αποτελείται από 16 Α/Γ τύπου Vestas V80 με ύψος κεφαλής 60m και διάμετρο ρότορα 80m. Η ισχύς της κάθε Α/Γ είναι 2.000 kW και η συνολική ισχύς του πάρκου είναι 32MW.

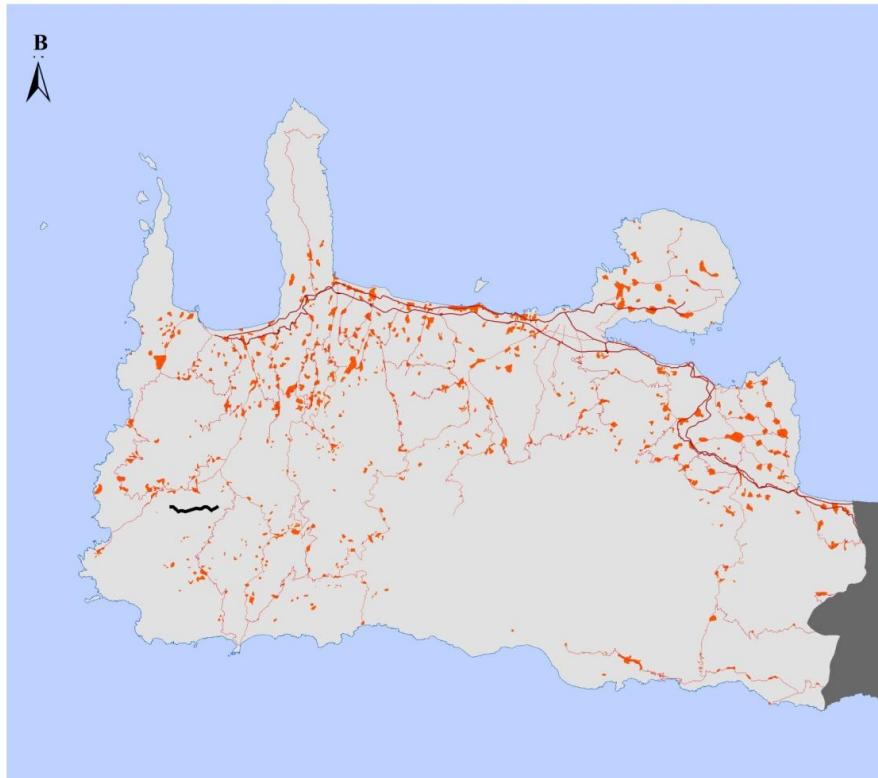
3.1.1 Διαδικασίες γεωγραφικού προσδιορισμού της θέσης του έργου και της ευρύτερης περιοχής

Τα αρχικά απαραίτητα δεδομένα εισαγωγής για τον γεωγραφικό προσδιορισμό του έργου και τον εντοπισμό της περιοχής μελέτης ήταν: τα όρια των οικισμών της ευρύτερης περιοχής, το υπάρχον οδικό δίκτυο κατηγοριοποιημένο στις επίσημες κατηγορίες δικτύου, διάφορες περιοχές ή σημεία, προστατευόμενα ή αξιόλογα (προστατευόμενες περιοχές, αρχαιολογικοί χώροι, αξιόλογα δάση, τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλους, ιερές μονές κα), η τοπογραφική αποτύπωση των ορίων του αιολικού πάρκου, οι συντεταγμένες χωροθέτησης

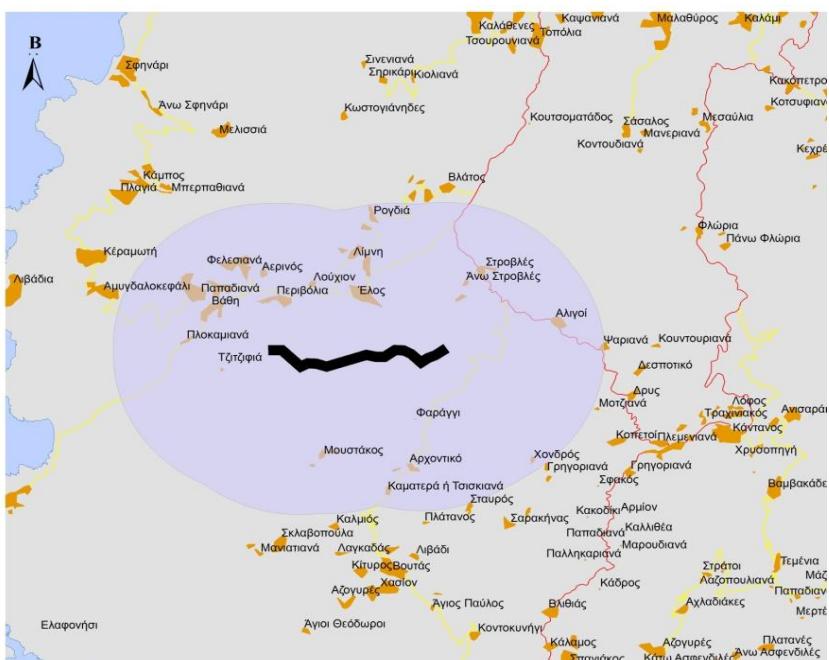
των ανεμογεννητριών, καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους (ύψος, διαστάσεις πτερυγίων κτλ) και τέλος ορθοφωτοχάρτες της ευρύτερης περιοχής για την επαλήθευση των δεδομένων, καθώς και για την πιο ρεαλιστική και αξιόπιστη αποτύπωση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της περιοχής (είδος και πυκνότητα βλάστησης, κατοικίες εντός και εκτός οικισμών κα).

Τα σημεία ενδιαφέροντος εντοπίστηκαν σε απόσταση 6km από τη θέση του υπό μελέτη αιολικού πάρκου. Η απόσταση αυτή ορίζεται ως κατάλληλη για την αξιολόγηση της οπτικής όχλησης, καθώς σε μεγαλύτερες αποστάσεις οι A/G είτε δεν θα φαίνονται καθόλου είτε θα φαίνονται πολύ αχνά με αποτέλεσμα να μην προκαλούν όχληση. Στη ζώνη αυτή των 6km δεν περιλαμβάνεται κάποιο κύριο εθνικό ή κοινοτικό οδικό δίκτυο οπότε δεν θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθεί η οπτική όχληση από τμήματα του οδικού δικτύου καθώς το υφιστάμενο δίκτυο δεν έχει ιδιαίτερη κίνηση. Παρόλα αυτά, περιμετρικά του αιολικού πάρκου υπάρχουν 21 οικισμοί, τους οποίους και λάβαμε υπόψη κατά τη διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου. Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί ότι δεν κρίθηκε αναγκαίος ο διαχωρισμός των εν λόγω οικισμών σε υποπεριοχές, αφού λόγο του μικρού τους μεγέθους δεν διαφέρει ο οπτικός αντίκτυπος από τις διάφορες θέσεις τους. Οπότε κάθε οικισμός θεωρήθηκε σαν ένα σημείο παρατήρησης. Για την εξέταση των αποτελεσμάτων κάθε συντελεστή της ισπανικής μεθόδου ανατρέξτε στο Παράρτημα στον Πίνακα 10.

Εικόνα 2: Θέση του υπό μελέτη ΑΠ (Με μαύρο χρώμα ΝΔ του Ν.Χανίων)



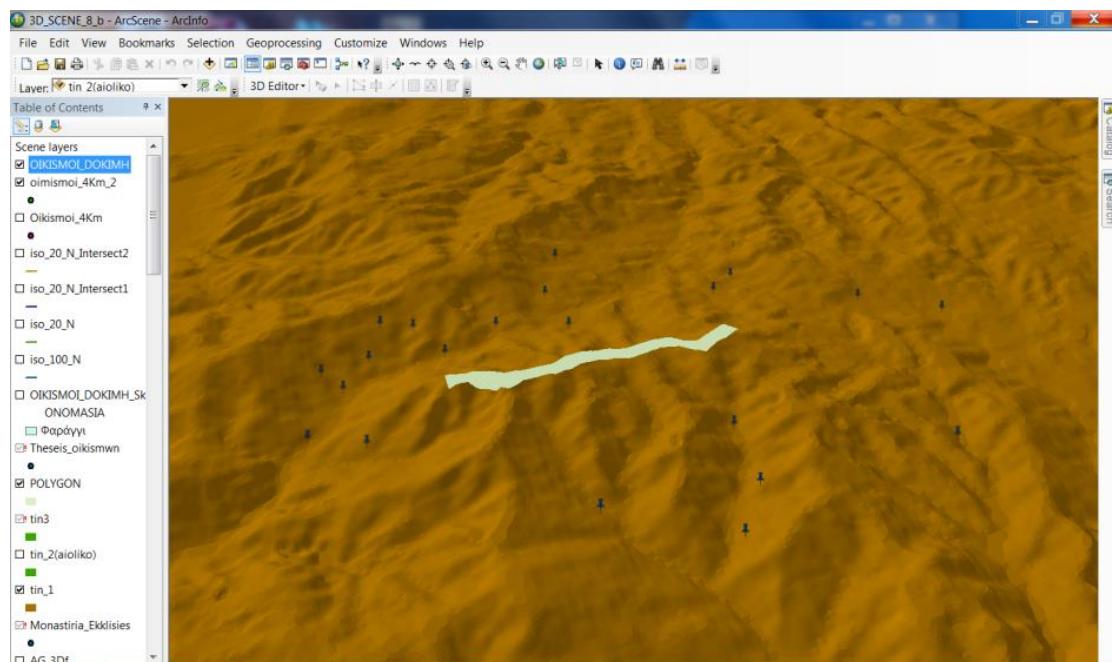
Εικόνα 3: Περιοχή ΑΠ, Ζώνη Οπτικής Επιρροής 6km και οικισμοί που βρίσκονται μέσα στη ζώνη



3.1.2 Διαδικασίες ρεαλιστικής τρισδιάστατης προσομοίωσης της περιοχής μελέτης πριν και μετά την κατασκευή

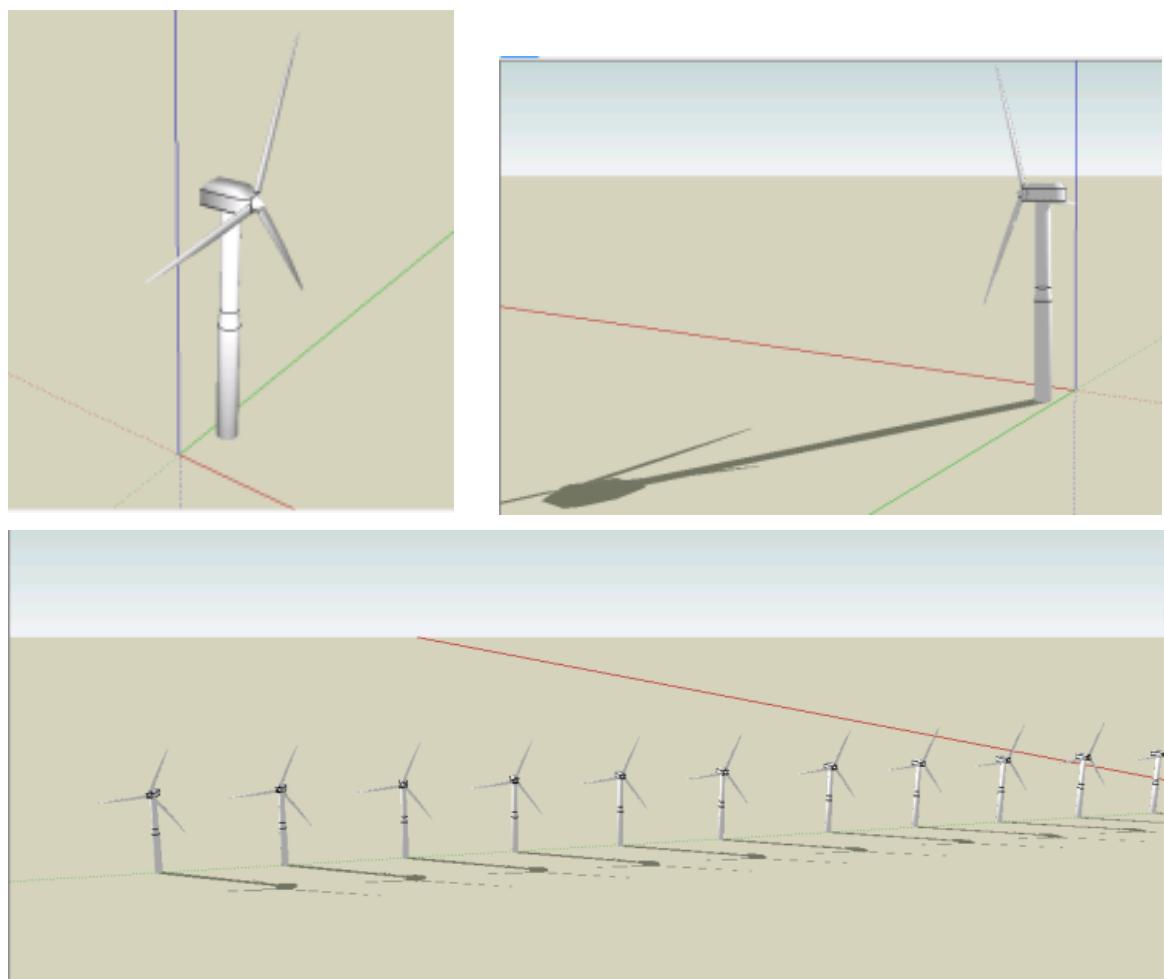
Για την προσομοίωση του εδάφους της περιοχής μελέτης ήταν απαραίτητες οι ισούψεις των 20m για τον Νομό Χανίων, από τις οποίες δημιουργήθηκε το ανάγλυφο της περιοχής. Στη συνέχεια ήταν απαραίτητη η προσαρμογή τόσο του αιολικού πάρκου όσο και των σημείων παρατήρησης στο νέο τρισδιάστατο έδαφος.

Εικόνα 4: Τρισδιάστατη αναπαράσταση του ανάγλυφου της περιοχής μελέτης

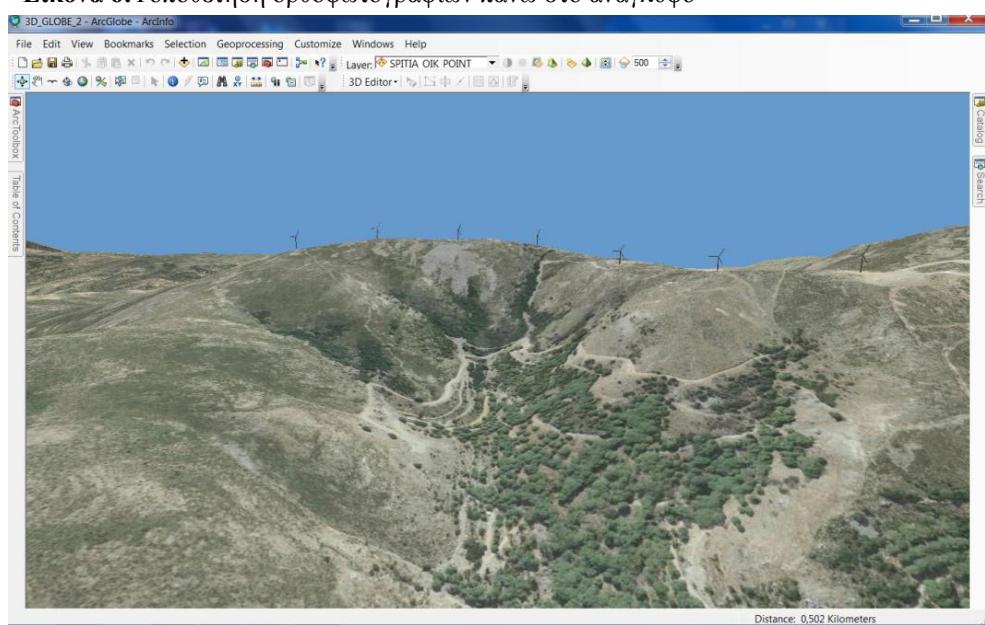


Στο επόμενο βήμα έγινε η εισαγωγή των ορθοφωτοχαρτών, που με τη βοήθειά τους και την επιτόπια παρατήρηση της περιοχής εισάχθηκαν τα επιμέρους στοιχεία της περιοχής μελέτης όπως δέντρα και σπίτια. Τέλος, σχεδιάστηκαν οι Α/Γ και έγινε εισαγωγή με τις ακριβείς διαστάσεις τους στο μοντέλο.

Εικόνα 5:Σχεδιασμός Α/Γ



Εικόνα 6:Τοποθέτηση ορθοφωτογραφιών πάνω στο ανάγλυφο



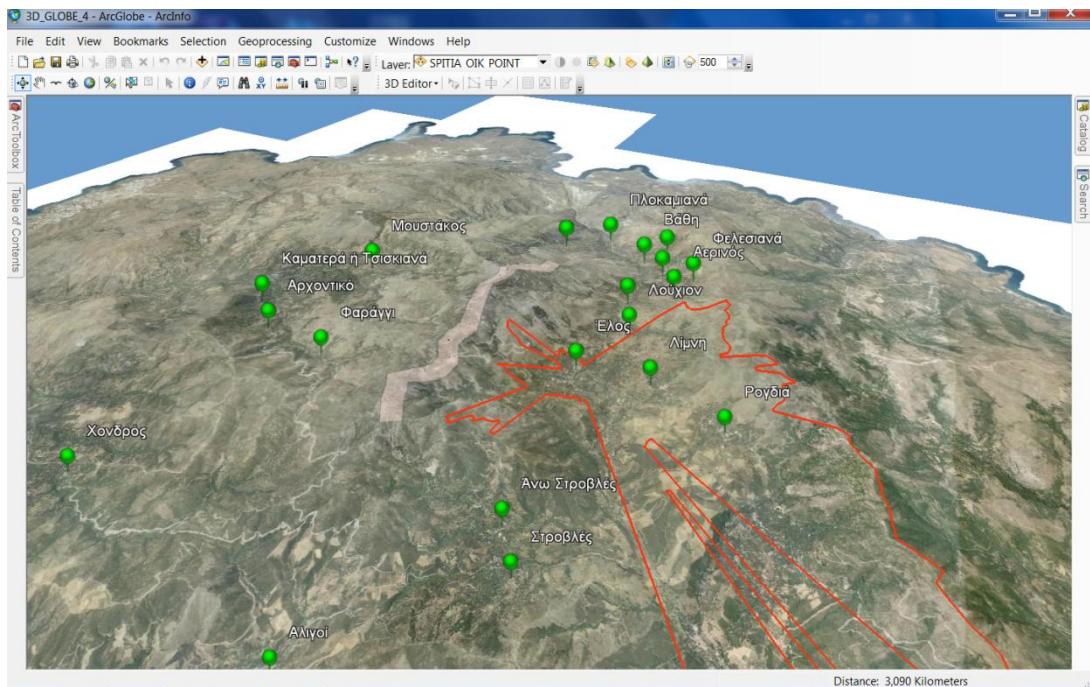
Εικόνα 7: Τοποθέτηση επιμέρους στοιχείων για ρεαλιστική προσομοίωση (δέντρα, σπίτια, δρόμοι κλπ.)
(Τσίτουρα κα, 2011)



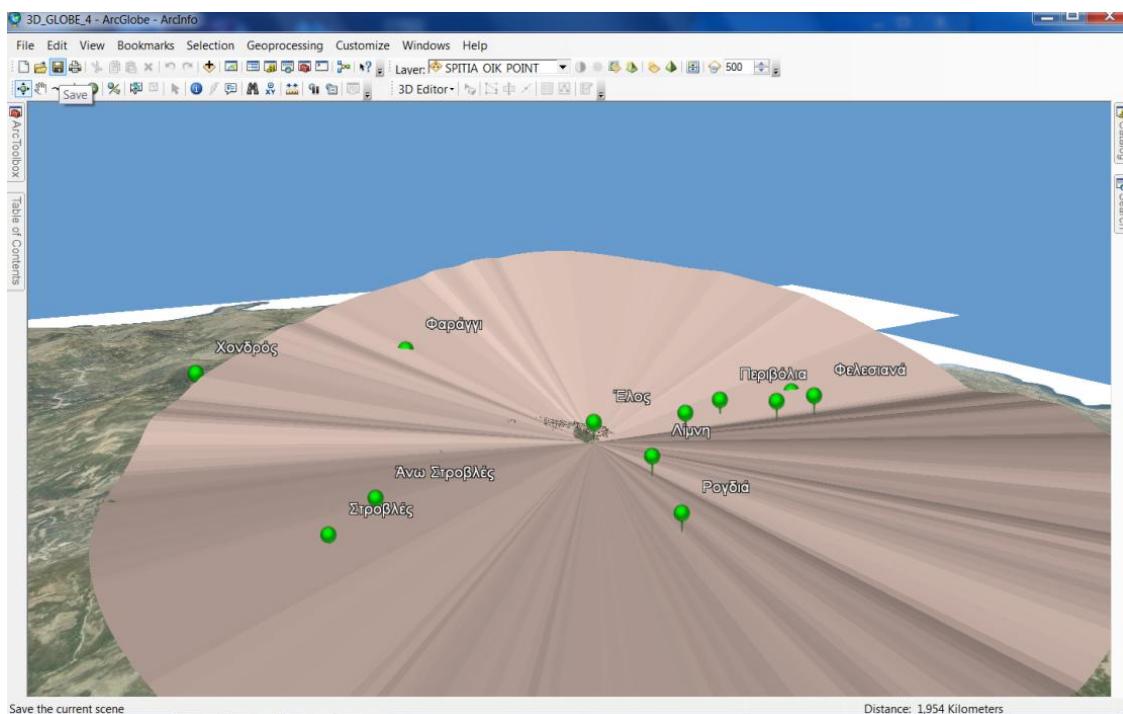
3.1.3 Διαδικασίες ποσοτικοποίησης του οπτικού αντίκτυπου

Αρχικά έγινε ο υπολογισμός των ορατών ανεμογεννητριών από τα διάφορα σημεία παρατήρησης. Επειδή οι Α/Γ εκτίνονται καθ' ύψος, ήταν απαραίτητη η χρήση ενός εργαλείου που να μπορεί να προσδιορίζει τα ορατά στοιχεία και κατά αυτή την διάσταση (άξονας z). Έτσι κρίθηκε απαραίτητη η χρήση των εργαλείων skyline και skyline barrier, που παρέχονται από το λογισμικό ArcGIS 10, όπως φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.

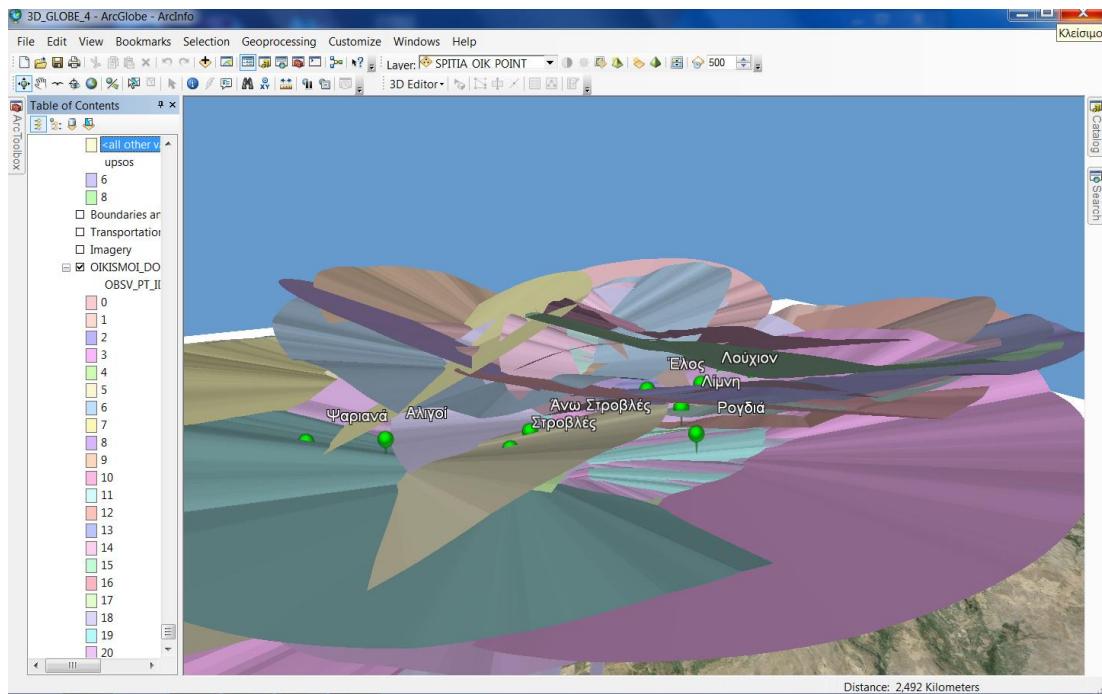
Εικόνα 8: Εφαρμογή εργαλείου Skyline για τον εντοπισμό των περιοχών ορατότητας κάθε σημείου παρατήρησης (Τσίτουρα κα, 2011)



Εικόνα 9: Εφαρμογή εργαλείου Skyline Barrier για τη δημιουργία του φράχτη ορατότητας από κάθε σημείο παρατήρησης

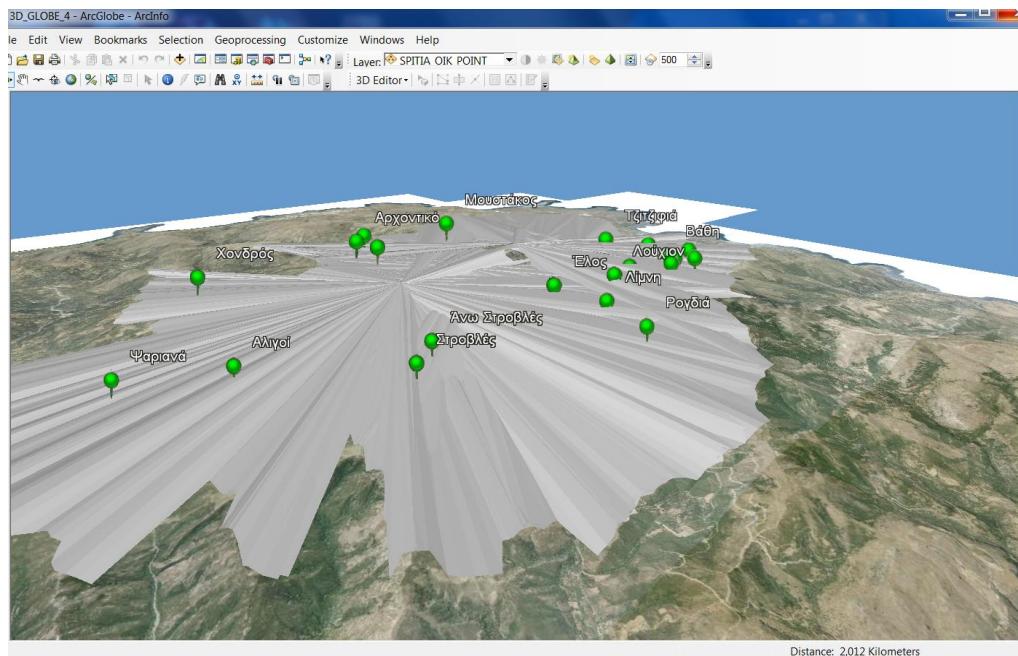


Εικόνα 10: Εφαρμογή της ίδιας τεχνικής για κάθε σημείο παρατήρησης



Στη συνέχεια έγινε ο αντίστροφος υπολογισμός, δηλαδή υπολογίστηκαν τα ορατά σημεία των σημείων παρατήρησης από το αιολικό πάρκο.

Εικόνα 11: Εφαρμογή της ίδιας τεχνικής των έλεγχο ορατότητας από τις Α/Γ προς τους οικισμούς



Τέλος, υπολογίστηκαν κάποιοι επιπλέον παράμετροι που είναι απαραίτητοι για την εφαρμογή των δεικτών τις Ισπανικής μεθόδου. Έτσι συλλέχθηκαν οι επίσημοι καταγεγραμμένοι πληθυσμοί τους (ΕΣΥΕ, 2001), υπολογίστηκαν οι αποστάσεις των οικισμών από το αιολικό πάρκο, αξιολογήθηκε το έργο βάση του μεγέθους του και προσδιορίστηκε η γωνία ορατότητας του έργου από το κάθε σημείο παρατήρησης. Τα δεδομένα αυτά παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 8: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το Αιολικό Πάρκο	Δήμος	n	Xi	WM	a	b	V	N	c	Απόσταση ΑΠ-οικοσμού (km)	d	Πληθ.	e	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	C
Αλιγοί	Ιναχωρίου	1	3,7	16	0,23	1	0,2	1	0,2	3	1,044	35	0,45	0,048	ελάχιστο	0,022	ελάχιστο	0,01
Βάθη	Ιναχωρίου	1	1,7	16	0,11	1	0,5	1	0,5	2	1,046	69	0,60	0,056	ελάχιστο	0,033	ελάχιστο	0,01
Πλοκαμιανά	Ιναχωρίου	1	1,3	16	0,08	1	0,2	1	0,2	2,3	1,045	25	0,45	0,017	ελάχιστο	0,008	ελάχιστο	0,00
Τζιτζιφιά	Ιναχωρίου	1	1,6	16	0,10	1	0,5	1	0,5	1,5	1,047	9	0,35	0,052	ελάχιστο	0,018	ελάχιστο	0,00
Ρογδιά	Ιναχωρίου	1	14	16	0,88	1	1	1	1	4	1,042	64	0,60	0,912	βαθιά σοβαρό	0,547	σοβαρό	0,06
Έλος	Ιναχωρίου	1	8,2	16	0,51	1	1	1	1	1,6	1,047	194	0,90	0,536	σοβαρό	0,483	μέσο	0,13
Λίμνη	Ιναχωρίου	1	16	16	1,00	1	1	1	1	2,8	1,044	85	0,60	1,044	βαθιά σοβαρό	0,627	σοβαρό	0,09
Φελεσιανά	Ιναχωρίου	1	11,2	16	0,70	1	0,5	1	0,5	2,7	1,045	10	0,35	0,366	μέσο	0,128	ελαφρύ	0,01
Αερινός	Ιναχωρίου	1	5,6	16	0,35	1	0,5	1	0,5	2,2	1,046	13	0,35	0,183	ελαφρύ	0,064	ελάχιστο	0,01
Περιβόλια	Ιναχωρίου	1	5,6	16	0,35	1	0,5	1	0,5	1,4	1,047	39	0,45	0,183	ελαφρύ	0,082	ελάχιστο	0,02
Κεφάλι	Ιναχωρίου	1	4,6	16	0,29	1	0,5	1	0,5	2,2	1,046	54	0,60	0,150	ελαφρύ	0,090	ελαφρύ	0,02
Παπαδιανά	Ιναχωρίου	1	5	16	0,31	1	0,5	1	0,5	2,6	1,045	44	0,45	0,163	ελαφρύ	0,073	ελάχιστο	0,02
Άνω Στροβλές	Ιναχωρίου	1	2	16	0,13	1	0,5	1	0,5	2,4	1,045	66	0,60	0,065	ελάχιστο	0,039	ελάχιστο	0,01
Στροβλές	Ιναχωρίου	1	7	16	0,44	1	0,5	1	0,5	2,9	1,044	66	0,60	0,228	ελάχιστο	0,137	ελαφρύ	0,04
Ψαριανά	Πελεκάνου	1	3	16	0,19	1	0,2	1	0,2	4	1,042	18	0,35	0,039	ελάχιστο	0,014	ελάχιστο	0,00
Μουστάκος	Πελεκάνου	1	4	16	0,25	1	1	1	1	2,7	1,045	48	0,45	0,261	ελαφρύ	0,118	ελαφρύ	0,01
Αρχοντικό	Πελεκάνου	1	3,8	16	0,24	1	1	1	1	2,8	1,044	6	0,35	0,248	ελαφρύ	0,087	ελάχιστο	0,00
Καματερά	Πελεκάνου	1	4	16	0,25	1	1	1	1	3,8	1,042	12	0,35	0,261	ελαφρύ	0,091	ελάχιστο	0,00
Χονδρός	Πελεκάνου	1	0	16	0,00	1	0,5	1	0,5	4	1,042	32	0,45	0,000	μηδενικό	0,000	μηδενικό	0,00
Λούχιον	Ιναχωρίου	1	12,3	16	0,77	1	1	1	1	2,3	1,045	13	0,35	0,804	πολύ σοβαρό	0,281	ελαφρύ	0,01
Φαράγγι	Πελεκάνου	1	4	16	0,25	1	0,5	1	0,5	1,6	1,047	21	0,45	0,131	ελαφρύ	0,059	ελάχιστο	0,01
Συνολική Αξιολόγηση C=0,41 (Μέση Οπτική Όχληση)																		

Από τον υπολογισμό των συντελεστών για κάθε οικισμό προέκυψαν τελικά τα ακόλουθα αποτελέσματα (Πίνακας 9), που αφορούν τη μερική αξιολόγηση του επιπέδου οπτικής όχλησης.

Πίνακας 9: Αποτελέσματα

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το ΑΠ	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης
Αλιγοί	0,052	ελάχιστο	0,023	ελάχιστο
Βάθη	0,065	ελάχιστο	0,039	ελάχιστο
Πλοκαμιανά	0,013	ελάχιστο	0,006	ελάχιστο
Τζιτζιφιά	0,033	ελάχιστο	0,011	ελάχιστο
Ρογδιά	0,912	βαθιά σοβαρό	0,547	σοβαρό
Έλος	0,654	σοβαρό	0,589	σοβαρό
Λίμνη	1,044	βαθιά σοβαρό	0,627	σοβαρό
Φελεσιανά	0,392	μέσο	0,137	ελαφρύ
Αερινός	0,196	ελαφρύ	0,069	ελάχιστο
Περιβόλια	0,196	ελαφρύ	0,088	ελάχιστο
Κεφάλι	0,196	ελαφρύ	0,118	ελαφρύ
Παπαδιανά	0,196	ελαφρύ	0,088	ελάχιστο
Άνω Στροβλές	0,065	ελάχιστο	0,039	ελάχιστο
Στροβλές	0,294	ελαφρύ	0,176	ελαφρύ
Ψαριανά	0,039	ελάχιστο	0,014	ελάχιστο
Μουστάκος	0,261	ελαφρύ	0,118	ελαφρύ
Αρχοντικό	0,326	μέσο	0,114	ελαφρύ
Καματερά	0,261	ελαφρύ	0,091	ελάχιστο
Χονδρός	0,000	μηδενικό	0,000	μηδενικό
Λούχιον	0,980	βαθιά σοβαρό	0,343	μέσο
Φαράγγι	0,131	ελαφρύ	0,059	ελάχιστο

Παρατηρείται από την αρχική μερική αξιολόγηση ότι οι οικισμοί που πλήττονται περισσότερο από την θέα του υπό μελέτη αιολικού είναι η Ρογδιά, η Λίμνη, το Έλος και το Λούχιον. Επιπλέον ο οικισμός Χονδρός, παρόλο που βρίσκεται εντός της ζώνης των 6km δεν έχει καθόλου οπτική επαφή με το ΑΠ, γεγονός που οφείλεται στην διαμόρφωση του τοπογραφικού ανάγλυφου.

Στη δεύτερη μερική αξιολόγηση, στην οποία λαμβάνεται υπόψη και ο πληθυσμός, λόγω της μικρής πληθυσμιακής πυκνότητας των υφιστάμενων περιμετρικών οικισμών, το επίπεδο οπτικής όχλησης μειώνεται αρκετά. Μια άλλη παρατήρηση είναι ότι πιο ευπαθείς εμφανίζονται οι οικισμοί εκείνοι που έχουν μετωπική θέα στο ΑΠ, σε σύγκριση με τους υπόλοιπους, ενώ δεν εντοπίστηκε κάποια αναλογία σχετικά με την απόσταση του οικισμού από το ΑΠ.

Από τη συνολική αξιολόγηση του σχεδιαζόμενου ΑΠ στο Μετερίζι, προκύπτει ότι η τιμή του δείκτη C είναι 0,46 δηλαδή θα προκαλέσει οπτική όχληση μέσου επιπέδου.

Με την ολοκλήρωση των αποτελεσμάτων και την αντικειμενική ποσοτικοποίηση της οπτικής όχλησης του ΑΠ, σειρά έχει η σύνδεση τους με την προσημείωση και την ολοκληρωμένη αξιολόγηση τους.

Ο συνδυασμός της τρισδιάστατης απεικόνισης και των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης από τους ποσοτικούς δείκτες δίνει μια ολοκληρωμένη και προσιτή στο ευρύ κοινό άποψη των επικείμενων μεταβολών στο τοπίο από την εν λόγω εγκατάσταση.

Παρακάτω, βλέπουμε τη θέα του ΑΠ από τους οικισμούς Έλος και Λίμνη, στους οποίους το επίπεδο οπτικής όχλησης έχει χαρακτηριστεί σοβαρό και βαθιά σοβαρό αντίστοιχα.

Εικόνα 12: Θέα ΑΠ από τον οικισμό Έλος



Εικόνα 13: Θέα ΑΠ από τον οικισμό Λίμνη



Από τις εικόνες αυτές φαίνεται ότι στις μεγαλύτερες οπτικού αντίκτυπου πιθανόν να υπάρξουν κάποια προβλήματα οπτικής όχλησης για τους μόνιμους κατοίκους των περιοχών αυτών, καθώς το αιολικό πάρκο δεν ενσωματώνεται ικανοποιητικά στο τοπίο της γύρω περιοχής. Παρόλο που ο δείκτης της συνολικής οπτικής όχλησης του έργου είναι

μεσαίου επιπέδου ($C=0,46$), βλέπουμε από την προσομοίωση ότι για ορισμένα σημεία παρατήρησης το φαινόμενο της όχλησης είναι πολύ έντονο, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την διαδικασία αξιολόγησης και μείωσης της οπτικής όχλησης.

3.1.4 Διαδικασίες αξιολόγησης και μείωσης της οπτικής όχλησης

Στην τέταρτη διαδικασία έγινε προσπάθεια προσαρμογής της μεθόδου με μεγαλύτερη λεπτομέρεια στα ειδικά χαρακτηριστικά του αιολικού πάρκου αλλά και εξέτασης του ενδεχομένου μείωσης της οπτικής όχλησης. Λόγω του έντονου ανάγλυφου και της ιδιαίτερης τοποθεσίας του αιολικού πάρκου ήταν δύσκολο να βρεθούν εναλλακτικές θέσεις χωροθέτησης για την συγκριτική θεώρηση της όχλησης. Ωστόσο εξετάστηκαν δύο διαφορετικοί παράμετροι.

Αρχικά ελέγχθηκε η πλήρης ορατότητα της A/G.

Αρκετές φορές, είναι πιθανό, ανάλογα το ανάγλυφο, την τοποθεσία και το σημείο παρατήρησης, μια A/G να μην είναι ορατή ολόκληρη από τον παρατηρητή. Αυτό απαιτεί εξειδίκευση της μεθόδου ως προς τον τρόπο υπολογισμού του αριθμού των ορατών A/G.

Εικόνα 14: Θέα ολόκληρων A/G σε αντιπαράθεση με μερική θέαση A/G





Για να εξεταστεί το ενδεχόμενο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν κάποια εργαλεία του λογισμικού για προσδιοριστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια ο αριθμός των ανεμογεννητριών που φαίνονται από κάθε σημείο παρατήρησης. Έτσι, κάθε Α/Γ διακρίθηκε σε τρία διαφορετικά τμήματα: τον πύργο, την άτρακτο και τα πτερύγια, καθένα από τα οποία μετρούνταν ξεχωριστά. Για παράδειγμα, αν από κάποιο σημείο φαινόταν μόνο η άτρακτος και τα πτερύγια θεωρούνταν ότι ήταν ορατά τα 2/3 της Α/Γ οπότε στην εξίσωση του συντελεστή α το χ_i έπαιρνε την τιμή 0,66. Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι αλλαγές που προέκυψαν στον αριθμό των ορατών ανεμογεννητριών από τον κάθε οικισμό.

Πίνακας 10: Διαφοροποίηση αριθμού ορατών Α/Γ πριν και μετά τη διάκριση κάθε Α/Γ σε τρία επιμέρους τμήματα

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το ΑΠ	Αριθμός ορατών ανεμογεννητριών	Αριθμός ορατών ανεμογεννητριών μετά τη διαίρεση της Α/Γ σε τρία επιμέρους τμήματα
Αλιγοί	4	3,7
Βάθη	2	1,7
Πλοκαμιανά	1	1,3
Τζιτζιφιά	1	1,6
Ρογδιά	14	14,0
Ελος	10	8,2
Λίμνη	16	16,0
Φελεσιανά	12	11,2
Αερινός	6	5,6
Περιβόλια	6	5,6

Κεφάλι	6	4,6
Παπαδιανά	6	5,0
Άνω Στροβλές	2	2,0
Στροβλές	9	7,0
Ψαριανά	3	3,0
Μουστάκος	4	4,0
Αρχοντικό	5	3,8
Καματερά	4	4,0
Χονδρός	0	0,0
Λούχιον	15	12,3
Φαράγγι	4	4,0

Γενικά, παρατηρείται ότι στους περισσότερους οικισμούς δεν μεταβάλλεται πολύ ο αριθμός των ορατών Α/Γ από την αλλαγή που έγινε στον τρόπο μέτρησης κάθε Α/Γ, με αποτέλεσμα να μην αλλάζει και η τιμή του δείκτη αξιολόγησης Παρόλα αυτά, σημειώθηκαν περιπτώσεις οικισμών όπως το Αρχοντικό όπου η διαφορά στον αριθμό των ορατών Α/Γ ήταν αρκετά μεγάλη για να μειώσει την τιμή του δείκτη μερικής αξιολόγησης από 0,326 σε 0,248 και το επίπεδο οπτικού αντίκτυπου αντίστοιχα από μέσο σε ελαφρύ.

Μια άλλη υπόθεση που διερευνήθηκε, είναι η μεταβολή στις τιμές των δεικτών οπτικής όχλησης από τη μείωση του μεγέθους και κατ' επέκταση και της ισχύς των Α/Γ. Θεωρείται λοιπόν ότι στο υπό μελέτη ΑΠ χρησιμοποιήθηκαν μικρότερες Α/Γ τύπου Vestas V52 με ύψος πυλώνα 45m και διάμετρο ρότορα 52m. Από τα αποτελέσματα, παρατηρείται ότι παρά την μείωση του μεγέθους των Α/Γ και τη μείωση σε αρκετές περιπτώσεις του αριθμού των ορατών Α/Γ, οι περισσότεροι δείκτες αξιολόγησης δεν μεταβάλλονται.

Πίνακας 11: Μεταβολές των δεικτών μετά τη μείωση του μεγέθους των Α/Γ

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το ΑΠ	Μεγάλες Α/Γ (ύψος πυλώνα 60m και διáμετρο ρότορα 80m)			Μικρές Α/Γ (ύψος πυλώνα 45m και διáμετρο ρότορα 52m)		
	Αριθμός Ορατών Α/Γ	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	Αριθμός Ορατών Α/Γ	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης
Αλιγοί	4	0,052	ελάχιστο	4	0,052	ελάχιστο
Βάθη	2	0,065	ελάχιστο	2	0,065	ελάχιστο
Πλοκαμιανά	1	0,013	ελάχιστο	1	0,013	ελάχιστο
Τζιτζιφιά	1	0,033	ελάχιστο	1	0,033	ελάχιστο
Ρογδιά	14	0,912	βαθιά σοβαρό	14	0,912	βαθιά σοβαρό
Έλος	10	0,654	σοβαρό	8	0,523	σοβαρό
Λίμνη	16	1,044	βαθιά σοβαρό	16	1,044	βαθιά σοβαρό
Φελεσιανά	12	0,392	μέσο	10	0,326	μέσο
Αερινός	6	0,196	ελαφρύ	6	0,196	ελαφρύ
Περιβόλια	6	0,196	ελαφρύ	5	0,164	ελαφρύ
Κεφάλι	6	0,196	ελαφρύ	6	0,196	ελαφρύ
Παπαδιανά	6	0,196	ελαφρύ	5	0,163	ελαφρύ
Άνω Στροβλές	2	0,065	ελάχιστο	2	0,065	ελάχιστο
Στροβλές	9	0,294	ελαφρύ	6	0,196	ελαφρύ
Ψαριανά	3	0,039	ελάχιστο	3	0,039	ελάχιστο
Μουστάκος	4	0,261	ελαφρύ	4	0,261	ελαφρύ
Αρχοντικό	5	0,326	μέσο	4	0,261	ελαφρύ
Καματερά	4	0,261	ελαφρύ	4	0,261	ελαφρύ
Χονδρός	0	0,000	μηδενικό	0	0,000	μηδενικό
Λούχιον	15	0,980	βαθιά σοβαρό	11	0,719	πολύ σοβαρό
Φαράγγι	4	0,131	ελαφρύ	4	0,131	ελαφρύ

Ωστόσο στις παρακάτω λείψεις, στις οποίες τίθενται σε αντιπαράθεση οι προηγούμενες εικόνες με τις μεγάλες Α/Γ και οι νέες εικόνες με τις μικρότερες, φαίνεται μεγάλη διαφορά στο μέγεθος της οπτικής όχλησης.

Εικόνα 15: Μεταβολή στη θέα από την αλλαγή στο μέγεθος των Α/Γ (Τσίτουρα κα, 2011)

Θέα ΑΠ από τον οικισμό Έλος με μεγάλες Α/Γ



Θέα ΑΠ από τον οικισμό Έλος με μικρές Α/Γ



Θέα ΑΠ από τον οικισμό Λίμνη με μεγάλες Α/Γ



Θέα ΑΠ από τον οικισμό Λίμνη με μικρές Α/Γ



3.2 Μελέτη Περίπτωσης Ηλιοθερμικού Πάρκου

Τα ηλιοθερμικά πάρκα και γενικότερα, οι τεχνολογίες εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, διαφέρουν αρκετά από τις αντίστοιχες της αιολικής ενέργειας. Σε αντίθεση με τα αιολικά πάρκα, το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η μεγάλη τους έκταση. Μπορεί να μην είναι ορατά από μεγάλες αποστάσεις λόγω του μικρού σχετικά ύψους τους, παρόλα αυτά, απαιτούν πολύ μεγαλύτερες επιφάνειες για την παραγωγή αντίστοιχης ισχύς, με αποτέλεσμα οι επιπτώσεις τους στην περιοχή εγκατάστασης να είναι έντονες.

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται η οπτική όχληση του ηλιοθερμικού σταθμού που πρόκειται να εγκατασταθεί στην περιοχή του Γουβερνέτου στον Δήμο Ακρωτηρίου του Νομού Χανίων. Η περιοχή εγκατάστασης απέχει περίπου 16 km από την πόλη των Χανίων και 2,5 km από το

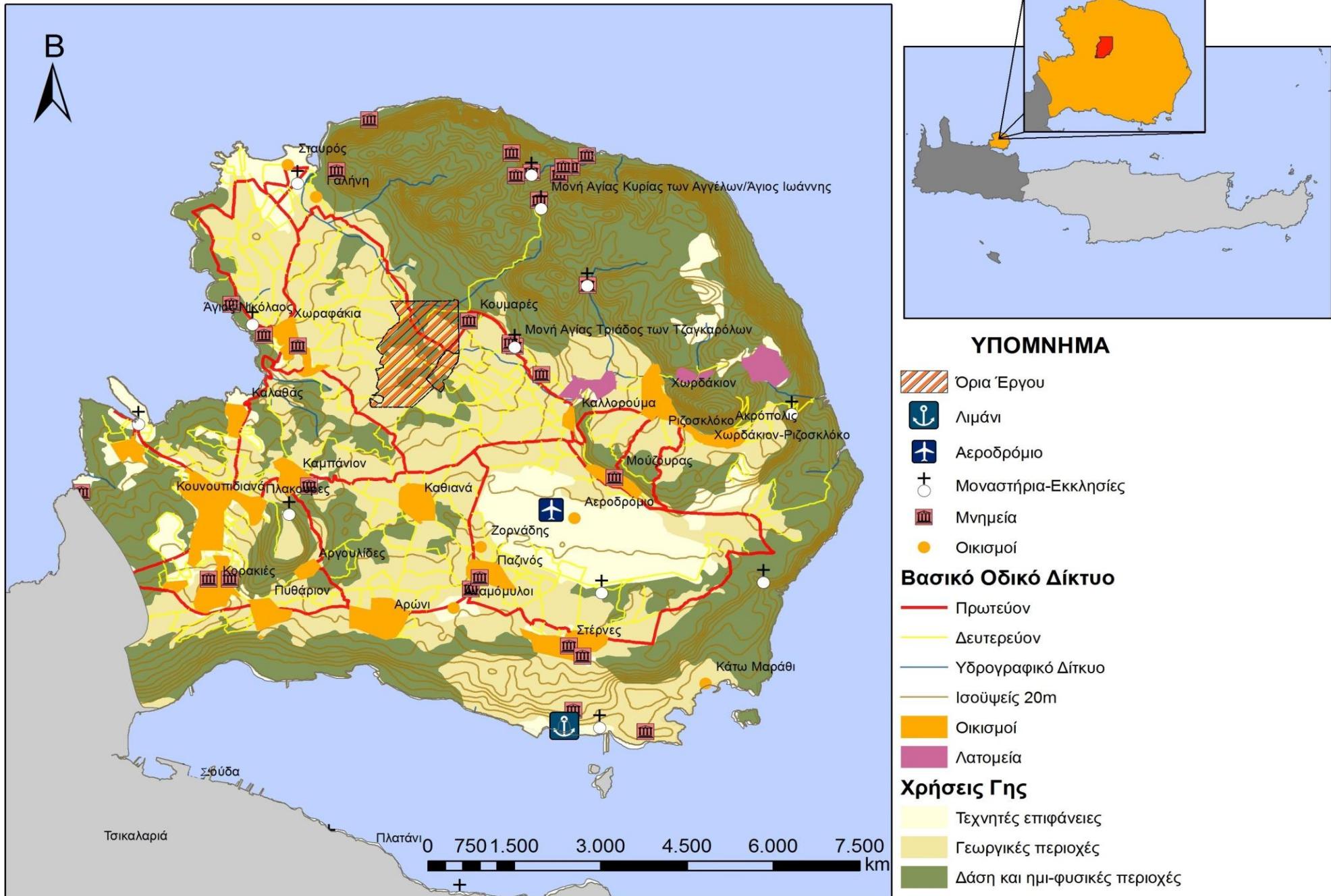
αεροδρόμιο Ι. Δασκαλογιάννης. Έχει μέγεθος 2.200 στρέμματα και ισχύς του θα είναι 50.000 kW. Το έργο έχει πάρει την άδεια παραγωγής και βρίσκεται στο στάδιο της αξιολόγησης για την άδεια εγκατάστασης (PAE). Η συγκεκριμένη μελέτη έχει ιδιαίτερη σημασία λόγω του μεγάλου μεγέθους της εγκατάστασης, του έντονου τοπογραφικού ανάγλυφου, αλλά και τις αντιδράσεις που δημιουργούνται από την τοπική κοινωνία ενάντια στην δημιουργία του. Ο τεχνικός στόχος της έρευνας περιλαμβάνει την οπτική προσομοίωσης των μεταβολών στο τοπίο από την εγκατάσταση και την ποσοτικοποίηση αυτής της οπτικής όχλησης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι διαδικασίες υπολογισμού της οπτικής όχλησης και αισθητικής ένταξης του σταθμού.

3.2.1 Διαδικασίες γεωγραφικού προσδιορισμού της θέσης του έργου και της ευρύτερης περιοχής

Αρχικά, τα απαραίτητα δεδομένα εισαγωγής ήταν: τα όρια των οικισμών της ευρύτερης περιοχής, το υπάρχον οδικό δίκτυο, διάφορες περιοχές ή σημεία, προστατευόμενα ή αξιόλογα (προστατευόμενες περιοχές, αρχαιολογικοί χώροι, αξιόλογα δάση, τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλους, ιερές μονές κ.α.), η τοπογραφική αποτύπωση των ορίων του έργου, οι συντεταγμένες χωροθέτησης των συλλεκτών, και τέλος οι ορθοφωτοχάρτες της ευρύτερης περιοχής για την επαλήθευση των δεδομένων, καθώς και για την πιο ρεαλιστική και αξιόπιστη αποτύπωση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της περιοχής (είδος και πυκνότητα βλάστησης, κατοικίες εντός και εκτός οικισμών κ.α.).

Όπως παρατηρείται από το Χάρτη 1, στην περιοχή υπάρχουν πολλές ειδικές χρήσεις, όπως τα λατομεία, οι στρατιωτικές εγκαταστάσεις και το αεροδρόμιο. Το γεγονός αυτό δημιουργεί έντονες συγκρούσεις χρήσεων γης στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, επιπλέον δυσκολίες και αντιδράσεις από τις τοπικές κοινωνίες.

ΧΑΡΤΗΣ1: ΓΕΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



Μετά την εισαγωγή όλων των ψηφιακών δεδομένων και τις γενικές παρατηρήσεις ακολούθησε ο γεωγραφικός προσδιορισμός των σημείων ενδιαφέροντος. Τα σημεία ενδιαφέροντος εντοπίστηκαν σε απόσταση 6km από τη θέση του υπό μελέτη ηλιοθερμικού σταθμού. Η απόσταση αυτή ορίζεται ως κατάλληλη για την αξιολόγηση της οπτικής όχλησης, καθώς σε μεγαλύτερες αποστάσεις οι εγκαταστάσεις είτε δεν θα φαίνονται καθόλου είτε θα φαίνονται πολύ αχνά με αποτέλεσμα να μην προκαλούν όχληση. Στη ζώνη αυτή των 6km περιλαμβάνεται:

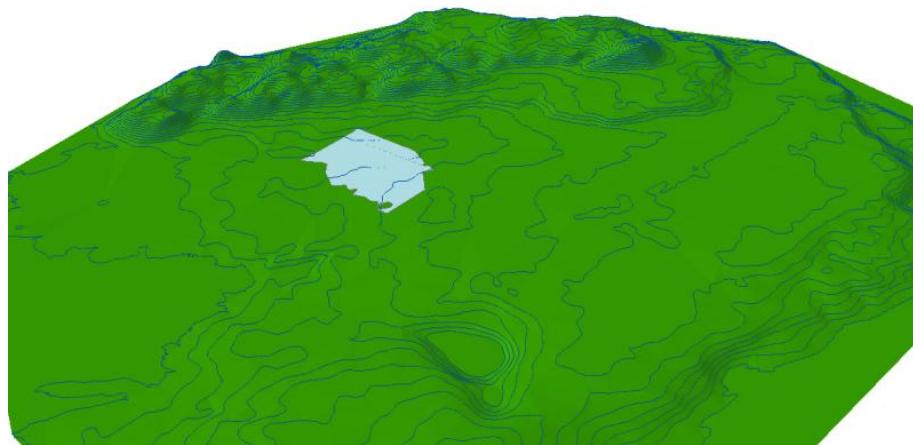
- 25 οικισμοί, οι οποίοι λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου
- οι εγκαταστάσεις του αεροδρομίου
- τμήμα του επαρχιακού οδικού δικτύου για το οποίο θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθεί η οπτική όχληση από τμήματα του καθώς λόγω της ύπαρξης του αεροδρομίου και των στρατιωτικών εγκαταστάσεων το δίκτυο αυτό έχει ιδιαίτερη κίνηση.
- δύο Ιερές Μονές, η Μονή της Αγίας Τριάδας των Τζαγκαρόλων και η Μονή Αγίας Κυρίας των Αγγέλων (Μονή Γουβερνέτου) η οποίες αποτελούν σημαντικά σημεία ενδιαφέροντος της περιοχής.

3.2.2 Διαδικασίες ρεαλιστικής τρισδιάστατης προσομοίωσης της περιοχής μελέτης πριν και μετά την κατασκευή

Για τη δημιουργία του αναγλύφου της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν οι ισοϋψείς των 20m για των N. Χανίων, καθώς και οι ειδικές μελέτες στις οποίες εμφανίζονται οι χωματουργικές εργασίες που πρόκειται να πραγματοποιηθούν κατά την υλοποίηση του έργου. Έτσι δημιουργήθηκαν δύο ανάγλυφα, ένα που παρουσιάζει την αρχική κατάσταση απουσίας του υπό μελέτη ηλιοθερμικού σταθμού κι ένα στο οποίο συμπεριλήφθηκαν όλες οι

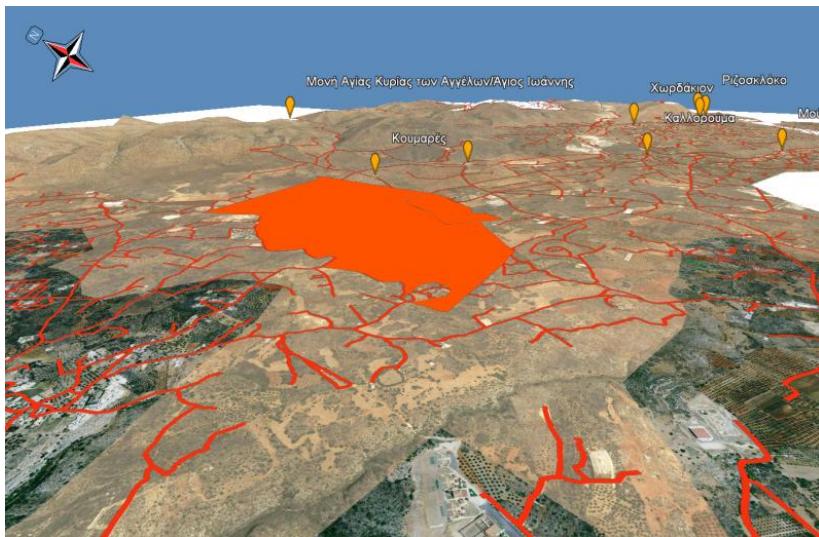
διαδικασίες επέμβασης στο έδαφος. Τα επιλεγμένα σημεία παρατήρησης εισάχθηκαν στις δύο προσομοιώσεις. Στην συνέχεια εισάχθηκαν ειδικές δορυφορικές εικόνες, που με την βοήθεια τους και την επιτόπια παρατήρηση της περιοχής μελέτης, αποτυπώθηκαν τα επιμέρους στοιχεία της περιοχής μελέτης όπως δέντρα και σπίτια.

Εικόνα 16: Δημιουργία τοπογραφικού ανάγλυφου, και των χωματουργικών εργασιών

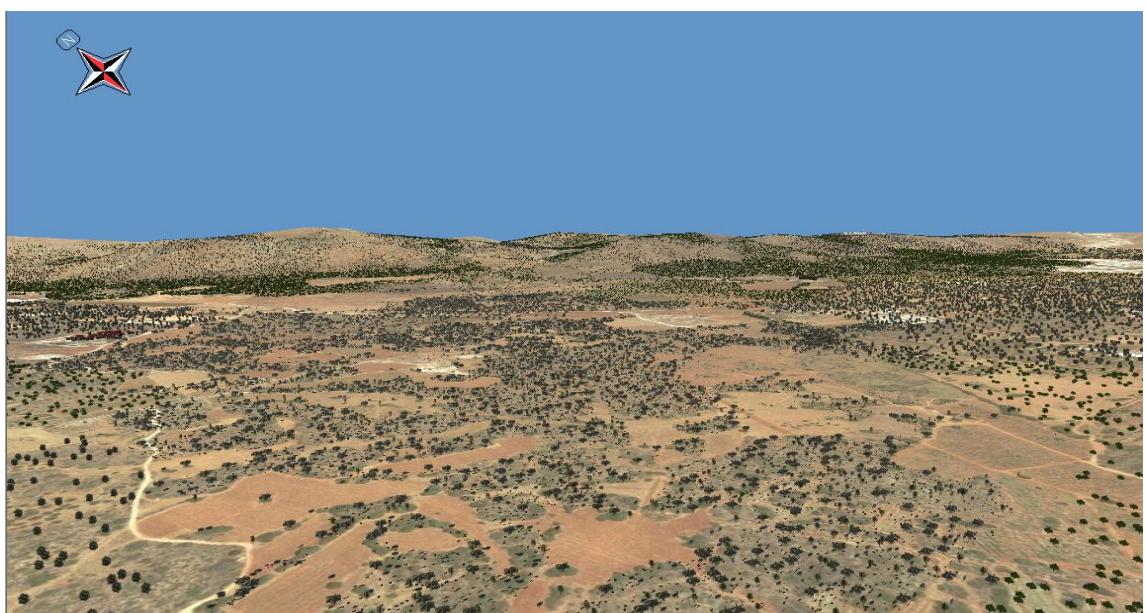


Εικόνα 17: Εισαγωγή των σημείων παρατήρησης και τοποθέτηση στο ανάγλυφο ορθοφωτοχαρτών





Εικόνα 18: Τοποθέτηση επιμέρους στοιχείων για ρεαλιστική προσομοίωση (δέντρα, σπίτια, δρόμοι κλπ.)

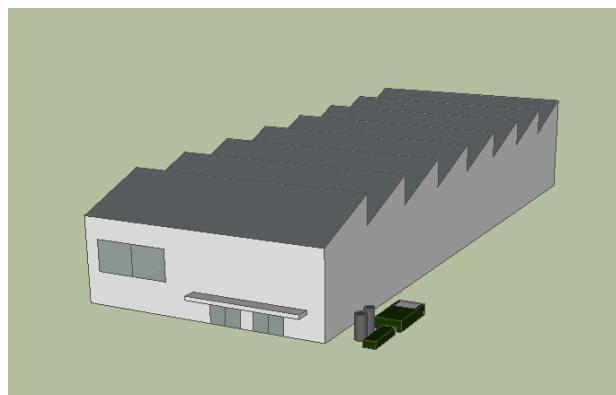


Τέλος πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός του ηλιοθερμικού σταθμού και όλων των τεχνικών χαρακτηριστικών του. Πρέπει να σημειωθεί ότι, εκτός των παραβολικών κατόπιρων του σταθμού, απαραίτητη ήταν και η δημιουργία των λοιπών εγκαταστάσεων του έργου, καθώς λόγω του όγκου και του αριθμού τους, πρόκειται να επηρεάσουν αισθητά την οπτική όχληση που προκαλείται από τον ηλιοθερμικό σταθμό. Για την πιο ακριβή αποτύπωση του συλλέκτη χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Rhino 4, το οποίο αποτελεί ένα τρισδιάστατο σχεδιαστικό εργαλείο που επιτρέπει τη δημιουργία επιφανειών, καμπύλων και στερεών με μεγάλη

λεπτομέρεια, ενώ για τη σχεδίαση των εγκαταστάσεων του Power Block χρησιμοποιήθηκε το Google Sketch Up που αποτελεί επίσης ένα τρισδιάστατο πρόγραμμα δημιουργίας μοντέλων με ιδιαίτερη ευκολία, διαθέτει μεγάλη ποικιλία από online βιβλιοθήκες και είναι συμβατό με τα άλλα δύο προγράμματα.

Τα ακριβή δεδομένα για τις διαστάσεις και τη μορφή των εγκαταστάσεων και των κατόπτρων παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 12: Διαστάσεις και μορφολογία εγκαταστάσεων του Power Block.

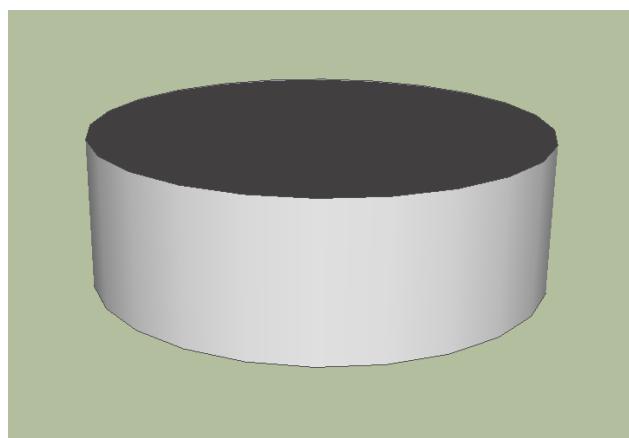


**Κτίριο Συστήματος Παραγωγής
Ενέργειας***

Μήκος: 40m

Πλάτος: 30m

Υψος: 7m

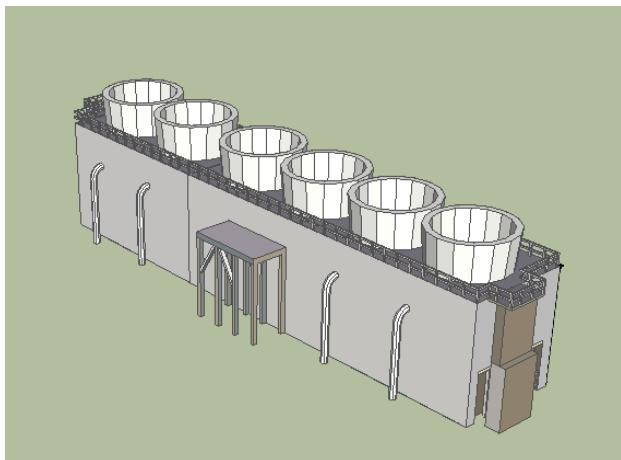


**Σύστημα αποθήκευσης με τηγμένα
άλατα**

Δύο κυλινδρικές δεξαμενές

Υψος: 13 m

Διάμετρος: 39.624 m



Αερόψυκτος Συμπιεστής

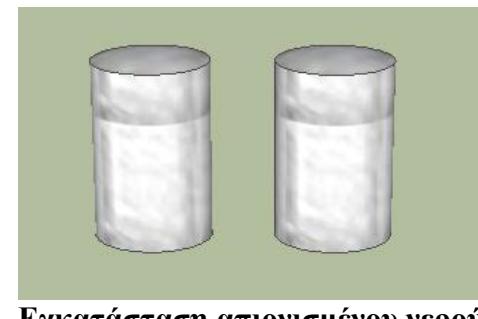
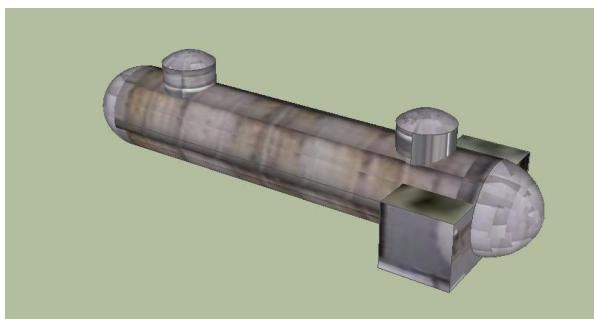
Επιφάνεια : 849 m^2

Πλάτος: 12.3 m

Μήκος : 69 m

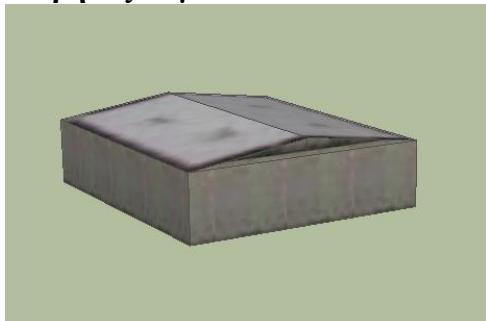
Αριθμός ανεμιστήρων: 6

Διάμετρος ανεμιστήρα: 9.75 m



Εγκατάσταση απιονισμένου νερού

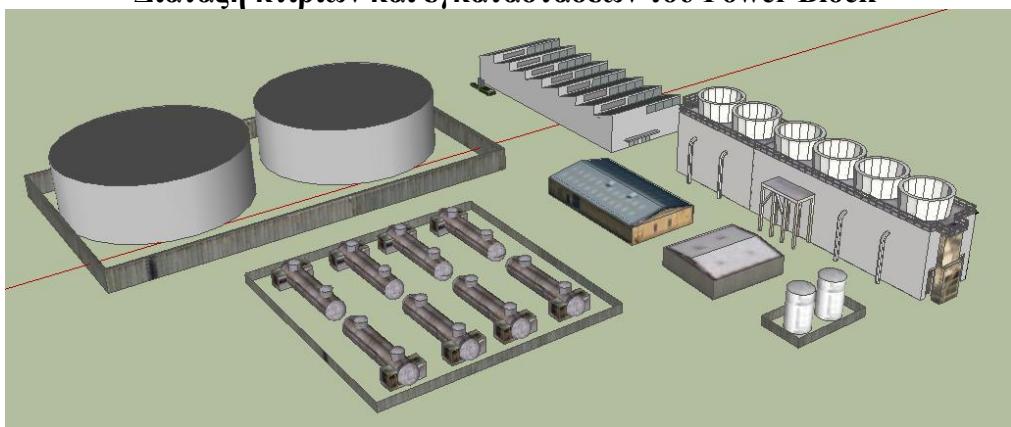
Λέβητας Ατμού



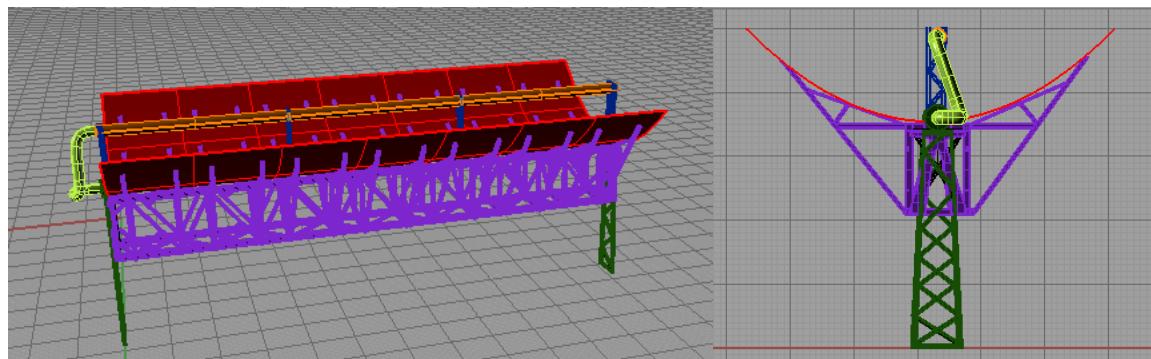
Κτίριο Ελέγχου (20m*20m)

Κτίριο τουρμπίνας (30m*15m)

Διάταξη κτιρίων και εγκαταστάσεων του Power Block



Πίνακας 13: Διαστάσεις και μορφολογία συλλεκτών



Συλλέκτης: Flagsol SKAL-ET 150

Πλάτος Module: 5.77m

Μήκος Module: 12m

Υψος Module: 5m

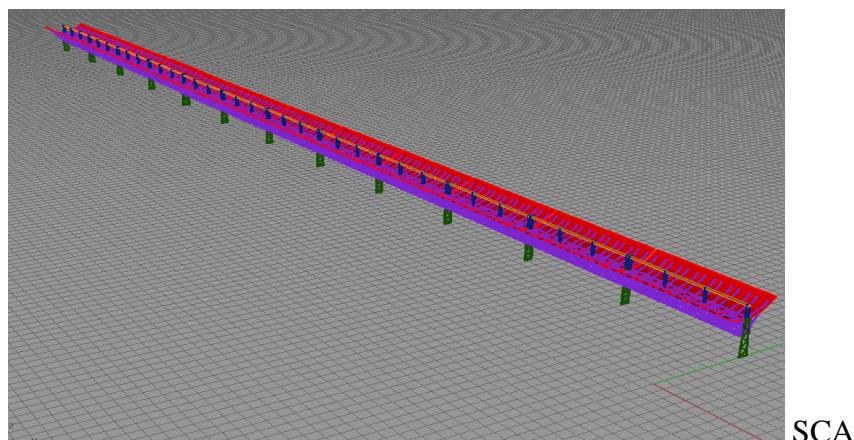
SCA: 12Module

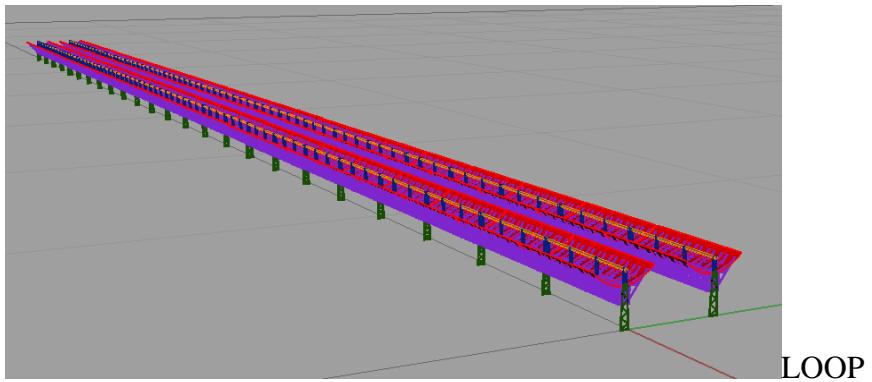
Μήκος SCA: 148.5m

Loop : 4SCAs

Αριθμός Loop: 158

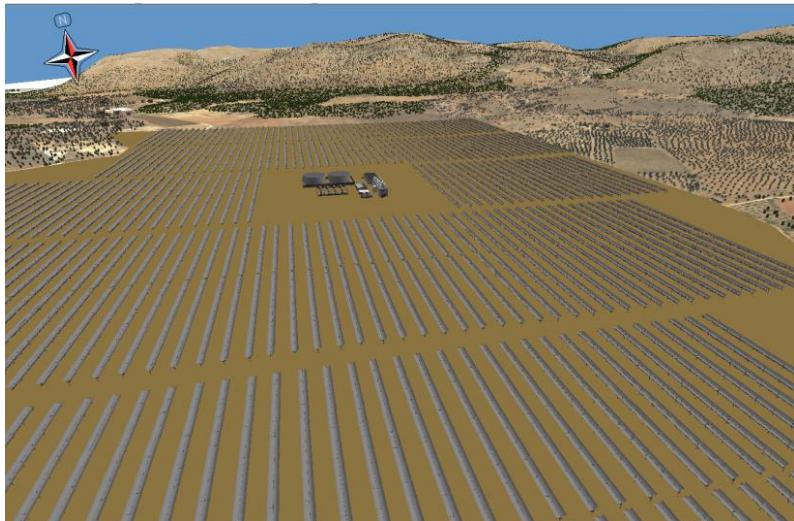
Απόσταση μεταξύ συλλεκτών: 17.2 m





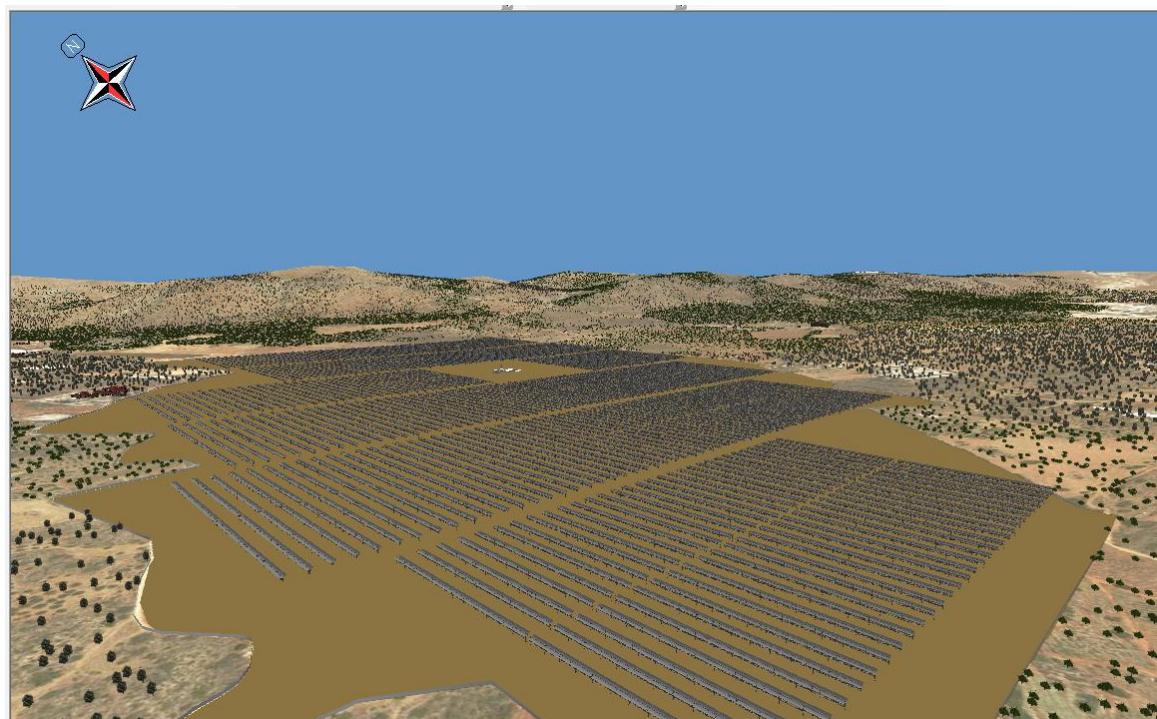
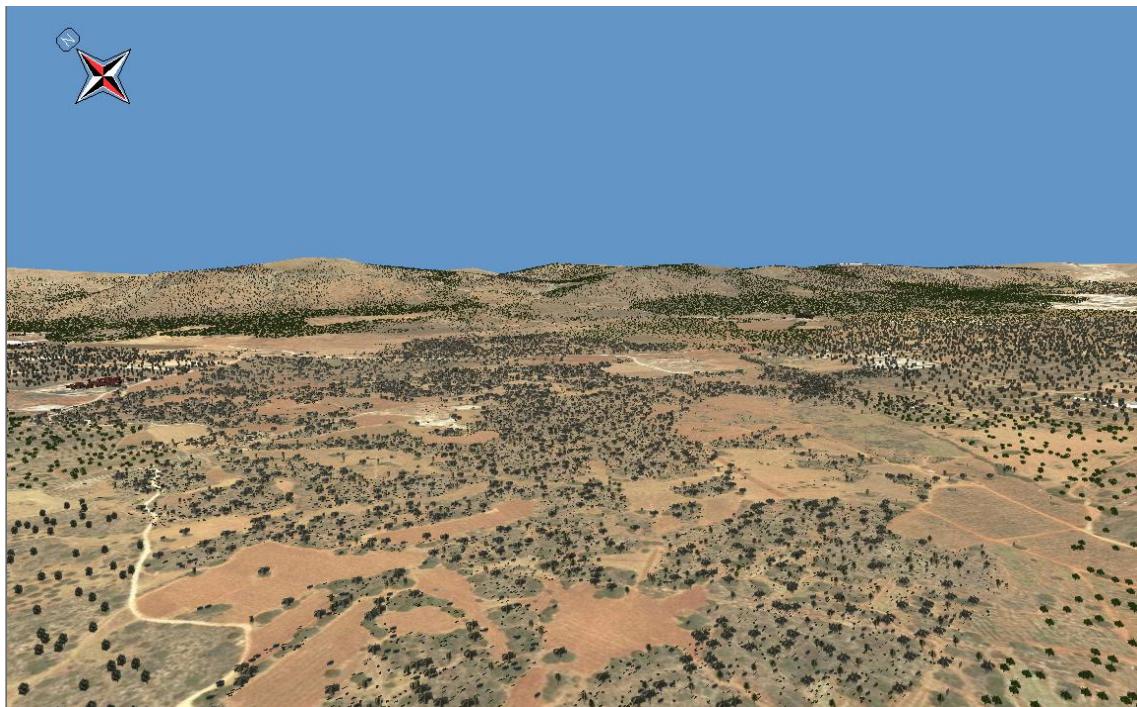
Παρακάτω απεικονίζεται η περιοχή μελέτης όπως αναμένεται να μεταβληθεί με την κατασκευή του έργου.

Εικόνα 19: Σχεδιασμός των Κατόπτρων, των εγκαταστάσεων και άλλων τρισδιάστατων στοιχείων του έργου



Πριν την ολοκλήρωση των διαδικασιών προσομοίωσης του έργου πραγματοποιήθηκε μια συγκριτική θεώρηση της περιοχής πριν και μετά την κατασκευή του, έτσι ώστε να προσδιοριστεί το εύρος της παρέμβασης και της μεταβολής στο τοπίο. Δύο ενδεικτικές εικόνες της κατάστασης πριν και μετά την κατασκευή του έργου παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Εικόνα 20: Περιοχή μελέτης πριν και μετά την κατασκευή του έργου

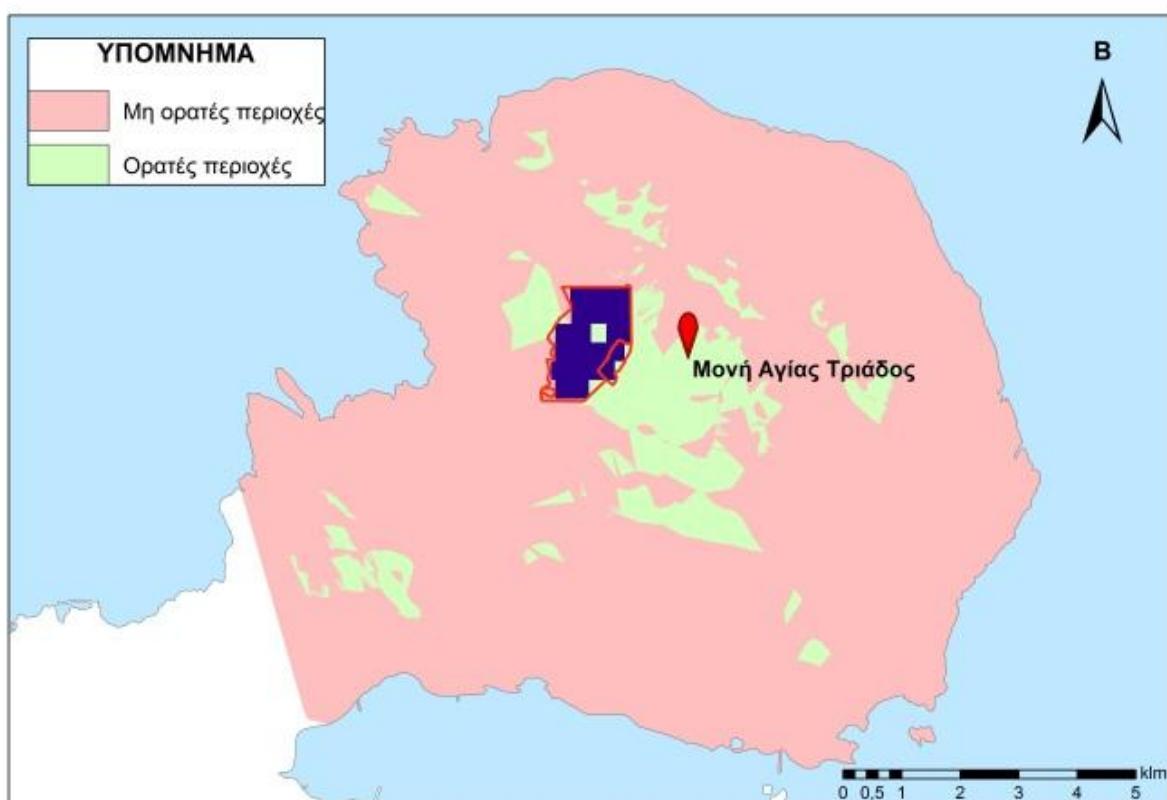


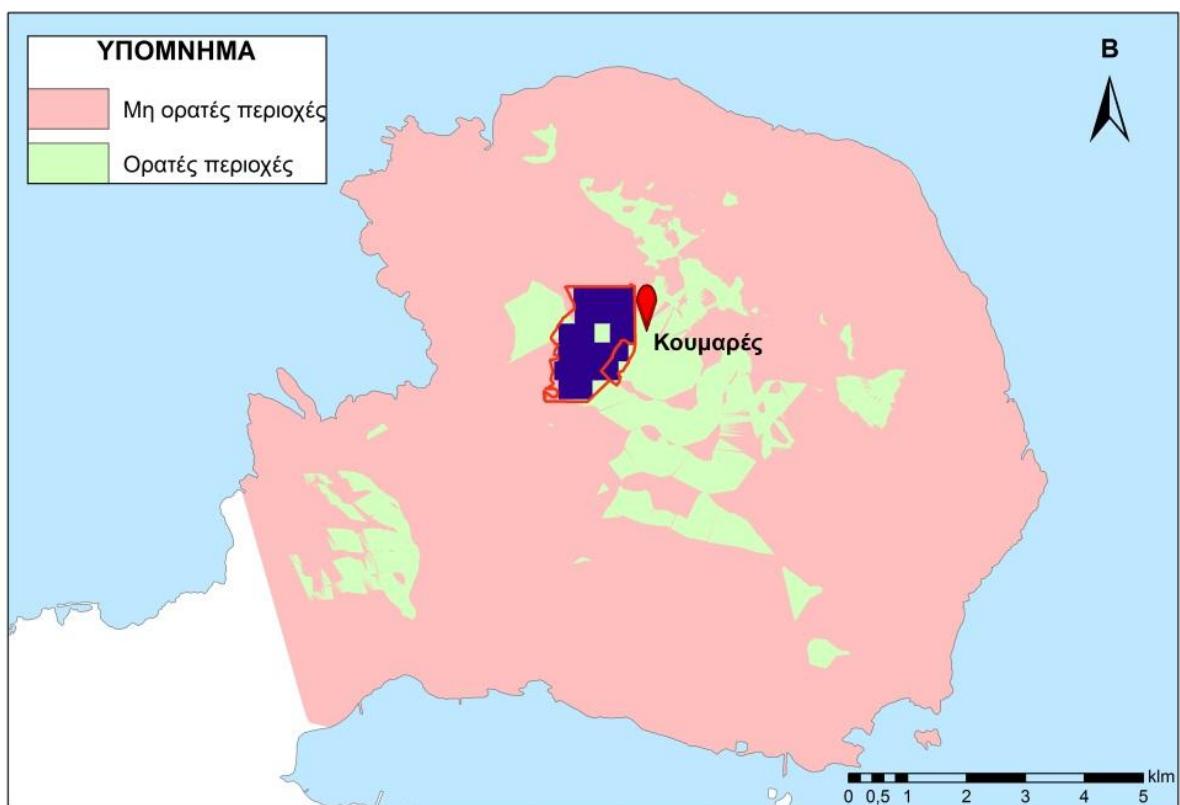
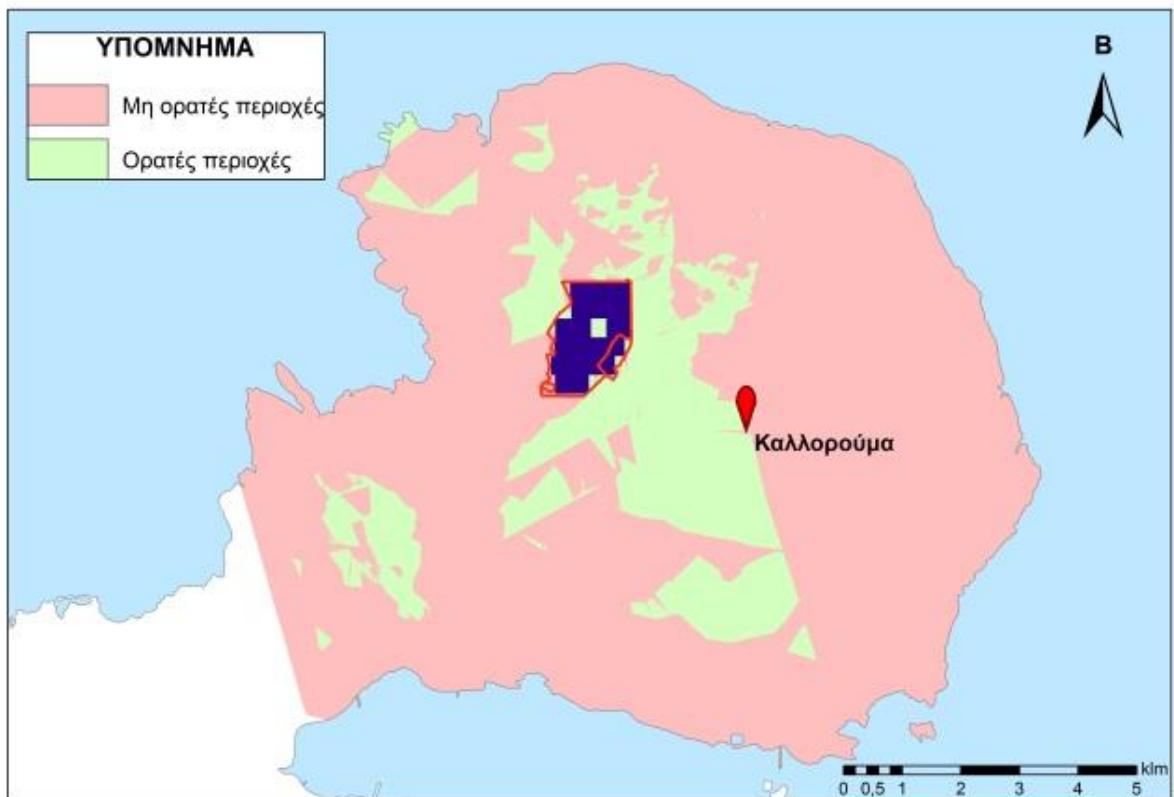
Από την πρώτη αξιολόγηση της παρέμβασης, εμφανίζεται μια ευρείας κλίμακας παρέμβαση στην περιοχή, κάτι που απαιτεί ειδική ανάλυση για το κατά πόσο θα επηρεάσει η εγκατάσταση την τοπική πανίδα και χλωρίδα στην αντίστοιχη ΜΠΕ του έργου.

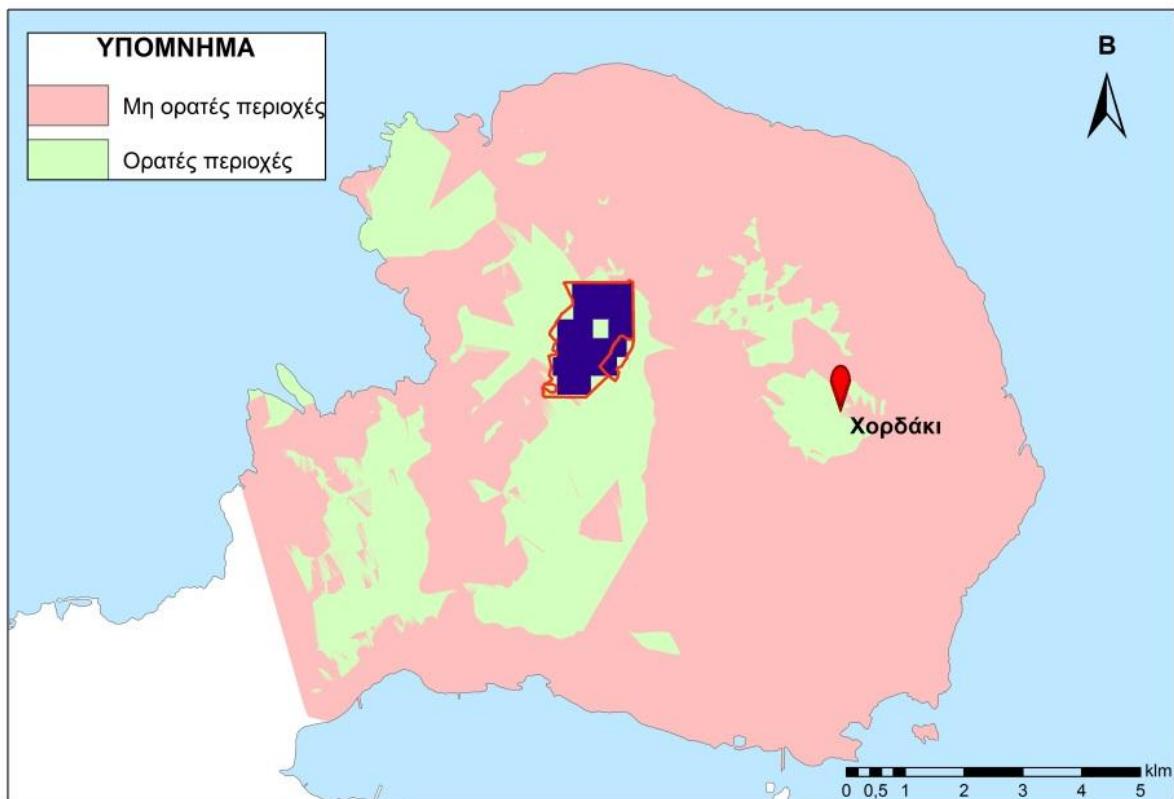
3.2.3 Διαδικασίες ποσοτικοποίησης του οπτικού αντίκτυπου

Το πρώτο βήμα της διαδικασίας αυτής ήταν ο υπολογισμός των ορατών στοιχείων του σταθμού από τα επιλεγμένα σημεία παρατήρησης. Λόγω της μεγάλης έκτασης του έργου, καθώς και του ιδιαίτερου ύψους τόσο των συλλεκτών όσο και των εγκαταστάσεων, χρησιμοποιήθηκαν δύο εργαλεία προσδιορισμού των ορατών στοιχείων. Το εργαλείο viewshed και τα εργαλεία skyline και skyline barrier, τα οποία παρέχονται από το λογισμικό ArcGIS 10.

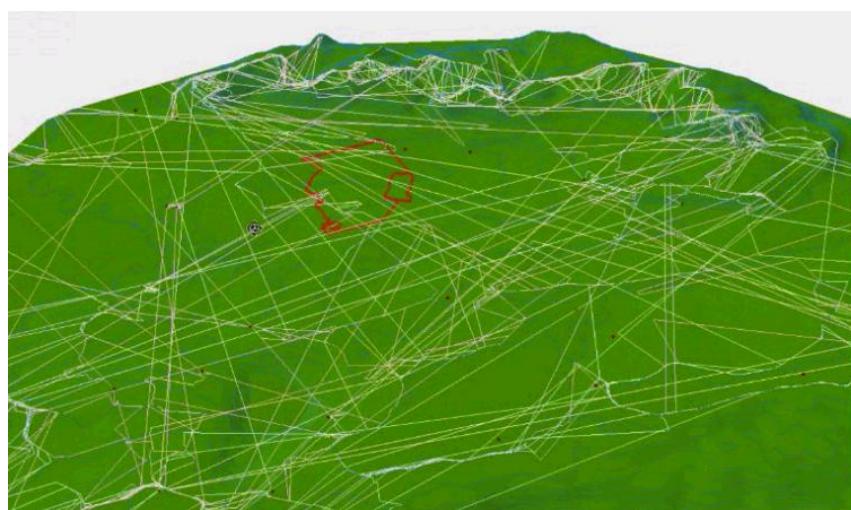
Εικόνα 21: Εφαρμογή εργαλείου viewshed για τον εντοπισμό των περιοχών ορατότητας κάθε σημείου παρατήρησης







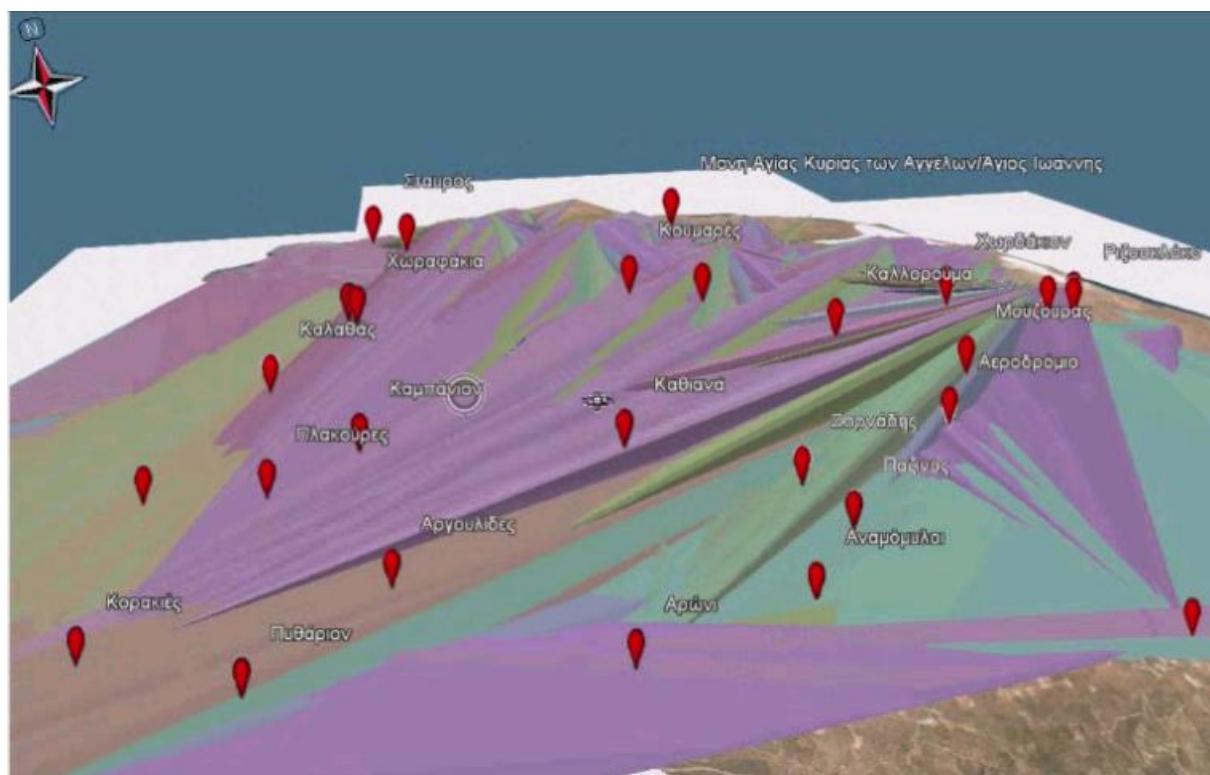
Εικόνα 22: Εφαρμογή εργαλείου Skyline για τον εντοπισμό των περιοχών ορατότητας κάθε σημείου παρατήρησης



Εικόνα 23: Εφαρμογή εργαλείου Skyline Barrier για τη δημιουργία του φράχτη ορατότητας από κάθε σημείο παρατήρησης

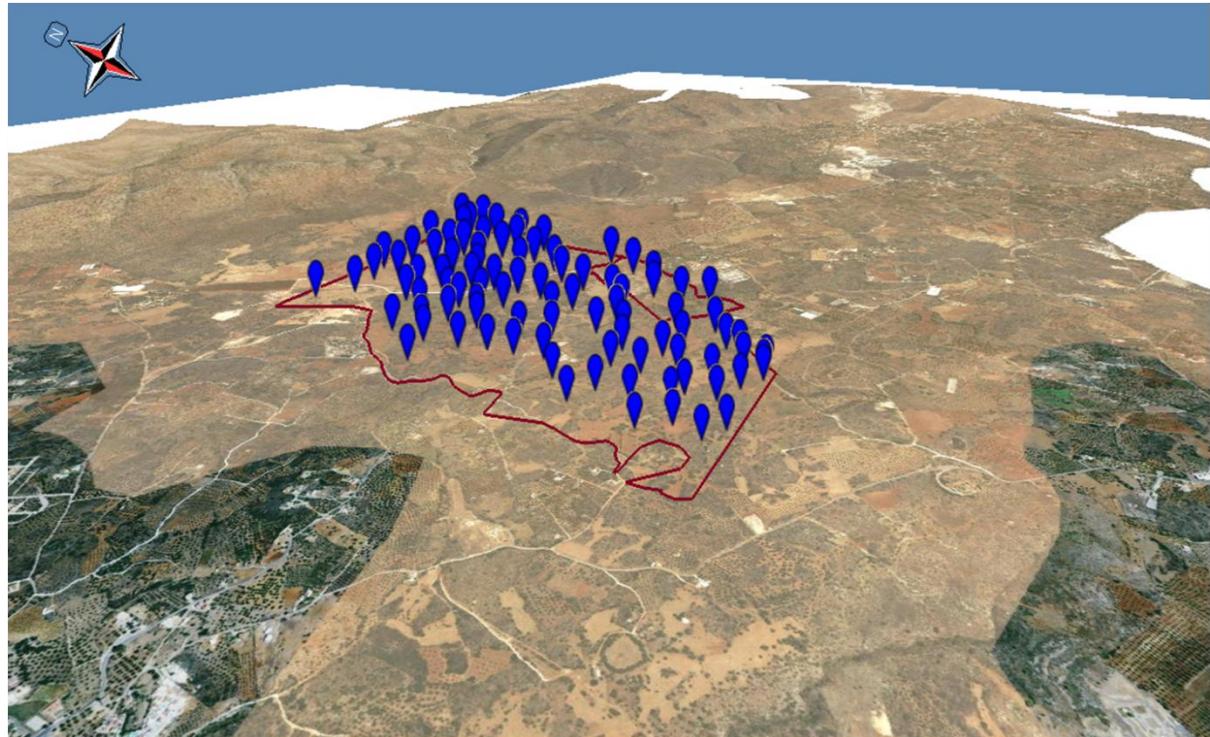


Εικόνα 24: Εφαρμογή της ίδιας τεχνικής για κάθε σημείο παρατήρησης



Στη συνέχεια έγινε ο αντίστροφος υπολογισμός, δηλαδή υπολογίστηκαν τα ορατά σημεία των σημείων παρατήρησης από το αιολικό πάρκο.

Εικόνα 25: Εφαρμογή της ίδιας διαδικασίας για τον έλεγχο της ορατότητας από τον ηλιοθερμικό σταθμό στα διάφορα σημεία παρατήρησης.



Τέλος, υπολογίστηκαν κάποιοι επιπλέον παράμετροι που είναι απαραίτητοι για την εφαρμογή των δεικτών τις Ισπανικής μεθόδου. Έτσι συλλέχθηκαν οι επίσημοι καταγεγραμμένοι πληθυσμό τους (ΕΣΥΕ 2001), υπολογίστηκαν οι αποστάσεις σημείων παρατήρησης από τον ηλιοθερμικό σταθμό, αξιολογήθηκε το έργο βάση του μεγέθους του και προσδιορίστηκε η γωνία ορατότητας του έργου από το κάθε σημείο παρατήρησης. Τα δεδομένα αυτά παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 14: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το ηλιοθερμικό	Xi	WM	a	b	V	N	C	Απόσταση (m)	d	Πληθ.	e	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	C
Καλαθάς	0	7.584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	2.500	0,550	329	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Κοννουπιδιανά	2.340	7.584	0,31	1	0,5	1,1	0,55	3.700	0,310	3.757	1,00	0,1	ελαφρύ	0,1	ελαφρύ	0,12
Καμπάνι	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	2.200	0,610	185	0,90	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Πλακούρες	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	2.900	0,470	19	0,35	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Κορακιές	0	7.584	0,00	1	0,5	1,1	0,55	4.400	0,170	0	0,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Πυθάρι	31	7.584	0,00	1	0,2	1,1	0,22	4.200	0,210	471	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Αργουλίδες	0	7.584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	3.300	0,390	106	0,90	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Καθιανά	0	7.584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	1.900	0,670	328	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Στέρνες	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	5.200	0,010	773	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Ανεμόμυλοι	0	7.584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	3.900	0,270	203	0,90	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Παζινός	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	3.700	0,310	339	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Ζορνάδης	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	3.100	0,430	0	0,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Αεροδρόμιο	120	7.584	0,02	1	0,5	1,1	0,55	3.500	0,350	282	0,90	0,0	ελάχιστο			0,00
Μουζουράς	0	7.584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	3.600	0,330	1.173	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Ακρόπολη	0	7.584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	5.000	0,050	18	0,35	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Καλλορούμα	4.464	7.584	0,59	1	1,0	1,1	1,10	2.400	0,570	74	0,60	0,4	μέσο	0,2	ελαφρύ	0,00
Χορδάκι	7.584	7.584	1,04	1	1,0	1,1	1,10	3.800	0,290	357	1,00	0,3	μέσο	0,3	μέσο	0,04
Μονή Αγ.Τριάδος	4.500	7.584	0,59	1	1,0	1,1	1,10	1.000	0,850	12	0,35	0,6	σοβαρό			0,00
Κουμαρές	5.052	7.584	0,67	1	1,0	1,1	1,10	200	1,010	0	0,00	0,7	πολύ σοβαρό	0,0	ελάχιστο	0,00
Χωραφάκια	0	7584	0,00	1	1,0	1,1	1,10	1.800	0,690	579	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Αγ.Νικόλαος	0	7584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	1.900	0,670	89	0,60	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Μονή Αγίας Κυρίας των Αγγέλων	0	7584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	2.400	0,570	0	0,00	0,0	ελάχιστο			0,00
Σταυρός	0	7584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	3.000	0,450	323	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00

Γαλάνη	900	7584	0,12	1	0,5	1,1	0,55	2.400	0,570	72	0,60	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Αρόνι	0	7584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	4000	0,250	471	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
															0,16	

Για όλα τα παραπάνω σημεία εφαρμόστηκε η ισπανική μέθοδος όπως αυτή περιγράφεται στο προηγούμενο κεφάλαιο. Από τον υπολογισμό για κάθε οικισμό των συντελεστών που περιλαμβάνει η ισπανική μέθοδος προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα (Πίνακας 15), που αφορούν την μερική αξιολόγηση του επιπέδου οπτικής όχλησης.

Πίνακας 15: Αποτελέσματα Μερικής Αξιολόγησης Οπτικής Όχλησης για τους οικισμούς, τις Μονές και το Αεροδρόμιο.

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το ηλιοθερμικό	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης (PA1)	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης (PA2)
Καλαθάς	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Κουνουπιδιανά	0,1	ελαφρύ	0,1	ελαφρύ
Καμπάνι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Πλακούρες	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Κορακιές	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Πυθάρι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Αργουλιδές	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Καθιανά	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Στέρνες	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Ανεμόμυλοι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Παζινός	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Ζορνάδης	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Αεροδρόμιο	0,0	ελάχιστο		
Μουζουράς	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Ακρόπολη	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Καλλορούμα	0,4	μέσο	0,2	ελαφρύ
Χορδάκι	0,3	μέσο	0,3	μέσο
Μονή Αγ.Τριάδος	0,6	σοβαρό		
Κουμαρές	0,7	πολύ σοβαρό	0,0	ελάχιστο
Χωραφάκια	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Αγ.Νικόλαος	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Μονή Αγίας Κυρίας των Αγγέλων	0,0	ελάχιστο		
Σταυρός	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο

Γαλήνη	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Αρώνι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο

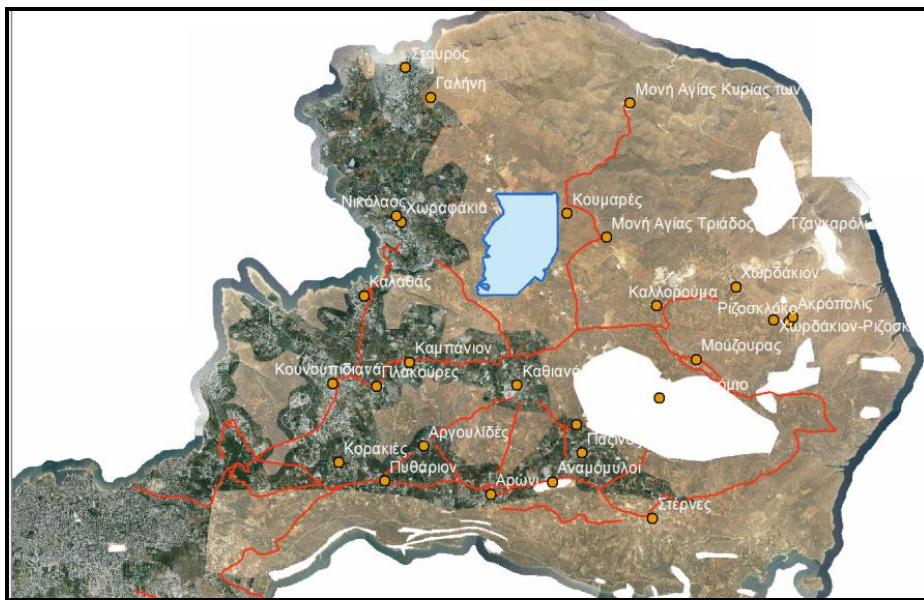
Στον πίνακα παρατηρείται ότι για τις Μονές και το Αεροδρόμιο δεν αναγράφεται τιμή Μερικής Αξιολόγησης 2 καθώς αυτή εξαρτάται από τον μόνιμο πληθυσμό. Οι περιοχές αυτές δεν διαθέτουν μόνιμο πληθυσμό αλλά αποτελούν πόλους έλξης δημιουργώντας σημαντικές ροές κίνησης από και προς αυτούς. Από τα αποτελέσματα αυτά, προκύπτει ότι οι οικισμοί που πλήττονται περισσότερο από την θέα του υπό μελέτη έργου είναι οι οικισμοί Χορδάκι, Καλλορούμα και Κουμαρές, καθώς και η Μονή Αγίας Τριάδος. Αυτά τα τέσσερα σημεία ενδιαφέροντος εκτείνονται ανατολικά της περιοχής του ηλιοθερμικού σταθμού εκεί όπου το υψόμετρο αυξάνεται με αποτέλεσμα, το Χορδάκι για παράδειγμα, να έχει αμφιθεατρική μετωπική θέα όλης της εγκατάστασης. Επιπλέον αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η πλειοψηφία των οικισμών δεν έχει οπτική επαφή με το έργο παρόλη τη μεγάλη έκταση που καταλαμβάνει.

Στη δεύτερη μερική αξιολόγηση, το επίπεδο οπτικής όχλησης παραμένει μέσο για το Χορδάκι ενώ λόγω της μικρής πληθυσμιακής πυκνότητας μειώνεται στα Καλλορούμα και μηδενίζεται στις Κουμαρές οι οποίες δεν έχουν μόνιμο πληθυσμό σύμφωνα με την απογραφή του 2001.

Από τη συνολική αξιολόγηση του σχεδιαζόμενου ηλιοθερμικού σταθμού στο Ακρωτήρι, προκύπτει ότι η τιμή του δείκτη C είναι 0,16 δηλαδή θα προκαλέσει ελαφριά οπτική όχληση στους μόνιμους πληθυσμούς της περιοχής μελέτης.

Οσον αφορά το οδικό δίκτυο τα αποτελέσματα της ισπανικής μεθόδου παρουσιάζονται στον Πίνακα 16.

Εικόνα 26: Επαρχιακό οδικό δίκτυο περιοχής μελέτης



Πίνακας 16: Αποτελέσματα Αξιολόγησης Οπτικής Όχλησης για τα τμήματα του Επαρχιακού οδικού δικτύου της ευρύτερης περιοχής του έργου.

Βασικοί Δρόμοι σε απόσταση 6km από το ηλιοθερμικό	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης
Κουμαρές-Γουβερνέτο	1,0	ιδιαίτερα σοβαρό
Χωραφάκια-Σταυρός	0,1	ελαφρύ
Χανιά-Σταυρός	0,0	ελάχιστο
Στέρνες- Χωραφάκια	0,0	ελάχιστο
Καλόρουμα	0,0	ελάχιστο
Κουνουπιδιανά-Καμπάνι-Καθιανά	0,0	ελάχιστο

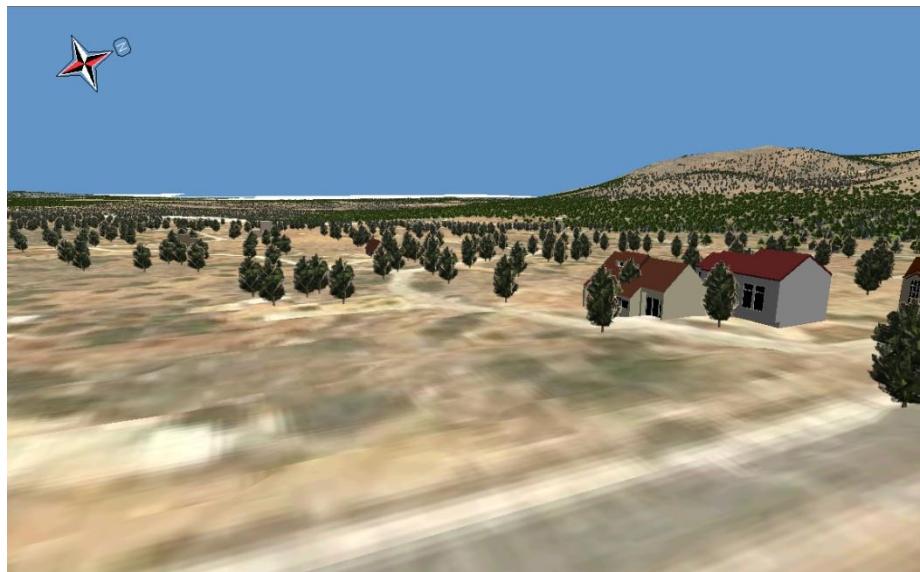
Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι σοβαρό πρόβλημα αντιμετωπίζει ο οδικός άξονας που διέρχεται από Αγ.Τριάδα, Κουμαρές και Γουβερνέτο ο οποίος εκτείνεται σε κοντινή απόσταση από το έργο, ενώ ελαφριά οπτική όχληση παρουσιάζει ο δρόμος που διέρχεται από τα χωραφάκια και καταλήγει στον Σταυρό.

Με την ολοκλήρωση των αποτελεσμάτων και την αντικειμενική ποσοτικοποίηση της οπτικής όχλησης του ηλιοθερμικού σταθμού, πραγματοποιήθηκε η σύνδεσή τους με την προσομοίωση και την ολοκληρωμένη αξιολόγηση τους.

Ο συνδυασμός της τρισδιάστατης απεικόνισης και των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης από τους ποσοτικούς δείκτες βοηθάει σε μια πιο ολοκληρωμένη θεώρηση του αισθητικού αντίκτυπου του έργου.

Παρακάτω, βλέπουμε ενδεικτικά τη θέα του ηλιοθερμικού σταθμού από τους οικισμούς Χορδάκι, Κουμαρέ, καθώς και από τη Μονή Αγίας Τριάδος.

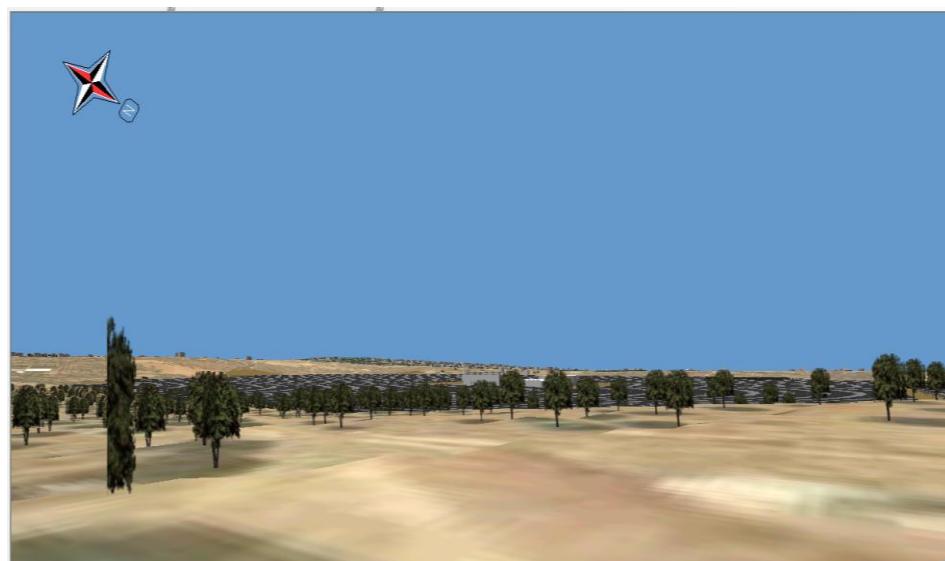
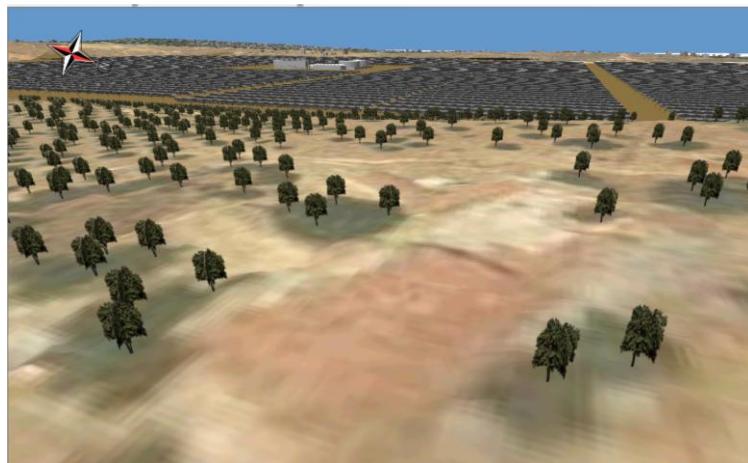
Εικόνα 27: Θέα από τον οικισμό Χορδάκι



Εικόνα 28: Θέα από την Μονή Αγίας Τριάδος



Εικόνα 29: Θέα από τον Κουμαρέ



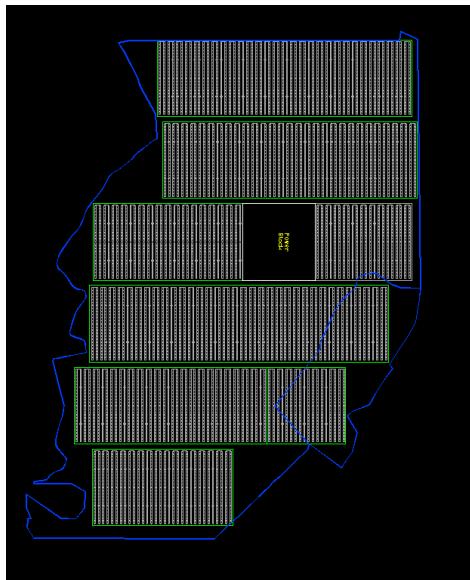
Από τις εικόνες φαίνεται να δικαιολογείται ο υψηλός δείκτης της μερικής αξιολόγησης για την Μονή Αγίας Τριάδας και τον Κουμαρέ, καθώς η θέαση του σταθμού από αυτά τα σημεία είναι τέτοια που παρουσιάζει μεγάλη οπτική όχληση.

3.2.4 Διαδικασίες αξιολόγησης και μείωσης της οπτικής όχλησης

Αφού μελετήθηκε η οπτική όχληση του προτεινόμενου έργου, κρίνεται απαραίτητο να διερευνηθεί εάν μια εναλλακτική διάταξη των παραβολικών κάτοπτρων και των εγκαταστάσεων μέσα στην περιοχή του έργου, προκαλεί ίσως μικρότερα επίπεδα οπτικής όχλησης. Για το σκοπό αυτό εξετάστηκαν δύο εναλλακτικά σενάρια:

-Σενάριο 1: Το Power Block χωροθετείται στη νότια πλευρά της περιοχής του έργου :

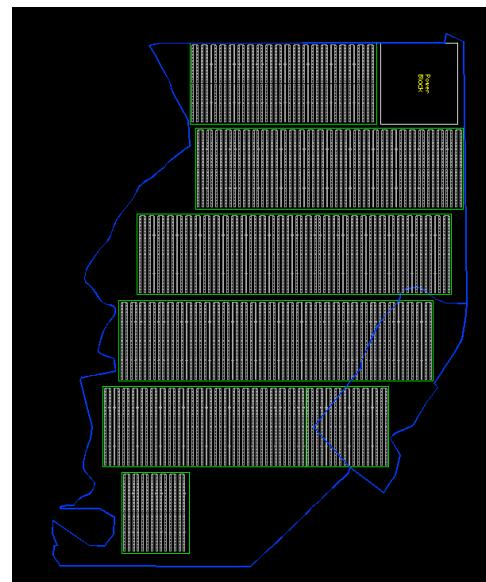
-Σενάριο 2: Το Power Block χωροθετείται στη βόρεια πλευρά της περιοχής του έργου



Αριστερά Εικόνα 30: Προτεινόμενη Διάταξη

Κάτω δεξιά Εικόνα 31: Διάταξη σύμφωνα με το Σενάριο 1

Κάτω αριστερά Εικόνα 32: Διάταξη σύμφωνα με το Σενάριο 2



Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της ισπανικής μεθόδου για τα δύο σενάρια φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 17: Αποτελέσματα Σεναρίου 1 για το οδικό δίκτυο

Βασικοί Δρόμοι σε απόσταση 6km από το ηλιοθερμικό	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης
Κουμαρές-Γουβερνέτο	1,0	ιδιαίτερα σοβαρό
Χωραφάκια-Σταυρός	0,0	ελάχιστο
Χανιά-Σταυρός	0,0	ελάχιστο
Στέρνες- Χωραφάκια	0,0	ελάχιστο
Καλόρουμα	0,0	ελάχιστο
Κουνουπιδιανά-Καμπάνι-Καθιανά	0,0	ελάχιστο

Πίνακας 18: Αποτελέσματα Σεναρίου 1 για τους οικισμούς

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το ηλιοθερμικό	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης (PA1)	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης (PA2)
Καλαθάς	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Κουνουπιδιανά	0,1	ελαφρύ	0,1	ελαφρύ
Καμπάνι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Πλακούρες	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Κορακιές	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Πυθάρι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Αργουλιδές	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Καθιανά	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Στέρνες	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Ανεμόμυλοι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Παζινός	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Ζορνάδης	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Αεροδρόμιο	0,0	ελάχιστο		
Μουζουράς	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Ακρόπολη	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Καλλορούμα	0,4	μέσο	0,2	ελαφρύ
Χορδάκι	0,3	μέσο	0,3	μέσο
Μονή Αγ.Τριάδος	0,6	σοβαρό		
Κουμαρές	0,7	πολύ σοβαρό	0,0	ελάχιστο
Χωραφάκια	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το ηλιοθερμικό	PA1	Οπτικό Επίπεδο Οχλησης (PA1)	PA2	Οπτικό Επίπεδο Οχλησης (PA2)
Αγ.Νικόλαος	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Μονή Αγίας Κυρίας των Αγγέλων	0,0	ελάχιστο		
Σταυρός	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Γαλήνη	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Αρώνι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο

Πίνακας 19: Αποτελέσματα Σεναρίου 2 για το οδικό δίκτυο

Βασικοί Δρόμοι σε απόσταση 6km από το ηλιοθερμικό	PA1	Οπτικό Επίπεδο Οχλησης
Κουμαρές-Γουβερνέτο	1,0	ιδιαίτερα σοβαρό
Χωραφάκια-Σταυρός	0,0	ελάχιστο
Χανιά-Σταυρός	0,0	ελάχιστο
Στέρνες- Χωραφάκια	0,0	ελάχιστο
Καλόρουμα	0,0	ελάχιστο
Κουνουπιδιανά-Καμπάνι-Καθιανά	0,0	ελάχιστο

Πίνακας 20: Αποτελέσματα Σεναρίου 2 για τους οικισμούς

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το ηλιοθερμικό	PA1	Οπτικό Επίπεδο Οχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Οχλησης
Καλαθάς	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Κουνουπιδιανά	0,1	ελαφρύ	0,0	ελάχιστο
Καμπάνι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Πλακούρες	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Κορακιές	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Πυθάρι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Αργουλιδές	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Καθιανά	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Στέρνες	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Ανεμόμυλοι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Παζινός	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το ηλιοθερμικό	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης
Ζορνάδης	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Αεροδρόμιο	0,0	ελάχιστο		
Μουζουράς	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Ακρόπολη	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Καλλορούμα	0,4	μέσο	0,2	μέσο
Χορδάκι	0,3	μέσο	0,3	μέσο
Μονή Αγ.Τριάδος	0,6	σοβαρό		
Κουμαρές	0,8	πολύ σοβαρό	0,0	ελάχιστο
Χωραφάκια	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Αγ.Νικόλαος	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Μονή Αγίας Κυρίας των Αγγέλων	0,0	ελάχιστο		
Σταυρός	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Γαλήνη	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο
Αρώνι	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο

Παρατηρείται ότι τόσο στο Σενάριο 1 όσο και στο Σενάριο 2 δεν υπάρχει κάποια σημαντική αλλαγή στους συντελεστές σε σχέση με την προτεινόμενη διάταξη.

Στα σενάρια μεταβάλλεται ο συντελεστής οπτικής όχλησης για το οδικό δίκτυο Χωραφάκια-Σταυρός από ελαφρύ σε ελάχιστο, ενώ επιπλέον στο Σενάριο 2 η οπτική όχληση για τον οικισμό Κουνουπιδιανά μειώνεται από 0,1 σε 0 αλλαγή που μειώνει τα επίπεδα στην κατηγορία της ελάχιστης οπτικής όχλησης.

Λόγω της μείωσης της οπτικής όχλησης (έστω και λίγο) στα δύο σενάρια, σε σχέση με την προτεινόμενη προς υλοποίηση διάταξη, θεμιτό θα ήταν να εξεταστούν για αυτά στα πλαίσια της ΜΠΕ του έργου και άλλες παράμετροι αξιολόγησης, όπως τα παραγόμενα επίπεδα θορύβου. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσει να γίνει έλεγχος των συνολικών ωφελειών

ανάμεσα στα τρία σενάρια και να προταθεί τελικά πιθανή αλλαγή της διάταξης των συλλεκτών και του Power Block του έργου.

Τέλος, αναζητήθηκαν πιθανοί τρόποι περιορισμού και μείωσης της οπτικής όχλησης από τα διάφορα σημεία παρατήρησης. Γι αυτόν τον λόγο μελετήθηκαν τα αποτελέσματα μιας πιθανής περιμετρικής περίφραξης.

Όπως προέκυψε από την ανάλυση, τα σημεία ενδιαφέροντος που έχουν κάποια οπτική όχληση από την εγκατάσταση είναι η Μονή Αγίας Τριάδος, και οι οικισμοί Καλλορούμα και Χορδάκι.

Έτσι λοιπόν για κάθε σημείο διερευνάται το ύψος που πρέπει να διαθέτει η περίφραξη προκειμένου να μειωθεί ο αριθμός των ορατών κατόπτρων και κατά συνέπεια το επίπεδο οπτικής όχλησης.

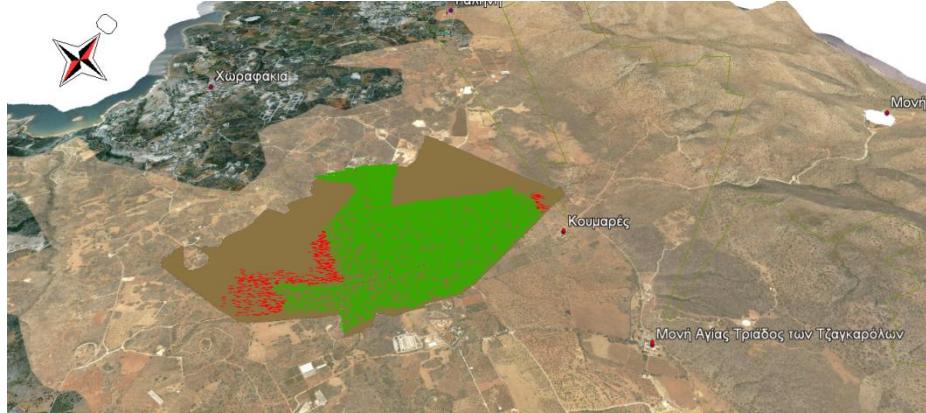
Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη της απόκρυψης περιλαμβάνει διάφορα σενάρια στα οποία μεταβάλλεται το ύψος της περίφραξης π.χ. δέντρων, έτσι ώστε να προσδιορίσουμε την βέλτιστη λύση προκειμένου να μειωθεί η οπτική όχληση χωρίς να δημιουργεί επιπρόσθετα προβλήματα στην λειτουργία των κατόπτρων (π.χ. σκίαση) ή αλλοίωση του φυσικού τοπίου (π.χ. δέντρα μεγάλου ύψους που δεν συναντώνται στην αυτόχθονη βλάστηση).

Αναφορικά με τη Μονή Αγίας Τριάδος (Πίνακας 19), που βρίσκεται πιο κοντά στις εγκαταστάσεις του ηλιοθεραπεικού σταθμού, παρατηρείται ότι μια περίφραξη 6m είναι αρκετή για να μειώσει το επίπεδο όχλησης από σοβαρό σε μέσο, ενώ με τη χρήση περίφραξης 15m επιτυγχάνεται μείωση του συντελεστή αξιολόγησης σε 0,3 του οπτικού επιπέδου όχλησης σε ελαφρύ.

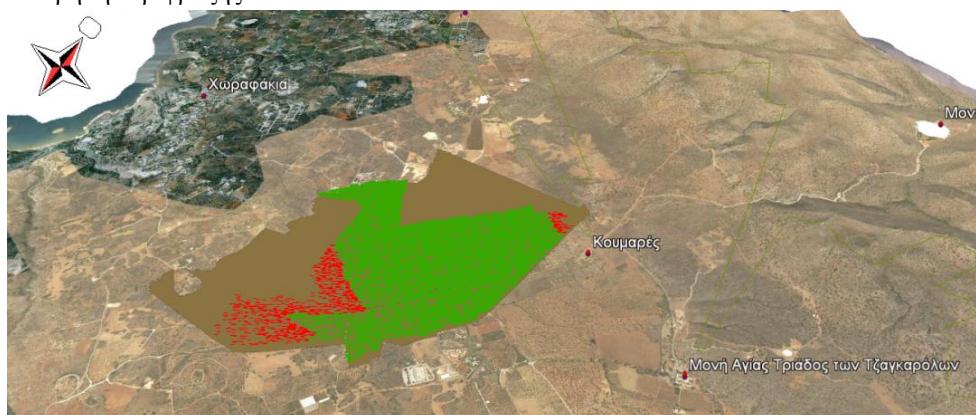
Πίνακας 21: Επιπτώσεις απόκρυψης στο επίπεδο οπτικής όχλησης για τη Μονή Αγίας Τριάδος

	Αριθμός κατόπτρων που καθίστανται μη ορατά	Αριθμός Ορατών Κατόπτρων	PA1	Οπτικό Επίπεδο Οχλησης
Χωρίς Περίφραξη		4.500	0,6	Σοβαρό
Με περίφραξη 6m	936	3.564	0,4	Μέσο
Με περίφραξη 8m	1.056	3.444	0,4	Μέσο
Με περίφραξη 10m	1.263	3.237	0,4	Μέσο
Με περίφραξη 12m	1.472	3.028	0,4	Μέσο
Με περίφραξη 15m	1.868	2.632	0,3	Ελαφρύ

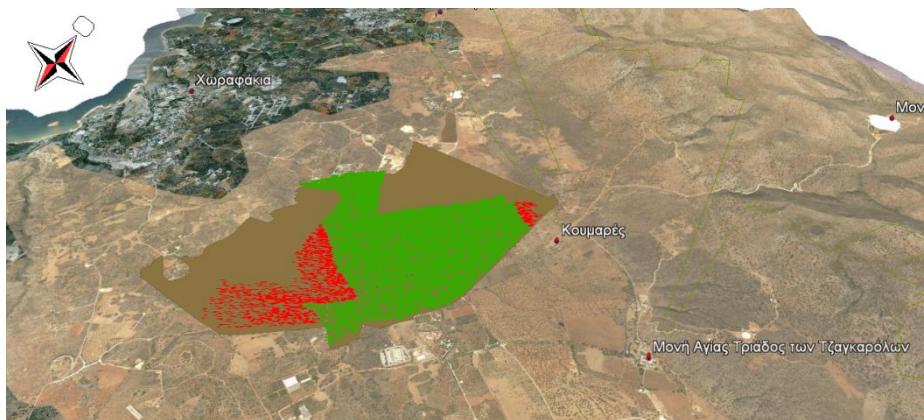
Εικόνα 33: Χρήση περίφραξης 6m



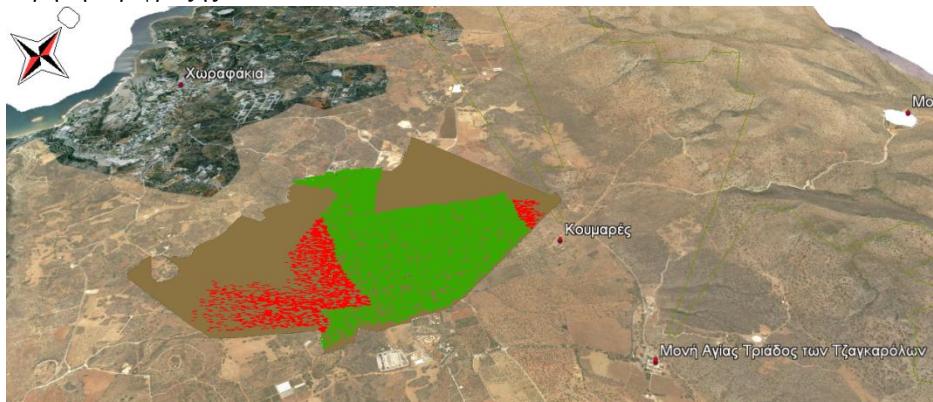
Εικόνα 34: Χρήση περίφραξης 8m



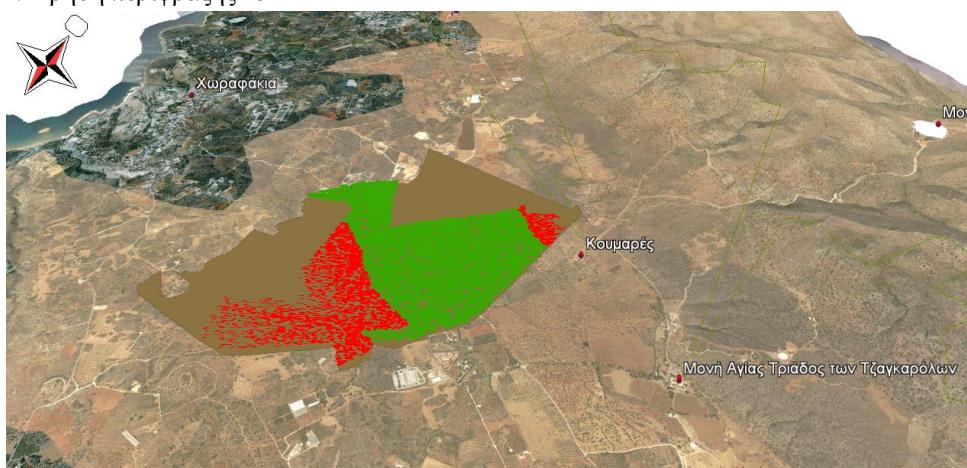
Εικόνα 35: Χρήση περίφραξης 10m



Εικόνα 36: Χρήση περίφραξης 12m



Εικόνα 37: Χρήση περίφραξης 15m



Για τους οικισμούς Καλλορούμα και Χορδάκι οι οποίοι βρίσκονται σε μεγαλύτερο υψόμετρο, λόγω της αμφιθεατρικής θέασης του υπό μελέτη έργου παρατηρείται ότι απαιτείται περίφραξη πολύ μεγάλου ύψους η οποία θεωρείτε ακατάλληλη.

Συγκεκριμένα για τον οικισμό Καλλορούμα η απόκρυψη των ορατών κατόπτρων αρχίζει μετά τα 15m, ενώ για να μειωθεί το οπτικό επίπεδο όχλησης από μέσο σε ελαφρύ πρέπει το ύψος της περίφραξης να ξεπεράσει τα 47m.

Τέλος για τον οικισμό Χορδάκι τα νούμερα είναι πολύ μεγαλύτερα με την απόκρυψη να ξεκινά από τα 98m ύψος περίφραξης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ΑΠΕ, όπως έχει αποδείξει η σύγχρονη ιστορία, είναι αναπόφευκτο και πρέπει να αποτελέσουν έναν από τους κύριους μοχλούς ανάπτυξης και προόδου για τις σύγχρονες κοινωνίες. Σε εποχές όπου η αειφορία και η περιβαλλοντική συνείδηση αποτελούν βασικές έννοιες πραγμάτευσης αξιών, οι φιλικές αυτές προς το περιβάλλον μορφές ενέργειας, προσελκύουν έντονα, το πολιτικό, το οικονομικό-επενδυτικό και κοινωνικό ενδιαφέρον. Η ραγδαία όμως εξέλιξη των γεγονότων και οι πιέσεις που δέχονται τα κράτη για αφομοίωση των νέων τεχνολογιών, οδηγούν μερικές φορές σε βιαστικές αποφάσεις και σημαντικές παραβλέψεις που μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις και αντίθετα αποτελέσματα από τα αρχικά προβλεπόμενα. Ένα από αυτά αφορούν την προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος και της ευρύτερης έννοιας του τοπίου. Οι μεγάλες και μαζικές εγκαταστάσεις των ΑΠΕ συνεχώς πληθαίνουν και η χωροθέτηση τους κινδυνεύει να γίνεται με άναρχο τρόπο απουσίας βασικών περιβαλλοντικών όρων και ελεγκτικών μηχανισμών στα πλαίσια μιας ευρύτερης οικονομικής ανάπτυξης και κερδοσκοπίας. Οι διαστάσεις του προβλήματος μεγεθύνονται, όταν η παραγόμενη ενέργεια χρησιμοποιείται για να καλύψει της ανάγκες μιας άλλης περιοχής, αφήνοντας στην τοπική κοινωνία μόνο την προσκόμιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ενώ σε πολλές χώρες του εξωτερικού, η μελέτη και η εκτίμηση της οπτικής όχλησης λαμβάνεται υπόψη νομικά με σαφή και ξεκάθαρο τρόπο, και βοηθάει σημαντικά στην διαδικασία λήψης αποφάσεων για τη δημιουργία ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ(βλ κεφάλαιο 1.2), στην Ελλάδα παρατηρείται η έλλειψη ελέγχου σε αυτόν τον τομέα. Αν και στην ΜΠΕ αναφέρεται το εν λόγω ζήτημα, η

μελέτη που διεξάγεται είναι συνήθως απλοϊκή και δεν επιτρέπει την διεξαγωγή συμπερασμάτων. Η αδυναμία του νομικού πλαισίου να ελέγξει αυτό το μεγάλο κομμάτι των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, έχει κατά ένα μέρος οδηγήσει στις συχνά παρατηρούμενες αντιδράσεις των τοπικών κοινωνιών ενάντια στην κατασκευή τέτοιων έργων. Πολλές φορές, οι επιπτώσεις είναι μηδενικές ή ελάχιστες. Η άγνοια όμως των πολιτών και η προκατάληψη που έχει δημιουργηθεί γύρω από τις εν λόγω εγκαταστάσεις οξύνει τις διαμαρτυρίες και την εναντίωση των κατοίκων μιας περιοχής, στην δημιουργία ενός έργου που ο αρχικός του σκοπός και στόχος είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από πηγές φιλικές προς το περιβάλλον (σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα). Κρίνεται έτσι απαραίτητή η δημιουργία ενός κανονιστικού νομικού πλαισίου που να εξειδικεύει και να προσδιορίζει όρια για την αισθητική ένταξη με σαφήνεια, αλλά και η υιοθέτηση μιας μεθοδολογίας που να μπορεί να τα προσδιορίζει. Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν αναπτυχθεί κατά καιρούς (και ειδικότερα τα τελευταία χρόνια) αρκετοί τρόποι προσέγγισης του εν λόγω ζητήματος (βλ. κεφάλαιο 1.1). Αυτό, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη λογισμικών που είναι ικανά να αποδώσουν τρισδιάστατα με μεγάλη σαφήνεια το φυσικό περιβάλλον (βλ. κεφάλαιο 2.1), είναι δυνατόν, όχι μόνο να υπολογίζεται η οπτική επίπτωση μιας εγκατάστασης στο τοπίο, αλλά να υπάρχει στρατηγικός σχεδιασμός για την χωροθέτησή της έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μέγιστη παραγωγή ενέργειας με το ελάχιστο περιβαλλοντικό κόστος. Θα υπάρχει ουσιαστικά η δημιουργία μιας “πράσινης” ενεργειακής πολιτικής (από όλες τις πλευρές), που θα καθιστά βιώσιμη και αειφορική την ανάπτυξη για τα επόμενα χρόνια, με ελάχιστες επιπτώσεις στο περιβάλλον, καθιστώντας το ικανό να υποδεχθεί αργότερα νέες ανθρώπινες δραστηριότητες και χρήσεις.

Στην παρούσα εργασία, έγινε μια προσπάθεια κατάταξης με βάση κάποια κριτήρια των υπαρχόντων λογισμικών, αλλά και η επιλογή μιας μεθοδολογίας υπολογισμού της οπτικής επίδρασης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ στο τοπίο και τους κατοίκους. Με τον υπολογισμό της

όχλησης, δίνεται η δυνατότητα ελέγχου της χωροθέτησης της εγκατάστασης αισθητικά (μικρότερη οπτική όχληση, μεγαλύτερη αισθητική ένταξη του έργου στο τοπίο). Τελικά προέκυψε ένας συνδυασμός ικανός να αντιμετωπίζει θέματα αισθητικής ένταξης ΑΠΕ στο τοπίο, έχοντας παράλληλα και περιθώριο προσαρμογής σε πιθανόν μελλοντικές εξελίξεις. Στην συνέχεια ακολούθησε η εφαρμογή του για τον υπολογισμό της οπτικής όχλησης, σε ένα αιολικό πάρκο και σε έναν ηλιοθερμικό σταθμό.

Αυτό που προέκυψε είναι ότι η χρήση της ισπανικής μεθόδου και του λογισμικού ArcGIS 10, αποτελούν ικανοποιητικά εργαλεία για την αξιολόγηση της οπτικής όχλησης μιας εγκατάστασης ΑΠΕ. Δίνεται επίσης η δυνατότητα αξιολόγησης της όχλησης για εγκαταστάσεις που δεν έχουν κατασκευαστεί ακόμη, καθώς και η μελέτη εναλλακτικών σεναρίων χωροθέτησης και προσδιορισμού της βέλτιστης τοποθεσίας. Εμφανίζουν αποτελέσματα που ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα με απλό και αντικειμενικό τρόπο και μπορούν να αξιοποιηθούν ως μέσο λήψης αποφάσεων που αφορούν κατ' επέκταση την αισθητική ένταξη μεγάλων εγκαταστάσεων ΑΠΕ. Η ευελιξία του λογισμικού, το καθιστά ικανό να εξάγει αποτελέσματα οπτικής όχλησης για τις διάφορες τεχνολογίες ΑΠΕ με ευκολία και ακρίβεια, καθώς μπορούν να λαμβάνονται υπόψη τα διαφορετικά χαρακτηριστικά και οι ιδιαίτεροι παράμετροι της κάθε μιας κατά την διάρκεια του υπολογισμού. Προσδίδει ακόμη περισσότερες δυνατότητες, όπως η δημιουργία χαρτών οπτικής επίπτωσης και προτάσεις για την ελάττωση του οπτικού αντίκτυπου της εγκατάστασης, όπως για παράδειγμα μέτρα για την απόκρυψη της.

Η συνδυασμένη χρήση των ποσοτικών δεικτών και του λογισμικού ενδείκνυται, καθώς ελαχιστοποιεί τη διαδικασία ανάλυσης της οπτικής όχλησης από άποψη χρόνου και αυξάνει την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια της και συνεπώς την αξιοπιστία της. Κατά τη διάρκεια του υπολογισμού λαμβάνονται υπόψη όλα τα σημεία παρατήρησης που εμφανίζουν κάποιο ενδιαφέρον (οικισμοί, δρόμοι, ιδιαίτερα σημεία ενδιαφέροντος όπως ιερές μονές ή

ΤΙΦΚ κα) σε μια καθορισμένη απόσταση και υπολογίζεται για το καθένα ξεχωριστά ένας δείκτης οπτικής όχλησης. Αυτό βοηθάει σημαντικά στο να προσδιορίζεται η συνολική επίπτωση του έργου στης περιοχή, αλλά και η δυνατότητα προσδιορισμού των διάφορων σημείων που μπορεί να εμφανίζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα, με σκοπό την εύρεση κάποιας λύσης. Τα δεδομένα εισαγωγής είναι πολλά και αφορούν το φυσικό περιβάλλον, όπως για παράδειγμα το ανάγλυφο, την βλάστηση, αλλά και το ανθρωπογενές περιβάλλον, όπως εγγύς οικισμοί, υποδομές, πληθυσμοί. Έτσι επιτυγχάνεται μια ρεαλιστική προσομοίωση της περιοχής με όλα τα απαραίτητα δεδομένα για τον υπολογισμό του οπτικού αντίκτυπου. Το πλεονέκτημα της ψηφιακής προσομοίωσης, σε σχέση με την επιτόπια παρατήρηση ή την επεξεργασία εικόνων, εκτός της μεγαλύτερης ταχύτητας που προσδίδει στην διαδικασία υπολογισμού, είναι ότι: α) δίνει την δυνατότητα πανοραμικής θέασης του έργου και της περιοχής μελέτης με αποτέλεσμα να γίνεται καλύτερα αντιληπτό ως προς το μέγεθος και τις επιπτώσεις του από το ευρύ κοινό. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να αξιοποιηθεί στα πλαίσια του συμμετοχικού σχεδιασμού και της διαβούλευσης. β) δύναται να υπολογιστούν στην επίπτωση και συναφή έργα και δραστηριότητες της εγκατάστασης, όπως βοηθητικές εγκαταστάσεις, οδικά και ενεργειακά δίκτυα, εκχερσώσεις, χωματουργικά έργα κτλ., που υπό άλλες συνθήκες θα ήταν εξαιρετικά δύσκολο ή και αδύνατον να συμπεριληφθούν γ) δίνεται η δυνατότητα διεξαγωγής στο ίδιη σχεδιασμένο τρισδιάστατο μοντέλο εναλλακτικών σεναρίων και διαφορετικών θέσεων εγκατάστασης για την σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τον προσδιορισμό της βέλτιστης λύσης. Αυτό είναι απαραίτητο, καθώς η εγκατάσταση μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, εξαρτάται από μια πληθώρα παραμέτρων, οικονομικών αναπτυξιακών, κοινωνικών και ενεργειακών. Έτσι, με τη διεξαγωγή διάφορων σεναρίων, μπορεί να βρεθεί η «χρυσή τομή» όλων αυτών ώστε να επιτυγχάνεται το βέλτιστο συνολικά αποτέλεσμα.

Ωστόσο, εντοπίζονται και κάποιες αδυναμίες που εστιάζονται κυρίως στα ακόλουθα σημεία.

Αρχικά, τα δεδομένα εισαγωγής στο λογισμικό πρέπει να είναι σωστά και επαληθευμένα, για αποφυγή σφαλμάτων και μεγάλων αποκλίσεων της τρισδιάστατης προσομοίωσης από την πραγματικότητα.

Όσον αφορά τους επιμέρους συντελεστές της ισπανικής μεθόδου, κρίνεται απαραίτητο αυτοί να εξειδικευτούν για περιπτώσεις άλλων σημείων ενδιαφέροντος πέραν των οικισμών π.χ. τιμήματα οδικού δικτύου, ιερές μονές αρχαιολογικοί χώροι κ.ά.

Επιπλέον, από τα αποτελέσματα των υποθέσεων που διερευνήθηκαν παραπάνω παρατηρήθηκε ότι παρά τις αλλαγές στο μέγεθος των Α/Γ και στον τρόπο καταμέτρησής τους, που είχαν σαν αποτέλεσμα τη μείωση των Α/Γ που ήταν ορατές από κάθε σημείο, οι δείκτες αξιολόγησης ελάχιστα μεταβλήθηκαν. Διακρίνεται λοιπόν μικρή ευαισθησία των τιμών αξιολόγησης στις μεταβολές των συντελεστών. Έτσι, μια πιθανή επανεξέταση στα εύροι των τιμών αξιολόγησης θα ήταν ωφέλιμη.

Τέλος, μια γενική παρατήρηση προς βελτίωση της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε, έχει να κάνει με την εκτίμηση της προϋπάρχουσας οπτικής όχλησης. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται τα επίπεδα οπτικής όχλησης ενός ΑΠ, λαμβάνοντας δεδομένο ότι στην ευρύτερη περιοχή τα αρχικά επίπεδα οπτικής όχλησης είναι μηδενικά. Με άλλα λόγια η όχληση που προκαλεί το ΑΠ στους γύρω οικισμούς υπολογίζεται ανεξάρτητα από το αν στην περιοχή υπάρχουν άλλες οχλούσες χρήσεις που είναι ορατές από κάποιους από τους υπό μελέτη οικισμούς πχ άλλα αιολικά πάρκα. Πρέπει δηλαδή με κάποιον τρόπο να υπολογίζεται ένας συγκεντρωτικός δείκτης που να εκπροσωπεί τη συνολική εικόνα του τοπίου της περιοχής καθώς η οπτική όχληση που προκαλείται από τη δημιουργία μιας νέας εγκατάστασης λειτουργεί στο τοπίο συναθροίστηκα με την προϋπάρχουσα.

Πηγές

Τσίτουρα Ι., Κοκολόγος Δ., Τσούτσος Θ. (2011) “Αισθητική Ενταξη Μονάδων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Τοπίο με Χρήση Λογισμικού. Εφαρμογή στα Αιολικά Πάρκα”, **Ανεμολόγια**, Σεπτέμβριος 2011

Τσιρόπουλος Μ. (2007) «Αξιολόγηση οπτικής όχλησης αιολικών πάρκων», Χανιά: Πολυτεχνείο Κρήτης

ΥΠΕΧΩΔΕ, Ν. 3827/25.02.2010 «Κύρωση της Ευρωπαϊκής Σύμβασης του Τοπίου»

ΥΠΕΧΩΔΕ, «Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» (KYA 49828 /2008 (ΦΕΚ Β' 2464/3-12-08)

AEA Technology plc (AEAT) (2000) «*Power Generation and the Environment – a UK Perspective. Volume 1*», Report AEAT 3776, Culham: Oxfordshire [available online at: http://www.regie-energie.qc.ca/audiences/3526-04/MemoiresParticip3526/Memoire_CCVK_81_Externe_UnitedKingdom.pdf] [πρόσβαση στις 20/04/2012]

Baban S.M.J. and Parry T. (2000) «*Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK*» **Renewable Energy**, 24(1), 59-71

Bishop I. D. (2002) «*Determination of thresholds of visual impact: the case of wind turbines*», **Environment and Planning B: Planning and Design**, 29(5) 707 – 718 [available online at: <http://www.envplan.com/abstract.cgi?id=b12854>] [πρόσβαση στις 20/04/2012]

British Wind Energy Association (BWEA) (1994) «*Best Practice Guidelines for Wind Energy Development*», BWEA: London [available online at:
<http://www.bwea.com/pdf/bpg.pdf>] [πρόσβαση στις 20/04/2012]

Buchan N., (2002) «*Visual Assessment of Windfarms Best Practice*», Scottish Natural Heritage Commissioned Report F01AA303A [available online at: http://www.snh.org.uk/pdfs/publications/commissioned_reports/f01aa303a.pdf] [πρόσβαση στις 20/04/2012]

Danish Wind Industry Association, (2002) “Guided Tour on Wind Energy”, [available online at: www.heliosat3.de/e-learning/wind-energy/windpowr.pdf] [πρόσβαση στις 31/01/2012]

Environmental Data Services (ENDS), (2010) “Renewable Energy Europe” [available online at: www.endseurope.com/docs/100930a.pdf] [πρόσβαση στις 31/01/2012]

Frangou M., Tsoutsos T., Sakellariou N. (2012) “*Sustainable assessment of a solar thermal power project in Mediterranean. Application in the island of Crete*”, **Ecological Indicators**, 18 ,379-386

Hurtado J.P. , Fernandez J., Parrondo J.L., Blanco E.(2003) «*Spanish method of visual impact evaluation in wind farms*», **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 8(5), 483–491

Losa A.and Cervelle B. (1999) «*3D Topological modeling and visualisation for 3D GIS*», **Computers & Graphics**, 23(4), 469-478

Molina-Ruiz J., Martínez-Sánchez M.J., Pérez-Sirvent C., Tudela-Serrano M.L., García Lorenzo M.L. (2011) “Developing and applying a GIS-assisted approach to evaluate visual impact in wind farms” **Renewable Energy**, 36(3), 1125–1132

Paar P. (2006) «*Landscape visualizations: Applications and requirements of 3D visualization software for environmental planning*», **Computers, Environment and Urban Systems**, 30(6), 815-839

Planning Advice Note 45 (2008) «*Spatial Frameworks and Supplementary Planning Guidance for Wind Farms*», Scottish Government [available online at: <http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/244403/0068333.pdf>] [πρόσβαση στις 20/04/2012]

Ramos B. and Panagopoulos T. (2004) «*The use of GIS in visual landscape management and visual impact assessment of a quarry in Portugal*», Proceedings of the **8th International conference on Environment and Mineral**, processing, Tzech Republic: Ostrava, 1: 73-78. [available online at: citeseerx.ist.psu.edu/.../download?..] [πρόσβαση στις 11/07/2011]

Rodrigues M., Montañés C., Rodrigues N.F. (2010) «*A method for the assessment of the visual impact caused by the large-scale deployment of renewable-energy facilities*», **Environmental Impact Assessment Review**, 30(4), 240–246

Shang H. and Bishop I. D. (2000) «*Visual thresholds for detection, recognition and visual impact in landscape settings*», **Journal of Environmental Psychology**, 20, 125-140

Torres C., Cloquell-Ballester V.A., Cloquell-Ballester V.A., Darton R. (2007) «*Development and validation of a multicriteria indicator for the assessment of objective aesthetic impact of wind farms*», **Environmental Impact Assessment Review**, 30(4), 240–246

Tsoutsos T., Tsouchlaraki A., Tsiroopoulos M., Serpetsidakis M. (2009) “*Visual Impact Evaluation of a wind park in a Greek island*”, **Applied Energy**, 86,(4), 546-553

Salter J.D., Campbell C., Journeyay M., Sheppard S.R.J. (2009) «*The digital workshop: Exploring the use of interactive and immersive visualization tools in participatory planning*», **Journal of Environmental Management**, 90(6), 2090–2101

Zhang Z., Tsou J.Y., Lin H. (2000) «*GIS for visual impact assessment*»[available online at: <http://www.a-a-r-s.org/acrs/proceeding/ACRS2000/Papers/GIS00-3.htm>] [πρόσβαση στις 11/07/2011]

Iστότοποι

PAE

<http://www.rae.gr/geo/> [πρόσβαση στις 03/05/2012]

ΕΣΥΕ

<http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-database> [πρόσβαση στις 03/05/2012]

Predac (European Actions for Renewable Energies)

<http://www.managenergy.net/resources/172> [πρόσβαση στις 11/02/2012]

Copenhagen Environment and Energy Office

<http://www.kmek.dk> [πρόσβαση στις 11/02/2012]

Danish Organisation for Sustainable Energy

<http://www.ove.org> [πρόσβαση στις 11/02/2012]

Université Catholique de Louvain

<http://www-climat.arch.ucl.ac.be> [πρόσβαση στις 11/02/2012]

APERe - Association pour la Promotion des Energies Renouvelables

<http://www.apere.org> [πρόσβαση στις 11/02/2012]

Ecofys Netherlands B.V.

<http://www.ecofys.com> [πρόσβαση στις 11/02/2012]

Alter Alsace Energies - Antenne Haut-Rhin

<http://www.alteralsace.org> [πρόσβαση στις 30/03/2012]

PRIORITERRE-Maison pour la Planète

<http://www.prioriterre.org> [πρόσβαση στις 30/03/2012]

HESPUL- Association Hespul

<http://www.hespul.org> [πρόσβαση στις 30/03/2012]

CLER - Comité de Liaison Energies Renouvelables

<http://www.cler.org> [πρόσβαση στις 11/02/2012]

CEP - ARMINES, Centre for Energy and Processes

<http://www.cep.ensmp.fr/english/index.html> [πρόσβαση στις 10/04/2012]

Centre for Rational Use of Energy and Environment Limited

<http://www.zreu.de> [πρόσβαση στις 10/04/2012]

German Wind Energy Association

<http://www.wind-energie.de> [πρόσβαση στις 10/04/2012]

Door2Energy

<http://www.door2energy.com> [πρόσβαση στις 10/04/2012]

Ecoserveis

<http://www.ecoserveis.net> [πρόσβαση στις 11/02/2012]

Energy Saving Trust

<http://www.energysavingtrust.org.uk> [πρόσβαση στις 10/04/2012]

Communities and Local Government-“Planning Policy Statement 22: Renewable Energy”

<http://www.communities.gov.uk/publications/planningandbuilding/pps22> [πρόσβαση στις 30/03/2012]

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ενότητα Α

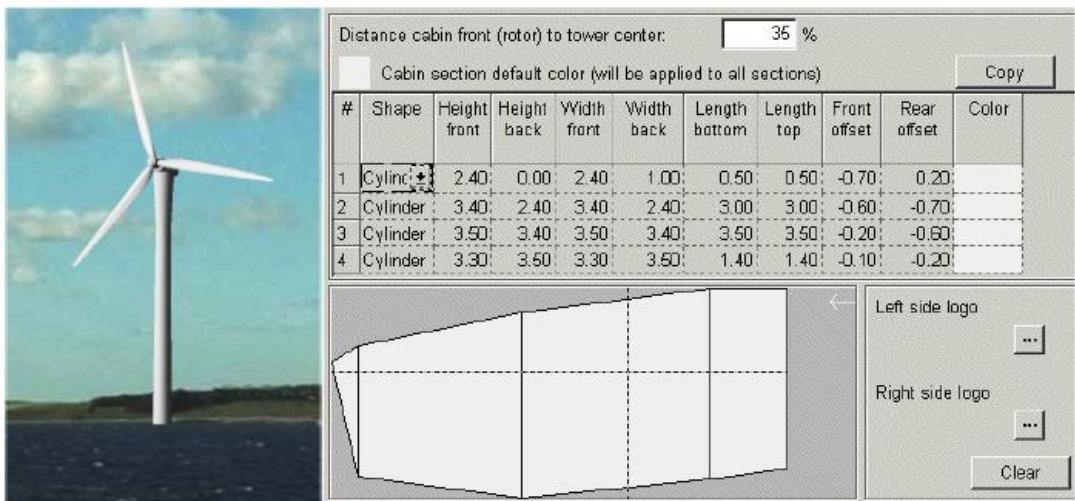
Ανάλυση Επιλεγμένων Προγραμμάτων

A.1 Προγράμματα Εξειδικευμένα Για Αιολικά Πάρκα

A.1.1 WindPro

Το λογισμικό WindPro είναι της εταιρίας EMD και για τις ανάγκες τις εργασίας χρειαζόμαστε το βασικό πακέτο WindPro basis και επιπλέον το ZVI και το 3D-ANIMATOR. Είναι αρκετά ελαφρύ πρόγραμμα που τρέχει σε οποιονδήποτε συμβατικό υπολογιστή. Μπορεί αν χαρακτηριστεί γρήγορο για μια απλή απεικόνιση, ενώ ενσωματώνει αρχεία GIS (shapefiles) καθώς και δεδομένα από γεωαναφερμένους ψηφιακούς χάρτες. Διαθέτει Online Data και κατάλογο με στοιχεία για 500 διαφορετικές τουρμπίνες, ενώ υπάρχει δυνατότητα προσαρμογής του χρώματος, του λογότυπου και των ατράκτων της τουρμπίνας και χρήσης διαφορετικών πύργων και λεπίδων. Τα τρισδιάστατα αντικείμενα είναι 2 ειδών :Εικόνες αντικειμένων και ολοκληρωμένα μοντέλα τρισδιάστατων αντικειμένων. Τα εργαλεία Χωρικής Ανάλυσης Οπτικής Οχλησης περιλαμβάνονται στο εργαλείο WindPLAN το που περιλαμβάνει 3 μοντέλα: μια μέθοδο υπολογισμού της σταθμισμένης ορατότητας (weighted visibility calculation model), μία μέθοδο υπολογισμού αντικρουόμενου ελέγχου (conflict check calculation) και μια μέθοδο σταθμισμένου σχεδιασμού με βάση το αιολικό δυναμικό (wind resource weighted planning module).

Εικόνα 38: Προσαρμογή των επιμέρους στοιχείων της τουρμπίνας στο λογισμικό WindPro



Ο σκοπός της μεθόδου υπολογισμού της σταθμισμένης ορατότητας είναι να εντοπίσει περιοχές στις οποίες όταν τοποθετηθούν οι Α/Γ έχουν τη μικρότερη δυνατή οπτική όχληση λόγο βλάστησης, λόφων και άλλων φυσικών στοιχείων που τις κρύβουν.

Μέθοδος υπολογισμού αντικρουόμενου ελέγχου επεξεργάζεται πληροφορίες από απαιτούμενες αποστάσεις μεταξύ κάποιων σημείων ενδιαφέροντος και των Ανεμογεννητριών. Αυτές οι αποστάσεις βρίσκονται στην κείμενη Νομοθεσία ή ορίζονται από την τοπική αυτοδιοίκηση.

Μέθοδος σταθμισμένου σχεδιασμού με βάση το αιολικό δυναμικό έχει σκοπό να μετρήσει την ανάγκη για προστασία κάποιων περιοχών έναντι του διαθέσιμου αιολικού δυναμικού. Τα δεδομένα εισόδου της μεθόδου αυτής είναι κλάσεις ευαισθησίας τοπίου. Αυτά τα στοιχεία είναι πολύγωνα στα οποία αποδίδεται μια τιμή που υποδηλώνει το βαθμό προστασίας μεταξύ 0-9. Σε περιοχές που πρέπει να αποκλειστούν και δίνεται ο βαθμός 9. Σε περιοχές με λιγότερους περιορισμούς δίνεται ο βαθμός 4 (ζώνες απαλλαγής) και 1 (προτεινόμενες ζώνες). Σε ζώνες χωρίς περιορισμούς βάζουμε βαθμό 0.

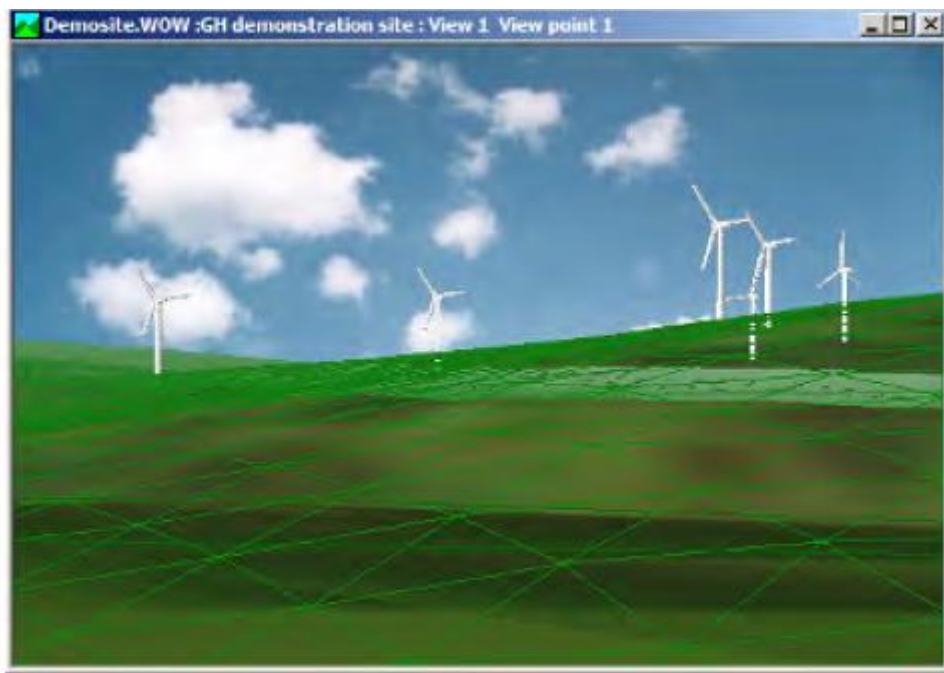
Κάποια από τα μειονεκτήματα του είναι ότι δεν μπορείς να κινηθείς στο τρισδιάστατο μοντέλο ελεύθερα, ότι τα τρισδιάστατα μοντέλα μεγάλων εκτάσεων δεν μπορούν να τρέξουν

σε πραγματικό χρόνο, και ότι δεν έχεις πολλές λεπτομέρειες στην προσομοίωση με αποτέλεσμα να μην είναι πολύ ρεαλιστική. Η τιμή του είναι 3.000€ αλλά για εκπαιδευτικούς σκοπούς μπορεί να φτάσει τα 1.500€.

A.1.2 WindFarmer

Το λογισμικό WindFarmer είναι της εταιρίας GarradHassan και για τις ανάγκες τις εργασίας χρειαζόμαστε το βασικό πακέτο WindFarmer Basic και το πακέτο της προσομοίωσης (Visualization Package). Διαθέτει εργαλεία σχεδιασμού της διάταξης του αιολικού πάρκου καθώς επίσης και της βελτιστοποίησής του. Είναι φιλικό προς το χρήστη-με ελληνικό μενού, ενώ τα δεδομένα εισόδου μπορεί να είναι σε μορφή πλέγματος (grid) (DTM) και/ή διανύσματος (vector) (MAP). Το λογισμικό αυτό, περιλαμβάνει εργαλεία για οπτικοποιήσεις υπό τη μορφή πλέγματος (wireframe) και τρισδιάστατων οπτικών παρουσιάσεων τοπίου, χάρτες ζώνης οπτικής επίπτωσης (ZVI), φωτομοντάζ και εφέ κίνησης για έργα αιολικής ενέργειας. Το εργαλείο ZVI, απεικονίζει την έκταση και το μέγεθος της οπτικής επίδρασης ενός αιολικού πάρκου, σε αποστάσεις μέχρι 15 χιλιομέτρων. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να προσδιορίσει την φυσική εμφάνιση της Α/Γ που πρόκειται να απεικονιστεί και να κάνει έλεγχο οπτικής όχλησης με χρήση οπτικών γωνιών (φωτογραφικών μηχανών). Μπορούν να εξαχθούν εφέ κίνησης, περιλαμβανομένων fly-throughs ως κινηματογραφικά αρχεία .AVI, και να γίνει αυτόματος υπολογισμός της απόστασης από την πλησιέστερη γεννήτρια και του αριθμού πτερυγίων που είναι ορατά από κάθε σημείο. Η τιμή του ανέρχεται στα 4.000€ και γίνεται 50% έκπτωση για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Εικόνα 39: Προσομοίωση ΑΠ στο λογισμικό WindFarmer



A.1.3 WindSIM

Έχει τη δυνατότητα τρισδιάστατης απεικόνισης αλλά στόχος του είναι η μεγιστοποίηση της παραγόμενης ενέργειας. Χρησιμοποιεί το τοπογραφικό υπόβαθρο της περιοχής του έργου, σε

Εικόνα 40: Προσομοίωση ΑΠ και διεύθυνση των συνδυασμό με μακροχρόνιες ανέμων στο λογισμικό WindSIM



ανεμολογικές μετρήσεις και υπολογίζει με ακρίβεια τα χαρακτηριστικά του ανέμου στις θέσεις ανεμογεννητριών σε περιοχές με σύνθετη τοπογραφία και κλιματολογικές συνθήκες. Γενικά έχει συμβατότητα με άλλα προγράμματα και το περιβάλλον 3D που διαθέτει είναι

εύκολο στη χρήση. Ο έλεγχος της οπτικής διάταξης του αιολικού πάρκου γίνεται κι εδώ με κάμερες από διαφορετικές αποστάσεις και οπτικές γωνίες και δίνεται η δυνατότητα χρήσης δορυφορικών φωτογραφιών και ψηφιακών χαρτών για την κάλυψη του εδάφους. Το εν λόγω

όμως πρόγραμμα είναι αρκετά ακριβό αφού η τιμή του φτάνει τα 20.000€. Ωστόσο για εκπαιδευτικούς σκοπούς μειώνεται στα 4.000€.

A.1.4 WindFarm

Το λογισμικό WindFarm της εταιρίας ReSoft, φαίνεται να παρουσιάζει αρκετές δυνατότητες, όπως η χρήση αλγόριθμων βελτιστοποίησης του αιολικού πάρκου για αυξημένη παραγωγή ενέργειας ή μείωση του κόστους, λαμβάνοντας υπόψη τους περιβαλλοντικούς και φυσικούς περιορισμούς, δυνατότητα μοντελοποίησης του θορύβου και χρήση του ως παράμετρο βελτιστοποίησης και δυνατότητα υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των αιολικών πάρκων χρησιμοποιώντας την ενότητα της ροής του ανέμου. Όσον αφορά την προσομοίωση, περιλαμβάνει πολλά και ευέλικτα γραφικά που επιτρέπουν στο χρήστη να απεικονίσει τις ζώνες οπτικής επίπτωσης συμπεριλαμβανομένων των σωρευτικών επιπτώσεων από μια ομάδα αιολικών πάρκων που χρησιμοποιώντας την ενότητα ZVI, τη δημιουργία photomontage με ρεαλιστικά γραφικά τουρμπίνας και κινούμενων σχεδίων (animation), την προβολή του αιολικού πάρκου και του τοπίου με μορφή πλέγματος, τη χρήση μοντέλου 3D για τρισδιάστατες απεικονίσεις του αιολικού πάρκου και του τοπίου, συμπεριλαμβανομένων των A/G και άλλων αντικειμένων (δάση, τα δέντρα, θάμνους). Με τη χρήση του Turbine Studio δίνεται η δυνατότητα καθορισμού και δημιουργίας των χαρακτηριστικών της γεωμετρίας της A/G.

Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας μεγάλης βάσης δεδομένων τοπίου και προσθήκης τρισδιάστατων μοντέλων που έχουν παραχθεί από άλλα λογισμικά. Ο χρήστης στο εν λόγω πρόγραμμα μπορεί να κινηθεί ελεύθερα στο τρισδιάστατο μοντέλο σε ποικίλα ύψη και κλίμακες.

Εικόνα 41: Προσομοίωση ΑΠ και πλοιόγηση στο λογισμικό WindFarm



Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, θα χρειαστούμε εκτός από το βασικό πακέτο Designer & Utilities και το πακέτο της προσομοίωσης (Visualisation Package) αλλά και το WindFarm 3D. Για όλα τα παραπάνω η τιμή ανέρχεται στα 4.500€, αλλά για εκαπιδευτικούς σκοπούς μειώνεται στα 2.500€.

A.2 Προγράμματα GIS

A.2.1 ArcGIS 10

Το λογισμικό ArcGIS 10 είναι η πιο πρόσφατη έκδοση του GIS (Geographical Information System) της εταιρίας Esri. Διαθέτει δύο ξεχωριστά περιβάλλοντα για την τρισδιάστατη απεικόνιση το ArcScene και το ArcGlobe, καθώς και εξειδικευμένα εργαλεία Χωρικής Ανάλυσης Οπτικής Όχλησης όπως το skyline, skyline barrier, Viewshed κ.ά.). Το εργαλείο Skyline με βάση την προοπτική της θέσης του παρατηρητή δημιουργεί μια 3D γραμμή που αντιπροσωπεύει την γραμμή που χωρίζει τον ουρανό από την επιφάνεια ή / και λειτουργίες που αγγίζουν τον ουρανό. Το εν λόγω λογισμικό είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο εργαλείο τόσο

στον δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η διαδικασία εξεύρεσης στοιχείων γεγονός που ενισχύεται ακόμα περισσότερο από τη δυνατότητα για Online data που διαθέτει. Το ArcGIS 10 είναι συμβατό με την πλειοψηφία των λογισμικών, παίρνει δεδομένα Vector και Raster, ενώ έχει ειδική εργαλειοθήκη για μετατροπές δεδομένων από μια μορφή σε άλλη. Χαρακτηρίζεται ευέλικτο καθώς είναι βασισμένο σε γλώσσα προγραμματισμού Python και παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας νέων εργαλείων από τον χρήστη ανάλογα με τις ανάγκες του. Έχει μεγάλο εύρος εφαρμογών, αλλά είναι περίπλοκο στη χρήση και αρκετά βαρύ πρόγραμμα. Ένα μειονέκτημα που εντοπίστηκε και πρέπει να επισημανθεί είναι ότι συγκριτικά με τα άλλα προγράμματα έχει πολύ τυποποιημένα σύμβολα. Για παράδειγμα σε μια Α/Γ μπορείς να μεταβάλεις μόνο το ύψος και τη διάμετρό της. Η τιμή του ανέρχεται στα 2.000€ με 50% έκπτωση για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

A.2.3 Community Viz 4.1

Το CommunityViz είναι μια επέκταση του λογισμικού ArcGIS της ESRI, που αποτελείτε από δύο εργαλεία: το Scenario 360 και το Scenario 3D, που δίνουν τη δυνατότητα εφαρμογής διαφορετικών εναλλακτικών σεναρίων και εξέτασης των συνεπειών τους. Τα εργαλεία αυτά εφαρμόζονται σε μοντέλα περιφερειακής κλίμακας και διαθέτουν Google Earth Exporter για γρήγορη και εύκολη δημιουργία 3D εκδόσεων της ανάλυσης, για προβολή στο Google Earth. Παρέχουν τη δυνατότητα ανάλυσης οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεις που σχετίζονται με την μελέτη μας, ενώ με τη χρήση του LandFrag Wizard ποσοτικοποιεί τις επιπτώσεις καινούργιων δρόμων, κτιρίων και άλλων μορφών αναπτυξιακών έργων στο φυσικό τοπίο (π.χ. αιολικών πάρκων). Επιπλέον με τη χρήση του Optimizer δίνετε η δυνατότητα επιλογής του καλύτερου συνδυασμού χαρακτηριστικών για

να επιτύχουν συγκεκριμένους στόχους ενώ με το Formula Wizard γίνεται να δημιουργηθούν νέοι τύποι επιπτώσεων μέσω της χρήσης των πάνω από 75 εξελιγμένων λειτουργιών. Το παραγόμενο τρισδιάστατο μοντέλο είναι αρκετά ρεαλιστικό και διαδραστικό, υπάρχει η δυνατότητα πλοήγησης και fly-throughs, ενώ οι σκηνές του Scenario 3D έχουν την χωρική ακρίβεια του χάρτη ArcGIS από τις οποίες κατασκευάζονται. Τα χαρακτηριστικά και τα αντικείμενα στο Scenario 3D φέρουν τη βάση πληροφοριών του GIS, ώστε να μπορείτε να μάθετε περισσότερα για τα πράγματα που βλέπετε.

Έχει συμβατότητα με τα προγράμματα SketchUpTM, τα CAD, το 3ds MaxTM, το MayaTM, το COLLADATM και επιπλέον το Scenario 3D υποστηρίζει KMZ, 3DS, και DAE είδη αρχείων. Η τιμή του ανέρχεται στα 2.000€ και για εκπαιδευτικούς σκοπούς διατίθεται στα 1.000€.

Εικόνα 42: Προσομοίωση αστικής περιοχής στο λογισμικό CommunityViz



A.3 Προγράμματα εξειδικευμένα στην τρισδιάστατη απεικόνιση

A.3.1 Προγράμματα CAD (Autocad Civil, 3d Studio Max Design)

Για την παρούσα εργασία μελετήθηκαν δύο λογισμικά της εταιρίας Autodesk: το_Autocad Civil και 3d Studio Max Design. Και τα δύο προσφέρουν στο χρήστη τα απαραίτητα εργαλεία για την οπτικοποίηση, προσομοίωση και δημιουργία κινούμενης εικόνας. Είναι

προγράμματα ικανά να προσομοιώσουν σύνθετα τοπία κάθε κλίμακας. Τα εργαλεία διαμόρφωσης του εδάφους υποστηρίζουν τρισδιάστατα μοντέλα μεγάλων επιφανειών ενώ διατηρούν δυναμική σχέση με την προέλευση των δεδομένων συμπεριλαμβανομένων των καμπύλων, των γραμμών, των αξονικών μοντέλων και της ταξινόμησης αντικειμένων. Η χρήση επιφανειών ως αναφορά βοηθά στη δημιουργία όψεων και τομών, ενώ ενδεχόμενες αλλαγές στα αρχικά δεδομένα ενημερώνονται αυτόματα, βοηθώντας στην εξοικονόμηση χρόνου και στην ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων. Για καλύτερη εκτίμηση των χωρικών πληροφοριών, τα προγράμματα αυτά χρησιμοποιούν την προηγμένη χωρική λειτουργία του AutoCAD 3D, για την εκτέλεση χωροθετήσεων, τη δημιουργία θεματικών χαρτών, ζωνών επιρροής (buffer) και ανάλυσης επικάλυψης (overlay analysis). Επίσης, εργαλεία Line-of-sight, συμπεριλαμβανομένων του σημείο προς σημείο και την εξ' αποστάσεως όραση κατά μήκος ενός άξονα επιτρέπουν τον οπτικό έλεγχο του μοντέλου.

Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα έκδοσης των πληροφοριών του υπό μελέτη μοντέλου στην υπηρεσία χαρτογράφησης του Google Earth™ ή δημιουργίας αρχείων 3D DWF™ για επίδειξη του σχεδίου σε κοινό που δεν έχει τεχνικές γνώσεις. Τα CAD προγράμματα διαθέτουν μεγάλη βιβλιοθήκη αντικειμένων και υλικών και ποικιλία υφών όπως άσφαλτος, τσιμέντο, χαλίκι, χώμα κ.ά.

Εικόνα 43: Προσομοίωση οδού στο λογισμικό Autocad Civil



Επίσης, προσφέρεται, άμεση πρόσβαση σε δεδομένα GIS, από διάφορες πηγές συμπεριλαμβανομένων των ESRI® SHP files and Oracle®, Microsoft® SQL Server™, PostGIS, PostgreSQL, SQLite, MySQL®, και ESRI® ArcSDE®, πρόσβαση σε αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες συμπεριλαμβανομένων των Mr.SID™, ECW, και γεωαναφερμένων αρχείων TIFF, και σύνδεση με διαδικτυακές υπηρεσίες χαρτογράφησης (WMS) και web feature services (WFS) για εκμετάλλευση δεδομένων που είναι διαθέσιμα στο κοινό. Άμεση πρόσβαση σημαίνει ότι δεν χρειάζονται μετατροπή, γεγονός που βοηθά στη στήριξη της ακεραιότητας των δεδομένων.

Τα μειονεκτήματα των λογισμικών CAD είναι ότι δεν διαθέτουν αρκετά εργαλεία χωρικής ανάλυσης, πόσο μάλλον ανάλυσης της οπτικής όχλησης. Είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα στη χρήση τους και απαιτούν ειδικές γνώσεις ακόμα και για την πιο απλή προσομοίωση. Επίσης με τη χρήση τους δεν μπορεί να γίνει πολύ λεπτομερής τοπογραφική προσομοίωση του εδάφους γεγονός που δυσχαιρένει πολύ την μελέτη του οπτικού αντίκτυπου. Ωστόσο, θετικό αποτελεί το γεγονός ότι τα λογισμικά αυτά διατίθενται δωρεάν για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

A.3.2 Visual Nature Studio 3

Το Visual Nature Studio 3 είναι εξειδικευμένο στη τρισδιάστατη προσομοίωση, τόσο για μεγάλες σε έκταση περιοχές όσο και για μικρότερες. Όπως είναι φυσικό επομένως, οι προσομοιώσεις που παράγει είναι πολύ πιο ρεαλιστικές από τα άλλα προγράμματα. Έχει μεγάλη ποικιλία στα είδη της χλωρίδας, αναπαράγει ρεαλιστικά υδάτινες επιφάνειες και το έδαφος, ενώ παρουσιάζει ποικιλία στις υφές των αντικειμένων που εισάγονται, γεγονός που επιτρέπει στο χρήστη να απεικονίσει με λεπτομέρεια το οικοσύστημα που μελετά και κατ' επέκταση το τοπίο. Παρόλο που στα φυσικά στοιχεία έχει πολλές βιβλιοθήκες στα ανθρωπογενή στοιχεία υστερεί. Παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής συστήματος

γεωαναφοράς και εισαγωγής δεδομένων από GPS. Κάθε στοιχείο του μοντέλου εκτός από συντεταγμένες μπορεί να εμπεριέχει και μια βάση δεδομένων. Είναι σχετικά εύκολο στη χρήση ενώ η ταχύτητα της προσομοίωσης εξαρτάται από το βαθμό της λεπτομέρειας που θέλουμε να επιτύχουμε. Το Visual Nature Studio είναι αρκετά δημοφιλές πρόγραμμα, με πολλές εφαρμογές στις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το πρόγραμμα παρέχει τη δυνατότητα ελεύθερης πλοήγησης στο μοντέλο, χρήση καμερών για έλεγχο της ορατότητας από συγκεκριμένα σημεία παρατήρησης, δυνατότητες flythrough, walk, look around κ.ά. και παραγωγής Annotation. Φυσικά, ο μεγάλο μειονέκτημα του προγράμματος είναι η έλλειψη εργαλείων χωρικής ανάλυσης που το καθιστά αδύνατο να χρησιμοποιηθεί ανεξάρτητα, παρά μόνο με τη συνοδευτική χρήση άλλων λογισμικών.

Εικόνα 44: Προσομοίωση οδού στο λογισμικό Visual Nature Studio 3



Ενότητα Β

Αναλυτικοί Πίνακες Υπολογισμού των Συντελεστών της Ισπανικής Μεθόδου των Μελετών Περίπτωσης

B.1. Μελέτη Περίπτωσης Αιολικού Πάρκου

Πίνακας 22: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για το Σενάριο χρησιμοποίησης μικρότερων Α/Γ

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το Αιολικό Πάρκο	Δήμος	n	Xi	WM	a	b	V	N	c	Απόσταση ΑΠ-οικοσμού (km)	d	Πληθ.	e	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	C
Αλιγοί	Ιναχωρίου	1	4	16	0,25	1	0,2	1	0,2	3,0	1,044	35	0,45	0,052	ελάχιστο	0,023	ελάχιστο	0,01
Βάθη	Ιναχωρίου	1	2	16	0,13	1	0,5	1	0,5	2,0	1,046	69	0,60	0,065	ελάχιστο	0,039	ελάχιστο	0,01
Πλοκαμιανά	Ιναχωρίου	1	1	16	0,06	1	0,2	1	0,2	2,3	1,045	25	0,45	0,013	ελάχιστο	0,006	ελάχιστο	0,00
Τζιτζιφιά	Ιναχωρίου	1	1	16	0,06	1	0,5	1	0,5	1,5	1,047	9	0,35	0,033	ελάχιστο	0,011	ελάχιστο	0,00
Ρογδιά	Ιναχωρίου	1	14	16	0,88	1	1,0	1	1,0	4,0	1,042	64	0,60	0,912	βαθιά σοβαρό	0,547	σοβαρό	0,06
Έλος	Ιναχωρίου	1	8	16	0,50	1	1,0	1	1,0	1,6	1,047	194	0,90	0,523	σοβαρό	0,471	μέσο	0,11
Λίμνη	Ιναχωρίου	1	16	16	1,00	1	1,0	1	1,0	2,8	1,044	85	0,60	1,044	βαθιά σοβαρό	0,627	σοβαρό	0,09
Φελεσιανά	Ιναχωρίου	1	10	16	0,63	1	0,5	1	0,5	2,7	1,045	10	0,35	0,326	μέσο	0,114	ελαφρύ	0,01
Αερινός	Ιναχωρίου	1	6	16	0,38	1	0,5	1	0,5	2,2	1,046	13	0,35	0,196	ελαφρύ	0,069	ελάχιστο	0,01
Περιβόλια	Ιναχωρίου	1	5	16	0,31	1	0,5	1	0,5	1,4	1,047	39	0,45	0,164	ελαφρύ	0,074	ελάχιστο	0,01
Κεφάλι	Ιναχωρίου	1	6	16	0,38	1	0,5	1	0,5	2,2	1,046	54	0,60	0,196	ελαφρύ	0,118	ελαφρύ	0,02
Παπαδιανά	Ιναχωρίου	1	5	16	0,31	1	0,5	1	0,5	2,6	1,045	44	0,45	0,163	ελαφρύ	0,073	ελάχιστο	0,01
Άνω Στροβιλές	Ιναχωρίου	1	2	16	0,13	1	0,5	1	0,5	2,4	1,045	66	0,60	0,065	ελάχιστο	0,039	ελάχιστο	0,01
Στροβιλές	Ιναχωρίου	1	6	16	0,38	1	0,5	1	0,5	2,9	1,044	66	0,60	0,196	ελαφρύ	0,117	ελαφρύ	0,03
Ψαριανά	Πελεκάνου	1	3	16	0,19	1	0,2	1	0,2	4,0	1,042	18	0,35	0,039	ελάχιστο	0,014	ελάχιστο	0,00
Μουστάκος	Πελεκάνου	1	4	16	0,25	1	1,0	1	1,0	2,7	1,045	48	0,45	0,261	ελαφρύ	0,118	ελαφρύ	0,01
Αρχοντικό	Πελεκάνου	1	4	16	0,25	1	1,0	1	1,0	2,8	1,044	6	0,35	0,261	ελαφρύ	0,091	ελάχιστο	0,00
Καματερά	Πελεκάνου	1	4	16	0,25	1	1,0	1	1,0	3,8	1,042	12	0,35	0,261	ελαφρύ	0,091	ελάχιστο	0,00
Χονδρός	Πελεκάνου	1	0	16	0,00	1	0,5	1	0,5	4,0	1,042	32	0,45	0,000	μηδενικό	0,000	μηδενικό	0,00
Λούχιον	Ιναχωρίου	1	11	16	0,69	1	1,0	1	1,0	2,3	1,045	13	0,35	0,719	πολύ σοβαρό	0,252	ελαφρύ	0,01
Φαράγγι	Πελεκάνου	1	4	16	0,25	1	0,5	1	0,5	1,6	1,047	21	0,45	0,131	ελαφρύ	0,059	ελάχιστο	0,01

Συνολική Αξιολόγηση C=0,41 (Μέση Οπτική Όχληση)

Πίνακας 23: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για το Σενάριο όπου μεταβάλλεται ο τρόπος καταμέτρησης των Α/Γ

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το Αιολικό Πάρκο	Δήμος	n	Xi	WM	a	b	V	N	c	Απόσταση ΑΠ-οικοσμού (km)	d	Πληθ.	ε	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	C
Αλιγοί	Ιναχωρίου	1	3,7	16	0,23	1	0,2	1	0,2	3,0	1,044	35	0,45	0,048	ελάχιστο	0,022	ελάχιστο	0,01
Βάθη	Ιναχωρίου	1	1,7	16	0,11	1	0,5	1	0,5	2,0	1,046	69	0,60	0,056	ελάχιστο	0,033	ελάχιστο	0,01
Πλοκαμιανά	Ιναχωρίου	1	1,3	16	0,08	1	0,2	1	0,2	2,3	1,045	25	0,45	0,017	ελάχιστο	0,008	ελάχιστο	0,00
Τζιτζιφά	Ιναχωρίου	1	1,6	16	0,10	1	0,5	1	0,5	1,5	1,047	9	0,35	0,052	ελάχιστο	0,018	ελάχιστο	0,00
Ρογδιά	Ιναχωρίου	1	14	16	0,88	1	1,0	1	1,0	4,0	1,042	64	0,60	0,912	βαθιά σοβαρό	0,547	σοβαρό	0,06
Έλος	Ιναχωρίου	1	8,2	16	0,51	1	1,0	1	1,0	1,6	1,047	194	0,90	0,536	σοβαρό	0,483	μέσο	0,11
Λίμνη	Ιναχωρίου	1	16	16	1,00	1	1,0	1	1,0	2,8	1,044	85	0,60	1,044	βαθιά σοβαρό	0,627	σοβαρό	0,09
Φελεσιανά	Ιναχωρίου	1	11,2	16	0,70	1	0,5	1	0,5	2,7	1,045	10	0,35	0,366	μέσο	0,128	ελαφρύ	0,01
Αερινός	Ιναχωρίου	1	5,6	16	0,35	1	0,5	1	0,5	2,2	1,046	13	0,35	0,183	ελαφρύ	0,064	ελάχιστο	0,00
Περιβόλια	Ιναχωρίου	1	5,6	16	0,35	1	0,5	1	0,5	1,4	1,047	39	0,45	0,183	ελαφρύ	0,082	ελάχιστο	0,01
Κεφάλι	Ιναχωρίου	1	4,6	16	0,29	1	0,5	1	0,5	2,2	1,046	54	0,60	0,150	ελαφρύ	0,090	ελαφρύ	0,02
Παπαδιανά	Ιναχωρίου	1	5,0	16	0,31	1	0,5	1	0,5	2,6	1,045	44	0,45	0,163	ελαφρύ	0,073	ελάχιστο	0,01
Άνω Στροβλές	Ιναχωρίου	1	2,0	16	0,13	1	0,5	1	0,5	2,4	1,045	66	0,60	0,065	ελάχιστο	0,039	ελάχιστο	0,01
Στροβλές	Ιναχωρίου	1	7,0	16	0,44	1	0,5	1	0,5	2,9	1,044	66	0,60	0,228	ελάχιστο	0,137	ελαφρύ	0,03
Ψαριανά	Πελεκάνου	1	3,0	16	0,19	1	0,2	1	0,2	4,0	1,042	18	0,35	0,039	ελάχιστο	0,014	ελάχιστο	0,00
Μουστάκος	Πελεκάνου	1	4,0	16	0,25	1	1,0	1	1,0	2,7	1,045	48	0,45	0,261	ελαφρύ	0,118	ελαφρύ	0,01
Αρχοντικό	Πελεκάνου	1	3,8	16	0,24	1	1,0	1	1,0	2,8	1,044	6	0,35	0,248	ελαφρύ	0,087	ελάχιστο	0,00
Καματερά	Πελεκάνου	1	4,0	16	0,25	1	1,0	1	1,0	3,8	1,042	12	0,35	0,261	ελαφρύ	0,091	ελάχιστο	0,00
Χονδρός	Πελεκάνου	1	0,0	16	0,00	1	0,5	1	0,5	4,0	1,042	32	0,45	0,000	μηδενικό	0,000	μηδενικό	0,00
Λούχιον	Ιναχωρίου	1	12,3	16	0,77	1	1,0	1	1,0	2,3	1,045	13	0,35	0,804	πολύ σοβαρό	0,281	ελαφρύ	0,01
Φαράγγι	Πελεκάνου	1	4,0	16	0,25	1	0,5	1	0,5	1,6	1,047	21	0,45	0,131	ελαφρύ	0,059	ελάχιστο	0,01

Συνολική Αξιολόγηση C=0,42 (Μέση Οπτική Όχληση)

Πίνακας 24: Σύγκριση των διάφορων υποθέσεων

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το Αιολικό Πάρκο	Μεγάλες Α/Γ					Μικρές Α/Γ					Διαιρέση Α/Γ σε τμήματα				
	Xi	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	Xi	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	Xi	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης
Αλιγοί	4	0,052	ελάχιστο	0,023	ελάχιστο	4	0,052	ελάχιστο	0,023	ελάχιστο	3,7	0,048	ελάχιστο	0,022	ελάχιστο
Βάθη	2	0,065	ελάχιστο	0,039	ελάχιστο	2	0,065	ελάχιστο	0,039	ελάχιστο	1,7	0,056	ελάχιστο	0,033	ελάχιστο
Πλοκαμιανά	1	0,013	ελάχιστο	0,006	ελάχιστο	1	0,013	ελάχιστο	0,006	ελάχιστο	1,3	0,017	ελάχιστο	0,008	ελάχιστο
Τζιτζιφιά	1	0,033	ελάχιστο	0,011	ελάχιστο	1	0,033	ελάχιστο	0,011	ελάχιστο	1,6	0,052	ελάχιστο	0,018	ελάχιστο
Ρογδιά	14	0,912	βαθιά σοβαρό	0,547	σοβαρό	14	0,912	βαθιά σοβαρό	0,547	σοβαρό	14	0,912	βαθιά σοβαρό	0,547	σοβαρό
Έλος	10	0,654	σοβαρό	0,589	σοβαρό	8	0,523	σοβαρό	0,471	μέσο	8,2	0,536	σοβαρό	0,483	μέσο
Λίμνη	16	1,044	βαθιά σοβαρό	0,627	σοβαρό	16	1,044	βαθιά σοβαρό	0,627	σοβαρό	16	1,044	βαθιά σοβαρό	0,627	σοβαρό
Φελεσιανά	12	0,392	μέσος	0,137	ελαφρύ	10	0,326	μέσο	0,114	ελαφρύ	11,2	0,366	μέσο	0,128	ελαφρύ
Αερινός	6	0,196	ελαφρύ	0,069	ελάχιστο	6	0,196	ελαφρύ	0,069	ελάχιστο	5,6	0,183	ελαφρύ	0,064	ελάχιστο
Περιβόλια	6	0,196	ελαφρύ	0,088	ελάχιστο	5	0,164	ελαφρύ	0,074	ελάχιστο	5,6	0,183	ελαφρύ	0,082	ελάχιστο
Κεφάλι	6	0,196	ελαφρύ	0,118	ελαφρύ	6	0,196	ελαφρύ	0,118	ελαφρύ	4,6	0,150	ελαφρύ	0,090	ελαφρύ
Παπαδιανά	6	0,196	ελαφρύ	0,088	ελάχιστο	5	0,163	ελαφρύ	0,073	ελάχιστο	5,0	0,163	ελαφρύ	0,073	ελάχιστο
Άνω Στροβλές	2	0,065	ελάχιστο	0,039	ελάχιστο	2	0,065	ελάχιστο	0,039	ελάχιστο	2,0	0,065	ελάχιστο	0,039	ελάχιστο
Στροβλές	9	0,294	ελαφρύ	0,176	ελαφρύ	6	0,196	ελαφρύ	0,117	ελαφρύ	7,0	0,228	ελάχιστο	0,137	ελαφρύ
Ψαριανά	3	0,039	ελάχιστο	0,014	ελάχιστο	3	0,039	ελάχιστο	0,014	ελάχιστο	3,0	0,039	ελάχιστο	0,014	ελάχιστο
Μουστάκος	4	0,261	ελαφρύ	0,118	ελαφρύ	4	0,261	ελαφρύ	0,118	ελαφρύ	4,0	0,261	ελαφρύ	0,118	ελαφρύ
Αρχοντικό	5	0,326	μέσο	0,114	ελαφρύ	4	0,261	ελαφρύ	0,091	ελάχιστο	3,8	0,248	ελαφρύ	0,087	ελάχιστο
Καματερά	4	0,261	ελαφρύ	0,091	ελάχιστο	4	0,261	ελαφρύ	0,091	ελάχιστο	4,0	0,261	ελαφρύ	0,091	ελάχιστο
Χονδρός	0	0,000	μηδενικό	0,000	μηδενικό	0	0,000	μηδενικό	0,000	μηδενικό	0,0	0,000	μηδενικό	0,000	μηδενικό
Λούχιον	15	0,980	βαθιά σοβαρό	0,343	μέσο	11	0,719	πολύ σοβαρό	0,252	ελαφρύ	12,3	0,804	πολύ σοβαρό	0,281	ελαφρύ
Φαράγγι	4	0,131	ελαφρύ	0,059	ελάχιστο	4	0,131	ελαφρύ	0,059	ελάχιστο	4,0	0,131	ελαφρύ	0,059	ελάχιστο
Συνολική Αξιολόγηση	C=0,46 (Μέση Οπτική Όχληση)					C=0,41 (Μέση Οπτική Όχληση)					C=0,42 (Μέση Οπτική Όχληση)				

B.2. Μελέτη Περίπτωσης Ηλιοθερμικού Σταθμού

Πίνακας 25: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για τους οικισμούς στο Σενάριο1

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το ηλιοθεραπευτικό	Xi	WM	a	b	V	N	c	Απόσταση ΗΛΘ-οικοσμού (m)	d	Πληθυσμός	e	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	C
Καλαθάς	0	7.584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	2.500	0,550	329	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Κουνουπιδιανά	2.340	7.584	0,31	1	0,5	1,1	0,55	3.700	0,310	3.757	1,00	0,1	ελαφρύ	0,1	ελαφρύ	0,12
Καμπάνι	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	2.200	0,610	185	0,90	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Πλακούρες	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	2.900	0,470	19	0,35	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Κορακιές	0	7.584	0,00	1	0,5	1,1	0,55	4.400	0,170	0	0,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Πυθάρι	31	7.584	0,00	1	0,2	1,1	0,22	4.200	0,210	471	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Αργοντιδες	0	7.584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	3.300	0,390	106	0,90	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Καθιανά	0	7.584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	1.900	0,670	328	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Στέρνες	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	5.200	0,010	773	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Ανεμόμυλοι	0	7.584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	3.900	0,270	203	0,90	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Παζινός	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	3.700	0,310	339	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Ζορνάδης	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	3.100	0,430	0	0,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Αεροδρόμιο	120	7.584	0,02	1	0,5	1,1	0,55	3.500	0,350	282	0,90	0,0	ελάχιστο			0,00
Μουζουράς	0	7.584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	3.600	0,330	1.173	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Ακρόπολη	0	7.584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	5.000	0,050	18	0,35	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Καλλορούμα	4.800	7.584	0,63	1	1,0	1,1	1,10	2.400	0,570	74	0,60	0,4	μέσο	0,2	ελαφρύ	0,00
Χορδάκι	7.584	7.584	1,04	1	1,0	1,1	1,10	3.800	0,290	357	1,00	0,3	μέσο	0,3	μέσο	0,04
Μονή Αγ.Τριάδος	4.523	7.584	0,60	1	1,0	1,1	1,10	1.000	0,850	12	0,35	0,6	σοβαρό			0,00
Κουμαρές	5.052	7.584	0,67	1	1,0	1,1	1,10	200	1,010	0	0,00	0,7	πολύ σοβαρό	0,0	ελάχιστο	0,00
Χωραφάκια	0	7.584	0,00	1	1,0	1,1	1,10	1.800	0,690	579	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Αγ.Νικόλαος	0	7.584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	1.900	0,670	89	0,60	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Μονή Αγίας Κυρίας των Αγγέλων	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	2.400	0,570	0	0,00	0,0	ελάχιστο			0,00

Σταυρός	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	3.000	0,450	323	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Γαλήνη	564	7.584	0,07	1	0,5	1,1	0,55	2.400	0,570	72	0,60	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
Αρώνι	0	7584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	4.000	0,250	471	1,00	0,0	ελάχιστο	0,0	ελάχιστο	0,00
															0,16	

Πίνακας 26: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για το οδικό δίκτυο στο Σενάριο1

Βασικοί Δρόμοι σε απόσταση 6km από το ηλιοθεραπεικό	Xi	WM	a	b	V	N	c	Μέση Απόσταση ΗΛΘ-Δρόμου (m)	d	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης
Κουμαρές-Γουβερνέτο	8.016	7.584	1,06	1,0	1,0	1,1	1,1	600	0,93	1,0	βαθιά σοβαρό
Χωραφάκια-Σταυρός	1.440	7.584	0,19	0,5	0,5	1,1	0,55	500	1,00	0,0	ελάχιστο
Χανιά-Σταυρός	240	7.584	0,03	0,5	0,5	1,1	0,55	2.400	0,57	0,0	ελάχιστο
Στέρνες- Χωραφάκια	2.184	7.584	0,29	0,7	0,2	1,1	0,22	2.500	0,55	0,0	ελάχιστο
Καλόρουμα	840	7.584	0,11	0,2	0,5	1,1	0,55	4.500	0,15	0,0	ελάχιστο
Κουνουπιδιανά-Καμπάνι-Καθιανά	960	7.584	0,13	0,1	0,2	1,1	0,22	4.500	0,15	0,0	ελάχιστο

Πίνακας 27: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για τους οικισμούς στο Σενάριο2

Οικισμοί σε απόσταση 6km από το ηλιοθερμικό	Xi	WM	N	c	Απόσταση ΗΛΘ- οικοσμού (m)	d	Πληθυσμός	e	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	PA2	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης	C
Καλαθάς	0	7.584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	2500	0,550	329	1,00	0,0	ελάχιστο
Κουνουπιδιανά	1.956	7.584	0,26	1	0,5	1,1	0,55	3700	0,310	3.757	1,00	0,0	ελάχιστο
Καμπάνι	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	2200	0,610	185	0,90	0,0	ελάχιστο
Πλακούρες	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	2900	0,470	19	0,35	0,0	ελάχιστο
Κορακιές	0	7.584	0,00	1	0,5	1,1	0,55	4400	0,170	0	0,00	0,0	ελάχιστο
Πυθάρι	5	7.584	0,00	1	0,2	1,1	0,22	4200	0,210	471	1,00	0,0	ελάχιστο
Αργουλίδες	0	7.584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	3300	0,390	106	0,90	0,0	ελάχιστο
Καθιανά	0	7.584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	1900	0,670	328	1,00	0,0	ελάχιστο
Στέρνες	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	5200	0,010	773	1,00	0,0	ελάχιστο
Ανεμόμυλοι	0	7.584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	3900	0,270	203	0,90	0,0	ελάχιστο
Παζινός	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	3700	0,310	339	1,00	0,0	ελάχιστο
Ζορνάδης	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	3100	0,430	0	0,00	0,0	ελάχιστο
Αεροδρόμιο	0	7.584	0,00	1	0,5	1,1	0,55	3500	0,350	282	0,90	0,0	ελάχιστο
Μουζουράς	0	7.584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	3600	0,330	1.173	1,00	0,0	ελάχιστο
Ακρόπολη	0	7.584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	5000	0,050	18	0,35	0,0	ελάχιστο
Καλλορούμα	4.620	7.584	0,61	1	1,0	1,1	1,10	2400	0,570	74	0,60	0,4	μέσο
Χορδάκι	7.584	7.584	1,03	1	1,0	1,1	1,10	3800	0,290	357	1,00	0,3	μέσο
Μονή Αγ.Τριάδος	4.884	7.584	0,64	1	1,0	1,1	1,10	1000	0,850	12	0,35	0,6	σοβαρό
Κουμαρές	5.436	7.584	0,72	1	1,0	1,1	1,10	200	1,010	0	0,00	0,8	πολύ σοβαρό
Χωραφάκια	0	7.584	0,00	1	1,0	1,1	1,10	1800	0,690	579	1,00	0,0	ελάχιστο

Αγ.Νικόλαος	0	7.584	0,00	0	1,0	1,1	1,10	1900	0,670	89	0,60	0,0	ελάχιστο
Μονή Αγίας Κυρίας των Αγγέλων	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	2400	0,570	0	0,00	0,0	ελάχιστο
Σταυρός	0	7.584	0,00	0	0,5	1,1	0,55	3000	0,450	323	1,00	0,0	ελάχιστο
Γαλήνη	900	7.584	0,12	1	0,5	1,1	0,55	2400	0,570	72	0,60	0,0	ελάχιστο
Αρώνι	0	7.584	0,00	0	0,2	1,1	0,22	4000	0,250	471	1,00	0,0	ελάχιστο
													0,14

Πίνακας 28: Αναλυτική παρουσίαση των τιμών των συντελεστών της μεθόδου για το οδικό δίκτυο στο Σενάριο2

Βασικοί Δρόμοι σε απόσταση 6km από το ηλιοθεραπευτικό	Xi	WM	a	b	V	N	c	Μέση Απόσταση ΗΛΘ-Δρόμου (m)	d	PA1	Οπτικό Επίπεδο Όχλησης
Κουμαρές-Γουβερνέτο	8.016	7.584	1,06	1,0	1,0	1,1	1,10	600	0,93	1,0	βαθιά σοβαρό
Χωραφάκια-Σταυρός	1.440	7.584	0,19	0,5	0,5	1,1	0,55	500	1,00	0,0	ελάχιστο
Χανιά-Σταυρός	240	7.584	0,03	0,5	0,5	1,1	0,55	2.400	0,57	0,0	ελάχιστο
Στέρνες- Χωραφάκια	2.184	7.584	0,29	0,7	0,2	1,1	0,22	2.500	0,55	0,0	ελάχιστο
Καλόρουμα	840	7.584	0,11	0,2	0,5	1,1	0,55	4.500	0,15	0,0	ελάχιστο
Κουνουπιδιανά-Καμπάνι-Καθιανά	960	7.584	0,13	0,1	0,2	1,1	0,22	4.500	0,15	0,0	ελάχιστο