

Αισθητική των Ανεμογεννητριών



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο,
Αθήνα 2021

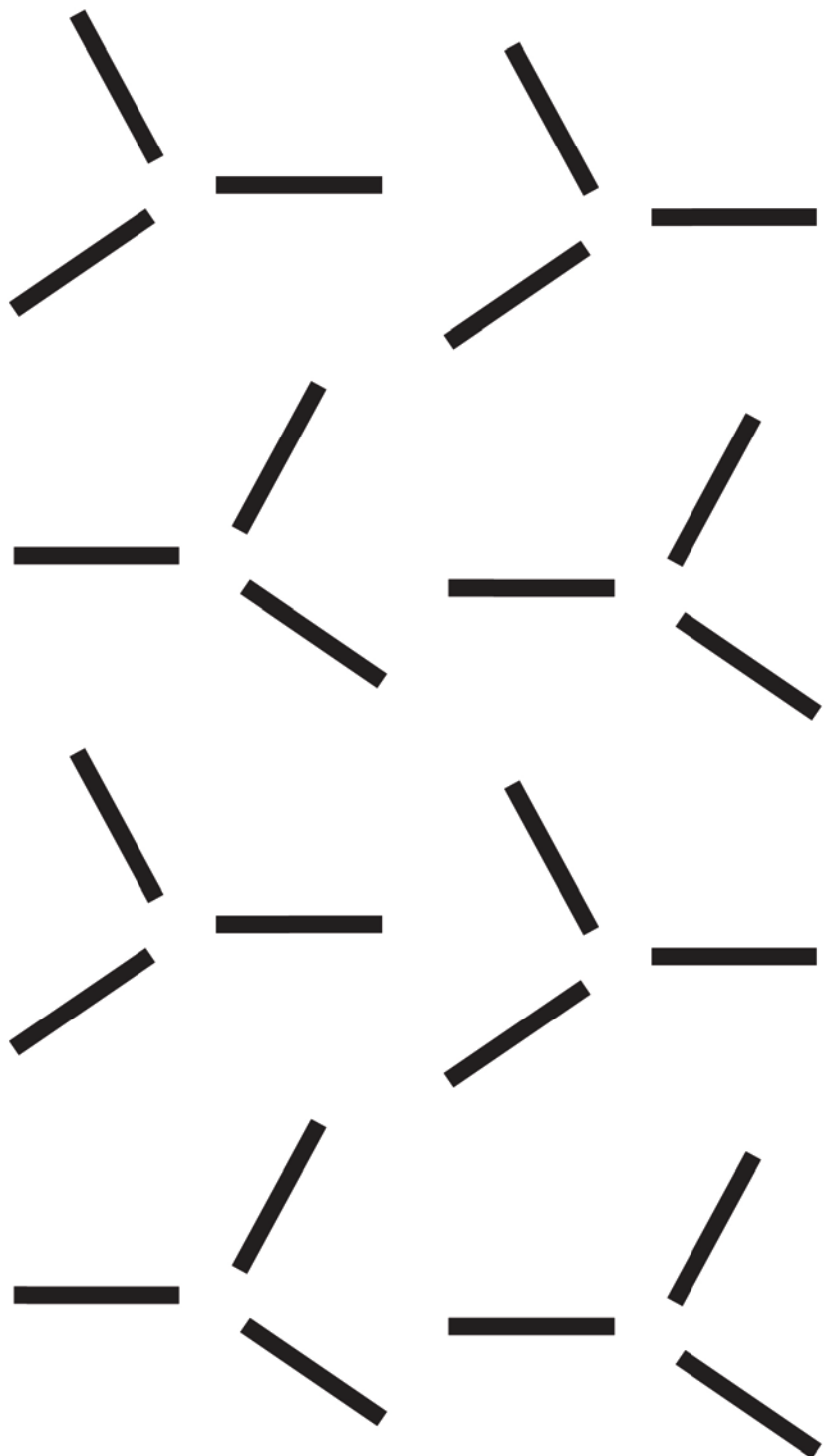
Διπλωματική εργασία:
Ελένη Μαντά

Σχολή:
Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας:
**Υδατικών Πόρων
και Περιβάλλοντος**

Επιβλέπων καθηγητής:
**Γεώργιος - Φοίβος Σαργέντης,
ΕΔΙΠ ΕΜΠ**

Υπεύθυνος καθηγητής:
**Ανδρέας Ευστρατιάδης,
Επίκουρος καθηγητής ΕΜΠ**



Αισθητική των Ανεμογεννητριών



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο,
Αθήνα 2021

Διπλωματική εργασία:
Ελένη Μαντά

Σχολή:
Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας:
**Υδατικών Πόρων
και Περιβάλλοντος**

Επιβλέπων καθηγητής:
**Γεώργιος - Φοίβος Σαργέντης,
ΕΔΙΠ ΕΜΠ**

Υπεύθυνος καθηγητής:
**Ανδρέας Ευστρατιάδης,
Επίκουρος καθηγητής ΕΜΠ**

Επιμέλεια εξωφύλλου:
Ελευθερία Ζάγκα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κατάλογος εικόνων	6
Κατάλογος πινάκων	9
Πρόλογος	10
Περίληψη	11
Abstract	12
Εισαγωγή	13
1 Αισθητική	14
1.1 Γενικά.....	14
1.2 Η αισθητική στα μεγάλα κατασκευαστικά έργα	17
1.3 Σχεδιασμός τεχνικών έργων και φυσικό περιβάλλον.....	18
2 Άνεμος και αιολικές μηχανές	20
2.1 Ο άνεμος στη μυθολογία και το συλλογικό ασυνείδητο	20
2.2 Αιολικές μηχανές από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα.....	29
3 Ανεμογεννήτριες	46
3.1 Η ανάγκη για παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ και η χρησιμότητα των αιολικών πάρκων	46
3.2 Κατασκευή ανεμογεννητριών	47
3.2.1 Βασικά μέρη τυπικής ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα	48
3.2.2 Αρχές που διέπουν την κατασκευή των ανεμογεννητριών	50
3.2.3 Βιομηχανικός Σχεδιασμός.....	52
3.2.4 Ενσωματωμένη ενέργεια ανεμογεννητριών και αιολικών πάρκων	52
3.2.5 Η ηλεκτρική ενέργεια ως εμπορικό προϊόν.....	56
3.3 Τύποι ανεμογεννητριών.....	59
3.4 Τύποι αιολικών πάρκων	62
4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κατασκευής των ανεμογεννητριών	64
4.1 Γενικά.....	64
4.2 Αισθητικές επιπτώσεις	66

5	Αισθητική αξιολόγηση ανεμογεννητριών και αιολικών πάρκων	68
5.1	Φυσικό τοπίο και περιβάλλον.....	68
5.2	Η κατάσταση στην Ελλάδα	69
5.2.1	Η σημερινή κατάσταση ενεργειακής πολιτικής ανάπτυξης ΑΣΠΗΕ με αριθμούς.....	70
5.3	Η περίπτωση της Τήνου	72
5.4	Θεωρητική ανάλυση, αντικειμενική-υποκειμενική.....	72
5.4.1	Γενικά.....	72
5.4.2	Η γνώμη του πληθυσμού.....	73
5.4.3	Τα κυρίαρχα στοιχεία της αισθητικής του τοπίου - αντικειμενική μέθοδος.....	81
5.4.4	Οι βασικοί παράγοντες της αισθητικής του τοπίου	82
5.4.5	Οι μεταβλητοί παράγοντες της αισθητικής του τοπίου.....	83
5.4.6	Τα κυρίαρχα στοιχεία της αισθητικής του τοπίου - υποκειμενική μέθοδος	84
5.4.7	Ποσοτικοποίηση θεωρητικής ανάλυσης – πολυκριτηριακή ανάλυση. []	87
5.5	Στοχαστική ανάλυση	90
5.5.1	Γενικά.....	90
5.5.2	Περιγραφή μεθοδολογίας.....	90
5.5.3	Χωρικά χαρακτηριστικά GIS ανάλυσης ορατότητας.....	92
5.5.4	Στοχαστική ανάλυση εικόνων μοντέλων	95
6	Αισθητικός σχεδιασμός ανεμογεννητριών και αιολικών πάρκων	100
6.1	Δυνατότητες αισθητικού σχεδιασμού ανεμογεννητριών.....	100
6.2	Εναρμόνιση αιολικών πάρκων με το περιβάλλον	107
6.2.1	Χωροθέτηση αιολικών έργων μέσω στοχαστικής ανάλυσης τοπίου	107
6.2.2	Χωροθέτηση αιολικών έργων, χρήσεις γης και βιοποικιλότητα.....	108
7	Συμπεράσματα	110
8	Αναφορές	112

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Απεικόνιση του Βόρειου ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. []	21
Εικόνα 2: Απεικόνιση του Νότιου ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. []	21
Εικόνα 3: Απεικόνιση του Βορειοανατολικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. []	21
Εικόνα 4: Απεικόνιση του Νοτιοδυτικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. []	21
Εικόνα 5: Απεικόνιση του Ανατολικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. []	22
Εικόνα 6: Απεικόνιση του Δυτικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. []	22
Εικόνα 7: Απεικόνιση του Νοτιοανατολικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. []	22
Εικόνα 8: Απεικόνιση του Βορειοδυτικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. []	22
Εικόνα 9: Ο Δίας εξακοντίζει κεραυνό κατά του Τυφώνα. Μελανόμορφη υδρία, περ. 550 π.Χ., γερμ. κρατική συλλογή αρχαιολογικών ευρημάτων. []	24
Εικόνα 10: Το Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα []	28
Εικόνα 11: Σχέδιο κάτοψης του Ωρολογίου του Κυρρήστου []	28
Εικόνα 12: Οι ανεμόμυλοι στο Σελί Αμπέλου στο οροπέδιο Λασιθίου. []	30
Εικόνα 13: Ανεμόμυλος στην Κασσάνδρεια Χαλκιδικής. []	31
Εικόνα 14: Ανεμόμυλοι στο Μανδράκι Ρόδου. []	32
Εικόνα 15: Ανεμόμυλοι στην Αμοργό. []	32
Εικόνα 16: Ανεμόμυλοι στη Λέρο. []	33
Εικόνα 17: Ανεμόμυλοι στη Σαντορίνη. []	33
Εικόνα 18: Τμήματα της μελέτης του Π. Σαντορίνη για την αιολική ενέργεια.	35
Εικόνα 19: Η ανεμογεννήτρια του James Blyth []	36
Εικόνα 20: Η ανεμογεννήτρια του Charles Brush. []	36
Εικόνα 21: Ο καθηγητής Poul la Cour μπροστά από τις πειραματικές του ανεμογεννήτριες 1899. []	36
Εικόνα 22: Ο Marcellus Jacobs πάνω σε μία ανεμογεννήτρια τη δεκαετία του '40. []	37
Εικόνα 23: Η ανεμογεννήτρια των Smith και Putnam. []	37
Εικόνα 24: Η ανεμογεννήτρια του Johanes Juul. []	38
Εικόνα 25: Μοντέλο της πειραματικής ανεμογεννήτριας MOD-0 της NASA. []	38
Εικόνα 26: Η ανεμογεννήτρια Tvind.[]	38
Εικόνα 27: Η ανεμογεννήτρια Darrieus δυο πτερυγίων της Vestas. []	39
Εικόνα 28: Η ανεμογεννήτρια E44 της Enertech τη δεκαετία του '80. []	39
Εικόνα 29: Η ανεμογεννήτρια MOD -5B της NASA. []	40
Εικόνα 30: Το αιολικό πάρκο Delabole στο Cornwall. []	40
Εικόνα 31: Προσομοίωση του επιπλεούμενου αιολικού πάρκου της Statoil. []	43
Εικόνα 32: Το αιολικό πάρκο Roscoe στο Τεξας. []	43

Εικόνα 33: Το αιολικό πάρκο Mendota Hills στο Illinois των Η.Π.Α.. []	44
Εικόνα 34: Ανεμογεννήτριες στο Liu'ao της Κίνας. [].....	44
Εικόνα 35: Ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα []	47
Εικόνα 36: Η εξέλιξη των ανεμογεννητριών με τον χρόνο []	48
Εικόνα 37: Βασικά μέρη τυπικής ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα []	50
Εικόνα 38: Ποσοστά ενσωματωμένης ενέργειας για κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του αιολικού πάρκου.....	55
Εικόνα 39: Εγκατεστημένη ισχύς (MW) και παραγωγή ενέργειας (GWh) ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ στην επικράτεια 2019 (πηγή: ΔΑΠΕΕΠ ΑΕ) [].....	56
Εικόνα 40: Αξία (%) ανά τεχνολογία ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ στην επικράτεια, έτος_2019 (πηγή: ΔΑΠΕΕΠ ΑΕ).....	57
Εικόνα 41: Φορτία και τιμές στην ελληνική αγορά ηλεκτρισμού [].....	58
Εικόνα 42: Απολογισμός Διαχείρισης Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ 2019. (πηγή: ΔΑΠΕΕΠ ΑΕ).....	59
Εικόνα 43: (από αριστερά προς τα δεξιά) α)οριζόντιου άξονα β)Savonius γ)Darrieus δ)Γυρόμυλος (H-rotor) []	61
Εικόνα 44: Το πρώτο αιολικό πάρκο, στο βουνό Crotched στις Η.Π.Α. []	62
Εικόνα 45: Το αιολικό πάρκο Gansu στην Κίνα. Το μεγαλύτερο χερσαίο αιολικό πάρκο. [].....	63
Εικόνα 46: Το πλωτό αιολικό πάρκο στο Walney της Αγγλίας. Το μεγαλύτερο πλωτό αιολικό πάρκο. [].....	63
Εικόνα 47: Το πρώτο πλωτό αιολικό πάρκο, στην πόλη Vindeby της Δανίας. [].....	63
Εικόνα 48: Τα αποτελέσματα μηχανής αναζήτησης σχετικά με τις ανεμογεννήτριες στην Τήνο. Ημερομηνία αναζήτησης: 08/04/2020	74
Εικόνα 49: Τα αποτελέσματα μηχανής αναζήτησης σχετικά με τις αντιδράσεις των πολιτών. Ημερομηνία αναζήτησης 11/04/2020	74
Εικόνα 50: Τα αποτελέσματα μηχανής αναζήτησης σχετικά με τις αντιδράσεις των πολιτών για τις ανεμογεννήτριες στην Τήνο. Ημερομηνία αναζήτησης 11/04/2020.....	74
Εικόνα 51: Το σήμα των οργανωμένων κατοίκων ενάντια στις ανεμογεννήτριες [].....	75
Εικόνα 52: Ειρηνική διαμαρτυρία των κατοίκων, πικ νικ στα Πράσσα 16/11/2019 [].....	75
Εικόνα 53: Ειρηνική διαμαρτυρία των κατοίκων, πικ νικ στα Πράσσα 16/11/2019 [15].....	75
Εικόνα 54: Το hip hop συγκρότημα Social Waste δημοσίευσε τραγούδι/διαμαρτυρία για την πολιτική που ακολουθείται για την αιολική ενέργεια στην Ελλάδα. Από τον δίσκο "Σύνορα" 2020. []	76
Εικόνα 55: Άρθρο της Εφημερίδας των Συντακτών 12/02/2020.....	76
Εικόνα 56: Άρθρο της εφημερίδας ΕΘΝΟΣ 10/02/2020	76
Εικόνα 57: Οι πολίτες της Τήνου σχημάτισαν ανθρώπινη αλυσίδα στο λιμάνι ως ένδειξη διαμαρτυρίας για τις ανεμογεννήτριες [].....	77
Εικόνα 58: Η Τήνος μπλόκαρε την αποβίβαση υλικών για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών [].....	77
Εικόνα 59: Η Τήνος στην πορεία για Ελεύθερα Βουνά Χωρίς Αιολικά [].....	78
Εικόνα 60: Καταστολή πολιτών καθώς προσπάθησαν να εμποδίσουν τη συνέχιση των έργων. Είχε ανακοινωθεί απαγόρευση κυκλοφορίας στους δρόμους από τους οποίους είναι προσβάσιμη η περιοχή τις συγκεκριμένες ημέρες και ώρες που θα διεξάγονταν οι εργασίες. []	78
Εικόνα 61: Ηλεκτρονικό μήνυμα που απευθύνεται από το αρχηγείο του λιμενικού σώματος προς το υπουργείο.....	79
Εικόνα 62: Οι θεματικές κατηγορίες και τελικές μετρήσεις του Πρωτοκόλλου Αξιολόγησης Τοπίου	89
Εικόνα 63: Εικόνα αναφοράς της ανάλυσης: (α) λευκός θόρυβος (b) εικόνα με συσσωματώματα	

(c) τοπίο.....	91
Εικόνα 64: Παράδειγμα στοχαστικής ανάλυσης εικόνας 2D []. Ομαδοποιημένα κελιά σε κλίμακες κ=2, 4, 8, 16, 20, 25, 40, 50, 80, 100 και 200. (a) Λευκός θόρυβος, (b) Εικόνα με συσσωματώματα, (c) Τοπίο	91
Εικόνα 65: (αριστερά) κλιμακόγραμμα των εικόνων αναφοράς, (δεξιά) κανονικοποιημένο κλιμακόγραμμα των εικόνων αναφοράς.	92
Εικόνα 66: Το τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας και η ζώνη ορατότητας σε επίπεδο έδαφος.....	93
Εικόνα 67: Το τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας και η ζώνη ορατότητας σε κορυφή λόφου.....	93
Εικόνα 68: Το τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας και η ζώνη ορατότητας στο μέσο πεδιάδας.....	93
Εικόνα 69: Το τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας και η ζώνη ορατότητας σε πλαγιά.....	93
Εικόνα 70: Κλιμακόγραμμα ανεμογεννήτριας σε επίπεδο έδαφος.....	94
Εικόνα 71: Κλιμακόγραμμα ανεμογεννήτριας στην κορυφή λόφου.....	94
Εικόνα 72: Κλιμακόγραμμα ανεμογεννήτριας στο μέσο πεδιάδας.....	94
Εικόνα 73: Κλιμακόγραμμα ανεμογεννήτριας σε πλαγιά.....	94
Εικόνα 74: Περιοχή στην οποία θα είναι ορατές οι ανεμογεννήτριες ~9km ² ~4,5% της επιφάνειας του νησιού. Σε ακτίνα 2km οι ανεμογεννήτριες θα αποτελούν το κυρίαρχο στοιχείο του τοπίου και σε ακτίνα 10km θα αποτελούν σημαντικό στοιχείο του.	95
Εικόνα 75: Θέσεις εικόνων ανάλυσης (κίτρινο), θέσεις ανεμογεννητριών (κόκκινο).....	96
Εικόνα 76: Το τοπίο όπως είναι σήμερα (αριστερά), το τοπίο μετά την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών (δεξιά).....	96
Εικόνα 77: Περιοχή ορατότητας, τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννητριών στη θέση P_1.....	97
Εικόνα 78: Περιοχή ορατότητας, τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννητριών στη θέση P_2.....	97
Εικόνα 79: Περιοχή ορατότητας, τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννητριών στη θέση P_3.....	97
Εικόνα 80: Περιοχή ορατότητας, τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννητριών στη θέση P_4.....	97
Εικόνα 81: Κλιμακόγραμμα θέσης P_1.....	98
Εικόνα 82: Κλιμακόγραμμα θέσης P_2.....	98
Εικόνα 83: Κλιμακόγραμμα θέσης P_3.....	98
Εικόνα 84: Κλιμακόγραμμα θέσης P_4.....	98
Εικόνα 85: Συγκεντρωτικό διάγραμμα για κάθε περίπτωση που απεικονίζει τη διαφορά του τοπίου με και χωρίς τις ανεμογεννήτριες για κάθε κλίμακα.....	99
Εικόνα 86: Αιολικά γλυπτά της Elena Paroucheva []	102
Εικόνα 87: Τμήμα της παρουσίασης Sky Domes στον διαγωνισμό Land Art Generator στη Νέα Υόρκη το 2012. [].....	104
Εικόνα 88: Τμήμα της παρουσίασης του Freshkills Flock στον διαγωνισμό Land Art Generator στη Νέα Υόρκη το 2012. [].....	105
Εικόνα 89: Τμήμα της παρουσίασης του The Song of Trees στον διαγωνισμό Land Art Generator στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα το 2010. [].....	106
Εικόνα 90: Μείωση εκπομπών CO ₂ (%) και εγκατεστημένη ισχύς (GW) χερσαίων ΑΣΠΗΕ ως προς τα σενάρια του 2050.....	109
Εικόνα 91: Συμβολή της πρότασης στην εθνική και διεθνή περιβαλλοντική πολιτική.....	109

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Χρήσιμα δεδομένα αιολικού πάρκου	53
Πίνακας 2: Ενσωματωμένη ενέργεια υλικών κατασκευής.....	54
Πίνακας 3: Ενσωματωμένη ενέργεια προετοιμασίας και κατασκευής θέσης έργου.....	54
Πίνακας 4: Ποσοτικοποίηση θεωρητικής ανάλυσης – πολυκριτηριακή ανάλυση.....	87

Πρόλογος

Η έννοια της αισθητικής σαν έκφραση του ωραίου ήταν αυτό που με ώθησε στην επιλογή θέματος για τη διπλωματική μου. Στόχος μου ήταν να ερευνήσω, να εκφράσω και να αναπτύξω, από τη σκοπιά του μηχανικού, αυτές τις τόσο δυσερμήνευτες έννοιες που συνθέτουν το φιλοσοφικό αντικείμενο της αισθητικής.

Στην πορεία, όμως, βρέθηκα να ακολουθώ και να στηρίζω τους αγώνες των κατοίκων κάθε περιοχής της Ελλάδας που απειλείται από την «πράσινη ανάπτυξη». Συνειδητοποίησα πόσο σημαντικό είναι το φυσικό τοπίο για την πολιτισμική, ιστορική και κοινωνική ταυτότητα κάθε κοινωνίας. Συνομίλησα με ανθρώπους που πρόκειται να δουν τα βουνά του χωριού τους να καταστρέφονται ολοσχερώς προκειμένου να εγκατασταθούν πελώριες ανεμογεννήτριες που θα επιφέρουν κέρδη σε ιδιωτικές επιχειρήσεις για λίγα χρόνια και ύστερα θα μείνουν σα μεταλλικά κουφάρια να σκουριάζουν σε ένα φαλακρό βουνό.

Συνεπώς, δεν είχα άλλη επιλογή από το να προσεγγίσω το ζήτημα επιστημονικά, χρησιμοποιώντας τα εργαλεία του μηχανικού, να αναδείξω το πρόβλημα και να προτείνω τις λύσεις του. Στην πορεία μου αυτή βρίσκονταν διαρκώς δίπλα μου οι επιβλέποντες καθηγητές μου κ.κ. Φ. Σαργέντης και Α. Ευστρατιάδης τους οποίους ευχαριστώ θερμά για την καθοδήγηση τους. Παράλληλα, θέλω να ευχαριστήσω τους κ.κ. Π. Δημητριάδη και Ρ. Ιωαννίδη για τη βοήθεια τους. Επίσης ευχαριστώ την κίνηση «Η Τήνος κατά των ανεμογεννητριών» και την κ. Άννα Πανωρίου για τις πληροφορίες που μου προσέφεραν σχετικά με τις ανεμογεννήτριες στην Τήνο.

Ευχαριστώ, ακόμα τη φίλη Ελευθερία Ζάγκα για την επιμέλεια του εξωφύλλου, καθώς και τον σύντροφο μου και τα αδέρφια μου για τη συνεχή συμπαράσταση και στήριξη. Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στους γονείς μου που χωρίς αυτούς δε θα έφτανα ως εδώ και κυρίως δε θα ήμουν ο άνθρωπος που είμαι σήμερα.

Ελένη Μαντά
Φεβρουάριος 2021

Περίληψη

Η αισθητική του τοπίου είναι ένα ζήτημα με το οποίο δεν έχουν ασχοληθεί οι αρμόδιοι φορείς κατά την εκπόνηση μελετών για εγκατάσταση ανεμογεννητριών. Στην παρούσα εργασία διερευνάται η ανάγκη ευαισθητοποίησης των φορέων αυτών αναφορικά με τις αισθητικές επιπτώσεις των ανεμογεννητριών στο φυσικό τοπίο και προτείνονται οι ανάλογες λύσεις. Αρχικά, αναλύεται η έννοια της αισθητικής, τόσο φιλοσοφικά όσο και στα τεχνικά έργα, και παρουσιάζονται ιστορικά, τεχνικά και οικονομικά στοιχεία που αφορούν τα αιολικά έργα σε εθνικό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο. Στη συνέχεια, γίνεται η αισθητική αξιολόγηση για το αιολικό έργο που πρόκειται να εγκατασταθεί στη θέση Πράσσα της Τήνου. Η αξιολόγηση αυτή γίνεται αρχικά σε θεωρητικό επίπεδο, μέσω αντικειμενικών και υποκειμενικών μεθόδων, και στη συνέχεια πραγματοποιείται στοχαστική ανάλυση με χρήση κλιμακογράμματος (2D-C). Τέλος, παρουσιάζονται προτεινόμενες λύσεις τόσο για τον αισθητικό σχεδιασμό των ανεμογεννητριών όσο και για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων με στόχο τη μικρότερη δυνατή οπτική όχληση.

Abstract

Landscape aesthetics is an area which had remained untouched in studies by parties responsible for wind turbine installation. In this study, the need for those parties' awareness is explored, regarding the effects of wind turbines on natural landscape and respective solutions are suggested.

In the first part, the notion of aesthetics is analysed, both in philosophy and in technical works. Historical, technical and economic data on wind parks of national and international significance are presented.

In the second part, an aesthetic evaluation of the wind park to be installed in the location Prassa in Tinos island, is presented. The evaluation is firstly on a theoretical level, and secondly a stochastic analysis, with the use of a climacogram (2D-C), is done.

In the third and final part, suggested solutions are presented, regarding the aesthetic design of wind turbines and spatial location of wind parks, aiming for the minimal visual disturbance.

Εισαγωγή

Μέχρι σήμερα, στη μελέτη και τον σχεδιασμό αιολικών έργων λαμβάνονται υπόψη μόνο τεχνικές και οικονομικές απαιτήσεις ενώ η αρμονική ένταξη του έργου στο εκάστοτε τοπίο και η δυνατότητα αισθητικής αξιοποίησης των ανεμογεννητριών δεν εντάσσονται στις υπό μελέτη σχεδιαστικές παραμέτρους. Διεθνώς ισχύει σχεδόν το ίδιο καθεστώς, σε αρκετές περιπτώσεις, όμως, γίνεται προσπάθεια απομάκρυνσης των αιολικών έργων τόσο από τον αστικό ιστό όσο και από τοπία υψηλού φυσικού κάλλους.

Η τρέχουσα τακτική για τον σχεδιασμό ελληνικών αιολικών έργων οδηγεί σε υποβάθμιση ή αλλοίωση φυσικών τοπίων εξαιτίας των ανεμογεννητριών ακόμα και σε περιοχές υψηλής τοπιακής αξίας όπως τουριστικές περιοχές, περιοχές με ειδικούς οικοδομικούς κανονισμούς λόγω αρχιτεκτονικών παραδόσεων (π.χ. Τήνος, Άνδρος κ.ά.) και προστατευόμενες περιοχές (Natura 2000 κ.ά.). Δεδομένου του νέου περιβαλλοντικού νομοσχεδίου, των αμέτρητων αιολικών έργων που βρίσκονται είτε υπό μελέτη είτε υπό εγκατάσταση και της σημασίας της προστασίας και διατήρησης της ποιότητας των τοπίων της χώρας, δημιουργούνται ερωτήματα σχετικά με την κατ' εξακολούθηση αμέλεια της πολιτείας να εντάξει την αισθητική στις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση αποδοτικότερου αισθητικού και χωροταξικού σχεδιασμού των αιολικών έργων στην Ελλάδα, αποσκοπώντας στη διαφύλαξη και αξιοποίηση του φυσικού τοπίου. Για την επίτευξη αυτών χρησιμοποιούνται τόσο θεωρητικά εργαλεία, αντικειμενικά και υποκειμενικά που συνοψίζονται σε μια πολυκριτηριακή ανάλυση, όσο και η στοχαστική ανάλυση με χρήση κλιμακογράμματος (2D-C). Επίσης, προτείνονται λύσεις τόσο για τον αισθητικό σχεδιασμό των ανεμογεννητριών όσο και για τη χωροθέτηση αιολικών έργων με στόχο τη μικρότερη δυνατή οπτική όχληση, με βάση τη στοχαστική ανάλυση. Τα συμπεράσματα της παραπάνω έρευνας μπορούν να συνοψιστούν στο ότι, σαφώς, η ανάγκη παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ είναι επιτακτική αλλά η αισθητική φυσικών τοπίων δεν μπορεί να θυσιάζεται για την ανάγκη αυτή. Συγκεκριμένα, με συνδυαστική αξιοποίηση των θεωρητικών και στοχαστικών εργαλείων καθίσταται δυνατός ο σχεδιασμός αιολικών έργων χωρίς να τίθεται το ζήτημα της αλλοίωσης της ποιότητας του τοπίου ενώ, παράλληλα, θέτονται οι βάσεις για την αναθεώρηση του βιομηχανικού σχεδιασμού των ανεμογεννητριών έτσι ώστε να λαμβάνεται υπόψη και ο παράγοντας της αισθητικής. Τέλος, πρώτοι οι αρμόδιοι κρατικοί φορείς οφείλουν να θέσουν τα όρια προκειμένου να κατασκευάζονται αιολικά έργα των οποίων η αισθητική αξία θα είναι εξίσου υψηλή με τη χρηστική.

1 Αισθητική

1.1 Γενικά

Η αισθητική, σαν κλάδος της φιλοσοφίας, πραγματεύεται τον ορισμό του ωραίου, και πριν από αυτό, το αν μπορεί να υπάρξει ορισμός για το καθετί ωραίο, καθώς και τη χρησιμότητα του ορισμού αυτού.

Ο όρος εισήχθη για πρώτη φορά από τον Γερμανό φιλόσοφο Alexander Gottlieb Baumgarten, ο οποίος με το έργο του συνέβαλε στο να αναγνωριστεί η αισθητική σαν ξεχωριστός φιλοσοφικός κλάδος. Η αισθητική, προερχόμενη ετυμολογικά από το ρήμα «αισθάνομαι», προσδιορίζει την εμπειρία που προσλαμβάνεται και επηρεάζεται από τις αισθήσεις.

Η θεωρία της αισθητικής απασχολεί τους φιλοσόφους ήδη από την αρχαιότητα, με τον Σωκράτη να θεωρεί ότι το *καλόν* ταυτίζεται με το *αγαθόν*, ενώ και τα δύο συμπίπτουν με το *ωφέλιμον*. Τη θεωρία του Σωκράτη, μετά από χιλιάδες χρόνια, θα προεκτείνει ο Nietzsche, διακηρύττοντας την Αισθητική ως την Ηθική του μέλλοντος. Ο Πλάτωνας, ορίζει το έργο της Τέχνης ως μίμηση μίμησης, δηλαδή αντικειμένων τα οποία, όμως, με τη σειρά τους, είναι μίμηση των Ιδεών, εφόσον οι Ιδέες διατηρούν θέση απόλυτης Αλήθειας, απρόσιτης στους ανθρώπους. Συνεπώς, δε θεωρεί την Τέχνη και τους καλλιτέχνες ως τους κατεξοχήν εκφραστές του κάλλους και αποφαινεται ότι μόνο όταν η Τέχνη συνάπτεται με τη σκέψη αποκτά την πλήρη της σημασία. Τη φιλοσοφική άποψη του Πλάτωνα περί Τέχνης έρχεται να αντικρούσει ο, μετέχων την ελληνική παιδεία, Πλωτίνος. Κατά τον Αιγύπτιο φιλόσοφο, η φύση μιμείται την Ιδέα, όμως, η Τέχνη δεν συνιστά μόνο μίμηση μίμησης. Ο Πλωτίνος, επηρεασμένος, λόγω καταγωγής, από τον μυστικισμό της Αιγύπτου, υποστήριξε ότι η Τέχνη, εκτός από το να μιμείται τη φύση, που είναι μίμηση (ανάκλαση) της Ιδέας, έχει την επιπλέον ιδιότητα ότι επικοινωνεί απευθείας με την Ιδέα λόγω της ικανότητας του καλλιτέχνη να επικοινωνεί απευθείας με την Ιδέα της θεότητας.

Τα παραπάνω είναι, απλώς, ένα μικρό μέρος των πρώτων προσεγγίσεων των φιλοσόφων προς την κατεύθυνση της αισθητικής, πριν καν αυτή οριστεί σαν μέρος της φιλοσοφίας. Οι φιλόσοφοι που καταπιάστηκαν με το θέμα είναι πολλοί, με σημαντικότερους τους Baumgarten Kant, Schiller, Schlegel, Schelling, Hegel, Nietzsche, Adorno, Lyotard, Gadamer, Ricouer, Heidegger κ.ά., και κάθε ένας, είτε βασιζόμενος σε προσεγγίσεις προγενέστερων είτε όχι, προσέδωσε νέες οπτικές και ερμηνείες. Η αισθητική διαρκώς εξελίσσεται και αναθεωρείται, αποκτά νέες έννοιες και παρακλάδια καθώς επηρεάζεται άμεσα από τις κοινωνικοπολιτικές συνθήκες της εκάστοτε εποχής και είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις ζωές των ανθρώπων σε κάθε πτυχή και διάσταση τους.

Αισθητικές κατηγορίες

Η κλασική διαίρεση των αισθητικών κατηγοριών μας προσδίδει το Ωραίο, το Υπέροχο, το Χαριτωμένο, το Τραγικό, το Κωμικό. Δίπλα σε αυτές τις κύριες αισθητικές αξίες έχουν προστεθεί και άλλες που θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν σαν ψευτο-αισθητικές, όπως είναι το ενδιαφέρον, το καινούριο, το περίεργο, ή σαν εξω-αισθητικές, όπως το μακάβριο και το φρικιαστικό. [1]

- Το μεγάλο μέγεθος και η δύναμη είναι τα κύρια χαρακτηριστικά του υπέροχου στην τέχνη. Πρόκειται για κάτι που ξεπερνά τις ανθρώπινες δυνάμεις, ένας θρίαμβος της ύλης, όπως ένα κολοσσιαίο μνημείο. Τα αισθήματα της κατάπληξης και του δέους είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με το αίσθημα του υψηλού, και έρχονται σε αντίθεση με τα αισθήματα της αγάπης και της στοργής. Προσεγγίζοντας το υπέροχο αισθανόμαστε ένταση για τη ζωή, η οποία μας προκαλεί κάθαρση. Μας κατακλύζουν αισθήματα γοητείας και θαυμασμού, ενώ εξελισσόμαστε παράλληλα με αυτό.
- Χαρακτηριστικά του χαριτωμένου είναι το εύθραυστο, ο μικρός όγκος και η λίγη δύναμη, καθώς επίσης και η δυνατότητα του να κινείται με αρμονικό τρόπο. Πρόκειται για τον θρίαμβο της μορφής πάνω στην ύλη. Προκαλεί εντυπώσεις όπως η αγάπη, η στοργή και η συμπάθεια.
- Στο σημείο που συγκρούονται ανθρώπινα συναισθήματα, ιδέες και πράξεις εντοπίζουμε το τραγικό. Ο άνθρωπος συγκρούεται με τον άνθρωπο, την κοινωνία, τη μοίρα και την τάξη του κόσμου. Εντοπίζονται ταυτόχρονα δύο τάξεις συναισθημάτων:
 - i. Ο βασανισμός και τα πάθη των ηρώων προκαλούν φόβο και πόνο
 - ii. Ενώ, από την άλλη, εμφανίζονται αισθήματα όπως της ανάτασης, της κάθαρσης, του εξαγνισμού, της λύτρωσης, του θαυμασμού και του ηθικού μεγαλείου.

Το βαθύτερο νόημα της ζωής είναι που δίνει στο τραγικό τον χαρακτήρα του, κι όχι μια απλή και άσκοπη εξιστόρηση των παθών. Μέσα από το τραγικό λυτρωνόμαστε γιατί πραγματεύεται τη νίκη της συνείδησης και του ιδανικού ενάντια στις αντιξοότητες. Η λογοτεχνία και το θέατρο είναι τα κύρια μέσα έκφρασης της αισθητικής του τραγικού καθώς ο άνθρωπος είναι το επίκεντρο.

Το ασυμβίβαστο και αναπάντεχο μεταξύ ανθρώπων, αντικειμένων, γεγονότων και σκέψεων είναι που συντάσσουν το κωμικό. Προκύπτουν δύο απόρροιες:

- i. Διαταράσσεται η ισορροπία και η αρμονία των γεγονότων
- ii. Χάνεται η σοβαρότητα και η αξία, κάνοντας τα στοιχεία αυτά να ευτελίζονται.

Οι παραπάνω ψυχολογικές διαδικασίες προκαλούν ευθυμία και γέλιο, τα οποία συνοψίζουν την αίσθηση που αφήνει το κωμικό. Το κωμικό, ουσιαστικά, ψυχαγωγεί και «διαπαιδαγωγεί».

Βασική προϋπόθεση του κωμικού είναι ότι η κατάσταση από την οποία προκύπτει είναι αβλαβής και αθώα. Υπάρχει, ωστόσο, η γνώμη πως σε κάθε κωμικό, ακόμη και στο πιο αθώο,

υπάρχει μια αιχμή, πως δηλαδή η προκληθείσα ευφορία προέρχεται από ένα αίσθημα υπεροχής και υπεροψίας που νιώθουμε, επειδή κάτι πέφτει στην εκτίμησή μας ή το νιώθουμε κατώτερό μας.

Το κωμικό παρουσιάζεται με δύο κυρίως μορφές :

- i. Το καθαρά κωμικό, δηλαδή το κωμικό χωρίς κάποια βαθύτερη σημασία, π.χ. Χοντρός και Λιγνός.
- ii. Το κωμικό με σημασία, που είναι η σύνθεση αστειότητας και σοβαρότητας, π.χ. η κωμωδία χαρακτήρων και η γελοιογραφία. Σε αυτή τη μορφή ανήκει η σάτιρα, η ειρωνεία και το χιούμορ.

Το ωραίο τοποθετείται υψηλότερα από κάθε άλλη αισθητική αξία καθώς, σύμφωνα με μια γενικευμένη θεώρηση, δεν απαρτίζεται από ειδικά γνωρίσματα, αλλά δημιουργείται από τον συνδυασμό γνωρισμάτων των άλλων αισθητικών αξιών. Από αυτή την άποψη, το Ωραίο αποτελεί τη δεσπόζουσα αισθητική αξία και αποτελεί το αισθητικά αξιόλογο.

Ο Kant περί του ωραίου

Για να διακρίνουμε αν κάτι είναι ωραίο ή όχι, συσχετίζουμε την παράσταση όχι με το αντικείμενο μέσω της διάνοιας με σκοπό τη γνώση, αλλά μέσω της φαντασίας (συνδεδεμένης ίσως με τη διάνοια) με το υποκείμενο και το δικό του συναίσθημα της ηδονής ή της λύπης. Η καλαισθητική κρίση δεν είναι λοιπόν γνωστική κρίση, άρα δεν είναι λογική, αλλά αισθητική με τον επίμαχο όρο εννοούμε εκείνη την κρίση, η προσδιοριστική αρχή της οποίας δεν μπορεί παρά να είναι υποκειμενική. [2]

Ο Kant περί του υψηλού

Το ωραίο της φύσης αφορά στη μορφή του αντικειμένου, η οποία συνίσταται στον περιορισμό. Απεναντίας, το υψηλό απαντά και σε ένα άμορφο αντικείμενο, καθόσον παριστάνεται σε αυτό ή εξ αφορμής του το απερίοριστο αλλά επιπρόσθετα νοείται η ολότητά του, με αποτέλεσμα το μεν ωραίο να φαίνεται ότι ενδείκνυται για την εξεικόνιση μιας απροσδιόριστης έννοιας της διάνοιας, το δε υψηλό μιας απροσδιόριστης έννοιας του Λόγου. Επιπλέον, η δεύτερη ευαρέσκεια διαφέρει πολύ από την πρώτη κατά το είδος, αφού τούτη (το ωραίο) συνεπιφέρει άμεσα ένα συναίσθημα εξυψώσεως της ζωής και ως εκ τούτου είναι συμβατή με θέλητρα και μια παιγνιώδη φαντασία, ενώ εκείνο (το συναίσθημα του υψηλού) είναι ηδονή η οποία μόνο έμμεσα πηγάζει, δηλαδή γεννιέται μέσω του συναισθήματος μιας στιγμιαίας αναστολής των ζωτικών δυνάμεων που ακολουθείται αμέσως από ένα ακόμη ισχυρότερο ξεχειλίσμά τους και συνεπώς, εφόσον είναι συγκίνηση, δεν φαίνεται να υπάρχει παιχνίδι αλλά σοβαρότητα κατά την ενασχόληση της φαντασίας. Ως εκ τούτου το υψηλό δεν είναι συμβατό ούτε με θέλητρα και στο μέτρο που ο ψυχισμός δεν ελκύεται απλώς από το αντικείμενο αλλά και εναλλάξ διαρκώς απωθείται, η ευαρέσκεια που προκαλεί το υψηλό δεν περιέχει τόσο θετική ηδονή

παρά μάλλον θαυμασμό ή σεβασμό, επομένως αξίζει να ονομάζεται αρνητική ηδονή. [3]

1.2 Η αισθητική στα μεγάλα κατασκευαστικά έργα

Οι ανάγκες των ανθρώπων είναι αυτές που επιτάσσουν την κατασκευή έργων, συνεπώς, τα έργα οφείλουν να εξυπηρετούν τους ανθρώπους. Ο άνθρωπος δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί σα μονάδα, αλλά σα μέρος του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου στο οποίο ανήκει και με το οποίο εκ φύσεως αλληλεπιδρά. Τα έργα, λοιπόν, έχουν άμεση κοινωνική επιρροή στο σύνολο και σκοπός τους είναι η εκπλήρωση των αναγκών του σε ολιστικό επίπεδο.

Δεν εξυπηρετούν, όμως, όλα τα έργα ωφελιμιστικά την κοινωνία (ζωγραφική, μουσική). Αποτελούν μέσο έκφρασης κι επικοινωνίας του εκάστοτε καλλιτέχνη με το σύνολο. Παρ' όλα αυτά τα συγκεκριμένα έργα χαίρουν ιδιαίτερης εκτίμησης σε μια κοινωνία καθώς, μέσω της συγκίνησης που προκαλούν, η μονάδα αποβάλλει το μονόπλευρο εγώ της και συνενώνεται με το σύνολο.

Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι τα έργα δεν πρέπει να έχουν μοναδικό σκοπό την εξυπηρέτηση αναγκών, αλλά την εκπλήρωση της ανάγκης του κοινωνείν. Τα έργα οφείλουν να προσφέρουν αισθητική ικανοποίηση στους χρήστες για τους οποίους προορίζονται προκειμένου να εξυπηρετείται πλήρως ο σκοπός τους.

Κάθε μεγάλο αναπτυξιακό-κοινωνοφελές έργο χαρακτηρίζεται, σε μεγάλο βαθμό, από τη δημιουργία, καθώς έχει τη δική του ταυτότητα, εντάσσεται σε μια κλίμακα, στο φυσικό τοπίο και το πολιτισμικό περιβάλλον, ενώ, παράλληλα, είναι λειτουργικό. Το έργο είναι φορέας πολιτισμού των κατασκευαστών και μελετητών του, οι οποίοι έχουν ευθύνη προς την κοινωνία και μελλοντικές γενεές. Η αισθητική είναι βασικό στοιχείο του πολιτισμού. Συνεπώς, οι κατασκευαστές και μελετητές κάθε έργου οφείλουν να υπολογίζουν εξίσου τη χρησιμότητα, τη λειτουργικότητα και την αισθητική. Δυστυχώς, ακόμα και σήμερα, το παραπάνω θεωρείται πολυτέλεια σε πολλές περιπτώσεις κι όχι κοινωνική ευθύνη.

Κάθε κατασκευαστικό έργο, κάθε αρχιτεκτόνημα γίνεται έργο τέχνης όταν η μορφή του, σύμφωνα με τον Βιτρούβιο, είναι σύνθεση τριών στοιχείων: Ευχρηστίας (Utilitas), Σταθερότητας (Firmitas), Ομορφιάς (Venustas). Συνεπώς, η επιτυχία του έργου δεν μπορεί να κριθεί μόνο από την τεχνική του αρτιότητα. Είναι χρέος των κατασκευαστών και μελετητών να προσφέρουν αισθητική ευχαρίστηση μέσω της αρχιτεκτονικής διαμόρφωσης του έργου τους προκειμένου αυτό να εναρμονιστεί με την κοινωνία την οποία σκοπεύει να εξυπηρετήσει.

Η εξυπηρετική μορφή ενός έργου (Utilitas) είναι ιστορικά ο πρώτος σκοπός του δημιουργού. Ο πρώτος δημιουργός-κατασκευαστής έργων αποσκοπούσε να αντιμετωπίσει την επιτακτική ανάγκη άμυνας του ανθρώπου από τα στοιχεία της φύσης και τις επιδρομές άλλων ομάδων. Στην φάση αυτή το περίφραγμα είναι η βασική μορφή προστασίας (κατοικίας-συνοικισμού-ακροπόλεων) και το περικλειστο είναι η πρώτη εξυπηρετική μορφή της

κάτοψης, ενώ η κατοικία εξελίσσεται από την σπηλιά, στην αρχέγονη καλύβα όπου ο άνθρωπος οριοθετεί τον απολύτως απαραίτητο, προστατευόμενο, ιδιωτικό χώρο.

Η τεχνική μορφή ενός έργου που στοχεύει στην σταθερή κατασκευή (Firmitas), με την πρόοδο της τεχνικής και την πάροδο του χρόνου αντικατέστησε τον κύκλο με σχήματα γεωμετρικά και γωνιώδη και η διαμόρφωση του εξαρτήθηκε από τα επί τόπου υλικά και το κλίμα. Επειδή όμως η ζωή του ανθρώπου έχει έφεση για ανώτερο προορισμό, στη συνέχεια δημιούργησε κοινοτικά έργα που συμπλήρωσαν τα πρώτα έργα που ήταν αποκλειστικά κατοικίες. Έτσι τα έργα εξελίχθηκαν από υποκειμενικής σε αντικειμενικής αξίας και συγχρόνως έγινε έντονη η ανάγκη της καλλιτεχνικής μορφής κάθε έργου.

Η καλλιτεχνική μορφή ενός έργου (Venustas) πήγασε από θρησκευτικές δοξασίες και κοσμοθεωρητικές βιώσεις και σε πολλές περιπτώσεις μιμήθηκε την φύση. Στα ωφελμιστικά όμως έργα όπου κυριαρχεί η τεχνική μαζί με την εξυπηρετική μορφή, τις διαστάσεις και την διάταξη τις καθορίζει η λειτουργία του έργου και η κατασκευή γίνεται με τεχνικά μέσα που υπαγορεύουν πολλές φορές αφύσικες τεχνητές μορφές οπότε η καλλιτεχνική μορφή δεν υφίσταται. Για να αποκτήσει ένα έργο καλλιτεχνική μορφή και για να γίνει πρόξενος αισθητικής χαράς, θα πρέπει η εξυπηρετική μαζί με την τεχνική του μορφή να υποταχθούν στην καλλιτεχνική που με τη σειρά της θα πρέπει να καταφέρει να υποβάλει αισθητικές βιώσεις ώστε ο άνθρωπος να μπορεί να κινείται μέσα στο έργο με τάξη και αρμονία δηλαδή με ρυθμό πρακτικά και ψυχικά, ευχάριστο.

Αυτό επιτυγχάνεται αν το κατασκευαστικό έργο είναι σοφά οργανωμένο ως κάτοψη αλλά και ως όγκος, με την λογική της διατήρησης αναλογιών στην κατασκευή ώστε να αποκτά μια αυτοτέλεια. Έτσι η μορφή αυτή είναι αρμονική από μόνη της χωρίς να αρνείται τον προορισμό του έργου. Τότε το έργο δεν συγκινεί μόνο αυτούς που το χρησιμοποιούν, αλλά και αυτούς που το κοιτάζουν με το βλέμμα και το πνεύμα.

Οι ιδέες που απεικονίζονται στην τέχνη αναμορφώνονται και αυτό είναι που αποτελεί πηγή δημιουργίας αλλά και αναδημιουργίας της αξίας του ωραίου. Τα έργα μιλούν και πρέπει να μιλούν τη γλώσσα των ανθρώπων της εποχής τους. Μόνο αν τα έργα μιλούν στη γλώσσα των ανθρώπων της εποχής τους μπορούν να παραμείνουν αιώνια, ενώ, ταυτόχρονα, μόνο αν έχουν κάτι από την αιωνιότητα μπορούν να μιλήσουν στους ανθρώπους της εποχής τους. Εξάλλου η υποκειμενικότητα των αισθητικών κριτηρίων είναι και αποδεκτή και επιθυμητή σε μια κοινωνία διότι συναρτάται με τον σεβασμό της προσωπικότητας του μελετητή-δημιουργού και με την πρόοδο του πολιτισμού. [4]

1.3 Σχεδιασμός τεχνικών έργων και φυσικό περιβάλλον

Σύμφωνα με τον Ian L. Mcharg [5][6], ο οποίος επηρέασε σημαντικά τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό και την αρχιτεκτονική τοπίου του 20^{ου} αιώνα, ο σχεδιασμός με βάση τη φύση σημαίνει ότι ο τρόπος με τον οποίο καταλαμβάνουμε και αλλάζουμε τη φύση

είναι ο καλύτερος όταν οργανώνεται και σχεδιάζεται με προσοχή τόσο ως προς την οικολογία όσο κι ως προς τον χαρακτήρα του τοπίου. Με αυτόν τον τρόπο τα τεχνικά έργα μπορούν να αποφύγουν μεγάλους φυσικούς κινδύνους και να γίνουν πραγματικά ανανεωτικά. Προσπαθώντας να ζήσουμε μαζί, κι όχι ενάντια, στις μεγαλύτερες φυσικές δυνάμεις του τοπίου, οι κοινωνίες θα κέρδιζαν ισχυρότερη αίσθηση θέσης και ταυτότητας.

Θεωρούμε τη φύση σαν ένα σύστημα που περιλαμβάνει τα πάντα και διαρκώς εξελίσσεται, για το οποίο οι άνθρωποι έχουν θεμελιώδη αλλά ανεπαρκή επιστημονική και πολιτισμική γνώση. Η χερσαία φύση, π.χ. το τοπίο, γίνεται καλύτερα αντιληπτή σαν οικοσύστημα και πολιτισμικό σύστημα ταυτόχρονα.

Αν «διαβάσουμε» προσεκτικά το τοπίο με αυτόν τον τρόπο καθίσταται δυνατό να σχεδιάσουμε το μέλλον. Αν χρησιμοποιήσουμε καλλιτεχνική δημιουργικότητα κι επιστημονική ευφυΐα ώστε να "σχηματίσουμε" το τοπίο, θα είναι προς όφελος κάθε ζωντανού οργανισμού.

Έπειτα από αιώνες σχεδιασμού χωρίς να υπολογίζουμε το φυσικό περιβάλλον, αυτή τη στιγμή βρισκόμαστε αντιμέτωποι με τεράστιες περιβαλλοντικές μεταβολές. Είτε είμαστε υπεύθυνοι είτε όχι για τις μεταβολές αυτές, σίγουρα μας επηρεάζουν. Αντιμετωπίζουμε παγκόσμια φαινόμενα αυξανόμενης κατανάλωσης, ανεξέλεγκτης αστικοποίησης και αυξανόμενης ανισότητας. Το βασικότερο ενδιαφέρον του σχεδιασμού του 21^{ου} αιώνα θα πρέπει να είναι η προσαρμογή του στις μεταβολές αυτές. Όσο αρχίζουμε να αντιλαμβανόμαστε την πραγματική περιπλοκότητα και ολιστική φύση του φυσικού περιβάλλοντος, κι αρχίζουμε να εκτιμάμε την επιρροή της ανθρωπότητας σε αυτό, θα μπορούμε να χτίσουμε μια νέα ταυτότητα για την κοινωνία ως εποικοδομητικό μέρος της φύσης, κι αυτό είναι ηθικό, αισιόδοξο κι απαραίτητο.

Όπως οι άνθρωποι συσχετίζονται ο ένας με τον άλλον, έτσι αλληλεπιδρούν και με το περιβάλλον ενστικτωδώς, συναισθηματικά και πνευματικά. Η δουλειά των σχεδιαστών, μελετητών και κατασκευαστών είναι αυτή που θέτει τα θεμέλια, τα όρια και τη γενικότερη αλληλεπίδραση της κοινωνίας με το περιβάλλον. Η δουλειά αυτή ενσωματώνει τις αξίες των ανθρώπων που την εκτελούν, τη σύνδεση της κοινωνίας με τον κόσμο και των ανθρώπων μεταξύ τους. Το παραπάνω είναι που παράγει λειτουργικά κι αισθητικά αποτελέσματα.

2 Άνεμος και αιολικές μηχανές

2.1 Ο άνεμος στη μυθολογία και το συλλογικό ασυνείδητο

*Και στον Ασπραίο γέννησε η Ηώ τους γενναιόψυχους ανέμους,
το Ζέφυρο που φέρνει ξαστεριά και το γοργόδρομο Βοριά
και το Νοτιά, αφού η θεά με το θεό ερωτικά κοιμήθηκε.
ΗΣΙΟΔΟΣ, Θεογονία, 378-380, μτφρ Στ. Γκιγκέρης*

" Το συλλογικό ασυνείδητο φαίνεται να αποτελείται από μυθολογικά μοτίβα ή πρωτόγονες εικόνες, γι 'αυτό οι μύθοι όλων των εθνών είναι οι πραγματικοί εκθέτες του."

Carl Jung

Στην αρχαία Ελλάδα πολλές εκφάνσεις της ζωής των ανθρώπων εξαρτώνται από τους ανέμους, γι' αυτό και τιμούνται σαν θεοί, με θυσίες και προσφορές. Οι άνεμοι εντοπίζονται σαν χαρακτήρες και στη «Θεογονία» του Ησίοδου. Σε αυτό το έργο παρουσιάζεται η γέννηση των θεών και η δημιουργία του κόσμου από αυτούς. Οι άνεμοι, και άλλες φυσικές δυνάμεις, παρουσιάζονται σαν προσωποποιημένες θεότητες, απόγονοι των θεών, που κι αυτοί στη συνέχεια γεννούν άλλες δαιμονικές οντότητες.

Στην «Ιλιάδα» όταν το σώμα του Πάτροκλου βρίσκεται έτοιμο να καεί, και ο Αχιλλέας ετοιμάζεται να προσφέρει νεκρικές τιμές στον φίλο του, βλέπουμε ότι δεν ανάβει η φωτιά. Σε αυτό το σημείο ο Αχιλλέας επικαλείται τον Βορέα και τον Ζέφυρο τάζοντας τους μεγάλες θυσίες. Τους δύο ανέμους βρίσκει η Ίρις, που άκουσε την έκκληση του Αχιλλέα, και τους λείει για την ευχή του, τότε εκείνοι με θεϊκή ορμή καταφθάνουν στην Τροία και ανάβουν τη φωτιά με το φύσημά τους.

Ο Βορέας είναι ο πιο δυνατός και βίαιος άνεμος και φυσά από τη Θράκη, φέρνει χιόνι, χαλάζι και ξεραίνει τα νοτισμένα χωράφια. Χαρακτηριζόταν για την ασυναγώνιστη ταχύτητά του. Επίσης, εκτός από τη Θράκη, υπήρχε και η χώρα των Υπερβορέων. [7]



Εικόνα 1: Απεικόνιση του Βόρειου ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. [8]

Βόρειος: ο Βορέας ή Απάρκτιον (η σημερινή Τραμουντάνα) συμβολίζει τον χειμώνα. Παγωμένος και βουερός, είναι λογικό να έχει για σύμβολό του μια μπουρού (μεγάλο κοχύλι).



Εικόνα 2: Απεικόνιση του Νότιου ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. [9]

Νότιος: ο Νότος (σημερινή Όστρια), αγαπημένος των γεωργών, φέρνει απαλές, συνεχείς βροχές. Κρατά ένα αγγείο το οποίο αδειάζει προσεκτικά, ποτίζοντας τη γη.



Εικόνα 3: Απεικόνιση του Βορειοανατολικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. [10]

Βορειοανατολικός: Ο Καικίας (σημερινός Γραίγος), επίσης χειμωνιάτικος άνεμος, εικονίζεται με μια ασπίδα από την οποία ρίχνει χαλάζι.



Εικόνα 4: Απεικόνιση του Νοτιοδυτικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. [11]

Νοτιοδυτικός: ο Λιψ (σημερινός Γαρμπής) ένας ούριος άνεμος που αγαπούν οι ναυτικοί, γι' αυτό εικονίζεται να κρατά ένα άφλαστον, δηλαδή την απόληξη της πρύμης, σπρώχνοντας το σκάφος προς τον προορισμό του.



Εικόνα 5: Απεικόνιση του Ανατολικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. [12]

Ανατολικός: Απηνλιώτης (σημερινός Λεβάντες), ένας ευχάριστος φθινοπωρινός άνεμος που κουβαλά καρπούς σε ένα απόπτυγμα του μανδύα του.



Εικόνα 6: Απεικόνιση του Δυτικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. [13]

Δυτικός: ο Ζέφυρος (σήμερα Ζέφυρος ή, για τους ναυτικούς, Πουνέντες) ένας ευχάριστος ανοιξιάτικος άνεμος που φέρνει – τι άλλο; – λουλούδια.



Εικόνα 7: Απεικόνιση του Νοτιοανατολικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. [14]

Νοτιοανατολικός: ο Εύρος (σημερινός Σιρόκος), ισχυρότατος άνεμος, όπως δείχνουν τα ταραγμένα ρούχα του, που στο Αιγαίο φέρνει φοβερές φουρτούνες. Όταν είναι ήπιος, φέρνει υγρασία και καταχνιά, κάτι που υποδηλώνεται από το καλυμμένο χέρι του και τον μανδύα, που φαίνεται σα να κρύβει το πρόσωπό του.



Εικόνα 8: Απεικόνιση του Βορειοδυτικού ανέμου στο Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα, 1ος αιώνας π.Χ. [15]

Βορειοδυτικός: ο Σκίρων (γνωστός και ως Αργέστης, Ιάπυξ ή Ολυμπιάς), είναι ο σημερινός Μαΐστρος. Ένας άνεμος που φέρνει συχνά καταιγίδες και προκαλεί καταστροφές, απεικονίζεται να σκορπίζει αναμμένα κάρβουνα από ένα μαγκάλι, σύμφωνα με μια θεωρία, ή, κατ' άλλους, να αδειάζει απότομα μια υδρία.

Ο Ζέφυρος είχε μια ερωτική ένωση με την Άρπυια Ποδάργη. Η Ποδάργη γέννησε τα άλογα Ξάνθος και Βαλίος, ήταν γοργά σαν τον άνεμο, και ανήκαν στον Αχιλλέα. Και ο Βορέας έχει παιδιά άλογα, καθώς ερωτεύτηκε τις φοράδες του Εριχθόνιου, όταν αυτές έβοσκαν στα βοσκοτόπια κάτω από το τρωικό βουνό, Ίδα. Ο Βορέας πήρε τη μορφή αλόγου με μαύρη χαίτη και πλάγιασε μαζί τους. Αυτές γέννησαν δώδεκα πουλάρια, που όταν έτρεχαν δεν πατούσαν στη γη, τόσο, που τρέχοντας πάνω από σπαρμένα χωράφια κατάφερναν να μη σπάνε τα στάχυα, και καλπάζοντας πάνω από τη θάλασσα μόλις που άγγιζαν τον αφρό των κυμάτων.

Ο Βορέας, ωστόσο, είναι πιο γνωστός για τον έρωτα που ένωσε για την Ωρείθια, την κόρη του βασιλιά της Αθήνας Ερεχθέα. Όταν κάποτε η Ωρείθια έπαιζε στις όχθες του Ιλισού ή πήγαινε ως κανηφόρος στην Ακρόπολη, ήρθε ο Βορέας και την άρπαξε. Την πήρε μαζί του στη μακρινή Θράκη, όπου η Ωρείθια του χάρισε δυο γιους, τους φτερωτούς Βορεάδες, Ζήτη και Κάλαϊ, και δυο κόρες, την Κλεοπάτρα και τη Χιόνη. Οι Βορεάδες συμμετείχαν στην Αργοναυτική Εκστρατεία και κυνήγησαν τις Άρπυιες, ενώ η Κλεοπάτρα παντρεύτηκε τον Φινέα.

Ο τρομακτικός Τυφώνας

Όταν οι θεοί του Ολύμπου νίκησαν στην Τιτανομαχία και τη Γιγαντομαχία κι έριξαν τους Τιτάνες στα Τάρταρα και αφάνισαν τους Γίγαντες, η Γη, για να πάρει εκδίκηση για τα παιδιά της, ενώθηκε με τον Τάρταρο και γέννησε, στερνό αντίπαλο των Ολυμπίων, τον Τυφώνα. Ο Τυφώνας ήταν τέρας που είχε δυνατά χέρια και ακούραστα πόδια. Εκατό κεφάλια φιδιού φύτρωναν από τους ώμους τού. Τα κεφάλια του έλαμπαν εξαιτίας της φλόγας που είχαν στα μάτια τούς και από τα στόματά τους έβγαιναν πολλές διαφορετικές φωνές που ξεσήκωναν απερίγραπτο βουητό. Όταν ο Τυφώνας αναμετρήθηκε με τον Δία, ήταν, από τη μία, ο θεός με τις αστραπές, τις βροντές και τους κεραυνούς του, κι από την άλλη αυτός με τους μανιασμένους ανέμους και τις φλόγες. Ο Δίας, εν τέλει, νίκησε τον Τυφώνα και τον έριξε με οργή στα βάθη του Τάρταρου.

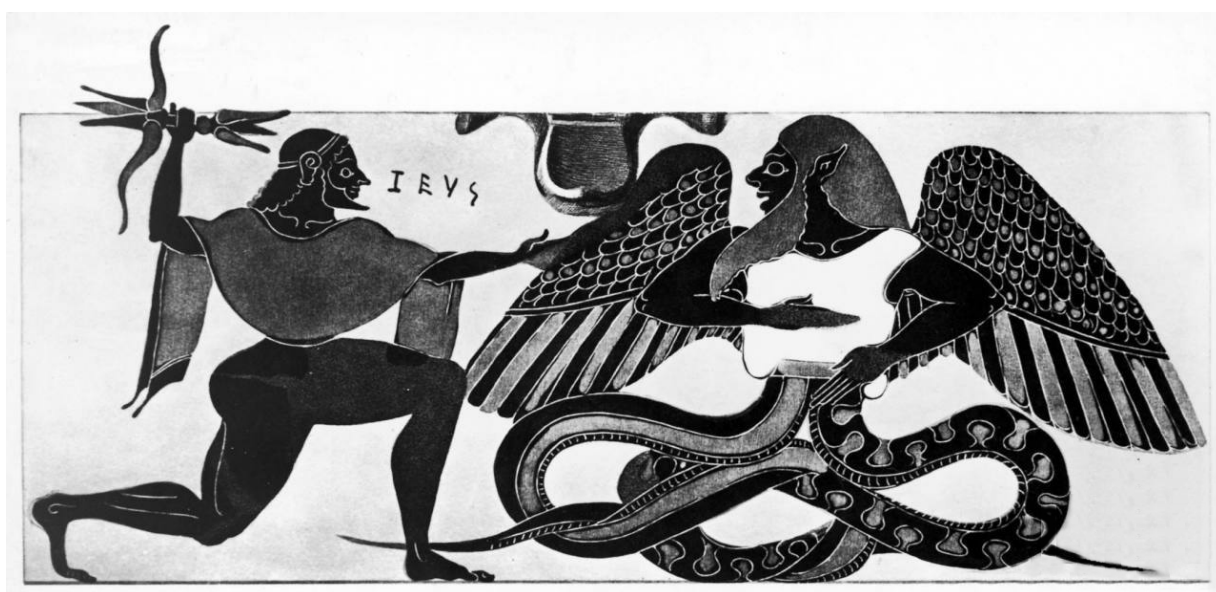
Ο Απολλόδωρος περιγράφει τον Τυφώνα, με κάθε φρικιαστική λεπτομέρεια, σαν μια μορφή τρομακτική και γιγάντια, ενώ η μονομαχία του με τον Δια παρουσιάζεται ακόμα πιο σκληρή. Ενώ οι άλλοι θεοί, για να αποφύγουν τον Τυφώνα κατέφυγαν έντρομοι στην Αίγυπτο και μεταμορφώθηκαν σε ζώα για μεγαλύτερη ασφάλεια, ο μεγαλύτερος θεός του Ολύμπου ίσα που κατάφερε να σωθεί. Ο αντίπαλός τού τον ακινητοποίησε, κόβοντας του τα νεύρα στα άκρα, και τελικά τον νίκησε και τον έθαψε κάτω από την Αίτνα.

Οι μύθοι για τον Τυφώνα, λαμβάνοντας επιρροές από αντίστοιχους της Ανατολής, συνεχίζονται. Μεταγενέστεροι μυθοπλάστες, πρόσθεσαν κι αυτοί τις δικές τους εκδοχές για την γέννηση και τη δράση του. Ο Τυφώνας για τους αρχαίους δεν ήταν απλώς ένας βίαιος άνεμος, αλλά αντιπροσώπευε τον ηλεκτρισμό στην ατμόσφαιρα καθώς και τις δράσεις των

ηφαιστείων και των τεκτονικών πλακών, φαινόμενα που διαταράσσουν την ομαλή λειτουργία της φύσης, ενώ καθιστούν απειλή για τις θεϊκές μορφές που προστατεύουν τον κόσμο.

Ο Τυφώνας είναι αυτός που δημιούργησε τους ανέμους που φυσούν λυσομανώντας στη θάλασσα, βουλιάζουν πλοία και στέλνουν τους ανθρώπους στο θάνατο. Ενώ στην ξηρά προκαλούν ταραχές καταστρέφοντας την ανθισμένη γη και σκεπάζοντας τα πάντα με σκόνη. Απόγονοι του Τυφώνα ήταν ο Κέρβερος, η Λερναία Ύδρα, η Σκύλα και άλλα αποτρόπαια πλάσματα της μυθολογίας.

Οι θνητοί έδωσαν μορφή και ιδιότητες στα φυσικά φαινόμενα προσπαθώντας να ερμηνεύσουν τον κόσμο γύρω τους. Με τους αιώνες, ωστόσο, κατάφεραν να περιορίσουν τη φαντασία και να λάβουν εκείνοι τον πρωταγωνιστικό ρόλο στη δομή της πραγματικότητας.



Εικόνα 9: Ο Δίας εξακοντίζει κεραυνό κατά του Τυφώνα. Μελανόμορφη υδρία, περ. 550 π.Χ., γερμ. κρατική συλλογή αρχαιολογικών ευρημάτων. [16]

Ο Αίολος

Ο Αίολος, στην ελληνική μυθολογία, ήταν ο διορισμένος από τον Δία ταμίας των ανέμων. Ο Δίας ήταν αυτός που πρόσταζε τον Αίολο να ελευθερώσει τους ανέμους από τον ασκό τού. Σύμφωνα με τον Όμηρο, ο Αίολος ήταν γιος του Ιππότη και γι' αυτόν τον λόγο ονομαζόταν Ιπποτάδης. Ζούσε, με τη σύζυγό του Αμφιθέα, στη νήσο Αιολία, με τα τείχη από χαλκό. Το νησί αυτό θεωρούταν πως ήταν η Στρογγύλη, το σημερινό Στρόμπολι, κι έτσι προέκυψε η ονομασία Αιολίδες Νήσοι για το αντίστοιχο σύμπλεγμα. Είχε έξι γιους και έξι κόρες, που προσωποποιούσαν τους ανέμους. Οι γιοι τους δυνατούς ανέμους, οι θυγατέρες τους ήπιους (τις αύρες).

Σύμφωνα με μεταγενέστερη εκδοχή του μύθου, ο Αίολος ήταν γιος του Ποσειδώνα και της Άρνης. Με τη μητέρα τού και τον αδελφό τού, Βοιωτό, ζούσε στο Μεταπόντιο. Κάποια στιγμή, εξαιτίας του φόνου της θετής του μητέρας, Αυτολύκης, αναγκάστηκε να φύγει από το

Μεταπόντιο, από εκεί πήγε σε ένα νησί στο Τυρρηνικό Πέλαγος και εκεί έχτισε την πόλη Μπάρα, κατά τον Διόδωρο Σικελιώτη.

Εφηύρε τα πανιά που κινούν τα πλοία και δίδαξε τη χρήση τους στους υπηκόους τού. Ο Οδυσσέας με τους συντρόφους τού πήγε στην Αιολία, όπου ο Αίολος τους φιλοξένησε ένα μήνα. Ο Οδυσσέας κάποια στιγμή ζήτησε από τον Αίολο να τον βοηθήσει για να φύγει κι εκείνος έκλεισε όλους τους ανέμους σε ένα ασκί και άφησε μόνο τον ούριο Ζέφυρο να πνέει ευνοϊκά γι' αυτούς. Με τη βοήθεια του Ζέφυρου, ο Οδυσσέας και οι σύντροφοί τού, έφτασαν πολύ κοντά στην Ιθάκη, αλλά κάποια στιγμή ο Οδυσσέας αποκοιμήθηκε και οι σύντροφοί τού άνοιξαν το ασκί, γιατί νόμιζαν ότι έχει χρυσάφι, και άφησαν ελεύθερους όλους τους ανέμους. Ξέσπασε θύελλα η οποία έστειλε τον Οδυσσέα πίσω στο νησί του Αιόλου, ο οποίος όμως δεν δέχτηκε να τον βοηθήσει ξανά, καθώς επέλεξε να τον τιμωρήσει που οι σύντροφοί τού ήταν ασεβείς.

Οι Έλληνες έβλεπαν τον Αίολο σαν ταμία των ανέμων και όχι σαν θεό, έτσι δεν έχτισαν για εκείνον ιερά, ούτε του έκαναν θυσίες. Αντιθέτως, οι Ρωμαίοι θεωρούσαν τον Αίολο θεό τους. Ο Βιργίλιος στην «Αινειάδα» αναφέρεται σε αυτόν σαν ένα βασιλιά που κατοικεί σε ένα άντρο, όπου είναι φυλακισμένοι οι άνεμοι, και σε εκείνον καταφεύγει η Ήρα όταν αποφασίζει να καταστρέψει τα καράβια των Τρώων.

Μία από τις κόρες του Αιόλου ήταν η Αλκυόνη. Η Αλκυόνη ερωτεύτηκε τον Κύηκα και ζούσαν ευτυχισμένοι, αλλά μια μέρα ο Κύηκας πνίγηκε ενώ ψάρευε και η Αλκυόνη, από τον πόνο της, έπεσε στα βράχια και σκοτώθηκε. Οι θεοί τους λυπήθηκαν και τους έκαναν πουλιά. Ο Δίας, πρόσταξε τον Αίολο κάθε χρόνο τον Ιανουάριο να σταματάει τους ανέμους για να μπορεί η Αλκυόνη να επωάσει τα αυγά της, κι έτσι προέκυψε ο μύθος που συνοδεύει τις αλκυονίδες μέρες.

Λαϊκές παραδόσεις

Τον 5^ο αιώνα π.Χ., Εμπεδοκλής, διδάσκει τους οπαδούς τού πώς να καταλαγιάζουν τους ανέμους ή να τους σηκώνουν. Κάποια στιγμή τα δυνατά μελτέμια παραλίγο να προκαλέσουν ζημιές στα δέντρα και ο Εμπεδοκλής πρότεινε να σφάξουν γαϊδούρια και να απλώσουν τα κουφάρια τούς στους λόφους και τα βουνά για να παγιδεύσουν τους ανέμους, τα μελτέμια σταμάτησαν και ο Εμπεδοκλής ονομάστηκε Κωλυσανέμας

Στην αρχαία παράδοση εντοπίζονται και ειδικοί δέτες των ανέμων, ενώ παρουσιάζει και τον τρόπο που λειτουργούσαν. Στην Κόρινθο υπήρχαν κάποιοι ευγενείς, λέγονταν "Ανεμοκοίται", και ήταν αυτοί που κοιμίζαν τους ανέμους. Ομοίως, στην Αθήνα εντοπίζονταν οι Ευδάμενοι, που ήταν κι αυτοί κοιμιστές των ανέμων. Στην Τιτάνη, στην Κόρινθο, υπήρχε βωμός των Ανέμων, όπου ένα βράδυ κάθε χρόνο, ο ιερέας "θύει, δρά δε και άλλα απόρρητα εις βόθρους τέσσαρας, ημερούμενος των πνευμάτων το άγριον, και δή και Μηδείας, ως λέγουσιν, επωδάς επάδει" (Παυσανίας 2.12,1).

Ανάλογη μυθολογία συναντάμε και κατά την περίοδο του Βυζαντίου όπου βρίσκουμε

μία μαρτυρία που λέει ότι, κατά τη βασιλεία Μ. Κωνσταντίνου, οι αρχές καταδικάζουν και οδηγούν στον θάνατο κάποιον Σώπατρο κατηγορώντας τον ότι «έδεσε» τους ανέμους κι έτσι δεν κατάφεραν να φτάσουν στο λιμάνι τα καράβια που έρχονταν από την Αίγυπτο κι έφερναν σιτάρι.

Ακόμα και στη σύγχρονη ιστορία συναντώνται μυθοπλασίες που αφορούν τους ανέμους. Για παράδειγμα, στην Κάλυμνο υπήρχε μια μορφή τελετής όπου γινόταν «δέσιμο» του βοριά, δένοντας σκοινιά σε διασταυρώσεις με συνοδεία ωδής και ύβρεων. Στη Σαλαμίνα, πάλι για να δέσουν τον βορρά, ανέβαιναν σε μια εκκλησία σε υψηλό σημείο, σφράγιζαν το παράθυρο σε αυτή την κατεύθυνση κι έβαζαν ένα κομμάτι δίχτυ. Υπάρχει, επίσης, και ο "χορός του κυρ-Βοριά" στη Σίφνο, και γίνεται την Κυριακή της Τυροφάγου, με τον ιερέα του χωριού να οδηγεί τον χορό. Παρόμοιος χορός εντοπίζεται και στην Κάρυστο, την Πέμπτη της Διακαινησίμου.

Στους Παράνυμφους στο Ηράκλειο, αντιμετωπίζουν τον βοριά διαφορετικά. Στη νότια Κρήτη για να ηρεμήσει κατέφυγαν στην "κεροδοσία" του χωριού, που είναι ο τελετουργικός περισχοινισμός, με αφετηρία την εκκλησία και με ένα νήμα που είχαν φτιάξει ειδικά οι γυναίκες. Στη συνέχεια το νήμα αντικαταστάθηκε από κεριά στον ναό, σύμφωνα με τη συνήθεια που ακολουθείται όταν το χωριό απειλείται ή σαν πρόληψη για κάθε κακό.

Στην ανατολική Ικαρία η παράδοση έλεγε ότι για να καταλαγιάσει ο άνεμος έπρεπε να τον θάψουν σε χωμάτινους τύμβους και να ρίξουν από πάνω πέτρες χαλαζία, οι τοποθεσίες αυτές ονομάζονταν ανεμοτάφια. Εντοπίζεται και σχετική περιγραφή από γέροντα αφηγητή: "Παίρνασι μία στάμνα ανοιγμένη από μπροστά, ήπιανεν την ο πιο γέρος και ήβαζεν το στόμα της σ' ένα λάκκο, που ήταν ανοιγμένος και άμα ήπιανεν να σφυρίζει, την τάπωνε με το χέριν του και ήλεεν της λόγια που δεν τα ανιστορώ. Ύστερις ήβαλλεν την στο λάκκο και ήχωνεν την. Ύστερις ούλοι οι χωριανοί ηπιάνασι κάτι ατσαχούς και ήρριχναν τους από πάνω, ήλεεν ο καθένας από ένα ανάθεμα και κάτι άλλα λόγια μαγικά και ηφεύγασι". Η τελετουργία αυτή, με μορφή δρωμένου, φαίνεται να σταμάτησε πριν από διακόσια πενήντα περίπου χρόνια, όταν οι τελεστές απειλήθηκαν με εξορισμό από τον τοπικό ιεράρχη. [17]

Το Ωρολόγιο του Κυρρήστου

Το Ωρολόγιο του Κυρρήστου ανεγέρθηκε από τον Έλληνα αστρονόμο Ανδρόνικο από την Κύρρο της Μακεδονίας (ή Μακεδονικής Συρίας) (α' μισό του 1ου αιώνα π.Χ.), ανατολικά του αρχαιολογικού χώρου του μικρού πρόπυλου της Ρωμαϊκής Αγοράς στην Αθήνα. Κατά την πρωτοχριστιανική περίοδο χρησιμοποιήθηκε ως καμπαναριό βυζαντινής εκκλησίας. Κατά τον 15ο αιώνα το μνημείο περιγράφεται από τον περιηγητή Κυριακό Αγκωνίτη ως ναός του Αιόλου.

Μετά την εκκένωση της Αθήνας από τα στρατεύματα του Φραντσέσκο Μοροζίνι και την ανακατάληψή της από τους Τούρκους, το κτίριο αυτό μετατράπηκε σε Τεκέ (τουρκικά: μουσουλμανικό μοναστήρι) από Δερβίσηδες που είχαν έλθει από διάφορα μέρη της

Οθωμανικής Αυτοκρατορίας και εγκαταστάθηκαν σε αυτό. Στην αρχή, οι δερβίσηδες ήταν ανυπάκουοι και δημιουργούσαν αρκετά προβλήματα στην οθωμανική διοίκηση. Στις αρχές του 19ου αιώνα, ο τότε βοεβόδας της Αθήνας Χασεκής αναγκάστηκε με στρατό να τους καθυποτάξει, απειλώντας τους πως αν δεν ακολουθήσουν τις σχετικές διατάξεις της διοίκησης θα τους εκδίωκε. Έτσι παρέμειναν περιορισμένοι εντός του κτιρίου, συντηρούμενοι με κοινή δαπάνη από εισφορές μουσουλμάνων κατοίκων που έτρεφαν γι' αυτούς μεγάλο σεβασμό. Στον Τεκέ φιλοξενούνταν επίσης και ανώτατοι ιεουργοί του μουσουλμανικού δόγματος που έφθαναν στην Αθήνα. Κατά τη περίοδο αυτή ο πύργος θάφτηκε κατά το μισό του ύψος, και ίχνη αυτού φαίνονται ακόμη στο εσωτερικό του, ενώ ακόμη υπάρχουν τουρκικές επιγραφές στα τοιχώματα. Ανασκάφηκε πλήρως κατά τον 19ο αιώνα από την Ελληνική Αρχαιολογική Εταιρεία.

Ο Γάλλος περιηγητής Κόμης ντε Φορμπέν που επισκέφθηκε την πόλη το 1817 βρήκε το ωρολόγιο του Κυρρήστου να κατέχεται από τους Δερβίσηδες που διακρίνονταν για την ομορφιά τους και τη σεμνότητα του ήθους τους αλλά ήταν ιδιαίτερα αυθάδεις σε κάθε είδους δεσποτική διοικητική Αρχή. Οι Δερβίσηδες παρέμειναν εδώ μέχρι το 1821 οπότε και η Αθήνα καταλήφθηκε από τους Έλληνες, με αποτέλεσμα να διαφύγουν άλλοι στην Εύβοια και άλλοι στη Μικρά Ασία. Γεγονός πάντως είναι ότι η παρουσία και διαμονή τους στη μνημείο το διέσωσε από ποικίλες καταστροφές, όταν αντίθετα φθάνοντας Ευρωπαίοι αρχαιολάτρες αφαιρούσαν και άρπαζαν αρχαιότητες. Από όταν περιήλθε στα χέρια των Ελλήνων συμπεριελήφθη στις αρχαιότητες και τους αρχαιολογικούς χώρους της Αθήνας. Η δε συνοικία που αναπτύχθηκε γύρω του ονομάζεται ομοίως συνοικία Αέρηδες.

Πρόκειται για ένα πυργωτό οκτάγωνο οικοδόμημα από πεντελικό μάρμαρο, μήκους πλευράς 3,20m και συνολικού ύψους 12m, του οποίου η βάση αποτελείται από τρεις βαθμίδες. Η στέγη του είναι κωνική κεραμοσκεπή. Στη νότια πλευρά φέρει ένα ημικυλινδρικό πρόσκτισμα μικρότερου ύψους ενώ στη ΒΑ και ΒΔ πλευρά φέρει από ένα πρόπυλο με δύο αντιτακτούς κίονες έκαστο.

Στην κορυφή της στέγης υπήρχε ορειχάλκινος ανεμοδείκτης υπό μορφή Τρίτωνα, ο οποίος περιστρεφόμενος έδειχνε, κρατώντας δείκτη, την κατεύθυνση ενός από τους οκτώ κύριους ανέμους. Οι άνεμοι, προσωποποιημένοι, φέρονται ανάγλυφοι να ίπτανται (φτερωτοί) στο άνω μέρος της κάθε πλευράς του πύργου, φέροντας ο καθένας και ιδιαίτερο σύμβολο. Τα ονόματά τους είναι χαραγμένα κάτω από το αντίστοιχο τμήμα του οκταγωνικού γείσου, και είναι: ο Βορρέας (βόρειος), ο Καικίας (βορειοανατολικός), ο Αηλιώτης (ανατολικός), ο Εύρος (νοτιοανατολικός), ο Νότος (νότιος), ο Λιψ (Λίβας, νοτιοδυτικός), ο Ζέφυρος (δυτικός), και ο Σκίρων (βορειοδυτικός). Κάτω δε από κάθε προσωποποίηση, εγχάρακτες ακτίνες κατά διάφορους σχηματισμούς αποτελούσαν αυτούσια ηλιακό ρολόι.

Ειδικότερα για τον υπολογισμό της ώρας σε ανήλιες ημέρες υπήρχε μέσα στο κτίσμα ιδιαίτερη εγκατάσταση υδραυλικού ρολογιού. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα πως ο

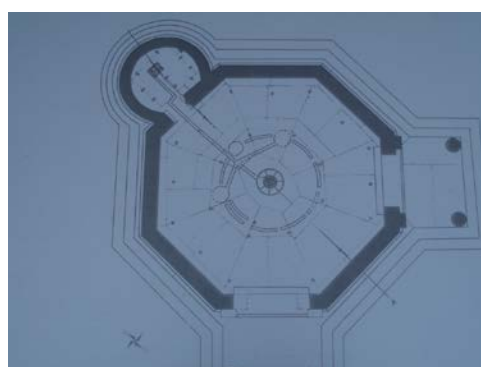
κατασκευαστής του μνημείου συνδύασε τις εφευρέσεις προηγούμενων κατασκευαστών ρολογιού, όπως του Αρχιμήδη, του Κτησίβιου και του Φίλωνα. Μάλιστα, όπως σημειώνει ο Ουάρρωνα, στη νότια πλευρά του οικοδομήματος υπήρχε δοχείο κυλινδρικού σχήματος με νερό που παρεχόταν μέσω αγωγού από πηγή της βόρειας πλευράς της Ακρόπολης. Ο δε Βιτρούβιος ονομάζει το μνημείο αυτό «Πύργο των Ανέμων» και το περιγράφει με πολλές λεπτομέρειες. Τέλος, το μνημείο κατατάσσεται στον κορινθιακό ρυθμό (εκ των κιονοκράνων) ενώ το εσωτερικό του στον δωρικό ρυθμό (βαρύ αυστηρό). Συνέχεια του κτιρίου ΝΑ ήταν το Αγορανομείο επί πολυβάθμιτης μαρμάρινης βάσης.

Το μνημείο αυτό θεωρείται ο αρχαιότερος μετεωρολογικός - ωρομετρικός σταθμός του κόσμου. [18]



Εικόνα 10: Το Ωρολόγιο του Κυρρήστου στην Πλάκα

[19]



Εικόνα 11: Σχέδιο κάτοψης του Ωρολογίου του

Κυρρήστου [20]

Το σχέδιο αρκετών κτιρίων επηρεάστηκε από αυτό του Πύργου των Ανέμων. Μεταξύ αυτών:

- Ο Πύργος των Παραθύρων, κτίριο του 18ου αιώνα στην κορυφή του Παρατηρητηρίου Ράντκλιφ στην Οξφόρδη της Αγγλίας.
- Το Παρατηρητήριο του Daniel S. Schank, (1865) ως πρώιμο αστεροσκοπείο στο Πανεπιστήμιο Ράτζερς, στο Νιού Μπράνσγουικ του Νιου Τζέρσεϊ.
- Το μαυσωλείο του ιδρυτή της Εθνικής Βιβλιοθήκης Παναγή Βαλλιάνου στο Κοιμητήριο Γουέστ Νόργουντ στο Λονδίνο.
- Ο Πύργος Torre del Marzocco του 15ου αιώνα στο Λιβόρνο.
- Ένας παρεμφερής πύργος στη Σεβαστούπολη, ο οποίος χτίστηκε το 1844.
- Ο Ναός των Ανέμων, ο οποίος βρίσκεται στα εδάφη του Όρους Στιούαρτ κοντά στο Newtownards στη Βόρεια Ιρλανδία.
- Ο Ναός Κάρναμπι κοντά στο Κάρναμπι του Γιόρκσαϊρ στην Αγγλία, χτισμένος το 1770.
- Το Κτίριο του Μαίτλαντ Ρόμπινσον στο Downing College του Κέιμπριτζ, το οποίο σχεδιάστηκε από τον Κουίνλαν Τέρρυ το 1992.
- Ο Πύργος των Καταιγίδων (1835), στο Μπουντ της Κορνουάλης στην Αγγλία, από τον Τζωρτζ Γουαίτγουικ (George Wightwick)

Όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, οι άνεμοι ήταν θεότητες για τους αρχαίους Έλληνες και τους τιμούσαν με θυσίες και προσφορές καθώς η Ελλάδα από την αρχαιότητα είχε πολύ ισχυρούς δεσμούς με τη θάλασσα. Είτε αφορούσε την αλιεία είτε το εμπόριο οι αρχαίοι είχαν ανάγκη τη θάλασσα, η οποία καθοριζόταν από τη “συμπεριφορά” των ανέμων.

Η σύγχρονη Ελλάδα δεν έχει χάσει την επαφή και τη σχέση που είχε με το θαλάσσιο στοιχείο. Η θάλασσα κυριαρχεί στις ζωές των ανθρώπων, κι ακόμα περισσότερο των νησιωτών. Είναι αναπόσπαστο κομμάτι του καθημερινού τους τοπίου και συχνά της επιβίωσης τους (αλιεία, τουρισμός). Συνεπώς, οι άνεμοι εξακολουθούν να παίζουν σημαντικό ρόλο στις ζωές των Ελλήνων κι, οι τελευταίοι, δεν μπορούν παρά να φέρουν ακόμα και σήμερα τον θαυμασμό και τον σεβασμό για εκείνους τους αρχαίους θεούς, όπως πλέον έχουν αποτυπωθεί στο συλλογικό ασυνείδητο.

2.2 Αιολικές μηχανές από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα

Παγκόσμια

Οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν αιολική ενέργεια για να κινήσουν τα πλοία τους κατά μήκος του Νείλου ήδη από το 5000π.Χ.. Από το 200π.Χ., απλές αιολικές αντλίες χρησιμοποιούνταν στην Κίνα, και ανεμόμυλοι με έλικες από πλεγμένα καλάμια άλεθαν σπόρους στην Περσία και τη Μέση Ανατολή.

Νέοι τρόποι για τη χρήση της αιολικής ενέργειας εξαπλώθηκαν, τελικά, ανά τον κόσμο. Από τον 11^ο αιώνα, άνθρωποι στη Μέση Ανατολή χρησιμοποιούσαν αιολικές αντλίες και ανεμόμυλους εκτεταμένα για την παραγωγή τροφής. Έμποροι και σταυροφόροι έφεραν την αιολική τεχνολογία και στην Ευρώπη. Οι Ολλανδοί ανέπτυξαν μεγάλες αιολικές αντλίες για να αποξηραίνουν λίμνες και βάλτους στο δέλτα του ποταμού Ρήνου. Μετανάστες από την Ευρώπη τελικά πήγαν την τεχνολογία της αιολικής ενέργειας και στο Δυτικό Ημισφαίριο.

Οι Αμερικάνοι αποικιοκράτες χρησιμοποιούσαν ανεμόμυλους για να αλέθουν σπόρους, να αντλούν νερό και να κόβουν ξύλα στα πριονιστήρια. Οι έποικοι και οι κτηνοτρόφοι εγκατέστησαν χιλιάδες αιολικές αντλίες όταν εγκαταστάθηκαν στις δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες. Στα τέλη του 1800 και αρχές του 1900, μικρές αιολικές γεννήτριες (ανεμογεννήτριες) χρησιμοποιούνταν ευρέως.

Ο αριθμός των αιολικών αντλιών και ανεμογεννητριών άρχισε να φθίνει όταν τα προγράμματα αγροτικής ηλεκτροδότησης της δεκαετίας του '30 επέκτειναν τη διασύνδεση σε όλη τη χώρα. Παρ' όλα αυτά, κάποια αγροκτήματα ακόμα χρησιμοποιούν αιολικές αντλίες για να μεταφέρουν νερό στα ζώα. Οι μικρές ανεμογεννήτριες γίνονται ξανά δημοφιλείς, κυρίως για ηλεκτροδότηση απομακρυσμένων αγροτικών περιοχών.

Ελλάδα

Οι αντλητικοί μύλοι και οι ανεμόμυλοι ήταν η μοναδική μορφή αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα. Οι θεωρίες για το πώς οι κάτοικοι της ανατολικής Μεσογείου άρχισαν να κατασκευάζουν και να χρησιμοποιούν ανεμόμυλους, αλληλοσυγκρούονται. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η Ρόδος είχε ήδη ανεμόμυλους από τα τέλη του 12^{ου} ή τις αρχές του 13^{ου} αιώνα και μέχρι τον 14^ο αιώνα συναντώνται σε όλη την περιοχή του Αιγαίου. Οι χρήσεις του ήταν ποικίλες, καθώς γνωρίζουμε ότι χρησιμοποιούνταν σαν αλεστικό μέσο για σιτηρά, για την παραγωγή φάβας στη Σαντορίνη και για να τρίβουν τη φλούδα των πεύκων, των βελανιδιών και των σπόρων σχοίνου που χρησιμοποιούνταν σαν βαφικά μέσα των βυρσοδεψείων της Χίου και της Σύρου. Η Ρόδος, η Κως και η Κρήτη τον χρησιμοποιούσαν σαν αντλητική μηχανή. Επίσης, εντοπίστηκαν μερικοί ανεμόμυλοι για το άλεσμα θειαφιού που χρησίμευε στην αμπελουργία.



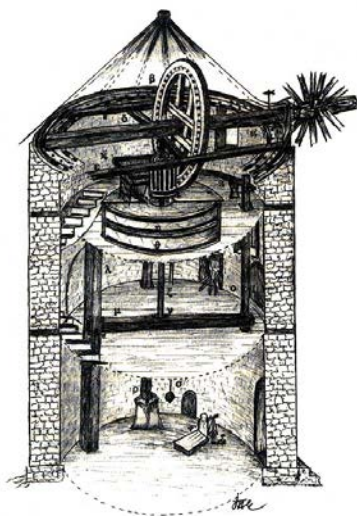
Εικόνα 12: Οι ανεμόμυλοι στο Σελί Αμπέλου στο οροπέδιο Λασιθίου. [21]

Τα μέσα που είχαν οι άνθρωποι στη διάθεσή τους εκείνη την εποχή καθιστούσαν την κατασκευή ανεμόμυλων εξαιρετικά δύσκολη και δαπανηρή. Για τον λόγο αυτό, τους κατασκεύαζαν εύποροι νοικοκυραίοι και τους μίσθωναν σε επαγγελματίες μυλωνάδες. Απαιτούνταν 800 μεροκάματα από μυλομαραγκούς, ξυλουργούς, κτίστες, σιδεράδες και αγωγιάτες για να ολοκληρωθεί το έργο. Πάνω από 550 εξαρτήματα κατασκευάζονταν από 30-35m³ ακατέργαστου ξύλου διαφόρων ειδών. Τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού πυργόμυλου ήταν ότι κατασκευαζόταν από πέτρα, είχε στέγη σχήματος κώνου, η οποία είχε σκελετό από ξύλο και χόρτινη επένδυση, που αργότερα τα πιο εύπορα νησιά την αντικατέστησαν με ξύλο, σε σχήμα κώνου ή τετράρριχτη σε σχήμα πυραμίδας. Το δυσκολότερο στην κατασκευή ήταν ότι, επειδή ο πύργος και ο μηχανισμός συνδέονταν, έπρεπε να φτιάχνονται παράλληλα.

Ο μηχανισμός στους ανεμόμυλους κατασκευαζόταν από τους μυλομαραγκούς, που ήταν εξειδικευμένοι ξυλουργοί. Συγκεκριμένα, γνώριζαν τις ιδιαιτερότητες της κατασκευής, τον σχεδιασμό που απαιτούσαν τα εξαρτήματα, καθώς και την κοπή της ξυλείας. Τις γνώσεις

τους αυτές μετέφεραν αποκλειστικά στους γιούς τους για να αποφύγουν τη δημιουργία ανταγωνιστών στην αγορά. Ο μυλομαραγκός, μαζί με κάποιους βοηθούς ξυλουργούς, ήταν το κύριο συνεργείο. Εκτελούσε, στην ουσία, χρέη αρχιτέκτονα, καθώς ξεκινούσε το έργο επιλέγοντας τον δρομέα και τον κατάλληλο τύπο ξύλου, ενώ ολοκλήρωνε τοποθετώντας τα πανιά.

Η αρχιτεκτονική, τα διαθέσιμα υλικά και οι μέθοδοι κατασκευής του κάθε τόπου, και ειδικά των Κυκλάδων, ήταν οι παράγοντες που επηρέασαν τον μεσογειακό πυργόμυλο. Σε όλη την έκταση της Μεσογείου συναντάται ένας πύργος σε σχήμα κυλίνδρου από πέτρα, στο εσωτερικό ο διαχωρισμός των ορόφων γινόταν με χρήση ξύλινων δοκαριών και σανίδων στα πατώματα. Παράλληλα, κάθε περιοχή παρουσίαζε και κάποιες διαφοροποιήσεις. Για παράδειγμα, η Άνδρος κατασκεύαζε τους πυργόμυλους με εσωτερικά σχιστολιθικά τόξα, εκφορικές κατασκευές και μεγάλες πλάκες από σχιστόλιθο, η Τήνος χρησιμοποιούσε μικτές κατασκευές, η Σαντορίνη φαίνεται να τοποθετούσε τρούλους ενώ στη Νάξο τοποθετούσαν στο εσωτερικό οξυκόρυφα τόξα. Όπως είναι αναμενόμενο, κάθε περιοχή, ανάλογα με τη σεισμική επικινδυνότητα, τα διαθέσιμα υλικά, τις τοπικές κατασκευαστικές μεθόδους και αρχιτεκτονικές ιδιαιτερότητες κ.ά., διαμόρφωνε διαφορετικά τους πυργόμυλους, τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά.



Εικόνα 13: Ανεμόμυλος στην Κασσάνδρεια Χαλκιδικής. [22]

Το αιολικό δυναμικό της εκάστοτε περιοχής ήταν ο καθοριστικός παράγοντας για την κατασκευή ανεμόμυλων, και τα μέρη με τις κατάλληλες αυτές συνθήκες λέγονταν «μυλοτόπια». Οι τοποθεσίες αυτές βρίσκονταν σε υψώματα, οροπέδια, στο εσωτερικό του χωριού, στις άκρες ή στους γύρω λόφους, ενώ σε ελάχιστες περιπτώσεις βρίσκονταν κοντά στη θάλασσα, κυρίως μεταγενέστερα που εξαλείφθηκε η πειρατεία. Κάθε ιδιοκτήτης φρόντιζε να αφήνει ανοιχτό το αλεστικό μέτωπο για τον γείτονα του, ώστε να έχει τον απαραίτητο αέρα. Στην Ελλάδα το μεγαλύτερο αιολικό δυναμικό συναντάται στη θάλασσα και γι' αυτό τα νησιά

και οι παραθαλάσσιες περιοχές έχουν και τον μεγαλύτερο αριθμό ανεμόμυλων. Οι καταλληλότερες συνθήκες εντοπίζονται στο Αιγαίο και λιγότερο στο Ιόνιο. Στα σημεία με τα κατάλληλα μυλοτόπια, σε κοντινές αποστάσεις από οικισμούς, κατασκευάζονταν συγκροτήματα ανεμόμυλων. Κάθε ένα από αυτά τα συγκροτήματα είχε τις δικές του ιδιαιτερότητες που διαμόρφωναν την αρχιτεκτονική του ταυτότητα που ήταν ξεχωριστή από αυτή των άλλων, ακόμα κι αν βρισκόταν στο ίδιο νησί.

Ο ανεμόμυλος είχε ένα μηχανισμό κατά πολύ πιο περίπλοκο από αυτόν που είχε ο νερόμυλος. Ο μηχανισμός αυτός αποτελούνταν από το κινητικό και αλεστικό μέρος καθώς και το περιστροφικό μέρος που όριζε τον προσανατολισμό της φτερωτής σε σχέση με τον άνεμο, ενώ περιλαμβάνονται και βοηθητικοί μηχανισμοί για υποστήριξη και λειτουργία.

Οι κυλινδρικοί πυργόμυλοι δεν ήταν το μοναδικό είδος ανεμόμυλου στην Ελλάδα. Για παράδειγμα, στην Κάρπαθο, την Κρήτη και το Κάστρο Σίφνου ήταν δημοφιλείς οι πεταλόσχημοι, οι οποίοι μεμονωμένα συναντώνται και σε άλλα νησιά. Λέγονταν, επίσης, και «μονόκαιροι» ή «μονόπαντοι», εξαιτίας της ικανότητάς τους να αλέθουν μόνο όταν ο άνεμος είχε μία κατεύθυνση, ενώ οι κυλινδρικοί μπορούσαν να προσανατολιστούν ανάλογα με την κατεύθυνση του ανέμου. Επίσης, στη Σέριφο και την Άνδρο, μπορούμε να βρούμε και κάποιους «ταβλόμυλους» όπως και κάποιους ανεμόμυλους κατακόρυφου άξονα, οι οποίοι είχαν σαν επιρροές τους πρώτους περσικούς.



Εικόνα 14: Ανεμόμυλοι στο Μανδράκι Ρόδου. [23]



Εικόνα 15: Ανεμόμυλοι στην Αμοργό. [24]

Οι συνθήκες που επικρατούσαν στο Αιγαίο ήταν ιδανικές για την κατασκευή και χρήση ανεμόμυλων:

- Υψηλή και συχνή ανεμοδύναμη κατά τη διάρκεια του έτους
- Η Μήλος παρήγαγε πολύ καλής ποιότητας μυλόπετρα
- Οι βροχοπτώσεις δεν ήταν συχνές με αποτέλεσμα να μη φθείρονται εύκολα κάποια ευαίσθητα υλικά, όπως τα πανιά, τα ξύλινα μέρη του μηχανισμού που βρίσκονταν εξωτερικά κ.λπ.

Τα παραπάνω συντέλεσαν στο να γίνουν οι Κυκλάδες μία από τις περιοχές της Ευρώπης με το μεγαλύτερο αριθμό αλεστικών ανεμόμυλων, και ανά μονάδα επιφάνειας αλλά και ανά

κάτοικο. Ειδικότερα, λειτουργούσαν κατ' ελάχιστο 650 ανεμόμυλοι. Δηλαδή, 1 ανεμόμυλος ανά 4km² ή ανά 190 κατοίκους.

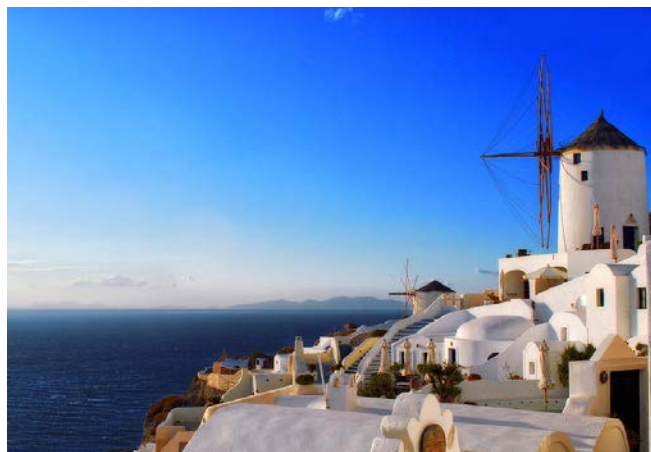
Μπορούμε πια να υπολογίσουμε ότι στα νησιά, με τα παράλια της ηπειρωτικής χώρας, οι ανεμόμυλοι ξεπερνούσαν τους 2.350, χωρίς να υπολογίσουμε τους μύλους της ελληνικής ιδιοκτησίας των παραλίων της Μικράς Ασίας και των τούρκικων σήμερα νησιών.

Ο ανεμόμυλος του Αιγαίου φαίνεται να αξιοποίησε κάθε ιδιότητα της περιοχής και προσαρμόστηκε αναλόγως. Παράλληλα, υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά που δεν έχουν ιχνηλατηθεί και εξηγηθεί πλήρως, όπως, για παράδειγμα, οι φτερωτές. Οι περισσότερες απεικονίσεις περιηγητών τις δείχνουν ξύλινες (όπως της βορειοδυτικής Ευρώπης) ως και τον 18ο αιώνα. Στην έκδοση του Choiseul-Gouffier του 1782 οι φτερωτές στο συγκρότημα της Οίας της Θήρας είναι ολλανδικού τύπου, ενώ σε νεότερη του 1823 έχουν πανιά. Σε σχέδιο του 1790 του Hope βλέπουμε στην Πάρο τριγωνικά πανιά σε συνδυασμό με ξύλινες φτερωτές, ενώ σε σκαλιστή μαρμάρινη πλάκα του Χ' Αντώνη Λύτρα, βλέπουμε το 1837 στην Τήνο, ψάθινη φτερωτή σαν κι αυτές που γνωρίζουμε ότι υπήρχαν στο οροπέδιο του Λασιθίου ως το τέλος του 19ου αιώνα που έκαψαν τους μύλους οι Τούρκοι.

Είναι άραγε τα πανιά τροποποίηση των ναυτικών κατοίκων του Αιγαίου όπως πολλοί πιστεύουν; Είναι οι χόρτινες τρούλες εφεύρεση της περιοχής και οφείλεται στην έλλειψη κατάλληλης ξυλείας στις Κυκλάδες; Έχουν διατυπωθεί πολλές σχετικές απόψεις. [25]



Εικόνα 16: Ανεμόμυλοι στη Λέρο. [26]



Εικόνα 17: Ανεμόμυλοι στη Σαντορίνη. [27]

Διερεύνηση αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας στη μεταπολεμική Ελλάδα

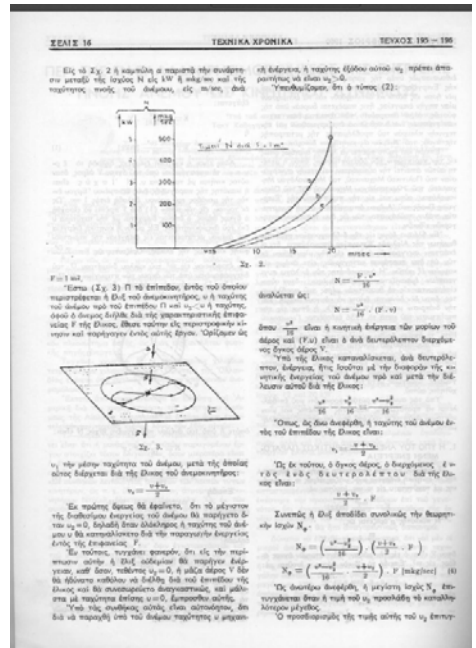
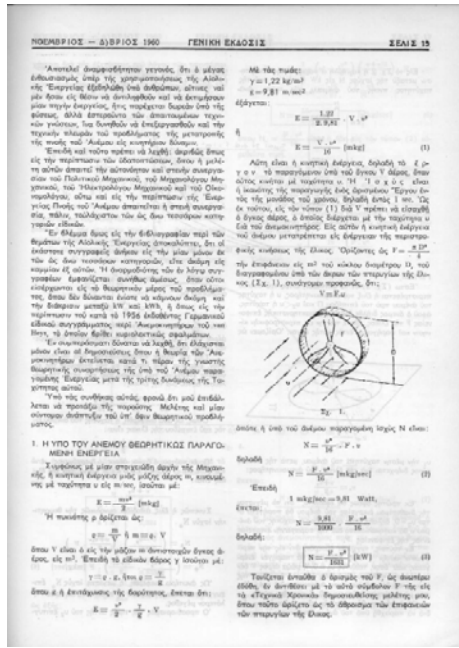
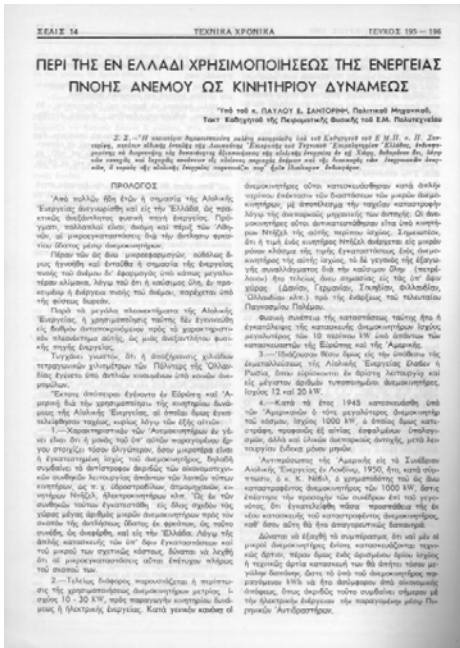
Η έρευνα του καθηγητή του Ε.Μ.Π., Π. Σαντορίνη, με τίτλο «Περί της εν Ελλάδι χρησιμοποίησεως της ενέργειας πνοής ανέμου ως κινητηρίου δυνάμεως» [28], δημοσιεύθηκε στο περιοδικό του Τ.Ε.Ε. «Τεχνικά Χρονικά» το 1960. Πρόκειται για μια μελέτη, κατόπιν εντολής της διοικητικής επιτροπής του Τ.Ε.Ε., προκειμένου να διερευνηθεί η δυνατότητα αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας στη χώρα, δεδομένου ότι, λόγω των ισχυρών ανέμων σε πολλές περιοχές και της διασποράς των ενεργειακών αναγκών, ο τομέας της αιολικής ενέργειας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Αρχικά, ο Σαντορίνης υπολογίζει τη θεωρητική και πραγματική παραγόμενη αιολική ενέργεια. Ακολουθεί μια σύντομη ιστορική αναδρομή των ανεμοκινητήρων. Καταλήγει απαντώντας στα ερωτήματα που είχαν τεθεί από το Τ.Ε.Ε. για τη χρήση της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα. Τα ερωτήματα αυτά ήταν:

1. Από τα διάφορα συστήματα αιολικής και ηλιακής ενέργειας ποια είναι τα καταλληλότερα για την Ελλάδα;
2. Τι μεγέθους μονάδες μπορούν και πρέπει να χρησιμοποιηθούν στην Ελλάδα;
3. Πόσο στοιχίζουν οι μονάδες αυτές;
4. Ποιες περιοχές της χώρας ενδείκνυνται για την εγκατάσταση των μονάδων;
5. Για τις ημέρες που δε θα είναι δυνατή η χρήση των μονάδων, με τι άλλο θα αντικατασταθούν, ή δε χρειάζεται αντικατάσταση;
6. Ποιο θα είναι κατά προσέγγιση το κόστος της μονάδας ενέργειας για κάθε συσκευή;
7. Είναι δυνατό οι μονάδες να κατασκευαστούν στην Ελλάδα ή όχι και υπό ποιες προϋποθέσεις;
8. Για πόσες ημέρες ανά έτος και κατά μέσο όρο, βάσει των επίσημων μετεωρολογικών δεδομένων, προβλέπεται ότι θα είναι δυνατή η λειτουργία των συσκευών;
9. Ποια τα οφέλη της εθνικής οικονομίας από την αξιοποίηση των δύο αυτών πηγών ενέργειας;

Ο Σαντορίνης απάντησε μόνο σε ό,τι αφορούσε την αιολική ενέργεια και τα κυριότερα συμπεράσματά του ήταν :

1. Ένας ανεμοκινητήρας 5kW θα ήταν ο πλέον οικονομικά κατάλληλος, με δυνατότητες παραγωγής ενέργειας μεταξύ 10.000kWh (με κόστος παραγωγής 1,80δρχ/kWh) και 20.000kWh (με κόστος παραγωγής 0,50δρχ/kWh). Οι παραπάνω τιμές αφορούν απευθείας παραγόμενη κι εξ' ολοκλήρου χρησιμοποιούμενη ηλ. ενέργεια, καθώς η αποθήκευση της σε συσσωρευτές θα διπλασίαζε το κόστος.
2. Για οικιακές χρήσεις η καλύτερη επιλογή είναι η εγκατάσταση τόσο βενζινοκινητήρα όσο και ανεμοκινητήρα σε συνδυασμό με συστοιχία συσσωρευτών, για επαρκή, αξιόπιστη και, κατά το δυνατό, οικονομικότερη παραγωγή ενέργειας.



Εικόνα 18: Τμήματα της μελέτης του Π. Σαντορίνη για την αιολική ενέργεια.

Η ιστορία των ανεμογεννητριών [29]

1ος αιώνας μ.Χ.:

Για πρώτη φορά στη γνωστή ιστορία, ένας τροχός που χρησιμοποιεί αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει μια μηχανή. Τον κατασκεύασε ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς.

7ο-9ο αιώνα:

Οι ανεμοτροχοί χρησιμοποιούνται για πρακτικούς σκοπούς στην περιοχή Sistan του Ιράν. Οι ανεμόμυλοι Ranemone χρησιμοποιούνταν για να αλέθουν καλαμπόκι, αλεύρι και να αντλούν νερό.

Μέχρι το 1000μ.Χ.:

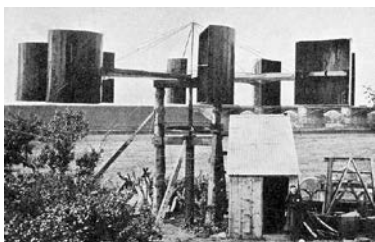
Οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνταν για να αντλούν θαλασινό νερό και να φτιάχνουν αλάτι στην Κίνα και τη Σικελία.

1180:

Κάθετοι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνται στη Βορειοδυτική Ευρώπη για να αλέθουν αλεύρι.

1887:

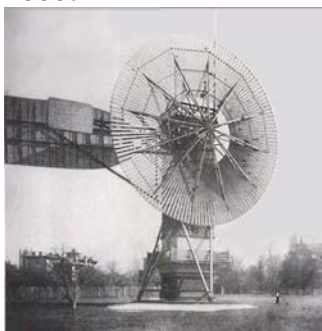
Η πρώτη γνωστή ανεμογεννήτρια που χρησιμοποιείται για να παράγει ηλεκτρισμό κατασκευάζεται στην Σκωτία. Η ανεμογεννήτρια δημιουργήθηκε από τον καθηγητή James Blyth του κολλεγίου Anderson's στη Γλασκόβη. Ο Blyth εγκατέστησε την, 10m με πανιά, ανεμογεννήτρια στον κήπο του εξοχικού του



Εικόνα 19: Η ανεμογεννήτρια του James Blyth [30]

στο Marykirk στο Kincardineshire και τη χρησιμοποιούσε για να φορτίζει συσσωρευτές για να φωτίσει το σπίτι, κάνοντας το το πρώτο σπίτι του οποίου η ηλεκτροδότηση προερχόταν από αιολική ενέργεια. Ο Blyth προσέφερε την παραπάνω ηλεκτρική ενέργεια στους κατοίκους της περιοχής για να φωτιστεί ο κεντρικός δρόμος αλλά εκείνοι αρνήθηκαν καθώς θεωρούσαν ότι ο ηλεκτρισμός ήταν "του διαβόλου".

1888:



Εικόνα 20: Η ανεμογεννήτρια του Charles Brush. [31]

Η πρώτη γνωστή Αμερικανική ανεμογεννήτρια κατασκευάζεται από τον εφευρέτη Charles Brush για να παρέχει ηλεκτρισμό στην έπαυλη του στο Ohio.

1891:

Ένας Δανός επιστήμονας, ο Poul la Cour, αναπτύσσει μια ανεμογεννήτρια που παρήγαγε ρεύμα κι αργότερα κατάλαβε πως να τροφοδοτεί σταθερή ροή ενέργειας από την ανεμογεννήτρια χρησιμοποιώντας ρυθμιστή, επρόκειτο για ένα Kratostate.

1895:



Εικόνα 21: Ο καθηγητής Poul la Cour μπροστά από τις πειραματικές του ανεμογεννήτριες 1899. [32]

Ο Poul la Cour μετατρέπει τον ανεμόμυλο του σε ένα πρωτότυπο σταθμού παραγωγής ενέργειας. Τότε αρχίζει να χρησιμοποιείται για να παρέχει ηλεκτρισμό στο χωριό Askov.

Μέχρι το 1900:

Περίπου 2500 ανεμόμυλοι με συνολική μέγιστη ισχύ 30MW χρησιμοποιούνται σε όλη τη Δανία για μηχανικούς σκοπούς, π.χ. άλεσμα σπόρων και άντληση νερού.

1903:

Ο Poul la Cour ιδρύει την Κοινότητα των Αιολικών Ηλεκτρολόγων. Επίσης, ήταν ο πρώτος που ανακάλυψε ότι οι ανεμογεννήτριες με λιγότερα πτερύγια και μεγαλύτερη ταχύτητα ήταν πιο αποδοτικές.

1904:

Η Κοινότητα των Αιολικών Ηλεκτρολόγων διεξάγει το πρώτο μάθημα για τον αιολικό ηλεκτρισμό.

Μέχρι το 1908:

72 συστήματα παραγωγής αιολικής ενέργειας λειτουργούν σε όλη τη Δανία και είναι από 5kW έως 25kW.

1928:

Οι Joe Jacobs και Marcellus Jacobs ανοίγουν το εργοστάσιο «Jacobs Wind» στη Minneapolis της Minnesota. Παράγουν ανεμογεννήτριες για τις φάρμες.

Εικόνα 22: Ο Marcellus Jacobs πάνω σε μία ανεμογεννήτρια τη δεκαετία του '40. [33]

1931:

Μια ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα, παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιούμε σήμερα, κατασκευάζεται στη Yalta. Έχει ισχύ 100kW, ύψος πύργου 32m και 32% συντελεστή φορτίου.

1941:

Η πρώτη ανεμογεννήτρια τάξης MW συνδέεται στο τοπικό ηλ. Δίκτυο. Η ανεμογεννήτρια των 1.25MW των Smith-Putnam εγκαταστάθηκε στο Castletown στο Vermont.

Εικόνα 23: Η ανεμογεννήτρια των Smith και Putnam. [34]

Κατά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο:

Μικρές ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνταν για τα γερμανικά υποβρύχια, για να φορτίζουν μπαταρίες και να εξοικονομούν καύσιμα.

1957:



Εικόνα 24: Η ανεμογεννήτρια του Johannes Juul. [35]

- Η Jacobs Wind πλέον έχει παράγει και πουλήσει περίπου 30000 ανεμογεννήτριες, συμπεριλαμβανομένων και πελατών στην Αφρική και την Ανταρκτική.
- Ο Johannes Juul, πρώην μαθητής του Poul la Cour, κατασκευάζει μια ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα με διάμετρο 24m και 3 πτερύγια, αρκετά κοντά στο σημερινό σχέδιο των Α/Γ. Η ανεμογεννήτρια έχει ισχύ 200kW κι εμπεριέχει μια νέα εφεύρεση, σύστημα πέδησης εκτάκτου ανάγκης, που χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα.

1975:



Εικόνα 25: Μοντέλο της πειραματικής ανεμογεννήτριας MOD-0 της NASA. [36]

Ξεκινά πρόγραμμα ανεμογεννητριών της NASA. Η έρευνα αυτή καθώς και η ανάπτυξη του προγράμματος ήταν πρωτοπόρα για πολλές από τις τεχνολογίες των μεγάλων ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούμε σήμερα, όπως: ατσάλινους κυλινδρικούς πύργους, γεννήτριες μεταβαλλόμενης ταχύτητας, σύνθετα υλικά πτερυγίων, μερικό έλεγχο βήματος, καθώς και αεροδυναμικές, κατασκευαστικές και ακουστικές ιδιότητες σχεδιασμού.

1975:

Διασυνδέεται το πρώτο αμερικανικό αιολικό πάρκο, παράγοντας ενέργεια αρκετή για 4149 σπίτια.

1978:



Εικόνα 26: Η ανεμογεννήτρια Tvind.[37]

- Η πρώτη ανεμογεννήτρια πολλών MW τίθεται σε λειτουργία από μαθητές και καθηγητές του σχολείου Tvind. Η ανεμογεννήτρια των 2MW ήταν πρωτοπόρα για πολλές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σήμερα κι επέτρεψε στις Vestas, Siemens κ.λπ. να πάρουν τα εξαρτήματα που χρειάζονταν. Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η πρωτοπόρα κατασκευή των πτερυγίων για την οποία συμβουλευτήκαν Γερμανούς αεροναυπηγούς. Η ανεμογεννήτρια λειτουργεί ακόμα.



Εικόνα 27: Η ανεμογεννήτρια Darrieus δυο πτερυγίων της Vestas. [38]

- Η Δανική κατασκευάστρια Vestas κατασκευάζει την πρώτη ανεμογεννήτρια.
- Τίθεται σε εφαρμογή στις Η.Π.Α. το Κανονιστικό Πλαίσιο Κοινοφελών Εγκαταστάσεων (PURPA). Το PURPA απαιτεί οι εγκαταστάσεις να διασυνδέονται και με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Απαιτεί, επίσης, οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας να αγοράζουν ίσο με το «αποφευχθέν κόστος», το κόστος που θα τους κόστιζε η κατασκευή του δικού τους σταθμού παραγωγής ενέργειας.

1980:



Εικόνα 28: Η ανεμογεννήτρια E44 της Enertech τη δεκαετία του '80. [39]

- Ιδρύεται η εταιρεία κατασκευής ανεμογεννητριών Zond (η οποία τελικά γίνεται η GE Wind Energy).
- Η κατασκευάστρια ανεμογεννητριών Danregn Vindkraft ιδρύεται, από έναν κατασκευαστή συστημάτων άρδευσης στη Δανία. Στη συνέχεια γίνεται Bonus Energy. Και τελικά Siemens Wind Power.
- Το κόστος παραγωγής ενέργειας στις Η.Π.Α. είναι \$0.38/kWh.
- Το πρώτο αιολικό πάρκο με 20 Α/Γ τίθεται σε λειτουργία.
- Η Δανία ξεκινά να εγκαθιστά πλωτές ανεμογεννήτριες.
- Η Enertech ξεκινά να κατασκευάζει ανεμογεννήτριες των 1.8kW που μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο.
- Υπάρχουν πλέον εμπορικοί κινητήρες ανεμογεννητριών με διάμετρο πτερωτής 17m και ισχύ 75kW.

1981:

Η Καλιφόρνια εισάγει φορολογικές πιστώσεις για ανεμογεννήτριες.

1982:

Υπάρχουν πλέον 4 αιολικά πάρκα στις Η.Π.Α., διπλάσια από την προηγούμενη χρονιά, ικανά να τροφοδοτήσουν 13500 σπίτια.

1983:

Λειτουργούν 8 αιολικά πάρκα στις Η.Π.Α., αρκετά για 109000 σπίτια.

1984:

- Λειτουργούν 15 αιολικά πάρκα στις Η.Π.Α., αρκετά για 146000 σπίτια.
- Ιδρύεται η Enercon, η οποία γίνεται η μεγαλύτερη γερμανική κατασκευάστρια ανεμογεννητριών μέχρι σήμερα.

1986:

Η Vestas αποφασίζει να ασχοληθεί αποκλειστικά με την παραγωγή ανεμογεννητριών.

1987:



Η NASA κατασκευάζει μια ανεμογεννήτρια 3.2MW. Είχε το πρώτο μεγάλης κλίμακας μεταβλητό σύστημα αναμετάδοσης και μια πτερωτή δύο πτερυγίων.

Εικόνα 29: Η ανεμογεννήτρια MOD -5B της NASA. [40]

1990:

- Τίθεται σε ισχύ ο νόμος περί κινήτρων παραγωγής ηλιακής, αιολικής, γεωθερμικής ενέργειας και αποβλήτων για να τροποποιήσει το PURPA για να αφαιρέσει τους περιορισμούς μεγέθους στους σταθμούς παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές που πληρούν τις προδιαγραφές για τα οφέλη του PURPA.
- Λειτουργού 46 αιολικά πάρκα στις Η.Π.Α., αρκετά για 300000 σπίτια.
- Η ανθεκτικότητα και η αποδοτικότητα γίνονται το σημαντικότερο για τους πελάτες, κυλινδρικό ατσάλι κι οπλισμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιούνται στις ανεμογεννήτριες.

1991:



Εικόνα 30: Το αιολικό πάρκο Delabole στο Cornwall. [41]

- Η Vestas πουλά τη 1000ή της ανεμογεννήτρια.
- Το πρώτο πλωτό αιολικό πάρκο κατασκευάζεται νότια της Δανίας. Αποτελείται από 11 ανεμογεννήτριες της εταιρείας Bonus Energy, των 450kW η κάθε μια. Κατασκευάζεται το πρώτο αιολικό πάρκο του Ην. Βασιλείου στο Cornwall. Αποτελείται από 10 Α/Γ που παράγουν αρκετή ενέργεια για 2700 σπίτια.

1992:

Οι Η.Π.Α. εφαρμόζουν την Πίστωση Φόρου Παραγωγής (PTC) για την αιολική ενέργεια. Το PTC ενθαρρύνει την παραγωγή ηλ. ενέργειας κι όχι απλώς την εγκατάσταση (η οποία είχε ως αποτέλεσμα προβλήματα με την απόδοση και την αξιοπιστία. Τα πρώτα χρόνια, οι παραγωγοί αιολικής ενέργειας πληρώνονται 1.5¢/kWh για την ηλ. Ενέργεια που παράγουν για τα πρώτα 10 χρόνια λειτουργίας. Το PTC είναι ένα βασικό κίνητρο, ίσως το σημαντικότερο, που οδηγεί στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στις Η.Π.Α. τα επόμενα χρόνια. Ωστόσο, το Κογκρέσο το αφήνει να λήξει πριν το επαναφέρει αρκετές φορές, οδηγώντας σε έναν κύκλο οικονομικής ευημερίας και πτώσης περιορίζοντας το γενικότερο όφελος.

1994:

- Η Vestas λανσάρει το OptiSlip με μια νέα ανεμογεννήτρια. Το OptiSlip επιτρέπει στην Α/Γ να τροφοδοτεί το δίκτυο με συνεχές ρεύμα.
- Η Gamesa Eólica, μια θυγατρική της ισπανικής Gamesa Corporación Tecnológica, ιδρύεται με σκοπό την παραγωγή ανεμογεννητριών. Την επόμενη χρονιά αρχίζει να αναπτύσσει πρόγραμμα αιολικής ενέργειας.

1995:

- Η Vestas κατασκευάζει τις πρώτες της πλωτές Α/Γ.
- Ιδρύεται η Suzlon Energy προκειμένου να κατασκευάζει, να εγκαθιστά και να λειτουργεί ανεμογεννήτριες.

1995-2000:

Οι πτερωτές των εμπορικών Α/Γ φτάνουν τα 50m σε διάμετρο και οι Α/Γ την ισχύ των 750kW, 10 φορές περισσότερο απ' ότι 10 χρόνια πριν.

1996:

Η παγκόσμια εγκατεστημένη αιολική ισχύς φτάνει τα 6100MW.

1998:

- Η παγκόσμια εγκατεστημένη αιολική ισχύς φτάνει τα 10200MW.
- Ιδρύεται η κινεζική Goldwind για την κατασκευή ανεμογεννητριών.
- Η Vestas δημοσιοποιεί ότι μπαίνει στο χρηματιστήριο της Κοπεγχάγης.

1999:

Η Vestas κατασκευάζει ανεμογεννήτριες με OptiSpeed που τις κάνει κατάλληλες για μικρούς ανέμους.

2000:

- Υπάρχουν 97 αιολικά πάρκα στις Η.Π.Α., αρκετά για 592000 σπίτια. Η εγκατεστημένη αιολική ισχύς των Η.Π.Α. είναι 2554MW.
- Η ισπανική Gamesa κάνει τη μεγαλύτερη παραγγελία ανεμογεννητριών μέχρι τότε με 1800 Α/Γ από τη Vestas.
- Η Gamesa δημοσιοποιεί την εισαγωγή της στο χρηματιστήριο της Μαδρίτης.
- Η παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς ανεμογεννητριών φτάνει τα 17400MW.

2002:

- Η GE εξαγοράζει την Enron Wind καθώς η δεύτερη πτώχευσε. (Η GE θα γίνει τελικά το 2012 η Νο1 κατασκευάστρια Α/Γ).
- Στις Η.Π.Α. λειτουργούν 149 αιολικά πάρκα, ικανά να τροφοδοτήσουν 1.1εκ. σπίτια.
- Η παγκόσμια αιολική ισχύς φτάνει τα 31100MW.

2003:

Τίθεται σε λειτουργία το πρώτο πλωτό αιολικό πάρκο του Ην. Βασιλείου στη Β. Ουαλία. Αποτελείται από 30 Α/Γ των 2MW η κάθε μια.

2004:

- Συγχωνεύονται η Vestas με την NEG Micon. Στη συνέχεια η Vestas ελέγχει το 34% της αγοράς αιολικής ενέργειας, κατά πολύ μεγαλύτερο από οποιαδήποτε άλλη χώρα.
- Η Siemens εξαγοράζει την Bonus Energy (πρώην Danreg Vindkraft).

2005:

- Λειτουργούν 226 αιολικά πάρκα στις Η.Π.Α., προσφέροντας αρκετή ενέργεια για 2.2εκ. σπίτια.
- Η παγκόσμια αιολική ισχύς φτάνει τα 59091MW.

2007:

- Το Ην. Βασίλειο ανακοινώνει την εγκατάσταση χιλιάδων πλωτών αιολικών πάρκων ικανών να τροφοδοτήσουν κάθε σπίτι ως το 2020.
- Η παγκόσμια αιολική ισχύς φτάνει τα 93820MW.

2008:

- Λειτουργούν 416 αιολικά πάρκα στις Η.Π.Α., ικανά να τροφοδοτήσουν 6.5εκ. σπίτια.
- Σχεδόν 2000 αιολικά πάρκα λειτουργούν στο Ην. Βασίλειο, ικανά να τροφοδοτήσουν πάνω από 1.5εκ. σπίτια.
- Η παγκόσμια αιολική ισχύς φτάνει τα 129291MW.

2009:



Εικόνα 31: Προσομοίωση του επιπλεούμενου αιολικού πάρκου της Statoil. [42]



Εικόνα 32: Το αιολικό πάρκο Roscoe στο Τέξας. [43]

- Η πρώτη μεγάλη ανεμογεννήτρια που επιπλέει τίθεται σε λειτουργία στη Σκωτία. Αναπτύχθηκε από τη Νορβηγική Statoil και χρησιμοποίησε Α/Γ Siemens.
- Το αιολικό πάρκο Roscoe στο Τέξας γίνεται το μεγαλύτερο πάρκο στον κόσμο, με 634 Α/Γ και 781.5MW.
- Μια πίστωση φόρου επενδύσεων εφαρμόζεται για τους κατασκευαστές προϊόντων αιολικής ενέργειας. Η πίστωση φόρου 30% αποτελεί μέρος του αμερικανικού νόμου ανάκαμψης κι επανεπένδυσης του 2009.
- Υπό τον νόμο ανάκαμψης κι επανεπένδυσης (ARRA), \$93εκ. επενδύονται σε έρευνα κι ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας.
- Νέα προγράμματα αιολικής ενέργειας στις Η.Π.Α. πληρούν τις προϋποθέσεις για 30% των κονδυλίων από το Υπ. Οικ. Για να καλυφθούν τα έξοδα και να παροτρυνθεί η οικονομική δραστηριότητα. Τα νέα έργα αιολικής ενέργειας στις Η.Π.Α. μπορούν να έχουν 30% πίστωση φόρου επενδύσεων (ITC) αντί του PTC, αν το προτιμούν.

2010:

- Λειτουργούν 581 αιολικά πάρκα στις Η.Π.Α., αρκετά για 10εκ. σίτια.
- Το μέσο κόστος της αιολικής ενέργειας στις Η.Π.Α. είναι \$0.08/kWh, περίπου το 21% του κόστους της δεκαετίας το '80.
- Το Υπ. Εσωτερικών των Η.Π.Α. υπογράφει το συμβόλαιο για το πρώτο αιολικό πρόγραμμα, Cape Wind.
- Η Κίνα ξεπερνά τις Η.Π.Α. και γίνεται η χώρα με τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη αιολική ισχύ.
- Η παγκόσμια αιολική ισχύς φτάνει τα 197039MW.

2011:

- Δημιουργείται τμήμα Siemens Wind Power.
- Το μέσο κόστος της αιολικής ενέργειας στις Η.Π.Α. είναι \$0.07/kWh.
- Οι εμπορικές πτερωτές φτάνουν σε διάμετρο τα 126m και τα 7500kW, 100 φορές περισσότερο σε σχέση με τη δεκαετία του '80.

- Η Ιαπωνία σχεδιάζει αιολικό πάρκο επιπλεούμενων ανεμογεννητριών. Στοχεύει μέχρι το 2020 να έχει 80 ανεμογεννήτριες στις ακτές της Fukushima.

2012:



Εικόνα 33: Το αιολικό πάρκο Mendota Hills στο Illinois των Η.Π.Α.. [44]

- Λειτουργούν 815 αιολικά πάρκα στις Η.Π.Α., συνολικής ισχύος 60GW και ικανά να καλύψουν ενεργειακά 15εκ. σίτια.
- Η αιολική ενέργεια γίνεται η Νο1 πηγή νέας ενέργειας στις Η.Π.Α., με 45100 Α/Γ εκείνη τη χρονιά, που ισοδυναμούν με το 42% της ισχύος των Η.Π.Α..
- Οι Η.Π.Α. επανακτούν την πρώτη θέση στην αγορά αιολικής ενέργειας.
- Η εγκατεστημένη ισχύς στην Κίνα φτάνει τα 75GW, η υψηλότερη στον κόσμο για μια μεμονωμένη χώρα.
- Το Ην. Βασίλειο έχει 3GW εγκατεστημένης ισχύος σε πλωτές Α/Γ, το υψηλότερο στον κόσμο.
- Η παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς είναι 282587MW.
- Η Δανία καλύπτει το 30% των ενεργειακών της αναγκών με αιολική ενέργεια

2013:



Εικόνα 34: Ανεμογεννήτριες στο Liu'ao της Κίνας. [45]

- Το μέσο κόστος παραγωγής της αιολικής ενέργειας στις Η.Π.Α. είναι \$0.06/kWh, περίπου το 15% απ' ότι τη δεκαετία του '80. Στα \$0.06/kWh η τιμή του ηλ. Ρεύματος.
- Η πρώτη υβριδική Α/Γ που παράγει ενέργεια χρησιμοποιώντας τον άνεμο και την κινητική ενέργεια των θαλάσσιων ρευμάτων εγκαθίσταται στις ακτές της Ιαπωνίας.
- Το αιολικό πάρκο Wind Array ολοκληρώνεται στο Ην. Βασίλειο και γίνεται το μεγαλύτερο πλωτό αιολικό πάρκο.
- Η GE παράγει ανεμογεννήτριες που μπορούν να αποθηκεύσουν ενέργεια.
- Το 54% της ηλ. ενέργειας της Ισπανία προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές και κυρίως αιολική ενέργεια, για τον μήνα Απρίλιο.
- Η Κίνα γίνεται ξανά η μεγαλύτερη αγορά αιολικής ενέργειας.

- Η αιολική γίνεται η τρίτη μεγαλύτερη πηγή ενέργειας της Κίνας, ξεπερνώντας την πυρηνική.
- Η αιολική ενέργεια στην Ισπανία παράγει το περισσότερο ρεύμα από οποιαδήποτε άλλη πηγή για τρεις συνεχόμενους μήνες, παρέχοντας στη χώρα το 25% του ηλ. της ρεύματος.
- Τίθεται σε λειτουργία η πρώτη πλωτή Α/Γ στις Η.Π.Α..

3 Ανεμογεννήτριες

3.1 Η ανάγκη για παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ και η χρησιμότητα των αιολικών πάρκων

Ο τομέας της ενέργειας αποτελεί έναν από τους βασικότερους πυλώνες της παγκόσμιας οικονομίας. Συνεπώς, ο αποδοτικότερος σχεδιασμός και η διαχείριση των ενεργειακών συστημάτων καθίστανται βασική προϋπόθεση για ένα αειφόρο μέλλον.

Μέχρι πριν λίγα χρόνια ο κυρίαρχος τρόπος παραγωγής ενέργειας ήταν τα ορυκτά καύσιμα, πρακτική που πλέον έχει αρχίσει να αναθεωρείται σε παγκόσμιο επίπεδο. Η εκτεταμένη παραγωγή ενέργειας μέσω ορυκτών καυσίμων συνιστά μία μη αειφόρο ενεργειακή πρακτική και περιβαλλοντικά ζημιογόνα. Είναι πλέον ευρέως γνωστό ότι η πλειοψηφία των επιστημόνων υποστηρίζει ότι το περιβάλλον κινδυνεύει, στο πολύ κοντινό μέλλον, λόγω της υπέρμετρης εκμετάλλευσης ορυκτών καυσίμων. Παράλληλα, κάποιοι ερευνητές έχουν εκφράσει ότι έχει επέλθει η εποχή αιχμής της παραγωγής πετρελαίου (peak oil hypothesis) που σημαίνει ότι μπορούμε να διακρίνουμε τη μελλοντική αδυναμία εκμετάλλευσης ορυκτών πόρων. Γεγονός που προμηνύει μια πιθανή κοινωνικοοικονομική κρίση ως απόρροια της αδυναμίας κάλυψης των ενεργειακών αναγκών. Συνεπώς, εύκολα συμπεραίνεται η ανάγκη αναθεώρησης των πρακτικών εκμετάλλευσης των ενεργειακών πόρων του πλανήτη, και η θέσπιση παγκόσμιων προδιαγραφών τόσο για την εξοικονόμηση ενέργειας όσο και για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.

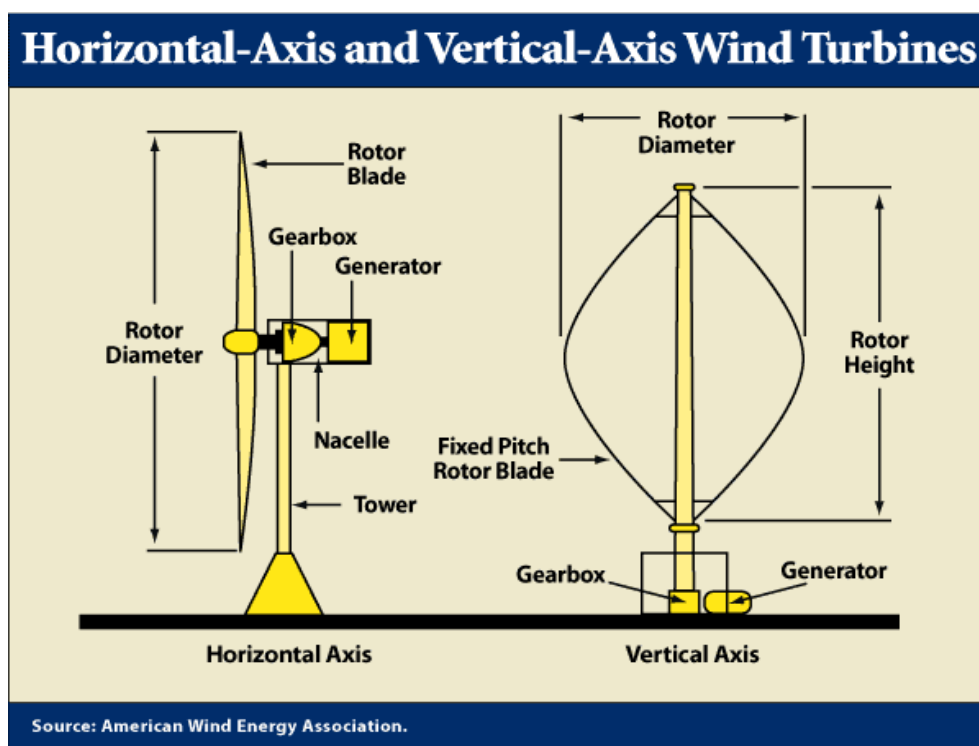
Σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται και ως ήπιες, νέες ή πράσινες μορφές ενέργειας. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» προς το περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, αφού ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια, δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης

των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Τελευταία, από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη. Οι ΑΠΕ αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα. [46]

Μια από τις προαναφερθείσες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι και η αιολική, η παραγωγή της οποίας επιτυγχάνεται από την εγκατάσταση ανεμογεννητριών και αιολικών πάρκων. Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές μεγάλης κλίμακας οι οποίες καλούνται να εξυπηρετήσουν την ανάγκη για ενεργειακή επάρκεια και αυτονομία, με στόχο τη βιωσιμότητα βάσει του σύγχρονου μοντέλου διαβίωσης. Θεωρητικά οι μηχανές αυτές αξιοποιούν έναν ανανεώσιμο φυσικό πόρο και καλύπτουν ανένα τις ενεργειακές ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας.

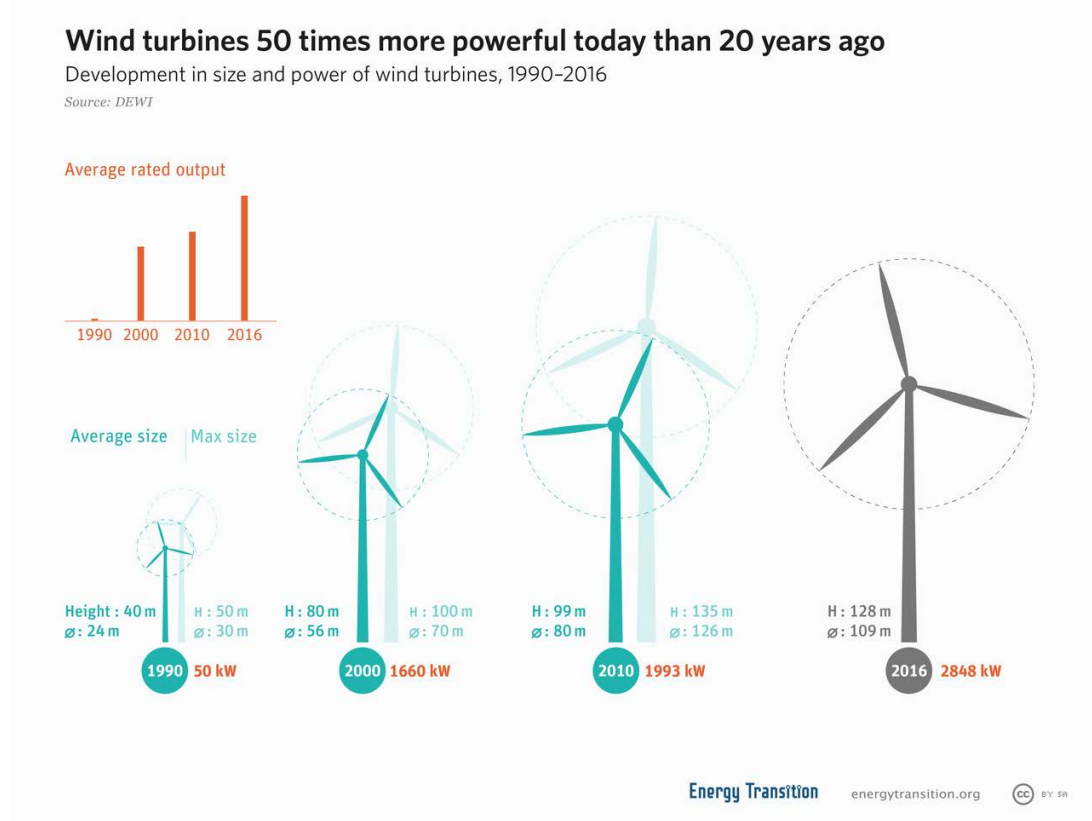
3.2 Κατασκευή ανεμογεννητριών

Οι ανεμογεννήτριες κατηγοριοποιούνται με βάση διαφορετικά χαρακτηριστικά τους. Βασικότερο κριτήριο κατηγοριοποίησης αποτελεί η διεύθυνση περιστροφής των πτερυγίων. Όταν η κατεύθυνση του ανέμου είναι παράλληλη στον άξονα περιστροφής τότε ονομάζονται οριζόντιου άξονα, αντιθέτως, όταν ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος στο έδαφος και την κατεύθυνση του ανέμου ονομάζονται κατακόρυφου άξονα.



Εικόνα 35: Ανεμογεννήτριες οριζόντιου και κατακόρυφου άξονα [47]

Ανάλογα με το μέγεθος και την ισχύ που παράγουν διακρίνουμε τις ανεμογεννήτριες σε μικρές, μεσαίες και μεγάλες. Ανάλογα με τον αριθμό των πτερυγίων που φέρουν διακρίνονται σε μονοπτέρυγες και πολυπτέρυγες και, τέλος, ονομάζονται αργόστροφες ή πολύστροφες σύμφωνα με την ταχύτητα περιστροφής τους. Οι ανεμογεννήτριες, όμως, που έχουν επικρατήσει και κυριαρχούν σχεδόν σε όλα τα αιολικά πάρκα είναι οι οριζόντιου άξονα με τρία πτερύγια.



Εικόνα 36: Η εξέλιξη των ανεμογεννητριών με τον χρόνο [48]

3.2.1 Βασικά μέρη τυπικής ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα

Μία τυπική ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα αποτελείται από τα παρακάτω βασικά μέρη:

Πύργος: Ο πύργος είναι κατασκευασμένος από χάλυβα και στηρίζει όλη την ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Δύο είναι οι κύριοι τύποι πύργων που έχουν επικρατήσει, ο κυλινδρικός πύργος κι ο τύπου δικτυώματος. Ο δικτυωτός είναι ευκολότερος στην συναρμολόγηση και ανάρτηση, ελαφρύτερος και φθηνότερος. Ο κυλινδρικός είναι δυνατό στο εσωτερικό του, όταν πρόκειται για μεγάλες ανεμογεννήτριες, να αποτελέσει και το θάλαμο στέγασης όλων των οργάνων της ανεμογεννήτριας, ενώ μπορεί να έχει εσωτερική σκάλα ή ανελκυστήρα για την πρόσβαση στο κουβούκλιο στην κορυφή του. Όσο ψηλότερος είναι, τόσο

περισσότερη ενέργεια είναι δυνατό να παραχθεί, αφού ψηλότερα υπάρχει καλύτερο αιολικό δυναμικό και μικρότερη επιρροή των εμποδίων του εδάφους (κτίρια, δέντρα κ. α.).

Δρομέας: Αποτελεί ίσως το σημαντικότερο μέρος για τη σχεδίαση όλου του συστήματος. Στόχος είναι να βρεθεί ο βέλτιστος συνδυασμός των διάφορων παραμέτρων που συνθέτουν τον δρομέα: ταχύτητα περιστροφής, διάμετρος δρομέα, αριθμός πτερυγίων, κατανομή πλάτους πτερυγίου, κατάλληλη αεροτομή ή αεροτομές. Το κριτήριο επιλογής για το συνδυασμό αυτό, είναι η μεγιστοποίηση της παραγόμενης ενέργειας. Τα πτερύγια είναι κατασκευασμένα από σύνθετα υλικά (υαλονήματα και ειδικές ρητίνες), σχεδιασμένα για να αντέχουν σε μεγάλες καταπονήσεις. Το μήκος τους εξαρτάται από την απαιτούμενη ονομαστική ισχύ της μηχανής και το αιολικό δυναμικό της περιοχής εγκατάστασης τους.

Σύστημα μετάδοσης της κίνησης: Αποτελείται από τον κύριο άξονα, τα έδρανά του και το κιβώτιο ταχυτήτων (στις μεγάλες ανεμογεννήτριες), το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στην σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας.

Σύστημα πέδησης: Υπάρχουν διάφοροι τρόποι ακινητοποίησης του δρομέα:

- Μεταβολή του βήματος του πτερυγίου ή του ακροπτερυγίου.
- Στροφή του ίδιου του δρομέα ώστε να γυρίσει σε διαφορετική κατεύθυνση από αυτήν του ανέμου.
- Αύξηση της αεροδυναμικής αντίστασης του πτερυγίου με την ενεργοποίηση αεροπέδης.
- Πέδηση του άξονα που πραγματοποιείται με δισκόφρενο, τύπου ασφάλειας αστοχίας, που ενεργεί αυτόματα στον άξονα.

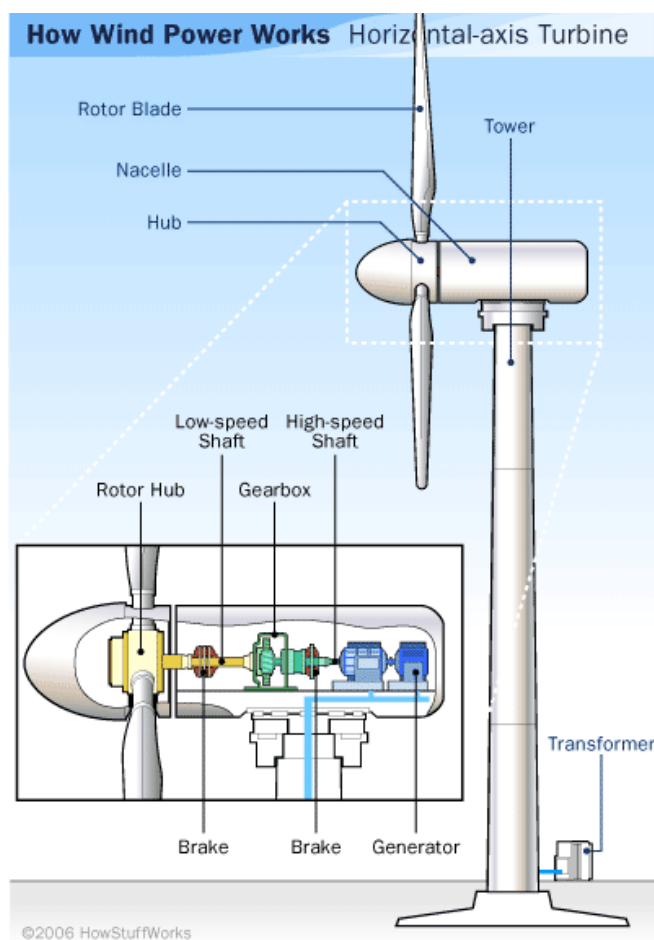
Ηλεκτρική γεννήτρια: Ο μηχανισμός αυτός παράγει την ηλεκτρική ενέργεια όταν υπάρχει ικανοποιητικός αέρας για να περιστρέψει τα πτερύγια. Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται στο επόμενο στάδιο (είτε για αποθήκευση, είτε στο σύστημα διανομής, είτε για άμεση χρήση) χρησιμοποιώντας καλωδίωση. Υπάρχουν δύο δυνατές λύσεις: σύγχρονη ή ασύγχρονη γεννήτρια, η οποία συνδέεται με την έξοδο του κιβωτίου πολλαπλασιασμού των στροφών μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Η θέση τοποθέτησης της είναι στην κορυφή του πύργου της ανεμογεννήτριας. Συνήθως χρησιμοποιείται η ασύγχρονη γεννήτρια λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει όσον αφορά το κόστος, το βάρος, την απλότητα κατασκευής, την αξιοπιστία, τις ανάγκες συντήρησης, την καλύτερη ποιότητα ισχύος και τις μεμονωμένες μηχανικές καταπονήσεις. Η σύγχρονη γεννήτρια, η οποία μειονεκτεί στα παραπάνω, χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπου δεν υπάρχει σύνδεση με το δίκτυο, δηλαδή σε αυτόνομα συστήματα με συσσωρευτές για την αποθήκευση της ενέργειας, αφού η προτιμώμενη ασύγχρονη γεννήτρια χρειάζεται να παίρνει ρεύμα μαγνήτισης από το δίκτυο. Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα έχουν στην κορυφή του πύργου την κύρια άτρακτο που περιέχει την ηλεκτρογεννήτρια καθώς και τον δρομέα προσανατολισμένο πάντα προς την φορά που πνέει ο άνεμος. Οι μικρές ανεμογεννήτριες προσανατολίζονται από ένα απλό

ανεμοδείκτη, ενώ οι μεγάλες χρησιμοποιούν γενικά ένα αισθητήρα ανέμου σε συνδυασμό με ένα μηχανισμό περιστροφής του δρομέα. Οι περισσότερες έχουν ένα κιβώτιο ταχυτήτων, που μετατρέπει την αργή περιστροφή των λεπίδων του δρομέα σε μια ταχύτερη που είναι καταλληλότερη για να αποδώσει μία ηλεκτρική γεννήτρια.

Σύστημα προσανατολισμού: Αναγκάζει τον άξονα περιστροφής να βρίσκεται συνεχώς παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου.

Ηλεκτρονικός πίνακας & πίνακας ελέγχου: Τοποθετούνται στη βάση του πύργου και περιλαμβάνουν υποσυστήματα μικρο-ελεγκτών, που εξασφαλίζουν την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία της Α/Γ σε όλες τις συνθήκες ανέμου.

[49] [50]



Εικόνα 37: Βασικά μέρη τυπικής ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα [51]

3.2.2 Αρχές που διέπουν την κατασκευή των ανεμογεννητριών

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή των ανεμογεννητριών διέπονται, κατά βάση, από τις αρχές της μηχανικής. Η αντοχή και η λειτουργικότητα είναι θεμελιώδεις απαιτήσεις, οι οποίες, όμως, θα πρέπει να συμβαδίζουν και με τις οικονομικές παραμέτρους. Ο βέλτιστος συνδυασμός των παραπάνω θα εξασφαλίσει, τελικά, τη μέγιστη δυνατή απόδοση του έργου. Συνεπώς απαιτείται ο βέλτιστος δυνατός βιομηχανικός σχεδιασμός των ανεμογεννητριών

προκειμένου να ικανοποιούνται τόσο οι κατασκευαστικές διατάξεις αυτών όσο και οι απαιτήσεις λειτουργικότητας και κόστους. Ο παραπάνω σχεδιασμός είναι εφικτός μέσω επιλογής συνδυασμού των κατάλληλων μεταβλητών από κάθε πιθανή παράμετρο ενός αιολικού έργου.

Ειδικότερα και προκειμένου να εξασφαλισθεί ικανοποιητικός σχεδιασμός και κατασκευή ανεμογεννητριών κυρίως απαιτούνται: [52]

- Μελέτη των χαρακτηριστικών του ανέμου για την εκλογή της βέλτιστης τοποθεσίας εγκατάστασης.
- Σχεδιασμός της αεροδυναμικής διάταξης που να μετατρέπει κατά τον αποδοτικότερο τρόπο την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανικό έργο.
- Εύρεση του καλύτερου τρόπου αντιμετώπισης των διακυμάνσεων της ενέργειας του ανέμου.
- Βέλτιστος σχεδιασμός των παραμέτρων που συνθέτουν τον δρομέα της ανεμογεννήτριας, δηλαδή του αριθμού των πτερυγίων, του πλάτους του πτερυγίου και της κατάλληλης αεροτομής που θα χρησιμοποιηθεί για τη σύνθεση του πτερυγίου, της συστροφής του πτερυγίου, της διανομής βήματος κ.λπ.
- Ορθός προσανατολισμός του άξονα του δρομέα προς την κατεύθυνση του ανέμου καθώς και ο ακριβής καθορισμός του ύψους του δρομέα από το έδαφος.
- Επιλογή ανθεκτικών υλικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή και την έδραση των πτερυγίων. Τα προβλήματα αυτά αποτελούν ίσως τα βασικότερα προβλήματα στις κατασκευές ανεμογεννητριών υψηλής αξιοπιστίας, δεδομένου ότι ο άνεμος εξασκεί πάνω στα πτερύγια και στις αντίστοιχες εδράσεις τους σημαντικές δυνάμεις. Ένας επιπλέον κίνδυνος προέρχεται από το γεγονός ότι οι εξασκούμενες τάσεις είναι εναλλασσόμενες, ενώ υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ιδιοσυντονισμού της πτερωτής, λόγω των εμφανιζόμενων ταλαντώσεων.
- Ορθή κατασκευή του πύργου στήριξης της ανεμογεννήτριας και της θεμελίωσής του. Ο πύργος στήριξης πρέπει να συνδυάζει το κατάλληλο αεροδυναμικό σχήμα με τη σταθερότητα και την αντοχή σε χρονικά μεταβαλλόμενες καταπονήσεις. Για τον σκοπό αυτό πρέπει να ικανοποιηθούν ορισμένες απαιτήσεις ως προς τις διαστάσεις, την πλαστική ροπή αντοχής, τον λυγισμό, την μετατόπιση της κορυφής του πύργου, τη θεμελιώδη ιδιοσυχνότητα, τις αντοχές των φλαντζών σύνδεσης και των συγκολλήσεων.

Οι προϋποθέσεις, όμως, αυτές δεν υφίστανται ανεξάρτητα, επειδή οι ανεμογεννήτριες έχουν πλέον εξελιχθεί σε τεχνολογικά προϊόντα μαζικής παραγωγής που υπακούν στις αρχές του βιομηχανικού σχεδιασμού. Αυτό σημαίνει ότι και για τις ανεμογεννήτριες δημιουργείται μια βιομηχανική αισθητική όπου η λειτουργικότητα, κυρίως, αλλά και το κέρδος κυριαρχούν στην παραγωγή.

3.2.3 Βιομηχανικός Σχεδιασμός

Ο βιομηχανικός σχεδιασμός (Industrial Design) δημιουργήθηκε στα τέλη του 19ου αιώνα με τον καταμερισμό της εργασίας στην βιομηχανία. “Βιομηχανικός Σχεδιασμός είναι η επαγγελματική ειδικότητα της σχεδίασης και εξέλιξης ιδεών και των χαρακτηριστικών που τις διέπουν, βελτιώνουν τη λειτουργία και την αισθητική προϊόντων και συστημάτων αυτών, με σκοπό την, εξίσου, μέγιστη ωφέλεια, τόσο του κατασκευαστή όσο και του χρήστη.”

Σύμφωνα με τον ορισμό του ICSID (International Council of Societies of Industrial Design), “Ο σχεδιασμός (προϊόντων) είναι μια δημιουργική εργασία, της οποίας σκοπός είναι να ορίσει τις ποικίλες ποιότητες των προϊόντων ή συστημάτων προϊόντων. Ο σχεδιασμός ενός προϊόντος είναι ο κεντρικός παράγοντας που δίνει στην τεχνολογία ένα “ανθρώπινο” πρόσωπο, έτσι ώστε να γίνει ελκυστική σε αυτόν που απευθύνεται προς χρήση. Ο σχεδιασμός, επίσης, είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες πολιτισμικής και οικονομικής ανταλλαγής μεταξύ ανθρώπων.”. [53]

Ο σχεδιασμός προϊόντων συνήθως απαιτεί σημαντική έρευνα, σκέψη και ανάλυση δεδομένων, δημιουργία πιθανών λύσεων, δημιουργία μοντέλου (prototype) και διαδραστική ανάλυση αυτού, επανασχεδιασμό και επανεξέταση του συνόλου ή των λεπτομερειών του αντικειμένου, και στο τέλος, τεχνική καταγραφή και προετοιμασία για παραγωγή.

Η διαδικασία σχεδιασμού προϊόντων, μπορεί αρχικά να οριστεί και σαν μια Διαχείριση των Περιορισμών.

Υπάρχουν δύο είδη περιορισμών:

- Περιορισμοί που επιδέχονται διαπραγμάτευση και
- Περιορισμοί που δεν επιδέχονται καμία διαπραγμάτευση.

Το πρώτο βήμα στη διαδικασία σχεδιασμού ενός προϊόντος συνεπώς είναι η αναγνώριση, ταξινόμηση και επιλογή των περιορισμών. Το δεύτερο βήμα είναι η διαχείριση των χαρακτηριστικών του προϊόντος έτσι ώστε:

- να ικανοποιηθούν οι περιορισμοί που δεν επιδέχονται διαπραγμάτευση (π.χ. μια καρέκλα πρέπει να σηκώνει το βάρος ενός ανθρώπου ή επίσης πρέπει να έχει κόστος παραγωγής κάτω από X ευρώ) και
- να βελτιωθούν οι περιορισμοί που επιδέχονται διαπραγμάτευση (π.χ. εργονομία, υλικά και αισθητική).

Η κακή διαχείριση των περιορισμών συνεπάγεται και κακοσχεδιασμένα προϊόντα.[54]

3.2.4 Ενσωματωμένη ενέργεια ανεμογεννητριών και αιολικών πάρκων

Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού υπολογίζεται ως το άθροισμα των ενεργειακών απαιτήσεων του από τη στιγμή της συλλογής των πρώτων υλών του, τη μορφοποίησή του ως προϊόντος, τη μεταφορά του στην αγορά, την τοποθέτησή του στην κατασκευή, τη συντήρησή του κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του και τη διάσπαση, ανακύκλωση και επανάχρησή του. Η ενσωματωμένη ενέργεια αναφέρεται επίσης και ως κρυφό κόστος ενέργειας, επειδή

οφείλεται σε διαδικασίες παραγωγής, οι οποίες δεν είναι κατ' ανάγκη προφανείς. Εκτιμάται ότι η έμμεση κατανάλωση ενέργειας, γκρίζα ή αφανής, αντιπροσωπεύει τα δύο τρίτα της συνολικής ενέργειας που καταναλώνουμε [55]. Αντίστοιχα ίδια λογική ακολουθείται και για τον υπολογισμό των ενσωματωμένων εκπομπών άνθρακα.

Ενδεικτικός υπολογισμός ενσωματωμένης ενέργειας ανεμογεννήτριας

Για ολόκληρη την ανεμογεννήτρια έγινε ανάλυση ενσωματωμένης ενέργειας, παρουσιάζοντας τόσο το στάδιο της κατασκευής όσο και της αποσυναρμολόγησης. Επίσης, παρουσιάζεται και η ενσωματωμένη ενέργεια για τη λειτουργία και συντήρηση του αιολικού πάρκου.

Ο κύκλος ζωής ενός αιολικού πάρκου αποτελείται από την παραγωγή των Α/Γ, τη μεταφορά τους στη θέση του έργου, τη διαμόρφωση της θέσης εγκατάστασης, τη λειτουργία και συντήρηση του αιολικού πάρκου, αποσυναρμολόγηση, αποξήλωση, επαναφορά του εδάφους.

Στον πίνακα παρουσιάζονται λειτουργικά χαρακτηριστικά και η εκτιμώμενη παραγωγή ενέργειας. Το χρήσιμο διάστημα λειτουργίας εκτιμήθηκε στα 20 χρόνια και με συντελεστή διαθεσιμότητας 90%, ο χρόνος ζωής πλήρους παραγωγής υπολογίστηκε στα 18 χρόνια. Κανονικά, οι ανεμογεννήτριες λειτουργούν μόνο για ανέμους 4-25m/s. Στο παραπάνω εύρος ταχυτήτων εκτιμάται ότι γίνεται παραγωγή ενέργειας πλήρους ισχύος για μια ονομαστική ταχύτητα 15m/s. Η καθαρή παραγωγή ενέργειας του αιολικού πάρκου υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ισχύ με τον ετήσιο συντελεστή φορτίου.

Πίνακας 1: Χρήσιμα δεδομένα αιολικού πάρκου

Περιγραφή	Ποσό
Ισχύς αιολικής ενέργειας	7.45kW
Χρόνος ζωής	20 χρόνια
Συντελεστής διαθεσιμότητας	90%
Ετήσιος συντελεστής φορτίου (απόδοση Α/Γ)	35%
Χρόνος ζωής πλήρους λειτουργίας	18 χρόνια
Καθαρή παραγωγή ενέργειας	33556.5W
Καθαρή παραγωγή ενέργειας χρόνου ζωής	604017W

Κατασκευή και αποσυναρμολόγηση

Υπολογίζονται οι όγκοι του πύργου, του κιβωτίου και των γραναζιών για διάφορα υλικά κατασκευής.

Πίνακας 2: Ενσωματωμένη ενέργεια υλικών κατασκευής

Υλικό	Μάζα (ton)	Ένταση ενέργειας (GJ/ton)	Ενσωματωμένη ενέργεια (GJ)	Ποσοστό επί του συνόλου (%)
Αλουμίνιο	116	200-240	2.32×10^4 - 2.784×10^4	52-53.4
Χαλκός	65	68-74	4.42×10^3 - 4.81×10^3	9.2-9.9
Ατσάλι	223	29-35	6.467×10^3 - 7.805×10^3	14.5-15
Ίνες γυαλιού	52	23.8-26.3	1.238×10^3 - 1.368×10^3	2.8-2.6
Μόνιμοι μαγνήτες (σύνθετα υλικά)	332	28-31	9.296×10^3 - 1.029×10^4	19.7-20.8
Σύνολο			4.462×10^4 - 5.211×10^4	

*Τα δεδομένα για την κατασκευή και τη μεταφορά δεν είναι διαθέσιμα.

Πίνακας 3: Ενσωματωμένη ενέργεια προετοιμασίας και κατασκευής θέσης έργου

Περιγραφή	Υλικό (ton)	Ενσωματωμένη ενέργεια (GJ/ton)	Ενσωματωμένη ενέργεια (GJ)	Ποσοστό (%)
Βάση Α/Γ *	Σκυρόδεμα – 720	1.1-1.2	792-864	30.2-32.7
	Χάλυβας - 30	29-35	870-1050	35.9-36.7
Κουτιά καλωδίων και καλώδια **	Ανοξείδωτος χάλυβας – 0.136	32-38	4.352-5.168	0.01797-0.01806
Οδοποιία ***	Χώμα – 50	2.2-2.3	110-115	4-4.5
	Πέτρα – 100	4.9-6.4	490-640	20.2-22.4
Γραφείο	Σκυρόδεμα – 10	1.1-1.2	11-12	0.4194-0.4542
	Χάλυβας - 5	29-35	145-175	6-6.1
Σύνολο			2422-2861	

* Η ποσότητα του σκυροδέματος στη βάση είναι 300m^3 . Εκτιμήθηκε πυκνότητα 2400kg/m^3 .

** Το ύψος του πύργου είναι 50m και το μήκος του καλωδίου εκτιμήθηκε στα 55m.

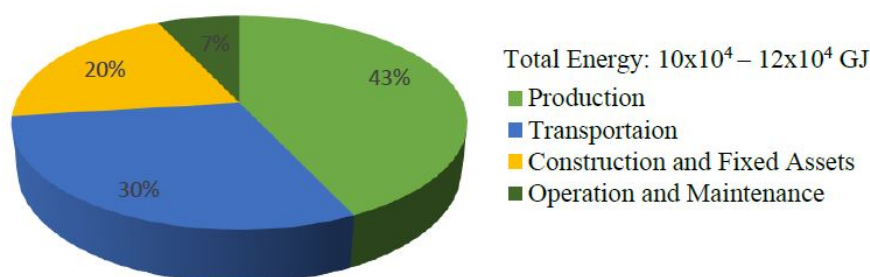
*** Εκτιμήθηκε δρόμος 5km.

Απόσυρση και επαναφορά γης

Σύμφωνα με την έρευνα που παρουσιάζεται στο παρόν κεφάλαιο, η ενέργεια που ενσωματώνεται στην απόσυρση του αιολικού πάρκου και επαναφορά της γης στην αρχική της κατάσταση εκτιμάται ως μηδενική, καθώς αυτή εξισορροπείται από την ενέργεια που εξοικονομήθηκε από την ανακύκλωση των υλικών. Στο σύγγραμμα Environmentally

Conscious Mechanical Design [56] και στο άρθρο Green Design and Manufacturing for Sustainability [57] αναφέρεται, επίσης, ότι η αποξήλωση και ανακύκλωση της ανεμογεννήτριας έχει αρνητική ενσωματωμένη ενέργεια. Το παραπάνω δείχνει το κέρδος σε ενέργεια όταν τα υλικά ανακυκλώνονται αντί να παράγονται από την ακατέργαστη μορφή τους που έχουν στο έδαφος.

Τα παραπάνω είναι αμφισβητήσιμα καθώς το μέγεθος των πεδίων είναι εξαιρετικά μεγάλο με αποτέλεσμα η γη, στο σημείο εγκατάστασης, να υποβαθμίζεται ποιοτικά. Μία λύση για να αποφευχθεί η σπατάλη ενέργειας για επαναφορά της γης είναι η επανάχρηση των πεδίων. [58]



Εικόνα 38: Ποσοστά ενσωματωμένης ενέργειας για κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του αιολικού πάρκου.

Ενδεικτικός υπολογισμός ενσωματωμένων εκπομπών άνθρακα

Προκειμένου να αυξηθεί η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, συνεχίζεται παγκοσμίως η αύξηση εγκατάστασης ανεμογεννητριών. Όταν ποσοτικοποιούνται οι αντισταθμίσεις άνθρακα αυτών των εγκαταστάσεων, οι εκπομπές κατασκευής σπάνια υπολογίζονται.

Παρακάτω θα παρουσιαστούν οι ενσωματωμένες εκπομπές άνθρακα από την παραγωγή 14 Α/Γ, μεταξύ 50 kW και 3.4MW. Οι ενσωματωμένες εκπομπές ποσοτικοποιήθηκαν από παράγοντες εκπομπών συγκεκριμένους για κάθε υλικό που χρησιμοποιείται στην κατασκευή, μεταφορά στη θέση έργου, και εγκατάσταση των Α/Γ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ανεμογεννήτριες υψηλότερης ισχύος είχαν μεγαλύτερες ενσωματωμένες εκπομπές άνθρακα, με μια ανεμογεννήτρια 3MW να ενσωματώνει $1046 \text{tCO}_{2\text{eq}}$ σε σύγκριση με $58 \text{tCO}_{2\text{eq}}$ για μια ανεμογεννήτρια 80kW. Ωστόσο, η μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας των μεγαλύτερης ισχύος ανεμογεννητριών αντισταθμίζει τις εκπομπές γρηγορότερα με μια ανάκαμψη σε 64 ημέρες για μια Α/Γ 3.4MW σε σύγκριση με μια Α/Γ 100kW που χρειάζεται 354 ημέρες. Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα και λιγότερες εκπομπές άνθρακα ανά kWh ηλεκτρικής ενέργειας που παράχθηκε και γρηγορότερη απόδοση σαν ποσοστό για όλο τον χρόνο ζωής της Α/Γ, με 0.9% για Α/Γ 3.4MW σε σύγκριση το 4.3% και 4.9% για 50kW και 100kW αντίστοιχα.

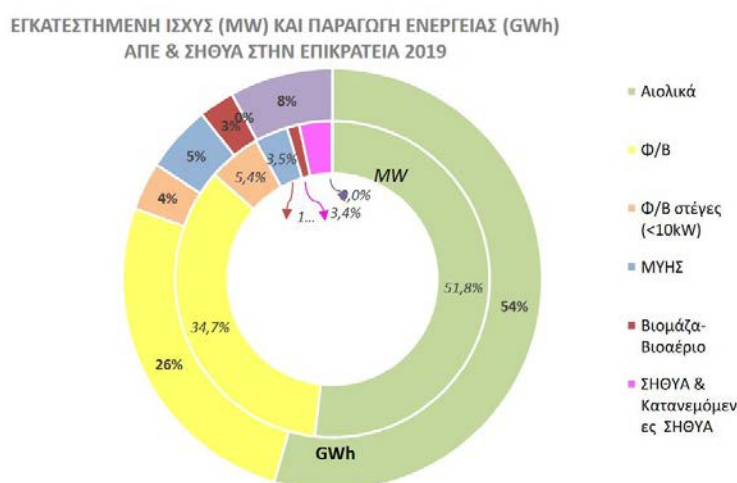
Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης δείχνουν ότι η επιλογή εγκατάστασης Α/Γ μεγαλύτερης ισχύος, έναντι χαμηλότερης, πρέπει να προτιμάται για μεγαλύτερα περιβαλλοντικά οφέλη. Συγκεκριμένα, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι εκπομπές

άνθρακα και να μεγιστοποιηθεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι προτιμότερη η εγκατάσταση λίγων ανεμογεννητριών υψηλής ισχύος παρά πολλές μικρές. Ωστόσο, σύμφωνα με το τρέχον πλάνο επιδότησης των ΑΠΕ για διείσδυση στο ενεργειακό μίγμα, είναι πιο βιώσιμο οικονομικά για τις επιχειρήσεις παραγωγής και εγκατάστασης να επενδύσουν στην εγκατάσταση Α/Γ υψηλότερης ισχύος, γεγονός που θα αποφέρει μεγαλύτερη οικονομική απόδοση στην υπάρχουσα αγορά ενέργειας παρά τα μειωμένα περιβαλλοντικά οφέλη. Ακόμα κι αν μικρότερες ανεμογεννήτριες παράγουν μεγαλύτερες εκπομπές άνθρακα ανά kWh ηλεκτρικής ενέργειας, τα ποσοστά άνθρακα είναι αρκετά χαμηλότερα από αυτά των μη ανανεώσιμων πηγών, όπως ο λιγνίτης, και είναι από τις χαμηλότερες παραγωγές άνθρακα μεταξύ των άλλων ΑΠΕ.

Συμπεραίνεται λοιπόν ότι παρά τις εκπομπές άνθρακα που είναι αναπόφευκτες για την παραγωγή τους, οι ανεμογεννήτριες είναι ακόμα η καλύτερη επιλογή για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλές εκπομπές άνθρακα. [59]

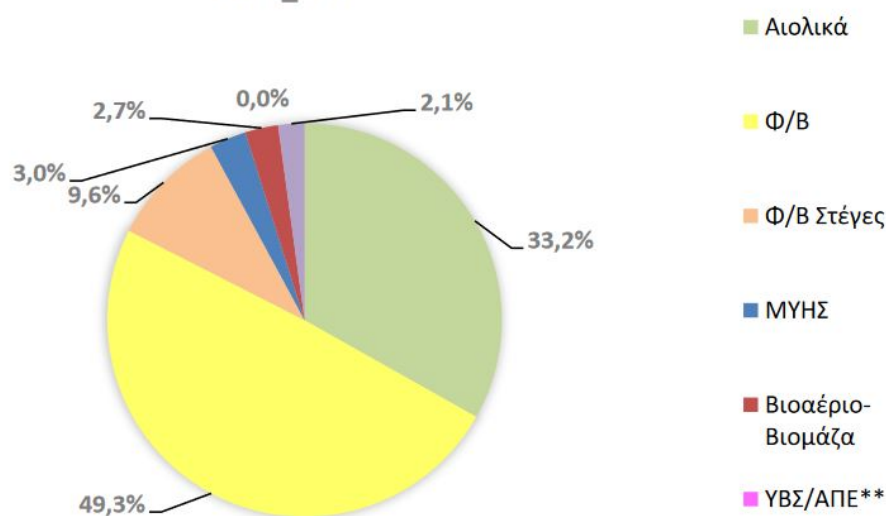
3.2.5 Η ηλεκτρική ενέργεια ως εμπορικό προϊόν

Θεμελιώδες οικονομικό χαρακτηριστικό της ηλεκτρικής ενέργειας είναι το γεγονός ότι πρέπει να παραδίδεται ακριβώς τη στιγμή της ζήτησης της, καθώς δεν μπορεί να αποθηκευθεί στη φυσική της μορφή σε μεγάλες ποσότητες. Το ενεργειακό σύστημα, όμως, σχεδόν ποτέ δεν μπορεί να προβλέψει τέλεια τη ζήτηση ηλεκτρισμού ώστε να παράγει ακριβώς το απαιτούμενο ποσό. Κατά συνέπεια προκύπτουν αποκλίσεις μεταξύ ζήτησης και προσφοράς, οι οποίες οδηγούν στην αναποτελεσματικότητα του ενεργειακού συστήματος και την ανάγκη διαχείρισης πλεονασμάτων/ ελλειμμάτων. Το ενεργειακό μίγμα για την παραγωγή ηλεκτρισμού επιλέγεται από το καύσιμο με το ελάχιστο κόστος ανά επίπεδο εγκατεστημένης ισχύος.



Εικόνα 39: Εγκατεστημένη ισχύς (MW) και παραγωγή ενέργειας (GWh) ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ στην επικράτεια 2019 (πηγή: ΔΑΠΕΕΠ ΑΕ) [60]

ΑΞΙΑ (%) ΑΝΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙΑ
ΕΤΟΣ_2019



Εικόνα 40: Αξία (%) ανά τεχνολογία ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ στην επικράτεια, έτος_2019 (πηγή: ΔΑΠΕΕΠ ΑΕ)

Υφιστάμενη δομή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα – Υποχρεωτική Κοινοπραξία (Mandatory Pool) [61]

- Ν. 4001/2011, ενσωματώνει την οδηγία 2009/72 - 3rd Energy Package.
- Κώδικες: Διαχείρισης Συστήματος, Συναλλαγών
- Υποχρεωτική Συμμετοχή:
 - Ημερήσιος Ενεργειακός Προγραμματισμός (ΗΕΠ) και εκκαθάριση βάσει Οριακής Τιμής Συστήματος (ΟΤΣ) και προγραμματισμού παραγωγής.
 - Εκκαθάριση Αποκλίσεων: Αποκλίσεις από ημερήσιο προγραμματισμό που αποζημιώνονται (επιβεβλημένες) ή χρεώνονται (μη-επιβεβλημένες) βάσει Οριακής Τιμής Αποκλίσεων (ΟΤΑ).
- Η ΟΤΣ και ΟΤΑ, υπολογίζονται από τον Λειτουργό της Αγοράς (ΕΧΕ ΑΕ) και τον Διαχειριστή του συστήματος (ΑΔΜΗΕ ΑΕ).
 - Επίλυση αλγορίθμου συνβελτιστοποίησης ενέργειας και εφεδρειών.
 - Βάσει τιμολογούμενων προσφορών παραγωγών και προμηθευτών.
 - Βάσει προβλέψεων για μη τιμολογούμενη ζήτηση και ΑΠΕ.
 - Τεχνικοί περιορισμοί συστήματος και μονάδων.
 - Εκκαθάριση αποκλίσεων βάσει μετρούμενων ποσοτήτων.

Μηχανισμός στήριξης των ΑΠΕ

Μέχρι 31/12/2015: Feed In Tariff

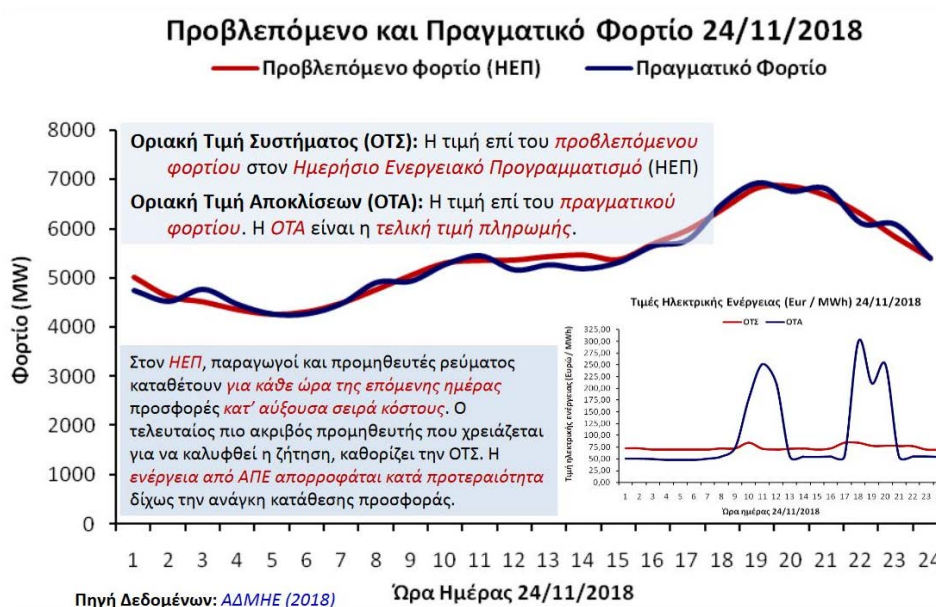
- Κάθε παραγωγός ΑΠΕ υπογράφει Σύμβαση Πώλησης Ηλεκτρικής Ενέργειας με τον ΔΑΠΕΕΠ ΑΕ διάρκειας 20 ετών.
- Για κάθε MWh που παράγει αποζημιώνεται σε προκαθορισμένη σταθερή τιμή για όλο το διάστημα ισχύος της Σύμβασης.

Από 01/01/2016: Feed In Premium

- Κάθε παραγωγός ΑΠΕ υπογράφει Σύμβαση Διαφορικής Προσαύξησης με τον ΔΑΠΕΕΠ ΑΕ διάρκειας 20έτη.
- Για κάθε MWh που παράγει αποζημιώνεται κατά ένα μέρος από τη συμμετοχή του στην αγορά και κατά ένα μέρος από κρατική ενίσχυση.
- Η κρατική ενίσχυση αποτελεί το premium και προκύπτει ως διαφορά της Τιμής Αναφοράς (Τ.Α.) και των εσόδων από την αγορά.
- Η Τ.Α. προκύπτει από Ανταγωνιστικές Διαδικασίες. [62]

Η προτεραιότητα των παραγωγών διαλειπουσών ΑΠΕ, οδηγεί συχνά στα εξής φαινόμενα:

1) Απορρίψεις/ Εξαγωγές αιολικού ρεύματος παρόλο που ο παραγωγός πληρώνεται για την έγχυση στο δίκτυο. 2) Περικοπή παραγωγής (curtailment) είτε: α) Αιολικής παραγωγής (κλείσιμο ανεμογεννητριών) ή β) παραγωγής πιο φθηνών θερμικών μονάδων από την διαπραγμάτευση του ΗΕΠ. Αυτό δημιουργεί μεγάλες διαφορές μεταξύ ΟΤΣ και ΟΤΑ, ενώ αυξάνει το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς συχνά «πετάει εκτός αγοράς» πιο φθηνούς παραγωγούς.



Εικόνα 41: Φορτία και τιμές στην ελληνική αγορά ηλεκτρισμού [63]

Μήνας/Έτος	ΕΙΣΡΟΕΣ (εκ €)								ΕΚΡΟΕΣ (εκ €)				ΥΠΟΛΟΙΠΟ (εκ €)	
	ΗΕΠ	Εκκαθάριση αποκλίσεων	ΜΜΚΘΣΣ	ΜΜΚΘΣΣ _{ΜΑΝ} * MWh _{ΜΑΝ}	ΕΤΜΕΑΡ	Δικαιώματα Εκπομπής Αερίων Θερμ/πίου	Φ/Β Στεγνών ΜΔΝ	Σύνολο Εισροών	Αξία ΑΠΕ	Αξία Φ/Β στεγνών	Αξία ΑΠΕ ΜΔΝ	Σύνολο Εκροών	Τρέχον	Σωρευτικό
Ιαν-19	64,03	0,40	3,19	13,06	61,95	27,76	0,40	170,78	-111,46	-13,27	-9,43	-134,16	36,63	106,63
Φεβ-19	58,43	4,60	6,46	10,15	92,20	24,80	0,32	198,56	-123,42	-8,54	-8,88	-140,82	57,74	164,37
Μαρ-19	55,37	7,10	13,08	10,43	59,42	26,34	0,39	172,13	-159,93	-8,11	-11,64	-179,68	-7,55	156,83
Απρ-19	47,04	5,98	9,74	10,96	67,35	32,33	0,45	173,85	-134,61	-11,46	-11,75	-157,31	16,54	173,36
Μαϊ-19	50,24	5,10	9,03	9,25	68,28	25,79	0,54	168,24	-141,16	-16,45	-11,79	-169,41	-1,18	172,19
Ιουν-19	55,79	5,63	5,76	16,61	79,58	25,22	0,58	189,17	-150,88	-16,13	-15,99	-183,01	6,16	178,35
Ιουλ-19	53,50	3,12	7,09	16,88	68,56	41,38	0,59	191,12	-155,24	-19,16	-16,88	-191,28	-0,16	178,19
Αυγ-19	72,73	5,77	7,98	21,07	77,34	16,06	0,60	201,55	-186,27	-22,51	-18,57	-227,34	-25,80	152,39
Σεπ-19	52,61	1,56	8,20	16,73	34,52	30,92	0,54	145,08	-145,01	-24,13	-15,43	-184,57	-39,49	112,90
Οκτ-19	44,75	3,55	7,63	11,16	60,94	33,75	0,53	162,31	-128,41	-20,00	-10,81	-159,22	3,08	115,99
Νοε-19								3,19				3,19		
Δεκ-19								3,30				3,30		
Σύνολο 2019	554,49	42,82	78,16	136,29	670,13	284,36	4,94	1772,79	-1436,38	-159,75	-131,18	-1726,80	45,99	115,99
Ετήσιο Σωρευτικό Πλεόνασμα Μετά Αφαίρεσης Ειδικού Αποθεματικού Ασφαλείας Έκτακτων Δαπανών 70 εκατ. €														45,99

Εικόνα 42: Απολογισμός Διαχείρισης Ειδικού Λογαριασμού ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ 2019. (πηγή: ΔΑΠΕΕΠ ΑΕ)

3.3 Τύποι ανεμογεννητριών

Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να περιστρέφονται γύρω από οριζόντιο ή κάθετο άξονα. Η πρώτη περίπτωση είναι η πιο συχνή αλλά και η πιο παλιά. Μπορούν να έχουν πτερύγια, πολλές φορές αποσπώμενα ή όχι. Οι ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα παράγουν λιγότερη ενέργεια και είναι λιγότερο συχνές. [64]

Οριζόντιος άξονας

Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα (HAWT – horizontal axis wind turbines) έχουν τοποθετημένους το ρότορα του άξονα και την ηλεκτρική γεννήτρια στην κορυφή ενός πύργου, στραμμένους προς την κατεύθυνση του ανέμου. Οι μικρές ανεμογεννήτριες κατευθύνονται από έναν ανεμοδείκτη, ενώ οι μεγαλύτερες χρησιμοποιούν έναν αισθητήρα και ένα βοηθητικό μοτέρ (σερβοκινητήρας) για να στραφούν προς την κατεύθυνση του ανέμου. Χρησιμοποιούν επίσης ένα κιβώτιο ταχυτήτων, το οποίο μετατρέπει την αργή περιστροφή των πτερυγίων σε μια ταχύτερη περιστροφή που απαιτείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Κάθε στερεό αντικείμενο παράγει στροβιλισμούς από πίσω όταν πνέει ο άνεμος, που οδηγεί σε κόπωση του μετάλλου των ανεμογεννητριών. Έτσι η γεννήτρια τοποθετείται από την αντίθετη κατεύθυνση του πύργου υποστήριξης. Σε δυνατούς ανέμους, τα πτερύγια μπορούν να καμφθούν, μειώνοντας την αντίσταση του αέρα πάνω τους. Επιπλέον, τα πτερύγια τοποθετούνται σε απόσταση από τον πύργο υποστήριξης και μερικές φορές με μία μικρή κλίση

προς τα εμπρός.

Οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται σε αιολικά πάρκα για την εμπορική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούνται συνήθως από τρία πτερύγια. Αυτή η διάταξη έχει χαμηλή κυμάτωση ροπής, η οποία συμβάλλει στην καλή αξιοπιστία. Τα πτερύγια είναι συνήθως λευκό χρώμα για να είναι ορατά από τα αεροσκάφη και το μήκος τους κυμαίνεται στα 20 με 80 μέτρα. Το μέγεθος και το ύψος των ανεμογεννητριών αυξάνεται με το πέρασμα του χρόνου. Ανεμογεννήτριες παραγωγής 8MW που έχουν χτιστεί σε θαλάσσια αιολικά πάρκα έχουν πτερύγια που φτάνουν τα 80 μ. Ο πύργος στον οποίο στηρίζεται η γεννήτρια, είναι κατασκευασμένος συνήθως από χάλυβα, έχει σχήμα σωληνοειδές και ύψος 70 ως 120 μέτρα, ενώ σε ακραίες περιπτώσεις φτάνει τα 160 μέτρα.

Τα πτερύγια περιστρέφονται με ταχύτητα 10 έως 22 στροφές ανά λεπτό. Στις 22 περιστροφές ανά λεπτό, η ταχύτητα στις άκρες της λεπίδας υπερβαίνει τα 90m/s. Όσο πιο υψηλή είναι η ταχύτητα περιστροφής, τόσο περισσότερος θόρυβος παράγεται και η διάβρωση των λεπίδων επιταχύνεται. Για να ενισχυθεί η ταχύτητα της γεννήτριας χρησιμοποιείται ένα κιβώτιο ταχυτήτων, αν και ορισμένες ανεμογεννήτριες μπορούν να παράγουν ενέργεια μόνο από την ταχύτητα του ρότορα. Ακόμα, πολλές γεννήτριες λειτουργούν με σταθερή ταχύτητα, αν και οι περισσότερες παράγουν ρεύμα με μεταβλητή ταχύτητα. Τέλος οι ανεμογεννήτριες είναι εξοπλισμένες με ένα σύστημα ασφαλείας για την αποφυγή ζημιών από την μεγάλη ταχύτητα του ανέμου, σταματώντας το ρότορα.

Κάθετος άξονας

Οι ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα έχουν τοποθετημένο το ρότορα κάθετα στο έδαφος. Το βασικό πλεονέκτημα αυτού του τύπου είναι πως η γεννήτρια δε χρειάζεται να είναι στραμμένη προς την κατεύθυνση του ανέμου για να είναι παραγωγική, οπότε είναι πιο αποδοτική σε περιοχές με μεταβλητούς ανέμους, αφού περιστρέφονται κατά 360°. Επίσης, το κιβώτιο ταχυτήτων και η γεννήτρια βρίσκονται τοποθετημένα κοντά στο έδαφος, κάνοντάς τα πιο εύκολα προσβάσιμα για συντήρηση. Ωστόσο, το βασικό μειονέκτημα αυτών των ανεμογεννητριών είναι ότι παράγουν πολύ λιγότερη ενέργεια κατά μέσο όρο με την πάροδο του χρόνου.

Άλλα μειονεκτήματα αυτού του τύπου είναι η σχετικά χαμηλή ταχύτητα περιστροφής του ρότορα, το υψηλότερο κόστος της γεννήτριας, ο χαμηλότερος συντελεστής απόδοσης, η μεγάλη φθορά των πτερυγίων λόγω της περιστροφής των 360° και η δυσκολία μοντελοποίησης του ανέμου κατά τον σχεδιασμό, δυσκολεύοντας την ανάλυση και τον σχεδιασμό του ρότορα κατά την κατασκευή της ανεμογεννήτριας.

Πολλές ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα είναι εγκατεστημένες στις κορυφές κτιρίων. Όμως δημιουργούνται στροβιλισμοί όταν περνάει ο άνεμος από τη γεννήτρια. Βέλτιστη απόδοση μέγιστης ενέργειας, σε σχέση με τους ελάχιστους στροβιλισμούς, επιτυγχάνεται όταν η γεννήτρια είναι περίπου το μισό ύψος του κτιρίου.

Κατηγορίες ανεμογεννητριών κατακόρυφου άξονα:

Ανεμογεννήτρια Darrieus

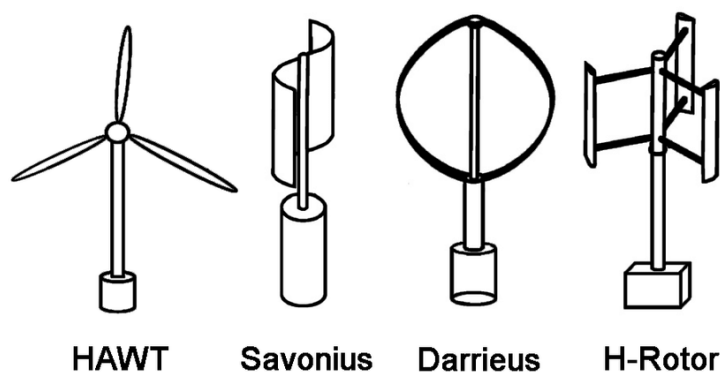
Ο Γάλλος εφευρέτης Ζορζ Ντάρριους κατασκεύασε ένα τύπο ανεμογεννήτριας η οποία πήρε το όνομά του. Έχουν καλή απόδοση, αλλά δημιουργούν πολλούς στροβιλισμούς και ασκούν κυκλική πίεση στον πύργο υποστήριξης. Μπορεί να χρειάζονται μία εξωτερική πηγή ενέργειας για να ξεκινήσει η περιστροφή της γεννήτριας, καθώς έχει πολύ χαμηλή ροπή εκκίνησης. Οι στροβιλισμοί μειώνονται με τη χρήση τριών ή περισσότερων κυρτών πτερυγίων, που προσφέρουν μεγαλύτερη σταθερότητα στον ρότορα. Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες Darrieus δεν έχουν σχοινιά υποστήριξης, αλλά μία εξωτερική υπερκατασκευή που συνδέεται με ρουλεμάν.

Γυρόμυλος (H-rotor)

Μία δευτερεύουσα ανεμογεννήτρια Darrieus, με τη διαφορά ότι έχει ευθύγραμμα πτερύγια και όχι κυρτά. Τα πλεονεκτήματα αυτού του τύπου είναι η υψηλή αρχική ροπή, σταθερή καμπυλότητα και έχουν υψηλότερο συντελεστή απόδοσης. Είναι επίσης πιο αποδοτικές όταν λειτουργούν μέσα σε θύελλα και τα πτερύγια μπορούν να καμφθούν ευκολότερα.

Ανεμογεννήτρια savonius

Αυτή η ανεμογεννήτρια αποτελείται από δύο ή περισσότερες «κουτάλες» ενωμένες αντικριστά τοποθετημένες σε κάθετο άξονα. Ο άνεμος ασκεί δύναμη να περιστραφούν αυτές οι «κουτάλες» και κατ' επέκταση ο άξονας της γεννήτριας. Υπάρχει και η αντεστραμμένη ανεμογεννήτρια savonius, η οποία χρησιμοποιείται σε σκάφη.



Εικόνα 43: (από αριστερά προς τα δεξιά) α)οριζόντιου άξονα β)Savonius γ)Darrieus δ)Γυρόμυλος (H-rotor) [65]

3.4 Τύποι αιολικών πάρκων

Τα αιολικά πάρκα μπορεί να είναι μικρά σε μέγεθος και να αποτελούνται από λίγες ανεμογεννήτριες είτε να είναι μεγάλα και να αποτελούνται από μερικές εκατοντάδες ανεμογεννήτριες. Επίσης, ένα αιολικό πάρκο μπορεί να εγκατασταθεί είτε στη στεριά (onshore wind farm) είτε σε νερό, πλωτό ή θεμελιωμένο (offshore wind farm).

Το πρώτο αιολικό πάρκο ήταν ονομαστικής ισχύος 0.6MW, αποτελούνταν από 20 ανεμογεννήτριες, των 30 KW η καθεμία, εγκαταστάθηκε στην πλαγιά του βουνού Crotched στο νότιο New Hampshire, USA τον Δεκέμβριο του 1980. Σήμερα, το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο εγκατεστημένο σε στεριά είναι το πάρκο Gansu (Gansu Wind Farm Project or Jiuquan Wind Power Base), το οποίο βρίσκεται στο ανατολικό Gansu της Κίνας και είναι ακόμα υπό κατασκευή. Η συστοιχία ανεμογεννητριών λειτουργεί με χρήση κάτω του 40% της έως τώρα εγκατεστημένης ισχύος των 8GW, με στόχο να φτάσει στα 20GW. Το έργο αυτό είναι ένα από τα έξι μεγάλης κλίμακας εθνικά αιολικά πάρκα που έχει εγκρίνει η Κινεζική κυβέρνηση. Σχεδιάζεται να φτάσει τα 20GW μέχρι το 2020, ενώ το κόστος υπολογίζεται να φτάσει τα \$17.5 δις.



Εικόνα 44: Το πρώτο αιολικό πάρκο, στο βουνό Crotched στις Η.Π.Α. [66]



Εικόνα 45: Το αιολικό πάρκο Gansu στην Κίνα. Το μεγαλύτερο χερσαίο αιολικό πάρκο. [67]

Το πρώτο θαλάσσιο αιολικό πάρκο είναι το Vindeby, το οποίο κατασκευάστηκε το 1991 στην πόλη Vindeby στο νησί Lolland της Δανίας. Τέθηκε εκτός λειτουργίας το 2017 για λόγους κόστους. Σήμερα, το μεγαλύτερο πλωτό αιολικό πάρκο είναι το Walney, το οποίο βρίσκεται 9 μίλια δυτικά του νησιού Walney στην Ιρλανδική Θάλασσα στην Αγγλία. Αποτελείται από τα Walney Φάση 1 (2011), Φάση 2 (2012) και Επέκταση (2018). Εκτείνεται σε βάθη 19-23m και καλύπτει μία έκταση 73km². Η φάσεις 1 και 2 έχουν 51 ανεμογεννήτριες η καθεμία προσφέροντας ονομαστική ισχύ 367MW. Τον Σεπτέμβριου του 2018 εγκαινιάστηκε και η επέκταση του πάρκου προσδίδοντας επιπλέον ισχύ 659MW και ανεβάζοντας τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ στα 1026.2MW.



Εικόνα 46: Το πλωτό αιολικό πάρκο στο Walney της Αγγλίας. Το μεγαλύτερο πλωτό αιολικό πάρκο. [68]



Εικόνα 47: Το πρώτο πλωτό αιολικό πάρκο, στην πόλη Vindeby της Δανίας. [69]

4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κατασκευής των ανεμογεννητριών

4.1 Γενικά

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις εγκατάστασης αιολικού πάρκου:

- Αλλοίωση μορφολογικών χαρακτηριστικών του εδάφους τόσο από την εγκατάσταση του ίδιου του πάρκου όσο κι από τα έργα οδοποιίας που ενδεχομένως θα χρειαστούν για τη μεταφορά των Α/Γ και των μηχανημάτων στον χώρο του εργοταξίου, καθώς και από τα έργα διασύνδεσης (υποσταθμός και δικτυωτός πύργος της Γραμμής Μεταφοράς Υψηλής Τάσης).
- Αραίωση και αποψίλωση της βλάστησης της περιοχής τόσο για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών όσο και για τα έργα οδοποιίας.
- Διατάραξη της τοπικής πανίδας τόσο στη φάση λειτουργίας όσο και στη φάση κατασκευής από δονήσεις, θορύβους και την παρουσία ανθρώπων στην περιοχή. Ειδικότερα τα πουλιά είναι τα ζώα που δέχονται το μεγαλύτερο πλήγμα από ένα αιολικό πάρκο καθώς αντιμετωπίζουν: 1. άμεση απώλεια βιοτόπων λόγω εγκατάστασης ανεμογεννητριών και κατασκευής λοιπών υποδομών, 2. διατάραξη η οποία τα οδηγεί σε αναγκαστική μετατόπιση ή τους προκαλεί εμπόδια στη μετακίνηση και 3. Θνησιμότητα λόγω σύγκρουσης με τις Α/Γ.
- Περιορίζονται οι χρήσεις γης (π.χ. κτηνοτροφία) καθώς, βάσει των κατασκευαστικών διατάξεων για τα αιολικά πάρκα, δεσμεύεται πολλαπλάσια επιφάνεια από το πραγματικό μέγεθος μιας ανεμογεννήτριας.
- Επιπτώσεις στο ιστορικό και πολιτιστικό περιβάλλον. Στην περίπτωση που το αιολικό πάρκο βρίσκεται κοντά ή είναι οπτικά αισθητό από ιστορικούς αρχαιολογικούς χώρους, παραδοσιακούς οικισμούς κ.λπ. αλλοιώνεται η ιστορική/ πολιτιστική ταυτότητα των περιοχών αυτών.
- Το κοινωνικό και οικονομικό περιβάλλον επηρεάζεται θετικά καθώς δημιουργούνται θέσεις εργασίας. Αντιθέτως στον τουρισμό η επίδραση είναι αρνητική σαν απόρροια της αλλοίωσης του φυσικού τοπίου.
- Οπτική/ αισθητική όχληση (περιγράφεται αναλυτικά στην παράγραφο 4.2)
- Επίδραση του αιολικού πάρκου στην αξία της γης και της ιδιοκτησίας.
- Θόρυβος: α) κατά τη φάση κατασκευής λόγω της παρουσίας εργοταξίου, β) Αεροδυναμικός θόρυβος κατά τη φάση λειτουργίας λόγω της περιστροφής των πτερυγίων, γ) μηχανικός θόρυβος από τον πολλαπλασιαστή στροφών και τη γεννήτρια, δ) στη φάση αποξήλωσης του πάρκου αφού θα χρησιμοποιηθούν βαρέα οχήματα και

μηχανήματα, ε) θόρυβος από τα έργα ηλεκτρικής διασύνδεσης – φαινόμενο CORONA: είναι φαινόμενο ηλεκτρικής φύσης, εμφανίζεται σε Γραμμή Σύνδεσης Υψηλής Τάσης και προκαλεί θόρυβο με χαρακτηριστικό ήχο σαν «τριζοβόλημα». Εξαρτάται από την τάση λειτουργίας της Γραμμής, την απόσταση από τη Γραμμή και τις καιρικές συνθήκες.

- Φαινόμενο Περιοδικής (διαλειπτόμενης) Σκίασης (Shadow Flicker Effect) από τα περιστρεφόμενα πτερύγια των ανεμογεννητριών όταν ο ήλιος βρίσκεται πίσω από αυτά. Η σκιά μπορεί να προκαλέσει όχληση σε ανθρώπους μέσα σε κτίρια, που θα εκτεθούν σε ανάλογο φως, το οποίο εισέρχεται περνώντας ακόμη κι από στενά παράθυρα. Το φαινόμενο αυτό αφορά κυρίως χώρες όπως η Δανία και η Ολλανδία όπου η εγκατάσταση των ανεμογεννητριών γίνεται σε πεδινές περιοχές στο ίδιο επίπεδο με κατοικίες και οικισμούς, κάτι το οποίο συμβαίνει σπάνια στην Ελλάδα.
- Δημιουργία αέριων αποβλήτων κατά τη φάση κατασκευής και αποξήλωσης λόγω χρήσης βαρέων οχημάτων για τη μεταφορά των Α/Γ, χρήσης μηχανημάτων για την κατασκευή του πάρκου, από ανοικτές πηγές (π.χ. σωρούς αποθήκευσης) με τη δράση του ανέμου και από τη μεταφορά και την τοποθέτηση των Α/Γ.
- Οι ανεμογεννήτριες ή ο εξοπλισμός παραγωγής μπορεί να παρεμποδίσει τα συστήματα επικοινωνίας τα οποία χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Αυτό προκαλείται κυρίως από τα πτερύγια της Α/Γ, τα οποία διασκορπίζουν μερικές φορές τα σήματα καθώς περιστρέφονται. Ο πύργος μπορεί επίσης να απεικονίσει τα σήματα, παρεμβάλλοντας/ αλλάζοντας έτσι το σήμα που φθάνει στον δέκτη. Επίσης
- Παραγωγή υγρών αποβλήτων: α) από τη συγκέντρωση των απόνερων καθαρισμού εγκαταστάσεων και μηχανημάτων, β) χρήση ορυκτελαίων ή άλλων χημικών ουσιών κατά τη συντήρηση των μηχανημάτων και αυτοκινήτων του εργοταξίου, γ) από τη φόρτωση ή εκφόρτωση καυσίμων για τον εφοδιασμό των μηχανημάτων του εργοταξίου, δ) από την αποχέτευση λυμάτων των εργοταξιακών γραφείων του προσωπικού και από συνεργείο συντήρησης/ επισκευής μηχανημάτων και αυτοκινήτων.
- Παραγωγή στερεών αποβλήτων: α) από τη λειτουργία του εργοταξίου, β) απορρίμματα από το προσωπικό που εργάζεται στο εργοτάξιο, γ) ανταλλακτικά από τις επισκευές και συντηρήσεις των μηχανημάτων και οχημάτων του εργοταξίου.

Επιπτώσεις των αιολικών πάρκων στην ανθρώπινη υγεία

Υπάρχει θεωρία η οποία υποστηρίζει ότι άτομα που κατοικούν κοντά σε αιολικά πάρκα εμφανίζουν μια σειρά συμπτωμάτων όπως: στρες, διαταραχές ύπνου, ζαλάδες, ναυτία κ.α., τα οποία έχουν πάρει τη γενική ονομασία «Σύνδρομο της Ανεμογεννήτριας» (“Wind turbine Syndrome”) και χαρακτηρίζεται ως ψευδοεπιστήμη. Η Dr. Nina Pierpont υπήρξε μεγάλη υπέρμαχος της παραπάνω θεωρίας εκπονώντας, μάλιστα, και μια έρευνα προκειμένου να

στηρίζει την άποψη της με τίτλο “Wind Turbine Syndrome: A Report on a Natural Experiment”. Για την παραπάνω έρευνα διεξήγαγε τηλεφωνικές συνεντεύξεις με 23 άτομα, τα οποία βρήκε μέσω αγγελίας σε διαδικτυακές σελίδες κατά των ανεμογεννητριών, και δέχθηκε δηλώσεις άλλων 15 ατόμων χωρίς να συνομιλήσει μαζί τους ούτε να λάβει ιστορικό υγείας. Υποθέτοντας την επίδραση των υποήχων στην υγεία εκπόνησε την έρευνα αυτή. Όπως ήταν αναμενόμενο, τα αποτελέσματα της έρευνας της δε θεωρούνται έγκυρα καθώς δεν διεξήχθη με αντικειμενικά κριτήρια. Από την άλλη πλευρά, πληθώρα επιστημόνων, μετά από έρευνες, φτάνουν στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να υποδηλώνουν ότι η λειτουργία ανεμογεννητριών συνεπάγεται προβλήματα υγείας και ότι τα συμπτώματα που προκαλεί το “Wind Turbine Syndrome” οφείλονται στην ενόχληση των κατοίκων από την παρουσία Α/Γ κοντά στην κατοικία τους ή από απλή προκατάληψη ενάντια στις Α/Γ. Η αναλυτικότερη έρευνα επί του θέματος διεξήχθη από το Εθνικό Συμβούλιο Υγείας και Ιατρικής Έρευνας της Αυστραλίας (NHMRC). Επίσης, ο καθηγητής ιατρικής του Πανεπιστημίου του Σίδνεϊ, Simon Chapman, συγκέντρωσε τα αποτελέσματα από 25 έρευνες που αφορούν τις ανεμογεννήτριες και την ανθρώπινη υγεία αποδεικνύοντας ουσιαστικά ότι δεν μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι ανεμογεννήτριες προκαλούν προβλήματα υγείας.

- Οι έρευνες του NHMRC της Αυστραλίας: “Systematic review of the human health effects of wind farms” και “Additional review of the evidence on wind farms and human health”. [70]
- Η έρευνα του καθηγητή Simon Chapman: “ Summary of main conclusions reached in 25 reviews of the research literature on wind farms and health.”. [71]

4.2 Αισθητικές επιπτώσεις

Η αισθητική όχληση είναι μία έννοια που επηρεάζεται από πλήθος αντικειμενικών και υποκειμενικών παραγόντων, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατό να εκτιμηθεί απολύτως. Αντικειμενικοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την αξιολόγηση της οπτικής όχλησης που προκαλεί ένα αιολικό πάρκο είναι οι παρακάτω:

- Το μέγεθος της ανεμογεννήτριας ή του αιολικού πάρκου
- Η θέση της εγκατάστασης (κορυφογραμμή ή πεδιάδα)
- Ο χαρακτήρας της περιοχής (οικιστικός, τουριστικός, αγροτικός δασικός κ.λ.π.)
- Η απόσταση του παρατηρητή
- Ο τύπος ή/και ο χρωματισμός της ανεμογεννήτριας

Σε θεωρητικό επίπεδο οι παράγοντες που προκαλούν μεταβολή ενός φυσικού τοπίου είναι κι αυτοί οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν όξυνση ή άμβλυνση της οπτικής όχλησης ενός παρατηρητή. Μερικοί από αυτούς τους παράγοντες είναι η μορφή, οι γραμμές, τα χρώματα, οι υφές, οι αντιθέσεις, οι άξονες, η πλαισίωση, η ισορροπία, το φως, ο καιρός, η εποχή, η κλίμακα κ.α.

Βασικά αισθητικά ζητήματα που προκύπτουν με την ανέγερση ενός αιολικού πάρκου σε ένα φυσικό τοπίο [72]:

- Μετασχηματισμός του φυσικού τοπίου (από μία κατάσταση σε μια άλλη)
- Σημαντική αντίθεση μεταξύ της ακινησίας του πύργου και της περιστροφής των ελίκων.
- Σημαντική αντίθεση μεταξύ της ποσότητας της ύλης και του άυλου/ αόρατου του ανέμου, καθώς έχουν εγκατασταθεί εξαιρετικά ογκώδεις μηχανές για την εκμετάλλευση του άυλου αέρα, με αποτέλεσμα ένας παρατηρητής να δυσκολεύεται να κατανοήσει την αποτελεσματικότητά τους.
- Δημιουργείται κατάσταση πολυρυθμίας, ασυγχρονισμού και πολυχρονίας, καθώς οι έλικες κινούνται σε ένα εν γένει ακίνητο τοπίο
- Εμφανίζεται αντίθεση μεταξύ της βιομηχανικής μονοχρωμίας της κατασκευής και της γεώδους πολυχρωμίας της φύσης
- Σημαντική αντίθεση ανάμεσα στο οιονεί στατικό φυσικό τοπίο και το προφανές δυναμικό μηχανικό τοπίο
- Σημαντική αντίθεση ανάμεσα στην κοινοκτημοσύνη της φύσης και την ιδιοκτησία της εταιρείας.
- Μεταθέτεται/καταστρέφεται η φυσική οριογραμμή του τοπίου, αλλοίωση της υφής του τοπίου, διαμόρφωση αφύσικων αιχμών.
- Παράγεται μηχανικός θόρυβος εντελώς ξένος και αντίθετος με τους ήχους της φύσης.

Εξαιτίας των ανωτέρω αιτιών οι ανεμογεννήτριες γίνονται αντικείμενο διαμάχης καθώς προκαλούν αισθητική όχληση σε σημαντική μερίδα του πληθυσμού.

Στην Ελλάδα οι περιοχές στις οποίες γίνεται η κατασκευή αιολικών πάρκων συνήθως είναι μεγάλου φυσικού κάλλους. Συγκεκριμένα, η πλειοψηφία των ανεμογεννητριών εγκαθίστανται σε ορεινές νησιωτικές περιοχές στις οποίες η βασικότερη, αν όχι η μόνη, πηγή εισοδήματος είναι ο τουρισμός. Συνεπώς, είναι εύκολο να κατανοήσει κανείς το φόβο, και κατά συνέπεια την αντίσταση, των τοπικών κοινωνιών ως προς την καταστροφή του φυσικού τοπίου από ένα αιολικό πάρκο. Επίσης, οι τοπικές κοινωνίες δεν έχουν καμία δυνατότητα ελέγχου ή/και παρέμβασης στο αποτέλεσμα. Όλες οι αποφάσεις λαμβάνονται σύμφωνα μέσω γνωστών ή άγνωστων διαδικασιών μεταξύ δημοσίου και ιδιωτών επενδυτών, καθώς η αιολική ενέργεια εκτός από αγαθό είναι κι εμπορικό προϊόν.

Στο κεφάλαιο 5.4 ακολουθεί αναλυτική θεωρητική ανάλυση των αισθητικών επιπτώσεων των ανεμογεννητριών.

5 Αισθητική αξιολόγηση ανεμογεννητριών και αιολικών πάρκων

5.1 Φυσικό τοπίο και περιβάλλον

Η έννοια της αισθητικής του τοπίου εισάγει μία διάσταση διαφορετική στην αποτίμηση του φυσικού περιβάλλοντος, γιατί ιεραρχεί τις προτεραιότητες προστασίας του σύμφωνα με την ψυχολογική ευχαρίστηση και τις ανάγκες αναψυχής του ανθρώπου. Η εισαγωγή αυτής της έννοιας δεν είναι πάντοτε συμβατή με τις ανάγκες διατήρησης μιας φυσικής περιοχής, (όπως π.χ. ενός υγροβιότοπου που φιλοξενεί σπάνια είδη), ούτε αναγκαία.

Η διάσταση του φυσικού τοπίου εξοικειώνει τον άνθρωπο με το φυσικό περιβάλλον, εφ' όσον αυτό γίνεται αντιληπτό, επιθυμητό και επισκέψιμο από αυτόν. Το φυσικό περιβάλλον αποτελεί με αυτόν τον τρόπο και αντικείμενο ιστορικής μνήμης. Περιλαμβάνει στοιχεία αναγνώσιμα, αντιληπτά, απομνημονεύσιμα, επισκέψιμα. Περιλαμβάνει τόπους συνδεδεμένους και οικείους που υπάρχουν από παλιά. Οι άνθρωποι που διαμένουν κοντά ή τους επισκέπτονται συχνά, επιθυμούν να παραμείνουν, να διατηρηθούν.

Στη σημερινή εποχή, όπου η παράδοση και η ιστορία έχουν φυλακισθεί στην έννοια της μουσειακής διατήρησης και η νέα κατασκευή έχει ταυτισθεί με τη μέγιστη "αξιοποίηση" και προβολή, η έννοια της ένταξης μιας δραστηριότητας και της διαμόρφωσης στο φυσικό περιβάλλον είναι μία έννοια δύσκολα προσεγγίσιμη.

Σε παλαιότερες ιστορικές εποχές οι διαμορφώσεις στο φυσικό τοπίο είχαν ενσωματωμένο, λιγότερο ή περισσότερο, το στοιχείο της ένταξης, λόγω υλικών, τρόπων κατασκευής και στάσης απέναντι στο φυσικό περιβάλλον. Μετά, τη βιομηχανική επανάσταση, όμως, οι νέες κατασκευές και διαμορφώσεις τείνουν να αγνοούν τα στοιχεία του φυσικού τοπίου (τη μορφή του εδάφους, τη βλάστηση, το κλίμα). Πολλές φορές το φυσικό τοπίο αλλάζει ραγδαία και εξαφανίζεται, άλλοτε εν ονόματι της ανάπτυξης και της αξιοποίησης, άλλοτε εν ονόματι της αναγκαιότητας μιας δημόσιας λειτουργίας (π.χ. εκπαίδευσης) και άλλοτε εν ονόματι της εφαρμογής μιας νέας αρχιτεκτονικής αντίληψης στηριγμένης σε γεωμετρικές αρχές μη συσχετιζόμενες με αυτό.

Οι τόποι χρειάζεται να αξιολογηθούν ως προς τη σημασία τους για τους ανθρώπους που ζουν γύρω από αυτούς. Χρειάζεται επίσης ο μελετητής της νέας διαμόρφωσης να γνωρίσει ο ίδιος και να κατανοήσει το φυσικό τοπίο. Ο υπαίθριος χώρος έχει τα δικά του χαρακτηριστικά και τη δική του αρχιτεκτονική γλώσσα προσέγγισης. Είναι εκτεταμένος, χαλαρός και "ακανόνιστος". Η μορφή του διαχέεται. Οι συνδέσεις είναι χαλαρές, οι διαστάσεις μεταβαλλόμενες και δύσκολα γίνονται αντιληπτές. Δεν είναι συνολικά εποπτεύσιμος, δημιουργεί ψευδαισθήσεις. Στην αντιληπτική του οργάνωση παίζουν μεγάλο ρόλο η απόσταση, ο χρόνος, η μνήμη.

Είναι δύσκολο να επικεντρωθεί κανείς στον υπαίθριο φυσικό χώρο, γιατί είναι συνήθως πολυκεντρικός. Έχει περισσότερες από μία εισόδους, περισσότερες από μία διαδρομές, περισσότερα από ένα σημεία αναφοράς ή εστιακά σημεία, περισσότερα από ένα ανοίγματα σε άλλες περιοχές. Το κύριο αντικείμενο του μελετητή είναι αναγνώριση των σημαντικών τόπων και η σύνδεσή τους. Η επιλογή των σημείων επικέντρωσης και η διαδρομή, η πορεία μέσω αυτών. Η κατεύθυνση της πορείας σε σχέση με τα σημεία αναφοράς.

Η διαδρομή είναι το κύριο στοιχείο της οργάνωσης ενός τοπίου. Τα σημεία της διαδρομής, η κίνηση μέσα από αυτό, τα επαναλαμβανόμενα στοιχεία, ο χορός του τοπίου. Όταν αντιλαμβάνεσαι ένα περιβάλλον, διαμορφώνεις μία υπόθεση οργάνωσης της ψυχολογικής εικόνας του χώρου. Ο μελετητής βασίζεται στην εμπειρία τη δική του αλλά και των ανθρώπων που ζουν σε ένα τόπο. Διαδρομές, μνήμες, πρότυπα χρήσης, όλα αποτελούν αναπόσπαστα στοιχεία του φυσικού τοπίου και συνθέτουν μαζί με τα φυσικά στοιχεία το περιβάλλον για την ένταξη μιας νέας διαμόρφωσης. [73]

5.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα υπάρχουν 1247 εγκαταστάσεις παραγωγής αιολικής ενέργειας συνολικής ισχύος 3.6GW. Παρ' όλα αυτά, «Οι εθνικοί στόχοι για την αιολική ενέργεια με ορίζοντα το 2020 δεν θα επιτευχθούν, καθώς υφίσταται ένα έλλειμμα εγκατεστημένης ισχύος αιολικών πάρκων της τάξης των 4500 MW, μη επιτυγχάνοντας, με βάση το Εθνικό και Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο, διεύθυνση των ΑΠΕ 20% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας. Με βάση τις πρόσφατες διακηρύξεις της νέας διακυβέρνησης και αναφορικά με το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ), ο στόχος προβλέπεται να αυξηθεί, ακόμη περισσότερο σε σχέση με τον προηγούμενο σχεδιασμό, δηλαδή στο 35% έως το 2030.», όπως σημείωσε ο αντιπρόεδρος του Δ.Σ. της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης αιολικής ενέργειας, Σωκράτης Κωνσταντινίδης στο Renewable & Storage Forum τον Οκτώβριο του 2019. Τον Απρίλιο του 2020 ανακοινώθηκε από τον ΑΔΜΗΕ και τον Υπουργό Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Κωστή Χατζηδάκη, δεκαετές πρόγραμμα ανάπτυξης συστήματος μεταφοράς (2021-2030) [74]. Το παραπάνω πρόγραμμα, ύψους επενδύσεων 4.3 δις. € σκοπεύει στη διασύνδεση των νησιών με την ηπειρωτική χώρα. Ο υπουργός σημειώνει ότι τα νησιά θα ωφεληθούν καθώς «θα απαλλαγούν από τα φουγάρα των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής» [75], που σημαίνει ότι σκοπός της κυβέρνησης είναι η εγκατάσταση ΑΠΕ στα νησιά. Το παραπάνω έρχεται να συμπληρώσει το νομοσχέδιο «ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ» [76] που ψηφίστηκε τον ίδιο μήνα το οποίο απλοποιεί τις διαδικασίες έκδοσης αδειών για έργα ΑΠΕ. Το νομοσχέδιο αυτό προκάλεσε έντονες αντιδράσεις τόσο σε περιβαλλοντικούς φορείς όσο και σε απλούς πολίτες καθώς, όπως υποστηρίζουν [77]:

- Καταργεί την ουσία της προστασίας των περιοχών Natura 2000 και προωθεί ακόμα και μεταλλευτικές δραστηριότητες και εξορύξεις υδρογονανθράκων σε περιοχές προστασίας της φύσης.

- Εκθέτει σε κίνδυνο τις προστατευόμενες περιοχές, καταργώντας την αυτοτέλεια των Φορέων Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών (ΦΔΠΠ).
- Επιτρέπει την καταστροφή του περιβάλλοντος στο όνομα των κατά βούληση επενδυτικών σχεδίων, εκχωρώντας τον έλεγχο των μελετών (ΜΠΕ) σε ιδιώτες και επιβάλλοντας ασφυκτικές προθεσμίες για γνωμοδοτήσεις των υπηρεσιών.
- Προωθεί την αλόγιστη επέκταση των βιομηχανικών ΑΠΕ, κυρίως των αιολικών, που έχουν ήδη προκαλέσει υποβάθμιση του περιβάλλοντος και οικονομική επιβάρυνση των καταναλωτών για την εξασφάλιση υπερκερδών των επενδυτών.
- Νομιμοποιεί τα αυθαίρετα εντός δασικών εκτάσεων και κατά περίπτωση εντός υγροτόπων και ρεμάτων.
- Απλοποιεί τις διαδικασίες διαχείρισης στερεών αποβλήτων και δε λαμβάνει μέτρα κατά της υποβάθμισης των ρεμάτων από την ανεξέλεγκτη διάθεση αστικών και βιομηχανικών λυμάτων μέσα σε αυτά.
- Παραβιάζει Συνταγματικές διατάξεις, Ευρωπαϊκές οδηγίες και Διεθνείς συμβάσεις.

5.2.1 Η σημερινή κατάσταση ενεργειακής πολιτικής ανάπτυξης ΑΣΠΗΕ με αριθμούς

Με βάση τα δεδομένα των αιτήσεων για επενδύσεις σε ΑΣΠΗΕ, το επενδυτικό ενδιαφέρον για εγκατάσταση ανεμογεννητριών είναι πολύ μεγάλο, μη εξαιρουμένων των περιοχών του δικτύου Natura 2000. Οι επιπτώσεις της σημερινής ενεργειακής πολιτικής ανάπτυξης των επενδύσεων αιολικής ενέργειας αναμένεται να είναι ιδιαίτερα αρνητικές ως προς την αύξηση της τεχνητής γης (land take) και του κατακερματισμού, ο αναμενόμενος αντίκτυπος στη βιοποικιλότητα, στα οικοσυστήματα και στις οικοσυστημικές υπηρεσίες δεν μπορεί να υπολογιστεί, αλλά εκτιμάται πως θα είναι πολύ σοβαρός και πιθανόν μη αναστρέψιμος.

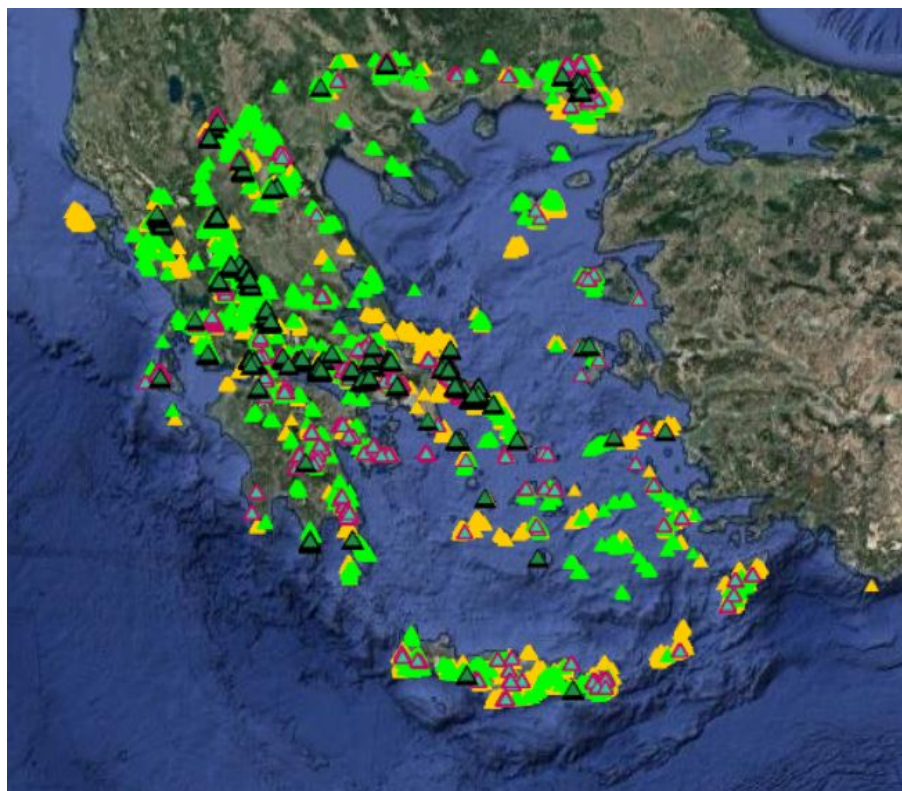
Δεδομένα ΑΣΠΗΕ σημερινής ενεργειακής πολιτικής

- Ο εθνικός στόχος (ΕΣ) εγκαταστημένης ισχύος ΑΣΠΗΕ έως το 2030 είναι 7,05GW
- Το επενδυτικό ενδιαφέρον για εγκατάσταση ΑΣΠΗΕ είναι εννέα φορές μεγαλύτερο από τον ΕΣ (1940 αιτήσεις ΑΣΠΗΕ, 64,17 GW, ~18.000 ανεμογεννήτριες: ανεπεξέργαστα δεδομένα Μαρτίου 2020)
- Ο ΕΣ είχε επιτευχθεί κατά 44% το Μάρτιο του 2020 (260 ΑΣΠΗΕ με άδεια λειτουργίας: 3,11GW).
- Η Ελλάδα πιθανόν να έχει ήδη πετύχει και ξεπεράσει τον ΕΣ του 2030 σήμερα (125%): η αθροιστική εγκαταστημένη ισχύς των ΑΣΠΗΕ με άδεια λειτουργίας συν αυτών με άδεια εγκατάστασης συν αυτών που βρίσκονταν στο τελικό στάδιο της άδειας παραγωγής με Άδεια Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) τον Μάρτιο του 2020 ήταν 8,83GW.

- Εάν τεθούν σε λειτουργία όλοι οι χερσαίοι ΑΣΠΗΕ στα διάφορα στάδια αδειοδότησης (σε αξιολόγηση, άδεια παραγωγής, άδεια εγκατάστασης, άδεια λειτουργίας) η εγκαταστημένη ισχύς θα αυξηθεί κατά 11 φορές, ξεπερνώντας τον ΕΣ κατά πέντε φορές (1838 αιτήσεις ΑΣΠΗΕ, 35,36 GW, ~16.000 ανεμογεννήτριες: διορθωμένη βάση δεδομένων αφαιρώντας αλληλοεπικάλυψη πολυγώνων ΑΣΠΗΕ).
- Τον Μάρτιο του 2020 η εγκαταστημένη ισχύς των ΑΣΠΗΕ εντός του δικτύου Natura 2000 ήταν 0,72GW (190 ΑΣΠΗΕ, ~700 ανεμογεννήτριες). Εάν τεθούν σε λειτουργία όλοι οι χερσαίοι ΑΣΠΗΕ στα διάφορα στάδια αδειοδότησης, η εγκαταστημένη ισχύς εντός του δικτύου Natura 2000 θα αυξηθεί κατά 17,5 φορές (565 επιπλέον ΑΣΠΗΕ, ~4800 περισσότερες ανεμογεννήτριες, συνολική ισχύς: 12,62GW).

(Δεδομένα από τη ΡΑΕ- Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (<https://geo.rae.gr>): ημερομηνία πρόσβασης 10/3/2020) [78]

Εύκολα συμπεραίνει κανείς ότι αναμένεται σημαντική αύξηση των εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας στη χώρα στο άμεσο μέλλον. Παρατηρώντας τον χάρτη που απεικονίζει τα εγκατεστημένα αιολικά πάρκα στην Ελλάδα, γεννώνται ερωτήματα σχετικά με το πόσο εφικτοί και βιώσιμοι είναι οι ενεργειακοί στόχοι που έχουν τεθεί, τόσο χρονικά, χωρικά όσο και κοινωνικά.



Εικόνα 6: Αιολικά πάρκα στην Ελλάδα. [79]

5.3 Η περίπτωση της Τήνου

Στο γραφικό νησί της Τήνου σχεδιάζεται να εγκατασταθούν τρεις (3) ανεμογεννήτριες της εταιρείας Epercon, και συγκεκριμένα το μοντέλο E-44. Οι συγκεκριμένες ανεμογεννήτριες έχουν ονομαστική ισχύ 900kW, 45/55m ύψος και 44m διάμετρο πτερυγίων. Το αιολικό πάρκο που έχει σχεδιαστεί θα εγκατασταθεί από την εταιρεία «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΥΚΛΑΔΩΝ Ε.Π.Ε.» στη θέση Πράσσα, Κάμπος Πολέμου του δήμου Εξωμβούργου.

Οι εργασίες στην περιοχή είχαν ξεκινήσει τον Ιανουάριο του 2019 αλλά διεκόπησαν.



Εικόνα 7: Μελλοντικά αιολικά πάρκα στην Τήνο. Με σκούρο πράσινο χρώμα σημειώνεται το πάρκο που θα μελετηθεί στην παρούσα εργασία. [14]

5.4 Θεωρητική ανάλυση, αντικειμενική-υποκειμενική

5.4.1 Γενικά

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η θεωρητική διαδικασία αξιολόγησης της αλλοίωσης του τοπίου της Τήνου με την εγκατάσταση ανεμογεννητριών στη θέση Πράσσα, Κάμπος Πολέμου. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται αναλυτικά τόσο η γνώμη του τοπικού πληθυσμού όσο και η αντικειμενική και υποκειμενική θεωρητική ανάλυση του ζητήματος.

Η άποψη των κατοίκων της Τήνου αντλήθηκε μέσω των πολυάριθμων δημοσιευμάτων στα Μ.Μ.Ε. και στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης καθώς και από τις δράσεις διαμαρτυρίας και αντίστασης των πολιτών στο υπό μελέτη έργο. Η άποψη αυτή παρουσιάζεται καθώς οι κάτοικοι του νησιού είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι κοινωνικά και πολιτισμικά με τον τόπο αυτό, και οποιαδήποτε παρέμβαση στο τόσο χαρακτηριστικό τοπίο δεν μπορεί παρά να θεωρηθεί και ως ένα κοινωνικό ζήτημα στο οποίο οι κάτοικοι είναι οι άμεσα ενδιαφερόμενοι.

Η αντικειμενική μέθοδος [80] εξετάζει σε βάθος την αλλοίωση που μπορεί να προκαλέσει το έργο στα κυρίαρχα στοιχεία της αισθητικής του τοπίου (μορφή, γραμμές, χρώματα, υφή) και τους βασικούς παράγοντες της αισθητικής του τοπίου (αντίθεση, διαδοχή, σύγκλιση, συγκυριαρχία, ισορροπία, άξονες). Παράλληλα, αναλύεται το μέγεθος της παρέμβασης στο τοπίο μέσω των μεταβλητών παραγόντων της αισθητικής αυτού (θέση παρατηρητή, απόσταση, κίνηση, κλίμακα).

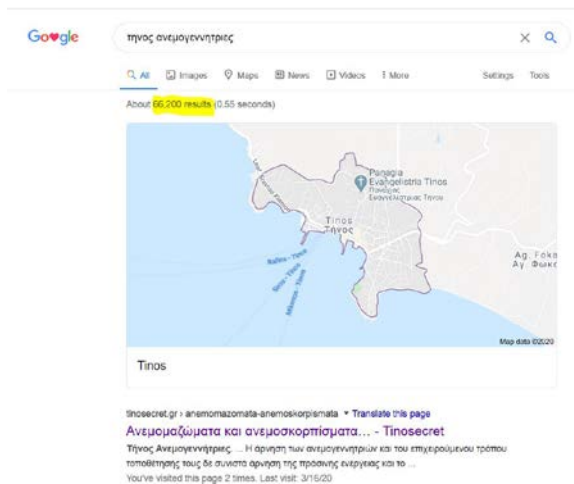
Η υποκειμενική μέθοδος προσεγγίζεται μέσω ανάλυσης των ιδιοτήτων του καλού τύπου [81] (αίσθημα δικαίου, ειλικρίνεια, ωφελιμότητα, σεβασμός/ιερότητα, συμπάθεια, αρχιτεκτονική/τέχνη, επικοινωνία).

5.4.2 Η γνώμη του πληθυσμού

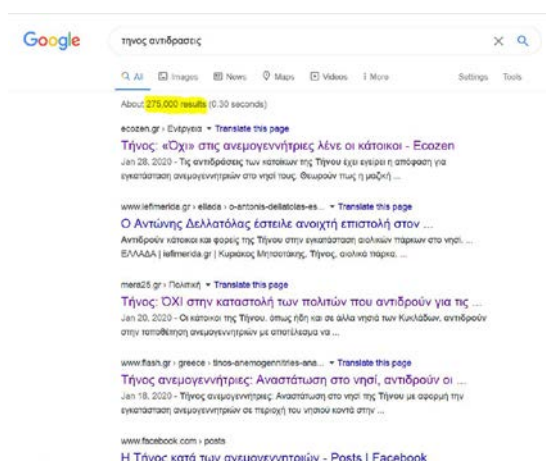
Η πρόταση έργου για εγκατάσταση αιολικού πάρκου στα Πράσσα προκάλεσε εντονότερες αντιδράσεις στους κατοίκους όλου του νησιού. Κυρίαρχο επιχείρημα των κατοίκων είναι η φυσική και αισθητική καταστροφή ενός τοπίου μεγάλου φυσικού κάλλους καθώς και οι επιπτώσεις της καταστροφής αυτής στον τουρισμό του νησιού.

Οι Τηνιακοί έχουν συσπειρωθεί και δρούν οργανωμένα ενάντια στην εγκατάσταση ανεμογεννητριών στο νησί τους. Συγκεκριμένα, μέχρι τώρα έχουν καλέσει σε Παντηνιακό συλλαλητήριο, γενικές απεργίες και πορείες, επίσης, σχημάτισαν ακόμα και ανθρώπινη αλυσίδα στο λιμάνι ως ένδειξη διαμαρτυρίας, καθώς και συλλαλητήριο στην πλατεία Συντάγματος για τους Τηνιακούς που κατοικούν στην Αθήνα. Παράλληλα έχει σχηματιστεί και «Δημοτική Επιτροπή Αγώνα ενάντια στις ανεμογεννήτριες» που αποτελείται από αιρετούς του δήμου και έναν πολιτικό μηχανικό. Ο Δήμος Τήνου κατέθεσε στο Συμβούλιο της Επικρατείας και αίτηση ασφαλιστικών μέτρων κατά της εταιρείας εγκατάστασης του αιολικού πάρκου για παραβίαση της δημοτικής περιουσίας, η οποία απορρίφθηκε. Από την άλλη πλευρά, η κυβέρνηση, προκειμένου να διασφαλίσει την επανέναρξη των εργασιών, έστειλε στο νησί δυνάμεις των ΜΑΤ και αστυνομικά οχήματα. Η κινητοποίηση των κατοίκων ήταν μαζική με αποτέλεσμα την αποτυχία συνέχισης των εργασιών, οι οποίες άρχισαν εκ νέου κατά τη διάρκεια των δύο γενικών lockdown της χώρας εξαιτίας της πανδημίας του covid-19.

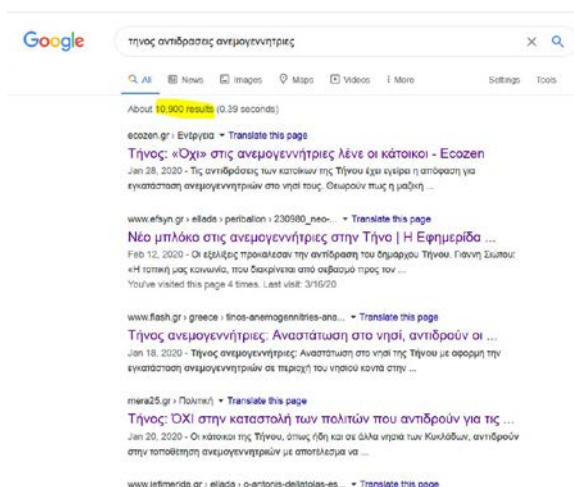
Η ποσοτικοποίηση της αισθητικής της φυσιογνωμίας ενός τοπίου μέσω ερωτηματολογίων είναι αποδεκτή μεθοδολογία και ίσως η μοναδική ως μέτρο αντιμετώπισης ενός τέτοιου προβλήματος. [17] Στην παρούσα έρευνα τα ερωτηματολόγια δεν κρίθηκαν αναγκαία γιατί υπήρχε πολύ μεγάλη και πλούσια τεκμηρίωση στο διαδίκτυο λόγω των οργανωμένων αντιδράσεων των κατοίκων. Η εγκατάσταση του αιολικού πάρκου στην Τήνο προκάλεσε εντονότερες αντιδράσεις στον τοπικό πληθυσμό με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολυάριθμα δημοσιεύματα που σκιαγραφούν πλήρως την άποψη του πληθυσμού για το εξεταζόμενο έργο.



Εικόνα 48: Τα αποτελέσματα μηχανής αναζήτησης σχετικά με τις ανεμογεννήτριες στην Τήνο. Ημερομηνία αναζήτησης: 08/04/2020



Εικόνα 49: Τα αποτελέσματα μηχανής αναζήτησης σχετικά με τις αντιδράσεις των πολιτών. Ημερομηνία αναζήτησης 11/04/2020



Εικόνα 50: Τα αποτελέσματα μηχανής αναζήτησης σχετικά με τις αντιδράσεις των πολιτών για τις ανεμογεννήτριες στην Τήνο. Ημερομηνία αναζήτησης 11/04/2020



Εικόνα 51: Το σήμα των οργανωμένων κατοίκων ενάντια στις ανεμογεννήτριες [82]



Εικόνα 52: Ειρηνική διαμαρτυρία των κατοίκων, πικ νικ στα Πράσσα 16/11/2019 [83]



Εικόνα 53: Ειρηνική διαμαρτυρία των κατοίκων, πικ νικ στα Πράσσα 16/11/2019 [15]



07. Social Waste - Βοριάς και Λίβας

Εικόνα 54: Το hip hop συγκρότημα Social Waste δημοσίευσε τραγούδι/διαμαρτυρία για την πολιτική που ακολουθείται για την αιολική ενέργεια στην Ελλάδα. Από τον δίσκο "Σύνορα" 2020. [84]



Εικόνα 55: Άρθρο της Εφημερίδας των Συντακτών 12/02/2020



Εικόνα 56: Άρθρο της εφημερίδας ΕΘΝΟΣ 10/02/2020



Εικόνα 57: Οι πολίτες της Τήνου σχημάτισαν ανθρώπινη αλυσίδα στο λιμάνι ως ένδειξη διαμαρτυρίας για τις ανεμογεννήτριες [85]



Εικόνα 58: Η Τήνος μπλόκαρε την αποβίβαση υλικών για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών [86]



Εικόνα 59: Η Τήνος στην πορεία για Ελεύθερα Βουνά Χωρίς Αιολικά [87]

Τήνος: ΜΑΤ ξυλοκόπησαν και συνέλαβαν κατοίκους σε κινητοποίηση κατά των ανεμογεννητριών (Photos/Videos)



Εικόνα 60: Καταστολή πολιτών καθώς προσπάθησαν να εμποδίσουν τη συνέχιση των έργων. Είχε ανακοινωθεί απαγόρευση κυκλοφορίας στους δρόμους από τους οποίους είναι προσβάσιμη η περιοχή τις συγκεκριμένες ημέρες και ώρες που θα διεξάγονταν οι εργασίες. [88]

Τα γεγονότα που αφορούν την Εικόνα 38 ακολούθησε μία ανακοίνωση του ομίλου Κοπελούζου όπου αναφέρεται η απόσυρση εγκατάστασης 15 ανεμογεννητριών από τις 24 που σχεδιάζονταν συνολικά. Συνεπώς, στην Τήνο εκκρεμούν ακόμη η εγκατάσταση 9 ανεμογεννητριών του ομίλου Κοπελούζου, 5 από τη «ΔΕΗ ανανεώσιμες» και 3 από την «Ενεργειακή Κυκλάδων ΕΠΕ».

Την 1η Μαρτίου 2021, 36 κάτοικοι της Τήνου, μέλη του κινήματος «Η Τήνος κατά των ανεμογεννητριών», δικάζονται από το Μονομελές Πρωτοδικείο Σύρου ως υπαίτιοι «παράνομης βίας από κοινού» και «απειθείας από κοινού», αναφορικά με τα γεγονότα της 20^{ης} Μαΐου 2020.

κατωθεση ε.Αρβενιτς 19/21/20
5/1/2021 Zimbra

ΑΡΧΑΙΟ
dla@hcg.gr

Καταγγελίες που αφορούν Λ/Χ Τήνου

From : ΥΝΑΝΠ/ Γρ. Ενημέρωσης <mme@yna.gov.gr> **Τρί, Δεκ 29, 2020 02:36 μ.μ.**
Subject : Καταγγελίες που αφορούν Λ/Χ Τήνου **2 attachments**
To : Δ <dla@hcg.gr>

Σας προωθούμε μηνύματα ηλεκτρονικής αλληλογραφίας που περιήλθαν στην υπηρεσία μας και παρακαλούμε για την ενημέρωση και τις τυχόν δικές σας ενέργειες.

Υπουργείο Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής
Γραφείο Επικοινωνίας και Ενημέρωσης
Τμήμα Α'
Ακτή Βασιλειάδη Πύλη Ε1-Ε2 Πειραιάς, τ.κ. 18510
Τηλ: 213 1371714
e-mail:mme@yna.gov.gr

From : [redacted] > **Δευ, Δεκ 28, 2020 02:58 μ.μ.**
Subject : Fwd:
To : mme@yna.gov.gr

----- Forwarded message -----
Από: [redacted]
Date: Δευ, 28 Δεκ 2020, 2:37 μ.μ.
Subject: [redacted]
To: [redacted]

Αξιότιμοι
Η κατάσταση έχει ξεφύγει στην Τήνο από μέρους των λιμενικών και αστυνομικών αρχών επιδιόδοτα τρομοκρατία απαράδεκτη για την σημερινή εποχή και δημιουργεί αρνητική εικόνα στην κυβέρνηση.
Περιμένουμε κάποια παρέμβασή σας
[redacted]

From : [redacted] > **Κυρ, Δεκ 27, 2020 03:38 μ.μ.**
Subject : Fwd:
To : mme@yna.gov.gr

PS
2

<https://mail.hcg.gr/h/printmessage?id=74392&sz=Europe/Athens> 1/2

Εικόνα 61: Ηλεκτρονικό μήνυμα που απευθύνεται από το αρχηγείο του λιμενικού σώματος προς το υπουργείο.

Στους σχετικούς συνδέσμους [89] οι οποίοι προέρχονται από διαδικτυακές σελίδες πολιτών της Τήνου, παρουσιάζονται με πληρότητα οι απόψεις των πολιτών αναφορικά με τις ανεμογεννήτριες. Περιληπτικά οι θέσεις των πολιτών είναι οι εξής:

- Δεν αρνούνται την ανάγκη για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Ζητούν να γίνει πρόταση έργου η οποία δε θα θέτει σε κίνδυνο το φυσικό τοπίο του νησιού.
- Η αλλοίωση που θα προκαλέσουν οι ανεμογεννήτριες στο τοπίο της Τήνου θα

επιηρεάσει άμεσα τον τουρισμό καθώς θα καταστρέψουν την παραδοσιακή αισθητική του νησιού και κατά συνέπεια όλη την εμπειρία ενός επισκέπτη.

- Υποστηρίζουν ότι η εγκατάσταση ανεμογεννητριών δεν αποτελεί μέρος του σχεδίου για αύξηση της αιολικής ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα της χώρας, αλλά εξυπηρετούνται επιχειρηματικά συμφέροντα εις βάρος του τόπου τους.
- Θα πληγεί η παραδοσιακή αγροτική οικονομία αφού θα καταστραφούν οι ορεινές πεζούλες στις πλαγιές των βουνών από τις επιχωματώσεις και τη διάνοιξη νέων δρόμων.
- Με το βουνό να μετατρέπεται σε εργοτάξιο ανά τακτά χρονικά διαστήματα, μέσα στην επόμενη δεκαετία η σκόνη από τη διαρκή κίνηση των φορτηγών και των σκαπτικών εργασιών θα πλήξει τη μελισσοκομία και η καταστροφή της θαμνώδους βλάστησης θα υποβαθμίσει την τροφή των μελισσών.
- Καθώς δεν υπάρχει νομικό πλαίσιο για την αποσυναρμολόγηση και απομάκρυνση των ανεμογεννητριών μετά το πέρας λειτουργίας τους, ούτε ζητείται εγγυητική επιστολή από τις εταιρείες για τις εργασίες αυτές, οι κατασκευές θα παραμείνουν πάνω στις βουνοκορφές για πάντα ως σκουριασμένα κουφάρια.
- Εκτιμάται ότι η κατασκευή των νέων δρόμων θα προκαλέσει κατακερματισμό των οικοτόπων και πολλές περιοχές τροφοληψίας των αρπακτικών θα καταστραφούν.
- Στα χωριά της γύρω περιοχής Υστέρνια και Καρδιανή (παραδοσιακοί οικισμοί με μεγάλη τουριστική επισκεψιμότητα και αγοραστικό ενδιαφέρον) ο θόρυβος από τις ανεμογεννήτριες θα αλλάξει σίγουρα την ηρεμία του τοπίου και της φύσης που μπορεί να απολαύσει κανείς μέχρι σήμερα.
- Πριν κάποια χρόνια και μετά από αγώνα πολιτών του νησιού πέτυχαν μια μεγάλη νίκη που επικυρώθηκε από το Συμβούλιο της Επικρατείας, αφαιρέθηκαν οι ακαλαίσθητοι πυλώνες υψηλής τάσης που δεν συμβάδιζαν με την φυσιογνωμία του νησιού. Τώρα, προωθούνται πολύ μεγαλύτερης κλίμακας επεμβάσεις, χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν η αντίθετη γνώμη του Τηνιακού λαού, όπως αντανακλάται διαχρονικά σε όλες τις ομόφωνες αποφάσεις του Δ.Σ. από το 2014 ως και σήμερα.
- Με την παρούσα εγκατάσταση, εγκαινιάζεται μια ακόμη επικίνδυνη πρακτική αρπαγής περιουσιών στο νησί τους. Χωρίς επαρκή στοιχεία από την Δασική Υπηρεσία, ολόκληρες εκτάσεις που ενδιαφέρουν τις αιολικές εταιρίες χαρακτηρίζονται χορτολιβαδικές άρα δημόσιες και διαθέσιμες για αιολική χρήση. Οι ιδιοκτησίες ιδιωτών ή και του Δήμου χάνονται, ανεξαρτήτως νόμιμων τίτλων είτε κληρονομικών είτε αγοραπωλησιών που σε κάποιες περιπτώσεις πηγαίνουν αρκετά χρόνια πίσω.

5.4.3 Τα κυρίαρχα στοιχεία της αισθητικής του τοπίου - αντικειμενική μέθοδος

Η μορφή

Το τοπίο της Τήνου είναι χαρακτηριστικό νησιωτικό τοπίο. Το βουνό Κάμπος Πολέμου είναι το δεύτερο ψηλότερο βουνό της Τήνου σε υψόμετρο 616m και βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του νησιού. Τόσο το βουνό όσο και το νησί εν γένει φέρουν τα παραδοσιακά χαρακτηριστικά των Κυκλάδων. Δεν υπάρχουν δάση και μεγάλες πεδιάδες. Χαρακτηριστικό είναι το επικλινές του εδάφους στο μεγαλύτερο μέρος του νησιού, έτσι ώστε οι αγροί να παρουσιάζουν εικόνα μεγάλων σκαλοπατιών, τις λεγόμενες «πεζούλες» ή «χαλιά», που διαχωρίζονται από χαμηλούς μαντρότοιχους, τις «ξερολιθιές». Για αυτό το χαρακτηριστικό της η Τήνος χαρακτηρίστηκε από τον Κορνήλιο Καστοριάδη ως «χειροποίητο νησί».

Από τη στάθμη της θάλασσας στη βορειοδυτική πλευρά του νησιού, το βουνό Κάμπος Πολέμου είναι από τα κυρίαρχα στοιχεία του τοπίου καθώς αποτελεί το ψηλότερο σημείο στον ορίζοντα. Ο παρατηρητής διακρίνει πλήρως τη μορφολογία του νησιού και θα μπορεί να διακρίνει τις ανεμογεννήτριες που θα τοποθετηθούν στην κορυφή του. Συγκεκριμένα, επειδή η απόσταση είναι μικρότερη από 10km οι ανεμογεννήτριες θα είναι στοιχείο σημαντικά αισθητής ορατότητας. [90]

Οι γραμμές

Οι γραμμές ενός τοπίου ορίζονται ως τομές επιφανειών (π.χ. υδροκρίτης, ακτές, δρόμοι κ.λπ.) και ως σειρές όμοιων αντικειμένων (φράχτες, δενδροστοιχίες κ.λπ.). Οι γραμμές είναι πολύ συνηθισμένες στα τοπία, και η παρουσία τους είναι τόσο έντονη ώστε προσελκύει αμέσως την προσοχή του παρατηρητή. Επειδή ακριβώς είναι πάρα πολύ έντονες, η οποιαδήποτε μετάλλαξη τους δημιουργεί αλλοιώσεις στο τοπίο [91]. Οι κυρίαρχες γραμμές του νησιωτικού τοπίου είναι η γραμμή της διεπιφάνειας εδάφους-θάλασσας και η γραμμή που ορίζεται από τα βουνά του νησιού. Στην Τήνο η γραμμή που ορίζει το βουνό Κάμπος Πολέμου είναι η βασικότερη στο δυτικό τμήμα του νησιού. Αυτό σημαίνει ότι η εγκατάσταση ανεμογεννητριών κατά μήκος και κάθετα αυτής της κορυφογραμμής θα αλλοιώσει σημαντικά το τοπίο.

Τα χρώματα

Το τοπίο της Τήνου συντίθεται από το καφέ του εδάφους, με ελάχιστο πράσινο, λόγω της χαμηλής θαμνώδους βλάστησης, το μπλε του ουρανού, το βαθύ μπλε της θάλασσας και κατά διαστήματα το λευκό των οικισμών λόγω των χαρακτηριστικών λευκών κτιρίων της κυκλαδίτικης αρχιτεκτονικής. Οι ανεμογεννήτριες που πρόκειται να τοποθετηθούν θα είναι λευκές και θα παρεμβάλλονται μεταξύ του καφέ βουνού και του μπλε ουρανού. Στον ορίζοντα ο συνδυασμός του θερμού καφέ και του ψυχρού μπλε δημιουργεί μια αρμονία και αίσθηση ισορροπίας για τον παρατηρητή. Κάποιος ίσως νιώσει ότι το λευκό των ανεμογεννητριών

αλλοιώνει τη χρωματική αυτή ισορροπία της φύσης.

Η υφή

Η υφή του τοπίου είναι κατά βάση λεία (χωρίς έντονη βλάστηση, ανομοιομορφίες κ.λπ.). Ακόμα και οι παραδοσιακοί οικισμοί φαίνονται να “ξαπλώνουν” πάνω στα βουνά. Σε αντίθεση με την υφή του τοπίου, οι ανεμογεννήτριες προεξέχουν σαν αγκάθια στο τοπίο.

5.4.4 Οι βασικοί παράγοντες της αισθητικής του τοπίου

Αντίθεση

Η αντίθεση στο υπό εξέταση τοπίο παρατηρείται μέσω των γραμμών που το συνθέτουν. Οι, σχεδόν, οριζόντιες γραμμές που ορίζουν οι διεπιφάνειες νερό-έδαφος και βουνό-ουρανός έρχονται σε αντίθεση με τις απόλυτα κατακόρυφες γραμμές των ανεμογεννητριών.

Επίσης, το τοπίο είναι περισσότερο φυσικό που διακόπτεται στις μικρές περιοχές των οικισμών. Οι ανεμογεννήτριες θα είναι κι αυτές μια τεχνητή προσθήκη. Η διαφορά των δύο αυτών τεχνητών στοιχείων έγκυται στο ότι οι κυκλαδίτικοι οικισμοί αποτελούν βασικό στοιχείο της παραδοσιακής ελληνικής αισθητικής, σε αντίθεση με τις ανεμογεννήτριες.

Διαδοχή

Η διαδοχή από το στοιχείο του νερού στο στοιχείο των βουνών γίνεται απότομα λόγω του καθολικού επικλινούς του εδάφους στο σύνολο του νησιού. Η μετάβαση από το βουνό στον ουρανό γίνεται απότομα. Τα όρια στα οποία διαδέχεται η μια μορφή του τοπίου την άλλη είναι περιοχές εστίασης της προσοχής ενός παρατηρητή. Ενδεχόμενη μετατροπή τους ενέχει κινδύνους στην έντονη αλλοίωση του τοπίου.

Στο άρθρο 22 του Ν. 4258/2014 αναφέρεται: «Σε γήπεδα που βρίσκονται σε κορυφογραμμές το ανώτατο υψόμετρο των κτισμάτων απαγορεύεται να υπερβαίνει την κορυφογραμμή. Εξαιρούνται οι κεραίες ραδιοεπικοινωνίας και κινητής τηλεφωνίας με τις απαραίτητες κτιριακές υποδομές για τη λειτουργία τους, οι εγκαταστάσεις και υποδομές σταθμών ηλεκτροπαραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και οι εγκαταστάσεις και υποδομές αστεροσκοπείων ιδιοκτησίας Δημόσιων φορέων ή φορέων του ευρύτερου Δημόσιου τομέα που εξυπηρετούν τη λειτουργία τους.». Η εξαίρεση προστέθηκε σαν τροποποίηση του Προεδρικού Διατάγματος της 24/5/1985 ΦΕΚ Δ' 270/30.5.1985. Η εξαίρεση αυτή προκύπτει λόγω της προφανούς αναγκαιότητας των έργων και της βέλτιστης χωροθέτησής τους στις κορυφογραμμές. Ωστόσο από τη διατύπωση της νομοθεσίας είναι προφανής η σημαντικότητα της κορυφογραμμής του τοπίου και η ευαισθησία της σε αλλοιώσεις.

Σύγκλιση

Η σύγκλιση στο τοπίο παρατηρείται προς τη θάλασσα και ορίζεται από τις γραμμές των βουνών που καταλήγουν στο νερό. Οι κατακόρυφες ανεμογεννήτριες θα διαταράξουν την οπτική αυτή ροή.

Συγκυριαρχία

Στο υπό εξέταση τοπίο υπάρχει έντονα το στοιχείο της συγκυριαρχίας. Το στοιχείο αυτό συνθέτουν η θάλασσα και οι ορεινοί όγκοι. Το στοιχείο των βουνών αρχικά φαίνεται να κυριαρχεί έναντι του στοιχείου του νερού, αλλά αδιαμφισβήτητα το νερό αποτελεί βασικό στοιχείο της αισθητικής του τοπίου. Από την άλλη πλευρά, οι ανεμογεννήτριες είναι κάτι τελείως ξένο για τον φυσικό και παραδοσιακό χαρακτήρα του τοπίου.

Ισορροπία

Στο τοπίο υπάρχει το στοιχείο της ισορροπίας καθώς το μέγεθος του νησιού συμβαδίζει με το απέραντο του πελάγους. Τα βουνά, η έντονη κλίση και το αδρό ανάγλυφο δεν αφήνουν το νησί να περάσει απαρατήρητο παρά τον τεράστιο όγκο νερού που το περιβάλλει. Οι ανεμογεννήτριες που θα τοποθετηθούν στο υψηλότερο σημείο του δυτικού τμήματος του νησιού θα διαταράξουν αισθητά τη φυσική αυτή ισορροπία.

Άξονες

Ουσιαστικά δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι κυρίαρχοι άξονες στο τοπίο. Από σχεδιαστική άποψη, το νερό και οι ακτές βρίσκονται σε οριζόντιο επίπεδο ενώ η κορυφογραμμές που συνθέτουν το τοπίο δεν διατηρούν σαφή προσανατολισμό αλλά έχουν μια γενική οριζόντια κατεύθυνση (χαμηλά βουνά). Οι ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται αντιτίθενται σε αυτόν τον σχεδιαστικό προσανατολισμό και βρίσκονται κατ' αντιπαράθεση σε έναν (ξένο προς τον τόπο) κατακόρυφο άξονα.

5.4.5 Οι μεταβλητοί παράγοντες της αισθητικής του τοπίου

Η θέση του παρατηρητή

Η θέση του παρατηρητή στο τοπίο είναι θέση κατώτερου παρατηρητή, αφού το βουνό είναι εκ των πραγμάτων ένα από τα ψηλότερα σημεία του νησιού. Το πιθανότερο βέβαια είναι ο παρατηρητής να μαγνητιστεί από τη θέα προς τη θάλασσα κι όχι αυτή προς το βουνό. Στην περίπτωση περιπατητή ο παρατηρητής λαμβάνει θέση κανονικού παρατηρητή.

Η απόσταση

Όλες οι θέσεις από τις οποίες το βουνό Κάμπος Πολέμου, κατά συνέπεια και οι ανεμογεννήτριες, είναι ορατό βρίσκονται εντός της ζώνης παρατήρησης των 2km. Κατά

συνέπεια οι ανεμογεννήτριες θα αποτελούν το κυρίαρχο στοιχείο του τοπίου για ένα παρατηρητή. [92] [93] [94] [95]

Η κίνηση

Το τοπίο του νησιού είναι γενικά στατικό λόγω έλλειψης ψηλής βλάστησης. Το μοναδικό στοιχείο που παρουσιάζει κίνηση είναι το νερό της θάλασσας. Αντιθέτως, οι ανεμογεννήτριες θα βρίσκονται σε μία έντονη κίνηση, ασύγχρονη με την ηρεμία της φύσης.

Η κλίμακα

Οι ανεμογεννήτριες είναι πολύ ψηλές σε σχέση με τα κτίσματα του νησιού. Τα κτίρια στην κυκλαδίτικη αρχιτεκτονική είναι το πολύ διώροφα, δηλαδή περίπου 6m ύψος, ενώ οι ανεμογεννήτριες θα έχουν ύψος 55m. Συνεπώς, θα δημιουργηθεί μεγάλη ανισορροπία στην κλίμακα του τοπίου.

5.4.6 Τα κυρίαρχα στοιχεία της αισθητικής του τοπίου - υποκειμενική μέθοδος

Ανάλυση ιδιοτήτων καλού τόπου [96]

Αίσθημα δικαίου

Το τοπίο ακολουθεί την οργανωτική λειτουργία της φύσης και συντίθεται από φυσικά αδιάβλητα μέρη (νερό, βουνό, ουρανός). Είναι ενωτικό, αφού συνθέτει σε ενιαίο σύνολο τα μέρη από τα οποία αποτελείται. Η σημειακή οικιστική ανάπτυξη δεν αλλοιώνει τη μορφή του τοπίου. Το τοπίο είναι ισοκαταναμημένο και ιεραρχημένο σύμφωνα με τις αρχές της φύσης. Τα παραπάνω έρχεται να αναιρέσει η εγκατάσταση ανεμογεννητριών στην κορυφογραμμή του νησιού. Το τοπίο αποκτά ένα βιομηχανικό στοιχείο το οποίο αδυνατεί να ταιριάξει με την παραδοσιακή και φυσική ταυτότητα του τόπου.

Ειλικρίνεια

Η γεωμετρία των μορφών του ορεινού όγκου σε συνδυασμό με τη θάλασσα και τον ουρανό κάνουν το τοπίο εντυπωσιακό. Τη φυσικότητα του τοπίου αλλοιώνουν οι συστάδες ανεμογεννητριών κατά μήκος της κορυφογραμμής του, με αποτέλεσμα να χάνεται και η απλότητα του.

Ωφελιμότητα

Το τοπίο είναι χρήσιμο καθώς βασικό στοιχείο αυτού είναι το νερό το οποίο χρησιμοποιείται για αλιεία, αναψυχή και επικοινωνία με την υπόλοιπη χώρα. Η Τήνος έχει μεγάλη παραγωγή γάλακτος και τυροκομικών προϊόντων καθώς και τοπικού μελιού.

Οι ανεμογεννήτριες στις κορυφές των βουνών δημιουργούν κι αυτές αίσθημα

ωφελιμότητας καθώς παράγουν ενέργεια πολύτιμη για το νησί αξιοποιώντας φυσικούς ανανεώσιμους πόρους.

Σεβασμός/Ιερότητα

Στο νησί της Τήνου βρίσκεται ο Ιερός Ναός της Ευαγγελιστρίας της Τήνου στον οποίο θησαυρίζεται η εικόνα της Παναγίας. Ο ναός αποτελεί πόλο έλξης τόσο για Έλληνες όσο και για ξένους τουρίστες καθώς καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, με αποκορύφωμα την 15^η Αυγούστου, προσελκύει μεγάλο αριθμό επισκεπτών, είτε για να θαυμάσουν τον εντυπωσιακό ναό είτε για να προσκυνήσουν την εικόνα, η οποία θεωρείται θαυματουργή από τους πιστούς. Η εικόνα του ναού ανακαλύφθηκε το 1823 και θεωρήθηκε καλός οiwνός για τη χώρα γιατί εκείνο το διάστημα βρισκόταν σε εξέλιξη η ελληνική επανάσταση του 1821. Συνολικά οι εκκλησίες και τα εξωκκλήσια της Τήνου φτάνουν τα 750.

Συμπάθεια

Το τοπίο έχει έντονα μνημειακό χαρακτήρα, αφού συνδέεται με τον ναό της Παναγίας της Τήνου. Είναι κοινωνικό γιατί παντού πάνω του εντοπίζονται οικισμοί, χωρίς αυτό να αλλοιώνει τη φυσιογνωμία και το κάλλος του. Οι ανεμογεννήτριες διαταράσσουν αυτή τη συνοχή.

Αρχιτεκτονική/ Τέχνη

Όπως έχει αναφερθεί η αρχιτεκτονική της Τήνου είναι η χαρακτηριστική Κυκλαδίτικη. Τα κυκλαδίτικα σπίτια χτίζονται με απλά μέσα για να καλύπτουν βιοτικές ανάγκες αλλά θεωρούνται έργα μοναδικά σε αισθητική. Τα νησιά του Αιγαίου είχαν προβλήματα ασφαλείας λόγω της πειρατείας γι' αυτό και η αρχιτεκτονική πήρε χαρακτήρα αμυντικό. Βλέπουμε λοιπόν σπίτια να κτίζονται μέσα σε κλειστό οχυρωμένο κάστρο (Άνδρος, Νάξος). Σημαντικοί παράγοντες που επηρέασαν την κυκλαδίτικη αρχιτεκτονική είναι το περιβάλλον, το κλίμα, ο ρόλος του νερού και του φυσικού εδάφους. Ο οικισμός μεγάλωνε χωρίς σχεδιασμό ανάλογα με το φυσικό έδαφος. Το κτίσιμο ενός χωριού βάσει σχεδίου είναι κάτι πολύ σπάνιο στις Κυκλάδες. Η αρχιτεκτονική των σπιτιών οφείλεται επίσης και στις οικονομικές συνθήκες, αφού μεγάλη σημασία έχουν τα χρησιμοποιούμενα μέσα αλλά και οι ικανότητες των τεχνικών. Καθώς τα οικονομικά μέσα είναι ελάχιστα και οι εργάτες ανειδίκευτοι, τα υλικά είναι τοπικά, ανεπεξέργαστα και οι χτίστες είναι οι ίδιοι οι χρήστες τους. Έτσι, έχουμε κυρίως «μονόχωρους κύβους» με εμβαδόν 3x4m και ύψος 2,5m καθώς δεν υπήρχε διαθέσιμη ξυλεία και οι δοκοί δεν ξεπερνούσαν τα τρία μέτρα. Ο προσανατολισμός του σπιτιού είναι συνήθως νοτιοανατολικός ώστε το σπίτι να απολαμβάνει το φυσικό φως ενώ οι τοίχοι έχουν πάχος 60-80cm ώστε να διασφαλίζεται η επιθυμητή θερμοκρασία. Τα ανοίγματα για τον ίδιο λόγο είναι μικρά ενώ στη βόρεια πλευρά υπήρχε σχεδόν πάντα ένα άνοιγμα για να δροσίζεται το σπίτι το καλοκαίρι από τα μελτέμια αλλά και για να μην μπαίνει ο κρύος αέρας το χειμώνα. Επιπλέον το λευκό χρώμα

των τοίχων περιορίζει την απορρόφηση θερμότητας. [97]

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό στην αρχιτεκτονική της Τήνου είναι και οι εντυπωσιακοί περιστεριώνες. Στην Τήνο υπάρχουν σήμερα περισσότεροι από 600 περιστεριώνες, αν και πιθανολογείται ότι κατασκευάστηκαν πάνω από τους διπλάσιους. Οι περιστεριώνες εκτιμάται ότι εμφανίστηκαν στην Τήνο κατά την Ενετοκρατία (1207-1715), αν και η πρώτη έγγραφη μαρτυρία είναι ο περιστεριώνας που αναφέρεται σε διαθήκη κληρικού το 1726. Τα περιστέρια, προσφέροντας το κρέας τους και λίπασμα, αποτέλεσαν το κύριο εξαγωγίμο προϊόν των Τηνίων, με την άνθηση του εμπορίου. Με την έλευση των Ενετών κατασκευάστηκαν οι πρώτοι περιστεριώνες και ξεκίνησε η συστηματική εκτροφή περιστεριών. Το κατάλληλο μέρος για το χτίσιμο περιστεριώνα είναι απάνεμο, ώστε να παρέχει προστασία, ανοιχτό, για να ευνοεί το ανεμπόδιο πέταγμα των περιστεριών και κοντά σε πηγή νερού. Είναι πέτρινα οικοδομήματα και αποτελούνται από δύο ορόφους. Στον κάτω όροφο υπάρχουν οι βοηθητικοί χώροι (αποθήκες) και ο πάνω όροφος προορίζεται για τα περιστέρια. Οι Τηνιακοί μάστορες χρησιμοποίησαν τον σχιστόλιθο ως υλικό, και τον περιστεριώνα ως καμβά, για να αποτυπώσουν εξαιρετικά δείγματα της λαϊκής τους τέχνης και της αρχιτεκτονικής τους άποψης. Οι διακοσμημένες πλευρές, τις οποίες προσεγγίζουν τα περιστέρια, δεν είναι ποτέ στραμμένες προς το Βορρά και θυμίζουν κεντήματα από πέτρα. Τετράγωνα, τρίγωνα, κύκλοι, ρόμβοι, ήλιοι, λουλούδια, τα αρχικά του ιδιοκτήτη ή ημερομηνία κατασκευής του είναι μερικά από τα σμιλευμένα θέματα που κάνουν τον κάθε περιστεριώνα μοναδικό. Ο περιστεριώνας υπήρξε σύμβολο ευγενικής καταγωγής και οικονομικής δύναμης. Αρχικά, δικαίωμα ιδιοκτησίας και εκμετάλλευσης του περιστεριώνα είχαν μόνο οι Ενετοί φεουδάρχες. Από το 1715 που η Τήνος ελέγχεται από τους Τούρκους, δίνεται το δικαίωμα ιδιοκτησίας και χρήσης περιστεριώνα σε Τήνιους γαιοκτήμονες. [98]

Οι ξερολιθιές αποτελούν κι αυτές άλλο ένα στοιχείο της αρχιτεκτονικής και του τοπίου της Τήνου. Οι ξερολιθιές ή πεζούλες ήταν ο μοναδικός τρόπος δημιουργίας καλλιεργήσιμης έκτασης για τον Τηνιακό αγρότη. Η ξερολιθιά είναι ο φράχτης που χτίζεται από πέτρες χωρίς να χρησιμοποιείται συνδετικό υλικό. Η κατασκευή της απαιτεί κόπο, χρόνο και εμπειρία, αφού οι πέτρες πρέπει να συγκεντρωθούν και να διακριθούν σε πέτρες θεμελίωσης, δόμησης, σύνδεσης, πλήρωσης και επικάλυψης. Οι ξερολιθιές δημιούργησαν τις αναβαθμίδες και μετέτρεψαν τα άγονα, πετρώδη εδάφη σε καλλιεργήσιμα χωράφια, συγκρατώντας το νερό και το χώμα, αποτρέποντας τη διάβρωση του εδάφους και χωρίζοντας τις εκτάσεις. [99]

Η Τήνος αποτελεί γενέτειρα για μερικούς από τους σπουδαιότερους Έλληνες ζωγράφους και γλύπτες, μεταξύ των οποίων ο Γιαννούλης Χαλεπάς, ο Νικόλαος Γύζης, ο Ιωάννης Γαΐτης κ.ά. [100]. Η προσφορά της Τήνου στη νεοελληνική τέχνη και ειδικά στη γλυπτική είναι ανεκτίμητη. Με πυρήνα τη ΒΔ “έξω μεριά” (Πύργος, Πάνορμος, Υστέρνια, κ.α.) και παράδοση που ξεκινάει από την αρχαιότητα, το νησί θα αποτελέσει μεγάλο καλλιτεχνικό κέντρο και τόπο καταγωγής των σημαντικότερων γλυπτών του 19ου αιώνα. Από τους αρχαίους χρόνους μέχρι σήμερα, η Τήνος διαθέτει πολύ πλούσια λατομεία λευκού και

πράσινου μαρμάρου. Η αφθονία της πρώτης ύλης σίγουρα έπαιξε καθοριστικό ρόλο. Στον Πύργο λειτουργεί Προπαρασκευαστικό και Επαγγελματικό Σχολείο Καλών Τεχνών με σκοπό την εκμάθηση της καλλιτεχνικής μαρμαροτεχνίας. [101]

Επικοινωνία

Το τοπίο είναι αναγνωρίσιμο ως νησί των Κυκλάδων λόγω του αναγλύφου και της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής του. Η Τήνος παρά το γεγονός ότι ανήκει στο σύμπλεγμα των Κυκλάδων, το οποίο φιλοξενεί μερικά από τα πιο γνωστά και επισκέψιμα νησιά παγκοσμίως, όπως η Σαντορίνη και η Μύκονος, παρουσιάζει πολύ μεγάλη διαφορά σε σχέση με τα γειτονικά της νησιά. Το νησί παρουσιάζει μια πρωτότυπη ηρεμία και γαλήνη στην καθημερινότητά του, γεγονός που σε συνδυασμό με την έντονη παράδοση του προσφέρει στους επισκέπτες τη μοναδικά αυθεντική εμπειρία του μεσογειακού τρόπου ζωής.

5.4.7 Ποσοτικοποίηση θεωρητικής ανάλυσης – πολυκριτηριακή ανάλυση. [102]

Πίνακας 4: Ποσοτικοποίηση θεωρητικής ανάλυσης – πολυκριτηριακή ανάλυση

	1	2	3	4	5	6	7
Μορφή							
Γραμμές							
Χρώματα							
Υφή							
Αντίθεση							
Διαδοχή							
Σύγκλιση							
Συγκυριαρχία							
Ισορροπία							
Άξονες							

Θέση παρατηρητή							
Απόσταση							
Κίνηση							
Κλίμακα							
Αίσθημα δικαίου							
Ειλικρίνεια							
Ωφελιμότητα							
Σεβασμός/Ιερότητα							
Συμπάθεια							
Αρχιτεκτονική/Τέχνη							
Επικοινωνία							

Αξίζει να παρουσιαστεί μια μέθοδος πεδίου για τη διερεύνηση διατήρησης του τοπίου, η οποία ονομάζεται Πρωτόκολλο Αξιολόγησης Τοπίου [103]. Πρόκειται για μία μεθοδολογία αξιολόγησης της κατάστασης διατήρησης του τοπίου. Χρησιμοποιώντας μια διαδικασία γρήγορης αξιολόγησης, η έρευνα προσδιορίζει τις «περιοχές έντασης» μέσω γενικών μετρήσεων με σκοπό την ποσοτικοποίηση της αλλοίωσης του τοπίου. Μέσω βιβλιογραφίας κι έρευνας πεδίου επιλέχθηκαν δεκαπέντε (15) μετρήσεις εντός έξι (6) θεματικών κατηγοριών (βλ. Εικόνα 20). Έρευνες πεδίου στο νησί της Σαμοθράκης έδειξαν ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων ενός ειδικού και πέντε αξιολογητών σε 35 τοπία. Το πρωτόκολλο και ο προτεινόμενος δείκτης, με πέντε κλάσεις κατάστασης διατήρησης, αναγνωρισμένες περιοχές άριστης και καλής ποιότητας, και αξιόπιστα διαχωρισμένα τα πλέον αλλοιωμένα τοπία του νησιού. Αβεβαιότητες και δυσκολίες του δείκτη διερευνούνται, καθώς περαιτέρω έρευνα κι επιβεβαίωση συνιστώνται. Το πρωτόκολλο ξεπερνά την παραδοσιακή αισθητική αξιολόγηση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ειδικούς αλλά και μη επιστήμονες σαν πολυκριτηριακή διαδικασία αξιολόγησης του τοπίου για να υποστηρίξει μια ολιστική διάγνωση. Ο συνδυασμός μιας βιοματικής έρευνας πεδίου και της απλής ολοκληρωμένης μορφής θα είναι χρήσιμος σαν δείκτης σε επίπεδο διαλογής, και για την προώθηση της συμμετοχής των ντόπιων, για τη βιβλιογραφία για το τοπίο και για εκπαιδευτικές πρωτοβουλίες.

Παρά την ολοκληρωμένη αξιολόγηση αλλοίωσης του τοπίου που μπορεί να προσφέρει

το πρωτόκολλο, δεν είναι εφαρμόσιμο στην περίπτωση της Τήνου με τη μορφή που αυτή εξετάζεται στην παρούσα διπλωματική εργασία. Το παραπάνω προκύπτει καθώς το πρωτόκολλο και ο δείκτης που προτείνονται αξιολογούν το τοπίο μετά την ολοκλήρωση ενός κατασκευαστικού έργου, σε αντίθεση με την έρευνα της παρούσας διπλωματικής η οποία επιδιώκει την αξιολόγηση και ποσοτικοποίηση της αλλοίωσης του τοπίου σε επίπεδο έρευνας.

Thematic Category	Final Metric	Summary Rationale for Inclusion
Land-use	Land Use Pattern	Integrative; degradation gradient perceivable. Naturalness and traditional cultural land-uses define reference conditions.
	Agriculture	Integrative; degradation gradient perceivable. Traditional land-uses and high nature value farming define reference conditions.
Human-made structures	Roads Network	Visual, semi-quantitative. References defined by no or minimal road network in natural areas; higher density road network progressively shows degradation.
	Buildings	Visual, semi-quantitative. Different approaches to assessment in build-up versus non-urban conditions. Aspects of authenticity and order also considered in defining reference conditions in built-up areas.
	Modern Anthropogenic Interference	Visual, semi-quantitative. Refers to dominating modern artificial structures and disorder (i.e., structures breaking horizon)
Pollution	Pollution, Garbage & Debris	Visual, semi-quantitative / qualitative; degradation gradient perceivable. Quantities, extent of spread and toxicity of anthropogenic waste materials considered.
	Smellscape Pleasantness	Olfactory, qualitative. Natural and "culturally authentic" smells versus artificial smells guide assessment
Biodiversity	Flora	Integrative natural history observation; degradation gradient perceivable (concerns alien species and human-induced species impoverishment)
	Wildlife & Wildlife habitat	Integrative natural history observation; degradation gradient perceivable. Concerns presence of high quality wildlife habitat types.
Ecosystem integrity	Vegetation	Integrative natural history observation; degradation gradient perceivable. Considers both natural and traditional culturally-modified vegetation types.
	Shorelines & /or Riparian Conditions	Integrative natural history observation; degradation gradient perceivable. Considers both natural and traditional culturally-modified vegetation types; riparian quality emphasized (i.e., extent and naturalness).
	Hydrologic Alteration	Integrative observation; degradation gradient perceivable. Absence of water abstraction or storage structures (dams, dikes).
	Livestock Grazing	Integrative natural history observation; degradation gradient perceivable by trained observer. Visual-indicators of overgrazing affect plant communities and growth-form structure. Specific indicators are related to local conditions.
Aesthetic quality	Landscape Attractiveness	Visual, qualitative. Scenic qualities, rarity, and variety are included in reference conditions.
	Soundscape Quality	Acoustic, qualitative. Naturalness defines reference conditions.

Εικόνα 62: Οι θεματικές κατηγορίες και τελικές μετρήσεις του Πρωτοκόλλου Αξιολόγησης Τοπίου

5.5 Στοχαστική ανάλυση

5.5.1 Γενικά

Η αισθητική είναι μια έννοια καθαρά υποκειμενική ενώ, ταυτόχρονα, χαρακτηρίζεται από την αδυναμία να μετρηθεί και ποσοτικοποιηθεί. Στη σύγχρονη περιβαλλοντική θεωρία η αισθητική του τοπίου αντιμετωπίζεται σαν μια περιβαλλοντική παράμετρος, και η αλλοίωση της από έργα ΑΠΕ έχει απασχολήσει τόσο την επιστημονική κοινότητα όσο και τις κοινωνίες που γειτνιάζουν με αυτά.

Ο τομέας της στοχαστικής ανάλυσης παρουσιάζεται σαν μια εναλλακτική λύση για ντετερμινιστικές προσεγγίσεις, προκειμένου να ποσοτικοποιηθούν τυχαίες, σύνθετες, ανεξήγητες ή απρόβλεπτες διακυμάνσεις που παρατηρούνται σε μη γραμμικά φυσικά φαινόμενα. [104]

Το στοχαστικό εργαλείο που χρησιμοποιείται στην παρούσα έρευνα είναι το κλιμακόγραμμα δύο διαστάσεων (2D-C) που επιτρέπει την ανάλυση και σύγκριση εικόνων του τοπίου (μέσω της φωτεινότητας των φατνίων) στην αρχική του μορφή αλλά και μετά την αλλοίωση του από το έργο. Το παραπάνω επιτυγχάνεται από την αξιολόγηση της μεταβλητότητας της έντασης της κλίμακας του γκρι σε 2D εικόνες. [105]

5.5.2 Περιγραφή μεθοδολογίας

Κάθε εικόνα ψηφιοποιήθηκε σε 2D με βάση την ένταση των χρωμάτων σε κλίμακα του γκρι και στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα κλιμακογράμματα με βάση τις χωρικές κλίμακες των γειτονικών φατνίων [106]. Στην ουσία, η παραπάνω διαδικασία επιτρέπει την αξιολόγηση της ανομοιομορφίας των συσσωματωμάτων μέσα από τη φωτεινότητα της εικόνας. Η ανάλυση της μεταβλητότητας επιτυγχάνεται μέσα από την εκτίμηση της διακύμανσης της φωτεινότητας σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες.

Για μια περιοχή $n\Delta \times n\Delta$, όπου n είναι ο αριθμός των διαστημάτων (π.χ. κελιά) κατά μήκος κάθε χωρικής διάστασης και Δ είναι το μήκος του κάθε φατνίου, η εκτίμηση του κλιμακογράμματος μπορεί να περιγραφεί από την εξίσωση:

$$\hat{Y}(\kappa) = \frac{1}{n^2/\kappa^2 - 1} \sum_{i=1}^{n/\kappa} \sum_{j=1}^{n/\kappa} (\underline{x}_{i,j}^{(\kappa)} - \bar{x})^2$$

όπου το « \wedge » στο γ δηλώνει εκτίμηση ενώ η υπογράμμιση δηλώνει μια τυχαία μεταβλητή, κ είναι η αδιάστατη χωρική κλίμακα, το

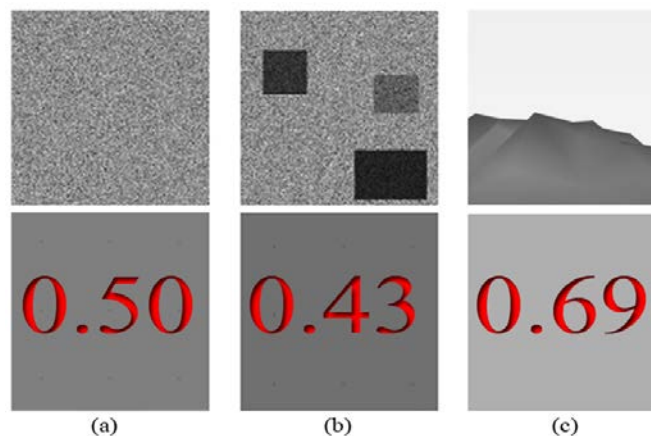
$$\underline{x}_{i,j}^{(\kappa)} = \frac{1}{\kappa^2} \sum_{\psi=\kappa(j-1)+1}^{\kappa j} \sum_{\xi=\kappa(i-1)+1}^{\kappa i} \underline{x}_{\xi,\psi}$$

αναπαριστά τον τοπικό μέσο μιας χωρικά μέσης διαδικασίας σε κλίμακα κ , και στο κελί του πλέγματος (i,j) , και

$$\bar{x} \equiv x_{1,1}^{(n)}$$

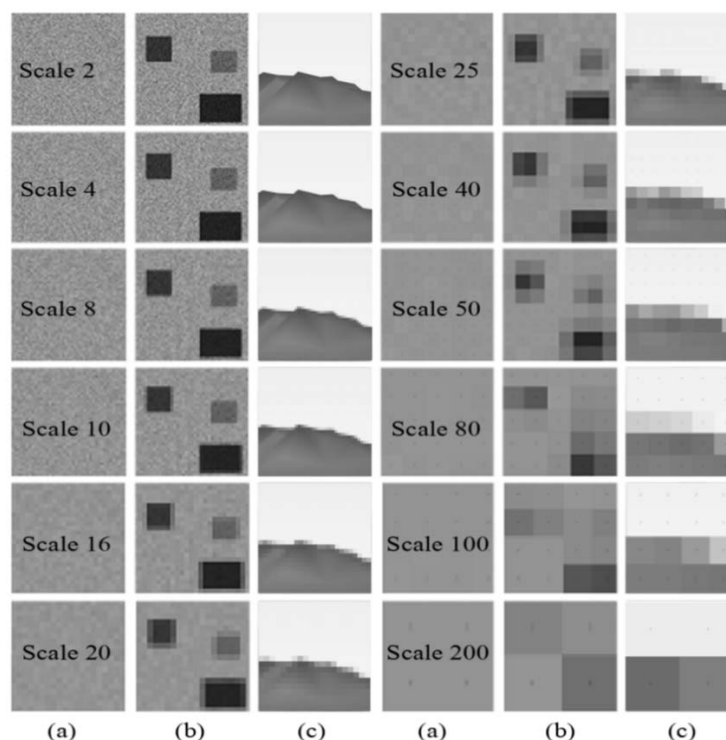
είναι ο καθολικό μέσος.

Σημειώνεται ότι η μέγιστη διαθέσιμη κλίμακα για αυτή την προσέγγιση είναι η $n/4$. Η διαφορά μεταξύ της τιμής κάθε στοιχείου και του μέσου όρου του πεδίου υψώνεται στο τετράγωνο, καθώς μας ενδιαφέρει το μέγεθος της διακύμανσης. Συνεπώς, το κλιμακόγραμμα εκφράζει για κάθε κλίμακα τη διακύμανση της έντασης της φωτεινότητας μεταξύ των διάφορων χωρικών κλιμάκων. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να ποσοτικοποιήσουμε την αβεβαιότητα στην ένταση της φωτεινότητας για κάθε κλίμακα μετρώντας τη μεταβλητότητα τους.

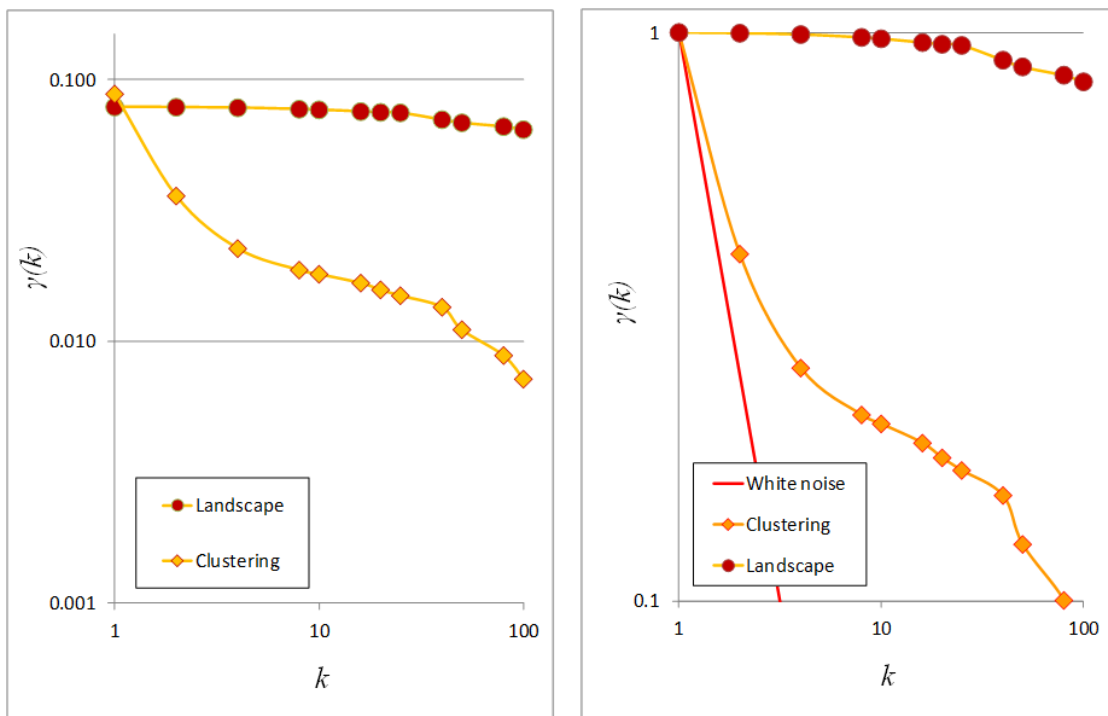


Εικόνα 63: Εικόνα αναφοράς της ανάλυσης: (a) λευκός θόρυβος (b) εικόνα με συσσωματώματα (c) τοπίο.

Η δεύτερη σειρά αναπαριστά τη μέση φωτεινότητα των εικόνων της πρώτης. (άσπρο=1, μαύρο=0)



Εικόνα 64: Παράδειγμα στοχαστικής ανάλυσης εικόνας 2D [107]. Ομαδοποιημένα κελιά σε κλίμακες $\kappa=2, 4, 8, 16, 20, 25, 40, 50, 80, 100$ και 200 . (a) Λευκός θόρυβος, (b) Εικόνα με συσσωματώματα, (c) Τοπίο



Εικόνα 65: (αριστερά) κλιμακόγραμμα των εικόνων αναφοράς, (δεξιά) κανονικοποιημένο κλιμακόγραμμα των εικόνων αναφοράς.

Από τα κλιμακογράμματα παρατηρούμε ότι η παρουσία ανομοιομορφων σε μέγεθος συσσωματωμάτων οδηγεί στην απόκλιση της καμπύλης από αυτή του λευκού θορύβου.

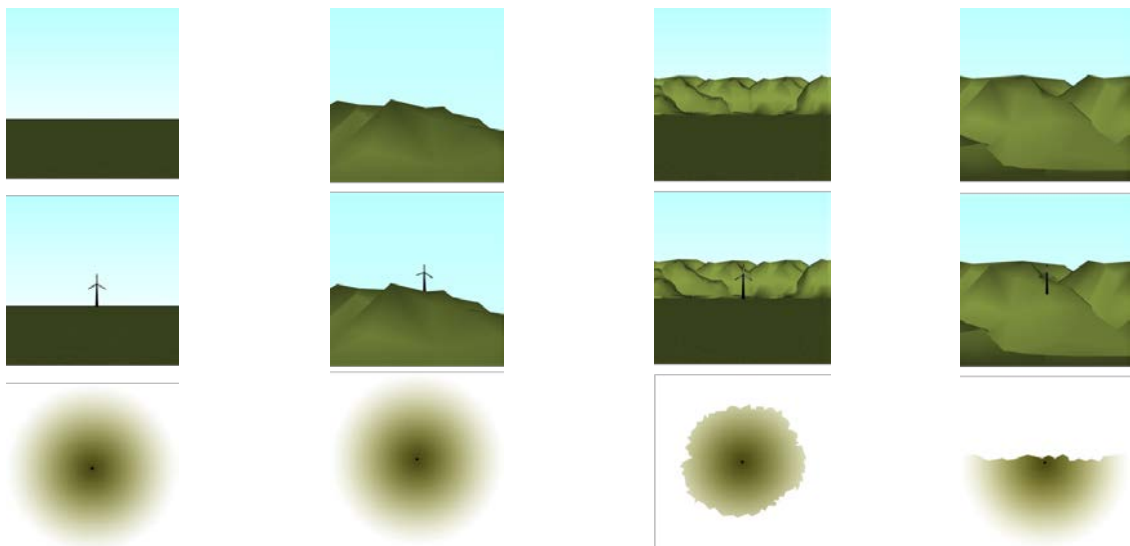
Από την Εικόνα 64 παρατηρούμε ότι η φωτεινότητα της εικόνας του τοπίου στις διάφορες κλίμακες τείνει να σχηματίζει πιο ανομοιομορφα σε μέγεθος συσσωματώματα. Σε συνδυασμό με την Εικόνα 65, συμπεραίνουμε ότι όσο αυξάνει η ανομοιομορφία σε μέγεθος των συσσωματωμάτων τόσο αυξάνει η λογαριθμική κλίση του κλιμακογράμματος $\gamma(k)$, και η καμπύλη του εμφανίζει έντονα διαφορετική δομή από την ευθεία του λευκού θορύβου. Έτσι λοιπόν, το χωρικό κλιμακόγραμμα μπορεί εύρωστα να αναγνωρίσει την αλλαγή της μεταβλητότητας στη χωρική κλίμακα, και άρα, την αβεβαιότητα της φωτεινότητας της εικόνας.

5.5.3 Χωρικά χαρακτηριστικά GIS ανάλυσης ορατότητας

Στην έρευνα των Ioannidis et al. (2020) [108] παρουσιάζεται μια μεθοδολογία αξιολόγησης ποσοτικών μεθόδων ανάλυσης ορατότητας η οποία παράγει χάρτες Ζώνης Θεωρητικής Ορατότητας [109][110][111][112][113]. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται στοχαστικά εργαλεία προκειμένου να συσχετιστούν χωρικά μοτίβα χαρτών ανάλυσης ορατότητας με σχετικές ποιοτικές έννοιες σε αντίθεση με κατασκευαστικά έργα. Η μεθοδολογία συνδυάζει 2D-C ανάλυση σε περιβάλλον GIS για διαχείριση της επιρροής στο τοπίο.

Περιγραφή μεθοδολογίας:

1. Αναπτύχθηκαν τέσσερα διαφορετικά θεωρητικά σενάρια με σκοπό να ελεγχθούν τέσσερις διαφορετικές συνθήκες τοπογραφίας για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών:
 - Ανεμογεννήτρια σε επίπεδο έδαφος
 - Ανεμογεννήτρια σε λόφο
 - Ανεμογεννήτρια στο μέσο πεδιάδας
 - Ανεμογεννήτρια σε πλαγιά οροσειράς
2. Σχεδιάστηκαν θεωρητικά 3D μοντέλα για κάθε σενάριο.
3. Υπολογίστηκαν οι Ζώνες Θεωρητικής Ορατότητας για κάθε σενάριο για μία ανεμογεννήτρια ύψους 120m.
4. Για κάθε σενάριο τοποθετήθηκε θεωρητικός παρατηρητής σε απόσταση 1km από την ανεμογεννήτρια. Η ακριβής θέση του παρατηρητή επιλέχθηκε με σκοπό την πλέον αντιπροσωπευτική θέση ενός παρατηρητή σε ένα τοπίο με τα εκάστοτε χαρακτηριστικά εδάφους.
5. Η θέα του παρατηρητή προς την ανεμογεννήτρια αποτυπώθηκε μέσω του 3D περιβάλλοντος.
6. Έγινε 2D-C στοχαστική ανάλυση των εικόνων.
7. Ο βαθμός μεταβλητότητας υπολογίστηκε με βάση το εργαλείο 2D-C, καθώς επίσης και οι αλλαγές στη μεταβλητότητα με βάση την κλίμακα.

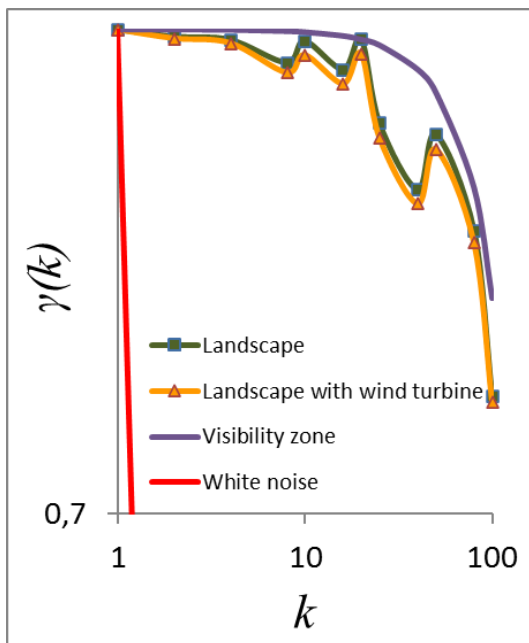


Εικόνα 66: Το τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας και η ζώνη ορατότητας σε επίπεδο έδαφος.

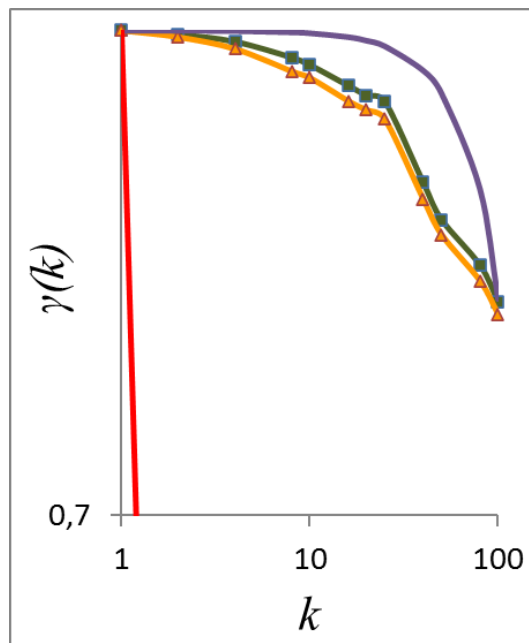
Εικόνα 67: Το τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας και η ζώνη ορατότητας σε κορυφή λόφου.

Εικόνα 68: Το τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας και η ζώνη ορατότητας στο μέσο πεδιάδας.

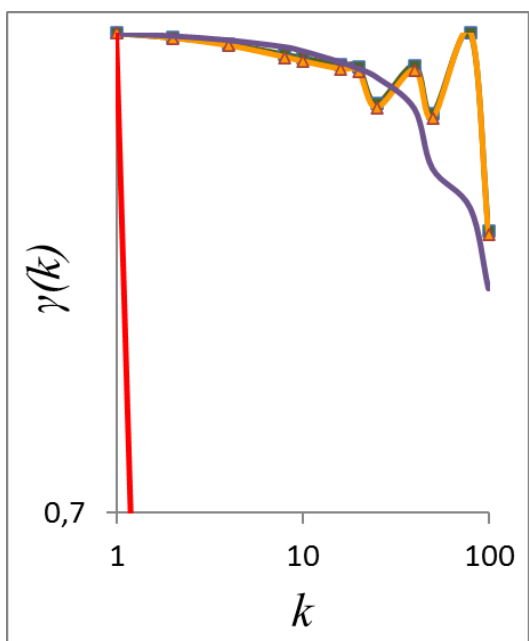
Εικόνα 69: Το τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας και η ζώνη ορατότητας σε πλαγιά.



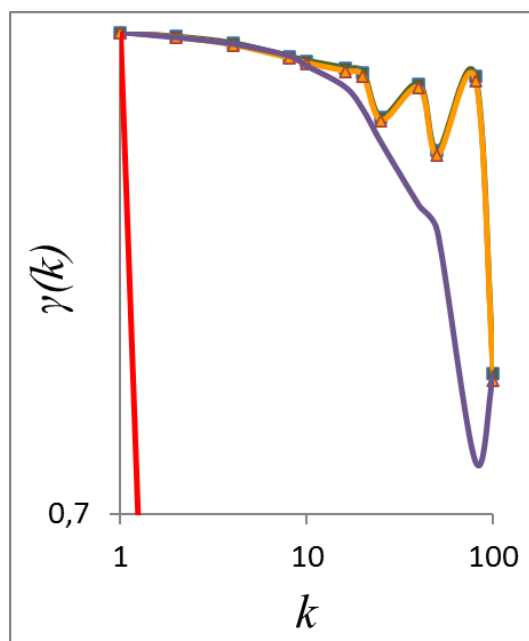
Εικόνα 70: Κλιμακόγραμμα ανεμογεννήτριας σε επίπεδο έδαφος.



Εικόνα 71: Κλιμακόγραμμα ανεμογεννήτριας στην κορυφή λόφου.



Εικόνα 72: Κλιμακόγραμμα ανεμογεννήτριας στο μέσο πεδιάδας.

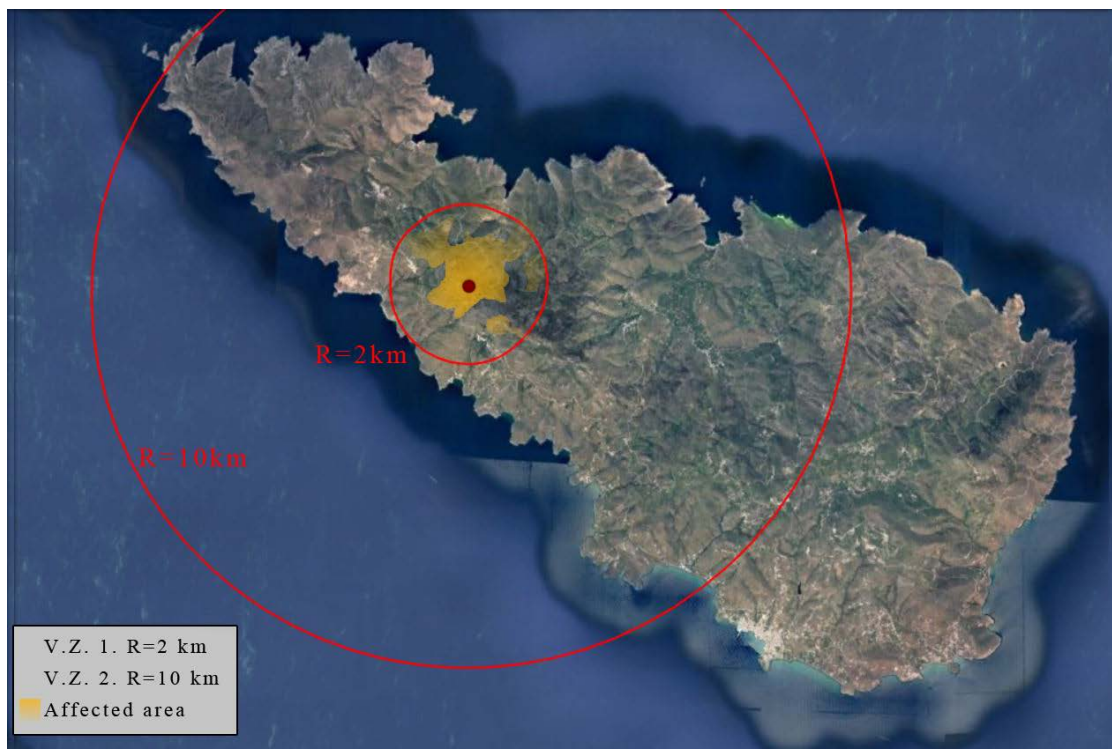


Εικόνα 73: Κλιμακόγραμμα ανεμογεννήτριας σε πλαγιά.

Ένα από τα συμπεράσματα της παραπάνω έρευνας είναι ότι οι ανεμογεννήτριες με φόντο τον ουρανό (σενάρια 1 και 2) οδηγούν σε μεγαλύτερη οπτική ανομοιομορφία και κατά συνέπεια έχουν μεγαλύτερη επίδραση στο τοπίο. Σημειώνεται ότι οι θέσεις αυτές είναι οι αποδοτικότερες για εγκατάσταση ανεμογεννητριών.

5.5.4 Στοχαστική ανάλυση εικόνων μοντέλων

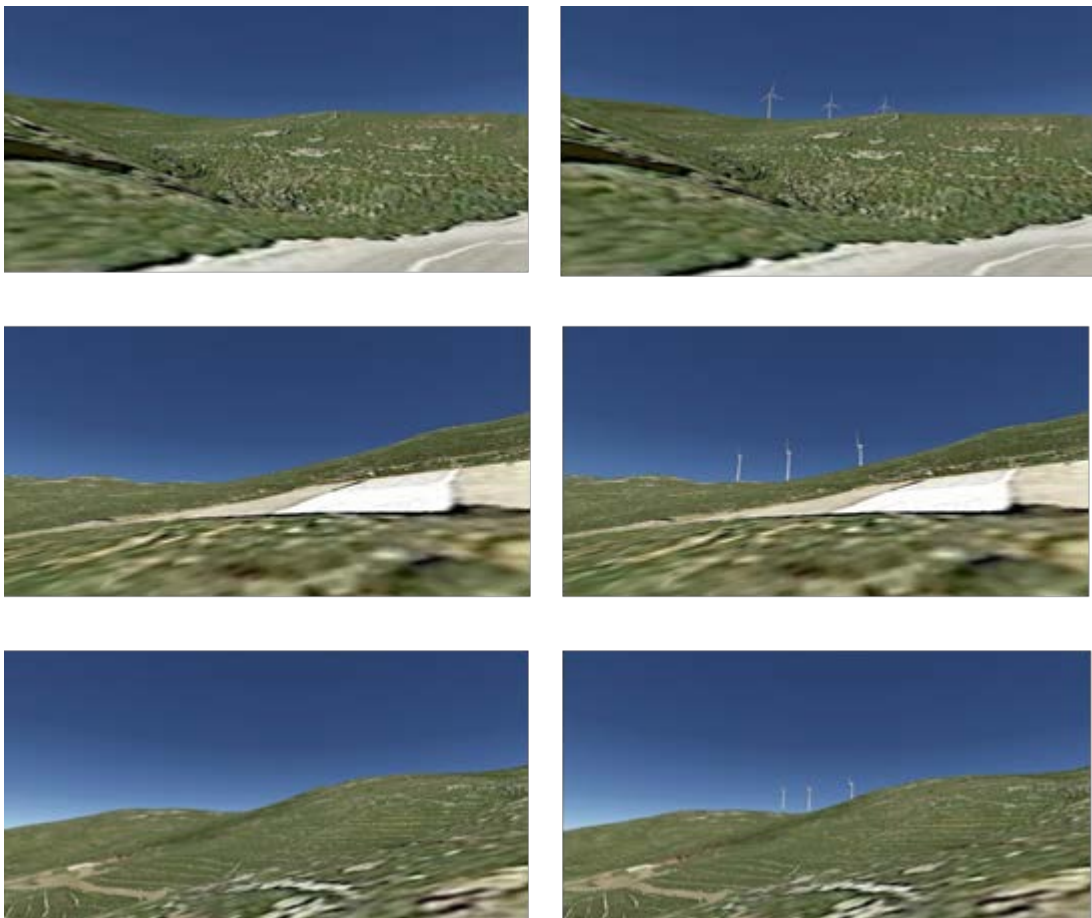
Για τη στοχαστική ανάλυση των εικόνων του υπό εξέταση τοπίου, όπως αυτή περιγράφηκε παραπάνω, έγινε 3D προσομοίωση των ανεμογεννητριών που πρόκειται να εγκατασταθούν στη θέση Πράσσα. Για την προσομοίωση χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό λογισμικό SketchUp. Στη συνέχεια, τα μοντέλα προβλήθηκαν μέσω του Google Earth στις ακριβείς θέσεις εγκατάστασης τους και λήφθηκαν ενδεικτικές αντιπροσωπευτικές εικόνες του τοπίου πριν και μετά την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών σε αυτό.



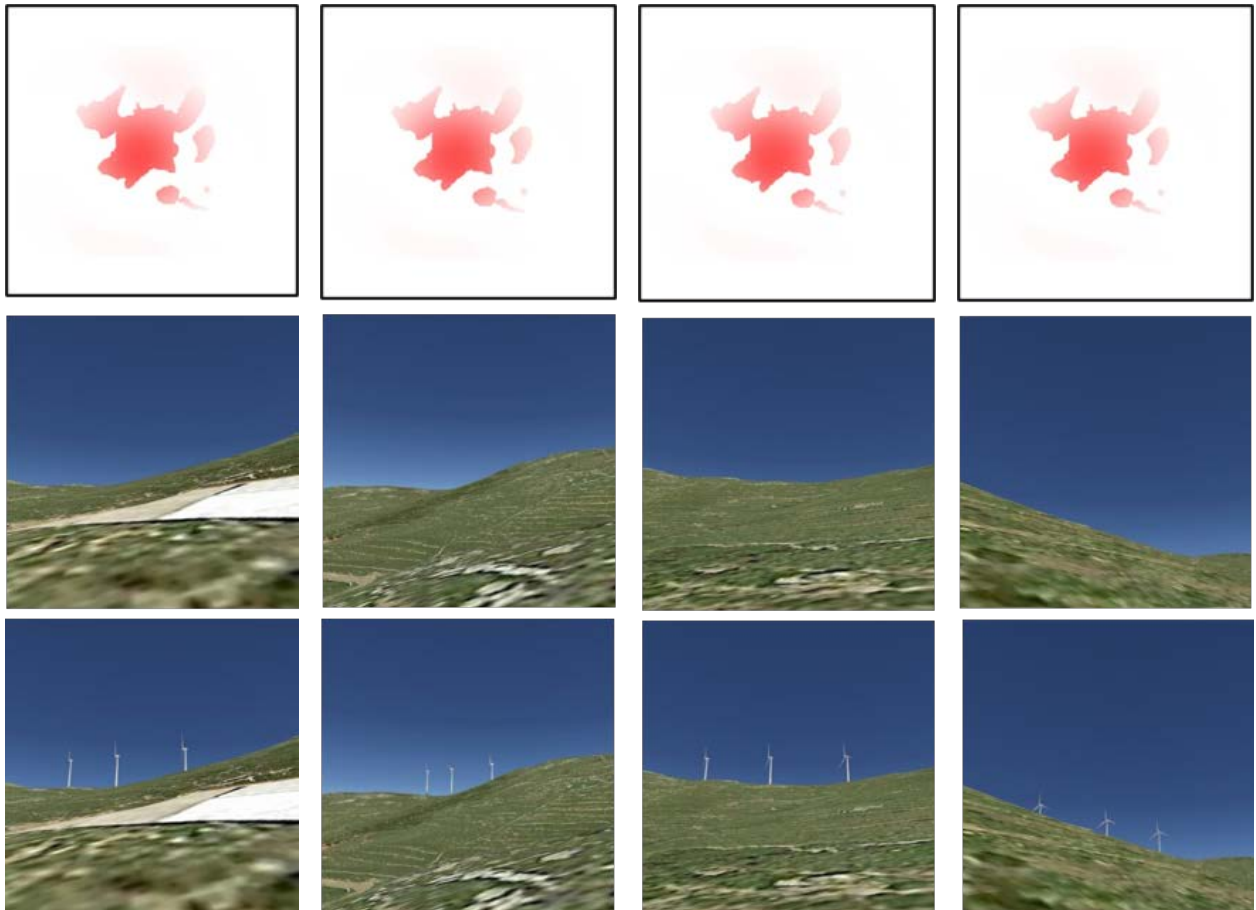
Εικόνα 74: Περιοχή στην οποία θα είναι ορατές οι ανεμογεννήτριες $\sim 9\text{km}^2 \sim 4,5\%$ της επιφάνειας του νησιού. Σε ακτίνα 2km οι ανεμογεννήτριες θα αποτελούν το κυρίαρχο στοιχείο του τοπίου και σε ακτίνα 10km θα αποτελούν σημαντικό στοιχείο του.



Εικόνα 75: Θέσεις εικόνων ανάλυσης (κίτρινο), θέσεις ανεμογεννητριών (κόκκινο)



Εικόνα 76: Το τοπίο όπως είναι σήμερα (αριστερά), το τοπίο μετά την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών (δεξιά).

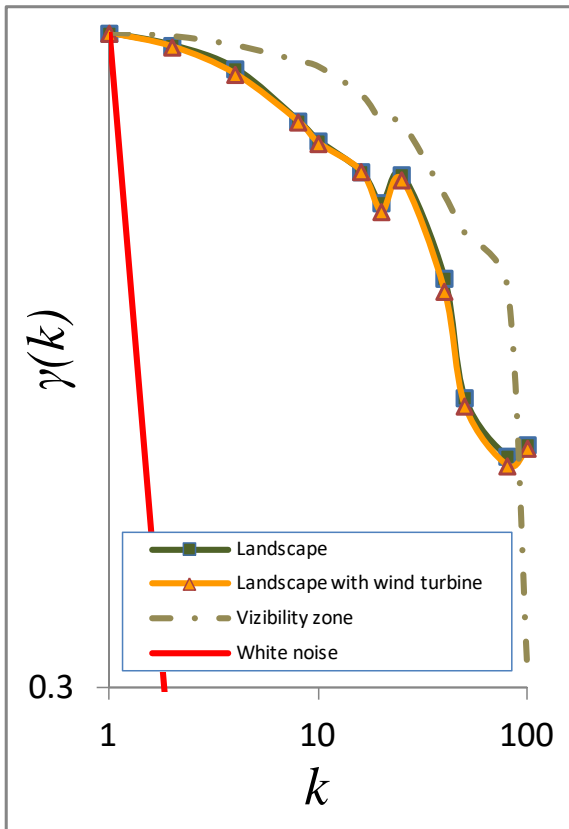


Εικόνα 77: Περιοχή ορατότητας, τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννητριών στη θέση P_1.

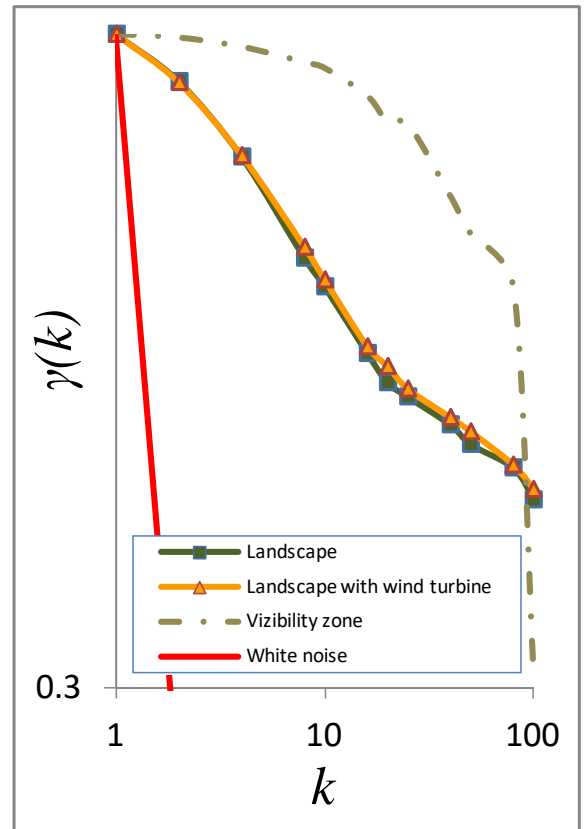
Εικόνα 78: Περιοχή ορατότητας, τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννητριών στη θέση P_2.

Εικόνα 79: Περιοχή ορατότητας, τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννητριών στη θέση P_3.

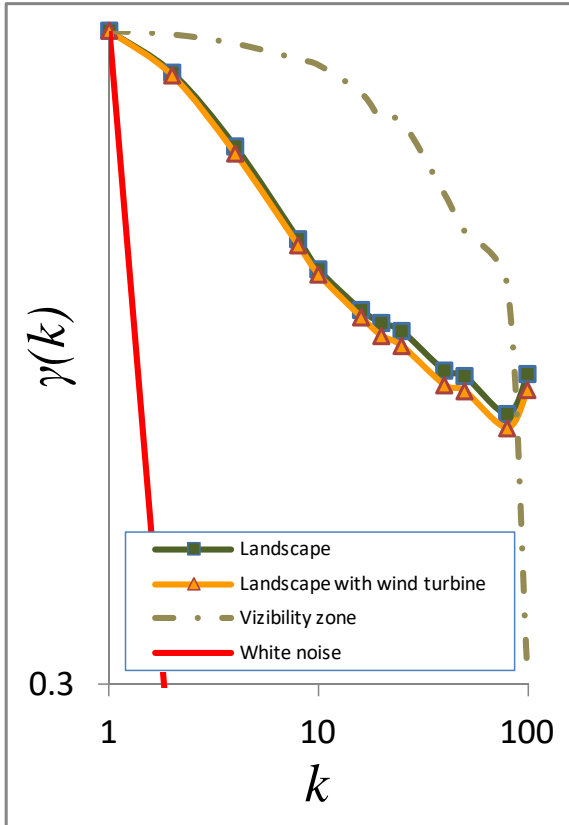
Εικόνα 80: Περιοχή ορατότητας, τοπίο πριν και μετά την εγκατάσταση ανεμογεννητριών στη θέση P_4.



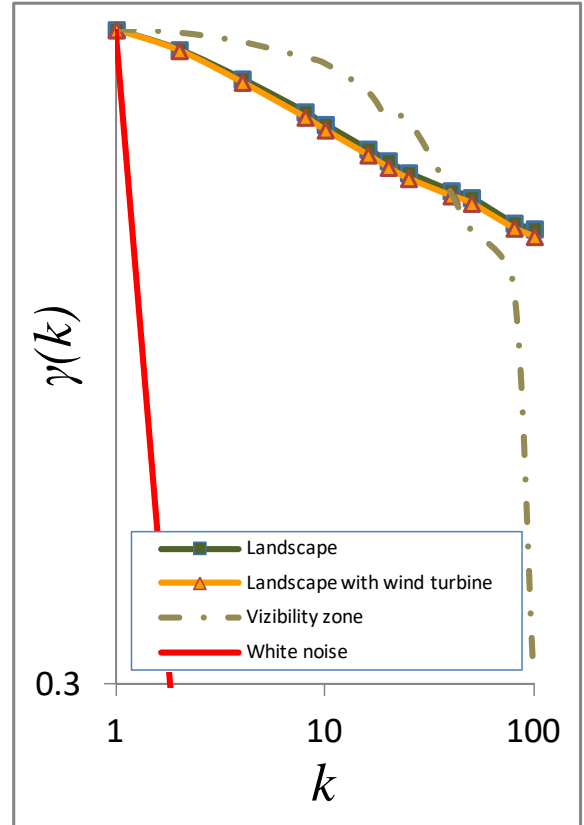
Εικόνα 81: Κλιμακόγραμμα θέσης P_1.



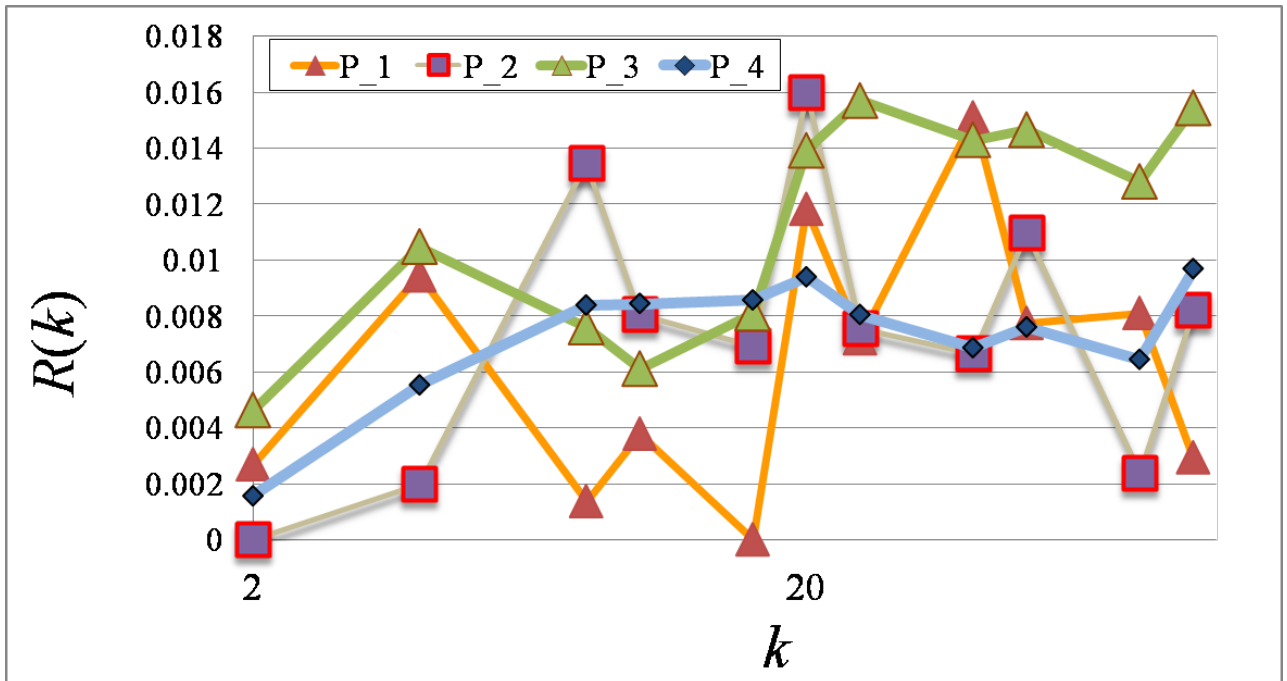
Εικόνα 82: Κλιμακόγραμμα θέσης P_2.



Εικόνα 83: Κλιμακόγραμμα θέσης P_3.



Εικόνα 84: Κλιμακόγραμμα θέσης P_4.



Εικόνα 85: Συγκεντρωτικό διάγραμμα για κάθε περίπτωση που απεικονίζει τη διαφορά του τοπίου με και χωρίς τις ανεμογεννήτριες για κάθε κλίμακα.

Για κάθε περίπτωση δημιουργήθηκε μια σειρά αφαιρώντας την τιμή του κλιμακογράμματος για την εικόνα του τοπίου με τις ανεμογεννήτριες από την τιμή της εικόνας του τοπίου χωρίς τις ανεμογεννήτριες, $R(k) = \gamma(k)_{\text{τοπίου}} - \gamma(k)_{\text{τοπίου με ανεμογεννήτριες}}$. Οι τέσσερις αυτές νέες σειρές παρουσιάζονται στο παραπάνω διάγραμμα.

6 Αισθητικός σχεδιασμός ανεμογεννητριών και αιολικών πάρκων

Τόσο ο κλάδος των μηχανικών όσο κι αυτός της βιομηχανίας για πολλά χρόνια αγνοούσαν τη σημασία της αισθητικής στα μεγάλα κατασκευαστικά έργα, και ειδικότερα στα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι ΑΠΕ είναι ένας τομέας που βρίσκεται στο προσκήνιο, με τη μορφή που τον γνωρίζουμε σήμερα, για λίγες μόνο δεκαετίες, σε αντίθεση με άλλα κατασκευαστικά έργα που έχουν εξελιχθεί στη διάρκεια αιώνων. Η αυξανόμενη ανάγκη παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια έκανε τα έργα αυτά, σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, να κυριαρχήσουν σε μεγάλο μέρος των τοπίων ανά τον κόσμο. Οι ανεμογεννήτριες αποτελούν το έργο ΑΠΕ με τη μεγαλύτερη πρόκληση οπτικής αισθητικής όχλησης στους παρατηρητές. Πλέον διαφαίνεται η πρόθεση της ένταξης του παράγοντα της αισθητικής και της διαφύλαξης αυτής στον σχεδιασμό των μεγάλων τεχνικών έργων με ιδιαίτερη έμφαση στα έργα ΑΠΕ.

Βάσει της πολυκριτηριακής ανάλυσης της αισθητικής του τοπίου, όπως αυτή αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.4 της παρούσας διπλωματικής, παρατηρούμε ότι οι παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα του τοπίου ανήκουν σε ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να κυμαίνονται από τα προφανή αντικειμενικά στοιχεία, όπως είναι οι γραμμές και τα χρώματα, έως τα υποκειμενικά στοιχεία του καλού τόπου, όπως είναι το αίσθημα δικαίου και η τέχνη. Παράλληλα, η χωροθέτηση των αιολικών πάρκων με στόχο την επίτευξη της μέγιστης δυνατής απόδοσης έρχεται σε αντίθεση με τη χωροθέτηση που θα εξασφαλίσει τη μικρότερη δυνατή οπτική όχληση και αισθητική αλλοίωση του τοπίου, όπως φαίνεται από την έρευνα των Ioannidis et al. (2020) [114].

Τον κυρίαρχο ρόλο στον σχεδιασμό των ανεμογεννητριών κατέχουν οι βασικές αρχές που διέπουν την κατασκευή τους, όπως αυτές περιγράφηκαν στο υποκεφάλαιο 3.2.2. Οι αρχές αυτές έχουν σαν στόχο την επίτευξη της μέγιστης δυνατής ενεργειακής απόδοσης των ανεμογεννητριών σε συνδυασμό με το ελάχιστο δυνατό κόστος παραγωγής και εγκατάστασης. Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι ο αισθητικός σχεδιασμός των ανεμογεννητριών είναι σχεδόν ακατόρθωτο να συνδυαστεί αρμονικά με τις αρχές βιομηχανικού σχεδιασμού που τις διέπουν μέχρι σήμερα.

6.1 Δυνατότητες αισθητικού σχεδιασμού ανεμογεννητριών

Μια προσέγγιση του αισθητικού σχεδιασμού ανεμογεννητριών αποτελούν τα κινούμενα γλυπτά με δυνατότητα παραγωγής αιολικής ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό μια μηχανή, όπως η ανεμογεννήτρια, μετατρέπεται σε έργο τέχνης που προσδίδει πολιτιστική αξία

στο τοπίο ενώ, παράλληλα, παράγει ένα αγαθό απαραίτητο για την κοινωνία, όπως είναι η ενέργεια.

Ιδανικό παράδειγμα της παραπάνω προσέγγισης αποτελεί η καλλιτέχνης Elena Paroucheva, η οποία έχει δημιουργήσει μια σειρά γλυπτών που παράγουν ενέργεια χρησιμοποιώντας τον άνεμο. Η ίδια στη σελίδα της εξηγεί [115]:

Γλυπτά ανανεώσιμης ενέργειας

Για αυτούς που ολοένα και περισσότερο συνειδητοποιούν την ανάγκη διαχείρισης της κατανάλωσης ενέργειας, η ιδέα μου «Wind Art» δίνει μια καλλιτεχνική απάντηση. Ένα γλυπτό όπως οι ανεμόμυλοι μου από στύλους λειτουργεί ταυτόχρονα και σα γεννήτρια ανανεώσιμης ενέργειας και σαν έργο τέχνης, εκπληρώνοντας χρηστικές, αισθητικές και πολιτιστικές λειτουργίες. Ασχολούμενη με τις καινοτόμες περιβαλλοντικές και αισθητικές επιπτώσεις των ανεμογεννητριών, δουλεύω με στύλους και μικρές πτερωτές, που περιστρέφονται σε κάθετο άξονα. Τα παραπάνω μου επιτρέπουν να κάνω τις ανεμογεννήτριες κάτι προσωπικό και ανθρώπινο, και να επεκτείνω την πιθανή τοποθέτησή τους, ακόμα και σε αστικές περιοχές. Τα «Wind-Sculptures» μου κατασκευάζονται με βάση τα βασικά δικτυώματα. Επομένως, μετά τη μοντελοποίηση, μπορούν να κατασκευαστούν και να τοποθετηθούν σε αστικά και φυσικά τοπία. Κάθε γλυπτό μπορεί να έχει μια ή περισσότερες γεννήτριες, σε κατακόρυφο ή οριζόντιο άξονα. Δώδεκα μικρές γεννήτριες σε ένα γλυπτό μπορούν να παράγουν τόση ενέργεια όση μια κανονική μεγάλη πτερωτή, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται ο θόρυβος και η οπτική ρύπανση.

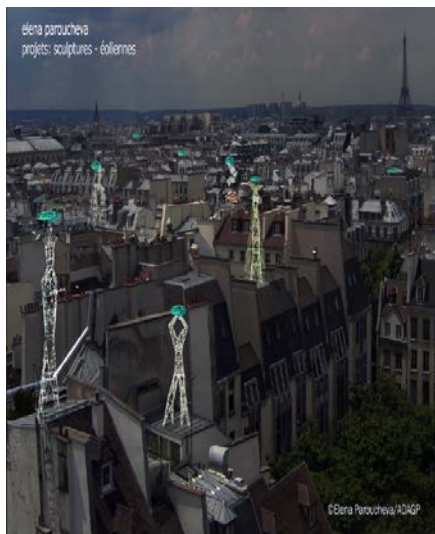
Εναρμόνιση με το περιβάλλον

Τα γλυπτά μου σχεδιάζονται για διάφορους σκοπούς: πυλώνες ηλεκτρισμού, ανεμόμυλους, πύργους τηλεπικοινωνιών. Προσπαθώ να τα μετατρέψω σε έργα τέχνης και να κάνω καλλιτεχνικές και αισθητικές συνθέσεις στο τοπίο. Τα γλυπτά εξανθρωπίζονται, αποκτούν ακόμα και θηλυκότητα: όμορφες γυναίκες, αλλά και πουλιά, λουλούδια, δέντρα, εξαρτάται από το σημείο του έργου.

Η ιδέα μπορεί να μοιάζει ουτοπική, αλλά η μακρά εμπειρία μου στην ένταξη των πυλώνων ηλεκτρισμού οδήγησε σε μεγάλα επιτεύγματα. Για παράδειγμα, ένας πυλώνας υψηλής τάσης στο Amnéville-les-Thermes έγινε ένα πανέμορφο έργο τέχνης και πόλος έλξης τουριστών. Αναγνωρισμένο ως εξαιρετικό τοπίο, παρουσιάζεται στις Ημέρες Ευρωπαϊκής Κληρονομιάς.. Η βιομηχανική κληρονομιά είναι πλέον πολιτιστική παρακαταθήκη.

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Τα γλυπτά μου είναι από κοχλιωμένο και συγκολλημένο χάλυβα. Γαλβανίζονται και βάφονται. Μέσω της μοντελοποίησης, η κατασκευή βρίσκεται εντός των περιορισμών ασφάλειας. Είναι ανθεκτικά σε μηχανικές, κλιματικές και αιολικές καταπονήσεις. Οι ανεμογεννήτριες (οριζόντιου ή κάθετου άξονα) τοποθετούνται στην κορυφή των γλυπτών. Ο τύπος της γεννήτριας καθορίζεται από την αρμονία με το τοπίο και το γλυπτό.



Εικόνα 86: Αιολικά γλυπτά της Elena Paroucheva [116]

Καλλιτεχνικές προσεγγίσεις των έργων ΑΠΕ προσφέρει και η πρωτοβουλία Land Art Generator. Πρόκειται για έναν Δανικό οργανισμό με πέντε κύριες ασχολίες:

- Διαγωνισμούς σχεδίων/ προτάσεων που διεξάγονται σε διαφορετικές πόλεις του κόσμου
- Εκπαίδευση και δημοσιεύσεις
- Κατασκευή έργων ΑΠΕ με βάση την αισθητική
- Προσφέρει πλατφόρμα για έρευνα, ανάπτυξη, καινοτομία και αναδυόμενες καθαρές τεχνολογίες

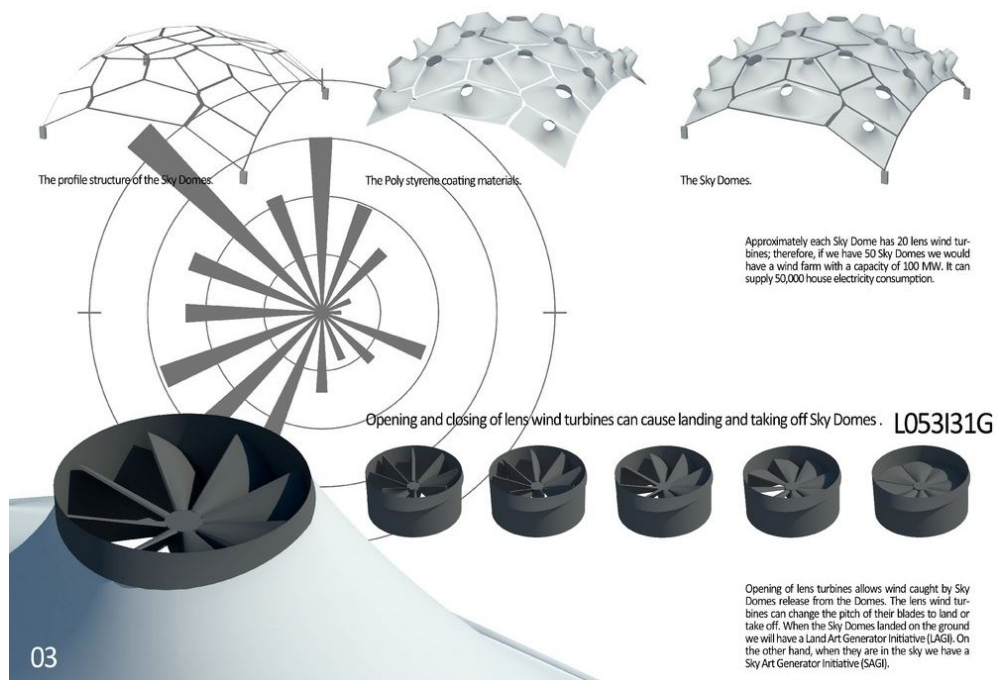
Στόχος της Land Art Generator είναι να επιταχύνει τη μετάβαση στις μετά-άνθρακα οικονομίες προσφέροντας μοντέλα έργων ΑΠΕ που προσδίδουν αξία στον δημόσιο χώρο, εμπνέουν και εκπαιδεύουν ενώ, παράλληλα, προσφέρουν ενέργεια σε σπίτια σε όλο τον κόσμο. [117]

Παρακάτω παρατίθενται μερικά παραδείγματα προτάσεων έργων από τους διαγωνισμούς της Land Art Generator.

Sky Domes (Νέα Υόρκη 2012)

Καλλιτέχνες: Pouyan Bizet, Iman Amini, Alireza Houbakht, Amin Amini, Delaram Zarnegar, Setareh Sedghi



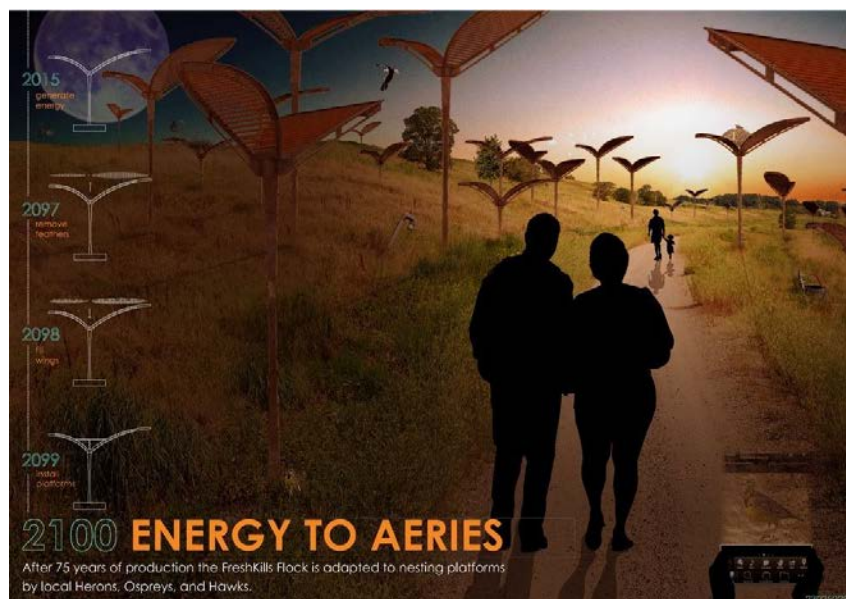


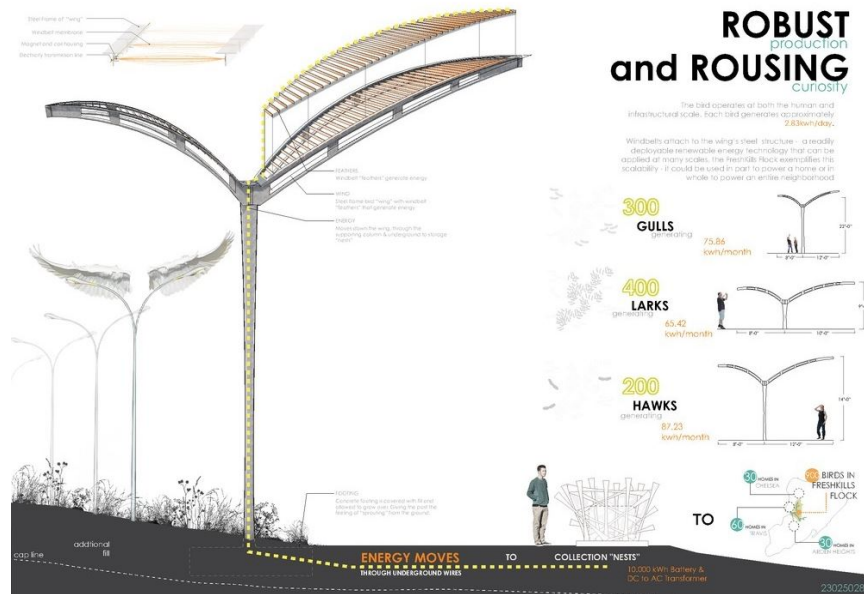
Εικόνα 87: Τμήμα της παρουσίασης Sky Domes στον διαγωνισμό Land Art Generator στη Νέα Υόρκη το 2012. [118]

Τα Sky Domes θα αιωρούνται σαν χαρταετοί στον ουρανό μέσω της αιολικής ενέργειας, ενώ με τους δρομείς τους θα μπορεί να ελεγχθεί η θέση και η κατεύθυνση τους. Οι σχεδιαστές υπολογίζουν κάθε Sky Dome να φέρει 20 δρομείς, ένα πάρκο με 50 Sky Domes θα έχει ισχύ 100MW. Επίσης, ο συγκεκριμένος τύπος δρομέα προσφέρει μεγαλύτερη απόδοση ενέργειας. [119]

Freshkills Flock (New York 2012)

Καλλιτέχνες: Shannon Arms, Laura Bassett, Shelby Fraga





Εικόνα 88: Τμήμα της παρουσίασης του Freshkills Flock στον διαγωνισμό Land Art Generator στη Νέα Υόρκη το 2012. [120]

Οι μίαντες στο εσωτερικό των «φτερών» δονούνται με τον άνεμο, παράγοντας ενέργεια. Τα μέρη της κατασκευής είναι ασφαλή για τους ανθρώπους, τα πτηνά και το περιβάλλον. Καθώς ο άνεμος κάνει τους μίαντες να ταλαντώνονται, ο μαγνήτης στο ένα άκρο αντιδρά με πηνία που βρίσκονται μέσα στη δομή των πτερυγίων, παράγοντας ενέργεια. Τα καλώδια που συνδέουν κάθε σετ πηνίων κινούνται σε ασφαλείς σωλήνες κατά μήκος της κάτω πλευράς του φτερού, κάτω μέσω του στύλου και μέσω υπόγειου καλωδίου στις «φωλιές» που στεγάζουν τον μετασχηματιστή και μια μπαταρία 10kW. [121]

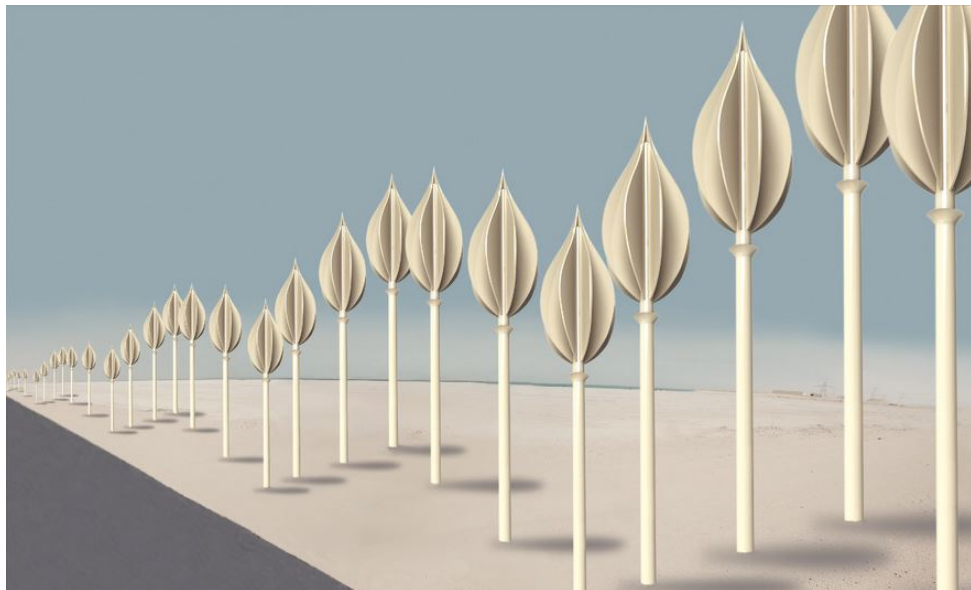
Θεμελίωση: Κάθε «πουλί» έχει 1,1m² βάση σκυροδέματος. Η βάση θα τοποθετηθεί σε επίπεδα σε ολόκληρο τον χώρο του έργου και θα γίνει πλήρωση υλικού για να αποφευχθεί η ανατροπή.

Στύλος: Ένας χαλύβδινος στύλος κοχλιώνεται στη βάση, οι στύλοι κυμαίνονται σε ύψος από 1,8m έως 4,3m. Ο στύλος θα συνδέεται με τη θεμελίωση μετά την ολοκλήρωση της τοποθέτησης και τη συμπλήρωση.

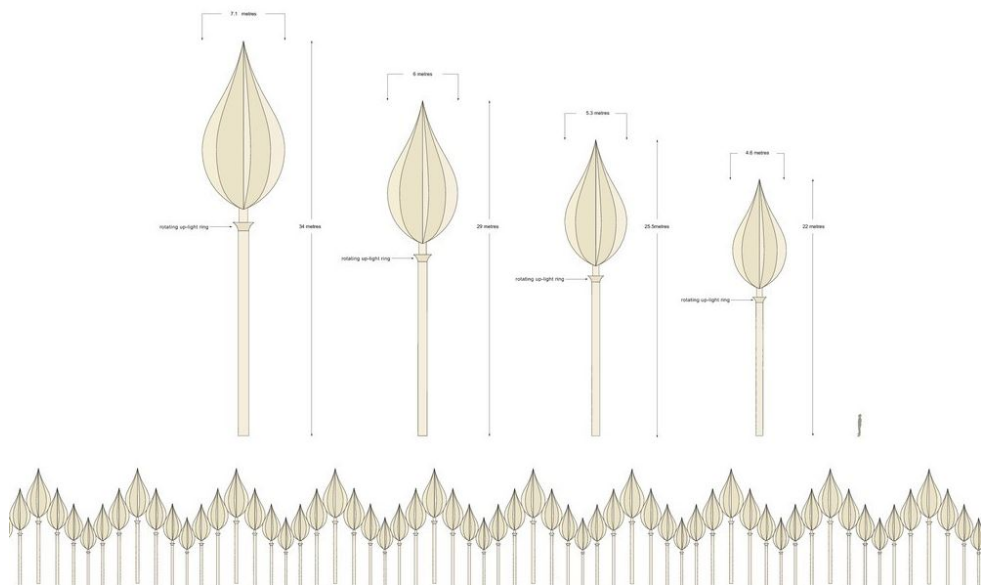
Φτερά: Κάθε πτερύγιο είναι κατασκευασμένο από χάλυβα διατομής "T" που έχει κατασκευαστεί και συναρμολογηθεί εκτός του χώρου. Αυτά τα φτερά θα τοποθετηθούν στην κορυφή του στύλου επιτόπου και θα συνδεθούν με μια επιτόπου συγκόλληση παρόμοια με έναν ελαφρύ πόλο.

Τα δύο παραπάνω έργα προορίζονταν για τη θέση Fresh Kills του Manhattan. Πρόκειται για μία έκταση 8,9km² που λειτουργούσε ως χωματερή αλλά από το 2008 ξεκίνησε να κατασκευάζεται ένα θεματικό πάρκο το οποίο προβλέπεται να ολοκληρωθεί πλήρως το 2035-37.

The Song of Trees (Abu Dhabi & Dubai 2010)
Καλλιτέχνες: Katherine Allam, Paul Veil, Michael Cobb



SONG OF TREES INSTALLATION - ELEVATION OF THE FOUR INDIVIDUAL SCULPTURAL ELEMENTS



Εικόνα 89: Τμήμα της παρουσίασης του The Song of Trees στον διαγωνισμό Land Art Generator στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα το 2010. [122]

Τα γλυπτά έχουν από 22m έως 34m ύψος και από 4m έως 7m πλάτος. Οκτώ περύγια συνδέονται σε ένα κεντρικό άξονα δημιουργώντας μια τρισδιάστατη μορφή. Οι εξωτερικές ακμές των περυγίων καμπυλώνονται για να δεσμεύουν τον αέρα από οποιαδήποτε κατεύθυνση. Η περιστροφή θα εκκινήσει μια γεννήτρια που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική. Η καλωδίωση θα βρίσκεται στο εσωτερικό του στύλου, και μέσω υπόγειας καλωδίωσης θα φτάνει σε υποσταθμό.

Τα γλυπτά είναι σχεδιασμένα να δέχονται γεννήτριες Alchion, που χρησιμοποιούνται

στις Α/Γ. Προβλέπονται στην περιοχή άνεμοι από 5,1m/s έως 7,7m/s. Οι παραπάνω ταχύτητες μπορούν να παράγουν από 7kW έως 10kW ανά γλυπτό. Ο συντελεστής απόδοσης κυμαίνεται από 25% έως 40%. [123]

Από τα παραπάνω παραδείγματα, και πλήθος άλλων που συναντώνται σε αρχιτεκτονικά περιοδικά και διαγωνισμούς, συμπεραίνεται ότι είναι εφικτή η αξιοποίηση των ΑΠΕ με έργα τα οποία σέβονται και τιμούν την αισθητική του τοπίου. Σαφώς, σε κάποιες περιπτώσεις το κόστος δε θα είναι το χαμηλότερο δυνατό και η απόδοση η υψηλότερη. Προκειμένου να ενταχθεί ένας νέος παράγοντας στον σχεδιασμό ανεμογεννητριών, όπως αυτός της αισθητικής, είναι αναμενόμενο ότι θα χρειαστεί επανεκτίμηση των ισορροπιών στο σύνολο των στοιχείων που καθορίζουν το τελικό προϊόν. Προτεραιότητα έχει οι σχεδιαστές και οι μελετητές έργων ΑΠΕ να εντάξουν στις μελέτες τους τη διαφύλαξη και αναβάθμιση της αισθητικής ενός τοπίου σαν παράγοντα εξίσου σημαντικό με τους υπόλοιπους.

6.2 Εναρμόνιση αιολικών πάρκων με το περιβάλλον

Οι μεταβολές που μπορεί να επιφέρει στο τοπίο η εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου εξαρτώνται από μια πληθώρα παραγόντων. Όπως αναπτύχθηκε στην αντικειμενική και υποκειμενική ανάλυση, του υποκεφαλαίου 5.4, κάθε μορφολογικό, κλιματικό, γεωφυσικό, ιστορικό, πολιτιστικό στοιχείο του υπό μελέτη τοπίου μπορεί να καθορίσει ένα ποσοστό της αλλοίωσης του από οποιαδήποτε παρέμβαση. Κατά συνέπεια, καθίσταται πρακτικά αδύνατο να προσδιοριστεί ένα μοντέλο με σκοπό την εναρμόνιση ενός αιολικού πάρκου με το περιβάλλον το οποίο θα έχει καθολική εφαρμογή. Παρ' όλα αυτά, μέσω περιβαλλοντικών νόμων θέτονται κάποιοι θεμελιώδεις περιορισμοί αναφορικά με τη χωροθέτηση των αιολικών πάρκων (βλ. επίσης κεφ. 5.2).

Την τρέχουσα χρονική περίοδο στην Ελλάδα παρατηρείται αυξημένη τάση για υπέρμετρη εγκατάσταση αιολικών πάρκων σε όλη την επικράτεια. Πολλά από τα πιο πολύτιμα και χαρακτηριστικά τοπία της χώρας απειλούνται από μη αναστρέψιμη αλλοίωση εξαιτίας των αιολικών έργων, χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι, μοναδικού φυσικού κάλλους, κορυφές των Αγράφων. Δυστυχώς, το κράτος ενθαρρύνει τις επενδύσεις αιολικών έργων και όχι τη διαφύλαξη του φυσικού και πολιτιστικού πλούτου. Ενθαρρυντικό στοιχείο αποτελούν οι κινητοποιήσεις των τοπικών κοινωνιών, που βλέπουν το ένα μετά το άλλο τα τοπία να καταστρέφονται, και κατά πλειοψηφία επιλέγουν να συσπειρωθούν και να αντισταθούν με κάθε μέσο.

Η παραπάνω κοινωνική κατάσταση, αν και αρνητική στο σύνολο της, βοηθά εξαιρετικά στο να τεθούν, στο άμεσο μέλλον, αισθητικά όρια και κριτήρια για τη χωροθέτηση έργων ΑΠΕ, κάτι που μέχρι σήμερα θεωρούνταν ελάχιστος σημασίας. Οι πολίτες συνειδητοποιούν πόσο σημαντική είναι η προστασία των τοπίων, και με τις προσπάθειες τους πιέζουν τους αρμόδιους φορείς και επιχειρήσεις να συμμορφωθούν για την προστασία τους.

6.2.1 Χωροθέτηση αιολικών έργων μέσω στοχαστικής ανάλυσης τοπίου

Ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της αλλοίωσης του τοπίου, στο στάδιο

μελέτης, από έργα ΑΠΕ, είναι η στοχαστική ανάλυση με χρήση κλιμακογράμματος. Όπως αποδείχθηκε από τις έρευνες Ioannidis et al 2020 [124] και Manta et al 2020 [125], μέσω της ανάλυσης 2D-C καθίσταται δυνατό να ποσοτικοποιηθούν, κατά το δυνατό, οι αισθητικές αλλοιώσεις σε ένα τοπίο από την εγκατάσταση αιολικού πάρκου.

Η τρέχουσα τακτική στην εγκατάσταση αιολικών πάρκων είναι η χωροθέτηση τους, κυρίως, σε κορυφές βουνών/λόφων και ανοιχτό επίπεδο έδαφος, καθώς στα σημεία αυτά επιτυγχάνεται το μέγιστο δυνατό αιολικό δυναμικό. Από την ανάλυση ορατότητας (Ioannidis et al 2020) [126] συμπεραίνεται ότι οι θέσεις αυτές προκαλούν τη μεγαλύτερη οπτική ανομοιομορφία και, συνεπώς, τη μεγαλύτερη αλλοίωση στο τοπίο.

Προκειμένου να μειωθεί η μεταβολή στο τοπίο που προκαλούν ο ανεμογεννήτριες συνίσταται, κατά τη μελέτη, η ανάπτυξη ρεαλιστικών ψηφιακών μοντέλων του έργου και η εικονική τους χωροθέτηση σε ποικίλες θέσεις διαφορετικού μορφολογικού χαρακτήρα. Η στοχαστική ανάλυση με τη μέθοδο 2D-C των εικόνων του κάθε σεναρίου θα οδηγήσει στην επιλογή θέσης εγκατάστασης με μειωμένη επίδραση στο τοπίο.

6.2.2 Χωροθέτηση αιολικών έργων, χρήσεις γης και βιοποικιλότητα

Πρόσφατα στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων διεξήχθη έργο με τίτλο «ΑΣΠΗΕ και Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης: βέλτιστη προσέγγιση ως προς την κατάτμηση και την αλλαγή χρήσης γης». Τα αποτελέσματα του παραπάνω έργου παρουσιάζουν ένα βιώσιμο σενάριο χωροθέτησης των Αιολικών Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ), για την επίτευξη του εθνικού ενεργειακού στόχου αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας με το ελάχιστο περιβαλλοντικό και κοινωνικό κόστος.

Συγκεκριμένα, το βιώσιμο σενάριο: i. Ορίζει χερσαία επενδυτική ζώνη για την εγκατάσταση νέων ΑΣΠΗΕ (41,4% της χερσαίας έκτασης της Ελλάδας) όπου ο εθνικός στόχος του 2030 επιτυγχάνεται και υπερκεράζεται κατά 1,5 φορές στο 1,22% της έκτασης της επενδυτικής ζώνης, με προοπτικές κάλυψης μελλοντικών ενεργειακών στόχων του 2050, ενώ το αιολικό δυναμικό της ζώνης είναι 4% μικρότερο από τη ζώνη αποκλεισμού. ii. Ορίζει χερσαία ζώνη αποκλεισμού οικολογικά ευαίσθητων περιοχών και τοπίων (58.6% της χερσαίας έκτασης της Ελλάδας), περιλαμβάνοντας τις περιοχές του δικτύου Natura 2000 και τις ζώνες πολύ χαμηλής και χαμηλής κατάτμησης εκτός του δικτύου Natura, όπου προστατεύεται αποτελεσματικά η βιοποικιλότητα, συμπεριλαμβάνοντας τα είδη Ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος διατήρησης και τις Περιοχές Άνευ Δρόμων. iii. Αναμένεται να μετριάσει τις κοινωνικές αντιδράσεις και συνάδει με ψηφίσματα Περιφερειακών Συμβουλίων. iv. Αναμένεται να αυξήσει την ασφάλεια των αιολικών επενδύσεων, αυξάνοντας το ποσοστό των αιτήσεων ΑΣΠΗΕ που λαμβάνει τελική άδεια λειτουργίας και επιταχύνοντας τη διαδικασία αδειοδότησής με λιγότερες δικαστικές καθυστερήσεις και απορρίψεις. v. Συνεισφέρει θετικά στην επίτευξη 20 στόχων του εθνικού και διεθνούς πλαισίου περιβαλλοντικής πολιτικής και μειώνει αισθητά την πιθανότητα για νέα περιβαλλοντική καταδίκη της χώρας μας από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο για μη συμμόρφωση με την κείμενη περιβαλλοντική νομοθεσία. Εναρμονίζεται ιδιαίτερα με το στόχο 2.2.3 της Ευρωπαϊκής Στρατηγικής για τη

Βιοποικιλότητα (Αντιμετώπιση δέσμευσης γης), και με τους στόχους 5.6 και 7.3 της Εθνικής Στρατηγικής για τη Βιοποικιλότητα («Διασφάλιση συμβατότητας των έργων και δραστηριοτήτων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές» και «Μείωση των επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα από δράσεις αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής») [127].

Πρόταση βιώσιμης χωροθέτησης ΑΣΠΗΕ

- Ορίζεται χερσαία επενδυτική ζώνη αδειοδότησης 41.241 km² που αναλογεί στο 41.4% της χώρας (αποκλείοντας τα εσωτερικά ύδατα). Η ζώνη αποτελείται από τις περιοχές εκτός του δικτύου Natura 2000 που εμπίπτουν εντός τριών ζωνών με πολύ μεγάλο, μεγάλο και μέτριο βαθμό κατακερματισμού ως προς τον Ευρωπαϊκό δείκτη LFI (μπλε ζώνη).
- Ορίζεται χερσαία ζώνη αποκλεισμού 76.626 km² που αναλογεί στο 58,6% της χώρας (μη θεωρώντας τα εσωτερικά ύδατα). Η ζώνη αποτελείται από τις περιοχές του δικτύου Natura 2000 και των ζωνών εκτός δικτύου με χαμηλό και πολύ χαμηλό βαθμό κατακερματισμού ως προς τον Ευρωπαϊκό δείκτη LFI (πράσινη ζώνη).
- Οι ΑΣΠΗΕ με άδεια λειτουργίας συνεχίζουν να λειτουργούν μέχρι το πέρας της ζωής τους (3,11 GW).
- Οι ΑΣΠΗΕ με άδεια εγκατάστασης λειτουργούν μόνο εκτός περιοχών του δικτύου Natura 2000 (1,11 GW)
- Οι ΑΣΠΗΕ στα λοιπά στάδια αδειοδότησης λειτουργούν μόνο εντός της επενδυτικής ζώνης (6,48 GW) και ενθαρρύνονται κατά προτεραιότητα στις ζώνες μεγαλύτερου κατακερματισμού

(Η ισχύς σε παρένθεση υπολογίστηκε με βάση τις αιτήσεις ΑΣΠΗΕ στην ΡΑΕ την 10/3/2020)

	Σενάριο	Μείωση (%)	Ισχύς (GW)
ΕΣΕΚ-2030	Άνευ νέων μέτρων και στόχων μετά το 2030	58	10
ΕΣΕΚ-2050	Βασικών Πολιτικών (εφαρμογή μέτρων ΕΣΕΚ μετά το 2030)	75	11,2
EE2	Εξηλεκτρισμός και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης για τους 2°C	85	12,1
NC2	Νέοι ενεργειακοί φορείς για τους 2°C	85	16
EE1.5	Εξηλεκτρισμός και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης για τον 1.5°C	95	12,8
NC1.5	Νέοι ενεργειακοί φορείς για τον 1.5°C	95	17,5

Εικόνα 90: Μείωση εκπομπών CO₂(%) και εγκατεστημένη ισχύς (GW) χερσαίων ΑΣΠΗΕ ως προς τα σενάρια του 2050.

Πολιτικό/νομικό πλαίσιο	Στόχοι
▪ Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ)	7, 13, 15
▪ Παγκόσμια Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα (στόχοι Aichi)	3, 4, 5
▪ Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την καταπολέμηση της απερχόμενης	
▪ Ευρωπαϊκή Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα 2030	2.2.3, 2.2.5
▪ Εθνική Στρατηγική για τη Βιοποικιλότητα	2.1, 3.1, 5.1, 5.2, 5.6, 6.2, 7.2, 7.3, 12.2, 13.3
▪ Εθνικό Πλαίσιο Δράσεων Προτεραιότητας	G.2.a, G.2.c
▪ Σύστημα Ευρωπαϊκών Δεικτών SEBI	Δείκτες SEBI 03, 04, 05, 13, 23

Εικόνα 91: Συμβολή της πρότασης στην εθνική και διεθνή περιβαλλοντική πολιτική.

7 Συμπεράσματα

1. Η ανάγκη παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ είναι αδιαμφισβήτητη. Η προσέγγιση του ζητήματος απαιτεί επαναξιολόγηση. Χρειάζεται αναθεώρηση των αναγκών της κοινωνίας σε ενέργεια. Είναι πρακτικά αδύνατο, με τη σημερινή τεχνολογία, να καλυφθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις του σύγχρονου κόσμου με ενέργεια προερχόμενη αποκλειστικά από ΑΠΕ. Απαιτείται καλύτερη διαχείριση όλων των ενεργειακών πόρων συνδυαστικά και αλλαγή του τρόπου σκέψης της κοινωνίας προκειμένου να επιτευχθεί μείωση στην κατανάλωση ενέργειας και, κατ' επέκταση, στην εκπομπή ρύπων.
2. Οι ανεμογεννήτριες, όπως τα περισσότερα έργα ΑΠΕ, αποτελούν κατασκευαστικά έργα μεγάλης κλίμακας που, όπως είναι λογικό, προκαλούν σημαντικές και, συνήθως, μη αναστρέψιμες μεταβολές στο τοπίο.
3. Κάθε κοινωφελές κατασκευαστικό έργο συνοδεύεται κι από κοινωνικές και πολιτισμικές προεκτάσεις. Μέρος του πολιτισμού αποτελεί και η αισθητική του τοπίου. Τα έργα δεν αρκεί να εξυπηρετούν μόνο τον χρηστικό τους σκοπό, θα πρέπει να υπηρετούν την κοινωνία με κάθε τρόπο που τους αναλογεί.
4. Τα έργα ΑΠΕ είναι πονήματα δημιουργών που προορίζονται για την ευημερία του κοινωνικού συνόλου. Συνεπώς, θα πρέπει να εκφράζουν τόσο τον δημιουργό όσο και την κοινωνία σε κάθε επίπεδο.
5. Για την καλύτερη εναρμόνιση ενός κατασκευαστικού έργου με το περιβάλλον και την κοινωνία κρίνεται αναγκαία η προσέγγιση του ως έργο τέχνης. Σύμφωνα με τον Βιτρούβιο, θα πρέπει η Ευχρηστία και η Σταθερότητα του έργου να συνδυαστούν ισόποσα με την Ομορφιά του. Απαιτείται ξεκάθαρος και στοχευμένος αισθητικός σχεδιασμός, ο οποίος θα λαμβάνει υπόψη τη μορφολογία, την ιστορία, τον πολιτισμό, τα κοινωνικά και πολιτικά χαρακτηριστικά του τόπου, με σκοπό την αρμονική ένταξη του στο τοπίο και την κοινωνία ως σύνολο.
6. Για την επίτευξη του παραπάνω χρειάζεται ώριμη οργάνωση της μελέτης του έργου τόσο ως αυτοτελές έργο τέχνης όσο και ως μέρος του τοπίου. Αποτέλεσμα θα είναι η δημιουργία ενός διαχρονικού καλλιτεχνήματος που προσφέρει ένα από τα σημαντικότερα αγαθά της σύγχρονης κοινωνίας, την ενέργεια.
7. Την τρέχουσα χρονική περίοδο στην Ελλάδα δρομολογείται η εγκατάσταση τεράστιου αριθμού αιολικών πάρκων σε τοποθεσίες σημαντικής φυσικής και πολιτισμικής σημασίας. Οι τοπικές κοινωνίες αντιστέκονται με κάθε μέσο που διαθέτουν προκειμένου να αποτρέψουν την καταστροφή του τόπου τους. Η πολιτεία απαντά απαξιωτικά και, πολλές φορές, επιθετικά. Η αντιμετώπιση αυτή της κοινής γνώμης δείχνει την έλλειψη ενσυναίσθησης και κοινωνικής ευθύνης. Οι πολίτες έχουν

δικαίωμα στην υπεράσπιση της γης και του τοπίου τους, ενώ την ίδια στιγμή η πολιτεία έχει χρέος για την εξυπηρέτηση του κοινού καλού.

8. Μέσω της πολυκριτηριακής θεωρητικής ανάλυσης καθίσταται δυνατή η αξιολόγηση της αισθητικής επιρροής των ανεμογεννητριών στο τοπίο, αξιολογώντας χαρακτηριστικά τα οποία δε δύνανται να ποσοτικοποιηθούν. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να ερμηνευθούν οι επιδράσεις στο συναίσθημα και τον πολιτισμό που συνοδεύουν ένα τοπίο.
9. Η χρήση του στοχαστικού εργαλείου 2D-C μπορεί να δώσει ποσοτικά αποτελέσματα σχετικά με την αλλοίωση του τοπίου από την εγκατάσταση αιολικών πάρκων, ήδη από το στάδιο της μελέτης.
10. Η συνδυαστική χρήση της θεωρητικής και στοχαστικής ανάλυσης, κατά τη μελέτη και τον σχεδιασμό αιολικών έργων, μπορεί να προσφέρει ολοκληρωμένο αισθητικό σχεδιασμό που θα οδηγήσει στην εγκατάσταση ενός έργου σε αρμονία με τον περιβάλλοντα χώρο.
11. Ο βιομηχανικός σχεδιασμός ανεμογεννητριών χρήζει αναθεώρησης προκειμένου να ενταχθεί στις προδιαγραφές και η αισθητική του προϊόντος.
12. Είναι εφικτό και επιθυμητό να σχεδιάζονται ανεμογεννήτριες των οποίων η αισθητική αξία θα είναι εξίσου υψηλή με τη χρηστική. Εφόσον η εγκατάσταση αιολικών πάρκων είναι αναπόφευκτη, η αντιμετώπιση τους ως έργα ταυτόχρονου καλλιτεχνικού, πολιτισμικού και αισθητικού χαρακτήρα είναι απαραίτητη για την αρμονική ένταξη τους στο τοπίο.

8 Αναφορές

- 1 Πομπόρτση Ε. Δοκίμιο «Αισθητική και Τέχνη», 2014, <https://www.fractalart.gr/aisthitiki-techni/>
- 2 Kant I., Kritik der Urteilkraft, Hamburg, 2001, S. 47-8
- 3 Kant I., Kritik der Urteilkraft, Hamburg, 2001, S. 105-106
- 4 Ρόκκου Ε., Η Αισθητική στα τεχνικά έργα. Η περίπτωση των φραγμάτων και των ανεμογεννητριών, Διπλωματική εργασία στο Μεταπτυχιακό πρόγραμμα Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π., 2016
- 5 McHarg I. L., Design with Nature, 1969
- 6 <https://mcharg.upenn.edu/conversations/what-does-it-mean-design-nature-now>
- 7 <https://theseus-aegean.blogspot.com/search?q=%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CE%B9>
- 8 <https://aristotelisguidegr.wordpress.com/2014/03/14/οι-άνεμοι-των-αρχαίων-ελλήνων>
- 9 <https://aristotelisguidegr.wordpress.com/2014/03/14/οι-άνεμοι-των-αρχαίων-ελλήνων>
- 10 <https://aristotelisguidegr.wordpress.com/2014/03/14/οι-άνεμοι-των-αρχαίων-ελλήνων>
- 11 <https://aristotelisguidegr.wordpress.com/2014/03/14/οι-άνεμοι-των-αρχαίων-ελλήνων>
- 12 <https://aristotelisguidegr.wordpress.com/2014/03/14/οι-άνεμοι-των-αρχαίων-ελλήνων>
- 13 <https://aristotelisguidegr.wordpress.com/2014/03/14/οι-άνεμοι-των-αρχαίων-ελλήνων>
- 14 <https://aristotelisguidegr.wordpress.com/2014/03/14/οι-άνεμοι-των-αρχαίων-ελλήνων>
- 15 <https://aristotelisguidegr.wordpress.com/2014/03/14/οι-άνεμοι-των-αρχαίων-ελλήνων>
- 16 [https://el.wikipedia.org/wiki/Τυφών_\(μυθολογία\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Τυφών_(μυθολογία))
- 17 <https://theseus-aegean.blogspot.com/search?q=%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CE%B9>
- 18 [https://el.wikipedia.org/wiki/Αέρηδες_\(μνημείο\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Αέρηδες_(μνημείο))
- 19 [https://el.wikipedia.org/wiki/Αέρηδες_\(μνημείο\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Αέρηδες_(μνημείο))
- 20 [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%AD%CF%81%CE%B7%CE%B4%CE%B5%CF%82_\(%CE%BCE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%AF%CE%BF\)](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%AD%CF%81%CE%B7%CE%B4%CE%B5%CF%82_(%CE%BCE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%AF%CE%BF))
- 21 <https://hania.news/2016/11/27/θα-ξαναζωντανέψουν-οι-ανεμόμυλοι-σ/>
- 22 <https://kassandria.gr/windmill.html>
- 23 <https://astraparis.gr/amp/pioi-miloi-tou-amsterntam-elate-na-deite-tous-milous-tou-aigaiou/>
- 24 <https://astraparis.gr/amp/pioi-miloi-tou-amsterntam-elate-na-deite-tous-milous-tou-aigaiou/>
- 25 https://hellenicmills.gr/?page_id=11
- 26 <https://astraparis.gr/amp/pioi-miloi-tou-amsterntam-elate-na-deite-tous-milous-tou-aigaiou/>
- 27 <https://astraparis.gr/amp/pioi-miloi-tou-amsterntam-elate-na-deite-tous-milous-tou-aigaiou/>
- 28 Σαντορίνης Π. «Περί της εν Ελλάδι χρησιμοποίησεως της ενέργειας πνοής ανέμου ως κινητηρίου δυνάμεως» 1960, άρθρο στο περιοδικό του ΤΕΕ «Τεχνικά Χρονικά», τεύχος 196-196 σελ. 14.

-
- 29 <https://www.renewableenergyworld.com/2014/11/21/history-of-wind-turbines/#gref>
- 30 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/13/James_Blyth%27s_1891_windmill.jpg
- 31 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Wind_turbine_1888_Charles_Brush.jpg
- 32 https://www.researchgate.net/publication/288410932_The_Aerodynamics_of_Wind_Turbines/figures?lo=1
- 33 <http://www.jacobswind.net/history>
- 34 <https://www.windpowermonthly.com/article/1124462/quirky-wind-designs-become-mainstream>
- 35 <http://drømstørre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/en/pictures/juul.htm>
- 36 https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power_in_Ohio
- 37 <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/39-tvind-prototype>
- 38 <http://www.wind-works.org/cms/index.php?id=505>
- 39 <http://www.wind-works.org/cms/index.php?id=511>
- 40 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mod-5B_Wind_turbine.jpg
- 41 https://en.wikipedia.org/wiki/Delabole_wind_farm
- 42 <https://www.equinor.com/en/news/hywindscotland.html>
- 43 <http://clarkcrenshaw.photodeck.com/-/galleries/travel-and-architecture/united-states/small-town-/medias/b7cbc1b2-dd79-11e1-a54c-ab197bb3e671-roscoe-wind-farm>
- 44 https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power_in_the_United_States
- 45 https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power_in_China
- 46 Α. Ευστρατιάδης, Ν. Μαμάσης, Ι. Μαρκόνης, Π. Κοσσιέρης, και Χ. Τύραλης, Μεθοδολογικό πλαίσιο βέλτιστου σχεδιασμού και συνδυασμένης διαχείρισης υδατικών και ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων, Συνδυασμένα συστήματα ανανεώσιμων πηγών για αειφορική ενεργειακή ανάπτυξη (CRESENDO), 154 pages, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Απρίλιος 2015.
- 47 <https://sites.google.com/a/temple.edu/urbanwind/services/turbine-options-and-specifications> πρόσβαση 26.3.2020
- 48 https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_turbine
- 49 Ρόκκου Ε., Η Αισθητική στα τεχνικά έργα. Η περίπτωση των φραγμάτων και των ανεμογεννητριών, Διπλωματική εργασία στο Μεταπτυχιακό πρόγραμμα Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π., 2016
- 50 Μαμάσης Ν., Εισαγωγή στην ενεργειακή τεχνολογία, Σημειώσεις για το μάθημα ενεργειακή τεχνολογία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, 2018
- 51 <https://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/wind-power2.htm>
- 52 Ρόκκου Ε., Η Αισθητική στα τεχνικά έργα. Η περίπτωση των φραγμάτων και των ανεμογεννητριών, Διπλωματική εργασία στο Μεταπτυχιακό πρόγραμμα Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π., 2016
- 53 https://el.wikipedia.org/wiki/Βιομηχανικός_σχεδιασμός
- 54 [http://www.wfdt.teilar.gr/material/Lessons/ID1\(2013\).pdf](http://www.wfdt.teilar.gr/material/Lessons/ID1(2013).pdf)
- 55 Σαργάντης Γ. Φ. Ενσωματωμένη Ενέργεια. Το υλικό ως ενεργειακή αποθήκη, άρθρο στο περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ, 5/2014

-
- 56 Kutz M., *Environmentally Conscious Mechanical Design*, 2007, Wiley & Sons.
- 57 Jha N. K., *Green Design and Manufacturing for Sustainability*, 2016, CRC Press.
- 58 Jha N., Drennan P., *Green Power Generation: Computer Aided Design & Life Cycle Analysis (LCA) of Wind Turbine*, 2016
- 59 Smoucha Emily A. et al. "Life Cycle Analysis of the Embodied Carbon Emissions from 14 Wind Turbines with Rated Powers between 50 Kw and 3.4 Mw" 2016
- 60 https://www.dapeep.gr/wp-content/uploads/ELAPE/201912_07_NOV__DEC_2019_DELTIO_ELAPE_v1.0_27.03.2020.pdf
- 61 Δούλος Η., Η ελληνική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας –Υφιστάμενη κατάσταση και εξελίξεις, παρουσίαση για το μάθημα *Ανανεώσιμη Ενέργεια και Υδροηλεκτρικά Έργα*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, 2020
- 62 Δούλος Η., Η ελληνική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας –Υφιστάμενη κατάσταση και εξελίξεις, παρουσίαση για το μάθημα *Ανανεώσιμη Ενέργεια και Υδροηλεκτρικά Έργα*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, 2020
- 63 Μαμάσης Ν., *Εισαγωγή στην ενεργειακή τεχνολογία, Σημειώσεις για το μάθημα ενεργειακή τεχνολογία*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, 2018
- 64 <https://el.wikipedia.org/wiki/Ανεμογεννήτρια>
- 65 https://www.researchgate.net/figure/The-major-wind-turbine-types-including-the-propeller-type-horizontalaxis-wind-turbine_fig3_263161316
- 66 <https://www.ledgertranscript.com/When-Crotched-Mountain-had-a-wind-farm-7910099>
- 67 Petrescu R. V., Aversa R., Apicella A., Petrescu F. I. T., *Green Energy to Protecting the Environment*, 2017, DOI: 10.7198/S2237-072220170001011
- 68 <https://www.bbc.com/news/uk-england-cumbria-45424559>
- 69 <https://www.thegwpf.com/worlds-first-offshore-wind-farm-retires-a-post-mortem/>
- 70 <https://www.nhmc.gov.au/about-us/publications/expert-review-evidence-wind-farms-and-human-health>
- 71 https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/handle/2123/10559/WindHealthReviews_3.pdf?sequence=7
- 72 Ρόκκου Ε., Η Αισθητική στα τεχνικά έργα. Η περίπτωση των φραγμάτων και των ανεμογεννητριών, Διπλωματική εργασία στο Μεταπτυχιακό πρόγραμμα Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π., 2016
- 73 Κοσμάκη Τ., Προστασία, αποτίμηση και θεώρηση του φυσικού τοπίου ως τμήματος του περιβάλλοντος, Σημειώσεις για το μάθημα *Περιβαλλοντικές συνιστώσες του σχεδιασμού και της οικιστικής ανάπτυξης*, Σχολή Αρχιτεκτόνων ΕΜΠ, Ακ. Έτος 2015-2016
- 74 http://www.admie.gr/uploads/media/DPA_2021-2030_Prokatarktiko_Schedio_01.pdf
- 75 <https://ecozen.gr/2020/04/admie-to-2030-oloklironetai-o-chartis-ton-ilektrikon/>
- 76 <http://www.opengov.gr/minenv/?p=10268>
- 77 https://thepressproject.gr/amesi-aposyrsi-tou-anti-perivallontikou-nomoschediou-zitoun-52-syllogikotites/?fbclid=IwAR28LZZXdVZhf-jDIZcRZsuQ_alX-UZB4Ykj3wgEd_ZhcgErbKKS5FkEDgE#.XphdzlIcIg.facebook

-
- 78 Κατή Β., Κασσάρα Χ. 2021. «Πρόταση χωροθέτησης χερσαίων Αιολικών Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα για καθαρή ενέργεια χωρίς σημαντικές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα.», Εργαστήριο Διατήρησης της Βιοποικιλότητας. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- 79 <http://www.rae.gr/geo/>
- 80 Χατζηστάθης, Α., και Ι. Ισπικούδης, Προστασία της φύσης και αρχιτεκτονική του τοπίου, Γιαχούδη- Γιαπούλη ΟΕ, Θεσσαλονίκη, 1995.
- 81 Στεφάνου, Ι., Η φυσιογνωμία της ελληνικής πόλης, ΕΜΠ και ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 2000
- 82 <http://www.tinosnow.gr/2019/11/tinos-food-paths-16112019-photos.html?fbclid=IwAR2-hn5GHhxidzWfZryfLyL7VjzfKCBYbnowRhPsIJYHLGcC0tvdXdfgVs>
- 83 <http://www.tinosnow.gr/2019/11/tinos-food-paths-16112019-photos.html>
- 84 <https://www.youtube.com/watch?v=iE5kBBtFMjU>
- 85 <https://tinosecret.gr/alysida-anemogennitries/>
- 86 <https://tinosecret.gr/anemogennitries-ploio/>
- 87 <https://tinosecret.gr/poreia-aiolika/>
- 88 <http://www.topontiki.gr/article/385849/tinos-mat-xylokopisan-kai-synelavan-katoikoys-se-kinitopoiisi-kata-ton-https://tinostoday.gr/astynomia-tinos/?fbclid=IwAR0up6a-R5hIomAgFE4bQAYqpntWqc08qA3wWC0pDJMK2fY-PQtgGHvdh1E>
- 89 <https://tinosecret.gr/anemomazomata-anemoskorpismata/>
<http://ophioussa.blogspot.com/2019/01/blog-post.html>
<https://tinosecret.gr/tinos-food-paths-anemogennitries/>
<http://ophioussa.blogspot.com/2014/08/enel.html>
http://kellianos.blogspot.com/2019/02/blog-post_27.html
- 90 V. Betakova, J. Vojar, P. Sklenicka, Wind turbines location: How many and how far?, Applied Energy. 151 (2015) 23–31.
- 91 Σαργέντης Γ. Φ., Χριστοφορίδης Α., Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης και προστασίας της ποιότητας της Λίμνης Πλαστήρα. Τεύχος 4: Το τοπίο της λίμνης. 2002
- 92 I.D. Bishop, Determination of thresholds of visual impact: the case of wind turbines, Environment and Planning B: Planning and Design. 29 (2002) 707–718.
- 93 N. Buchan, Visual Assessment of Windfarms Best Practice, University of Newcastle, Newcastle, 2002.
- 94 Scottish Natural Heritage [SNH], Siting and Designing Windfarms in the Landscape. Version 1., Scottish Natural Heritage, 2009.
- 95 R. Stevenson, S. Griffiths, The visual impact of windfarms: lessons from the UK experience, Harwell Laboratory, Energy Technology Support Unit, 1994.
- 96 Στεφάνου, Ι., Η φυσιογνωμία της ελληνικής πόλης, ΕΜΠ και ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 2000
- 97 https://el.wikipedia.org/wiki/Κυκλαδίτικη_αρχιτεκτονική
- 98 <https://tinosecret.gr/o-peristerionas/>
- 99 <https://tinosecret.gr/xerolithia/>
- 100 <https://tinosecret.gr/tinioi-kallitexnes/>

-
- 101 <https://tinosecret.gr/marmarogliptiki/>
- 102 Manta, E., Ioannidis, R., Sargentis, G.-F., and Efstratiadis, A.: Aesthetic evaluation of wind turbines in stochastic setting: Case study of Tinos island, Greece, EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-5484, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-5484>, 2020.
- 103 Vlami V., Zogaris S., Djuma H., Kokkoris I. P., Kehayias G., Dimopoulos P., A Field Method for Landscape Conservation Surveying: The Landscape Assessment Protocol (LAP), DOI: 10.3390/su11072019, 2019
- 104 Koutsoyiannis D.: HESS Opinions "A random walk on water", *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 14, 585–601, <https://doi.org/10.5194/hess-14-585-2010>, 2010.
- 105 Sargentis G. F., Dimitriadis P., Ioannidis R., Iliopoulou T., and Koutsoyiannis D., Stochastic evaluation of landscapes transformed by renewable energy installations and civil works, *Energies*, 12 (4), 2817, doi:10.3390/en12142817, 2019.
- 106 Sargentis, G.-F., P. Dimitriadis, and D. Koutsoyiannis, Aesthetical Issues of Leonardo Da Vinci's and Pablo Picasso's Paintings with Stochastic Evaluation, *Heritage*, 3, 283-305, 2020.
- 107 Sargentis G.-F., R. Ioannidis, I. Taygetos Meletopoulos, P. Dimitriadis, and D. Koutsoyiannis, Aesthetical issues with stochastic evaluation, European Geosciences Union General Assembly 2020, Geophysical Research Abstracts, Vol. 22, Online, EGU2020- 19832, European Geosciences Union, 2020.
- 108 Ioannidis, R., Dimitriadis, P., Meletopoulos, I. T., Sargentis, G. F., and Koutsoyiannis, D.: Investigating the spatial characteristics of GIS visibility analyses and their correlation to visual impact perception with stochastic tools, EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-18212, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-18212>, 2020
- 109 Hankinson, M., 1999. Landscape and Visual Impact Assessment. Handbook of Environmental Impact Assessment. Volume 1., 347–373.
- 110 Wood, G., 2000. Is what you see what you get?: Post-development auditing of methods used for predicting the zone of visual influence in EIA. *Environmental Impact Assessment Review* 20(5), 537–556.
- 111 Rodrigues, M., Montañés, C., Fueyo, N., 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, 240–246.
- 112 Möller, B., 2010. Spatial analyses of emerging and fading wind energy landscapes in Denmark. *Land Use Policy* 27, 233–241. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.06.001>
- 113 Scottish Natural Heritage [SNH], 2014. Natural Heritage Indicator - N3 Visual influence of built development. Natural Scotland - Scottish Government.
- 114 Ioannidis, R., Dimitriadis, P., Meletopoulos, I. T., Sargentis, G. F., and Koutsoyiannis, D.: Investigating the spatial characteristics of GIS visibility analyses and their correlation to visual impact perception with stochastic tools, EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-18212, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-18212>, 2020
- 115 <https://www.art-elena.com/projects/wind-art/>
- 116 <https://www.art-elena.com/projects/wind-art/>
- 117 <https://landartgenerator.org/project.html>

-
- 118 <http://landartgenerator.org/LAGI-2012/L053I31G/#>
- 119 <http://landartgenerator.org/LAGI-2012/L053I31G/#>
- 120 <http://landartgenerator.org/LAGI-2012/23025028/>
- 121 <http://landartgenerator.org/LAGI-2012/23025028/>
- 122 <http://landartgenerator.org/LAGI2010/av3537/>
- 123 <http://landartgenerator.org/LAGI2010/av3537/>
- 124 Ioannidis, R., Dimitriadis, P., Meletopoulos, I. T., Sargentis, G. F., and Koutsoyiannis, D.: Investigating the spatial characteristics of GIS visibility analyses and their correlation to visual impact perception with stochastic tools, EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-18212, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-18212>, 2020
- 125 Manta, E., Ioannidis, R., Sargentis, G.-F., and Efstratiadis, A.: Aesthetic evaluation of wind turbines in stochastic setting: Case study of Tinos island, Greece, EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-5484, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-5484>, 2020.
- 126 Ioannidis, R., Dimitriadis, P., Meletopoulos, I. T., Sargentis, G. F., and Koutsoyiannis, D.: Investigating the spatial characteristics of GIS visibility analyses and their correlation to visual impact perception with stochastic tools, EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-18212, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-18212>, 2020
- 127 Κατή Β., Κασσάρα Χ. 2021. «Πρόταση χωροθέτησης χερσαίων Αιολικών Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα για καθαρή ενέργεια χωρίς σημαντικές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα.», Εργαστήριο Διατήρησης της Βιοποικιλότητας. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.