

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Αγρονόμων και  
Τοπογράφων Μηχανικών

**ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ



NATIONAL TECHNICAL  
UNIVERSITY OF ATHENS

Faculty of Rural and Surveying

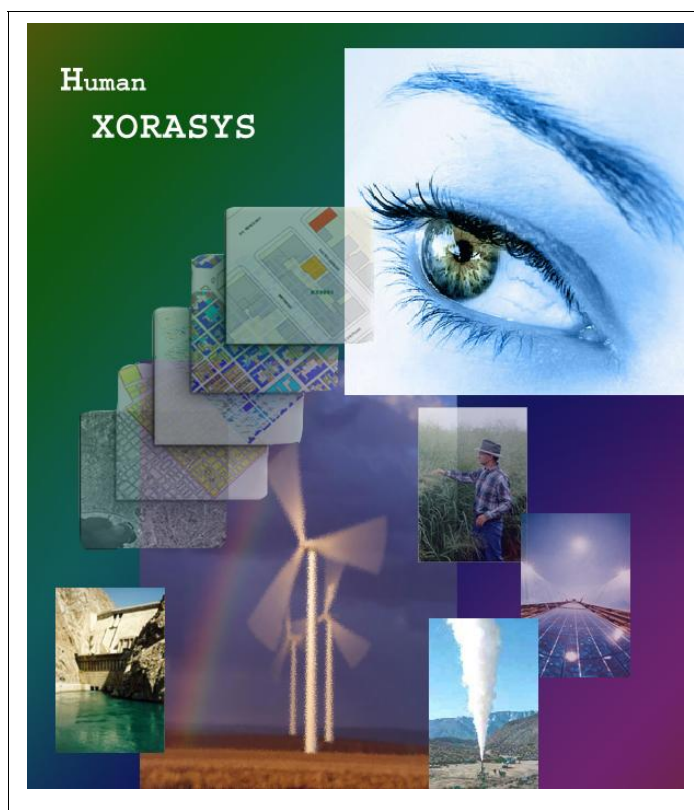
Engineering

**GEOINFORMATICS**

POST – GRADUATE PROGRAMME

## **ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΧΩΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ  
ΑΠΟΦΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ  
ΠΑΡΚΩΝ (σύστημα HUMAN ΧORASYS)**



Ξενάκης Θεόδωρος

**Αθήνα 2007**



## **Θερμές Ευχαριστιες . . .**

*Η ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας αποτελεί και την επίτευξη των προσωπικών μου στόχων, στο στάδιο των μεταπτυχιακών σπουδών και τον καρπό μιας μακροσκελούς χρονικά περιόδου στην οποία αφοσιώθηκα και πάλεψα σε γνωστικά μονοπάτια, τα οποία δεν κατείχα σε προπτυχιακό στάδιο. Σε αυτό το σημείο ξεχειλίζει το αίσθημα της υποχρέωσης να ευχαριστήσω όλους εκείνους που με στήριξαν σε αυτό το διάστημα της εργασίας μου, αλλά και του συνόλου των μεταπτυχιακών σπουδών, όχι μόνο ακαδημαϊκά, αλλά ηθικά, ψυχολογικά και συνειδησιακά.*

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή του Ε.Μ.Π. και διευθυντή του Εργαστηρίου Γεωγραφίας και Ανάλυσης του Χώρου, κ. Κωστή Κουτσόπουλο, για την εμπιστοσύνη που υπέδειξε στο πρόσωπο μου και μου ανέθεσε και επόπτευσε την διπλωματική μου εργασία. Ευχαριστώ θερμά τον δρ. Α.Τ.Μ. Θωμά Χατζηχρήστο για την πολύτιμη υποστήριξη του σε όλα τα στάδια υλοποίησης των νοητών μου στόχων που πιστεύω πως έλαβαν σάρκα και οστά μέσα από αυτή την εργασία.*

*Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να αποδώσω στην υποψήφια διδάκτορα Ε.Μ.Π. και MSc Α.Τ.Μ. Ακριβή Λέκκα για τις πολύτιμες συμβουλές, όσο και διορθώσεις επί των κειμένων. Επιπρόσθετα θα ήθελα να ευχαριστήσω την υποψήφια διδάκτορα Ε.Μ.Π. και MSc Α.Τ.Μ. Μάνια Λάμπρου. Θα ήθελα να αναφέρω πως και οι δύο με ενέπνευσαν να ασχοληθώ με το θέμα των Α.Π.Ε. και στις οποίες οφείλω την απόκτηση ενός περιβαλλοντικού προσανατολισμού και σκέψης, σε επαγγελματικό και προσωπικό επίπεδο.*

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω τους καθηγητές Ε.Μ.Π. κ. Μιχάλη Σακελλαρίου και κ. Δημήτρη Αργιαλά για την καθοδήγηση και στήριξη τους σε όλο το φάσμα των σπουδών μου, προπτυχιακών και μεταπτυχιακών και για τις ώρες συζητήσεων ακαδημαϊκού, αλλά και ευρύτερου περιεχομένου.*

Ευχαριστώ πολύ, για την ανοχή και την υπομονή τους, στην ιδιαίτερη αφοσίωση μου τόσο στην ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας, όσο και σε αυτά τα χρόνια σπουδών, όλους τους φίλους και συμφοιτητές μου.

Οι τελικές μου ευχαριστίες προορίζονται στην οικογένειά μου, της οποίας η απεριόριστη ηθική, ψυχολογική, αλλά και υλική συμπαράσταση με βοήθησε όχι μόνο να υλοποιώ στόχους μου, αλλά και να είμαι σε θέση να τους θέτω.

Αθήνα

Ιούνιος

2007

<u>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</u>	5
<u>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</u>	6
<u>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</u>	7
<u>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ</u>	13
<u>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ</u>	14
<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	15
<u>SUMMARY</u>	16
<u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</u>	17
<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	19
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ Α.Π.Ε.</u>	23
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.1: ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ</u>	26
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.2: ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</u>	32
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.3: ΚΥΜΑΤΙΚΗ - ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</u>	35
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.4: ΒΙΟΜΑΖΑ</u>	40
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.5: ΥΔΡΟΓΟΝΟ</u>	42
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.6: ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (Γενικά Στοιχεία)</u>	45
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</u>	47
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.1: ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ</u>	47
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.2: ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ</u>	49
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.2.1: ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ</u>	49
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.3: Η ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ / ΣΤΟΧΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ</u>	59
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4: ΝΟΜΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</u>	62

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4.1: Ο ΝΕΟΣ ΝΟΜΟΣ ΓΙΑ ΤΙΣ Α.Π.Ε. (ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΜΕ 2001/77/ΕΚ)</u>	62
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.5: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ</u>	82
<u>2.5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	82
<u>2.5.2 ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</u>	84
<u>2.5.3 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</u>	99
<u>2.5.4 ΚΙΝΔΥΝΟΙ - ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ</u>	107
<u>2.5.5 ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ</u>	110
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>Ο</sup> : ΧΩΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ</u>	112
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.1: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ</u>	112
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.1.1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	112
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.1.2: ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ</u>	114
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.2: Η ΣΧΕΣΗ ΤΩΝ Γ.Σ.Π. ΜΕ ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ (GIS - DSS)</u>	116
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3: ΧΩΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ (Spatial Decision Support System)</u>	119
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3.1: Εισαγωγή</u>	119
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3.2: Από το πρόβλημα στην απόφαση</u>	119
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3.2: Είδη χωρικών συστημάτων υποστήριξης απόφασης - Στοιχεία διαφοροποίησης από άλλα συστήματα</u>	122
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>Ο</sup> :ΧΩΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ HUMAN CHORASYS</u>	
132	
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.1: ΣΤΟΧΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</u>	132
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.2: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ</u>	135
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.2.1: Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ</u>	135
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.2.2: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΜΑΔΩΝ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ</u>	140
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</u>	144
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.4: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΧΩΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ</u>	148
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.5: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΧΟΡΑΣYS</u>	150
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.6 : ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</u>	152
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.6.1: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</u>	152
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.6.2: ΣΧΕΣΙΑΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ</u>	154
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.7: ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</u>	168
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8:Η ΔΙΕΠΤΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΧΡΗΣΤΗ</u>	174
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	174
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.2: ΥΠΟΔΟΧΗ ΧΡΗΣΤΗ</u>	176
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.3: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ</u>	177

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.4: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ</u>	178
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.5: ΕΙΣΟΔΟΣ ΒΑΡΩΝ</u>	181
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.6: ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ</u>	183
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.7: ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΧΑΡΤΗ</u>	184
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9 : ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ</u>	187
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	187
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.2: ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</u>	187
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</u>	188
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.4: ΤΡΕΞΙΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</u>	209
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.5: ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ</u>	233
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.10 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΧΟΡΑΣΥΣ</u>	235
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α</u>	240
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β</u>	259
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ</u>	262
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ</u>	275
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ</u>	278

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<i>Πίνακας</i>	<i>Περιγραφή</i>	<i>Σελίδα</i>
2.1	Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα αιολικών πάρκων έναντι χρήσεως μεμονωμένων ανεμογεννητριών	49
2.2	Κατώφλια ισχύος ανεμογεννήτριας	53
2.3	Συγκριτική παρουσίαση πύργων στηρίξεως	54
2.4	Στρατηγικός Στόχος Ελλάδας για παραγωγή ενέργειας από Α.Π.Ε. (χρονικός ορίζοντας 2005 – 2010)	59

<i>Πίνακας</i>	<i>Περιγραφή</i>	<i>Σελίδα</i>
3.1	Σύγκριση Χ.Σ.Α.Α. και	123

3.2	Σ.Λ.Α Σύγκριση Χ.Σ.Λ.Α. και Γ.Σ.Π.	124
-----	--	-----

<i>Πίνακας</i>	<i>Περιγραφή</i>	<i>Σελίδα</i>
4.1	Γνωρίσματα Οντοτήτων	159

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<i>Σχήμα</i>	<i>Περιγραφή</i>	<i>Σελίδα</i>
3.1	Κύρια συστατικά και αλληλοσυσχετισμοί ενός συστήματος λήψης απόφασης	115
3.2	Αρχιτεκτονική μιας ολοκληρωμένης εφαρμογής Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών	117
3.3	Η πορεία προς την απόφαση	121
3.4	Αρχιτεκτονική ενός Χωρικού Συστήματος Υποστήριξης Απόφασης	127

<i>Σχήμα</i>	<i>Περιγραφή</i>	<i>Σελίδα</i>
--------------	------------------	---------------

4.1	<i>Κατηγορίες πολιτών. Τα χρώματα στα βέλη σταθμίζουν τη βαρύτητα του περιβάλλοντος έναντι της αμιγούς τεχνικής και οικονομικής ανάπτυξης. Τα θερμά χρώματα αντιστοιχούν σε περιπτώσεις έντονης περιβαλλοντικής συνείδησης, ενώ τα ψυχρά σε απουσία αυτής</i>	137
4.2	<i>Γενικά Στοιχεία Συστήματος HXORASYS</i>	148
4.3	<i>Αρχιτεκτονική Συστήματος HXORASYS</i>	151
4.4	<i>Ανάλυση της δομής της βάσης δεδομένων</i>	153
4.5	<i>Γνωρίσματα οντοτήτων Χρηστών, Συλλόγων, Εργασίας και Διαμονής.</i>	156
4.6	<i>Γνωρίσματα οντότητας αιολικής εγκατάστασης</i>	157
4.7	<i>Γνωρίσματα οντότητας A/Γ</i>	157
4.8	<i>Γνωρίσματα οντότητας αιολικού δυναμικού</i>	158
4.9	<i>Γνωρίσματα οντότητας Ενεργειακού Σεναρίου</i>	158
4.10	<i>Τελικό μοντέλο οντοτήτων – συσχετίσεων</i>	163
4.11	<i>Κανονικοποίηση σχεσιακής βάσης δεδομένων</i>	164
4.12	<i>Μοντέλο συστήματος HXORASYS</i>	173

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

<i><b>Εικόνα</b></i>	<i><b>Περιγραφή</b></i>	<i><b>Σελίδα</b></i>
<i><b>1.1</b></i>	<i>Παρουσίαση βύθισης ωκεάνιας πλάκας κάτω από ηπειρώτικη, καθώς και βύθισης δύο ωκεάνιων</i>	<i>9</i>

	πλακών. Στην τρίτη περίπτωση έχουμε τη σύγκρουση δύο ηπειρωτικών πλακών	
1.2	Εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με τη χρήση γεωθερμικού πεδίου. Τα γεωθερμικό ρευστό χρησιμοποιείται για την κίνηση της τουρμπίνας, καθώς και για την θέρμανση κτιρίων.	10
1.3	Γεωθερμικές εφαρμογές στην Ισλανδία	11
1.4	Γεωθερμική γεώτρηση στη Συκιά της Άρτας	12
1.5	Ενεργητικό ηλιακό σύστημα (Αρχή λειτουργίας θερμοσίφωνα)	14
1.6	Περιγραφή παθητικού ηλιακού συστήματος	15
1.7	Φωτοβολταϊκή Κυψέλη	15
1.8	Μέθοδος TAPCHAN	18
1.9	Ο πεπιεσμένος αέρας θέτει σε κίνηση την τουρμπίνα	18
1.10	Αρχή λειτουργίας διάταξης που εκμεταλλεύεται την ενέργεια των ρευμάτων	19
1.11	Το νερό των παλιρροιών διέρχεται μέσα από το φράκτη και εισέρχεται στην δεξαμενή θέτοντας σε λειτουργία τις τουρμπίνες.	20
1.12	Αξιοποίηση της παλιρροιακής ενέργειας με γεννήτριες που μοιάζουν με αυτές των ανεμογεννητριών	20
1.13	Παραγωγή ενέργειας από τη βιομάζα. Υπόδειγμα επεξεργασίας αστικών υπολειμμάτων σε Χ.Υ.Τ.Α.	23

Εικόνα	Περιγραφή	Σελίδα
2.1	Χαρακτηριστική εικόνα ανεμόμυλου, Ολλανδικού τύπου	48

2.2	Η διάμετρος των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας (Growian, MOD5B) είναι 100,4 μέτρα	51
2.3	Βασικά μέρη ατράκτου ανεμογεννήτριας	53
2.4	Πύργος με στήριξη δικτύωματος	55
2.5	Υβριδικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής της Κύθνου	57
2.6	Οδικά έργα πρόσβασης σε αιολικό πάρκο της Liguria της Ιταλία	58

<b>Εικόνα</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Σελίδα</b>
2.7	Ισχυρή διάβρωση σε οδικό δίκτυο στη Βόρεια Ταϊλάνδη	86
2.8	Διάβρωση όξινων λιθολογικών σχηματισμών	87
2.9	Ένα αιολικό πάρκο διαταράσσει το τοπίο. Στις προηγούμενες εικόνες γίνεται εμφανής η διαφοροποίηση του τοπίου, με και χωρίς τις ανεμογεννήτριες σε μια περιοχή της Ουαλίας. Στους κόκκινους κύκλους εικονίζονται οι κυριότερες επιβαρύνσεις στο υφιστάμενο τοπίο	95
2.10	Μετρήσεις που έλαβαν χώρα στο αιολικό πάρκο του Κ.Α.Π.Ε. στο Λαύριο. Γίνεται αντιληπτό πως σε απόσταση 200 μέτρων από την ανεμογεννήτρια, όπου βρίσκονται παράλληλα και τα όρια του οικισμού, η ένταση του ήχου είναι 44 dB	97
2.11	Συνύπαρξη αγροτικών και κτηνοτροφικών χρήσεων γης με αιολικό πάρκο	105
2.12	Επίδραση κατασκευών σε ένα	107



2.13	<p>προστατευόμενο τοπίο φυσικού κάλλους</p> <p>Στις αρχές του 2006, μια σφοδρή κακοκαιρία με χαμηλές θερμοκρασίες και ισχυρούς ανέμους έπληξε την Ελλάδα, με αποτέλεσμα να καταρρεύσουν από τις δυσμενείς συνθήκες 6 πυλώνες στην Κεφαλονιά και την Ιθάκη και να μείνει το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων χωρίς ρεύμα. Να σημειωθεί πως το αιολικό πάρκο δεν βοήθησε τελικά, καθώς οι χαμηλές θερμοκρασίες και η άπνοια που ακολούθησαν, το έθεσαν</p>	108
2.14	<p>εκτός λειτουργίας Κεραυνός πλήττει ανεμογεννήτρια σε αιολικό πάρκο στην Κίνα</p>	108

Εικόνα	Περιγραφή	Σελίδα
4.1	<p>Προγραμματιστικό περιβάλλον Visual Basic Editor</p>	149
4.2	<p>Η σχεσιακή δεδομένων που φιλοξενεί τα προσωπικά δεδομένα, τα σενάρια και τα βάρη των χρηστών</p>	167
4.3	<p>Γραφικό περιβάλλον χρήστη / Υποδοχή Χρήστη</p>	176
4.4	<p>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Εισαγωγή δεδομένων που αφορούν την υπόσταση του χρήστη (α)</p>	177
4.5	<p>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Εισαγωγή δεδομένων που αφορούν την υπόσταση του χρήστη (β)</p>	177
4.6	<p>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Καθορισμός Στοιχείων Σεναρίου (α)</p>	179
4.7	<p>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη</p>	179

	<i>/ Καθορισμός Στοιχείων Σεναρίου (β)</i>	
<b>4.8</b>	<i>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Καθορισμός Στοιχείων Σεναρίου (γ)</i>	<i>180</i>
<b>4.9</b>	<i>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Καθορισμός Στοιχείων Σεναρίου (δ)</i>	<i>180</i>
<b>4.10</b>	<i>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Εισαγωγή Βαρών (α)</i>	<i>181</i>
<b>4.11</b>	<i>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Εισαγωγή Βαρών (β)</i>	<i>181</i>
<b>4.12</b>	<i>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Εισαγωγή Βαρών (γ)</i>	<i>182</i>
<b>4.13</b>	<i>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Αναλυτικό Μοντέλο (α)</i>	<i>183</i>
<b>4.14</b>	<i>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Αναλυτικό Μοντέλο (β)</i>	<i>184</i>
<b>4.15</b>	<i>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Μορφοποίηση και μετεπεξεργασία χάρτη (α)</i>	<i>185</i>
<b>4.16</b>	<i>Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Μορφοποίηση και μετεπεξεργασία χάρτη (β)</i>	<i>186</i>
<b>4.17</b>	<i>Προσωπικές γεωβάσεις κανονικοποιημένων και διανυσματικών δεδομένων (ArcCatalog)</i>	<i>190</i>
<b>4.18</b>	<i>Θεματικό επίπεδο γεωλογικής καταλληλότητας νήσου Μήλου</i>	<i>192</i>
<b>4.19</b>	<i>Υδρογραφικό δίκτυο νήσου Μήλου</i>	<i>193</i>
<b>4.20</b>	<i>Αποδημητικά πτηνά και το προστατευόμενο είδος <i>Vipera Lebetina</i></i>	<i>194</i>
<b>4.21</b>	<i>Περιοχές Natura 2000 νήσου Μήλου</i>	<i>195</i>
<b>4.22</b>	<i>Εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό</i>	<i>196</i>
<b>4.23</b>	<i>Βήματα δημιουργίας χάρτη αιολικού δυναμικού</i>	<i>197</i>
<b>4.24</b>	<i>Χάρτες προσανατολισμού, κλίσεων και υψομετρικές ζώνες νήσου Μήλου</i>	<i>199</i>
<b>4.25</b>	<i>Χάρτης Ορατότητας νήσου Μήλου</i>	<i>201</i>

4.26	Θερμές Πηγές νήσου Μήλου	202
4.27	Οικισμοί Μήλου	203
4.28	Στοιχεία ραδιοβοηθήματος Μήλου	204
4.29	Αεροδρόμιο και ραδιοβοήθημα Μήλου	204
4.30	Οδικό Δίκτυο νήσου Μήλου	205
4.31	Υποθετικό Δίκτυο Δ.Ε.Η. νήσου Μήλου	206
4.32	Πολιτιστικές θέσεις νήσου Μήλου	207
4.33	Σεισμικά ρήγματα νήσου Μήλου	208
4.34	Ανάγνωση εισαγωγικού σημειώματος	209
4.35	Εισαγωγή προσωπικού κωδικού	209
4.36	Συμπλήρωση προσωπικών δεδομένων και δεδομένων του χώρου εργασίας του χρήστη	210
4.37	Συμπλήρωση δεδομένων συλλόγου ένταξης χρήστη και χώρου διαμονής	210
4.38	Καθορισμός αριθμού και ονομασίας σεναρίων (α)	211
4.39	Καθορισμός αριθμού και ονομασίας σεναρίων (β)	211
4.40	Καθορισμός αριθμού και ονομασίας σεναρίων (γ)	212
4.41	Συμπλήρωση περιγραφικών δεδομένων πρώτου σεναρίου (α)	213
4.42	Συμπλήρωση περιγραφικών δεδομένων πρώτου σεναρίου (β)	213
4.43	Συμπλήρωση περιγραφικών δεδομένων πρώτου σεναρίου (γ)	214
4.44	Ο χρήστης εισάγει σε πόσες συνεδρίες καθορίστηκαν τα βάρη	215
4.45	Σελίδα εισαγωγής βαρών ανά θεματικό επίπεδο	216
4.46	Σχετικά και κανονικοποιημένα βάρη πρώτου σεναρίου	217

4.47	Φόρμα εισαγωγής σχετικών βαρών ανά χαρακτηριστικό θεματικού επιπέδου.	217
4.48	Κανονικοποιημένα βάρη χαρακτηριστικών θεματικών επιπέδων	218
4.49	Μήτρα Σχετικών και Κανονικοποιημένων Βαρών	218
4.50	Καθορισμός παραμέτρων ανάλυσης	219
4.51	Σελίδα αναλυτικού μοντέλου	219
4.52	Ρύθμιση παραμέτρων αναλυτικού μοντέλου	220
4.53	Σελίδα μορφοποίησης	220
4.54	Εξαγόμενο Αρχείο pdf	221
4.55	Εισαγωγή τίτλου στο χάρτη	221
4.56	Χάρτης εμφάνισης διαβαθμισμένης καταλληλότητας περιοχών	222
4.57	Στιγμιότυπο από τη σχεσιακή βάση δεδομένων (ArcCatalog)	223
4.58	Εισαγωγή στοιχείων σεναρίου κατασκευής αιολικού πάρκου 160 MW (α)	224
4.59	Εισαγωγή στοιχείων σεναρίου κατασκευής αιολικού πάρκου 160 MW (β)	224
4.60	Εισαγωγή στοιχείων σεναρίου κατασκευής αιολικού πάρκου 160 MW(γ)	225
4.61	Επιφάνεια συμπλήρωσης βαρών θεματικών επιπέδων (δύο κύκλοι)	226
4.62	Σχετικά και κανονικοποιημένα βάρη θεματικών επιπέδων	226
4.63	Κανονικοποιημένα βάρη δευτέρου σεναρίου	227
4.64	Καθορισμός παραμέτρων ανάλυσης	227
4.65	Καθορισμός παραμέτρων μοντέλου δευτέρου σεναρίου	228
4.66	Διαβαθμισμένος χάρτης καταλληλότητας δευτέρου σεναρίου	228

4.67	Προετοιμασία αρχείου κειμένου (Remap.txt)	229
4.68	Επαναταξινόμηση (reclassify)	230
4.69	Επαναταξινόμημένος χάρτης	231
4.70	Χάρτης σε διανυσματική μορφή και με εφαρμογή κατάλληλης χρωματικής κλίμακας	231
4.71	Καθορισμός παραμέτρων επιλογής	232
4.72	Περιοχές όπου πληρούν τα κριτήρια επιλογής	232
4.73	Σύγκριση παραγομένων χαρτών από τα δύο σενάριο. Στους κύκλους διακρίνονται ορισμένες εμφανείς διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο σεναρίων	233

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Πίνακας	Περιγραφή	Σελίδα
2.1	Ροή αδειοδοτικών εργασιών για την έγκριση μιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας	67

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Ιστόγραμμα	Περιγραφή	Σελίδα
2.1	Ισχύς αιολικών πάρκων σε λειτουργία σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Οκτώβριος 2006)	61

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην προσπάθεια καταστολής του προβλήματος της ανεξέλεγκτης χωροθέτησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και ιδιαίτερα αιολικών πάρκων, καθώς και των συνεπαγόμενων αξιόλογων περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούν, αναπτύσσεται το σύστημα Human XORASYS.

Το σύστημα Human XORASYS είναι ένα υβριδικό χωρικό σύστημα υποστήριξης απόφασης που συνδυάζει στοιχεία και μεθόδους Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Χωρικά δεδομένα, τα οποία έχουν εισαχθεί και διαχειριστεί, εντός

λογισμικού Γ.Σ.Π. (*ArcGIS 9.2*), λαμβάνουν σχετικά βάρη και αναλύονται από το μοντέλο του συστήματος, του οποίου η λειτουργία βασίζεται στην άλγεβρα χαρτών (*Map Algebra*). Παράλληλα, η οργάνωση των δεδομένων, αλλά και η διαχείριση των βαρών σύμφωνα με στοιχεία των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, φιλτράρουν το εξαγόμενο αποτέλεσμα και του προσδίδουν ένα επιπρόσθετο περιβαλλοντικό, αλλά και οικονομοτεχνικό χαρακτήρα. Τα τελικά αποτελέσματα μορφοποιούνται και επιδέχονται ερωτήσεις από τους χρήστες του συστήματος. Πλην του μοντέλου και της βάσης δεδομένων, το σύστημα έχει ένα φιλικό προς το χρήστη γραφικό περιβάλλον, ώστε να είναι σε θέση να εφαρμοστεί, με σχετική επιτυχία, από ένα ευρύ σύνολο κοινού, των οποίων οι απόψεις και τα προσωπικά δεδομένα εισάγονται σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων. Το σύστημα Human XORASYS εφαρμόστηκε πειραματικά σε δεδομένα που αφορούν τη νήσο Μήλο.

Το σύγγραμμα αποτελείται από 5 ενότητες. Στις τρεις πρώτες ενότητες (Α, Β, και Γ) αναλύονται τα είδη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, οι αρχές λειτουργίας των αιολικών πάρκων, το νομικό καθεστώς των Α.Π.Ε., όπως και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων, τα οποία αποτελούν και αντικείμενα της εργασίας. Στην τέταρτη ενότητα λαμβάνει χώρα μια εισαγωγή στα χωρικά συστήματα υποστήριξης απόφασης. Στη πέμπτη και τελευταία ενότητα παρατίθενται οι τεχνικές λεπτομέρειες του συστήματος HXORASYS, η πειραματική εφαρμογή του, αλλά και τα πορίσματα και οι τελικές προτάσεις έπ' αυτού.

## **SUMMARY**

Toward the process of tackling the problem of the uncontrollable Renewable Sources of Energy sitting with an emphasis on wind farms, as well on the resulting environmental consequences due to their installation, is developed the Human XORASYS system.

Human XORASYS is a hybrid spatial decision support system, which combines methods and aspects of Geographic Information Systems and the Environmental Impact Assessments. Spatial data, where have

imported and managed, into a GIS program (ArcGIS 9.2), are taken relative weights (by the user of the system) and are analyzed by the system model, which its running depends on the theoretic area of Map Algebra. Parallel to that, the organization of data, as well the weight management, according to Environmental Impact Assessment aspects, filter the outputs and give an additional environmental, technical and economical character. Outputs could be shaped and received questions by the users of the system. Beside of the model and database, the system has an attractive graphical user interface, which is in a proper place to run, with non ignorable results, by a wide band of users, which their opinion and personal data are imported in to a relational database. Human XORASYS tested in data, which are related to the island of Milos.

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

Το έτος 2005, ο πλανήτης βρέθηκε στο κόκκινο, καθώς σύμφωνα με τις μετρήσεις και τα στατιστικά δεδομένα των διεθνών επιστημονικών ομάδων, αποδείχθηκε ως το πιο θερμό έτος, από τότε που ξεκίνησαν οι καταγραφές και οι ατμοσφαιρικές και μετεωρολογικές παρατηρήσεις. Παράλληλα από το 1983, η μέση ετήσια θερμοκρασία παρουσιάζει εκθετική άνοδο. Οι πιο ευοίωνες προοπτικές προσβλέπουν σε άνοδο της



μέσης θερμοκρασίας κατά 1,5 °C, τη στιγμή που σήμερα (2007) έχει ήδη αυξηθεί κατά 0,6 °C και πορεύεται σε ανιούσα πορεία.

Οι κλιματικές αλλαγές κρούουν τη θύρα του πλανήτη. Πλέον αντικρίζουμε ολοένα και με μεγαλύτερη συχνότητα τις ακραίες εκφάνσεις της φύσης που κατακερματίζουν και κονιορτοποιούν τις παγκόσμιες οικονομίες και ισορροπίες. Ο τυφώνας Κατρίνα ισοπέδωσε την πολιτεία της Νέας Ορλεάνης, ο φονικός καύσωνας στην Ευρώπη το 2005 στοίχισε τη ζωή σε 30000 ανθρώπους, ενώ σε μια ενδεχόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας θα πληγεί σχεδόν ο μισός και πλέον πληθυσμός του πλανήτη, διότι έχει δομήσει τις τιμιεντένιες βάσεις του πολιτισμού του σε γειτνίαση με τις ακτογραμμές.

Μέσα από μια ανάγνωση του καθημερινού τύπου, αλλά και της αύξησης της συχνότητας διοργάνωσης διεθνών συσκέψεων για το περιβάλλον, όπως τα συνέδρια του Ρίο και του Κιότο, αποδεικνύουν πως κάτι συμβαίνει με το κλίμα, αλλά και το ότι κάτι πρέπει να επιτελεστεί άμεσα, προτού η φύση μας κηρύξει τον άνισο τρίτο παγκόσμιο πόλεμο και μας αναγκάσει σε άτακτο επαναποικισμό των σπηλιών.

Μέχρι στιγμής, η λύση του γόρδιου δεσμού (και αναφέρω αυτή τη φράση διότι κανένας δεν συμμορφώνεται σε μια περιβαλλοντική συμπεριφορά, καθώς όχι μόνο στην ανώτερη οικονομική στάθμη των πολυεθνικών, αλλά και σε ατομικό – προσωπικό επίπεδο φρονούμε πως η ποιότητα ζωής κατοικεί σε εγωιστικές και πρόσκαιρες, όσο δηλαδή διαρκεί η ύπαρξη μας, υλικές απολαύσεις) προσδιορίζεται στη χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Τι πιο μεγαλοφυές από το να αξιοποιούμε ότι μας παρέχεται φυσικά και απεριόριστα από το κλειστό γήινο, αλλά και συμπαντικό, αέριο, περιβάλλον. Ο ήλιος, ο αέρας το νερό και πολλές άλλες φυσικές δυνάμεις συγκεντρώνονται για να παράγουν τη φαιά ουσία, το αίμα του πολιτισμού που είναι η ηλεκτρική ενέργεια.

Προοδευτικά, τα μελανά λιγνητοφόρα κοιτάσματα και οι πετρελαϊκές συγκεντρώσεις θα παραχωρήσουν τη σκυτάλη στις αθώες πνοές του ανέμου και στα απαλά αγγίγματα των ηλιαχτίδων, ενώ οι μηχανές των τροχοφόρων θα κινούνται με.... αγριαγκινάρα. Πραγματικά φιλόδοξα σενάρια που ευελπιστούν να αποτρέψουν μια μη αναστρέψιμη πληγή του πλανήτη.

Η Ελλάδα, με τους δυνατούς αγέρηδες που τη σαρώνουν και από τα μεγαλύτερα στον κόσμο ποσοστά ηλιοφάνειας, τις αποδεσμεύουν τα μονοπάτια για χρήση των Α.Π.Ε.. Ακολουθώντας τις παγκόσμιες τάσεις και προσβλέποντας στην ευνοϊκή νομοθετική ρύθμιση και τιμολόγηση των Α.Π.Ε. δεκάδες ιδιώτες, αλλά και το δημόσιο επιχειρούν να επενδύσουν. Βέβαια είναι αυτονόητο πως στον προσπορισμό και στις προοπτικές μιας επένδυσης είναι και το ίδιο όφελος. Όμως όταν αναδεικνύεται σε κυρίαρχο ζήτημα, τότε ανακύπτουν τείχη και συνέπειες, με αποδέκτη το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Εστιάζοντας το ενδιαφέρον στην αιολική ενέργεια προκύπτουν πολυάριθμα οφέλη. Ο άνεμος είναι μια ήπια μορφή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Όχι όμως τόσο αθώα! Για να εκμεταλλευτούμε τις ισχυρές ριπές του αιόλου διανοίγονται δρόμοι μέσα από ανέγγιχτα για αιώνες δασικά οικοσυστήματα, οι οποίοι τα υποβαθμίζουν και τα διαταράσσουν. Οι γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης παγιδεύουν την ορνιθοπανίδα σε ηλεκτροφόρα βρόχια, ενώ η κατακόρυφη συνιστώσα του τοπίου αλλοιώνεται δια παντός.

Οι τοπικές κοινωνίες που έτυχε, ή, καλύτερα ατύχησαν να γειτνιάζουν με ένα χειρίστου σχεδιασμού αιολικό πάρκο αντιδρούν. Οι αντιδράσεις δημοσιοποιούνται στον τύπο και δημιουργούνται προκαταλήψεις απέναντι στην αιολική ενέργεια. Οι προκαταλήψεις και η παραπληροφόρηση φέρνει προσφυγές στο ΣτΕ και αυτό με τη σειρά του, σε αρκετές περιπτώσεις φράζει, ίσως και σωστά μελετημένες προοπτικές για αιολική εκμετάλλευση.

Από την άλλη πλευρά της όχθης καιροσκοπούν οι δήθεν υπέρμαχοι της αειφόρου ανάπτυξης. Ονειρεύονται μια οικονομική ανέλιξη της εταιρείας τους, η οποία θα λάβει σάρκα και οστά με την εναλλαγή του τοπίου σε ένα απέραντο αιολικό πάρκο. Όμως, ξεχνούν ότι σε αυτές τις θέσεις κοινωνούν σπάνια και ποικιλόμορφα είδη χλωρίδας και πανίδας. Ξεχνούν ότι οι κάτοικοι των διπλανών χωριών και κοινοτήτων, αλλά και οι απλοί περιπατητές συνδέονται συναισθηματικά με τον τόπο ως έχει και ότι αν αλλοιωθεί, αυτοί καθημερινά θα τον αντικρίζουν και θα αναπολούν την παλιά γραφικότητα του.

Σε αυτά τα χάσματα αναγνωρίζω το χρέος μου, πρώτα ως άνθρωπος και έπειτα ως μηχανικός, στο να παρέμβω και να παραστώ χρήσιμος. Το σύστημα Human Xorasys που ανέπτυξα στα πλαίσια της μεταπτυχιακής μου διπλωματικής αποτελεί ένα συνδυασμό σύγχρονων επιστημονικών – υπολογιστικών πεδίων, όπως είναι τα χωρικά συστήματα λήψης απόφασης (spatial decision support systems), οι βάσεις δεδομένων (databases) και τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (geographical information systems). Ο στόχος της μελέτης είναι η τάχιστη, αποτελεσματική, προπαρασκευαστική εύρεση περιοχών κατάλληλων για τη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου. Η έννοια της καταλληλότητας εμπεριέχει τον όρο της περιβαλλοντικής αντοχής. Για αυτό το λόγο, για να αποκτήσει το σύστημα και κατά συνέπεια τα πορίσματα του συστήματος, περιβαλλοντική χροιά, χρησιμοποίησα στοιχεία των μεθόδων εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ενώ διαμόρφωσα όσο το δυνατόν πιο φιλική προς το χρήστη, τη διεπιφάνεια αλληλεπίδρασης, ώστε να είναι σε θέση το σύστημα να εφαρμοστεί από τον οποιοδήποτε.

Καταβλήθηκε προσπάθεια για να διατηρήσει όλο το σύγγραμμα μια ισορροπία μεταξύ της επιστημονικής – τεχνικής σοβαρότητας του, όσο και μιας απλότητας και προσιτότητας ως προς τον ειρμό του λόγου. Επιδίωξη μου και ελπίζω, όχι ουτοπική, είναι μέσα από αυτή την μικρή μου συνεισφορά, να ευαισθητοποιήσω τον αναγνώστη κυρίως ως προς την περιβαλλοντική διάσταση υπό την οποία πρέπει να εξετάζεται η κάθε αναπτυξιακή, χωροταξική και πολεοδομική επέμβαση.

Ολοκληρώνοντας αυτό το εισαγωγικό σημείωμα, θα επιθυμούσα να αναφέρω μια αρχαία ρήση των Ελλήνων, την οποία την ανέγνωσα για πρώτη φορά από το σύγγραμμα του κ. Κασσιού “Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από έργα και προγράμματα” και αναφέρει «ότι άμες δε γεσόμεθα πολλώ κύρωνες» δηλαδή ότι η γη που παραλαμβάνουμε θα την διατηρήσουμε και θα την αφήσουμε καλύτερη για τις επόμενες γενιές.

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η αιολική ενέργεια χαρακτηρίζεται ως ένας ήπιος και ιδιοφυής τρόπος παραγωγής ενέργειας, ο οποίος στηρίζεται στην αξιοποίηση της κινητικής ενέργειας του ανέμου και στην τελική μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία βηματοδοτεί όλες τις κοινωνικές και οικονομικές δραστηριότητες. Οι ποικίλες εκφάνσεις των επερχομένων κλιματικών αλλαγών έδρασαν ως καταλύτης για τη νομοθετική και όχι μόνο κατοχύρωση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Η Ελλάδα ακολουθώντας τις κοινοτικές κατευθύνσεις έχει θέσει και συνεχίζει να διαμορφώνει στόχους εγκαθίδρυσης και συμμετοχής των Α.Π.Ε. στο υφιστάμενο ενεργειακό καθεστώς. Με το νέο νομοθετικό πλαίσιο (ν. 3017 / 2002) και το ειδικό χωροταξικό πλαίσιο για τις Α.Π.Ε. έρχεται να πραγματοποιήσει και να οριοθετήσει χωροταξικά, ζώνες εφαρμογής των συγκεκριμένων χρήσεων. Παράλληλα δημιουργεί ευοίωνες συνθήκες επένδυσης και υποστήριξης των υποψηφίων επενδυτών, οι οποίοι επιθυμούν να εκμεταλλευτούν τις αναπτυξιακές τάσεις και να επέμβουν επιχειρηματικά με τη δημιουργία δραστηριοτήτων – χρήσεων Α.Π.Ε..

Το πρόβλημα και η αναγκαιότητα για παρέμβαση προκύπτει όταν ο σχεδιασμός διαφεύγει από τους προκαθοριζόμενους στόχους, υπερβαίνει τις τοπικές περιβαλλοντικές ανοχές και αλλοιώνει τους παράγοντες εκείνους, για τη βελτίωση των οποίων δημιουργήθηκαν οι Α.Π.Ε.. Δυστυχώς, τόσο οι κλιματικές αλλαγές όσο και οι αναπτυσσόμενες Α.Π.Ε. δεν είχαν προβλεφθεί προγενέστερα από τα χωροταξικά και νομοθετικά πλαίσια, με αποτέλεσμα να χωροθετηθούν σε ζώνες όπου δεν θα έπρεπε και να επιφέρουν σχετικές περιβαλλοντικές και κοινωνικές οχλήσεις.

Η αιολική ενέργεια συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μερίδιο αντιδράσεων, αλλά και επενδυτικού ενδιαφέροντος. Από την μια πλευρά η Ρ.Α.Ε. δέχεται εκθετικά αυξανόμενες αιτήσεις για χωροθέτηση αιολικών πάρων και από την άλλη πλευρά το ΣτΕ προβαίνει σε ακυρωτικούς ελέγχους. Επιπρόσθετα η πληθώρα των κριτηρίων και των ταυτόχρονων παραγόντων που πρέπει να συνυπολογιστούν για τη

διαδικασία μιας χωροθέτησης αναδεικνύουν την αξία μιας υπολογιστικής υποβοήθησης των διαδικασιών χωροθέτησης αιολικών έργων, αλλά και γενικά Α.Π.Ε.

Ένα από αυτά τα συστήματα που φιλοδοξεί να αξιοποιηθεί από τους αναλυτές και σχεδιαστές του χώρου είναι το αναπτυσσόμενο σύστημα, στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διπλωματικής του μεταπτυχιακού προγράμματος «Γεωπληροφορική», Human XORASYS.

Το περιεχόμενο της μελέτης αφορά την ανάπτυξη ενός χωρικού συστήματος υποστήριξης απόφασης που συνδυάζει στοιχεία, εργαλεία και μεθόδους από τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και τις Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και υποστηρίζει την λήψη ορθών και περιβαλλοντικά προσανατολισμένων αποφάσεων.

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας επεξηγείται η χρηστικότητα του συστήματος στη χωροθέτηση χρήσεων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, με έμφαση στην αιολική ενέργεια. Γεωγραφική ζώνη αναφοράς για την δοκιμή του συστήματος επιλέγεται το γραφικό νησί της Μήλου.

Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια εισαγωγή στα διάφορα υφιστάμενα είδη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Οι υψηλές συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου και ιδιαίτερα του διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>, καθώς η εμφάνιση σοβαρών και επώδυνων κλιματικών αλλαγών ώθησαν τη διεθνή επιστημονική και οικονομική κοινότητα, μέσα από διεθνής συνδιασκέψεις στην ανεύρεση ήπιων μεθόδων παραγωγής ενέργειας. Στην ενότητα περιγράφεται η μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο, το νερό, τη βιομάζα, τη θερμότητα της γης και το υδρογόνο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, ο αναγνώστης εισάγεται στο χώρο της τεχνολογίας των αιολικών πάρκων, όπως και στο νομικό καθεστώς που διέπει τις Α.Π.Ε.. Η αφήγηση ξεκινά από τον τρόπο δημιουργίας του ανέμου και φτάνει ως τις τεχνικές λεπτομέρειες και τις βασικές συνισταμένες της μεθόδου παραγωγής ενέργειας από τον άνεμο. Κατόπιν, παρατίθεται το νέο νομικό πλαίσιο για τις Α.Π.Ε.. Με συνοπτική, αλλά μεστή μέθοδο ξετυλίγονται τα νομικά μονοπάτια, οι δυστοκίες τους, αλλά και οι θετικές αποχρώσεις που τείνουν να απλοποιήσουν και βελτιστοποιήσουν τις αδειοδοτικές διεργασίες ενός αιολικού πάρκου, αλλά και να ικανοποιήσουν τους εθνικούς ενεργειακούς και τις συνθήκες διαφάνειας των διαδικασιών, στοιχεία που προσδιορίζονται στη ενότητα.

Επιπρόσθετα αναφέρονται όλες οι περιβαλλοντικές μεταβλητές που θίγονται, ή, επωφελούνται από ένα αιολικό πάρκο. Το περιβάλλον διαχωρίζεται σε φυσικό και ανθρωπογενές, με παράλληλη συνάθροιση των ενδεχόμενων κινδύνων. Μια αιολική εγκατάσταση διαφοροποιεί το διαμορφωμένο περιβάλλον με θετικές και αρνητικές επιπτώσεις. Η ενότητα εστιάζεται στον χαρακτήρα των συνεπειών επί των περιβαλλοντικών παραμέτρων.

Στο τρίτο κεφάλαιο επιχειρείται μια θεωρητική προσέγγιση των χωρικών συστημάτων υποστήριξης απόφασης. Συγκεκριμένα, αναλύεται η αρχιτεκτονική των συστημάτων, τα είδη των διαθέσιμων συστημάτων, το πεδίο εφαρμογής τους, ενώ παράλληλα διατυπώνονται τα σημεία ομοιότητας και αποκλίσεως με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών και τα συστήματα υποστήριξης απόφασης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται με κάθε λεπτομέρεια το σύστημα Human XORASYS. Η ανάλυση ξεκινά με την απεικόνιση της αρχιτεκτονικής του συστήματος. Κατόπιν το κάθε συστατικό μέρος αναλύεται σε βάθος. Η σχεσιακή βάση δεδομένων, η προετοιμασία και εισαγωγή των στοιχείων από τα οποία θα προέλθει η πληροφορία της χωροθέτησης, η γραφική επιφάνεια αλληλεπίδρασης και το μοντέλο ανάλυσης των δεδομένων αποδίδονται με σχολαστικό τρόπο. Για την πληρέστερη κατανόηση του συστήματος δομείται και ένα παράδειγμα που αφορά τη νήσο Μήλο και αξιοποιεί την πλήρη λειτουργικότητα του συστήματος.

Στα κεφάλαια των συμπερασμάτων και των προτάσεων σχολιάζεται η αποτελεσματικότητα του συστήματος, η ορθότητα των πορισμάτων, καθώς και εκείνες οι επεκτάσεις, οι οποίες αν υλοποιηθούν θα αναδείξουν τη ουσιαστική συνεισφορά του συστήματος.

Το σύγγραμμα ολοκληρώνεται με μια σειρά παραρτημάτων που συνοδεύουν και συμπληρώνουν το θεωρητικό υπόβαθρο του κυρίου μέρους της εργασίας. Παράλληλα επισυνάπτονται και οι χάρτες που παρήχθησαν από την εφαρμογή του συστήματος στο Μέρος Δ και αφορούν τη διαβάθμιση της καταλληλότητας περιοχών για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων στη νήσο Μήλο.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1



ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ Α.Π.Ε.**

Από την αιολική σφαίρα του Ήρωνα, την οποία ανακάλυψε το 100 π.χ. έως τα σημερινά τεχνολογικά πρότυπα, πολλά έχουν διαφοροποιηθεί. Ο άνθρωπος, από την αρχαιότητα, πάσχιζε να ανακαλύψει τρόπους και μεθοδολογίες παραγωγής ενέργειας – έργου, για την επιτέλεση διαφόρων δραστηριοτήτων. Οι καθημερινές εργασίες και οι μεταφορές προέβαλλαν την αναγκαιότητα, ενώ η ακμάζουσα πνευματική και επιστημονική δομή έθετε νόμους και θεωρήματα, όπου να μπορούσαν να στηριχθούν καινοτομίες και επιτεύγματα, ορόσημα στην ιστορία της ανθρωπότητας.

Το 1775 ιδρύεται το πρώτο εργοστάσιο παραγωγής ατμομηχανών, που πήρε το όνομα του Σκοτσέζου μηχανικού Τζαίμς Βατ. Ο Βατ ανακάλυψε τη δυνατότητα παραγωγής έργου, με χρήση της δύναμης του ατμού. Η πρώτη εμβολοφόρα ατμομηχανή είναι γεγονός και μαζί της το κατόφλι μιας βιομηχανικής επανάστασης. Οι αιώνες περνούσαν, η επαρχία εγκαταλείπεται σταδιακά, στα πλαίσια μιας αστικοκεντρικής νοοτροπίας. Τα αστικά κέντρα μεταμορφώνονται σε μεγαλουπόλεις και σε έδρες συσσώρευσης κεφαλαίου. Υπερμεγέθη βιομηχανικά κέντρα ξεπροβάλλουν, ενώ οι υπερκαταναλωτικές συνήθειες των κατοίκων των πόλεων επιφέρουν ολοένα και υψηλότερη ζήτηση σε αγαθά και επομένως αυξάνουν τόσο τον αριθμό των βιομηχανιών, όσο και των απαιτήσεων σε παραγόμενη ενέργεια.

Η ηλεκτρική ενέργεια και το κινητήριο καύσιμο του κόσμου είναι το πετρέλαιο, ο λιγνίτης και γενικώς τα παράγωγα του άνθρακα. Κανένας δεν υπολογίζει και δεν μεριμνά τη λέξη της αειφορίας και της ποιότητας του περιβάλλοντος. Το κέρδος και η αύξηση του κεφαλαίου σκιάζουν την επερχόμενη απειλή του πλανήτη. Η κρίση του πετρελαίου επέφερε μια αναταραχή και μια συνειδητοποίηση, ότι εξαρτόμαστε από το πετρέλαιο και ότι υπάρχουν και άλλοι τρόποι να παραχθεί ενέργεια.

Όμως η παραγωγή αδιαφόρησε για την καταστροφή που προξενεί στον πλανήτη που μας φιλοξενεί και συνέχισε το έργο της, με έμμεση σύμπραξη όλων των κατοίκων, ιδιαίτερα των ανεπτυγμένων χωρών. Οι περιβαντολλόγοι, οι μετεωρολόγοι και οι κλιματολόγοι παρουσιάζοντας τα άλλοτε αισιόδοξα και άλλοτε θρηνητικά μοντέλα τους, κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου, σχετικά με την πορεία του περιβάλλοντος. Κανένας δεν μπορεί να διανοηθεί, ακόμα και σήμερα, έπειτα από τα σοβαρά πλήγματα ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως ήτο και ο τυφώνας Κατρίνα, ο οποίος έπνιξε τη Νέα Ορλεάνη, πως ετοιμάζουμε το έδαφος για την προκείμενη εξαφάνιση μας, ως είδος.

Σε μια διακυβερνητική διάσκεψη για την κλιματική αλλαγή, στην οποία έλαβαν μέρος πάνω από 2000 επιστήμονες κατέληξαν με μια αναφορά τους στα εξής:

1. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες αυξάνουν αποδεδειγμένα τις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου που είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και τα οξείδια του νατρίου.
2. Η παγκόσμια μέση θερμοκρασία αυξήθηκε κατά  $0,3 - 0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
3. Οι εκπομπές θείου, που έχουν προκληθεί κυρίως από τις εκρήξεις ηφαιστειών, έχουν μετατοπίσει σημαντικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
4. Οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου θα ανεβάσουν την παγκόσμια μέση θερμοκρασία από  $1 - 3,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  έως το 2100.
5. Η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί κατά  $10 - 25 \text{ cm}$  τα τελευταία 100 χρόνια.
6. Η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας αναμένεται να αυξηθεί κατά  $15 - 95 \text{ cm}$  έως το 2100.
7. Οι θερμοκρασιακές μεταβολές θα επιφέρουν σίγουρα απότομες διαφοροποιήσεις στον υδρολογικό κύκλο. Επομένως, τα επόμενα χρόνια θα επικρατούν πλημμύρες, αλλά και εκτεταμένες ξηρασίες.

Κανένας δεν μπορεί να αντιληφθεί το μέγεθος της επερχόμενης καταστροφής, καθώς ισχύει δυστυχώς η ρήση πως “αν δεν πάθεις, δεν μαθαίνεις”. Οι οικονομικές και κοινωνικές μεταβολές θα λάβουν ασύλληπτες διαστάσεις. Αρχικά, το λιώσιμο των πάγων στους πόλους και των παγετώνων στις ορεινές περιοχές, θα ανεβάσει τη μέση στάθμη της θάλασσας, με αποτέλεσμα να πλημμυρήσουν όλες οι παραθαλάσσιες περιοχές. Και αν λάβουμε υπόψιν πως ένα μεγάλο ποσοστό της ανθρωπότητας βιώνει στις παρόχθιες περιοχές, τότε είναι σχεδόν σίγουρο πως θα επέλθουν τεράστιες αλλαγές και μεταναστεύσεις στα χρόνια που έρχονται.

Οι ανοδικές τάσεις στη στάθμη της θάλασσας θα προκαλέσουν υφαλμίρωση των υδροφόρων οριζόντων και θα πλήξουν σοβαρά την αγροτική οικονομία. Οι υψηλές θερμοκρασίες θα μειώσουν τις ανοχές των πολιτών σε ασθένειες και θα πολλαπλασιαστεί ο αριθμός των εντόμων. Οι όξινες βροχές και οι πυρκαγιές από τις αυξημένες συγκεντρώσεις σε  $\text{CO}_2$  και την ξηρασία αντίστοιχα, θα αφανίσουν το σύνολο των παγκοσμίων δασικών εκτάσεων. Οι άναρχα υλοτομημένες εκτάσεις θα απειληθούν από φαινόμενα ερημοποίησης και ολόκληρες περιοχές θα μετατραπούν σε ημι – ερημικές ζώνες. Μάλιστα, έρευνες έχουν αποδείξει πως από το φαινόμενο της ερημοποίησης απειλείται άμεσα η Κρήτη.

Υπό το βάρος των άνωθεν διαπιστώσεων, αλλά και της αύξησης της συχνότητας βιαιών καιρικών φαινομένων, οι κυβερνήσεις, των περισσότερων χωρών οδηγήθηκαν σε συνδιασκέψεις, όπως αυτή του Ρίο



ντε Τζανέιρο, στη Βραζιλία (1992) και του Κυότο, στην Ιαπωνία (1997). Κύριος στόχος των συνδιασκέψεων ήτο ο μετριασμός των αερίων του θερμοκηπίου και ιδιαίτερα του CO<sub>2</sub>. Στη συνδιάσκεψη του Κυότο υπογράφηκε συμφωνία μεταξύ των συμμετεχόντων χωρών που προέβλεπε ότι όλες οι βιομηχανοποιημένες χώρες πρέπει να μειώσουν τις εκπεμπόμενες συγκεντρώσεις των 6 αερίων του θερμοκηπίου κατά 5%, των συγκεντρώσεων του 1990, την περίοδο 2008 – 2012. Η Ευρωπαϊκή Ένωση συμφώνησε σε μια περικοπή της τάξης του 8% των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου.

Η πρόσφατη στρατηγική για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, όπως συνθηκολογήθηκε στο Goteborg, αλλά και το Ευρωπαϊκό συμβούλιο στις Βρυξέλλες, προβλέπουν (Λέκκα, 2006):

- *Περιορισμό της κλιματικής αλλαγής (θέσεις του πρωτοκόλλου του Κυότο)*
- *Περιορισμό των απειλών για τη δημόσια υγεία*
- *Ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων*
- *Περιορισμό της ρύπανσης από τις μεταφορές*
- *Καταπολέμηση της φτώχειας και του κοινωνικού αποκλεισμού*
- *Καθιέρωση προγραμμάτων ευφυούς ενέργειας της Ευρώπη*
- *Περιορισμός της μεταφοράς πετρελαιοειδών (έπειτα και από τις τρομερές περιβαλλοντικές επιπτώσεις ναυαγίων πετρελαιοφόρων πλοίων, όπως το Prestige) και εφαρμογή κυρώσεων για τα παραπτώματα θαλάσσιας ρύπανσης*
- *Έκδοση οδηγίας σχετικά με την περιβαλλοντική ευθύνη*
- *Προώθηση των περιβαλλοντικών τεχνολογιών από τα εργαστήρια στην παγκόσμια αγορά*

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έρχονται ως η χρυσή τομή στη δαμόκλειο σπάθη των παγκόσμιων κλιματικών μεταβολών. Με τη χρήση τους κατορθώνεται:

- *Μειώνονται οι εκπομπές σε αέρια θερμοκηπίου.*
- *Καταπολεμάται η ενεργειακή εξάρτηση της ανθρωπότητας από μη ανανεώσιμες και ρυπογόνες πηγές ενέργειας, όπως είναι ο άνθρακας, ο λιγνίτης και το πετρέλαιο.*
- *Αειφόρος ανάπτυξη της περιφέρειας και των απομονωμένων περιοχών, με εκμετάλλευση των εκάστοτε ανανεώσιμων ενεργειακών αποθεμάτων, στις περιοχές όπου προωθούνται.*
- *Νέες θέσεις εργασίας, κοινωνικο – οικονομική άνθηση και παροχή περιβαλλοντικής ποιότητας.*

Η Ευρωπαϊκή ένωση, αναγνωρίζοντας το ρόλο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θέτει τον στρατηγικό στόχο του διπλασιασμού της συνολικής ενεργειακής παροχής από 6% σε 12% και σε 22, 1% της ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε., έως το 2010. Όλα τα κράτη μέλη υποχρεούνται να εκπληρώσουν αυτό το στόχο. Επομένως, φτάσαμε στην κοινοτική οδηγία 2001/77/EC, που θέσπισε το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και προβλέπει την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Κάθε κράτος μέλος, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, καλούνται να θέσουν ενεργειακούς στόχους.

Πριν γίνει όμως αναφορά για τους εθνικούς ενεργειακούς στόχους, θα ακολουθήσει μια συνοπτική παρουσίαση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Γενικά, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν τεχνολογίες, οι οποίες αξιοποιούν διάφορα στοιχεία, ή, φαινόμενα του φυσικού περιβάλλοντος, με στόχο την δημιουργία ενέργειας, μέσα από πιο φιλικές μεθόδους, οι οποίες ρυπαίνουν ελάχιστα το περιβάλλον και συντελούν στην αειφόρο ανάπτυξη μιας περιοχής. Τα στοιχεία που αξιοποιούνται είναι τα εξής:

- *Ήλιος*
- *Αέρας*
- *Νερό*
- *Υδρογόνο*
- *Γεωθερμία*
- *Βιομάζα*

Καθένα από τα παραπάνω φυσικά στοιχεία δραστηριοποιούνται από τον άνθρωπο στην συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ηλιακά και αιολικά πάρκα, η αξιοποίηση των κυμάτων και των παλιρροιών, η χρήση των γεωθερμικών πεδίων, αλλά και της βιομάζας οδηγούν σε μια πιο φιλική προς το περιβάλλον, αλλά και αποδοτική επιλογή παραγωγής ενέργειας. Οι ενότητες που ακολουθούν θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν και ως προαιρετικές, καθώς η πλήρης αναφορά των αρχών λειτουργίας τους, διαφεύγει από τους στόχους της παρούσας εργασίας, αλλά η ανάγνωση θα ενημερώσει τον αναγνώστη της εργασίας σχετικά με όλες τις υπάρχουσες εναλλακτικές μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται ευρέως, καθώς επίσης θα επιχειρηθεί μια ανασκόπηση στο καθεστώς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τόσο στην Ελλάδα, όσο και παγκοσμίως. Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας θα αναλυθεί εκτενώς, στο επόμενο θεματικό μέρος, καθώς σε αυτή στηρίζεται και το σύνολο της μεταπτυχιακής διπλωματικής.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.1: ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ**

Τα πετρώματα της γης, οι υπόγειοι υδροφορείς, καθώς και τα αέρια, τα οποία βρίσκονται εγκλωβισμένα σε κοιλότητες στο εσωτερικό της, εμπεριέχουν μια θερμότητα. Αυτή ακριβώς η θερμότητα ονομάζεται *γεωθερμική ενέργεια* και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για τη θέρμανση κλειστών χώρων και θερμοκηπίων.

Η προέλευση της θερμότητας αποτελεί αντικείμενο ενδελεχούς έρευνας. Θεωρείται πως παράγεται από τη διάσπαση ραδιενεργών ισοτόπων, όπως είναι το ουράνιο, το θόριο και το κάλιο. Ο συνδυασμός της εκτεταμένης και μεγάλης μάζας της γης, με τη χαμηλή θερμική αγωγιμότητα των πετρωμάτων συντελεί στον εγκλωβισμό αυτής της θερμότητας στο εσωτερικό της γης.

Η συσσωρευμένη θερμότητα εξέρχεται στην επιφάνεια της γης μέσω γεωλογικών φαινομένων, όπως οι ηφαιστειακές εκροές, οι γεωλογικές ασυνέχειες (ρήγματα). Αναλυτικά, ανωμαλίες στη γεωθερμική βαθμίδα, δηλαδή στο ποσό μεταβολής της θερμοκρασίας με το βάθος (τυπικά υπό κανονικές συνθήκες είναι περίπου  $70^{\circ}\text{C} / 2\text{ km}$ ), παρατηρούνται στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών και στις μεσοωκεάνιες ράχεις. Ανάλογα φαινόμενα εντοπίζονται και στον Ελλαδικό χώρο και συγκεκριμένα στα όρια της σύγκλισης της Ευρασιατικής και Αφρικανικής πλάκας.

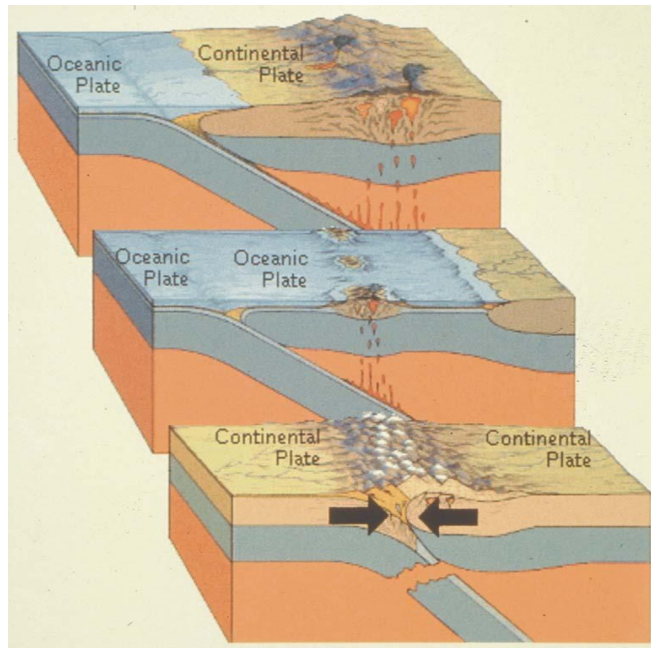
Οι λιθοσφαιρικές πλάκες (οι οποίες συνολικά ανέρχονται σε επτά μεγάλες και 20 μικρότερες πλάκες) δομούνται από ηπειρωτικό φλοιό (ηπειρωτικές πλάκες) και ορισμένες από ωκεάνιο φλοιό (ωκεάνιες πλάκες) και έχουν διάφορη γεωδυναμική συμπεριφορά. Ετησίως μετατοπίζονται μερικά εκατοστά, προκαλώντας αξιόλογα (αλλά και επώδυνα) γεωλογικά φαινόμενα, όπως σεισμούς, ηφαιστειακές εκρήξεις και τσουνάμι. Στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών εντοπίζεται μια εκ των ακολούθων δραστηριοτήτων:

1. Διαχωρισμός των πλακών
2. Σύγκρουση των πλακών
3. Βύθιση μια λιθοσφαιρικής πλάκας, κάτω από την άλλη
4. Παράλληλη κίνηση πλακών

Στην πρώτη περίπτωση, από την απομάκρυνση των πλακών προκαλούνται εφελκυστικές τάσεις, ενώ στα διάκενα που δημιουργούνται το μάγμα αναβλύζει και στερεοποιείται, γεννώντας κατ' αυτό τον τρόπο τη νέα λιθόσφαιρα. Τέτοιους είδους διαδικασίες συντελούνται στις Μεσοωκεάνιες ράχεις.

Η τελμάτωση του κύκλου μιας λιθοσφαιρικής πλάκας συντελείται στις περιπτώσεις, όπου οι πλάκες συγκρούονται (*Εικόνα 1.1*). Οι συγκρούσεις των πλακών επιφέρουν είτε έντονες πτυχώσεις στην επιφάνεια

της γης (σχηματισμός οροσειρών), ή, εξαιτίας των διαφορετικών πυκνοτήτων, βύθιση μιας εκ των πλακών. Κατά τη διάρκεια της βύθισης των πλακών προκαλούνται σημαντικές τριβές, οι οποίες παράγουν θερμότητα. Η βυθιζόμενη πλάκα τήκεται στον μανδύα και το ανερχόμενο μάγμα προκαλεί μια ζώνη ηφαιστείων (Ελληνικό ηφαιστειακό τόξο). Στην παράλληλη κίνηση των πλακών δεν προξενούνται ιδιαίτερες φθορές στο υλικό των λιθοσφαιρικών πλακών (ρήγμα Αγίου Ανδρέα, στην Καλιφόρνια των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής).



**Εικόνα 1.1:** Παρουσίαση βύθισης ωκεάνιας πλάκας κάτω από ηπειρώτικη, καθώς και βύθισης δύο ωκεάνιων πλακών. Στην τρίτη περίπτωση έχουμε τη σύγκρουση δύο ηπειρωτικών πλακών (πηγή:

Στα σύνορα των λιθοσφαιρικών πλακών, ή, εναλλακτικά στις περιοχές με υψηλή συχνότητα σεισμικών φαινομένων εμφανίζονται τα σημαντικότερα γεωθερμικά πεδία. Η γεωθερμική βαθμίδα παρουσιάζει υψηλές τάσεις και σε ορισμένες περιπτώσεις ανέρχεται και ίσως υπερβαίνει τους  $700^{\circ}\text{C} / \text{km}$ .

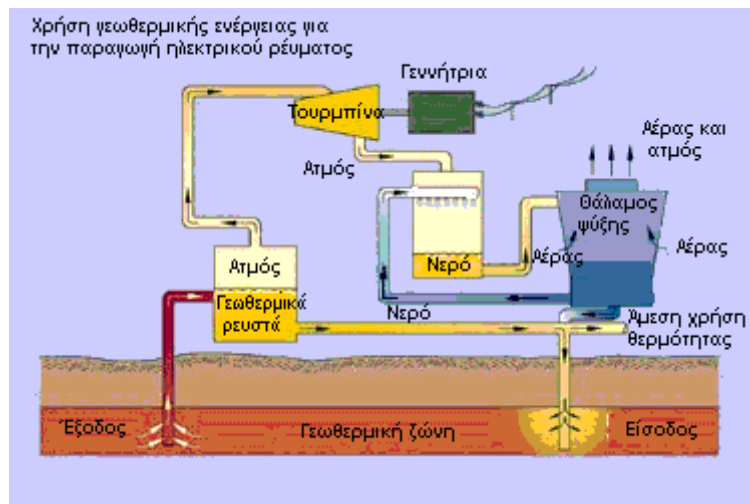
Βέβαια, περιοχές με ικανοποιητικό γεωθερμικό ενδιαφέρον έχουν και αυτές που συγκεντρώνουν μερικά από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Υψηλή θερμική ροή από το μανδύα και τη βάση του φλοιού προς την επιφάνεια.
2. Αυξημένες συγκεντρώσεις των ραδιενεργών στοιχείων (για παράδειγμα σε γρανιτικά πετρώματα).
3. Φαινόμενα συναγωγής που προκαλούνται από κυκλοφορία νερού διαμέσου πορωδών σχηματισμών ή μέσα από συστήματα ρηγμάτων.
4. Εντοπισμός πετρωμάτων με υψηλή θερμοαγωγιμότητα (κρυσταλλικά πετρώματα).

Η διάσπαρτη θερμότητα στο εσωτερικό της γης χρειάζεται να συγκεντρωθεί και κατόπιν να μεταφερθεί στην επιφάνεια. Αυτή η μεταφορά επιτυγχάνεται με τη χρήση του υπογείου νερού, καθώς και συγκεντρωμένων ατμών, οι οποίοι προέρχονται από την εξάτμιση του. Το νερό και οι ατμοί, έχοντας υψηλή θερμοχωρητικότητα (420 kJ/Kg και 2790 kJ/kg, έναντι 86 kJ/kg, που εμφανίζουν τα πετρώματα), αποτελούν τους παράγοντες που θα χρησιμοποιηθούν για την εκμετάλλευση της θερμότητας από το εσωτερικό της γης. Η προέλευση του νερού είναι μετεωρική, δηλαδή προέρχεται από τη δράση των φυσικών στοιχείων της βροχής και του χιονιού, ενώ η μεταφορά του στην επιφάνεια λαμβάνει χώρα μέσα από ηφαιστειακές εκροές και ασυνέχειες.

Γενικά, τα γεωθερμικά πεδία διαχωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με τη θερμοκρασία του ρευστού. Επομένως έχουμε:

- *Γεωθερμικό πεδίο υψηλής ενθαλπίας* (όπου η θερμοκρασία του ρευστού υπερβαίνει τους 1500<sup>o</sup> C). Αυτά τα πεδία αξιοποιούνται και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (**Εικόνα 1.2**).
- *Γεωθερμικό πεδίο μέσης ενθαλπίας* (όπου η θερμοκρασία του ρευστού κυμαίνεται μεταξύ των 150<sup>o</sup> C και των 1500<sup>o</sup> C).
- *Γεωθερμικό πεδίο χαμηλής ενθαλπίας* (όπου η θερμοκρασία του ρευστού κυμαίνεται είναι κάτω των 150<sup>o</sup> C) και χρησιμοποιείται μόνο για ανάγκες θέρμανσης.



**Εικόνα 1.2:** Εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με τη χρήση γεωθερμικού πεδίου. Τα γεωθερμικά ρευστά χρησιμοποιούνται για την κίνηση της τουρμπίνας, καθώς και για την θέρμανση κτιρίων.

Η γεωθερμική χρησιμοποιείται κέρη. Στην

ενέργεια πλέον από δεκάδες Ευρωπαϊκή Ένωση,

η εγκατεστημένη ισχύς υπολογίζεται σε 820 MW, με την Ιταλία να κατέχει τα ηνία, καθώς παράγονται 790,5 MW και ακολουθούν η Πορτογαλία (Αζόρες / 16 MW), η Γαλλία (Γουαδελούπη / 14,7 MW), η Αυστρία (Άλτχαιμ / 1,4 MW) και η Γερμανία (Νόισταντ Γκλέβε / 0,2 MW) (**Εικόνα 1.3**).

Στην Ελλάδα, γεωθερμικά πεδία κατάλληλα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας εντοπίζονται στη Μήλο, τη Σαντορίνη, τη Νίσυρο, τη Λέσβο, τη Χίο, τη Σαμοθράκη, το Αρίστινο Αλεξανδρούπολης, στη Μακεδονία, στη Θράκη (**Εικόνα 1.4**). Ιδιαίτερα στις τρεις πρώτες, το γεωθερμικό δυναμικό προσδιορίζεται σε τύπο υψηλής ενθαλπίας (150° C – 300° C) και με δυνατότητα παραγωγής 250 MW. Στις υπόλοιπες

περιοχές το γεωθερμικό πεδίο είναι χαμηλής, ή, μέσης ενθαλπίας (90 – 120<sup>o</sup> C) και δυνατότητα ηλεκτροπαραγωγής της τάξεως των 20 MW.



*Εικόνα 1.3: Γεωθερμικές εφαρμογές στην Ισλανδία*





*Εικόνα 1.4: Γεωθερμική γεώτρηση στη Συκιά της Άρτας*

Το κόστος ενός γεωθερμικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής καθορίζεται από τις ιδιαίτερες γεωλογικές και θερμοκρασιακές συνθήκες του πεδίου. Σε γενικές γραμμές υπολογίζεται στα 900 – 2000 ευρώ / kW, ενώ το κόστος συντήρησης και λειτουργίας είναι το 2 – 3% του κόστους κατασκευής. Το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμία ανέρχεται σε 0,04 – 0,09 ευρώ / kW.

Πέραν την παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η γεωθερμία χρησιμοποιείται για θερμικές εφαρμογές σε:

- *Κτίρια (μείωση δαπανών για θέρμανση και κλιματισμό κατά 25% - 75%)*
- *Θερμοκήπια*

- *Θερμά λουτρά*
- *Αγροτικές εφαρμογές*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.2: ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Η *ενέργεια του ήλιου* συμμετέχει ενεργά στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και στην θέρμανση και αποτελεί μια ακόμα ήπια μορφή ενέργειας, με αυξημένες προσδοκίες, ιδιαίτερα στην Ελλάδα, όπου τα ποσοστά ηλιοφάνειας είναι από τα υψηλότερα στην Ευρώπη.

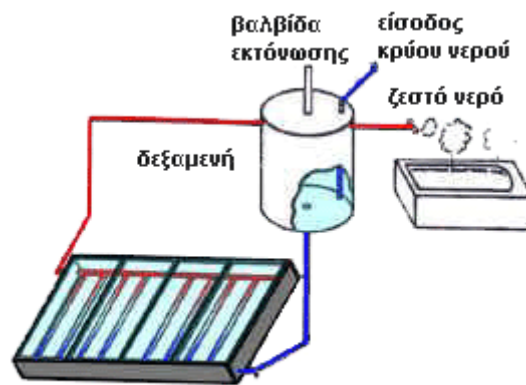
Ο ήλιος αποτελεί τον ζωοδότη παράγοντα της γης, διότι χωρίς την πολύτιμη θέρμανση που προσφέρει στον πλανήτη, η γη θα ήταν ένας πλανήτης, δίχως ζωή. Ο ήλιος αποτελείται κατά 72% από υδρογόνο και 25% από ήλιο. Οι πυρήνες του ηλίου, κάτω από θερμοκρασίες εκατομμυρίων βαθμών κελσίου, υπερνικούν τις μεταξύ τους ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις (καθώς παρουσιάζουν ίδιο φορτίο) και συσσωματώνονται προκαλώντας εξώθερμες πυρηνικές αντιδράσεις, καθώς εκλύονται τεράστιες ποσότητες ενέργειας. Αυτή η ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια διασκορπίζεται προς όλες τις κατευθύνσεις στο διάστημα και αποτελεί το βασικό στοιχείο στήριξης της ζωής στον πλανήτη γη.

Η διάρκεια ηλιοφάνειας στην Ελλάδα, σύμφωνα και με μετρήσεις της Ε.Μ.Υ. και του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, ανέρχονται στις 2700 ώρες ετησίως, με την Ήπειρο και τη Δυτική Μακεδονία να έχουν 2200 ώρες και τη Ρόδο και τη Νότια Κρήτη, 3100 ώρες ετησίως.

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας λαμβάνει χώρα με δύο μεθόδους:

- *Με τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα*
- *Με τα παθητικά ηλιακά συστήματα*

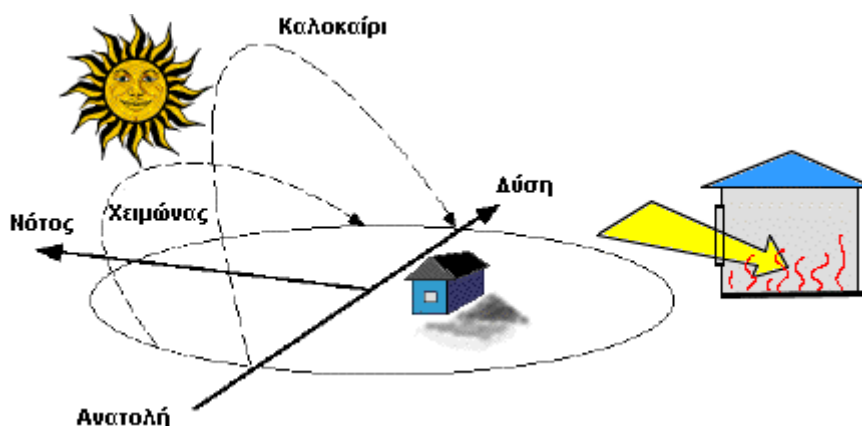
Τα ενεργητικά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την μετατρέπουν σε θερμότητα, μέσα σε κάποια θερμομονωμένη δεξαμενή. Αναλυτικά, τα ενεργητικά συστήματα αποτελούνται από ένα ηλιακό συλλέκτη. Ο ηλιακός συλλέκτης τοποθετείται στην ταράτσα, ή, γενικά στην κορυφή κάποιου κτίσματος. Οι ηλιακοί συλλέκτες αποτελούνται από μια μαύρη και μεταλλική επιφάνεια, στην οποία προσπίπτει η ακτινοβολία και θερμαίνεται. Πάνω από αυτή την απορροφητική επιφάνεια εμφανίζεται ένα γυαλί, ή, πλαστικό που λειτουργεί, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, δηλαδή εγκλωβίζει την θερμότητα, ώστε να μην διαφύγει. Ανάμεσα στην απορροφητική επιφάνεια ενυπάρχουν, οι κυκλοφορητές, οι οποίοι είναι επιτρέπουν την κυκλοφορία νερού. Το νερό θερμαίνεται και μεταφέρεται σε μια δεξαμενή αποθήκευσης και είναι πλέον έτοιμο προς οικιακή, βιομηχανική, ή, άλλη χρήση (**Εικόνα 1.5**).



**Εικόνα 1.5:** Ενεργητικό ηλιακό σύστημα (Αρχή λειτουργίας θερμοσίφωνα)

Για την παραγωγή ενέργειας από τον ήλιο απαιτούνται υψηλότερες θερμοκρασίες. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση παραβολικών ανακλαστήρων, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την συγκέντρωση των ηλιακών ακτινών σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο και την τελική παραγωγή θερμότητας που αγγίζει τους 1500<sup>o</sup> C. Η θερμότητα χρησιμοποιείται για την παραγωγή υπέρθερμου ατμού, ο οποίος, εν συνεχεία, στρέφει μια ηλεκτρογεννήτρια και παράγεται ρεύμα.

Στα παθητικά ηλιακά συστήματα αποδίδεται μέριμνα στον προσανατολισμό της κατασκευής και στην κατάλληλη επιλογή θερμομονώσεων, παραθύρων και εξαερισμών. Οι ανοιχτές επιφάνειες του κτιρίου προσανατολίζονται προς το νότο (**Εικόνα 1.6**), προκειμένου να συγκεντρώσουν μεγαλύτερο ποσό ηλιακής ενέργειας. Τους χειμερινούς μήνες, ο κύριος στόχος αφορά την συσσώρευση και διατήρηση της θερμότητας στο εσωτερικό του σπιτιού, με τη χρήση διπλών τζαμιών, ενώ κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, τόσο με τον κατάλληλο εξαερισμό του χώρου, όσο και με τη χρήση κινητών, ή, μόνιμων σκιάστρων επιτυγχάνεται ο επιθυμητός χώρος να δροσιστεί (**βιοκλιματικό κτίριο**).



**Εικόνα 1.6:** Περιγραφή παθητικού ηλιακού συστήματος

Η εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στη χρήση των φωτοβολταϊκών συστοιχιών. Ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από μια σειρά ημιαγωγών (πυρίτιο), οι οποίοι άγουν το ρεύμα προς μια μόνον κατεύθυνση και δημιουργούν διαφορά δυναμικού. Η κατάλληλη συνδεσμολογία πολλών φωτοβολταϊκών κυψελών δημιουργεί ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, που με κατάλληλο προσανατολισμό δύναται να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα (*Εικόνα 1.7*).



*Εικόνα 1.7: Φωτοβολταϊκή Κυψέλη*

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση του ήλιου παρέχει πολύτιμη αρωγή σε δραστηριότητες, όπως είναι:

- Διαστημικές εφαρμογές (δορυφόροι)
- Κίνηση μηχανολογικών μερών (από βιομηχανικούς εξοπλισμούς έως απλές αριθμομηχανές τσέπης)
- Λειτουργία φάρων
- Ενεργειακές ανάγκες αναμεταδοτών κινητής και σταθερής τηλεφωνίας
- Κάλυψη καθημερινών οικιακών αναγκών

Τα σαφή πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας, όπως είναι προστασία του περιβάλλοντος και τα μηδενικά κόστη παραγωγής ενέργειας και συντήρησης των μονάδων ηλεκτροπαραγωγής, έχουν επιφέρει μια αύξηση στο πόσο εκμετάλλευσης του ήλιου για την παραγωγή ενέργειας. Χώρες όπως η Ιαπωνία (48% της παγκόσμιας αγοράς), οι Ηνωμένες Πολιτείες (11% της παγκόσμιας αγοράς) της Αμερικής, η Γερμανία,

η Κίνα, η Ισπανία και η Ιταλία, αναπτύσσουν και αξιοποιούν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία για την παραγωγή ενέργειας. Η παγκόσμια παραγωγή ενέργειας με φωτοβολταϊκά πλαίσια έφτασε το 2004 τα 1256 MW.

Στην Ελλάδα, η εγκατεστημένη ισχύς στο τέλος του 2005 ήταν 5,3 MW, με εγκαταστάσεις στη Κύθνο, στους Αρκούς, στα Αντικύθηρα, στη Γαύδο και στη Σίφνο. Όλοι σχεδόν οι φάροι του Πολεμικού Ναυτικού ρευματοδοτούνται από τον ήλιο. Οι ευνοϊκές ρυθμίσεις του νέου νόμου για τις Α.Π.Ε., όπου μειώνεται αισθητά το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (0,4 ευρώ/kwh στα μικρά νησιά, 0,2 ευρώ/kwh στα μεσαία νησιά) σε συνδυασμό με το ότι δεν απαιτείται άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για Φ/Β σταθμούς κάτω από 150 kWe, θα επιφέρει σημαντική προώθηση στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μια αξιόλογη οικονομική και κοινωνική ευρωστία (νέες θέσεις εργασίας, προστασία του περιβάλλοντος, μείωση των ρύπων CO<sub>2</sub>).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.3: ΚΥΜΑΤΙΚΗ - ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

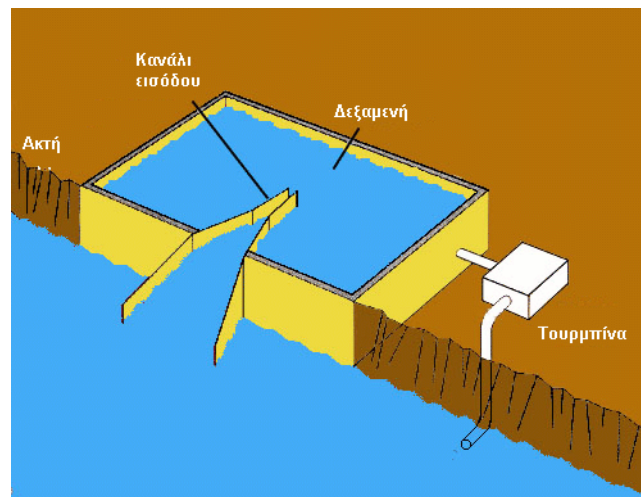
Μια εναλλακτική μορφή ενέργειας, με υψηλή ενεργειακή πυκνότητα, συγκριτικά με τον ήλιο και τον άνεμο είναι η εκμετάλλευση της δύναμης των κυμάτων και των παλίρροιών. Οι επιδράσεις των ανέμων, του ήλιου, των διαφόρων βαρομετρικών συστημάτων, αλλά και των βαρυτικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ της γης, της σελήνης και ήλιου προκαλούν κυματισμούς στην επιφάνεια της θάλασσας και γενικά μετατοπίζουν μέσω ρευμάτων τεράστιες ποσότητες ύδατος. Επομένως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις παλίρροιες και τα κύματα χαράζουν ευοίωνες προοπτικές στον τομέα της αναπλήρωσης του ενεργειακού ισοζυγίου, από τις συμβατικές και ρυπογόνες μορφές παραγωγής ενέργειας.

Ηλεκτρική ενέργεια από τα νερά των ωκεανών δύναται να παραχθεί με τρεις τρόπους:

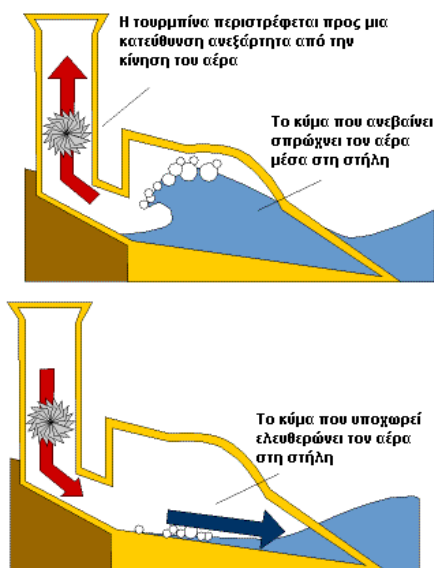
1. Από τη δύναμη των κυμάτων
2. Από τις παλίρροιες
3. Από τις θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ διαφορετών ρευμάτων του νερού

Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την κινητική ενέργεια των κυμάτων έχουν αναπτυχθεί τρεις διαφορετικές τεχνογνωσίες. Αυτές είναι:

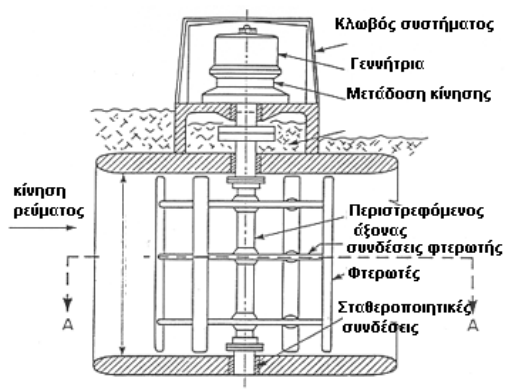
- a) Τα νερά των κυμάτων, κατευθύνονται μέσω ενός καναλιού σε μια δεξαμενή. Εφόσον στη δεξαμενή έχει συγκεντρωθεί μεγάλη ποσότητα ύδατος, το όλο έργο λειτουργεί πλέον ως μια μικρή υδροηλεκτρική εγκατάσταση. Η συγκεκριμένη μέθοδος ονομάζεται TAPCHAN (tapered channel) και απαιτεί ακτές με αρκετό βάθος και μικρή παλίρροια (**Εικόνα 1.8**).
- b) Σε μια κατακόρυφη στήλη τοποθετείται μια τουρμπίνα. Καθώς τα νερά των κυμάτων εισέρχονται σε αυτή τη στήλη, ο αέρας που προηγείται των κυμάτων πιέζεται και όταν κύμα αποχωρεί αποσυμπιέζεται εγείροντας την περιστροφή της τουρμπίνας (**Εικόνα 1.9**).
- c) Κατακόρυφες τουρμπίνες εκμεταλλεύονται την κίνηση των ωκεάνιων ρευμάτων (**Εικόνα 1.10**).



**Εικόνα 1.8:** Μέθοδος TAPCHAN



*Εικόνα 1.9: Ο πεπιεσμένος αέρας θέτει σε κίνηση την τουρμπίνα*



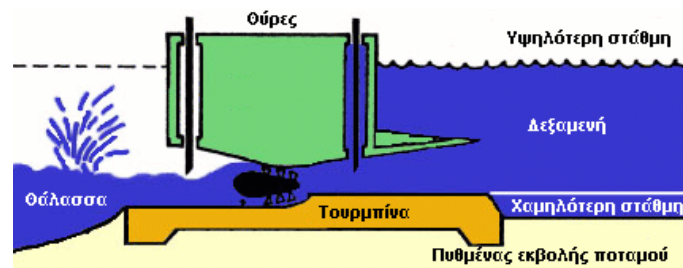
*Εικόνα 1.10: Αρχή λειτουργίας διάταξης που εκμεταλλεύεται την ενέργεια των ρευμάτων*

Η ενέργεια των παλιρροιών εξαιτίας των βαρυτικών αλληλεπιδράσεων του ήλιου, της γης και της σελήνης δύναται να αποφέρει σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Η εκμετάλλευση των παλιρροιών

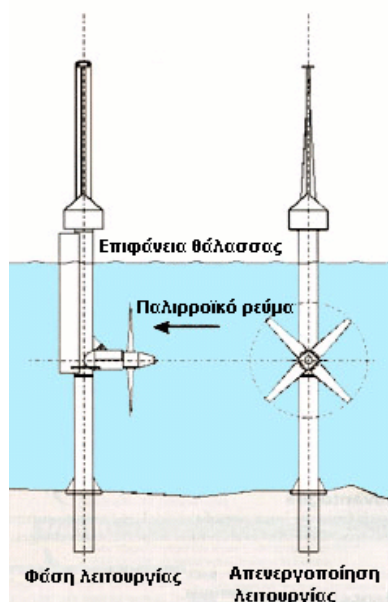


λαμβάνει χώρα κυρίως στις εκβολές ποταμών. Εκεί κατασκευάζεται ένα φράγμα, καθώς και μια δεξαμενή, πίσω ακριβώς από το φράγμα. Καθώς το θαλασινό νερό διέρχεται από μέσα από το φράγμα κατά την άνοδο της παλίρροιας (άμπωτη) κινεί τις τουρμπίνες που παράγουν ηλεκτρισμό (**Εικόνα 1.11**).

Σε ένα εναλλακτικό σχεδιασμό χρησιμοποιούνται υπερμεγέθης φράκτες, οι οποίοι φράζουν το νερό και το αναγκάζουν να διέρχεται μέσα από κάποιες περιστρεφόμενες πόρτες. Επιπρόσθετα μια καινούργια τεχνολογία εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των παλιρροιών με τη χρήση τουρμπίνων, οι οποίες παρουσιάζουν ομοιότητες με τις ανεμογεννήτριες (**Εικόνα 1.12**).



**Εικόνα 1.11:** Το νερό των παλιρροιών διέρχεται μέσα από το φράκτη και εισέρχεται στην δεξαμενή θέτοντας σε λειτουργία τις τουρμπίνες.



*Εικόνα 1.12: Αξιοποίηση της παλιρροιακής ενέργειας με γεννήτριες που μοιάζουν με αυτές των ανεμογεννητριών.*

Η κυματική και η παλιρροιακή ενέργεια πληρούν όλα τα εχέγγυα για να εφαρμοστούν και στον Ελληνικό χώρο. Η παρουσία ισχυρών ρευμάτων, καθώς και το μεγάλο μήκος των ακτογραμμών (13.700 km – το μεγαλύτερο μήκος σε όλη την Ευρώπη) επιτρέπει τη χρήση τέτοιων μηχανισμών. Σε διεθνές, αλλά και Ευρωπαϊκό επίπεδο, η κυματική ενέργεια είναι παραγκωνισμένη. Προσπάθειες για τεχνολογική πρόοδο και χωροθέτηση τέτοιων εγκαταστάσεων καταβλήθηκαν ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της παγκόσμιας πετρελαϊκής κρίσης το 1970. Έκτοτε και ανεξάρτητα από την αυξημένη ενεργειακή πυκνότητα και επάρκεια που παρουσιάζουν τα κύματα και οι παλίρροιες, οι τεχνοτροπίες εκμετάλλευσης τους τέθηκαν στο περιθώριο, καθώς παρουσιάζουν σοβαρά μειονεκτήματα, όπως είναι το αυξημένο κόστος παραγωγής (8 – 10 ευρώ kWh), το κόστος εγκατάστασης, αλλά και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούν (αύξηση – κατακράτηση των ιζημάτων / επιπτώσεις στο τοπικό θαλάσσιο οικοσύστημα / επιπτώσεις στον τουρισμό).

Στην Ευρώπη έχουν εγκατασταθεί, στα πλαίσια πιλοτικών προγραμμάτων, αρκετοί σταθμοί. Ενδεικτικά αναφέρονται ο σταθμός Kobold στη Μεσσίνα της Ιταλίας (80 kW), ο σταθμός Seaflo στη Μεγάλη Βρετανία (300 kW), το σύστημα Pelamis στη Πορτογαλία (750 kW x 31), ο πλωτός σταθμός Wave Dragon στη Δανία. Στην Ελλάδα δεν έχουν κατασκευαστεί κάποιες αξιόλογες εγκαταστάσεις με εξαίρεση τη

δημιουργία ενός πλωτήρα εκμετάλλευσης της κυματικής ενέργειας από την ελληνική εταιρεία Κυματική Ενέργεια Α.Ε..

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.4: ΒΙΟΜΑΖΑ**

Μια χρυσή τομή στον χώρο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας είναι η εκμετάλλευση της βιομάζας. Εναλλακτικά, όλα τα οργανικά και αγροτικά υπολείμματα από τις καλλιέργειες, αλλά και από τις αστικές καταναλωτικές συνήθειες θα τροφοδοτούν με ενέργεια, τα μέσα μεταφοράς και τους χώρους εργασίας και διαμονής μας.

Η βιομάζα λαμβάνει δύο κύριες μορφές:

- *Τις υπολειμματικές μορφές*
- *Τις ενεργειακές καλλιέργειες*

Στις υπολειμματικές μορφές περιλαμβάνονται:

- *Αγροτικά υπολείμματα (άχυρα, κλαδέματα)*
- *Δασικά υπολείμματα (υλοτομία, καθαρισμοί)*
- *Υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών (πηρυνόζυλο, πριονίδια, απόβλητα τυροκομείου)*
- *Απόβλητα κτηνοτροφίας (κοπριές, απόβλητα σφαγείων)*
- *Αστικά απόβλητα*
- *Οργανικό κλάσμα απορριμμάτων*

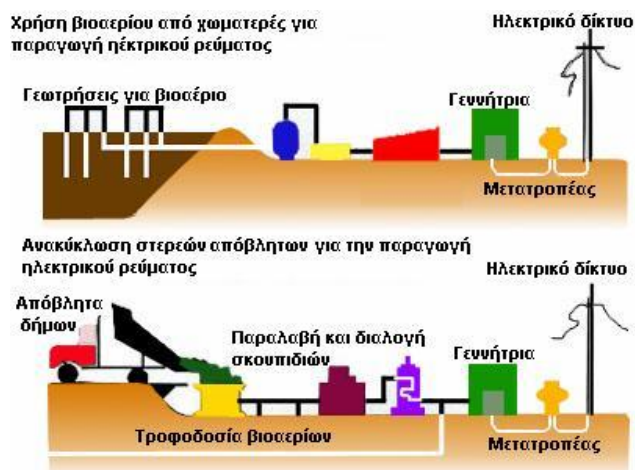
Στις ενεργειακές καλλιέργειες, η πρώτη ύλη, η οποία καλλιεργείται δεν είναι κάποια συνηθισμένη μορφής, αλλά χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας, ή, βιοκαυσίμων. Στις ενεργειακές καλλιέργειες περιλαμβάνονται:

- *Καλλιέργειες, με μη εμπορική διάθεση, όπως σόργο, ελαιοκράμβη, κενάφ.*
- *Καλλιέργειες και με εμπορική διάθεση, όπως σιτάρι, τεύτλα, ηλιάνθος, ευκάλυπτος.*

Αξίζει να αναφερθεί πως η ενέργεια που περιλαμβάνεται στο φυτικό κόσμο, προέρχεται από τον ήλιο. Τα φυτά μετατρέπουν, μέσω της φωτοσύνθεσης, την ηλιακή ενέργεια σε χημική – βιομάζα. Οι ζωϊκοί οργανισμοί προσλαμβάνουν την ενέργεια μέσα από την τροφή. Για την πρόσληψη της ενέργειας από αυτή την ύλη με οργανική προέλευση απαιτείται η κατάλληλη καύση. Η οργανική ύλη, αφού υποστεί πρωταρχικά μια σχετικά μηχανική κατεργασία – τροποποίηση (θρυμματισμός, παραγωγή συσσωματωμάτων, ή, pellets), υφίσταται καύση, από την οποία παράγεται το βιοκαύσιμο (στερεή, αέρια, υγρή μορφή), όπου καταλαμβάνει μικρότερη φαινόμενη πυκνότητα και μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα.

Για τις ανάγκες της θέρμανσης, χρησιμοποιούνται σόμπες και μικροί λέβητες, αυτόματης, ή, μη τροφοδοσίας, ενώ για τη συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται μεγάλοι λέβητες. Από απόβλητα υψηλής υγρασίας και από το οργανικό μέρος απορριμμάτων, μέσω αναερόβιας χώνευσης παράγεται το βιοαέριο (**Εικόνα 1.13**). Τέτοιες διεργασίες πραγματοποιούνται στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.). Το βιοαέριο διοχετεύεται απευθείας στους αγωγούς του φυσικού αερίου.

Παράλληλα, από τη βιομάζα προέρχεται και μια επανάσταση στο χώρο των καυσίμων που είναι η χρήση του βιοντίζελ και της βιοαιθανόλης. Το βιοντίζελ είναι ένας μεθυλεστέρας που προέρχεται από φυτικά έλαια, κατόπιν μετεστεροποίησης. Είτε μόνο του, είτε ως μείγμα χρησιμοποιείται σε πετρελαιοκινητήρες ντίζελ, εμφανίζοντας καλύτερη απόδοση και εκμηδενίζοντας της εκπομπές σε αέρια του θερμοκηπίου. Οι ίδιες συνθήκες ισχύουν και για τη βιοαιθανόλη. Με πρώτη ύλη τα σακχαρούχα, κυτταρινούχα και αμυλούχα φυτά (σιτάρι, σόργο, τεύτλα) και μέσω της χημικής διεργασίας της ζύμωσης και της απόσταξης, παράγεται η βιοαιθανόλη, η οποία επρόκειτο να υποκαταστήσει την βενζίνη.



*Εικόνα 1.13: Παραγωγή ενέργειας από τη βιομάζα. Υπόδειγμα*

Η παγκοσμία συμμετοχή στην εκμετάλλευση της βιομάζας παρουσιάζει ανοδικές τάσεις. Αυτό άλλωστε προδηλώνουν οι στατιστικές, οι οποίες εμφανίζουν στο τέλος του 2004, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα να αγγίζει τους 55,4 εκατ. τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ), ή, το 3,2 % της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσης. Χώρες, όπως η Βραζιλία, η Γερμανία, η Σουηδία, η Φιλανδία, η Αυστρία, η Γαλλία και η Ισπανία ηγούνται τέτοιων προσπαθειών, με 35 TWh από εγκαταστάσεις νέων μονάδων συμπαραγωγής, αλλά και από τη χρήση βιοκαυσίμων. Τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της βιομάζας πολυάριθμα, όπως η μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, η μείωση της όξινης βροχής, η προστασία της διάβρωσης του εδάφους, οι χαμηλές εισροές σε λιπάσματα, η μείωση χρήσης των φυτοφαρμάκων, η εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας, η προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων, η ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου, η μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων, η αύξηση του αγροτικού εισοδήματος και γενικά η μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο.

Στην Ελλάδα, αν και ένα ικανοποιητικό ποσοστό απασχολείται με την γεωργία και την κτηνοτροφία δεν έχουν προωθηθεί εφαρμογές και υποδομές εκμετάλλευσης της βιομάζας. Μονάδες επεξεργασίας αστικών υπολειμμάτων και λυματολάσπης υπάρχουν στην Θεσσαλονίκη, στο Ηράκλειο, στα Χανιά, στην Ψυτάλλεια Αττικής, με συνολική εγκατεστημένη ισχύς 8000 kW. Επιπρόσθετα αξίζει να αναφερθούν, η μονάδα παραγωγής βιοντίζελ στο Κιλκίς (ΕΛΒΙ) με δυναμικότητα 40.000 τόνων / έτος, καθώς και οι μονάδες ΕΛΙΝ στη Μαγνησία, Πέττας στη Πάτρα και AGROINVEST στη Φθιώτιδα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.5: ΥΔΡΟΓΟΝΟ**

Ο μακροπρόθεσμος και ίσως παγκόσμιος ενεργειακός φορέας παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος και θερμότητας κρύβεται πίσω από το πρώτο στοιχείο του περιοδικού πίνακα χημικών στοιχείων και είναι το υδρογόνο. Το υδρογόνο είναι ένα αέριο άχρωμο και άοσμο, το οποίο παρουσιάζει 10 φορές μικρότερη πυκνότητα από αυτή του αέρα ( $0,0899 \text{ kg / m}^3$ ) και είναι σε θέση να διαφύγει από τη βαρυτική έλξη της γης. Βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στην ατμόσφαιρα και παρουσιάζει χαμηλό σημείο βρασμού ( $20^{\circ} \text{ K}$ ) και πήξεως ( $14^{\circ} \text{ K}$ ). Το υδρογόνο, κάτω από εξαιρετικά μεγάλες πιέσεις και θερμοκρασίες δύναται να στερεοποιηθεί, ή, να υγροποιηθεί.

Η παρασκευή, αποθήκευση και διανομή του υδρογόνου στηρίχθηκε πάνω στην ανάπτυξη της νανοτεχνολογίας, της οποίας η κλίμακα μελέτης αφορά το  $1/80000$  του μεγέθους μιας ανθρώπινης τρίχας, ή, αλλιώς του  $1/10^6 \text{ m}$ . Οι μέθοδοι παραγωγής του υδρογόνου μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις:

1. Στις θερμοχημικές
2. Στις ηλεκτρολυτικές
3. Στις φωτολυτικές

Στην πρώτη κατηγορία εντάσσεται η επεξεργασία του φυσικού αερίου. Η παραγωγή υδρογόνου από φυσικό αέριο υπερνικά ένα βασικό μειονέκτημα που είναι το κόστος επεξεργασίας (25% - 30%). Αναλυτικά το φυσικό αέριο δεν είναι τίποτε άλλο παρά μεθάνιο. Από το μεθάνιο παράγεται με κατάλληλη επεξεργασία  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2$ . Οι συγκεντρώσεις του  $\text{CO}_2$  δεν είναι σε θέση να επιβαρύνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Υδρογόνο παράγεται και μέσα από την πυρόλυση και αεριοποίηση της βιομάζας. Με θέρμανση της οργανικής ύλης απουσία οξυγόνου (πυρόλυση) παράγεται μια μη αντιστρεπτή χημική μεταβολή, η οποία με τη σειρά της παράγει μια πληθώρα αερίων, υγρών και στερεών προϊόντων. Τα υγρής μορφής προϊόντα διαχωρίζονται εκ νέου και αποδίδεται το υδρογόνο. Παράλληλα, με αεριοποίηση της βιομάζας (θέρμανση με μικρές ποσότητες οξυγόνου) παράγεται απευθείας CO και H<sub>2</sub> (αέριο συνθέσεως).

Το νερό, κατόπιν ηλεκτρολύσεως, παράγει H<sub>2</sub> και O<sub>2</sub>. Η ηλεκτρόλυση αποτελεί μια αποτελεσματική μέθοδο παραγωγής υδρογόνου, αλλά και καθαρού οξυγόνου, που χρησιμοποιείται για βιομηχανικές χρήσεις, από τη δεκαετία του '50. Την τελευταία περίοδο παρατηρείται μια ανάπτυξη της τεχνολογίας με παράλληλη χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακή, αιολική ενέργεια) για την παραγωγή υδρογόνου.

Η αποθήκευση του υδρογόνου, αλλά και η διανομή αποτελούν τις σκοπέλους, τις οποίες καλούνται να διαπεράσουν οι εκάστοτε κυβερνήσεις και οι πανεπιστημιακοί – ερευνητικοί φορείς. Το υδρογόνο αποθηκεύεται σε:

- *Υψηλής πίεσεως φιάλες αερίου*
- *Ως υγρό σε κρυογονικές δεξαμενές*
- *Προσοφημένο σε υλικά με μεγάλη επιφάνεια*
- *Ροφημένο σε ενδοπλεγματικές θέσεις σε μέταλλα*
- *Με χημικούς δεσμούς (ιοντικής, ή, ομοιοπολικής φύσης)*

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του υδρογόνου είναι:

- *Υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο (120,7 kJ / gr)*
- *Κάνει καθαρή καύση (παράγει μόνο νερό και θερμότητα)*
- *Φιλικό προς το περιβάλλον*
- *Λιγότερο επικίνδυνο συγκριτικά με τα άλλα συμβατικά καύσιμα (diesel, βενζίνη)*
- *Αποκεντροποίηση συστημάτων παραγωγής ενέργειας, καθώς δύναται να παραχθεί με πολλές μεθόδους*

Τα μελανά σημεία του υδρογόνου συνοψίζονται στα εξής:

- *Δυσκολία και υψηλό κόστος αποθήκευσης*
- *Έλλειψη οργανωμένου δικτύου διανομής του*
- *Υψηλή τιμή διάθεσης*
- *Αυξημένη τιμή των κυψέλων καυσίμου*

Το υδρογόνο θεωρείται πως θα αποτελέσει το ενεργειακό υποκατάστατο του μέλλοντος. Ήδη πάρα πολλές χώρες, όπως είναι η Ισλανδία και οι Η.Π.Α. προσανατολίζουν τους ερευνητικούς ορίζοντες στην εξεύρεση μεθόδων γρήγορης και φθηνής παραγωγής υδρογόνου, με στόχο την πραγμάτωση μιας αειφορικής ανάπτυξης στον τομέα της ενέργειας και των μεταφορών. Στρατηγικός στόχος του υπουργείου ενέργειας των Η.Π.Α. είναι η αντικατάσταση της ενεργειακής κατανάλωσης, κατά 10% από το υδρογόνο.

Στην Ελλάδα, μια σειρά ερευνών σε διάφορα πανεπιστημιακά ιδρύματα και ερευνητικούς φορείς λαμβάνει χώρα προκειμένου να προωθηθούν και να ανελιχθούν οι τεχνολογίες του υδρογόνου. Το Ε.Μ.Π., το Πανεπιστήμιο Πατρών, ο Δημόκριτος, το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, το Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, το Κ.Α.Π.Ε. και ορισμένα νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου όπως είναι η εταιρεία ΡΟΚΑΣ ΑΕΒΕ, Air Liquide, η Γερμανός ΑΕ, η ΔΕΠΑ και η Tropical απασχολούνται με την ενεργειακή προοπτική του υδρογόνου.

Ολοκληρώνοντας αναφέρονται μερικές από τις υφιστάμενες χρήσεις του υδρογόνου. Επομένως, το υδρογόνο αξιοποιείται για:

- *Παρασκευή αμμωνίας, μεθανίου ή μεθανόλης (εκρηκτικά, λιπάσματα, αντιψυκτικά).*
- *Παρασκευή υδρογονανθράκων (βιομηχανία τροφίμων).*
- *Μελέτη στοιχειωδών σωματιδίων.*
- *Μελέτη της υπεραγωγιμότητας (σε υγρή μορφή).*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.6: ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (Γενικά Στοιχεία)**



Η πνοή του ανέμου είναι σε πλεονεκτική θέση και αποτελεί έναν καθαρό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η συγκεκριμένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας επέρχεται πρώτη στις ενεργειακές προτιμήσεις των χωρών με ισχυρό αιολικό δυναμικό. Η βασική αρχή λειτουργίας βασίζεται στη μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε μηχανική και κατόπιν ηλεκτρική. Το μέσο κόστος κατασκευής και συντήρησης των αιολικών πάρκων είναι ελαφρά μικρότερο από τις άλλες Α.Π.Ε. και αποτελεί έναν ουσιώδη λόγο επιλογής ως εναλλακτικό ενεργειακό σενάριο. Όμως η εγκατάσταση του είναι σε θέση να επηρεάσει μια πληθώρα περιβαλλοντικών μεταβλητών, όπως είναι το τοπίο και η φυσιογραφία. Αυτό το γεγονός επιφέρει την αναγκαιότητα ελέγχου της χωροθέτησης τους και ιδιαίτερα τη συμμετοχή υπολογιστικών πεδίων, όπως είναι και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Χωρικά Συστήματα Υποστήριξης Απόφασης.

Η ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος με πεδίο εφαρμογής τα αιολικά πάρκα αποτελεί και αντικείμενο της διπλωματικής. Επομένως, στο επόμενο κεφάλαιο αναλύεται με μεγαλύτερη ανάλυση, η θεωρία, το νομικό, τεχνολογικό καθεστώς, αλλά και οι προοπτικές που σχετίζονται με την χρήση της αιολικής ενέργειας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# 2



***ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ***

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.1: ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Στις ανανεώσιμες και παράλληλα ήπιες μορφές παραγωγής ενέργειας εντάσσεται και ο άνεμος. Το αιολικό δυναμικό μιας περιοχής έχει αποβεί ως αντικείμενο εκμετάλλευσης εδώ και εκατοντάδες χρόνια. Μια πληθώρα δραστηριοτήτων εκτελείται με τη βοήθεια του ανέμου. Το άλεσμα και η άντληση νερού αποτελούν τις πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις εργασιών. Η εικόνα ενός μύλου σε κάποια επαρχιακή κοινότητα της Ελλάδος, ή, το τοπίο των ανεμόμυλων στην Ολλανδία (*Εικόνα 2.1*) χαρακτηρίζουν τις αποδείξεις πως ο άνθρωπος στηρίχθηκε στη δύναμη του άχρωμου και άοσμου αέρα. Είναι γεγονός πως η Ολλανδία, μιας και βρίσκεται σε χαμηλότερη στάθμη, από αυτή της θάλασσας, στηρίζεται στην άντληση του νερού, με τη χρήση των ανεμόμυλων για να μην πλημμυρήσει, τουλάχιστον στο παρελθόν, μιας και τώρα τα ύδατα συγκρατώνται από φράγματα και αναχώματα.

Ταξιδεύοντας στα βάθη των αιώνων ανιχνεύουμε δεκάδες λαούς που χρησιμοποιούσαν την αιολική ενέργεια. Οι πολιτισμοί της Κίνας, του Θιβέτ, της Ινδίας, του Αφγανιστάν, της Περσίας χρησιμοποίησαν τον άνεμο, για φτάσουμε στη Μεγάλη Βρετανία, τον 11<sup>ο</sup> – 12<sup>ο</sup> αιώνα. Μέχρι και τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, ο άνεμος δέσποζε στην επιτέλεση δραστηριοτήτων από τον άνθρωπο. Όμως η ανακάλυψη της ατμομηχανής, η παραγωγή ενέργειας με την καύση άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου και ο σχεδιασμός μηχανών εσωτερικής καύσης και αεροστροβίλων οδήγησε στο περιθώριο την εκμετάλλευση του ανέμου. Τα προφανή πλεονεκτήματα της σταθερότητας στην παραγωγή ενέργειας και της ανεξαρτησίας του χώρου εγκατάστασης ώθησε ολοένα και περισσότερες βιομηχανίες να χρησιμοποιούν την ενέργεια των ορυκτών καυσίμων έναντι αυτής του ανέμου.



*Εικόνα 2.1: Χαρακτηριστική εικόνα ανεμόμυλου,*

Κάτω από την επιβολή των συμβατικών καυσίμων, οι ανεμογεννήτριες συνέχιζαν, έστω και αμυδρά, να ακμάζουν και αποζητούν τα οφέλη της ανάπτυξης της τεχνολογίας και της αεροδυναμικής. Μηχανικοί, όπως ο Γάλλος F.M. Darrieus, ο Φιλανδός Savonius σχεδίασαν νέους τύπους ανεμογεννητριών, για φτάσουμε στις ανεμογεννήτριες τύπου Darrieus που εγκαταστάθηκαν στην Καλιφόρνια (1980) και στις σύγχρονες ανεμογεννήτριες με συνθετικά υλικά και με αυτοματοποιημένους μηχανισμούς ελέγχου.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και το σύνολο των κλιματικών αλλαγών προτάσσεται πλέον ως απειλή απέναντι στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου. Η ανάγκη για μια αειφόρο οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη, μέσα σε ένα προστατευμένο και καθαρό περιβάλλον χαράζει ως μονόδρομο τη στροφή της ανθρωπότητας στη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού διαφαίνεται να αναδεικνύεται ως μια πολύτιμη λύση στον ενεργειακό τομέα. Χώρες όπως η Ισπανία, η Φιλανδία, η Δανία, η Λατινική Αμερική, η πολιτεία της Καλιφόρνιας στηρίζονται ενεργά στην παραγωγή ηλεκτρισμού από τον άνεμο. Τα τελευταία χρόνια και στην Ελλάδα ξεκίνησαν προσπάθειες στροφής στις

Α.Π.Ε. και ιδιαίτερα σε αυτή του ανέμου, καθώς η Ελλάδα έχει ένα ισχυρό αιολικό δυναμικό, μεγάλο μέρος εκ του οποίου είναι ανεκμετάλλευτο.

Στις επόμενες ενότητες θα παρουσιαστεί με επάρκεια και ουσία, η τεχνολογία που αφορά τη χρήση των ανεμογεννητριών, οι οικονομικές και τεχνικές διαστάσεις μιας τέτοιας επένδυσης, το νομικό καθεστώς που διέπει το καθεστώς αιολικής ενέργειας, αλλά και θα αναφερθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.2: ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

### **ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ**

Στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα στο τμήμα της αιολικής ενέργειας, έχουν συνεισφέρει πολλοί της κλάδοι της φυσικής. Η ανάπτυξη των θεωριών της αεροδυναμικής και η παράλληλη ενδυνάμωση της αεροναυτιλίας, της διαστημικής τεχνολογίας, αλλά και των ηλεκτρονικών υπολογιστών συνετέλεσε, ιδιαίτερα τις τελευταίες δεκαετίες με την έξαρση των συζητήσεων, αλλά και των φαινομένων της κλιματικής αλλαγής, στην παρασκευή και χρήσεων νέων τύπων ανεμογεννητριών. Οι καινοτομίες δεν αφορούν αποκλειστικά το σχεδιασμό και τη κατασκευή Α/Γ, αλλά και τις μεθόδους παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικού ρεύματος. Το δίκτυο της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.) έχει εκσυγχρονιστεί και συνεχώς συντηρείται με στόχο τη βελτιστοποίηση της ποιότητας και της επάρκειας ηλεκτρικού ρεύματος, υπό οποιαδήποτε κατάσταση ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι επόμενες ενότητες έχουν ως στόχο την αναφορά στα γενικά, αλλά ουσιαστικά στοιχεία που σχετίζονται με τον σχεδιασμό, την κατασκευή και την λειτουργία ενός αιολικού πάρκου, ή, μιας μεμονωμένης ανεμογεννήτριας.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.2.1: ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ**

### **ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ**

Προτού πραγματοποιηθεί η σχετική μνεία με τα βασικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας, πρέπει να αναφερθεί η ειδοποιός διαφορά μεταξύ ενός αιολικού πάρκου και μιας ανεμογεννήτριας. Ένα *αιολικό*

πάρκο είναι ένα σύνολο ανεμογεννητριών, οι οποίες εντάσσονται σε ένα δίκτυο απο όπου παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Τα αιολικά πάρκα εμφανίζουν ορισμένα πλεονεκτήματα συγκριτικά με τις μεμονωμένες ανεμογεννήτριες. Αυτά συνοψίζονται στον **πίνακα 2.1**.

<i><b>Πλεοκτήματα / Μειονεκτήματα</b></i>	<i><b>Αιολικό Πάρκο</b></i>
✓	<i>Εξομάλυνση παραγόμενης ισχύος</i>
✓	<i>Σταθερές και μειωμένες διακυμάνσεις ηλεκτρικής ισχύος</i>
✓	<i>Αντιμετώπιση των τοπικών ριπών ανέμου</i>
✓	<i>Παραγωγή μεγαλύτερων ποσών ηλεκτρικής ισχύος</i>
-	<i>Απαιτητικός σχεδιασμός αιολικού πάρκου (κόστος)</i>
-	<i>Ανάγκη για συσχέτιση των διακυμάνσεων εκμετάλλευσης του ανέμου</i>
-	<i>Κάθε ανεμογεννήτρια επηρεάζεται από την άλλη (μείωση του πεδίου ανέμου)</i>
<i><b>ΠΗΓΗ Κ.Α.Π.Ε.</b></i>	

Τα βασικά μηχανολογικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας είναι τα εξής:

- *Ο δρομέας*
- *Η άτρακτος*
- *Ο πύργος και η θεμελίωση του*

- *Οι ηλεκτρικοί ελεγκτές και οι καλωδιώσεις της Α/Γ*

Ένα αιολικό πάρκο περιέχει και κατασκευές – υποδομές που προαπαιτούνται για την πλήρη και ορθή λειτουργία του. Αυτές είναι:

- *Κατασκευές υποστήριξης των ανεμογεννητριών*
- *Υποσταθμούς – μετασχηματιστές*
- *Υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο Δ.Ε.Η.*
- *Οδικές κατασκευές – προσβάσεις στο αιολικό πάρκο*

Ο θεμέλιος λίθος μιας Α/Γ είναι ο *ρότορας της μαζί με τα πτερύγια*. Η αρχή λειτουργίας του ρότορα βασίζεται στη μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική ενέργεια περιστροφής των πτερυγίων. Η αεροδυναμική άνωση στο επάνω τμήμα των πτερυγίων με τη διαφορά πίεσης στο κάτω τμήμα, οδηγούν στην περιστροφή τους.

Είθεσται να επιλέγονται δύο, ή, τρία πτερύγια στους δρομείς, καθώς επιτυγχάνεται ένας συγκερασμός υψηλής ταχύτητας περιστροφής και χαμηλού θορύβου. Τα υλικά κατασκευής των πτερυγίων είναι από:

- *Ξύλο*
- *Εποξικές μήτρες ενισχυμένες με ίνες γυαλιού*
- *Κράματα χάλυβα, ή, αλουμινίου (μειονεκτήματα, λόγω ανακλάσεων των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων της τηλεόρασης και του ραδιοφώνου)*
- *Ανοξείδωτο σίδηρο*
- *Υαλοβάμβακα με πετρώδη πυρήνα*

Τα μεγέθη των πτερυγίων ποικίλλουν από 60 cm – 100,4 m, με ισχύ από 50 W έως 3 MW, ενώ η ταχύτητα περιστροφής κυμαίνεται από 50 m/s έως 100 m/s (Χαραλαμπίδης, “Αιολική Ενέργεια”) (*Εικόνα 2.2*).



**Εικόνα 2.2:** Η διάμετρος των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας (Growian, MOD5B) είναι 100,4 μέτρα

Στο σώμα της ατράκτου λαμβάνει χώρα η μετατροπή της κινητική ενέργειας του ανέμου σε μηχανική και ηλεκτρική. Τα βασικά μέρη της ατράκτου είναι τα εξής (**Εικόνα 2.3**):

- *Κύριος Άξονας*
- *Σύστημα Πέδησης*
- *Μετάδοση Κίνησης*
- *Γεννήτρια*
- *Σύστημα Εκτροπής*

Η λειτουργία της ανεμογεννήτριας βασίζεται στην πνοή του ανέμου. Όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι σε θέση να μετακινήσει το δρομέα (ταχύτητα εκκίνησης), το σύστημα εκτροπής μετατοπίζει είτε με τη βοήθεια του ουραίου ανεμοδείκτη, ή, αυτοματοποιημένα, το δρομέα, ώστε ο άξονας της ανεμογεννήτριας να ταυτίζεται με την κατεύθυνση του ανέμου. Καθώς μετακινούνται τα πτερύγια, τίθεται σε κίνηση ο άξονας μετάδοσης της κινήσεως.

Σε αυτό το σημείο προκύπτει μια σημαντική σκόπελος. Τα πτερύγια μιας ανεμογεννήτριας στρέφονται με συχνότητα, περίπου 30 στροφών / λεπτό, ή, 0,5 Hz. Η συχνότητα του τοπικού δίκτυο διανομής της



Δ.Ε.Η. είναι 50 – 60 Hz. Εμπράκτως μια ανεμογεννήτρια δεν είναι δυνατόν να στρέφεται από τον άνεμο με 3000 στροφές το λεπτό. Επομένως, απαιτείται η φυσική κίνηση, λόγω του ανέμου να πολλαπλασιαστεί. Αυτό επιτυγχάνεται με έναν μετατροπέα στροφών.

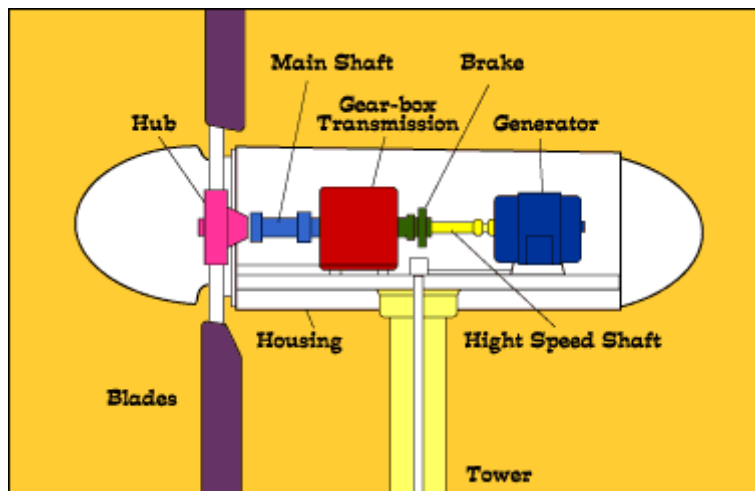
Η στροφή του ρότορα μέσα στις γεννήτριες επάγει ρεύμα, το οποίο εν συνεχεία μεταφέρεται στο τοπικό δίκτυο της Δ.Ε.Η.. Οι μεγάλες ανεμογεννήτριες συνήθως χρησιμοποιούν μια μικρή ποσότητα ρεύματος από το δίκτυο, προκειμένου να εξασφαλίσουν το απαραίτητο ρεύμα μαγνήτισης, για να διεγερθούν οι πυκνωτές (άεργος ισχύς).

Η περιστροφή του δρομέα κυμαίνεται σε καθορισμένα κατώφλια ταχύτητας ανέμου, καθώς σε πολύ υψηλές ταχύτητες απειλείται η αντοχή της όλης κατασκευής και φυσικά αυξάνονται τα κόστη και οι δαπάνες συντήρησης. Οι απώλειες ισχύος και κέρδους λόγω διακοπής μιας, ή, περισσότερων ανεμογεννητριών υπερβαίνουν την απλή παύση τους, για όσο χρονικό διάστημα επικρατούν πολύ ισχυροί άνεμοι. Επομένως, όταν ο άνεμος υπερβεί την ονομαστική “ταχύτητα επιβίωσης” της ανεμογεννήτριας ενεργοποιείται το σύστημα πέδησης της κατασκευής και απενεργοποιεί, ή, επιβραδύνει την περιστροφή του δρομέα.

Τα τέσσερα κατώφλια ισχύος μιας ανεμογεννήτριας διαφαίνονται στον επόμενο πίνακα (**Πίνακας 2.2 / Πηγή Κ.Α.Π.Ε.**)

Περιοχή λειτουργίας	Περιγραφή λειτουργίας: Παραγόμενη ισχύς συναρτήσει της ταχύτητας του ανέμου	Ενδεικτικό εύρος ταχύτητας του ανέμου (αναφορικά με το σχήμα 2.2)
Περιοχή 1	Οι ταχύτητες του ανέμου είναι πολύ μικρές για παραγωγή εκμεταλλεύσιμης ηλεκτρικής ισχύος.	0 έως ταχύτητα “εκκίνησης” - 0 έως 4 m/s.
Περιοχή 2	Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος αυξανόμενη με την ταχύτητα του ανέμου.	Ταχύτητα “εκκίνησης” έως “ονομαστική” ταχύτητα του ανέμου - 4 έως 13 m/s.
Περιοχή 3	Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος με σταθερό ρυθμό (ονομαστική ισχύς). Η απόδοση των πτερυγίων της Α/Γ μειώνεται σκόπιμα καθώς αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου.	“Ονομαστική” ταχύτητα ανέμου έως ταχύτητα “διακοπής” - 13 έως 20 m/s (ή περισσότερο).
Περιοχή 4	Δεν παράγεται ισχύς. Οι άνεμοι είναι πολύ	Ταχύτητα “διακοπής” έως ταχύ-

	δυναμικοί ώστε να δικαιολογείται η πρόσθετη αντοχή και δαπάνη για το μικρό αριθμό ωρών ανά έτος πέραν της ταχύτητας “διακοπής”.	τητα “επιβίωσης” - 20 m/s (ή περισσότερο) έως την ονομαστική ταχύτητα επιβίωσης σε θυελλώδεις ανέμους.
--	---	--



*Εικόνα 2.3: Βασικά μέρη ατράκτου ανεμογεννήτριας*

Οι ανεμογεννήτριες των αιολικών πάρκων που προορίζονται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να τοποθετούνται σε ένα ύψος, ώστε να μην επηρεάζονται από τις τυρβώδεις κινήσεις του ανέμου, που επικρατούν στις μικρές υψομετρικές ζώνες από το έδαφος. Η ανύψωση του δρομέα και της ατράκτου επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των πύργων στηρίξεως. Οι πύργοι στήριξης καλούνται να είναι ανθεκτικοί στις διάφορες φορτίσεις (ώσεις ανέμου, περιβαλλοντικά φορτία, βάρος δρομέα και ατράκτου). Το κόστος κατασκευής ενός πύργου στηρίξεως είναι υψηλό και ανέρχεται στο 20% της συνολικής τιμής του έργου. Αυτό υποδεικνύει την απαίτηση για υψηλή διάρκεια ζωής (περίπου 20 χρόνια). Στον επόμενο πίνακα (**Πίνακας 2.3**) δίδονται τα διάφορα είδη πύργων στηρίξεως.

<i>Είδος</i>	✔	✖
Σταθεροί σωληνωτοί πύργοι (χάλυβα)	Υψηλή αντοχή, επιτόπια συναρμολόγηση	Υψηλό κόστος, προβλήματα σκίασης, ταλαντώσεις λόγω

		<i>ανέμου</i>
<i>Σταθεροί σωληνωτοί πύργοι (οπλισμένο σκυρόδεμα)</i>	<i>Υψηλή απόσβεση ταλαντώσεων, δύσκαμπτοι</i>	<i>Αντιαισθητικοί, προβλήματα σκίασης</i>
<i>Σταθεροί δικτυωτοί πύργοι (<b>Εικόνα Β.11</b>)</i>	<i>Χαμηλό κόστος, ακαμψία</i>	<i>Κακή οπτική εμφάνιση, μεγάλη έκταση θεμελίωσης</i>
<i>Ανυψούμενοι πύργοι με επίτονους</i>	<i>Χαμηλό κόστος, επίγεια συντήρηση, λιγότερη επίδραση λόγω σκίασης</i>	<i>Μεγάλη έκταση θεμελίωσης, περιορισμών καλλιεργητικών δραστηριοτήτων (σε αγροτικές περιοχές)</i>
<b>ΠΗΓΗ Κ.Α.Π.Ε.</b>		



#### *Εικόνα 2.4: Πύργος με στήριξη*

Οι αεροδυναμικές ανωστικές δυνάμεις που αναπτύσσονται με την αύξηση της έντασης του ανέμου θέτουν σε κίνδυνο την Α / Γ, αλλά και το δίκτυο με το οποίο συνδέεται, λόγω μηχανικής και ηλεκτρικής υπερφόρτωσης. Επομένως, κρίνεται αναγκαίος ο έλεγχος της παραγωγής ισχύος της ανεμογεννήτριας. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με ρύθμιση των αεροδυναμικών ιδιοτήτων των ακροπτερυγίων, ή, με μεταβολή της γωνίας μεταξύ των πτερυγίων. Στην πρώτη περίπτωση όταν αυξάνεται ο άνεμος, τα πτερύγια μεταβάλλονται αεροδυναμικά, ώστε να επιφέρουν μια απώλεια στήριξης και επιβράδυνση, έως ακινησία του δρομέα. Από την άλλη πλευρά, με τον έλεγχο του βήματος των πτερυγίων, μειώνεται η γωνία μεταξύ των πτερυγίων που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της άνωσης.

Γενικά, το πρόβλημα της μεταβλητής ταχύτητας του ανέμου έχει απασχολήσει του μηχανικούς ανεμογεννητριών. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και της έρευνας έχει φέρει στο προσκήνιο την παραγωγή γεννητριών (επαγωγικών), οι οποίες λειτουργούν σε δύο δυνατά εύροι δρομέα, έτσι ώστε να εκμεταλλεύονται όλο το φάσμα ταχυτήτων του ανέμου και την παραγωγή ενέργειας, ανεξάρτητα από την πνοή του ανέμου (χαμηλή, ή, υψηλή ένταση).

Στη λειτουργία ενός αιολικού πάρκου υπεισέρχονται δύο παράμετροι. Η μια αφορά την τροφοδότηση με ηλεκτρικό ρεύμα του δικτύου μιας εταιρίας παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος (Δ.Ε.Η.) και η άλλη την παροχή με άεργο ενέργεια της ανεμογεννήτριας, για τη λειτουργία των επαγωγικών γεννητριών.

Συνήθως, οι Α.Π.Ε. και ειδικότερα τα αιολικά, ή, τα υβριδικά συστήματα παραγωγής ενέργειας χωροθετούνται σε περιοχές, όπου το υφιστάμενο δίκτυο της Δ.Ε.Η. είναι αδύναμο. Ο συγκεκριμένος απομακρυσμένος χώρος εγκατάστασης άπτεται κυρίως της αναγκαιότητας για εκμετάλλευση του μέγιστου αιολικού δυναμικού.

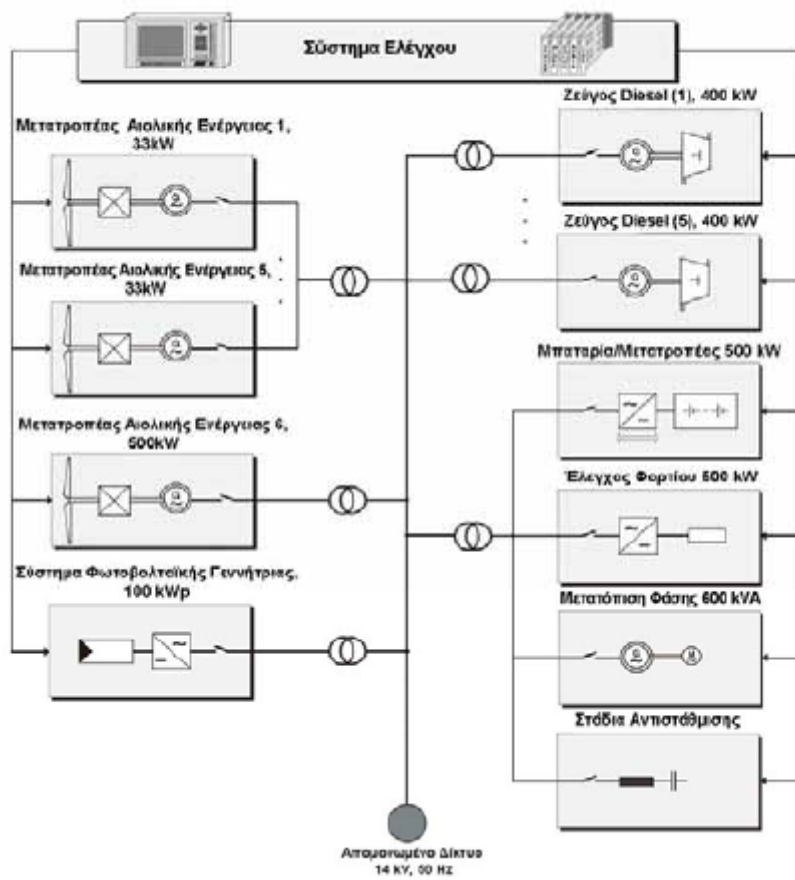
Η εξάρτηση της παραγόμενης ισχύος από το μεταβαλλόμενο αιολικό δυναμικό συνεπάγεται με μια μεταβαλλόμενη ενεργειακή παραγωγή. Οι μέγιστες μεταβολές που έχουν παρατηρηθεί ανέρχονται σε περίπου 23% της ισχύος σε χρονικό διάστημα 1 ώρας. Επομένως η δυναμικότητα της παραγωγής καλείται να εξισορροπήσει τις μεταβαλλόμενες καταστάσεις ζήτησης των καταναλωτών. Στις περισσότερες περιπτώσεις παρατηρείται ασυμβατότητα, καθώς τα μέγιστα της ζήτησης παρουσιάζονται σε ώρες, όπου η πιθανή ενεργειακή διείσδυση από ένα αιολικό πάρκο να είναι μικρή και το αντίστροφο.

Το υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο αξιολογείται ως προς την αντοχή του, καθώς καλείται να καλύπτει κατά τρόπο αέναο και ασφαλή, τη μέση μέγιστη καθαρή ωριαία παραγωγή. Οι λύσεις στο πρόβλημα της

αντοχής του δικτύου επιλύονται είτε με ενίσχυση του δικτύου, ή, με τη κατασκευή συνδετήριων γραμμών με ισχυρά, αλλά απομακρυσμένα από το αιολικό πάρκο, τμήματα του δικτύου. Και οι δύο λύσεις συνεπάγονται με υψηλό κόστος. Μια οικονομικότερη λύση που αποδίδεται είναι η προσωρινή αποδέσμευση του ενεργειακού αιολικού παραγόμενου, με αντίστοιχη αποζημίωση του ιδιοκτήτη, καθώς μια μεταβαλλόμενη συχνότητα του συστήματος και της παρεχόμενης ισχύος, προκαλεί διακυμάνσεις στις τάσεις (το γνωστό τρεμόπαιγμα) και γενικά βλάβες στις εγκαταστάσεις και τις συσκευές των καταναλωτών.

Η παραγόμενη τάση που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες μετατρέπεται σε εναλλασσόμενη (EP), μέσω των μετατροπέων και ενισχύεται με τη βοήθεια των μετασχηματισμών των τοπικών υποσταθμών της Δ.Ε.Η., για να υποβιβαστεί και πάλι από μετασχηματιστές σε 220 V, που αποτελεί και την τάση που διοχετεύεται στους καταναλωτές. Οι γραμμές μεταφοράς που χρησιμοποιούνται έχουν τάση 14 - 400 kV

Η ενεργειακή τροφοδοσία ποικίλλει και κυμαίνεται από απλές δραστηριότητες για άντληση νερού, έως αστικές και βιομηχανικές χρήσεις. Περισσότερο πολύπλοκες και απαιτητικές είναι οι περιφερειακές ενεργειακές τροφοδοσίες (τροφοδοσία μεγάλων κλιμάκων). Στην επόμενη εικόνα (**Εικόνα 2.5**) διαφαίνεται το υβριδικό σύστημα του μη διασυνδεδεμένου νησιού της Κύθνου. Το σύστημα αξιοποιεί την αιολική ενέργεια, αλλά και φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, για τη ρευματοδότηση του. Για την αποφυγή περιπτώσεων απωλειών φορτίου, χρησιμοποιούνται συσσωρευτές, όπου αποθηκεύεται μέρος της ενέργειας των Α.Π.Ε. (εφεδρείες) .



*Εικόνα 2.5: Υβριδικό σύστημα ηλεκτροπαραγωγής της Κύθνου (Πηγή: ISET)*

Η κατασκευή, η λειτουργία και η συντήρηση των ανεμογεννητριών ενός αιολικού πάρκου απαιτούν την ύπαρξη υφισταμένου, ή, την κατασκευή νέου οδικού δικτύου. Μέσω των οδικών αξόνων, τόσο τα κατασκευαστικά μηχανήματα, όσο και το προσωπικό υποστήριξης των αιολικών πάρκων θα έχει τη δυνατότητα να επισκέπτεται του χώρους των ανεμογεννητριών (*Εικόνα 2.6*).

Ο ιδιάζον χαρακτήρας του έργου επιτάσσει το σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση οδικών τμημάτων με μεγάλες και ασφαλείς διατομές, καθώς τα δομικά μηχανήματα και οι εξοπλισμοί των ανεμογεννητριών έχουν συνήθως μεγάλο βάρος (πολλούς τόνους) και διαστάσεις (πλάτος, μήκος, αλλά και ύψος). Οι θέσεις των αιολικών πάρκων, πλην των περιπτώσεων, όπου οι ανεμογεννήτριες χωροθετούνται σε ακτογραμμές, ή, εντός τις θαλάσσιας ζώνης, βρίσκονται στις κορυφογραμμές υψηλών όρων νησιωτικών και ηπειρωτικών τμημάτων, με στόχο τη μέγιστη αιολική εκμετάλλευση. Οι θέσεις εγκατάστασης υπαγορεύουν και την μελλοντική χάραξη του οδοστρώματος. Συνήθως, αυτή ακολουθεί τις ισοκλινείς του αναγλύφου, έτσι ώστε να είναι οικονομική και αποδοτική. Οι ποσότητες των χωματισμών, σε ότι αναφορά τις εκσκαφές και τις διαμορφώσεις πρανών, θα πρέπει είναι οι μικρότερο δυνατές. Οικονομικά βέλτιστος θεωρείται και ο σχεδιασμός, όπου τα κυβικά των χωματισμών από τις εκσκαφές πληρώνουν τις ανάγκες σε επιχώματα.

Οι επικλίσεις του οδοστρώματος, καθώς και οι κατά μήκος κλίσεις πρέπει να επιτρέπουν την πλήρη αποστράγγιση της οδού. Σε περίπτωση κακής αποχέτευσης, τα λιμνάζοντα ύδατα διαβρώνουν και καταστρέφουν το οδόστρωμα. Επιπρόσθετα, οι κατά μήκος κλίσεις και οι διατομές θα πρέπει να κυμαίνονται σε τιμές, όπου δύναται να μετακινηθούν βαρέα οχήματα (άνω των 32 τόνων).

Η διάνοιξη των οδικών δικτύων εξυπηρέτησης των αιολικών πάρκων προξενούν ίσως τις σημαντικότερες βλάβες στον τοπικό χαρακτήρα. Μεγάλες γαιομάζες μετακινούνται προκειμένου να ανοιχτούν οι δρόμοι, ενώ προκαλούνται μη αναστρέψιμες βλάβες στα τοπικά οικοσυστήματα. Περισσότερα στοιχεία θα αναφερθούν στις ενότητες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τα αιολικά πάρκα.



*Εικόνα 2.6: Οδικά έργα πρόσβασης σε αιολικό πάρκο της*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.3: Η ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ /** **ΣΤΟΧΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

Η Ελλάδα, ως κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης καλείται να ακολουθήσει τους στρατηγικούς ενεργειακούς στόχους, στους οποίους έχουν συγκλίνει τα μέλη της στα πλαίσια του πρωτοκόλλου του Κυότο. Η πολιτική συνοψίζεται στην προοπτική παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη την Ευρώπη, από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, σε ποσοστό 20%, έως το 2010.



Με βάση τις ανωτέρω στρατηγικές, η Ελλάδα πρέπει μέχρι το 2010, να προσεγγίσει το ποσοστό του 19,8 % της ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.. Αυτό το ποσοστό μεταφράζεται σε εγκατάσταση μονάδων 7.200 MW που θα παράγουν ετησίως 13,7 TWh. Οι οικονομικές και στρατηγικές συνθήκες, αλλά και βέβαια οι κλιματικές ιδιαιτερότητες της Ελλάδος, ευνοούν τέτοιου είδους σχέδια. Πράγματι, τα υψηλά επίπεδα ηλιοφάνειας, το μεγάλο αιολικό δυναμικό και τα γόνιμα εδάφη επιτρέπουν την ευδοκίμηση σχεδίων μιας αειφόρου ανάπτυξης και παραγωγής ενέργειας (**Πίνακας 2.4**).

<b><u>Στρατηγικός Στόχος Ελλάδας για παραγωγή ενέργειας από</u></b>			
<b><u>Α.Π.Ε. (χρονικός ορίζοντας 2005 – 2010)</u></b>			
	<i>Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)</i>	<i>Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας (TWh)</i>	<i>% συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας</i>
Τρέχουσα	3.765	6,45	12,0
Τρέχουσα (Υδροηλεκτρικά)	3.018	5,21	9,8
Λοιπές Α.Π.Ε.	747	1,24	2.2
<b><u>Στόχος</u></b>	<b><u>7.193</u></b>	<b><u>13,67</u></b>	<b><u>20,1</u></b>
Βασικό Σενάριο	5.711	10,15	18,1
Συντηρητικό Σενάριο	5.711	10,15	14,9
Με πρόσθετα μέτρα	7.093	13,46	19,8
Πηγές: Υπουργείο Ανάπτυξης και Business File			

Οι ενεργειακές στρατηγικές υποδέχονται εγχώριους και ξένους ενδιαφερόμενους επενδυτές, οι οποίες επιθυμούν να επενδύσουν επιχειρηματικά στον τομέα της ενέργειας στη χώρα μας. Μέχρι τα μέσα του

2006 το υπουργείο Ανάπτυξης είχε χορηγήσει 741 άδειες παραγωγής ενέργειας από Α.Π.Ε., με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 5.816 MW (5.226 MW από αιολικά πάρκα).

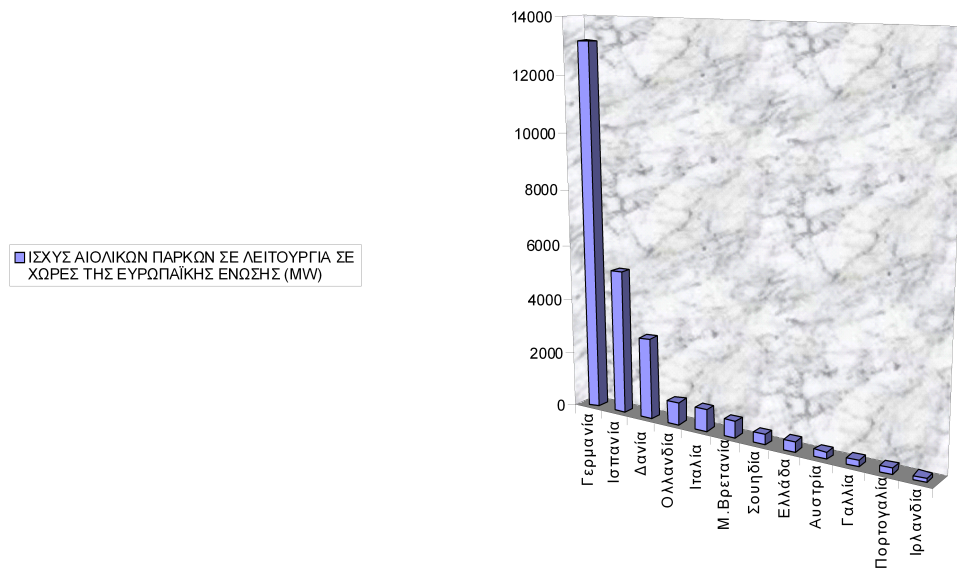
Η αγωνιώδης προσπάθεια υλοποίησης του στόχου διαφαίνεται και από τις οικονομικές ενισχύσεις του προγράμματος ανταγωνιστικότητα (200 εκ. Ευρώ). Ορισμένες από τις εταιρείες, οι οποίες θα χρηματοδοτηθούν για την κατασκευή αιολικών πάρκων είναι η ΤΕΡΝΑ, η ΔΕΗ, η ΡΟΚΑΣ, η Everwind, η Αιολική Πανείου, η Αειφορική Δωδεκανήσου κ.α..

Στο εγγύς μέλλον, σε αρκετές περιοχές αναμένεται ένας πράσινος οργανισμός αιολικών πάρκων και μηχανισμών εκμετάλλευσης του αιολικού δυναμικού. Αυτές είναι:

- *Νοτιοανατολικά διαμερίσματα της Πελοποννήσου (από Μολάους μέχρι το Άργος)*
- *Από νότια Εύβοια έως Νέα Μάκρη*
- *Από το Σχηματάρι έως τα Ψαχνά*
- *Δυτικά όρη της Χαλκίδας έως το Αλιβέρι*
- *Από τους Φίλιππους έως τα σύνορα με την Τουρκία*
- *Οι νήσοι της Λέσβου και της Χίου*
- *Αρκετές ακατοίκητες βραχονησίδες του Αιγαίου*

Ένα επιπρόσθετο στατιστικό δεδομένο είναι ότι αυτή τη στιγμή αριθμούνται 3676 αιολικά πάρκα. Από το σύνολο, 375 βρίσκονται σε λειτουργία, 181 έχουν άδεια εγκατάστασης και 3120 έχουν άδεια παραγωγής. Οι εγκαταστάσεις αιολικής ισχύος στην Ελλάδα παρουσίασαν μια αλματώδη άνοδο της τάξης του 80,8 % μεταξύ των ετών 1998 – 2001. Από σύνολο 12 Ευρωπαϊκών χωρών, η Ελλάδα βρίσκεται στην 8η θέση με ισχύ αιολικών πάρκων σε λειτουργία που ισοδυναμεί με 354 MW (**Ιστόγραμμα 2.1 / Πηγή: Βασιλάκος, 2006**)

ΙΣΧΥΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΕ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ (ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2003) (MW)



Οι αιολικές εγκαταστάσεις αναμένεται να συνοδευτούν και με μια επέκταση του συνδεδεμένου δικτύου (ΔΕΣΜΗΕ). Κυριότερη σύνδεση είναι αυτή που αφορά τη δημιουργία ενός υποθαλασσίου αγωγού που θα ενώνει τη Σύρο με το Λαύριο. Το στοιχείο που μέλει να ανιχνεύσουμε είναι η εφαρμογή των στρατηγικών στόχων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4: ΝΟΜΙΚΟ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4.1: Ο ΝΕΟΣ ΝΟΜΟΣ ΓΙΑ ΤΙΣ Α.Π.Ε. (ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΜΕ 2001/77/ΕΚ)**

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4.1.1: Εισαγωγή**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, λαμβάνοντας υπόψιν τις διεθνείς συνδιασκέψεις σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές που απειλούν την βιωσιμότητα και την ευρωστία των κοινωνικών συνόλων των κρατών – μελών, αλλά και ολόκληρης της ανθρωπότητας, νομοθετούν πλαίσια, τα οποία στοχεύουν στη σταδιακή αποκατάσταση των συμβατικών μεθόδων καυσίμου με τις καύσεις του άνθρακα, ή, άλλων γαιανθράκων, σε πιο φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Η πράσινη επανάσταση, μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας βρίσκεται στο προσκήνιο, με σαφή νομοθετική υποστήριξη από τις εκάστοτε κυβερνήσεις και τους παγκόσμιους οργανισμούς.

Η Ελλάδα, ως κράτος – μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αλλά και ως κράτος που βασίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα του φυσικού της περιβάλλοντος, καθώς βασική οικονομική πηγή της χώρας μας είναι ο τουρισμός, καλείται να εναρμονίσει τις κείμενες νομικές διατάξεις, με τις κοινοτικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η κοινοτική οδηγία 2001/77/ΕΚ εισάγεται μέσω ρυθμίσεων στην Ελληνική νομοθεσία.

Οι επόμενες ενότητες παρουσιάζουν τα πιο ουσιώδη στοιχεία αυτού του σχεδίου νόμου, που σχετίζονται άμεσα με τους λόγους και τους στόχους της παρούσας εργασίας.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4.1.2: Διαδικασίες αδειοδότησης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας**

Το νέο νομικό πλαίσιο αμβλύνει τα γραφειοκρατικά κωλύματα στις διαδικασίες έκδοσης άδειας παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε..

Για την άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας γνωστοποιείται πως χορηγείται από τον Υπουργό Ανάπτυξης, μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε, με βάση τα κριτήρια:

- Της διαφύλαξης της εθνικής ασφάλειας
- Της προστασίας της δημόσιας υγείας και ασφάλειας
- Της διαφύλαξης της ασφάλειας του συστήματος και του δικτύου
- Της ενεργειακής αποδοτικότητας του έργου (Μετρήσεις για τα αιολικά πάρκα κατά DIN – EN ISO/IEC 17025 / 2000))
- Της ωριμότητας της διαδικασίας
- Της εξασφάλισης του δικαιώματος χρήσης του έργου
- Της δυνατότητας του αιτούντος να υλοποιήσει το έργο (οικονομικά, επιστημονικά και τεχνικά)
- Της διασφάλισης παροχής υπηρεσιών κοινής ωφέλειας και προστασίας των πελατών.
- Της προστασίας του περιβάλλοντος, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία και το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε..

Η Ρ.Α.Ε. εξετάζει τα κριτήρια όλων των περιπτώσεων και πριν διατυπώσει τη γνώμη της, διαβιβάζει την Π.Π.Ε. (Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση), στις περιπτώσεις που αυτή απαιτείται στην αρχή, που είναι αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση. Η αρχή αυτή γνωμοδοτεί επί της Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και διαβιβάζει την γνωμοδότησή της στην Ρ.Α.Ε.

εντός εξήντα (60) ημερών από τη συμπλήρωση του φακέλου της Π.Π.Ε.. Τα στοιχεία της αίτησης και της γνώμης που δημοσιοποιούνται, με επιμέλειά της, στο διαδίκτυο ή με οποιοδήποτε άλλο τρόπο.

Κατόπιν, η Ρ.Α.Ε. υποβάλλει την γνώμη της στον Υπουργό Ανάπτυξης εντός τεσσάρων (4) μηνών από τη γνωστοποίηση της δημοσίευσης της αίτησης. Ο Υπουργός Ανάπτυξης εκδίδει τη σχετική απόφαση εντός δέκα πέντε (15) ημερών από την υποβολή, σε αυτόν, της γνώμης της Ρ.Α.Ε. Η Ρ.Α.Ε. τηρεί ειδικό μητρώο Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α.

Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α περιλαμβάνει:

- *Τον κάτοχό της, παραγωγό ή αυτοπαραγωγό, νομικό ή φυσικό πρόσωπο.*
- *Τον τόπο εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.*
- *Την Εγκατεστημένη Ισχύ και τη Μέγιστη Ισχύ Παραγωγής*
- *Τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ή τη μορφή Α.Π.Ε.*
- *Τη διάρκεια ισχύος της.*
- *Το ή, τα πρόσωπα τα οποία έχουν την οικονομική δυνατότητα για τη χρηματοδότηση και υλοποίηση του έργου.*

Η άδεια παραγωγής χορηγείται για χρονικό διάστημα μέχρι είκοσι πέντε (25) ετών και μπορεί να ανανεώνεται, μέχρι ίσο χρόνο. Εάν εντός είκοσι τεσσάρων (24) μηνών, από την χορήγηση της άδειας παραγωγής δεν έχει χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης, η άδεια παραγωγής ανακαλείται. Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α μπορεί να τροποποιείται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης μετά από γνώμη της ΡΑΕ, ύστερα από σχετική αίτηση του κατόχου της (άρθρο 3).

Η χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α δεν απαλλάσσει τον κάτοχό της από την υποχρέωση λήψης άλλων αδειών ή εγκρίσεων που προβλέπονται από την κείμενη νομοθεσία, όπως η έγκριση περιβαλλοντικών όρων και οι άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας. Η χορήγηση άδειας παραγωγής αποτελεί προϋπόθεση της υποβολής αιτήματος για τη χορήγηση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ). Επιτρέπεται, πριν από τη χορήγηση της άδειας παραγωγής, η εξέταση, από τις αρμόδιες υπηρεσίες, αιτήσεων για την έκδοση γνωμοδοτήσεων σχετικών με την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που απαιτούνται στο πλαίσιο της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις.

Κατά την αξιολόγηση των αιτήσεων για τη χορήγηση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α, συνεκτιμάται η συμμετοχή στο νομικό πρόσωπο, φυσικών προσώπων που είναι

δημότες του οργανισμού τοπικής αυτοδιοίκησης (ο.τ.α.) πρώτου ή δεύτερου βαθμού ή επιχειρήσεων των οργανισμών αυτών, ή τοπικών συλλόγων ή αστικών μη κερδοσκοπικών εταιρειών, που έχουν την έδρα τους εντός των διοικητικών ορίων του οικείου ο.τ.α, όπου πρόκειται να εγκατασταθεί το έργο.

Εφόσον η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται, με αιολική ενέργεια, από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση των είκοσι (20) kWe, (απομονωμένα μικροδίκτυα, ή από σταθμούς με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση των σαράντα (40) kWe (Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά) και με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση των πενήντα (50) KWe (Διασυνδεδεμένο Σύστημα) δεν απαιτείται άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (με υποχρέωση όμως ενημέρωσης του διαχειριστή του συστήματος). Οι παραπάνω σταθμοί υποχρεούνται να έχουν περιβαλλοντική αδειοδότηση, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία. Η Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ισχύει για δέκα (10) έτη και μπορεί να ανανεώνεται, μία ή περισσότερες φορές, μέχρι ίσο χρόνο κάθε φορά (άρθρο 4).

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4.1.3: Διαδικασίες αδειοδότησης εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας**

Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. (επομένως και αιολικά πάρκα) ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., καθώς και κάθε έργο που συνδέεται με την κατασκευή και τη λειτουργία τους, επιτρέπεται να εγκαθίστανται και να λειτουργούν:

- Σε γήπεδο ή σε χώρο (με νόμιμη χρήση και κυριότητα)
- Σε δάση ή δασικές εκτάσεις (άρθρα 45 και 58 του Ν. 998/1979 ΦΕΚ 289 Α', ή το άρθρο 13 του ν. 1734/1987 ΦΕΚ 189 Α').
- Σε αιγιαλό, παραλία, θάλασσα ή σε πυθμένα της, εφόσον έχει παραχωρηθεί το δικαίωμα χρήσης τους (άρθρο 14 του ν. 2971/2001 ΦΕΚ Α' 285)

Η διαδικασία έκδοσης της άδειας εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών Α.Π.Ε., ή, επέκτασης των αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας διαφοροποιείται ανάλογα με την κατηγορία του έργου. Επομένως:

- Για έργα που κατατάσσονται στην *1η υποκατηγορία της Α' Κατηγορίας*, καθώς και για όλα τα έργα Α.Π.Ε που κατασκευάζονται σε *προστατευόμενες περιοχές Ramsar, Natura 2000*, εθνικούς δρυμούς και αισθητικά δάση, ανεξάρτητα από την κατηγορία των έργων (ν. 1650 / 1986) εκδίδεται με κοινή απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης και του, κατά περίπτωση, αρμόδιου Υπουργού, εντός της προθεσμίας τριάντα (30) ημερών, από την υποβολή της αίτησης
- Για έργα που κατατάσσονται στη *2η υποκατηγορία της Α' Κατηγορίας και στην 3η ή 4η υποκατηγορία της Β' Κατηγορίας* (ν. 1650 / 1986) η άδεια εγκατάστασης εκδίδεται εντός αποκλειστικής προθεσμίας δεκαπέντε (15) ημερών, από τον Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας που εντάσσεται το έργο (ή, από τον Υπουργό Ανάπτυξης, με υποστήριξη του Κ.Α.Π.Ε.)

Περίληψη της άδειας εγκατάστασης *δημοσιεύεται*, με ευθύνη του κατόχου της, σε μία τουλάχιστον ημερήσια εφημερίδα που εκδίδεται στην Αθήνα και σε μία τοπική εφημερίδα της περιφέρειας, στα όρια της οποίας πρόκειται να εγκατασταθεί ο σταθμός. Η άδεια εγκατάστασης ισχύει για δύο (2) έτη και μπορεί να παρατείνεται, κατά ανώτατο όριο, για ίσο χρόνο.

Για την χορήγηση άδειας λειτουργίας, οι τεχνικοί του Κ.Α.Π.Ε. ελέγχουν τις τεχνικές λεπτομέρειες των εξοπλισμών και του σταθμού. Η άδεια λειτουργίας εκδίδεται εντός αποκλειστικής προθεσμίας δεκαπέντε (15) ημερών από την ολοκλήρωση των ανωτέρω ελέγχων. Η άδεια λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ισχύει για είκοσι (20) τουλάχιστον έτη και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρονικό διάστημα.

Ο αρμόδιος Διαχειριστής του Συστήματος ή του Δικτύου υποχρεούται, κατά την κατανομή του φορτίου, να δίνει προτεραιότητα σε διαθέσιμες εγκαταστάσεις παραγωγής, στις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από Α.Π.Ε., ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ τους (συνδεδεμένο σύστημα, ή, δίκτυο και σύστημα, ή, δίκτυο μη διασυνδεδεμένων νησιών) (*άρθρο 9 - 10*).

Για την τέλεση των έργων σύνδεσης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. με το Σύστημα ή το Δίκτυο, πιθανόν να απαιτηθεί τυχόν οφειλόμενο αντάλλαγμα για την παραχώρηση της χρήσης του εδάφους, από το νόμιμο κάτοχο. Αντάλλαγμα δεν αποδίδεται σε περίπτωση κατοχής των εδαφών δικαίου από νομικά πρόσωπα δημοσίου. Ο τύπος και το περιεχόμενο των συμβάσεων σύνδεσης



Σταθμών Α.Π.Ε. με το Σύστημα ή το Δίκτυο και κάθε άλλο σχετικό θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια, καθορίζεται κατόπιν γνωμοδότησης της Ρ.Α.Ε. .

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4.1.4: Σχολιασμός επί της αδειοδοτικής διαδικασίας**

Τα γρανάζια των διεργασιών αδειοδότησης ενός αιολικού πάρκου συχνά παρουσιάζουν δυστοκίες και εμπλοκές κωλύοντας, ή, και σε δυσμενέστερο σενάριο αποτρέποντας τις στρατηγικές παραγωγής ενέργειας από Α.Π.Ε.. Είναι χαρακτηριστικό πως σε ορισμένες περιπτώσεις, το χρονικό διάστημα αναμονής για την έκδοση μιας άδειας να είναι τόσο μεγάλο, ώστε η τεχνολογία παραγωγής ενέργειας από μια συγκεκριμένη εναλλακτική μορφή, να εξελίσσεται και οι ήδη προβλεπόμενοι εξοπλισμένοι να καθίστανται πεπαλαιωμένοι (*Robert McDonald, 2006*). Στο επόμενο διάγραμμα παρουσιάζεται συγκεντρωτικά, η υφιστάμενη αδειοδοτική ροή εργασιών που απαιτούνται για την έγκριση ενός αιολικού πάρκου (*Διάγραμμα 2.1*).

? 1? s? e? d'af e??me??? epe?d?t?

? ??tas? ?que??? d? ? ??i????? ? ap? ?.?.?.  
(?????? 60 ?μ??e?)

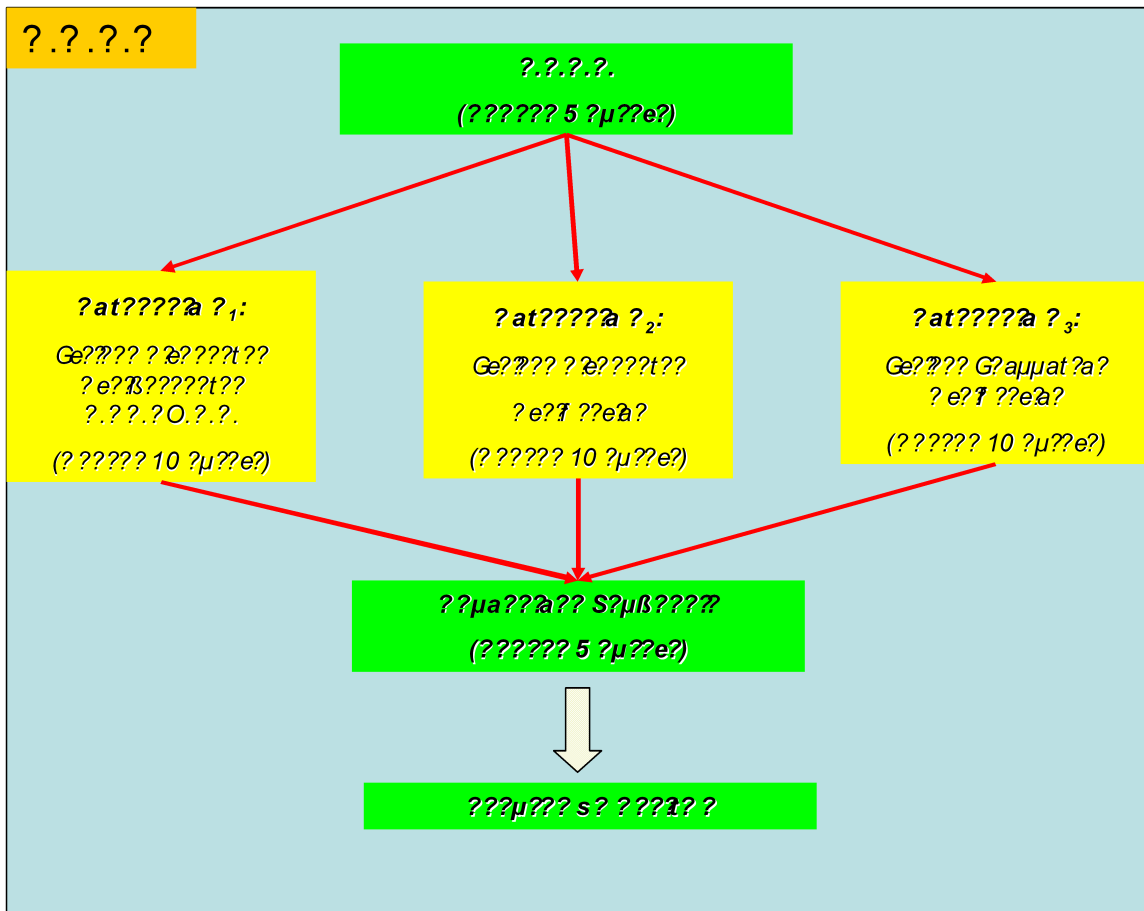
?.?.?.?

?.?.?.?.  
(?????? 10 ?μ??e?)



1. ?è????s? ?? ??ta??a?t?? ?.???.?O.?.?.
2. ?è????s? ?e?Ba????t??? S?ed'asμ?? t???.?.?.?O.?.?. ?à pe????? Natura 2000 ?a?Ramsar
3. Gè?? ?p ?e?e?? ?????? ?μ??a?
4. ??μ?d'è ?p??es'è ?p????e?? ?????t??? ???pt???? ?a????f ?μ? ?
5. ??μ?d'è ?p??es'è t?? ?p????e?? ?????st ??? ????pt????
6. ?? ? ?μ?d'è? ?f ??eè? ???st??? ? ?a?? ?as ?? ? ???a??t?? ?
7. ?? ? ?μ?d'è? ?f ??eè? ??a?t?? ? ???a??t?? ? ?e?t??? ? ?μe?? ? ?a?? ? ???a??t?? ?
8. ? ??a?μ???? ?μst??? S?ed?? ?a?? ??stas'è? ?e?B????t?? ?????a? ?a?Tessa??????, ? , st???a?μ?d???  
???a?μ????t?? ?eè? ?e?f ??eè?
9. F??e?? ?à?e??s??? ??state??μe?? ? ?e????? ?
10. ??μ?d'è ?p??es'è t?? ?p????e?? ?μp???? ?a?t??a?
11. ??μ?d'è ?p??es'è ?p????e?? ? taf ??? ?a??p ??? ? ? ?
12. ??μ?d'è ?e?f e?eè?? ?è????s? ?d?t?? ?

(? ????? 30 ?μ??e?)





?.?.?.

? ?s? ?a?? .?.?. ap? t? t? p?e??? t??  
e?d?af e??µe??? epe?d?t?

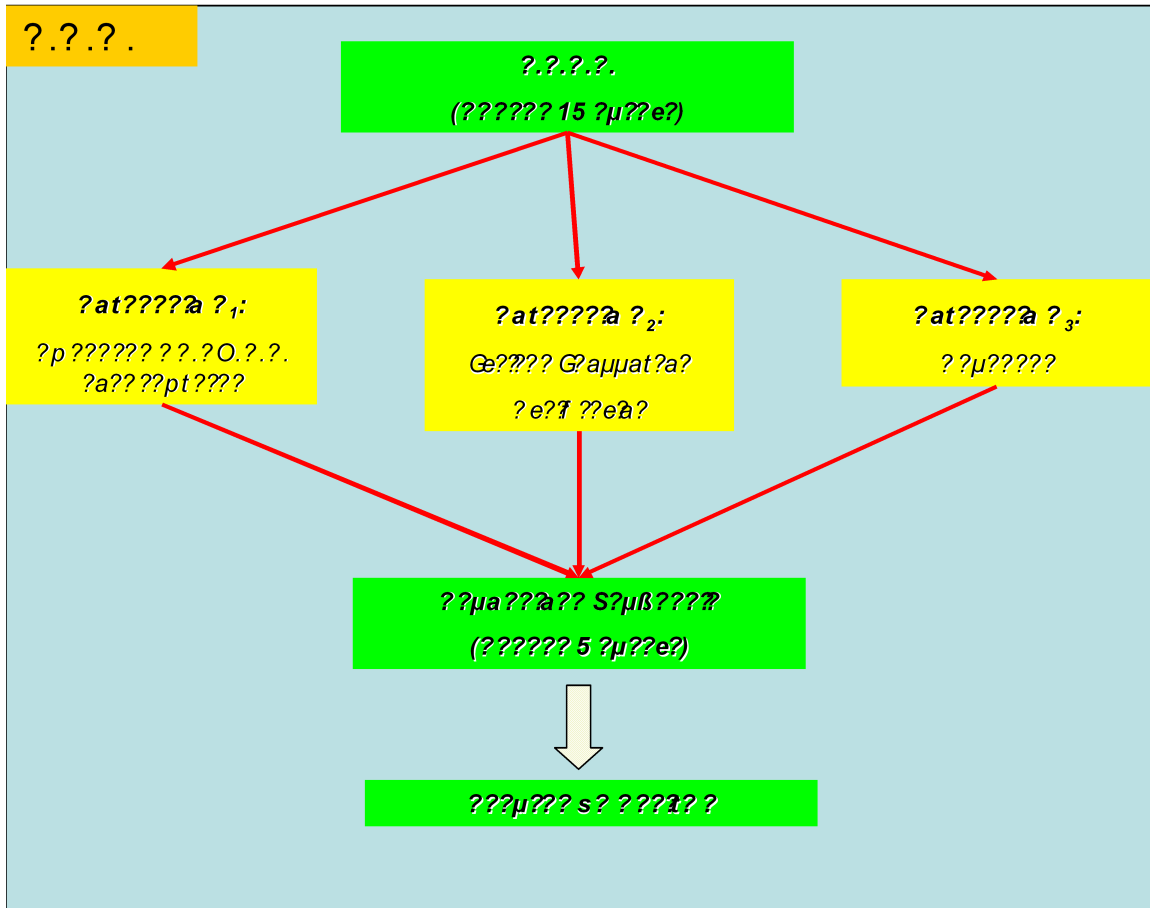
? ????s? S?ed?asµ?? ?a?? ??pt???? (? ??a?  
? e? ? ??eà?)

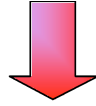
?.?.?.?.  
(????? 10 ?µ??e?)



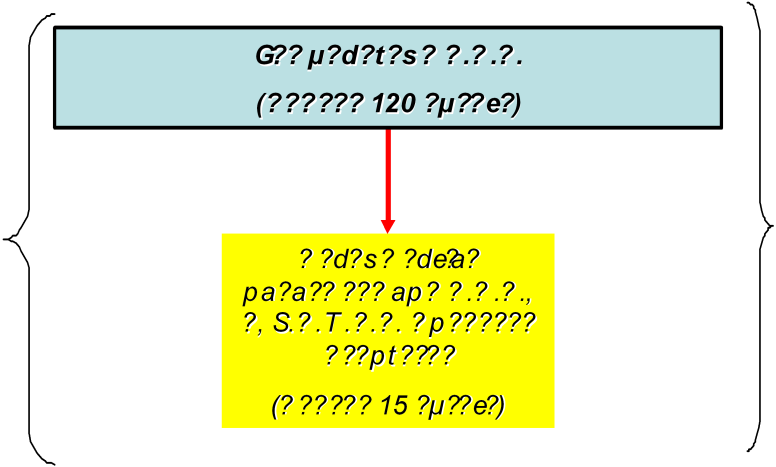
1. ? ????s? ?? ??ta?à?t?? ? .?.?.?.O.?.?.
2. ? ????s? ? e? ?a????t?? S?ed?asµ?? t?? .?.?.?.O.?.?. ?à p e? ??? Natura 2000 ?a?Ramsar
3. ?p????e? ???pt????
4. ? ?µa??à?? S?µß???? / ????e?
5. ??µ?dà ? p??es à ?p????e?? ?????t?? ????pt???? ?a???? ?µ? ?
6. ? ??a?µ?? ? ?µ&t?? S?ed?? ?a?? ??stasà? ? e? ????t?? ????a? ?a?Tessa????, ?, st??? a?µ?d??  
???a?µ????t?? ?eà? ? e? ? ??eà?
7. F ??e? ?à?e? ? ? ?state?µe?? ? e? ??? ?
8. ??µ?dà ? p??es à t?? ?p????e?? ?µp???? ? a?t??à?
9. ??µ?dà ? e? ? e?eà? ? ????s? ?d?t? ?

(????? 40 ?µ??e?)

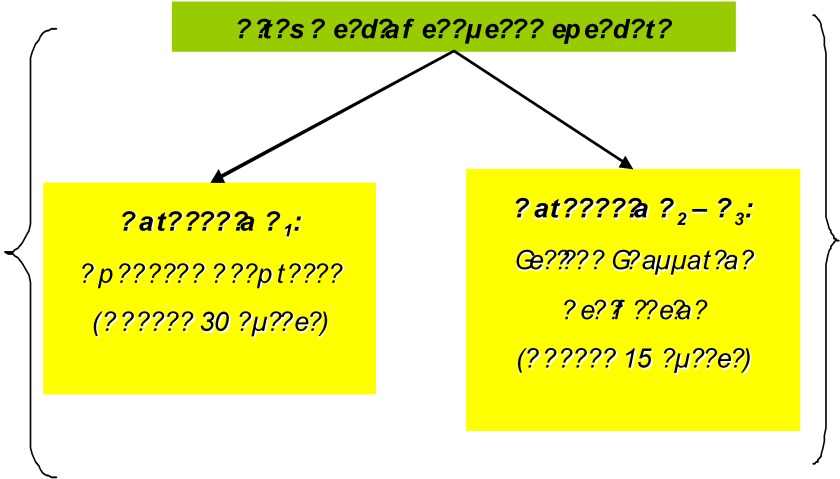


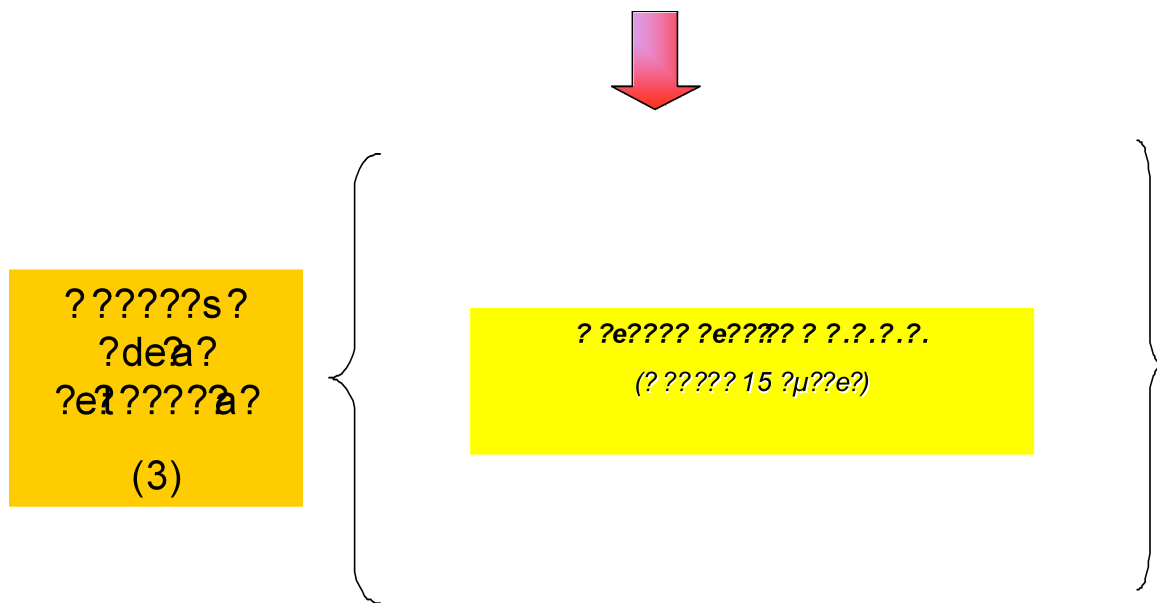


??????s?  
 ?deà?  
 pa?a?? ???  
 (1)



??????s?  
 ?deà?  
 e??at?stas??  
 (2)





*Διάγραμμα 2.1: Ροή αδειοδοτικών εργασιών για την έγκριση μιας*

Συνολικά οι φορείς που γνωμοδοτούν για τη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου δύναται να ανέλθουν στους 26 (από 41 φορείς) σύμφωνα με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Οι πλειάδα των φορέων δημιουργεί αρνητικές εντυπώσεις και καχυποψία για μια ουσιαστικά φιλική προς το περιβάλλον, διαδικασία παραγωγής ενέργειας. Παραταύτα, το νέο νομοθετικό πλαίσιο συγκεντρώνει και πλεονεκτήματα, τα κυριότερα εκ των οποίων είναι:

- *Μείωση του χρόνου που απαιτείται για τη λήψη αδειών (355 ημέρες).*
- *Βελτίωση των αυξημένων τιμών που καταβάλλει η Δ.Ε.Η. στους παραγωγούς Α.Π.Ε., για να καλύψουν το κεφαλαιουχικό κόστος (feed in tariffs).*

- Μη χορήγηση άδειας σε περιοχές εκτός αιολικού χάρτη και χωροταξικού σχεδίου.
- Αποδείξεις παραγωγικότητας και οικονομικής επάρκειας του αδειοδοτηθέντος.

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4.1.5: Διαδικασίες πώλησης - τιμολόγησης ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.**

Αφού ολοκληρωθούν οι διαδικασίες αδειοδότησης και κατασκευής του έργου, η Δ.Ε.Η. (διαχειριστής συστήματος, ή, δικτύου και διαχειριστής συστήματος, ή, δικτύου μη διασυνδεδεμένων νήσων) υποχρεούται να συνάψει σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με τον κάτοχο της άδειας παραγωγής της. Η σύμβαση πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας ισχύει για δώδεκα (12) έτη και μπορεί να παρατείνεται για οκτώ (8), επιπλέον, έτη (με έγγραφη δήλωση του παραγωγού).

Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ένα αιολικό πάρκο ανέρχεται στα 73 ευρώ ανά MWh για διασυνδεδεμένο σύστημα και στα 84,6 ευρώ ανά MWh για μη διασυνδεδεμένο σύστημα. Για αιολικά πάρκα που χωροθετούνται στη θάλασσα, οι τιμές ανέρχονται στα 90 ευρώ ανά MWh.

Η προέλευση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από εγκαταστάσεις σταθμών που λειτουργούν νόμιμα και χρησιμοποιούν Α.Π.Ε, αποδεικνύεται από τους παραγωγούς της αποκλειστικά και μόνο με τις Εγγυήσεις Προέλευσης. Οι φορείς έκδοσης των εγγυήσεων προέλευσης είναι οι διαχειριστές των συστημάτων και των δικτύων, ενώ ο φορέας ελέγχου είναι η Ρ.Α.Ε..

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4.1.6: Διαδικασίες προώθησης επενδύσεων παραγωγής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.**

Μια σημαντική παράμετρος του νέου νόμου είναι η κρατική προώθηση των επενδυτικών σχεδίων για την κατασκευή σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Με άλλα λόγια, οι αρμόδιοι κυβερνητικοί φορείς καλούνται να υποστηρίξουν και να ενημερώσουν σχετικά με τις υφιστάμενες επενδύσεις σε Α.Π.Ε., αλλά και τα επίπεδα πλήρωσης των στρατηγικών ενεργειακών στόχων.

Για αυτό το σκοπό συγκροτείται μια επιτροπή προώθησης των επενδυτικών κινήσεων στις Α.Π.Ε.. Η επιτροπή μεριμνά για την ταχεία υλοποίηση των επενδύσεων, συμβάλλει στην επίλυση των αναφευομένων προβλημάτων, διατυπώνοντας, προς τούτο, τις κατάλληλες προτάσεις, διαμεσολαβεί για την άρση κάθε



αμφισβήτησης ή διαφοράς που ανακύπτει κατά τη διαδικασία αδειοδότησης των έργων Α.Π.Ε και εισηγείται με προτάσεις για την προώθηση των επενδύσεων στους τομείς Α.Π.Ε. (άρθρο 19).

Ο Υπουργός Ανάπτυξης μεριμνά για την δημοσίευση, με κάθε πρόσφορο τρόπο, Εθνικής Έκθεσης για την προώθηση των Α.Π.Ε.. Η έκθεση αυτή συντάσσεται από το Κ.Α.Π.Ε. και περιλαμβάνει αναλυτική επισκόπηση της εξέλιξης της διείσδυσης των Α.Π.Ε και Σ.Η.Θ.Υ.Α στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας και γενικά αναφορά σχετικά με επίτευξη των εθνικών ενδεικτικών στόχων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4.1.7: Αναφορά στη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων**

Προϋπόθεση του νέου νόμου για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και κατά συνέπεια και για την αιολική είναι η περιβαλλοντική έγκριση του έργου, ή, της δραστηριότητας που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι ένα αιολικό πάρκο. Η περιβαλλοντική έγκριση συνάδει με τις αρχές του βασικού άρθρου του Συντάγματος περί προστασίας του περιβάλλοντος (άρθρο 24). Επομένως το κράτος υποχρεούται να διαφυλάττει το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον και να λαμβάνει προληπτικά και κατασταλτικά μέτρα για την προστασία του. Επιπρόσθετα καλείται να ορίσει και να συντάξει δασολόγιο και κτηματολόγιο, καθώς και να πράττει μελέτες χωροταξικού και πολεοδομικού σχεδιασμού.

Αντίθετα με τις αρχές του Συντάγματος, επικράτησε σχεδιαστική και πολεοδομική αναρχία. Επενδυτές, εκμεταλλεζόμενοι την έλλειψη πολεοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού, καθώς και κτηματολογίου, προβαίνουν στην κατασκευή έργων, ή, δραστηριοτήτων, οι οποίες υπερβαίνουν τα όρια ανοχής του περιβάλλοντος. Η οικονομική προοπτική σκιάζει την περιβαλλοντική διάσταση, με αποτέλεσμα να πλήττονται αρκετές ουσιώδεις για μια αειφορική ανάπτυξη, περιβαλλοντικές μεταβλητές. Ηττημένος απο όλο αυτό το συρφετό των διαδικασιών είναι το ίδιο το περιβάλλον και κατ'ακολουθία η ποιότητα διαβίωσης μας.

Η αναφορά στην πλήρη διαδικασία έγκρισης μιας περιβαλλοντικής μελέτης ξεφεύγει απο τους στόχους της διπλωματικής. Όμως έχει ενδιαφέρον η συνοπτική και εξειδικευμένη περιγραφή των διαδικασιών και η λεπτομερής καταγραφή των ελλείψεων και των προβλημάτων, τα οποία αποτελούν και τον κινητήριο μοχλό αυτής της εργασίας.

Η έγκριση περιβαλλοντικών όρων (Ε.Π.Ο.) στοχεύει στο να προβλέψει, να εντοπίσει και να προσδιορίσει τις επιπτώσεις που θα προκληθούν από μια δραστηριότητα, ή, έργο του ανθρώπου (Κασσιός

2000). Με άλλα λόγια, ελέγχονται οι αντιδράσεις σε κάθε περιβαλλοντική μεταβλητή μιας δράσης του ανθρώπου. Η Ε.Π.Ο. αποτελείται από δύο θεμελιώδη τμήματα (Άρθρο 2, παρ.1 νόμος 3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν. 1650/86 με τις Οδηγίες 97/11/ΕΕ και 96/61/ΕΕ):

1. Η διενέργεια μια Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.).
2. Η υποβολή και η αξιολόγηση μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.), ή, Περιβαλλοντικής έκθεσης κατά περίπτωση (Μανούρης 2006).

Η κατηγορία του έργου οριοθετεί και τους αρμόδιους για την αξιολόγηση και την έγκριση μιας Ε.Π.Ο.. Οι κατηγορίες των έργων καθορίζονται σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. Η.Π. 15393/2332 Φ.Ε.Κ. 1022/5/8/02. Η ηλεκτροπαραγωγή από αιολικά πάρκα εντάσσεται σε:

- Κατηγορία Α 1 για ηλεκτροπαραγωγή > 40 MW
- Κατηγορία Α 2 για ηλεκτροπαραγωγή από 5 – 40 MW
- Κατηγορία Β 3 για ηλεκτροπαραγωγή < 5 MW

Οι προκαταρκτικές περιβαλλοντικές αξιολογήσεις – εκτιμήσεις αποτελούσαν τις παλαιά ονομαζόμενες προεγκρίσεις χωροθέτησης. Η χρησιμότητα τους έγκειται στη μελέτη της αναγκαιότητας σύνταξης μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Συγκεκριμένα το στάδιο αυτό ονομάζεται διερεύνηση (screening). Μια Π.Π.Ε.Α. περιλαμβάνει (Μανούρης 2006):

- Τη θέση και το μέγεθος του προτεινόμενου αιολικού πάρκου
- Την εφαρμοζόμενη τεχνολογία
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου
- Τις συνθήκες της περιοχής χωροθέτησης
- Την τυχόν χρήση φυσικών πόρων
- Τη συσσωρευτική δράση με άλλα έργα, ή, δραστηριότητες
- Την παραγωγή αποβλήτων
- Την προκαλούμενη ρύπανση
- Τις πιθανές οχλήσεις
- Την πρόληψη των ατυχημάτων
- Τη συνοπτική περιγραφή των επιτρεπόμενων μέτρων

- *Τη συνοπτική περιγραφή των εναλλακτικών λύσεων*

Οι γνωμοδοτήσεις επί της Π.Π.Ε.Α. δίνονται από:

- *Το Γενικό Διευθυντή Περιβάλλοντος Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. / Κατηγορία Α 1*
- *Το Γενικό Διευθυντή Περιφέρειας / Κατηγορία Α 2*
- *Το Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας / Κατηγορία Β 3*

Όσο μικρότερη είναι η κατηγορία στην οποία υπάγεται το έργο, τόσο μειώνονται οι απαιτήσεις των εκθέσεων των Π.Π.Ε.Α.. Για παράδειγμα στα έργα και τις δραστηριότητες κατηγορίας Β 3 απαιτείται μόνο μια έκθεση σχετικά με τα χαρακτηριστικά του έργου και τις ενδεχόμενες επιπτώσεις. Κοινό στοιχείο σε όλες τις Π.Π.Ε.Α. είναι η απαίτηση μιας θετικής γνωμοδοτήσεως από ένα συγκεκριμένο διοικητικό όργανο.

Το επόμενο στάδιο είναι η σύνταξη μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Μια πλήρης Μ.Π.Ε. (τύπου Ι) περιλαμβάνει:

- *Την περιγραφή του έργου / δραστηριότητας*
- *Την περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του χώρου εγκατάστασης της δραστηριότητας*
- *Εκτίμηση των άμεσων και έμμεσων περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη δραστηριότητα στην πανίδα, στη χλωρίδα, στο κλίμα, στο τοπίο, στο έδαφος, στα νερά, στα υλικά αγαθά, στην πολιτιστική κληρονομιά και στην αλληλεπίδραση των παραπάνω περιβαλλοντικών μεταβλητών*
- *Συνοπτική περιγραφή των κύριων εναλλακτικών λύσεων (με συνυπολογισμό και της μηδενικής, δηλαδή της μη χωροθέτησης του έργου)*
- *Μια μη τεχνική περίληψη*

Οι γνωμοδοτήσεις επί των Μ.Π.Ε. δίνονται από:

- *Τον Υπουργό ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. / Κατηγορία Α 1*
- *Το Γενικό Γραμματέα Περιφέρειας / Κατηγορία Α 2*
- *Το Νομάρχη / Κατηγορία Β 3*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4.1.8: Η δημόσια συμμετοχή στις εγκρίσεις περιβαλλοντικών όρων**

Μια δραστηριότητα, ή, ένα τεχνικό έργο, όπως είναι η κατασκευή ενός αιολικού πάρκου και σε ανώτερο επίπεδο, η στρατηγική εγκαθίδρυση ενός καθεστώτος παραγωγής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας απευθύνεται άμεσα, ή, έμμεσα στους πολίτες μιας γειτονικής κοινωνίας, ή, στο σύνολο της χώρας. Μάλιστα δύναται ανάλογα με το μέγεθος και την κλίμακα του έργου να παρέχει και διασυνοριακά οφέλη. Επομένως εξάγεται το συμπέρασμα πως μια τέτοια δραστηριότητα, ή, πολιτική θα πρέπει να σέβεται το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Η ταχθείσα για το σκοπό αυτό νομοθεσία, προβλέπει τα στάδια της προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και της μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ώστε να εξακριβώσει και να κρίνει το ποσό μεταβολής των περιβαλλοντικών μεταβλητών από τη δημιουργία του αιολικού πάρκου, ή, από την ισχύ μια “πράσινης πολιτικής”, όπως είναι η αιολική ενέργεια.

Μια ολοκληρωμένη μελέτη χρήζει της παράθεσης της γνωμοδότησης του κοινού. Το ενδιαφερόμενο κοινό θα είναι και ο τελικός αποδέκτης των οφελών, ή, των οχλήσεων από τη δραστηριότητα. Για παράδειγμα, σε ένα αιολικό πάρκο, πέρα από τις ενεργειακές, αλλά και περιβαλλοντικές ωφέλειες, προκύπτουν σοβαρά μειονεκτήματα, όπως είναι η αλλοίωση του τοπίου από την παρουσία του. Οι κάτοικοι των όμορων δήμων, ή, κοινοτήτων, οι οποίοι αναγνωρίζουν τη φυσική, αλλά και συναισθηματική αξία του τοπίου αντιδρούν. Οι αντιδράσεις μεταφράζονται σε προσφυγές στα τοπικά δικαστήρια και στο Συμβούλιο της Επικρατείας (ΣτΕ). Το ΣτΕ φράζει όλες τις διαδικασίες, είτε αδειοδότησης, ή κατασκευής του έργου, με αποτέλεσμα, το έργο να καθυστερεί και να επιβαρύνεται οικονομικά, ενώ μακροσκοπικά και σε ένα ευρύ επίπεδο, η χώρα να παρεκκλίνει από τους κοινούς ενεργειακούς στόχους που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση.

Ο νόμος 3010 / 2002, ο οποίος είναι το αποτέλεσμα της εναρμόνισης με την κοινοτική οδηγία 96/61/ΕΚ προβλέπει τη δυνατότητα του κοινού να πληροφορείται έγκαιρα και ορθά επί του περιεχομένου της Μελέτης Περιβαλλοντικής Επιπτώσεων, να συμμετέχει και να εκφράζει τη γνώμη του. Αυτό είναι το ανεκτίμητο στάδιο της διαβούλευσης (scoring) και η αξία της ρύθμισης βασίζεται στο ότι δύναται να συμπεριλαμβάνει στη διαδικασία αδειοδότησης, τη γνώμη του κοινού. Όμως ας μελετήσουμε σε βάθος το θέμα, όπου και αποτελεί τον άξονα αυτής της μεταπτυχιακής διπλωματικής.

Ο όρος κοινό εμπεριέχει μια ευρύτητα και γενικότητα. Απευθύνεται:

- Σε μεμονωμένα άτομα
- Σε ομάδες φυσικών, ή, νομικών προσώπων
- Ενώσεις και οργανώσεις αντιπροσώπησης των ανωτέρω (για παράδειγμα, το νομαρχιακό και δημοτικό συμβούλιο και άλλοι).
- Μη κυβερνητικοί – περιβαλλοντικοί φορείς (για παράδειγμα, WWF, Greenpeace κ.α.)
- Τα άτομα, φυσικά, ή, νομικά που θίγονται άμεσα (για παράδειγμα η κατασκευάστρια εταιρία, οι κάτοικοι των άμεσα γειτνιαζόντων δήμων, ή, κοινοτήτων με το αιολικό πάρκο)

Είτε λοιπόν ο κάτοικος της κοινότητας στην οποία θα κατασκευαστεί το αιολικό πάρκο, αλλά και χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά ένας ομογενής στην Αμερική οφείλει να γνωρίζει και να συμμετέχει στη λήψη απόφασης μιας τέτοιας δραστηριότητας. Η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα, αλλά και τα εκάστοτε νομοθετικά όργανα τροποποιούν τα διατάγματα και ρέπουν το ζυγό προς την πλευρά του κοινού και του πολίτη. Η οδηγία 337 / 85 ΕΟΚ, η Κ.Υ.Α. 69269 / 5387 / 90, και η Κ.Υ.Α. 75308 / 5512 / 90 διατυπώνουν την αναγκαιότητα αλληλεπίδρασης του κοινού, ενώ η οδηγία 96 / 61 Ε.Ε. και η 11014 / 703 / 2002 κατοχυρώνουν την ελεύθερη και απρόσκοπτη πρόσβαση του κοινού σε όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες και σε όλους τους φορείς σχετικά με το περιβάλλον. Το υφιστάμενο νομοθετικό πλαίσιο προβλέπει τη δημοσίευση σε δύο τουλάχιστον ημερήσιες εφημερίδες, εκ των οποίων η μια είναι τοπικού ενδιαφέροντος και η άλλη περιφερειακής, ή, εθνικής εμβέλειας τις Μ.Π.Ε., καθώς και τις στρατηγικούς στόχους για μια δεδομένη περιοχή.

Όταν το κοινό αισθάνεται, αλλά και εμπράκτως δεν συμμετέχει ενεργά σε μια προβλεπόμενη δραστηριότητα αντιδρά. Οι αντιδράσεις μετενσαρκώνονται σε προσφυγές στο Συμβούλιο της Επικρατείας, μέσω ακυρωτικών ελέγχων. Μια ακυρωτική απόφαση στις αδειοδοτικές διαδικασίες συνεπάγεται με (Μανούρης 2006):

- Αναπτυξιακή υστέρηση
- Οικονομική ζημία
- Κοινωνικές συνέπειες
- Διοικητικές συνέπειες
- Ανατροπή του προγραμματισμού και της εκτέλεσης συναφών έργων, δραστηριοτήτων, σχεδίων και προγραμμάτων
- Αναξιοπιστία της χώρας, σε εσωτερικό και εξωτερικό επίπεδο

Οι ακυρωτικοί έλεγχοι αφορούν, σε αυτή την περίπτωση, παραβάσεις του ουσιώδους τύπου της διαδικασίας. Η παράλειψη της αποστολής των μελετών για γνωμοδότηση από διάφορους φορείς, η απουσία, ή, η δυσχέρεια συγκρότησης, σύνθεσης και λειτουργίας των συλλογικών γνωμοδοτούντων οργάνων και γενικά η μη τήρηση των κανόνων δημοσιότητας αποτελεί παράβαση των διαδικασιών που ορίζει το Ελληνικό και Ευρωπαϊκό δίκαιο.

Τα κυριότερα προβλήματα που εντοπίζονται στο στάδιο της γνωμοδότησης είναι τα εξής:

- *Να μη τηρηθεί καμία διαδικασία γνωμοδότησης*
- *Να γνωμοδοτούν ακατάλληλα άτομα*
- *Να υπάρχει αοριστία στη διατύπωση των όρων και των στοιχείων που άπτονται δημοσιοποίησης*
- *Να παρακάμπτονται οι διαδικασίες γνωμοδότησης και να μην αντικρούονται τα υπομνήματα των γνωμοδοτούντων*
- *Να διαστρεβλώνεται η πραγματική διάσταση των συνεπειών από ένα έργο, ή, δραστηριότητα*
- *Να μην περιλαμβάνονται – εξετάζονται εναλλακτικές λύσεις για τη χωροθέτηση μιας δραστηριότητας*
- *Να σμικρύνεται ο χρόνος γνωμοδοτήσεων (πέραν των επιτρεπτών ευχερειών που προβλέπει η νομοθεσία)*

Το δικαίωμα στην ενημέρωση του κάθε φορέα και του κάθε πολίτη αποτελεί, όπως και η προστασία του περιβάλλοντος, αντικείμενο εννόμου προστασίας. Η ελλιπής, ή, ανύπαρκτη γνώση επιφέρει την προκατάληψη και την οπισθοδρόμηση σε στρατηγικές προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και κατ' επέκταση της αιολικής. Παγκόσμια κοινωνικά φαινόμενα, όπως το *σύνδρομο N.I.M.B.Y.* (Not in my back yard) αποτελούν τροχοπέδη για αναπτυξιακές προσπάθειες και καταλύτη για κοινωνικές αντιδράσεις και παθογένειες. Ο στρεβλά ενημερωμένος πολίτης δεν αναγνωρίζει τις θετικές συνέπειες ενός έργου, ή, μιας πολιτικής και αντιδρά σχεδόν σε οτιδήποτε θεμελιώνεται ομόρως με το χώρο διαμονής του. Οι ακραίες συνιστώσες ευδοκούν με τη άνθηση φαινομένων περιβαλλοντικού ακτιβισμού (pure environmentalism) και απύθμενης τεχνοκρατίας – κερδοσκοπίας (pure development).

Μια ορθή δημοσιοποίηση συνεπάγεται με μια επαύξηση της υπευθυνότητας του πολίτη, ο οποίος δεν υποκύπτει σε ασύδοτες, κακόβουλες και ιδιοτελείς προθέσεις. Η προστασία του περιβάλλοντος και η εξασφάλιση ενός αειφόρου πλαισίου ανάπτυξης προέχει των προσωπικών προσδοκιών.

Ο θεσμός της δημοσιοποίησης των διαδικασιών έγκρισης των περιβαλλοντικών όρων μιας δραστηριότητας παρουσιάζει εκτεταμένες ελλείψεις. Αυτό δύναται εν μέρη να τεκμηριωθεί και απο

αυξημένο αριθμό των προσφυγών στο Συμβούλιο της Επικρατείας. Ενδεικτικά αναφέρεται η πρόσφατη περίπτωση του αιολικού πάρκου στη Τροιζήνα (200 ανεμογεννήτριες με παραγόμενη ενέργεια ίση με 182 MW). Την 1/11/2006 η εταιρεία “ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΕΛΛΑΔΟΣ ΤΡΟΙΖΗΝΙΑ Α.Ε.” συμφερόντων του κ. Μπόμπολα, προχώρησε σε παρέμβαση ενώπιον του Συμβουλίου της Επικρατείας κατά:

- Του 3ου Κυνηγετικού Συλλόγου Τροιζηνίας,
- Της "Δ' Κυνηγετικής Ομοσπονδίας Στερεάς Ελλάδος,
- Του Πολιτιστικού Συλλόγου Γαλατά και
- Του κ. Σταύρου Κούβαρη,

Η εταιρία ζητούσε την απόρριψη των αιτήσεων (Ε5016/2005, 15-7-2005 και Ε5017/2005, 15-7-2005 ), που είχαν καταθέσει οι συγκεκριμένοι φορείς στο ΣτΕ για την ακύρωση των έργων εγκατάστασης δύο αιολικών Πάρκων στο όρος Αδέρες. Η προσφυγή των φορέων, που αναφέρονται παραπάνω, έγινε με την αιτιολογία ότι οι άδειες που είχαν δοθεί από την Περιφέρεια Αττικής δόθηκαν καταχρηστικά, αφού διαπιστώθηκε σαφής παραβίαση της σχετικής νομοθεσίας. Το ΣτΕ διέταξε την προσωρινή διακοπή των εργασιών εγκατάστασης μέχρι την οριστική απόφασή του, που αναμένεται να εκδοθεί τέλη Νοεμβρίου 2006.

Σε ένα άλλο περιστατικό στους Μολάους της Πελοποννήσου (ΒΑ Λακωνία), το ΣτΕ δικάζοντας αίτηση της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Λακωνίας και του Εξωραϊστικού Συλλόγου Μονεμβασιάς κατά των υπουργών ακύρωσε την απόφαση του περιφερειάρχη Πελοποννήσου και των υπουργών, λόγω τού ότι δεν τηρήθηκαν οι απαραίτητοι περιβαλλοντικοί όροι και η εγκατάσταση αφορούσε δάσος και προστατευόμενη περιοχή. Να αναφερθεί πως οι προσφυγές στο ΣτΕ δεν εξασφαλίζουν τη σύνταξη ολοκληρωμένων και ορθών περιβαλλοντικών μελετών, αλλά την πεποίθηση πως θα διαφυλαχθεί το περιβαλλοντικό κεκτημένο και οι περιβαλλοντικές – θεμελιακές νομοθετικές διατάξεις (άρθρο 24 του Συντάγματος).

Η Ρ.Α.Ε. κατακλύζεται καθημερινά απο τις αιτήσεις των υποψηφίων επενδυτών. Χαρακτηριστικά μόνο για το νομό Λακωνίας αναμένεται η κατασκευή 2.600 ανεμογεννητριών, ενώ για το νομό Θράκης και το Βόρειο Αιγαίο, ο όμιλος Ρόκα θα κατασκευάσει 44 μονάδες παραγωγής ρεύματος (1.636 MW στα νησιά Χίος, Λέσβος και Λήμνος και την ευρύτερη περιοχή της Θράκης). Όπως γίνεται άμεσα αντιληπτό, μια κακή ενημέρωση του κοινού και ελλιπής δημοσιοποίηση των αδειοδοτικών μηχανισμών κωλύει τις αναπτυξιακές διαδικασίες και τη επίτευξη των διασυνοριακών, εθνικών, περιφερειακών και τοπικών στρατηγικών στόχων. Απο την άλλη πλευρά, η ασυδοσία των κερδοσκόπων επενδυτών που διαβλέπουν τον τομέα Α.Π.Ε. ως το μέλι στα σχέδια τους δεν υπολογίζει τις περιβαλλοντικές συνιστώσες τέτοιων εγχειρημάτων, σε περιοχές όπου το φυσικό περιβάλλον και το σύνολο των οικοσυστημάτων και των πόρων συντηρεί τη

φυσική, αλλά και οικονομική (μέσω των διαφόρων μορφών τουρισμού) μεταβλητή και αγαθό της φύσης και του περιβάλλοντος (φυσικού, κοινωνικού και πολιτιστικού). Μια φυσιογραφική και κλιματική ευλογία απειλεί να αλλοτριώσει τη χώρα και να επιδεινώσει το μοναδικό ίσως οικονομικό της πόρο που είναι το περιβάλλον της.

Η ενημέρωση του κοινού στα δύο στάδια της Ε.Π.Ο. επιτυγχάνεται με τη δημοσιοποίηση κυρίως σε εθνικής και τοπικής εμβέλειας εφημερίδες, με μειωμένα αποτελέσματα. Άλλοι τρόποι ενημέρωσης είναι οι εξής (Κασσιός 2006):

- 1. Δημοσιοποίηση στον ημερήσιο τύπο και καθιέρωση ειδικής στήλης για τις Μ.Π.Ε. των έργων, δραστηριοτήτων και πολιτικών.*
- 2. Προβολή στην τοπική και περιφερειακή τηλεόραση.*
- 3. Τηλεφωνική επικοινωνία και δημοσκοπήσεις.*
- 4. Χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.*
- 5. Εφαρμογή πολυμέσων και ταυτόχρονων συνεδριών.*
- 6. Προσκλήσεις σε ανώτερα και ανώτατα πανεπιστημιακά ιδρύματα, συλλόγων και μη κυβερνητικών φορέων που ενδιαφέρονται με το περιβάλλον.*
- 7. Σεμινάρια, συζητήσεις και κατάθεση απόψεων.*

Όλες οι ανωτέρω μεθοδολογίες επιφέρουν θετικές τάσεις στην ενημέρωση του κοινού, αλλά υστερούν σε ένα βασικό στοιχείο. Ο πολίτης, κυρίως μέσα από την εκπροσώπηση του από οργανώσεις και συλλόγους δεν μπορεί να συμμετάσχει άμεσα στις διαδικασίες επιλογής των θέσεων εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου στα όρια της κοινότητα, ή, της περιφέρειας που εντάσσεται. Εναλλακτικά, ένα άκρως δημοκρατικό δικαίωμα για συναπόφαση του απλού πολίτη, στη χωρική λήψης απόφασης, από κοινού με την αντίπερα όχθη που πρόκειται στους επενδυτές και στους ιδιώτες.

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας θα καταβληθεί προσπάθεια για τη γεφύρωση των απαιτήσεων και των προτεραιοτήτων που διακατέχουν κάθε συγκεκριμένο φορέα, ή, ιδιώτη και στην τελική επιλογή των θέσεων όπου θα επιφέρει άμβλυνση των αντιδράσεων, μείωση, ή, εξάλειψη των ακυρωτικών ελέγχων επί των διοικητικών πράξεων και σύγκλιση της διαφορετικότητας που έγκειται στα σχεδόν αντιδιαμετρικά “θέλω και απαιτώ” του κάθε ενδιαφερόμενου.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.5: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ**

### **2.5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η δράση των αιολικών πάρκων με το χώρο είναι μια σχέση αλληλεπίδρασης. Το περιβάλλον στο οποίο χωροθετείται μια τέτοιου είδους δραστηριότητα προσβάλλεται, ή και ωφελείται από το χαρακτήρα και τις διάφορες υποδομές ενός αιολικού πάρκου.

Με το όρο περιβάλλον νοείται το σύνολο των φυσικών και ανθρώπινων παραγόντων που αλληλεπιδρούν και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες (Κασσιός 2006). Η χωροθέτηση μιας δραστηριότητας – έργου, όπως είναι η ενεργειακή προοπτική του αιολικού πάρκου επιφέρει επιπτώσεις σε μια σειρά περιβαλλοντικών μεταβλητών.

Η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.), που εμπεριέχεται σε μια διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων (Ε.Π.Ο.) καλείται να διερευνήσει το σύνθετο σύμπλεγμα των επιδράσεων του αιολικού πάρκου στο περιβάλλον. Το περιβάλλον διαχωρίζεται σε δύο κατηγορίες που είναι:

1. Το φυσικό περιβάλλον
2. Το ανθρωπογενές περιβάλλον

Κάθε μια κατηγορία χωρίζεται και σε άλλες επιμέρους υποκατηγορίες. Είναι αυτονόητο πως οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου δεν είναι συγκρίσιμες με αυτές που προκαλεί η εκμετάλλευση ενός λιγνιτοφόρου κοιτάσματος. Η εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού αποτελεί μια φιλική μέθοδο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την αξιοποίηση ενός ανανεώσιμου πόρου, όπως είναι ο άνεμος. Όμως, το αιολικό πάρκο δεν είναι μόνο ανεμογεννήτριες, αλλά και υποδομές, όπως δρόμοι πρόσβασης, γραμμές μεταφοράς ρεύματος υψηλής τάσης και άλλες κατασκευές, που αναφέρθηκαν στην ενότητα της αιολικής ενέργειας. Το σύνολο των υποδομών επηρεάζει ποικιλοτρόπως, το περιβάλλον της περιοχής εγκατάστασης. Αυτές οι επιπτώσεις μπορεί να έχουν μόνιμο, ή, προσωρινό χαρακτήρα (για παράδειγμα η εκπομπή σκόνης κατά το στάδιο κατασκευής του έργου) και να εκφέρουν διαφοροποιήσεις ως προς το μέγεθος τους (για παράδειγμα μεγάλες επιπτώσεις στο τοπίο και ασθενείς στο κλίμα), ως προς τους τρόπους αντιμετώπισης τους (για παράδειγμα, η επίπτωση του θορύβου δύσκολα αντιμετωπίζεται) και ως προς τη θετική, ή, αρνητική χροιά, την οποία προσλαμβάνουν.

Στις επόμενες ενότητες θα καταβληθεί προσπάθεια μιας συνολικής αναφοράς των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλεί ένα αιολικό πάρκο. Σε κάθε ενότητα θα δίνεται μια συνοπτική περιγραφή των επιπτώσεων και των μέτρων αντιμετώπισης. Στο παράρτημα Α, ανά περιβαλλοντική μεταβλητή θα αναγράφονται δύο συγκεντρωτικοί πίνακες που θα αναφέρονται στις επιπτώσεις και στα μέτρα αντιμετώπισης των επιδράσεων (*Πίνακας Α*), καθώς και στις διάφορες υπομεταβλητές που εξετάζονται και επηρεάζονται, μιας κύριας μεταβλητής (*Πίνακας Β*). Τα πεδία του πίνακα Β ενδεικνύουν περιγραφικά και συνοπτικά τον τρόπο μέτρησης των περιβαλλοντικών στοιχείων, τη μονάδα μέτρησης και την πιθανή πηγή των δεδομένων.

Η χρησιμότητα αυτής της ενότητας έγκειται στη δυνατότητα του αναγνώστη να συλλάβει την περιβαλλοντική διάσταση της χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου, σε μια περιοχή μελέτης. Η μελέτη των περιβαλλοντικών μεταβλητών προετοιμάζει το έδαφος και παρέχει πολύτιμη πληροφόρηση σχετικά με την περιγραφή του κύριου τμήματος της εφαρμογής που θα ακολουθήσει στα επόμενα μέρη της εργασίας. Το σύστημα λήψης απόφασης αποφαίνεται για την επιλογή της καταλληλότερης θέσης απο ένα σύνολο πιθανών σημείων και λαμβάνει υπόψιν του ένα σύνολο περιβαλλοντικών και κοινωνικο – οικονομικών θεματικών επιπέδων. Η επιλογή μιας θέσης βάσει κάποιων κριτηρίων στηρίζεται σε βαθύτερα αίτια που υποκινούνται απο το γεγονός ότι ένα αιολικό πάρκο αλληλεπιδρά με το περιβάλλον και το διαφοροποιεί

θετικά, ή, αρνητικά. Το προελεύδιο μιας τέτοιας προσπάθειας είναι η αναφορά των περιβαλλοντικών μεταβλητών που θίγονται ποικιλότροπος απο το αιολικό πάρκο.

## 2.5.2 ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 2.5.2.1 Ευστάθεια πρανών / φυσιογραφία

Η παρουσία ενός αιολικού πάρκου σε μια περιοχή, καθώς και των απαραίτητων για τη λειτουργία του, υποδομών επηρεάζει τη φυσιογραφία. Με τον όρο φυσιογραφία νοείται η εικόνα του εξωτερικού γήινου χώρου μιας περιοχής, χωρίς όμως να εξετάζονται οι λόγοι και τα τεκτονικά αίτια δημιουργίας της (Κασσιός 2006).

Η φυσιογραφία σχετίζεται με την μικρο – τοπογραφία της περιοχής και με τις υφιστάμενες κλίσεις. Κάθε ανεξάρτητο μέρος ενός αιολικού πάρκου επιδρά στην περιβαλλοντική μεταβλητή της φυσιογραφίας. Αναλυτικά, η διάνοιξη των οδικών δικτύων πρόσβασης και σύνδεσης των αιολικών πάρκων, με ένα υφιστάμενο επαρχιακό οδικό δίκτυο συνεπάγεται με αλλοίωση της φυσικής κατάστασης των πρανών. Στη χάραξη του δρόμου περιλαμβάνονται πολυάριθμα επιχώματα και ορύγματα. Η οριζοντιογραφία του δρόμου συναντάται και με ρέματα που δημιουργεί η μικροτοπογραφία της περιοχής και οι μετεωρολογικές συνθήκες. Σε περίπτωση που τα εδάφη χαρακτηρίζονται ως συμπαγής βράχος απαιτείται να γίνουν κάποιες ανατινάξεις και να χρησιμοποιηθούν βαρέα οχήματα για τη διάνοιξη της οδού.

Οι κυριότερες επιπτώσεις που δημιουργούνται απο τη διάνοιξη ενός οδικό δικτύου στη περιβαλλοντική μεταβλητή της φυσιογραφίας είναι (**Εικόνα 2.7**):

- Δημιουργία απότομων κλίσεων
- Απομάκρυνση μεγάλων όγκων χωματισμών
- Επιρροή της παρόχθιας ζώνης (για θαλάσσια αιολικά πάρκα, ή, εντός μιας ακτογραμμής)
- Χρησιμοποίηση και χωροθέτηση δρόμου σε ακατάλληλα εδάφη
- Μακροχρόνια διάβρωση
- Διαταραχή του τοπικού υδρογραφικού δικτύου

Επιπτώσεις προκαλούν και οι λοιπές εγκαταστάσεις ενός αιολικού πάρκου, όπως είναι οι θεμελιώσεις των πύργων στήριξης των ανεμογεννητριών, οι ζώνες γύρω απο τους πύργους, οι πύργοι και οι γραμμές

μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας προς τους υποσταθμούς και οι υπόλοιπες υποδομές. Κυριότερη επίδραση είναι η δημιουργία απότομων κλίσεων, οι μεγάλες εκσκαφές και το φαινόμενο της διάβρωσης.

Συμπερασματικά, τα σοβαρότερα προβλήματα εντοπίζονται από τη δημιουργία των οδικών δικτύων πρόσβασης και ενδο – επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων ανεμογεννητριών. Το ανάγλυφο διαταράσσεται, ενώ διακόπτεται η συνέχεια κυρίως πρώτης τάξεως υδατορευμάτων και τα οποία δεν συμβάλλονται με άλλα ρεύματα. Οι κυριότερες μέθοδοι αντιμετώπισης των επιπτώσεων συνοψίζονται σε:

- *Σύνταξη και ενδεδειγμένη μελέτη χαρτών που εμφανίζουν κατηγοριοποιημένες τις κλίσεις μιας περιοχής.*
- *Χάραξη οδικών δικτύων, σύμφωνα με τις ισοκλινείς μιας τοποθεσίας, όπως προκύπτουν από τη μελέτη και τους υπολογισμούς σε ένα τοπογραφικό χάρτη.*
- *Αξιοποίηση ορθών εδαφικών υλικών κατά τη κατασκευή του καταστρώματος της οδού και της διαμόρφωσης των πρανών (χρησιμοποίηση γεωϋφασμάτων).*
- *Μελέτη - πρόβλεψη εδαφικής διάβρωσης και κλιματολογικών – μετεωρολογικών συνθηκών της περιοχής (μέγιστες απορροές).*
- *Επαναφύτευση των πρανών ενός δρόμου.*
- *Αξιοποίηση των τυχόν υφισταμένων δασικών δρόμων.*
- *Διαμόρφωση μικρών κλίσεων των υδατορευμάτων*
- *Κατασκευή επαρκών οχετών και δικτύου ομβρίων υδάτων στα σημεία διασταύρωσης με τα υδατορεύματα.*



*Εικόνα 2.7: Ισχυρή διάβρωση σε οδικό δίκτυο στη Βόρεια Ταϊλάνδη (Πηγή*

## 2.5.2.2 Γεωλογία - Έδαφος

Το έδαφος αποτελεί έναν μη ανανεώσιμο πόρο. Αυτό το γεγονός τεκμηριώνει τους λόγους άμεσης προστασίας και καταγραφής του. Το γεωλογικό παρελθόν μιας περιοχής προσφέρει πληροφόρηση σχετικά με τις κλιματικές, υδρολογικές και φυσιογραφικές συνθήκες που έδρασαν και διαμόρφωσαν μια υπό μελέτη ζώνη. Οι υφιστάμενες γεωλογικές και λιθολογικές συνθήκες ενημερώνουν τους εκάστοτε μηχανικούς και περιβαντολόγους σχετικά με την καταλληλότητα τους, ως προς τη χωροθέτηση μιας δραστηριότητας.

Η κατασκευή των υποδομών ενός αιολικού πάρκου επιβάλλεται να πραγματοποιείται πάνω σε εδάφη που πληρούν τις προϋποθέσεις για μια ασφαλή δόμηση (υψηλής κατηγορίας εδάφη), όπως είναι ο συμπαγής βράχος. Η κυριότερη επίπτωση που είναι πιθανό να παρατηρηθεί είναι η έκθεση κάποιων σχηματισμών, λόγω των απαιτούμενων εκσκαφών για την κατασκευή, στις τοπικές κλιματικές συνθήκες, με αποτέλεσμα να προκαλούνται αποπλύσεις εδαφών και διάβρωση όξινων λιθολογικών σχηματισμών, επηρεάζοντας τους τοπικούς επιφανειακούς και υπογείους ορίζοντες (**Εικόνα 2.8**).

Το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.) έχει χαρτογραφήσει τους γεωλογικούς σχηματισμούς, μαζί με τα μηχανικά τους χαρακτηριστικά, που εντοπίζονται σε όλα τα διαμερίσματα της Ελλάδας, σε κλίμακα 1: 50.000 (χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο τους χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού). Ως μέτρο αντιμετώπισης και προστασίας των γεωλογικών σχηματισμών μιας περιοχής προτείνεται η σχολαστική μελέτη και παρακολούθηση της διάβρωσης στην περιοχή χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου.



**Εικόνα 2.8:** Διάβρωση όξινων λιθολογικών σχηματισμών  
(πηγή [www.robertsongeoconsultants.com](http://www.robertsongeoconsultants.com))



### 2.5.2.3 Υδρολογία - ποιότητα νερών

Το υδρολογικό δίκτυο μιας γεωγραφικής ζώνης καθορίζεται και σχετίζεται με ένα αξιόλογο ανανεώσιμο πόρο που είναι αυτό του νερό. Τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα διαμορφώνουν το φυσιογραφικό προφίλ μιας περιοχής και τις συνθήκες του υδρογραφικού δικτύου (πηγές, υδατορεύματα, ποτάμια, λίμνες, υδροκρίτες, πιεζομετρικές επιφάνειες).

Ένα αιολικό πάρκο επηρεάζει, σε μικρό έως μέτριο βαθμό, τις υδρολογικές παραμέτρους μιας περιοχής. Συγκεκριμένα οι δραστηριότητες που δύναται να διαφοροποιήσουν την επιφανειακή υδρολογία είναι:

- *Μεταβολή, ή, διαταραχή της διαδρομής των υδατορευμάτων απο την παρουσία είτε των ανεμογεννητριών, ή, των δρόμων πρόσβασης, ή, από τα υπέργεια, ή, υπόγεια καλώδια μεταφοράς και τους πυλώνες στήριξης.*
- *Ανάσχεση πορείας των υπογείων υδάτων, λόγω των οδικών εκσκαφών.*
- *Καταβιβασμοί, ή, αναβιβασμοί των υδροφόρων οριζόντων*
- *Απομάκρυνση της παρόχθιας βλάστησης (έμμεσες επιπτώσεις στη περιβαλλοντική υδρολογική μεταβλητή)*
- *Διάβρωση οργανικών, ή, μεταλλικών υλικών εντός των επιφανειακών υδάτων.*
- *Διάβρωση των εδαφών.*

Συνήθως, οι επιπτώσεις των αιολικών πάρκων στους επιφανειακούς και υπόγειους υδροφορείς δεν είναι σημαντικού βαθμού. Παρόλα αυτά έχουν αναπτυχθεί τεχνικές και μεθοδολογίες αποκατάστασης και πρόληψης των επιπτώσεων. Αυτές είναι:

- *Μέριμνα για ορθή χάραξη των οδών, ώστε να μην αλλοιώνουν τη φυσική ροή των υδάτων.*
- *Μείωση των πιθανών διασταυρώσεων του οδικού δικτύου με τα υδατορεύματα και χάραξη επί καταλλήλων εδαφικών συνθηκών.*
- *Επιλογή ανθεκτικών υλικών καταστρώματος έναντι των καιρικών συνθηκών και της διάβρωσης.*
- *Παρακολούθηση (monitoring) υδρομετρικών και κλιματικών παραμέτρων.*
- *Τακτικός έλεγχος της ποιότητας των υδάτων.*
- *Εργαστηριακοί έλεγχοι της αναλογίας μεταλλικών και οργανικών στοιχείων επί των υδάτων.*

## 2.5.2.4 Αλιεία - ιχθυοκαλλιέργειες

Τα οικοσυστήματα των ψαριών, αλλά και οι οικονομικές δραστηριότητες της αλιείας και των ιχθυοκαλλιεργειών, διαταράσσονται από τη κατασκευή ενός αιολικού πάρκου. Σε αυτή τη περίπτωση, οι επιπτώσεις προκύπτουν από τις εκάστοτε διασταυρώσεις των υποδομών του πάρκου με τα μεγάλης τάξεως υδατορεύματα. Τα οδικά δίκτυα πρόσβασης, οι πυλώνες μεταφοράς, αλλά και οι πύργοι στήριξης των ανεμογεννητριών ανακόπτουν τις μεταναστευτικές πορείες των ψαριών, αλλά και επέρχονται ως εμπόδιο στα τοπικά θαλάσσια και ποτάμια οικοσυστήματα.

Σε παρόχθιες ζώνες, η αναγκαιότητα των κατασκευών (μικρές μαρίνες) προκαλεί απομάκρυνση της βλάστησης (εκβαθύνσεις πυθμένα) και ως συνέπεια τη μείωση των θρεπτικών συστατικών, αλλά και γενικά την ποιότητα του νερού. Οι πληθυσμοί των ιχθύων μειώνονται και ως αποτέλεσμα μπορεί να προκληθεί οικονομικός μαρασμός στους γηγενείς, οι οποίοι εξαρτώνται από την παραγωγικότητα και το πλήθος των ψαριών.

Οι επιπτώσεις στους θαλάσσιους πληθυσμούς μπορούν να αμβλυνθούν με τη μείωση του αριθμού των διασταυρώσεων των αιολικών υποδομών με τα τοπικά υδατορεύματα και η προσεκτική χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων σε θαλάσσιες περιοχές (offshore facilities). Οι κατασκευές εντός των ρευμάτων θα πρέπει να αποφεύγονται, ενώ θεωρείται βέλτιστη, η παράλληλη χάραξη των οδών πρόσβασης με μεγάλης τάξεως ποτάμια και ο περιορισμός των διασταυρώσεων με μικρής τάξεως υδατορεύματα.

Αξίζει να αναφερθεί πως σε αρκετές περιπτώσεις επιλέγεται η λύση της αποζημίωσης προς τους οικονομικά – κοινωνικά θιγόμενους, ως εναλλακτική πρόταση της ζημίας έναντι των θαλασσίων οικοσυστημάτων. Αυτή η στρατηγική αντιβαίνει στα πλαίσια μιας αειφόρου αναπτυξιακής πολιτικής.

## 2.5.2.5 Χλωρίδα

Οι καταλληλότεροι βιοδείκτες του περιβάλλοντος, με χρονικούς ορίζοντες, το παρελθόντος, αλλά και το παρόν σε μια περιοχή, είναι οι φυτικοί. Η εξέλιξη της χλωρίδας εξαρτάται από το συνδυασμό του κλίματος, των εδαφών, των υδρολογικών, αλλά και των ανθρωπίνων παρεμβάσεων. Ο σύνθετος παράγοντας επίδρασης ενισχύεται και με το γεγονός ότι τα φυτά είναι αυτότροφοι οργανισμοί και δεν έχουν τη δυνατότητα μετανάστευσης, σε περίπτωση επιδείνωσης των περιβαλλοντικών συνθηκών (Κασσιός 2006). Επομένως, η ποικιλία τους και η κατάσταση τους προσφέρει πολύτιμη περιβαλλοντική πληροφορία.

Τα αιολικά πάρκα είθισται να τοποθετούνται, πέραν των σχετικών ξηρών νησιωτικών περιοχών, σε ορεινές – δασικές εκτάσεις, όπου το αιολικό δυναμικό είναι ισχυρό. Στις δασικές περιοχές ευδοκμεί ένα αξιόλογο φυτικό οικοσύστημα, με χιλιάδες είδη φυτών. Η ανθρώπινη παρεμβατικότητα, μέσω μιας δραστηριότητας, ή, ενός έργου, όπως είναι και ένα αιολικό πάρκο έρχεται να διαταράξει τα ευαίσθητα οικοσυστήματα. Επιπτώσεις, όπως είναι η διάβρωση, ή, οι παρελκόμενες κάκιστες υδρολογικές μελέτες και πρόχειρες περιβαλλοντικές αποκαταστάσεις διαστρεβλώνουν τον αμόλυντο φυτικό χαρακτήρα.

Παράλληλα, οι γραμμές υψηλής τάσης που μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια από τις θέσεις παραγωγής στους υποσταθμούς της Δ.Ε.Η., απειλούν με πυρκαγιά τις δασικές εκτάσεις. Τα πιο έντονα προβλήματα εμφανίζονται σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες και ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες, όπου οι θερμοκρασίες είναι υψηλές. Οι ισχυροί άνεμοι δύναται να καταστρέψουν τους πυλώνες μεταφοράς και να προκαλέσουν εκτεταμένες πυρκαγιές από την πτώση των καλωδίων. Επιπλέον, προβλήματα παρουσιάζονται και από την παρουσία υψηλών δένδρων στους διαδρόμους των γραμμών μεταφοράς.

Πρώτο στη κλίμακα των μέτρων αντιμετώπισης, τοποθετείται η θέσπιση ορεινών και δασικών ζωνών, στις οποίες αποκλείεται κάθε είδους χρήση γης. Τέτοιες είναι οι περιοχές Natura 2000, οι οποίες καταλαμβάνουν περίπου το 16,1 % της Ελληνικής Επικράτειας (Βαβίζος, Μερτζάνης, 2003). Εντός αυτών των ζωνών δεν επιτρέπεται να υλοποιηθεί οποιοδήποτε δραστηριότητα, η οποία θα αλλάξει το φυσικό και σπάνιο χαρακτήρα της περιοχής. Άλλες κατηγορίες ζωνών, οι οποίες βρίσκονται υπό καθεστώς προστασίας είναι ειδικές ζώνες διατήρησης της άγριας χλωρίδας, ζώνες ειδικής προστασίας (S.P.A. οδηγία 79 / 409 / ΕΕ), Εθνικοί Δρυμοί, τα Αισθητικά Δάση (Ν. 177 / 1975).

Επιπρόσθετα, η χλωρίδα μιας περιοχής, στην οποία χωροθετείται ένα αιολικό πάρκο ενισχύεται και από την επαναφύτευση συγκεκριμένων και καταλλήλων φυτών (μη – επιθετικών στην τοπική χλωρίδα) μέσω υδροσποράς.

## 2.5.2.6 Πανίδα

Η βιολογική - λειτουργική ποικιλομορφία της πανίδας και ιδιαίτερα της ορνιθοπανίδας διαταράσσεται από τη δραστηριότητα ενός αιολικού πάρκου. Οι ανεμογεννήτριες, οι υποδομές του εσωτερικού του πάρκου, αλλά και των κατασκευών υποστήριξης – πρόσβασης επηρεάζουν τη συνέχεια και την αρμονία των ενδημικών, ή, μεταναστευτικών πληθυσμών.

Η Ελλάδα κατέχει μια ανεκτίμητη βιολογική ποικιλομορφία, ενώ η γεωγραφική της θέση, τη χαρακτηρίζει ως μεταναστευτικό σταυροδρόμι, πολλών και διαφορετικών ειδών. Τα μέλη των οικοσυστημάτων της πανίδας είναι πιθανό να μην παρουσιάσουν εξοικείωση με τις εγκαταστάσεις του αιολικού πάρκου. Σύμφωνα και με τη γνώση που έχει παραχθεί από τη μελέτη άλλων περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με τα αιολικά πάρκα, τα είδη που απειλούνται σε μεγαλύτερο βαθμό είναι τα μέλη της ορνιθοπανίδας.

Ο πληθυσμός των πτηνών που έχουν καταγραφεί στα Ελληνικά εδάφη ανέρχεται στα 450 είδη. Από αυτά φωλιάζουν τα 240, ενώ τα υπόλοιπα είναι μεταναστευτικά (*Βαβίζος, Μερτζάνης, 2003*). Ενδημικά είδη πτηνών δεν έχουν παρατηρηθεί (*Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. 1995*). Τα πτηνά, εξαιτίας και του ιδιαίτερου πεδίου κατόπτου τους, δεν δύναται να αντιληφθούν εγκαίρως τους έλικες των ανεμογεννητριών, με αποτέλεσμα να συγκρούονται με αυτούς και να παρουσιάζονται σημαντικές απώλειες από προστατευόμενα είδη. Παραταύτα, το μεγαλύτερο ποσοστό απωλειών οφείλεται στη **σύγκρουση των πτηνών** (ιδιαίτερα μεταναστευτικών ειδών) με τις γραμμές, ή, τα οχήματα διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία εμφανίζουν υψηλή τάση. Θα πρέπει να αναφερθεί πως έπειτα από τη διενέργεια επιτοπίων μελετών στο *Μαρμάρι της Εύβοιας*, αλλά και στο *τεχνολογικό πάρκο του Κ.Α.Π.Ε. στο Λαύριο*, παρατηρήθηκε ότι τα πτηνά, γενικά πετούσαν σε μικρή απόσταση από τις ανεμογεννήτριες και έδειχναν πλήρως εξοικειωμένα με αυτές. Είναι χαρακτηριστικό πως σε ορισμένες περιπτώσεις επικάθονταν – φώλιαζαν πάνω στις ανεμογεννήτριες, χωρίς να προκαλείται κάποια απώλεια. Όμως, δεν είμαστε σε θέση να αποκλείσουμε κάποιες απώλειες, καθώς σε ελάχιστες αποστάσεις από τις εγκαταστάσεις των υποσταθμών και των ανεμογεννητριών ανεβρέθησαν κόκαλα (!) από πτηνά, που πιθανόν να είχαν απολέσει λόγω κάποιας ηλεκτροπληξίας, ή, γενικά συγκρούσεως με τις Α/Γ.

Άλλα προβλήματα που είναι πιθανό να εμφανιστούν στα μέλη της άγριας ζωής οφείλονται στους θορύβους που παράγονται από τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας, την αυξημένη ανθρώπινη παρουσία στους χώρους των εγκαταστάσεων αλλά και από την περιστροφή των πτερυγίων. Επιπρόσθετα, οι δρόμοι

πρόσβασης, αλλά και οι περιφράξεις που διαφυλάττουν την ακεραιότητα του πάρκου, φράζουν τις επείγουσες διευλύσεις ζώων και επενεργούν επιβαρυντικά σε λειτουργίες, όπως είναι η βοσκή.

Ως προληπτικό μέτρο προτείνεται η σχολαστική μελέτη των μεταναστευτικών διαδρομών των πτηνών. Δεν νοείται περιβαλλοντικά, μια χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου, σε μια τέτοια θέση, όπου ενδέχεται να “αποδεκατίσει” τους ευαίσθητους πληθυσμούς μιας, ή, περισσότερων κατηγοριών πτηνών. Επιπλέον, θα πρέπει να αποφεύγονται οι προστατευόμενες περιοχές Natura 2000.

Η δράση του φυσικού περιβάλλοντος δεν συμβαδίζει με αυτή του ανθρωπογενούς. Επομένως, κάθε επεμβατική ενέργεια από την πλευρά του ανθρώπου θα πρέπει να πράττεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μη διαταράσσει την προγενέστερη συνέχεια και αρμονία του φυσικού οικοσυστήματος.

### **2.5.2.7 Τοπίο**

Η περιβαλλοντική μεταβλητή του τοπιακού χαρακτήρα μιας περιοχής κατηγοριοποιείται ανάμεσα στις πρώτες θέσεις των μεταβλητών, όπου αξιολογούνται πως δέχονται σημαντικές επιδράσεις από τη χωροθέτηση της δραστηριότητας ενός αιολικού πάρκου. Με τον όρο τοπίο νοείται η οπτική έκφραση των φυσικών και ανθρωπογενών συνθηκών σε μια περιοχή, όπως γίνονται αντιληπτές από τα αισθητικά κριτήρια ενός παρατηρητή (Κασσιός 2006). Τα κριτήρια αξιολόγησης συνήθως είναι ποιοτικά και υποκειμενικά, καθώς κάθε παρατηρητής έχει διαφορετική ιδιοσυγκρασία, παιδευτικό, πολιτιστικό και αισθητικό κριτήριο. Η υποκειμενική φύση της μεταβλητής προσδίδει και ένα σύνθετο χαρακτήρα στον προσδιορισμό της, καθώς δεν θεωρείται εύκολος ο ποσοτικός προσδιορισμός της.


Το τοπίο εμπεριέχει μια σειρά βασικών στοιχείων, τα οποία συνεργούν στην αποτίμηση του. Αυτές είναι οι εξής:

- **Σχήμα:** αναφέρεται στη δυσδιάστατη αντίληψη του χώρου
- **Φόρμα:** συνδέεται με το χωρικό στοιχείο και τη τρισδιάστατη απεικόνιση του τοπίου
- **Γραμμή:** οπτικό στοιχείο που σχετίζεται με τα γραμμικά στοιχεία του τοπίου
- **Χρώμα:** οι αποχρώσεις του τοπίου, που συντίθενται από τις συνιστώσες του τόνου, του χρώματος και του κορεσμού.
- **Χρόνος, εποχικότητα:** η οπτική έκφραση του τοπίου διαφοροποιείται μέσα στη διάρκεια του χρόνου (για παράδειγμα φωτίζεται ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες, λόγω της ηλιοφάνειας), αλλά ακόμη και στη διάρκεια της ημέρας

- **Υφή:** παράμετρος που σχετίζεται με τη σύσταση των υλικών και από την ένταση φωτισμού, ή, σκίασης
- **Μεταβατικές ζώνες:** γραμμές, ή, επιφάνειες όπου λόγω διαφοροποίησης υλικών, ή, άλλων φυσικών, ή, ανθρωπογενών χαρακτηριστικών ελκύουν την άμεση προσοχή (για παράδειγμα, η γραμμή του ορίζοντα, οι διαφοροποιήσεις μεταξύ της βλάστησης)
- **Αρμονία:** ευχάριστος συνδυασμός επιμέρους τοπιακών στοιχείων
- **Ποικιλότητα:** διαφοροποίηση των μερών ενός τοπίου
- **Αντίθεση:** έντονη διαφορά στα βασικά στοιχεία του τοπίου

Τα βασικά στοιχεία του τοπίου δεν είναι διακριτά από όλες τις αποστάσεις. Ανάλογα με την οπτική ζώνη που βρίσκεται ο παρατηρητής διακρίνονται συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του τοπίου. Συνολικά, ορίζονται τρεις ζώνες:

- **Οπτική ζώνη 0 – 2 km:** ευδιάκριτα είναι η υφή, το χρώμα, η γραμμή και η φόρμα
- **Οπτική ζώνη 2 – 4 km:** διακρίνεται το σχήμα, η γραμμή και το χρώμα.
- **Οπτική ζώνη > 4 km:** διακρίνεται η φόρμα και οι γραμμές

Σε ένα αιολικό πάρκο, οι πύργοι  οι των ανεμογεννητριών, οι δρόμοι πρόσβασης και οι γραμμές μεταφοράς γίνονται διακριτές απο απόσταση δεκάδων χιλιομέτρων. Οι πύργοι, στους οποίους τοποθετούνται οι ανεμογεννήτριες, έχουν το χαρακτηριστικό ότι συνήθως τοποθετούνται στις κορυφογραμμές των βουνών. Αυτό έχει ως συνέπεια να διαταράσσεται η γραμμή του ορίζοντα και να υποβαθμίζεται η αισθητική αξία του τοπίου (**Εικόνα 2.9**).

Οι οδικοί άξονες προσβάσεις, με το σύνολο των επιχωμάτων και των ορυγμάτων, αλλοιώνουν τη φόρμα, το σχήμα και την υφή των περιοχών εγκατάστασης. Επιπρόσθετα, δημιουργούν εκ του μη όντος, μεταβατικές ζώνες, οι οποίες μειώνουν αισθητικά το τοπίο. Οι επιπτώσεις μεγιστοποιούνται όταν ο σχεδιασμός των ανεμογεννητριών, αλλά κυρίως οι αποχρώσεις που χρησιμοποιούνται για τη βαφή τους έρχονται σε αντίθεση τους επικρατούντες χρωματισμούς που επικρατούν στη φύση (τα απαλότερα ως προς το περιβάλλον χρώματα είναι το άσπρο και το γκρι). Οι γραμμές μεταφοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας διαφοροποιούν κυρίως την τοπιακή παράμετρο της γραμμής.

Οι επιπτώσεις είναι ανεξάρτητες του χώρου εγκατάστασης του πάρκου. Πράγματι, σε περίπτωση χωροθέτησης μιας αιολικής εγκατάστασης σε θαλάσσια περιοχή, η γραμμή ορίζοντα μεταξύ θάλασσας και

ουρανού διαταράσσεται, προκαλώντας παράλληλα οχλήσεις στους κατοίκους των γειτνιαζόντων νήσων, ή, ηπειρωτικών περιοχών.

Τα προβλήματα αμβλύνονται με τη χωροθέτηση των ανεμογεννητριών μέσα σε δάση, στα οποία το ύψος των ξυλωδών κορμών είναι υψηλό και εν μέρει αποκρύπτει τη θέαση των τεχνολογικών μερών του πάρκου, αλλά και των συνοδών υποδομών, από τις τοπικές κοινωνίες. Όμως και σε αυτή την εκδοχή οι αντιδράσεις είναι οξύτατες και σε συμπλήρωση με τη μεταβλητή του θορύβου, αποτελούν τα βασικά αίτια, όπου οι κάτοικοι των όμορων με το πάρκο, κοινοτήτων, αντιδρούν και προβαίνουν σε προσφυγές στο Συμβούλιο της Επικρατείας (φαινόμενα N.I.M.B.Y.).

Η οπτική αποδοχή μειώνεται και από τα προβλήματα που επιφέρουν τα οδικά δίκτυα πρόσβασης και τα φαινόμενα διάβρωσης. Σε περιπτώσεις στη Γερμανία και τη Δανία, για να θεραπεύσουν τις οπτικές οχλήσεις από τα δίκτυα πρόσβασης, με την ολοκλήρωση του έργου, οι δρόμοι επαναχωματώθηκαν και για την πρόσβαση στο αιολικό πάρκο, χρησιμοποιήθηκαν ειδικά οχήματα.

Στις στρατηγικές αντιμετώπισης των οπτικών επιδράσεων περιλαμβάνεται:

- *Η χρησιμοποίηση ουδέτερων χρωματισμών (λευκοί χρωματισμοί)*
- *Αποκόλληση των επιγραφών από τις ανεμογεννήτριες*
- *Δενδροφύτευση υψηλής βλάστησης*
- *Μείωση του ύψους μερικών, ή, όλων των ανεμογεννητριών (Βελτίωση της κατακόρυφης διάστασης του τοπίου)*
- *Διασπορά των θέσεων των ανεμογεννητριών (αποφυγή της δημιουργίας ομάδων - Βλέπε **εικόνα 2.9**) (Βελτίωση της οριζόντιας διάστασης του τοπίου) / Γεωμετρικά σύνολα*
- *Επιλογή σωληνωτού πύργου στήριξης και δικτυωμάτων*
- *Αποφυγή διαβρώσεως*

Το τοπίο δεν είναι απλά ένα συστατικό του αισθητικού μας κόσμου. Συνδέεται με προσωπικά βιώματα και χρονικές στιγμές. Διεγείρει και τις πέντε αισθήσεις, αλληλεπιδρώντας ψυχοσωματικά με τον ευαισθητοποιημένο παρατηρητή. Αυτό ορίζει και τη μελέτη των οπτικών αποδοχών, με συμμετοχή ειδικών ψυχολόγων. Είναι ενδεικτικό πως αν σε ένα αιολικό πάρκο λειτουργούν όλες οι Α/Γ, τότε το κοινό θεωρεί πως παράγεται κάποιο χρήσιμο και αξιόλογο έργο και ως συνέπεια υποσκελίζονται οι τοπιακές επιπτώσεις. Σε αντίθετη περίπτωση, γεννάται η πεποίθηση της μη χρησιμότητας του έργου και των σημαντικών επιπτώσεων στο τοπίο. Επιπρόσθετα, έχει παρατηρηθεί και το περιστατικό, όπου το κοινό προσβλέπει θετικά ανεμογεννήτριες με τρεις έλικες έναντι γεννητριών με δύο (Χαραλαμπόπουλος, 2006).

Η επιμέλεια προστασίας και διατήρησης του τοπίου επιβάλλεται κατά τη διάρκεια κατασκευής ενός έργου, ή μιας δραστηριότητας. Οι αναπτυξιακές πολιτικές πρέπει να συνυπολογίσουν και τα οικονομικά οφέλη που αποφέρει η ποικιλομορφία του. Τα Ελληνικά τοπία, με τις πλούσιες κορυφογραμμές, την πυκνή και σπάνια χλωρίδα και πανίδα και τα αμέτρητα χιλιόμετρα ακτογραμμών και βραχονησίδων αποφέρουν υψηλά κέρδη από τις διάφορες εκφάνσεις του τουρισμού. Επομένως, οι στρατηγικές που προσβλέπουν στην εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας δεν πρέπει να επιβαρύνουν, ορισμένες φορές και μη αναστρέψιμα, το περιβάλλον.





*Εικόνα 2.9: Ένα αιολικό πάρκο διαταράσσει το τοπίο. Στις προηγούμενες εικόνες γίνεται εμφανές η διαφοροποίηση του τοπίου, με και χωρίς τις ανεμογεννήτριες σε μια περιοχή της Ουαλίας. Στους κόκκινους κύκλους εικονίζονται οι κυριότερες επιβαρύνσεις στο υφιστάμενο τοπίο (πηγή*

### **2.5.2.8 Ποιότητα αέρα και ατμόσφαιρας (θόρυβος)**

Από τα θεωρούμενα σημαντικότερα προβλήματα με τα οποία συνδέεται η λειτουργία των ανεμογεννητριών είναι ο θόρυβος. Το αιολικό πάρκο συνίσταται από ένα σύνολο μηχανικών μερών (περιστροφή πτερυγίων, ηλεκτρογεννήτρια, κιβώτιο μετάδοσης, έδρανα στήριξης), τα οποία κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους παράγουν θόρυβο. Ιδιαίτερα, η λειτουργία των ανεμογεννητριών ευθύνεται για τα σχετικά υψηλά επίπεδα θορύβου. Οι ακουστικές οχλήσεις που είναι δυνατόν να παραχθούν, ξεκινούν ήδη από το στάδιο της κατασκευής του αιολικού πάρκου. Τα βαρέα μηχανήματα που συμμετέχουν στη διάνοιξη των δρόμων πρόσβασης και στην ανύψωση των συστατικών μερών των αιολικών εγκαταστάσεων και η χρησιμοποίηση εκρηκτικών υλικών προκαλούν σημαντικές ακουστικές οχλήσεις τόσο στους κατοίκους των όμορων δήμων και κοινοτήτων, όσο και στα τοπικά οικοσυστήματα.

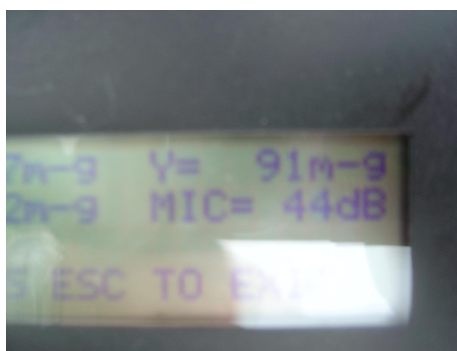
Κατά το στάδιο λειτουργίας του αιολικού πάρκου, τα επίπεδα του θορύβου ελαττώνονται αξιόλογα, χωρίς όμως να εξαλείφονται. Ο θόρυβος που προκύπτει από μια ανεμογεννήτρια προέρχεται από δύο μέρη:

- Από την περιστροφή και τον αριθμό των ελικών
- Από τα περιστρεφόμενα μηχανικά τμήματα
- Από την αεροδυναμική φόρτιση
- Από την τυρβώδη ροή πίσω από την περρωτή

Η ποσότητα του ήχου που παράγεται από τέτοιου είδους κατασκευές και γενικά από ένα αιολικό πάρκο δεν υπερβαίνει τα όρια όχλησης των τοπικών κοινωνιών. Σύμφωνα μάλιστα και με την ισχύουσα

νομοθεσία, τα αιολικά πάρκα χωροθετούνται σε αποστάσεις τουλάχιστον 200 (σύγχρονες ανεμογεννήτριες) έως 500 (και παλαιού τύπου) μέτρων από τους οικισμούς. Σε τέτοιες αποστάσεις, οι οχλήσεις είναι ανεπαίσθητες έως ανύπαρκτες και αντιστοιχούν σε περίπου 35 – 50dB (για αποστάσεις από 200 – 500 μέτρα).

Σε μετρήσεις που πραγματοποίησα στο τεχνολογικό – αιολικό πάρκο του Κ.Α.Π.Ε. στο Λαύριο Αττικής, διαπίστωσα σε απόσταση 200 μέτρων από την ανεμογεννήτρια τα επίπεδα του θορύβου όντως δεν υπερέβαιναν τα 44 dB (*Εικόνα 2.10*).



**Εικόνα 2.10:** Μετρήσεις που έλαβαν χώρα στο αιολικό πάρκο του Κ.Α.Π.Ε. στο Λαύριο. Γίνεται αντιληπτό πως σε απόσταση 200 μέτρων από την ανεμογεννήτρια, όπου βρίσκονται παράλληλα και τα όρια του οικισμού, η ένταση του ήχου είναι 44 dB (πηγή μεταπτυχιακή εργασία στα πλαίσια του μαθήματος των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων)

Γενικά, η ενέργεια των ηχητικών κυμάτων ελαττώνεται με το τετράγωνο της απόστασης από την πηγή και εξαρτώνται από τον αριθμό των ελικών. Ένας έλικας παράγει 100 db σε απόσταση 43 μέτρων, τέσσερις έλικες παράγουν 44 db σε απόσταση 170 μέτρων και έξι έλικες παράγουν 40 db σε 260 μέτρα (Χαραλαμπίδης, 2006).

Τα ακουστικά επίπεδα διαφοροποιούνται ανάλογα με τις μετεωρολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες (*ομίχλη, βροχή, πουλιά, ανθρωπογενείς δραστηριότητες*), συνθήκες υποβάθρου, καθιστώντας τη μέτρηση του θορύβου ως μια σύνθετη εργασία. Για παράδειγμα, είναι δυνατόν ο ήχος που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες να καλύπτεται από άλλους τυχόν περιβαλλοντικούς θορύβους, αλλά και ενισχύεται κατά τη διάρκεια μιας ανεμοθύελλας.

Εν κατακλείδι, το σύνολο των ήχων, υπόηχων, αλλά και υπερήχων που πιθανόν να παράγονται από ένα αιολικό πάρκο δεν έχει διαπιστωθεί πως είναι σε θέση να βλάψει τόσο τον άνθρωπο, όσο και την τοπική πανίδα. Επιπρόσθετα, δεν έχει διαπιστωθεί η περίπτωση να αποπροσανατολίζονται πτηνά λόγω των υψηλής και χαμηλής συχνότητας ήχων που παράγονται από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών. Από την άλλη πλευρά, οι ακουστικές επιπτώσεις περιορίζονται κυρίως κατά το στάδιο δόμησης του πάρκου, καθώς μιας και τα αιολικά πάρκα χωροθετούνται στις κορυφές βουνών, απαιτείται η χρήση δομικών μηχανημάτων και εκρηκτικών, τα οποία μπορούν να διαταράξουν τόσο το ανθρωπογενές, όσο και το φυσικό περιβάλλον.

Η ποιότητα του αέρα και της ατμόσφαιρας, σε ότι αφορά τις εκπομπές των ανεμογεννητριών δεν επηρεάζεται. Όμως είναι πιθανό να προκληθούν επιπτώσεις από τις εκπομπές σκόνης, τόσο στη φάση κατασκευής, όσο και λειτουργίας του αιολικού πάρκου. Η κίνηση των βαρέων οχημάτων, αλλά και των οχημάτων του προσωπικού επιφέρει την εκπομπή αιωρούμενων, ή, ανάπικτων σωματιδίων (TSP). Η σκόνη αιωρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα και διαχέεται από τον άνεμο. Η ατμόσφαιρα παύει να είναι διαυγής, ενώ είναι πιθανό να προκληθούν επιπτώσεις και στο αναπνευστικό σύστημα των εργαζομένων. Τα προβλήματα είναι οξύτερα κυρίως κατά τη φάση κατασκευής, οπότε και στη συνέχεια μειώνονται.

Στην περιβαλλοντική μεταβλητή της ατμόσφαιρας συμπεριλαμβάνεται και η επίπτωση της σκίασης. Οι περιστρεφόμενες έλικες μιας ανεμογεννήτριας διακόπτουν περιοδικά, τις ηλιακές ακτίνες σε μια περιοχή. Ο φωτισμός εναλλάσσεται δημιουργώντας οχλήσεις στους κατοίκους των άμεσα κοντινών περιοχών. Τα προβλήματα ποικίλουν ανάλογα με τη γεωγραφική θέση και το ημισφαίριο της περιοχής που εξετάζεται. Η Ελλάδα συγκεντρώνει από τα υψηλότερα ποσοστά ηλιοφάνειας. Επομένως, η σκίαση ενδέχεται να οχλήσει τις κοντινές κατοικίες.

Το φαινόμενο της σκίασης δεν αντιμετωπίζεται με συμβατικά μέσα, παρά μόνο με ρυθμίσεις επί των συνολικών ωρών διακοπόμενης σκίασης. Σε αντίστοιχη περίπτωση στη Γερμανία, επιβλήθηκε ο περιορισμός των 30 διακοπόμενων ωρών.

### **2.5.3 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

#### **2.5.3.1 Ανθρώπινοι πόροι**

Στον ορισμό του περιβάλλοντος, εκτός από τους φυσικούς παράγοντες, περιλαμβάνονται και οι ανθρωπογενείς. Τα στοιχεία του ανθρώπινου περιβάλλοντος και πολιτισμού επηρεάζονται από την δραστηριοποίηση μιας εφαρμογής σε μια περιοχή. Οι επιδράσεις δεν είναι μόνο αρνητικές, αλλά εμφανίζονται και θετικές πινελιές στα μέρη του ανθρώπινου περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, η χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου συνοδεύεται από μια μείωση των επιπέδων ανεργίας, καθώς απασχολεί για τη λειτουργία του, ένα μεγάλο πλήθος ανθρώπων. Οι παράγοντες των ανθρωπίνων πόρων που θα εξεταστούν είναι οι εξής:

- *Χρήσεις Γης (με έμφαση στις δασικές και αγροτικές χρήσεις)*
- *Εξορύξεις*
- *Κοινωνικό – οικονομικά στοιχεία και υγεία*
- *Αναψυχή*
- *Απασχόληση*
- *Υποδομές Παραγωγής*

Στις επόμενες υποενότητες αναλύονται διεξοδικά, οι μεταβλητές των ανθρωπίνων πόρων ως προς τη δραστηριότητα του αιολικού πάρκου.

#### **2.5.3.1.1 Κοινωνικό – Οικονομικές Εκτιμήσεις / Ασφάλεια - Υγεία**

Μια περιβαλλοντική μελέτη επιπτώσεων καταγράφει τις δυσμενείς, αλλά και θετικές συνέπειες μιας δραστηριότητας, ή, ενός έργου σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Ο τομέας των Ανανεώσιμων Πηγών

Ενέργειας και κατ' επέκταση της εκμετάλλευσης του αιολικού δυναμικού σχετίζεται με την ιαματική δράση στον κλάδο της *απασχόλησης* σε μια περιοχή.

Η ολοκλήρωση ενός αιολικού πάρκου διέρχεται από ποικίλα στάδια, όπου συμμετέχει μια ποικιλία εργατικού δυναμικού. Από μηχανικούς μέχρι εργάτες και απο περιβαντολλόγους έως προσωπικό ασφαλείας καλούνται να απασχοληθούν στους κύκλους σχεδιασμού, κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης ενός αιολικού πάρκου. Ο αριθμός των άμεσα και έμμεσα εργαζομένων δύναται να ξεπεράσει τους δύο χιλιάδες εργαζομένους! Η όλη διαδικασία ενθυμίζει ένα εργασιακό κύκλο. Επιστήμονες και τεχνικοί σχεδιάζουν και υλοποιούν τα συστατικά μέρη του αιολικού πάρκου και των ανεμογεννητριών, μηχανικοί και εργάτες μετέχουν στην απόδοση επί του εδάφους, της κατασκευής, περιβαντολλόγοι καθοδηγούν και συμβουλεύουν την εφαρμογή, ώστε να πρόσκειται φιλικά προς το περιβάλλον, ενώ το προσωπικό συντήρησης και φύλαξης του χώρου των εγκαταστάσεων εγγυούνται την ασφαλή και πλήρη λειτουργία του πάρκου.

Η τόνωση της απασχόλησης θα προσφέρει μια κοινωνικό – οικονομική εξύψωση με τη σειρά της. Οικογένειες εργαζομένων θα μεταναστεύσουν (εσωτερικά, ή, εξωτερικά) στις περιοχές, όπου θα λάβει χώρα η κατασκευή. Σε αυτή την αναφορά, αν συνοπολογισθεί το γεγονός ότι τα περισσότερα αιολικά πάρκα χωροθετούνται στην περιφέρεια και γενικά σε μη πυκνοκατοικημένες περιοχές, τότε έμμεσα υλοποιείται και ένας στρατηγικός στόχος, όπου έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση και είναι η περιφερειακή ανάπτυξη. Επιπρόσθετα, οι νέες θέσεις εργασίας που παράγονται αποσοβούν φαινόμενα κοινωνικής παθογένειας που προκύπτουν από το οξύ, για τα Ελληνικά δεδομένα, πρόβλημα της ανεργίας. Οι ετήσιοι δείκτες κατανάλωσης τοπικών προϊόντων και υπηρεσιών θα αυξηθούν, ενώ μέσα από τους επιβλεπόμενους φόρους στα αγαθά, θα προκύψουν σημαντικά έσοδα στις τοπικές οικονομικές υπηρεσίες. Το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα θα παρουσιάσει ανοδικές τάσεις, ενώ τα τουριστικά καταλύματα θα πολλαπλασιάσουν την εργασία τους μέσω της στέγασης των αλλοδαπών εργατών και των οικογενειών τους.

Η εισροή εργατικού δυναμικού θα καθορίσει τα πλαίσια αναβάθμισης και άλλων κοινωνικό – οικονομικών τομέων, αλλά και του κλάδου της περιθαλψης. Νέες νοσοκομειακές μονάδες είναι πιθανό να δημιουργηθούν, οι οποίες θα είναι έτοιμες ανά πάσα στιγμή να προσφέρουν τις πολύτιμες υπηρεσίες τους. Εναλλακτικά, με αφορμή την κατασκευή του αιολικού πάρκου, οι δημοτικοί και νομαρχιακοί άρχοντες δράττονται της ευκαιρίας να αναδείξουν τους ιδιαίτερους χαρακτήρες των περιοχών δραστηριοποίησης τους και να καταβάλλουν προσπάθεια για τη εξάλειψη της φυγής των κατοίκων προς τα μεγάλα αστικά κέντρα. Δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ουτοπία, η δυνατότητα για ένα σύγχρονο επανασχεδιασμό των πόλεων και των κοινοτήτων, εν μέσω περιφερειακών χωροταξικών σχεδίων και με κινητήριο μοχλό την υλοποίηση

ενός αιολικού πάρκου. Η κατασκευή αποχευτικών δικτύων, η ορθολογική – περιβαλλοντική διαχείριση απορριμμάτων, η ενίσχυση και επέκταση των περιφερειακών αστικών ιστών, η κατασκευή νέων υποδομών (για παράδειγμα εκσυγχρονισμένους αυτοκινητόδρομους) και η παροχή φθηνότερου ενεργειακού αποθέματος (λόγω της αιολικής εκμετάλλευσης) δύναται να αποδειχθούν ως το δέλεαρ, αρχικά για τη συσπείρωση των γηγενών και για την προσέλκυση νέων κατοίκων, αλλά και επιχειρήσεων.

Τα ποικίλα ανθρωπογενή στοιχεία πληθαίνουν στις όμορες, με το αιολικό πάρκο, περιοχές. Τα οδικά δίκτυα συντηρούνται και ορισμένα επαναχαράζονται, τα δίκτυα της Δ.Ε.Η. ενισχύονται για τη μεταφορά και διανομή της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ και άλλα δίκτυα, όπως αυτά της ύδρευσης και της αποχέυσης ενισχύονται, ή, κατασκευάζονται για πρώτη φορά. Η ελαφρά, αλλά αξιόλογη πληθυσμιακή αύξηση επιφέρει τη δόμηση νέων κτιρίων και κατασκευών, με παράλληλη επέκταση της πόλεως και αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας.

Συμπερασματικά, μια ενεργειακή επένδυση θα θέσει τις βάσεις για τη σταδιακή ανάδειξη μιας κοινότητας, ή, ενός καποδιστριακού δήμου σε αυτοδύναμο κοινωνικό – οικονομικά πόλο. Τα οφέλη που ανακύπτουν είναι πολυάριθμα, ενώ ως μειονεκτήματα μπορούν να αντιπαρατεθούν οι μικρές κυκλοφοριακές συμφορήσεις, κατά τη διάρκεια κατασκευής του πάρκου (εφόσον γειτνιάζουν με αστικά κέντρα), ο μερικός αποκλεισμός των θέσεων εγκατάστασης των ανεμογεννητριών και η υποβάθμιση του τοπίου των περιοχών.

Επιπρόσθετη αναφορά απαιτείται και για το ζήτημα της έλλειψης νοοτροπίας σχετικά με την καθιέρωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο μέσος πολίτης δεν είναι ενημερωμένος, ή, ακόμα χειρότερα είναι παραπληροφορημένος σχετικά με την χωροθέτηση ανανεώσιμων ενεργειακών υποδομών. Επακόλουθα της ελλιπούς ενημέρωσης είναι οι κοινωνικές αντιδράσεις και συχνές προσφυγές στα κρατικά δικαστήρια για την φραγή των διαδικασιών αδειοδότησης τέτοιων ενεργειών.

Οι αντιδράσεις συνδέονται με τις υπόνοιες επίδρασης της λειτουργίας των ανεμογεννητριών, αλλά και του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι πυλώνες υψηλής τάσης. Επιστημονικές έρευνες έχουν επισημάνει τους κινδύνους πρόκλησης λευχαιμίας και καρκίνου από τους πυλώνες υψηλής τάσης της Δ.Ε.Η., μέσα από κατοικημένες περιοχές. Επιπλέον, η λειτουργία των ανεμογεννητριών ευθύνεται για συμπτώματα σωματικής, αλλά κυρίως ψυχικής φύσεως στους κατοίκους των γύρω περιοχών (άγχος, ημικρανίες). Προβλήματα δημιουργούνται και στη φάση κατασκευής, εξαιτίας των πολύ υψηλών ακουστικών επιπέδων και της αυξημένης σκόνης από τα εργοτάξια. Πιο αξιόλογοι φαίνονται να είναι οι κίνδυνοι από πιθανές πτώσεις των πυλώνων στήριξης και των πτερωτών, στη διάρκεια πολύ ισχυρών ανέμων, με ανύψωση των πιθανοτήτων πρόκλησης σωματικής βλάβης στο προσωπικό συντήρησης, αλλά

και στις κατοικίες και τους ίδιους τους κατοίκους των τοπικών κοινωνιών. Επομένως κρίνεται σκόπιμο να αποφεύγεται η άμεση γειννίαση αιολικών πάρκων με πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές.

### **2.5.3.1.2 Επιδράσεις στις Υποδομές - Δομημένο Περιβάλλον**

Όπως λέχθηκε και στη προηγούμενη ενότητα, η αιολική εκμετάλλευση σε μια γεωγραφική περιοχή σχετίζεται με μια αναπτυξιακή πολιτική στον τομέα των υποδομών. Ενεργειακά, οδικά, σταθερής τροχιάς και άλλων μέσων μαζικής μεταφοράς, αποχετευτικά, υδρευτικά δίκτυα, δόμηση νέων οικιστικών συγκροτημάτων και χώρων στέγασης υπηρεσιών, υποδομές περίθαλψης και επιτέλεσης διαφόρων λειτουργιών είναι ορισμένες από τις προσοδοφόρες προοπτικές μιας ανανεώσιμης μορφής ενέργειας σε μια κοινότητα που γειννιάζει με αυτή.

Όμως στη θεματολογία των υποδομών εμπύπτουν και αρνητικές επιδράσεις. Η πιο σημαντική φαίνεται να εντοπίζεται στη γειννίαση των ανεμογεννητριών με υπάρχουσες ηλεκτρομαγνητικές εγκαταστάσεις. Η παρουσία ενός αιολικού πάρκου επηρεάζει τους υπάρχοντες σταθμούς **τηλεόρασης και ραδιοφωνίας**, αλλά και τις κεραίες κινητής τηλεφωνίας και τα ραντάρ της πολεμικής αεροπορίας. Πιο αναλυτικά, τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα των σταθμών εκπομπής προσκρούουν πάνω στις περιστρεφόμενες έλικες, με αποτέλεσμα να αλλοιώνεται το σήμα. Τα προβλήματα αντιμετωπίζονται τόσο με την εναλλακτική χρήση ελικών από συνθετικά και όχι μεταλλικά υλικά, καθώς και με τη χρήση αναμεταδοτών. Επιπρόσθετα, τόσο οι ηλεκτρογεννήτριες σε ένα αιολικό πάρκο, όσο και οι μετασχηματιστές ηλεκτρικής ενέργειας προκαλούν ένα πολύ μικρό **ηλεκτρομαγνητικό πεδίο**, το οποίο όμως λόγω της απόστασης από τους εγγύτερους οικισμούς και κατασκευές ραδιοτηλεόρασης που προβλέπει η νομοθεσία, δεν επιφέρει οιαδήποτε παρεμβολή, ή όχληση.

Μια επιπρόσθετη επίδραση εντοπίζεται στα εθνικά δίκτυα αεροπλοΐας. Οι ανεμογεννήτριες τοποθετούνται συνήθως στις κορυφογραμμές υψηλών βουνών και σε ένα μεγάλο ύψος από την επιφάνεια, με στόχο την βέλτιστη αιολική εκμετάλλευση. Ενίοτε οι ανεμογεννήτριες χωροθετούνται σε ακτογραμμές, ή και μέσα σε θαλάσσιες ζώνες. Ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των χειμερινών περιόδων, όπου τα όρη, αλλά και οι θάλασσες καλύπτονται από ομίχλη, ενυπάρχει υψηλός κίνδυνος για σύγκρουση, είτε ενός αεροσκάφους, ή, ενός πλοίου πάνω στις ανεμογεννήτριες, ή, στα δίκτυα μεταφοράς της Δ.Ε.Η. (κυρίως από τις χαμηλές πτήσεις των μαχητικών αεροσκαφών) , με ολέθριες και επώδυνες συνέπειες. Στις θαλάσσιες περιοχές, οι γραμμές μεταφοράς ποντίζονται στο πυθμένα της θάλασσας και επομένως δεν εμφανίζεται κίνδυνος σύγκρουσης με αυτές.



Το συγκεκριμένο πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την χρήση ειδικού φωτισμού, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των νυχτερινών ωρών, που τοποθετείται πάνω στις ανεμογεννήτριες. Επιπλέον, τα εθνικά και διεθνή δίκτυα αεροπλοΐας αποφεύγουν τη διέλευση, μέσα από τέτοιες ζώνες, όπου βρίσκονται αιολικά πάρκα.

Οι αιολικές εγκαταστάσεις απαιτούν και μικρές ποσότητες ύδατος για τον καθαρισμό των πτερωτών των ανεμογεννητριών. Αυτές οι ποσότητες είναι μικρές σε αριθμό και μόνο σε περιπτώσεις μεγάλων αιολικών πάρκων κρίνεται αναγκαία η κατασκευή τοπικού δίκτυο ύδρευσης. Μάλιστα, οι ανεμογεννήτριες χρειάζονται να καθαρίζονται μόλις 4 φορές το χρόνο (Χαραλαμπίδης, 2006)

### **2.5.3.1.3 Αναψυχή**

Οι δραστηριότητες αναψυχής που δύναται λάβουν χώρα, είτε σε μια ορεινή ηπειρωτική περιοχή, ή, σε μια παραθαλάσσια – θαλάσσια περιοχή ποικίλλουν. Είναι γεγονός πως ο αγροτουρισμός, αλλά και οι άλλες εκφάνσεις του τουρισμού θα επηρεαστούν από την παρουσία ενός αιολικού πάρκου. Οι θέσεις χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων και του επίγειου διαδρόμου των γραμμών μεταφοράς θα φυλάσσονται και είναι πιθανό να αποκόπτουν την πρόσβαση προς τα υψηλότερα σημεία ενός όρους. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση διαφόρων ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων από τους χώρους του αιολικού πάρκου και σε μακροσκοπικό επίπεδο την οικονομική – τουριστική ζημία των γειτνιαζόντων κοινοτήτων, που σε αρκετές των περιπτώσεων στηρίζουν την οικονομική τους σύσταση στον τουρισμό.

Στον αντίποδα, η παρουσία των δρόμων πρόσβασης προς το αιολικό πάρκο, θα επιτρέψει, μέχρι ενός σημείου, τη μετακίνηση και χρησιμοποίηση οχημάτων (τύπου 4X4), με στόχο την επαφή με την φύση και το βουνό. Όμως, η χρησιμοποίηση μηχανοκίνητων μέσων στους δρόμους πρόσβασης, οι οποίοι συχνά διέρχονται μέσα από τα δασικά οικοσυστήματα, θα επιφέρει διαταραχές στην τοπική πανίδα και χλωρίδα, υψηλά επίπεδα θορύβου και διάβρωση των εδαφών, η οποία έχει διαπιστωθεί ότι μπορεί να προέλθει ακόμα και από τη μαζική χρήση των συγκεκριμένων δρόμων από περιπατητές.

Ως μέτρα καταστολής τέτοιων επιπτώσεων προτείνονται η τοποθέτηση ειδικών μπαρών, ή, φύλακα, ο οποίος δεν θα επιτρέπουν την πρόσβαση προς τις ανεμογεννήτριες. Τα συρματοπλέγματα δεν προτείνονται, καθώς θα αποκόψουν τις διελεύσεις της τοπικής πανίδας. Επιπρόσθετα, τα αιολικά πάρκα

κρίνεται σκόπιμο να μην χωροθετούνται σε περιοχές με υψηλή τουριστική δραστηριότητα, για την αποφυγή τέτοιου είδους επιπτώσεων.

#### **2.5.3.1.4 Χρήσεις Γης**

Το υφιστάμενο καθεστώς των χρήσεων γης σε μια ζώνη, όπου θα χωροθετηθεί μια αιολική δραστηριότητα, σε γενικές γραμμές δεν επηρεάζεται σημαντικά. Όμως κρίνεται απαραίτητη η δέσμευση ορισμένων χρήσεων γης που προορίζεται στην εγκατάσταση του αιολικού πάρκου, των συνοδών υποδομών και του διαδρόμου των γραμμών μεταφοράς.

Ένα σημαντικό μειονέκτημα που ενσκήπτει είναι ο μη καθορισμός a priori κάποιων εκτάσεων που θα προορίζονται για τη χωροθέτηση μιας, ή, περισσότερων εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας. Αυτό οφείλεται σε γεγονός με διφυή χαρακτήρα. Απο τη μία πλευρά, οι Α.Π.Ε. αναπτύχθηκαν κυρίως τις τελευταίες δύο δεκαετίες, λόγω της έξαρσης των κλιματικών αλλαγών. Πέρα από τον πρόσφατο χαρακτήρα των Α.Π.Ε., δεν έχουν αναπτυχθεί στην Ελλάδα ειδικές χωροταξικές (και πολεοδομικές) ρυθμίσεις που να προσβλέπουν στην εγκατάσταση τέτοιων δραστηριοτήτων.

Οι χρήσεις γης που επηρεάζονται απο το σύνολο των μερών ενός αιολικού πάρκου είναι οι εξής:

- *Δασικές χρήσεις γης*
- *Αγροτικές και γεωργικές χρήσεις*
- *Εξορυκτικές χρήσης γης*
- *Χρήσεις αναψυχής (αναπτύχθηκε σε προγενέστερη ενότητα)*

Αρχικά σε ότι αφορά τις *γεωργικές και αγροτικές χρήσεις* γης δεν παρουσιάζονται κάποιες ιδιαίτερες επιπτώσεις, καθώς είναι δυνατόν να αναπτυχθούν σε γειτονία με τις αιολικές εγκαταστάσεις. Οι κτηνοτροφικές δραστηριότητες, όπως είναι και η βοσκή αιγοπροβάτων δεν παρεμποδίζεται ιδιαίτερα, με την προϋπόθεση πως ο κύριος χώρος του αιολικού πάρκου δεν θα αποκλείσει την πρόσβαση και τη διέλευση της τοπικής πανίδας (**Εικόνα 2.11**).

Οι εξορυκτικές δραστηριότητες και χρήσεις γης δύναται να συνυπάρχουν σε απόσταση μεγαλύτερη του ενός χιλιομέτρου. Πράγματι είναι εφικτή η παρουσία τόσο των ανεμογεννητριών και της λειτουργίας του αιολικού πάρκου, όσο και ενός ανοιχτού ορύγματος, όπου επιτελούνται δραστηριότητες εξόρυξης κάποιου μεταλλεύματος (με επώδυνες συνέπειες σε αρκετές περιβαλλοντικές μεταβλητές και ιδιαίτερα στο τοπίο). Η πολιτική των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προωθείται απο την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και τις

εθνικές στρατηγικές. Όμως είναι δυνατό σε περίπτωση επιλογής τοποθέτησης αιολικού πάρκου, ή, εξόρυξης ενός λιγνιτοφόρου κοιτάσματος, να προτιμηθεί το δεύτερο. Γενικά, όταν προκύπτει θέμα εξορυκτικής δραστηριότητας και παρουσίας κοιτασμάτων στην υποψήφια περιοχή, πρέπει να επιτελούνται ενδεδειγμένες συζητήσεις με στόχο την επιλογή της βέλτιστα οικονομικά, αλλά και περιβαλλοντικά λύσης.

Σε ότι αφορά τις δασικές εκτάσεις, το θεσμικό πλαίσιο (*άρθρο 24 παρ.1 Συντ. εδ. γ' και δ'*) προβλέπει την απαγόρευση της μεταβολής του προορισμού των δημοσίων δασών και των δημοσίων δασικών εκτάσεων, εκτός εάν προέχει για την εθνική οικονομία, η αγροτική εκμετάλλευση, ή, άλλη τους χρήση, που την επιβάλλει το δημόσιο συμφέρον (*Καράκωστας, 2000*). Επομένως γίνεται αντιληπτό ότι επιτρέπεται η δέσμευση δασικών εκτάσεων, αφού η αιολική ενέργεια προάγει την εθνική οικονομία.

Οι δραστηριότητες που περιορίζονται από τη δέσμευση δασικών εκτάσεων για την κατασκευή των δρόμων πρόσβασης και των διαδρόμων των γραμμών μεταφοράς είναι κυρίως οι υλοτομικές δραστηριότητες. Βέβαια, θα πρέπει να αναφερθεί πως ένα πλεονέκτημα που προκύπτει είναι η μείωση της παράνομης υλοτομίας, αλλά και η προστασία των δασών από πυρκαγιές, καθώς οι δρόμοι πρόσβασης λειτουργούν ως αντιπυρικές ζώνες και δίκτυα πρόσβασης των πυροσβεστικών οχημάτων.

Τέλος σχετικά με τις ζώνες ειδικής προστασίας, όπως είναι οι περιοχές Natura 2000, δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση οποιασδήποτε δραστηριότητας που είναι σε θέση να βλάψει την οικολογική ισορροπία της ζώνης.



*Εικόνα 2.11: Συνύπαρξη αγροτικών και κτηνοτροφικών χρήσεων γης με*

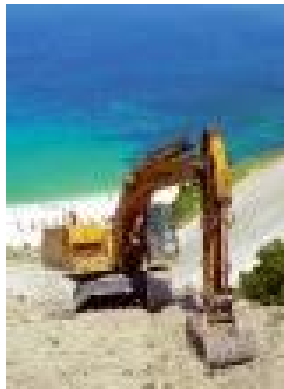
### 2.5.3.2 ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

Η Ελλάδα διαθέτει ένα πλούσιο και ποικιλόμορφο πολιτιστικό πεδίο, που περιλαμβάνει μνημεία, αρχαιολογικούς χώρους, παραδοσιακούς οικισμούς, πολιτιστικές εκδηλώσεις και τοπία. Συγκεκριμένα (Βαβίζος, Μερτζάνης, 2003):

- Τα μνημεία και οι αρχαιολογικοί χώροι ανέρχονται σε 35.000 (προϊστορικά, κλασσικά, βυζαντινά, θρησκευτικά και ευρήματα).
- Εντοπίζονται 3.269 παραδοσιακοί οικισμοί και διατηρητέες οικίες.
- Προστατευόμενα τοπία, με μεγάλη αισθητική και πολιτιστική αξία
- Πολιτιστικές εκδηλώσεις και τοπικά δρώμενα (ήθη και έθιμα, λαϊκές παραδόσεις, τέχνες).

Τα εκάστοτε πολιτιστικά και ιστορικά στοιχεία δεν επηρεάζονται σημαντικά από τις αιολικές εγκαταστάσεις. Όμως καθίσταται εφικτή η πιθανή εύρεση αρχαιολογικών ευρημάτων, κατά τη διάρκεια κατασκευής του πάρκου, της διάνοιξης των δρόμων και τμηματικά στην όδευση των γραμμών μεταφοράς (Εικόνα 2.12). Η πολιτική που ακολουθείται υπαγορεύει την αποφυγή της δόμησης σε ήδη υπάρχοντες αρχαιολογικούς χώρους και η προσπάθεια εκτροπής της χάραξης από περιοχές, όπου πιθανολογείται η ύπαρξη ιστορικών μνημείων. Σε περίπτωση αποκάλυψης ευρημάτων κατά τη διάρκεια κατασκευής, τα ευρήματα καταγράφονται και απεικονίζονται – οριοθετούνται οι περιοχές ανίχνευσης των ιστορικών μνημείων. Οι εργασίες διακόπτονται έως ότου ολοκληρωθεί ο έλεγχος και η καταγραφή των μνημείων πολιτιστικού και ιστορικού ενδιαφέροντος. Σε περίπτωση που αξιολογηθεί ο μνημειακός χώρος ως μοναδικού ενδιαφέροντος είναι πιθανό να αποτραπούν οι προβλεπόμενες χρήσεις και κατά συνέπεια να μην διεξαχθούν εργασίες επ' αόριστον.

Να σημειωθεί ότι τα τοπικά πολιτιστικά στοιχεία και δρώμενα δεν διαφαίνονται να επηρεάζονται αξιόλογα από ένα αιολικό πάρκο, εκτός και αν σχετίζονται άμεσα με τους χώρους όπου βρίσκονται οι υποδομές της ενεργειακής δραστηριότητας.



*Εικόνα 2.12: Επίδραση κατασκευών σε ένα προστατευόμενο τοπίο φυσικού κάλλους (πηγή <http://www.ethnos.gr>)*

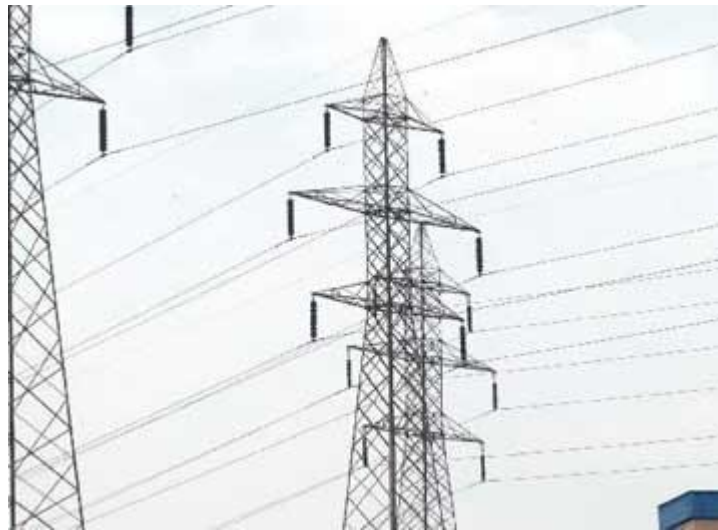
#### **2.5.4 ΚΙΝΔΥΝΟΙ - ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ**

Η μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από μια δραστηριότητα δεν έχει μονοδιάστατες προεκτάσεις, αλλά περιλαμβάνει και τους κινδύνους του περιβάλλοντος που είναι σε θέση να προκαλέσουν βλάβες στη λειτουργία της. Αυτοί οι κίνδυνοι είναι πολυάριθμοι στην περίπτωση των αιολικών πάρκων. Ορισμένοι και ίσως και οι σημαντικότεροι για τα Ελληνικά δεδομένα είναι:

- *Ακραία καιρικά φαινόμενα*
- *Κλιματικές Αλλαγές*
- *Σεισμοί*

Οι ηπειρωτικές – ορεινές περιοχές της Ελλάδας έχουν συνήθως δρυμείς χειμώνες, με ισχυρές χιονοθύελλες, υψηλούς όμβρους και ισχυρές ριπές, οι οποίες είναι σε θέση να βλάψουν μια ανεμογεννήτρια και να θέσουν σε κίνδυνο τις όμορες υποδομές, αλλά και το προσωπικό που εργάζεται στα αιολικά πάρκα. Κεραυνοί σαρώνουν τα υψηλότερα τμήματα των υποδομών προξενώντας πυρκαγιές, εκτεταμένες βλάβες, αλλά και υψηλά επίπεδα θνησιμότητας στους τοπικούς οικότοπους. Δεν είναι μάλιστα

και λίγες οι περιπτώσεις, όπου ακραία καιρικά φαινόμενα, δηλαδή μετεωρολογικές συνθήκες ασυνήθιστες για την περιοχή, να ανατρέψουν κάποια ανεμογεννήτρια, ή, πυλώνες υψηλής τάσης προκαλώντας καταστροφές στις ενεργειακές υποδομές και δυσλειτουργία των καθημερινών δραστηριοτήτων από τις διακοπές ρεύματος (**Εικόνες 2.13, 2.14**).



**Εικόνα 2.13:** Στις αρχές του 2006, μια σφοδρή κακοκαιρία με χαμηλές θερμοκρασίες και ισχυρούς ανέμους έπληξε την Ελλάδα, με αποτέλεσμα να καταρρεύσουν από τις δυσμενείς συνθήκες 6 πυλώνες στην Κεφαλονιά και την Ιθάκη και να μείνει το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων χωρίς ρεύμα. Να σημειωθεί πως το αιολικό πάρκο δεν βοήθησε τελικά, καθώς οι χαμηλές θερμοκρασίες και η άπνοια που ακολούθησαν, το έθεσαν εκτός λειτουργίας (πηγή [www.kathimerini.gr](http://www.kathimerini.gr))



Παράλληλα, ο **Εικόνα 2.14:** Κεραυνός πλήττει ανεμογεννήτρια σε αιολικό πάρκο στην Κίνα (πηγή [www.servis.gr](http://www.servis.gr)) πλανήτη βρίσκεται υπό την απειλή των κλιματικών αλλαγών, εξαιτίας των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στο περιβάλλον και το κλίμα. Πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι υψηλές εκπομπές σε διοξείδιο του άνθρακα, όπου έχει επιφέρει κλιματολογικές αλλαγές και κλιματικά φαινόμενα, όπως είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Μια κλιματική αλλαγή δύναται να επηρεάσει ποικιλοτρόπος ένα αιολικό πάρκο. Για παράδειγμα, οι κλιματικές αλλαγές μπορούν να συνδεθούν με παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας, οι οποίες με τη σειρά τους συνεπάγονται με υψηλές θερμοκρασίες και νηνεμία, η οποία θέτει σε υπολειτουργία ένα αιολικό πάρκο. Απο την άλλη πλευρά, η άνοδος της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας και της μέσης στάθμης της θάλασσας είναι δυνατόν να εντείνει τα πλημμυρικά φαινόμενα και γενικά τις ακραίες εκφάνσεις του καιρού.

Στους προλεχθέντες κινδύνους έρχεται να προστεθεί και η έντονη σεισμικότητα. Η Ελλάδα κατατάσσεται στην 7<sup>η</sup> θέση μέσα σε μια παγκόσμια κλίμακα των πιο σεισμογενών περιοχών στον πλανήτη (πηγή *U.S.G.S.*). Συγκεκριμένα, η Ελλάδα βρίσκεται στις νότιες απολήξεις της Ευρασιατικής πλάκας. Σε μια ζώνη που εκτείνεται δυτικά του Ιονίου Πελάγους, νότια της Κρήτης και νότιας της Ρόδου, η



Αφρικανική πλάκα βυθίζεται, με ρυθμό 2,5 – 3 cm το χρόνο κάτω από την Ευρασιατική, προκαλώντας σεισμούς ενδιάμεσου βάθους. Γενικά, όλη η επικράτεια τοποθετείται σε έντονο γεωτεκτονικό περιβάλλον. Σχεδόν κάθε χρόνο, σημειώνεται ένας σεισμός με επιφανειακό μέγεθος πάνω από 6 R ( $M_S > 6$  Richter) δημιουργώντας πολλά μακροσεισμικά αποτελέσματα, ενίοτε επώδυνα. Επομένως, είναι πιθανό ορισμένες βλάβες, έως ολοκληρωτική καταστροφή να προκληθούν σε μια αιολική υποδομή, που θα βρίσκεται σε μικρή απόσταση από το επίκεντρο ενός ισχυρού επιφανειακού σεισμού.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω κινδύνων πρέπει να γίνεται ένας ορθός σχεδιασμός και διαστασιολόγηση των υποδομών. Πιο αναλυτικά:

- *Να αποφεύγονται οι λειτουργίες των ανεμογεννητριών κάτω από την επίδραση ισχυρών ανέμων και πολύ χαμηλών, ή, υψηλών θερμοκρασιών (μηχανική πέδη της τουρμπίνας).*
- *Τοποθέτηση υδραυλικού μηχανισμού διαχείρισης των ανεμογεννητριών, ώστε να περιστρέφονται σε κάθετη θέση (90°), ως προς τη διεύθυνση πνοής του ανέμου, ώστε να αποφεύγονται οι μηχανικές καταπονήσεις και βλάβες (Σύστημα εκτροπής).*
- *Κατάλληλη διαστασιολόγηση των υποδομών θεμελίωσης, των οδοστρωμάτων και των βάσεων των πύργων μεταφοράς υψηλής τάσης, ώστε να αντέχουν στις εδαφικές επιταχύνσεις από πιθανά ισχυρά σεισμικά σενάρια.*
- *Κατάλληλη φύλαξη των εγκαταστάσεων, ώστε να περιορίζεται η παρουσία μόνο εξειδικευμένου προσωπικού, κατά τη διάρκεια δράσης ενός κινδύνου.*
- *Λήψη όλων των απαραίτητων μέτρων προστασίας από το προσωπικό.*
- *Τοποθέτηση κατάλληλης αντικεραυνικής προστασίας.*

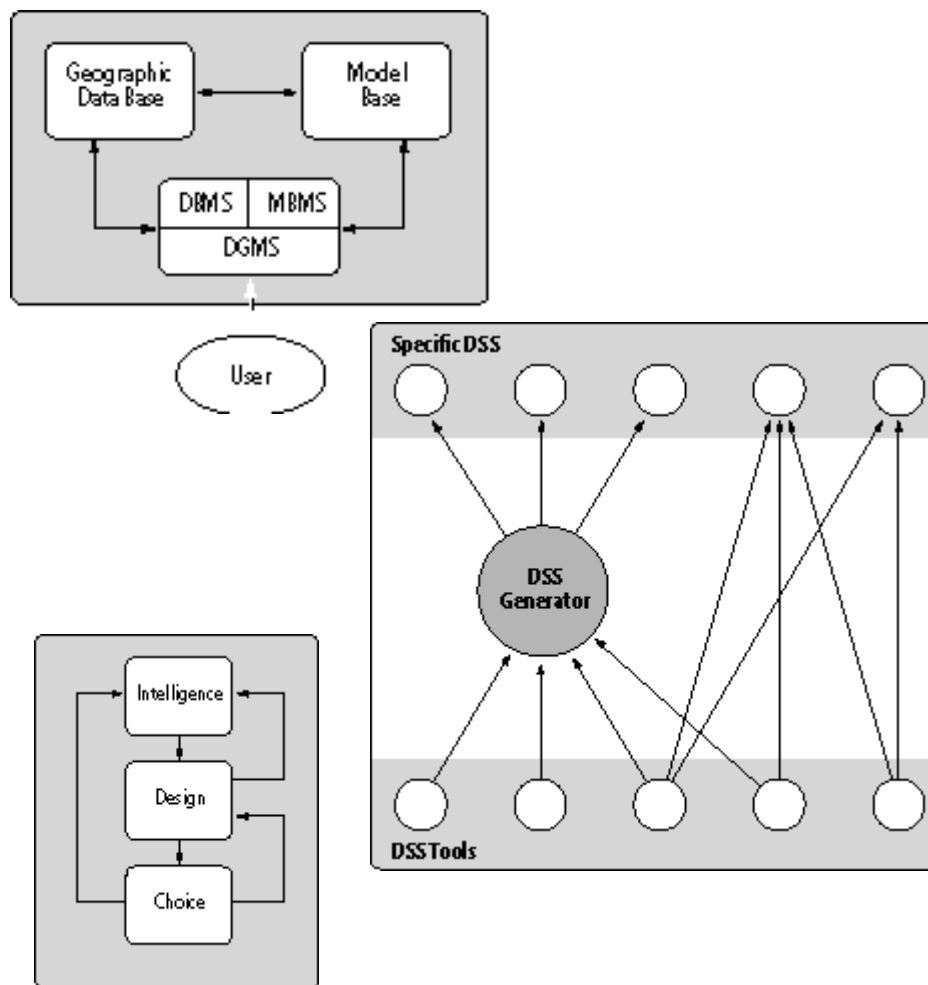
## **2.5.5 ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ**

Η καταγραφή και η μελέτη των περιβαλλοντικών μεταβλητών προσλαμβάνει έναν σύνθετο χαρακτήρα, όταν καταβάλλεται προσπάθεια για την παρατήρηση των επιπτώσεων που προκύπτουν από τη συνεργασία δύο, ή, περισσότερων μεταβλητών. Χωρίς να κυμαίνεται στα όρια της υπερβολής, είναι αρκετά πιθανό η επίπτωση που προξενεί μια μεταβλητή, για παράδειγμα, η υποβάθμιση της αισθητικής αξίας του τοπίου είναι σε θέση να επηρεάσει την κοινωνικό – οικονομική μεταβλητή, καθώς είναι πιθανό οι τουριστικές διακινήσεις να μειωθούν, λόγω της κατασκευής του αιολικού πάρκου.

Παράλληλα, οι επιπτώσεις στο περιβάλλον απο μια εφαρμογή δύναται να είναι ελάχιστες. Όμως η παρουσία και άλλων αιολικών πάρκων, ή, άλλων βιομηχανικών και ενεργειακών εγκαταστάσεων στην περιοχή να επιφέρει ισχυρότερα πλήγματα και επιπτώσεις.

Συνοψίζοντας, πριν απο την υλοποίηση ενός αιολικού πάρκου πρέπει να παρατηρούνται και να διερευνώνται, για την αποφυγή δυσμενών πορισμάτων:

- *Η ύπαρξη και άλλων εγκαταστάσεων (βιομηχανικών, ενεργειακών) στην περιοχή μελέτης.*
- *Η επίδραση του νέου αιολικού πάρκου στις ήδη διαμορφωμένες περιβαλλοντικές συνθήκες.*
- *Η περιπτώσεις συνεργίας δύο, ή, περισσότερων περιβαλλοντικών μεταβλητών (φυσικών και ανθρωπογενών).*



## ΧΩΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΧΩΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.1: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.1.1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα *decision support systems (D.S.S.)*, ή, εναλλακτικά τα *συστήματα λήψης απόφασης (Σ.Λ.Α.)* αποτελούν συστήματα, τα οποία υποστηρίζουν τη λήψη μιας τεχνολογικής και παράλληλα οικονομικής απόφασης, με την παροχή οργάνωσης της γνώσης θεματολογιών, στις οποίες είτε δεν υπάρχει γνώση, ή, δεν είναι ορθά δομημένη. Κύριος στόχος είναι η αύξηση της χρονικής και γενικά συνολικής αποτελεσματικότητας της προσπάθειας λήψης απόφασης. Τα D.S.S. χρησιμοποιούνται κυρίως σε στρατηγικό επίπεδο (και όχι τόσο σε λειτουργικές συνθήκες), σε τομείς όπως:

- *Διοίκησης και Σχεδιασμού*
- *Ελέγχου και Εντολών*
- *Σχεδιασμού Συστήματος*
- *Ιατρικής Περίθαλψης*
- *Υπολογιστικής Επιστήμης*

Γενικά, η λήψη μιας απόφασης κατηγοριοποιείται στις εξής κατηγορίες (Anthony):

- *Αποφάσεις στρατηγικού σχεδιασμού*: συσχετισμός με αποφάσεις που αφορούν τις πολιτικές και τους αντικειμενικούς στόχους που ακολουθεί μια επιχείρηση στη κατανομή των υποδομών.
- *Αποφάσεις Διαχείρισης Διοίκησης (management control)*: αποφάσεις που λαμβάνονται σχετικά με την αποτελεσματικότητα της απόκτησης και της χρήσης των υποδομών.
- *Αποφάσεις Λειτουργικού Ελέγχου (operational control)*: αποφάσεις που λαμβάνονται σχετικά με τη διαβεβαίωση της αποτελεσματικότητας της λειτουργίας των υποδομών.
- *Αποφάσεις Λειτουργικών Επιδόσεων (operational performance)*: καθημερινά λαμβανόμενες αποφάσεις σχετικά με τις επιδόσεις της λειτουργίας.

Τα D.S.S. υποστηρίζουν τη συνειδητή ανθρώπινη διαδικασία της απόφασης, της κρίσης και της επιλογής. Οι μεταβλητές που υπεισέρχονται και επηρεάζουν τις πληροφορίες και τη γνώση, για τη λήψη μιας απόφασης είναι:

- **Ακρίβεια της διαθέσιμης πληροφορίας:** στο σημαντικό στάδιο της στρατηγικής απόφασης, οι πληροφορίες συχνά είναι ατελείς και ανακριβείς.
- **Διαθέσιμο επίπεδο λεπτομέρειας:** σε λειτουργικό επίπεδο απαιτείται πολύ λεπτομερής γνώση.
- **Χρονικός ορίζοντας της απαιτούμενης γνώσης:** όταν επρόκειτο για μια στρατηγική απόφαση, οι πληροφορίες και προβλέψεις πρέπει να έχουν ένα μακρύ χρονικό ορίζοντα.
- **Συχνότητα των αποφάσεων:** οι στρατηγικές αποφάσεις γίνονται λιγότερο συχνά από ότι οι λειτουργικές αποφάσεις.
- **Εσωτερική, ή, Εξωτερική προέλευση γνώσης:** για τις λειτουργικές αποφάσεις και σε αντίθεση με τις στρατηγικές, οι πηγές της γνώσης προέρχονται από τον εσωτερικό χώρο της επιχείρησης.
- **Ευρύτητα σκοπιάς γνώσης:** συνήθως οι στρατηγικές αποφάσεις βασίζονται σε ευρείας κλίμακας παράγοντες και γνώση.
- **Ποσοστό ποσοτικοποιημένης πληροφορίας**
- **Εγκαιρότητα πληροφορίας:** για τον στρατηγικό σχεδιασμό αξιοποιούνται πληροφορίες με κάποια σχετική παλαιότητα, ενώ στις λειτουργικές αποφάσεις απαιτείται οι πληροφορίες να διαθέτουν εγκυρότητα και εγκαιρότητα.

Πέρα από τα συστήματα λήψης απόφασης, υπάρχουν τα Management Information Systems (MIS), καθώς και τα Predictive Management Information System (PMIS). Τα MIS παρέχουν απαντήσεις και αναφορές σε απλά ερωτήματα τύπου “Τι θα συμβεί εάν ...”, ενώ τα PMIS είναι ελάχιστα πιο ευέλικτα και εμπεριέχουν επιπρόσθετη πληροφορία συγκριτικά με τα MIS. Τα Decision Support Systems πλεονεκτούν καθώς προσαρμόζονται με τις εκάστοτε συνθήκες λήψης απόφασης του χρήστη και επομένως είναι πιο ευέλικτα. Γενικά τα πλεονεκτήματα τους συνοψίζονται σε:

- *Όλοι οι τύποι των D.S.S. υποβοηθούν τους μάνατζερς να απαντήσουν σε ερωτήματα σχετικά με μια απόφαση.*
- *Οι ερωτήσεις ποικίλουν και μπορεί να κυμαίνονται από πολύ απλές έως αρκετά σύνθετες.*

- Τα D.S.S. κρίνονται κατάλληλα για στρατηγικά και μακροπρόθεσμα προβλήματα, ενώ αξιολογούνται και σε λειτουργικής φύσεως προβλήματα (operational).
- Τα D.S.S. έχουν καθορισμένο σκοπό και στην βάση δεδομένων εμπεριέχονται όλα τα θέματα, οι χρονοσειρές δεδομένων και τα εργαλεία που απαιτούνται για την ανάκτηση και ανάλυση των δεδομένων που θα μετατρέψει τα δεδομένα σε πληροφορία, η οποία θα στηρίζει την απόφαση.

Τα μειονεκτήματα των D.S.S. εντοπίζονται κυρίως:

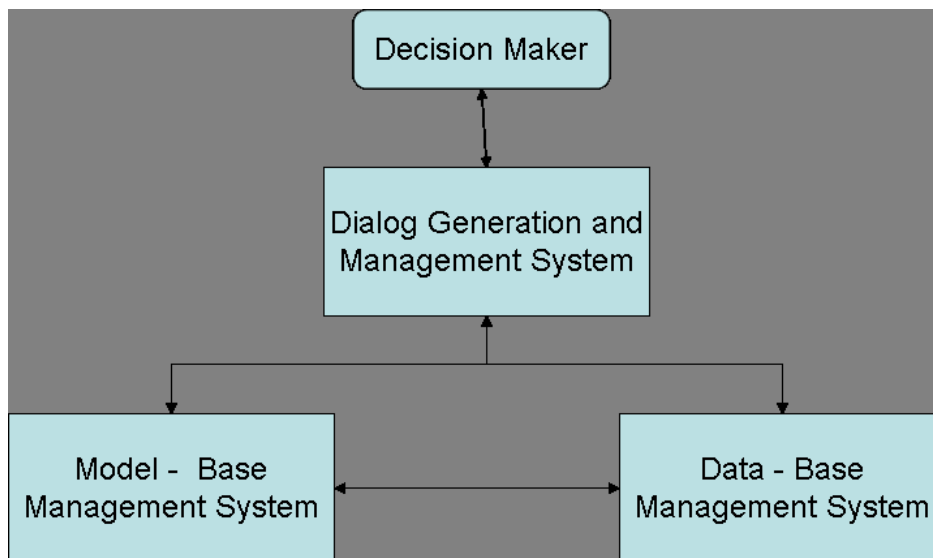
- Στην ανάπτυξη μη ρεαλιστικών προσδοκιών από την πλευρά των managers, αναφορικά με το σύστημα λήψης απόφασης.
- Παραγωγή πιθανών λανθασμένων αποφάσεων – πορισμάτων.
- Διατύπωση λανθασμένων ερωτημάτων από τους managers.
- Στο υψηλό κόστος ανάπτυξης τους.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.1.2: ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ**

Τα βασικά συστατικά ενός συστήματος λήψης απόφασης είναι τα εξής:

1. Το σύστημα διαχείρισης της βάσης δεδομένων (Data – base management system)
2. Το σύστημα διαχείρισης του μοντέλου (Model – base management system)
3. Τα συστήματα διαχείρισης και γένεσης διαλόγου (Dialog generation and management systems)

Οι συσχετισμοί και η θέση του καθενός συστατικού διακρίνονται στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 3.1).



*Σχήμα 3.1.: Κόρια συστατικά και αλληλοσυσχετισμοί ενός συστήματος λήψης απόφασης*

Η αρχιτεκτονική και ο σχεδιασμός ενός D.S.S. καθορίζεται από μια ομάδα ανθρώπων, στην οποία περιλαμβάνονται :

- Οι τελικοί χρήστες του συστήματος λήψης απόφασης και το προσωπικό τους.
- Οι σχεδιαστές του συστήματος (designers).
- Το τεχνικό προσωπικό υποστήριξης, το οποίο θα ενισχύσει τους σχεδιαστές.

Ένας σχεδιαστής ενός D.S.S. θα χρησιμοποιήσει τη γνώση του σε λογισμικό, γλώσσες προγραμματισμού και hardware, προκειμένου να αναπτύξει, μέσω μιας συγκεκριμένης μεθοδολογίας το σύστημα λήψης απόφασης. Οι χρήστες του συστήματος, διαμέσου των πλαισίων διασύνδεσης αξιοποιούν τις μεθόδους και τα εργαλεία του συστήματος, για να παράγουν την επιθυμητή απόφαση. Επιπρόσθετα οι χρήστες είναι αυτοί, οι οποίοι με τις παρατηρήσεις τους θα ενισχύσουν το σύστημα.

Οι βασικές φάσεις σχεδιασμού ενός D.S.S. είναι οι εξής:

1. Προσδιορισμός των απαιτούμενων ειδικεύσεων
2. Δόμηση προκαταρκτικού εννοιολογικού μοντέλου
3. Λογικός σχεδιασμός και εννοιολογικό μοντέλο
4. Λεπτομερής σχεδιασμός και δοκιμές
5. Λειτουργική υποβοήθεια
6. Λειτουργικός έλεγχος, υπολογισμός και ρύθμιση
7. Χρήση του συστήματος και συντήρηση

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.2: Η ΣΧΕΣΗ ΤΩΝ Γ.Σ.Π. ΜΕ ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ (GIS - DSS)**

Απο τον Ιούλιο του 1970 και έπειτα (σύμφωνα και με μελέτη του περιοδικού Business Week), τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S.) έχουν αρχίσει να επεκτείνονται και να αξιοποιούνται σε μια πληθώρα εφαρμογών και αντικειμένων. Ο ρόλος τους επέρχεται ως υποβοήθημα στις διαδικασίες λήψης απόφασης. Πλήρως δομημένα προβλήματα, όπως είναι για παράδειγμα, το επίκαιρο πρόβλημα των περιοχών που θα επηρεαστούν από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, επιλύονται και προσδιορίζονται με μεγάλη ακρίβεια από τα Γ.Σ.Π.. Όμως, ενυπάρχουν αρκετές διαφοροποιήσεις σχετικά με τα Συστήματα Λήψης Απόφασης. Μέσα από αυτό το κεφάλαιο θα τονιστούν οι διαφορές, αλλά και τα κοινά σημεία μεταξύ των δύο συστημάτων.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αποτελούν μια οργανωμένη συλλογή μηχανικών υπολογιστικών συστημάτων (hardware), λογισμικών προγραμμάτων (software), χωρικών δεδομένων και ανθρώπινου δυναμικού, με σκοπό τη συλλογή, καταχώριση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση, κάθε μορφής πληροφορίας που αφορά στο γεωγραφικό περιβάλλον (Κουτσόπουλος 2002). Σε ένα μεγαλύτερο βαθμό ανάλυσης, ορισμένες από τις λειτουργίες που επιτελούνται είναι οι εξής:

- Αποθήκευση και διαχείριση μεγάλου όγκου χωρικών στοιχείων
- Δυνατότητες εισαγωγής, συλλογής και ανάκτησης πληροφοριών
- Αναζήτηση και αναγνώριση δεδομένων σύμφωνα με τον καθορισμό κριτηρίων (χωρικών και μη χωρικών)



- Προσδιορισμός των τάσεων και των χωρικών προτύπων των δεδομένων
- Τροφοδότηση πορισμάτων σε διαδικαστικά προβλήματα
- Προετοιμασία δεδομένων σε άλλες εφαρμογές που επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες
- Σχεδιαστική – Γραφική και αριθμητική απόδοση των δεδομένων

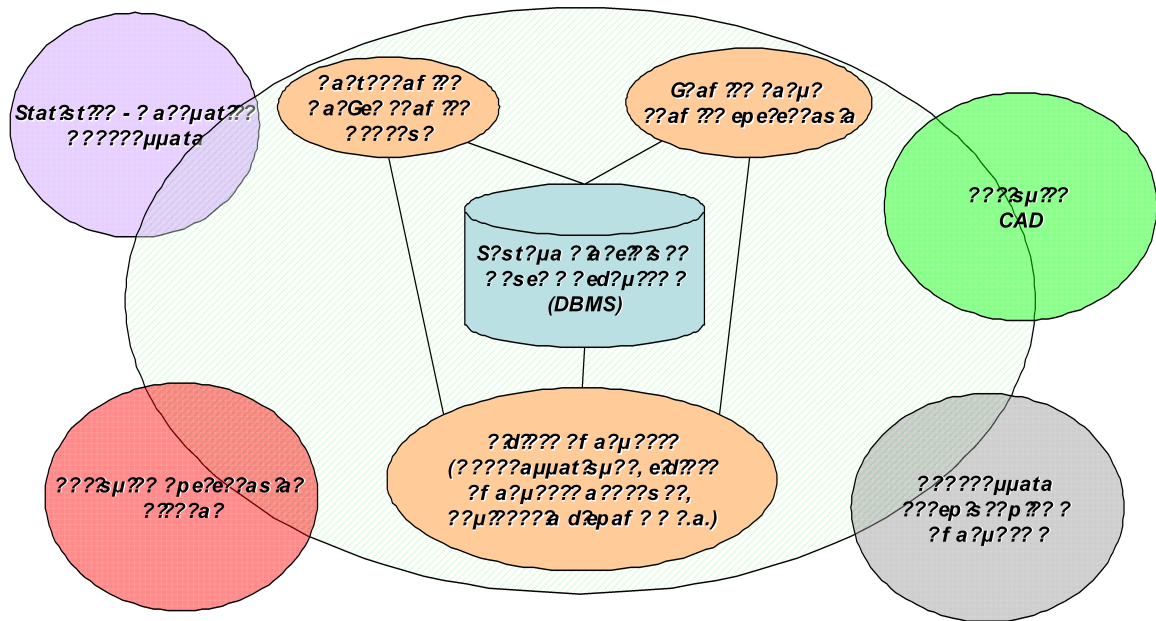
Με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, ο χρήστης είναι σε θέση να συλλέξει, να διαχειριστεί, να αναλύσει και εν κατακλείδι να αποδώσει γραφικά, ή, αριθμητικά την πληροφορία. Αυτή η πληροφορία αποτελεί και την απάντηση σε μια σειρά απο ερωτήματα που τον απασχολούν, καθώς επίσης και τα δεδομένα, για ένα νέο κύκλο αναλυτικών διεργασιών για την παραγωγή νέας πληροφορίας.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών υποστηρίζουν την εισαγωγή, τη διαχείριση και την ανάλυση διανυσματικών και ψηφιδωτών δεδομένων (Vector – raster data model). Ορισμένες μορφές δεδομένων δύναται να είναι:

- Τηλεπισκοπικά στοιχεία (δορυφορικές εικόνες, ψηφιακά επεξεργασμένες αεροφωτογραφίες)
- Χάρτες
- Στοιχεία απο εργασίες πεδίου, δειγματοληψίες και απογραφές
- Στοιχεία απο αρχειακές καταγραφές (υπηρεσιών)
- Παραγόμενα δεδομένα απο μοντέλα και μαθηματικές συναρτήσεις – νόμους

Η αρχιτεκτονική ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών συνοψίζεται στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 3.2).

Ge? ??af ?? S?st?μα  
 ? ???f ??? ? (G.I.S.)



**Σχήμα 3.2.:** Αρχιτεκτονική μιας ολοκληρωμένης εφαρμογής Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

Τα Γεωγραφικά Πληροφοριών είναι

Σ υ σ τ ή μ α τ α σε θέση να

προσφέρουν βοήθεια και υποστήριξη στη λήψη μιας απόφασης, χωρίς όμως να είναι αμιγώς συστήματα λήψης απόφασης. Μέσα απο συνεχείς δημοσιεύσεις και συνέδρια τονίζεται ο άμεσος, ή, έμμεσος ρόλος και η συμμετοχή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών σε εφαρμογές που απαιτείται η λήψη μιας απόφασης. Μάλιστα, είναι χαρακτηριστικό πως σε ορισμένες περιπτώσεις συστήματα G.I.S. χαρακτηρίζονταν ως D.S.S. λόγω του ότι οι χρήστες των προγραμμάτων ήταν επαγγελματίες επιφορτισμένοι με την λήψη μιας απόφασης (Decision makers).

Η σχέση μεταξύ των Συστημάτων Λήψης Απόφασης και των Γ.Σ.Π. παρουσιάζει σημεία αλληλεπίδρασης και αλληλοκάλυψης. Συγκεκριμένα:

1. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, με τις δυνατότητες συλλογής, διαχείρισης και απεικόνισης των δεδομένων (όμοιας, ή και διαφορετικής φύσεως) βοηθούν τους λήπτες αποφάσεων με την καθολική επίγνωση των διαστάσεων ενός προβλήματος, ιδιαίτερα μέσα απο τη γραφική – οπτική απεικόνιση.
2. Οι αναλυτικές διεργασίες που εμπεριέχονται σε ένα λογισμικό Γ.Σ.Π. παρέχουν δυνατότητες μελέτης, αξιολόγησης των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων – αποφάσεων που είναι δυνατό να

ληφθούν. Ο χρήστης καθοδηγείται προς το δρόμο της βέλτιστης λύσης, με μικρές πιθανότητες σφάλματος

3. Μειώνεται ο χρόνος λήψης μιας απόφασης, αλλά και η αβεβαιότητα ως προς την καταλληλότητα της
4. Μειώνεται το τελικό κόστος λήψης απόφασης

Τα Συστήματα Λήψης Απόφασης δραστηριοποιούνται σε πολλές βιομηχανικές και γενικά επαγγελματικές κατηγορίες. Οι οικονομικοί τομείς του μάρκετινγκ και της διοίκησης επιχειρήσεων είναι πεδία στα οποία, τα προηγούμενα χρόνια, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών δεν εφαρμόζονταν. Όμως με τις αυξανόμενες τάσεις ως προς τη διαθεσιμότητα της πληροφορίας και την αναγνώριση της επίδρασης των χωρικών πληροφοριών και γενικά του χώρου στις επιχειρηματικές αποφάσεις (location – allocation, routing analysis και άλλες) όρισε την είσοδο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και τη συνεργασία τους, μέσα από ολοκληρωμένες εφαρμογές, με τα Συστήματα Λήψης Αποφάσεων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3: ΧΩΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ** **(Spatial Decision Support System)**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3.1: Εισαγωγή**

Το χαρακτηριστικό των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών είναι ότι διαχειρίζονται πληροφορία, η οποία έχει μια χωρική – γεωγραφική αναφορά. Αυτή η πληροφορία μπορεί να είναι είτε γεωγραφική, ή, περιγραφική. Από την άλλη πλευρά τα Συστήματα Λήψης Απόφασης είναι επιφορτισμένα με τη στήριξη της λήψης μιας απόφασης, μέσω της λειτουργίας ενός μοντέλου και με τη διαχείριση δεδομένων που βρίσκονται αποθηκευμένα σε μια βάση. Όμως από τα Συστήματα Λήψης Απόφασης απουσιάζει ο χωρικός

χαρακτήρας. Όλες τις προηγούμενες ελλείψεις αμβλύνονται με την εισαγωγή της τεχνολογίας των Χωρικών Συστημάτων Λήψης Απόφασης, ή, Spatial Decision Support System.

Ως χωρικά συστήματα λήψης, απόφασης ονομάζονται τα διαδραστικά (interactive) υπολογιστικά συστήματα, τα οποία σχεδιάζονται ώστε να υποστηρίζουν έναν, ή, περισσότερους χρήστες, που λαμβάνουν μέρος στις διαδικασίες σχεδιασμού (design) στην επιλογή της πιο αποτελεσματικής απόφασης (higher effectiveness) στην προσπάθεια επίλυσης ενός ημι – δομημένου χωρικού προβλήματος λήψης απόφασης.

Προτού όμως παρουσιάσουμε την γενική αρχιτεκτονική ενός τέτοιου συστήματος, όπου και αποτελεί και αντικείμενο αυτής της εργασίας, ας πλοηγηθούμε εν συντομία στη φύση και στη διαδικασία λήψης μιας απόφασης (με έμφαση στο χωρικό της χαρακτήρα).

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3.2: Από το πρόβλημα στην απόφαση**

Στο καθημερινό μας πρόγραμμα περιλαμβάνεται κυριολεκτικά μια εκατόμβη αποφάσεων που προσανατολίζεται για την επίλυση διαφόρων ειδών προβλημάτων. Ορισμένες από αυτές τις αποφάσεις μπορούν να είναι για παράδειγμα η επιλογή ενός συγκεκριμένου ρούχου για την βραδινή έξοδο, η απόφαση για το που θα πάει μια οικογένεια διακοπές, η επιλογή του φθηνότερου, αλλά και συγχρόνως αποδοτικότερου προϊόντος, αλλά και αποφάσεις με σοβαρότερο χαρακτήρα όπως στο ποιο νοσοκομείο και με ποιο γιατρό θα πραγματοποιηθεί μια εγχείρηση, πως θα πρέπει να διαχειριστούμε τα οικονομικά του σπιτιού με φειδώ και αποδοτικά και ο κατάλογος μπορεί να συνεχίζεται επ' άπειρο.

Οι αποφάσεις πέραν της βαρύτητας, την οποία εμπεριέχουν, αφορούν είτε ένα μεμονωμένο άτομο, ή και ακόμα δύναται να λάβουν καθολικές διαστάσεις και να απευθύνονται στο σύνολο ενός έθνους, ή και ακόμα ολόκληρου του κόσμου (σε επίπεδο κυβερνητικής). Κοινή συνιστώσα όλων των επιτυχημένων αποφάσεων είναι η ύπαρξη ενός καλά και ορθά δομημένου γνωστικού και εμπειρικού υποβάθρου. Ιδιαίτερα η εμπειρία, αλλά και το ένστικτο αποτελούν αρωγούς στην προσπάθεια ιχνηλάτισης των βημάτων προς την επιτυχία μέσω της λήψης απόφασης. Σε ένα καθημερινό παράδειγμα, όταν κάποιος έχει αντιμετωπίσει και στο παρελθόν ένα πρόβλημα υγείας, αυτομάτως έχει επίγνωση – εμπειρία, στο ποιές αποφάσεις θα τον οδηγήσουν στην αντιμετώπιση του προβλήματος του και ποιές θα πρέπει να αποφύγει. Απο την άλλη πλευρά, όταν ένα άτομο αντιμετωπίζει μια ασθένεια για πρώτη φορά, συνήθως πανικοβάλλεται και λαμβάνει τις χειρίστες αποφάσεις.

Η αναφορά σε καθημερινά και απτά παραδείγματα, εν μέρει, δεν έχει σε τίποτα να διαφοροποιηθεί από τα προβλήματα και τις αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν στους κόλπους μιας επιχείρησης, μιας επαγγελματικής ομάδας, μιας χώρας, ή και μιας ένωσης κρατών.

Η διαδικασία, ή, εναλλακτικά τα βήματα με τα οποία ένα άνθρωπος καταλήγει σε μια απόφαση είναι τα εξής, σύμφωνα με τον Simon (**Σχήμα 3.3**) :

- **Αντίληψης (INTELLIGENCE):** Σε αυτό το στάδιο, ο λήπτης προσπάθει να προσδιορίσει το περιβάλλον του προβλήματος που τον ενδιαφέρει. Σε αναφορά με το αντικείμενο της μεταπτυχιακής διπλωματικής, ο χρήστης, με αξιοποίηση των λειτουργιών της GIS – based εφαρμογής, πλοηγείται στα διαφορετικής φύσεως δεδομένα – θεματικά επίπεδα και είναι σε θέση, χωρίς να έχει επισκεφτεί την περιοχή να λαμβάνει γνώση των βασικών μεταβλητών της. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έρχονται να συνδράμουν αποδοτικά στην κατανόηση του περιβάλλοντος που αφορά το εξεταζόμενο πρόβλημα.
- **Σχεδιασμός (DESIGN):** Στο στάδιο του σχεδιασμού αναπτύσσονται και αναλύονται οι διάφορες εναλλακτικές αποφάσεις που είναι δυνατό να παρθούν. Αυτές οι εναλλακτικές λύσεις εισάγονται (ως παράμετροι) σε κάποιο μοντέλο. Τα αναλυτικά εργαλεία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, τα οποία βασίζονται στις αρχές της επικάλυψης (overlay), της συνδεσιμότητας (connectivity), της γειννίας (proximity) και της περιεκτικότητας – συνάφειας (contiguity) βοηθούν στην παραγωγή και ανάλυση των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων – προτάσεων.
- **Επιλογή (CHOICE):** Το τελικό στάδιο στη διαδικασία μια απόφασης είναι η επιλογή. Η επιλογή συνήθως επάγεται μέσα από την σύγκριση της με τις άλλες εναλλακτικές λύσεις, αλλά και σε συνδυασμό με τις προτιμήσεις του λήπτη αποφάσεων. Η έλλειψη της δυνατότητας εισαγωγής των ιδιαίτερων προτιμήσεων του χρήστη (άμεσα, ή, έμμεσα μέσω βαρών και άλλων μεθόδων) αποτελεί και το αγκάθι στην εφαρμογή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στον τομέα της λήψης αποφάσεων, μαζί με την έλλειψη των δυνατοτήτων ανάπτυξης μιας ολοκληρωμένης μοντελοποίησης.



*Σχήμα 3.3: Η πορεία προς την απόφαση (Simon, 1960)*

Κάθε πρόβλημα που χρήζει προσπάθειας λύσεως μπορεί να είναι πλήρως καθορισμένο, ή, να παρουσιάζει ελλείψεις και ασάφειες ως προς την διατύπωση του. Στη δεύτερη περίπτωση, τα συστήματα που δραστηριοποιούνται για την προσπέλαση της λύσης είναι τα χωρικά συστήματα λήψης απόφασης (Spatial Decision Support System). Τα χωρικά συστήματα λήψης απόφασης είναι υπολογιστικά διαδραστικά συστήματα που υποστηρίζουν την αποδοτική λήψη απόφασης σε ημιδομημένα προβλήματα. Τι είναι όμως ένα ημιδομημένο πρόβλημα;

Υπάρχουν δύο ακραίες καταστάσεις προβλημάτων: τα δομημένα και τα αδόμητα προβλήματα. Στο δομημένα πρόβλημα (structured problem), ο λήπτης μιας απόφασης είναι σε θέση να κατανοήσει επαρκώς το πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί. Η επίλυση είναι δυνατό να αναπτυχθεί και υποστηριχθεί απο κάποιο υπολογιστικό σύστημα (όπως για παράδειγμα τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών). Δεν συμβαίνει

όμως το ίδιο με τα αδόμητα προβλήματα, όπου η λύση του προβλήματος βρίσκεται αποκλειστικά στην ανθρώπινη μονάδα και όχι σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στη μέση των δύο ακραίων καταστάσεων βρίσκονται τα ημιδομημένα προβλήματα που προσεγγίζονται από τα χωρικά συστήματα λήψης απόφασης.

Οι στόχοι ενός τέτοιου συστήματος είναι η αποδοτική και επιτυχημένη προσέγγιση και επίλυση του προβλήματος, μέσα από την πλήρη και επαναληπτική εξέταση όλων των παραμέτρων και κριτηρίων που το συνοδεύουν. Η επιτυχία κρύβεται μεταξύ του γνωστικού υποβάθρου του χρήστη και της κατάλληλης υποστήριξης – ανάπτυξης του συστήματος.

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3.2: Είδη χωρικών συστημάτων υποστήριξης απόφασης - Στοιχεία διαφοροποίησης από άλλα συστήματα**

Τα χωρικά συστήματα υποστήριξης απόφασης κινούνται προς την επίλυση προβλημάτων και την υποστήριξη της λήψης κατάλληλων αποφάσεων σε θέματα, όπου συμμετέχει ο χωρικός παράγοντας. Αυτά συστήματα διακρίνονται σε ορισμένες κατηγορίες, με μέτρο διαφοροποίησης, είτε τα προς επίλυση προβλήματα, ή, την αρχιτεκτονική τους. Αδρομερώς, ως προς την αρχιτεκτονική τους, χωρικά συστήματα υποστήριξης απόφασης διακρίνονται σε:

- ***Stand – alone SDSS***: όλο το σύστημα είναι εγκατεστημένο σε ένα και μόνο υπολογιστή και είναι δομημένα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να υποστηρίζουν και να εξυπηρετούν τις ανάγκες ενός μόνο χρήστη.
- ***Network SDSS***: διάφορα δομικά στοιχεία του συστήματος υποστήριξης απόφασης βρίσκονται εγκατεστημένα σε πολλούς υπολογιστές και επομένως η απόφαση καθορίζεται από τις απόψεις και τις παραμέτρους περισσότερων του ενός χρηστών.

Ως προς τα προβλήματα που επιλύονται, τα χωρικά συστήματα υποστήριξης απόφασης διακρίνονται σε:

- ***Συστήματα επεξεργασίας χωρικών δεδομένων (Spatial Data Processing Systems)***: Αυτά τα συστήματα πλοηγούνται μέσα σε δεδομένα, όπου με τη χρήση κατάλληλων περιορισμών, κριτηρίων και στρατηγικών επιλύουν συγκεκριμένα προβλήματα, χωρίς τη συμμετοχή του χρήστη.

- **Χωρικά Συστήματα Λήψεως Αποφάσεων (Spatial Decision Support Systems):** Επιλύουν ημι – δομημένα, ή, κακώς δομημένα προβλήματα. Χρησιμοποιούν μια κατάλληλη μοντελοποίηση, ώστε να προβούν στη λήψη της καλύτερης απόφασης.
- **Χωρικά Έμπειρα Συστήματα (Spatial Expert Systems):** Όλη η γνώσης βάσης ενός έμπειρου επαγγελματία πάνω σε ένα συγκεκριμένο τομέα κωδικοποιείται σε κανόνες (Rules) με στόχο την επίλυση εξειδικευμένων προβλημάτων και τη δυνατότητα παίδευσης απείρων πάνω στη δεδομένη θεματολογία.

Διαφοροποιήσεις εμφανίζονται και ως προς τα συστήματα υποστήριξης απόφασης, καθώς και με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Στα χωρικά συστήματα υποστήριξης απόφασης, εισάγεται η διάσταση του χώρου και κατά συνέπεια των χωρικών δεδομένων, χαρακτηριστικό που δεν εμφανίζεται στα απλά συστήματα λήψης απόφασης. Απο την άλλη πλευρά τα SDSS έχουν ως θεμέλιο λίθο τις υποστηρικτικές δυνατότητες για μια κατάλληλη μοντελοποίηση, στοιχείο που δεν διαθέτουν τα λογισμικά γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Στους δύο επόμενους πίνακες (**Πίνακες 3.1 και 3.2**) αποδίδονται οι ομοιότητες και οι διαφορές μεταξύ των χωρικών συστημάτων λήψης απόφασης (Χ.Σ.Λ.Α.) και των απλών συστημάτων υποστήριξης απόφασης (Σ.Λ.Α.), καθώς και των χωρικών συστημάτων λήψης απόφασης και των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) (Κίικιρας, 2000).

<i>Γ.Σ.Π.</i>	<i>Χ.Σ.Λ.Α.</i>
Εστίαση σε πληροφορία	Εστίαση στη λήψη απόφασης
Πλήρη – δομημένα προβλήματα	Ημιδομημένα, ή, μη δομημένα προβλήματα
Περιγραφή του πραγματικού κόσμου	Υποστήριξη διαδικασίας λήψης απόφασης σε προβλήματα με χωρικό χαρακτήρα
Χάρτες και πίνακες	Δέσμη λύσεων, προτεινόμενες λύσεις
Παθητική συμμετοχή χρήστη	Ενεργητική συμμετοχή χρήστη
Απευθύνονται σε Managers μεσαίου και κατωτέρου επιπέδου	Απευθύνονται σε Managers ανωτάτου επιπέδου
Επαύξηση της ταχύτητας και μείωση του κόστους	Αποτελεσματική λήψη αποφάσεων

*ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Χ.Σ.Λ.Α. – Γ.Σ.Π.*



Χ.Σ.Λ.Α.	Σ.Λ.Α.
Υποστήριξη ημιδομημένων προβλημάτων	
Εύκολα κατανοητά στοιχεία διασύνδεσης χρήστη και εφαρμογής	
Αποτελεσματικός συνδυασμός μοντέλων και δεδομένων	
Ανάπτυξη εναλλακτικών λύσεων	
Δυνατότητες για υποστήριξη διαφορετικών μεθόδων λήψης απόφασης	
Διαδραστική διαδικασία λύσης προβλημάτων	
Δυνατότητες εισαγωγής δεδομένων	-
Απεικόνιση σχέσεων και δομών των χωρικών δεδομένων	-
Μέθοδοι χωρικής ανάλυσης	-
Εξαγωγή πορισμάτων σε διάφορες μορφές (χάρτες, πίνακοποιημένα αποτελέσματα κ.α.)	-
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: Χ.Σ.Λ.Α. – Σ.Λ.Α.</i>	

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί πως τα χωρικά συστήματα λήψης απόφασης δεν διαφοροποιούν τη θέση τους από τα υπόλοιπα συστήματα, αλλά καθίσταται εφικτή η συνεργασία τμημάτων αυτών με στόχο την αποδοτική προσέγγιση λύσεων, σε ημιδομημένα προβλήματα. Με άλλα λόγια, τα χωρικά συστήματα λήψης απόφασης εμπεριέχουν και εργαλεία γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (*components / generators*), με στόχο την καλύτερη κατανόηση του περιβάλλοντος δραστηριοποίησης του προβλήματος. Άλλωστε, ένα GIS – based Spatial Decision Support System είναι και το αντικείμενο αυτής της μελέτης, επομένως τα λεχθέντα θα γίνουν κατανοητά στις επόμενες ενότητες – κεφάλαια.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3.3: Αρχιτεκτονική Χωρικών Συστημάτων

### Υποστήριξης Απόφασης

Όπως κάθε πληροφοριακό σύστημα, έτσι και τα χωρικά συστήματα υποστήριξης απόφασης χαρακτηρίζονται από μια συγκεκριμένη αρχιτεκτονική. Η δομή των χωρικών συστημάτων αποτελείται από:

- Ένα σύστημα διαχείριση βάσης δεδομένων (Database management)
- Ένα σύστημα διαχείρισης μοντέλων (Model Base Management)
- Ένα γραφικό περιβάλλον χρήστη (Dialog Generation and Management System)

Το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων περιλαμβάνει όλα εκείνα τα δεδομένα που απαιτούνται για τη λειτουργία και τη στήριξη της απόφασης. Αποτελείται από κυρίως σχεσιακές βάσεις χωρικών και μη χωρικών δεδομένων, καθώς και από χαρτογραφικά δεδομένα. Μέσω καταλλήλων διεπαφών, ο χρήστης είναι σε θέση να εισάγει, ή, διαγράψει δεδομένα, να προσθέσει μεταπληροφορία και να επικαιροποιήσει τα δεδομένα. Ο ορισμός, η κατασκευή και ο χειρισμός των δεδομένων υποστηρίζεται από διάφορα λογισμικά διαχείρισης βάσεων δεδομένων, όπως είναι η Access, η Oracle και η dBase.

Η απόφαση διαμορφώνεται μέσα σε ένα, ή, περισσότερα μοντέλα. Το μοντέλο ορίζει τον “εγκέφαλο” της όλης εφαρμογής, καθώς αξιοποιεί τα δεδομένα, για να παράσχει την βέλτιστη απόφαση. Τα μοντέλα είναι δυνατόν να είναι και μη μαθηματικά. Το είδος του μοντέλου που θα επιλεγεί για να υποστηριχθεί η απόφαση, συνήθως καθορίζεται από το είδος του προβλήματος που απαιτείται να μελετηθεί. Έτσι, για παράδειγμα για την μελέτη των πελατών ενός καταστήματος θα χρησιμοποιηθεί ένα οικονομικό μοντέλο, ενώ για τον εντοπισμό των καταλλήλων θέσεων για τη χωροθέτηση μιας δραστηριότητας υπεισέρχεται και η χωρική διάσταση, ενώ το μοντέλο μπορεί να είναι πιο μαθηματικοποιημένο. Στο σύστημα διαχείρισης των μοντέλων εμπεριέχονται είτε μια σειρά μοντέλων, ή, αλγοριθμικών μεθόδων, ή, εργαλείων μετατροπής χωρικών δεδομένων, καθώς και βάσεις γνώσεως (για χωρικά έμπειρα συστήματα).

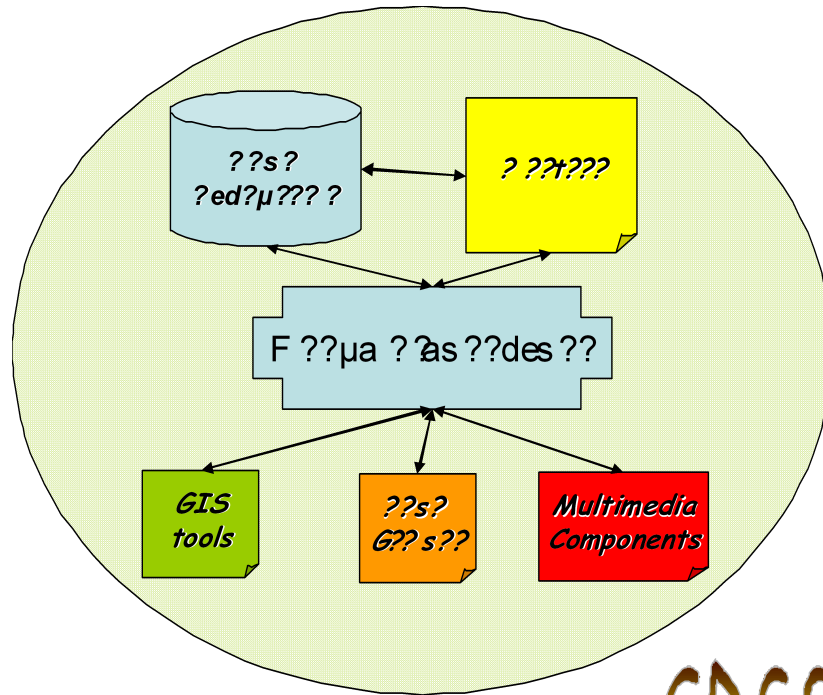
Η μεγάλη επιτυχία (όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται και σε μεγάλο μέρος της παγκόσμιας βιβλιογραφίας) κρύβεται πίσω από την ορθολογιστική και αποτελεσματική δόμηση του γραφικού περιβάλλοντος. Η λεπτομερής και εύληπτη διεπιφάνεια θέτει τις βάσεις για τη λήψη και την ορθή διαχείριση του συστήματος. Το γραφικό περιβάλλον διασύνδεσης θα πρέπει να υποστηρίζει δυνατότητες για :

- *Λήψη απόφασης*
- *Εισαγωγή και εξαγωγή πληροφορίας*
- *Καθολικής διαχείρισης του συστήματος*

Τα χωρικά συστήματα λήψης απόφασης είναι πιθανό να περιλαμβάνουν και άλλα βασικά εργαλεία στην δομή τους, όπως είναι:

- ***Εργαλεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS Components)***: στις περιπτώσεις, όπου κρίνεται αναγκαία η απεικόνιση και η ανάλυση χωρικών και περιγραφικών χαρακτηριστικών, εισάγονται χειριστήρια λογισμικού GIS (για παράδειγμα ArcGIS), όπου επιτρέπουν την αξιοποίηση των λειτουργικών εφαρμογών (functionality) των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών.
- ***Έμπειρα Συστήματα***: η συνεργασία με ένα έμπειρο σύστημα είναι δυνατόν να παράσχει την βάση γνώσης για το υπό εξέταση πρόβλημα, η οποία προέρχεται από ένα έμπειρο. Η υποστήριξη των εμπειρών συστημάτων θεωρείται ως σημαντική, καθώς αυξάνει την υπολογιστική ευφεία του συστήματος.
- ***Χρήση Πολυμέσων***: ειδικά στις περιπτώσεις, όπου η οπτικοποίηση του αποτελέσματος είναι καθοριστική για τους χρήστες, χρησιμοποιούνται εργαλεία πολυμέσων, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος.

Η αρχιτεκτονική ενός χωρικού συστήματος λήψης απόφασης συνοψίζεται στο επόμενο σχήμα (***Σχήμα 3.4***), ενώ στο ***παράρτημα 2***, αναφέρονται όλες οι γεννήτριες (generators), καθώς και τα εργαλεία ανάπτυξης χωρικών συστημάτων υποστήριξης απόφασης, όπως έχουν εντοπισθεί στη βιβλιογραφία.



SDSS

Σχήμα 3.4: Αρχιτεκτονική ενός Χωρικού Συστήματος Υποστήριξης Απόφασης

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3.4: ΑΝΑΣΚΟΤΗΣΗ ΠΕΔΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΜΟΝΤΙΚΩΝ S.D.S.S.**

Τα χωρικά σύστημα λήψης αποφάσεων δραστηριοποιούνται σε μια ευρεία κλίμακα εφαρμογών. Ορισμένοι τομείς εφαρμογής τους είναι:

- Τράπεζες και ασφαλιστικοί οργανισμοί
- Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης

- *Real Estate*
- *Υπηρεσίες προσδιορισμού θέσης*
- *Σχεδίαση και ανάλυση δικτύων*
- *Βελτιστοποίηση διοίκησης επιχειρήσεων*
- *Προγραμματισμός προμηθειών*
- *Συστήματα διοίκησης και ελέγχου (Στρατιωτικές εφαρμογές)*
- *Κυβερνητικές υπηρεσίες και υπουργεία*
- *Πολιτική προστασία*
- *Επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας (δίκτυα νερού, ηλεκτρικού, φυσικού αερίου, τηλεφώνου)*
- *Ανάλυση περιβαλλοντικού κινδύνου*
- *Διαχείριση δασών, υδροβιοτόπων, αγροτικών περιοχών*
- *Διαχείριση μεταλλείων, ορυχείων*
- *Κτηματολόγιο και χρήσεων γης*
- *Διαχείριση στόλου οχημάτων*
- *Ανάλυση κίνησης, δρομολογίων*

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι εφαρμογές χωρικών συστημάτων λήψεως αποφάσεων που απασχολούνται με περιβαλλοντικά θέματα και ανάμεσα τους και με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στο διαδίκτυο και στη διεθνή βιβλιογραφία παρουσιάζονται επιστημονικές εφαρμογές που χρησιμοποιούν τα SDSS σε θέματα που άπτονται περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος. Στις επόμενες παραγράφους αναφέρεται μόλις ένα μέρος απο τον μακρύ κατάλογο των εφαρμογών που είτε έχουν δομηθεί, ή, δομούνται για να στηρίξουν μια περιβαλλοντικής χροιάς απόφαση.

Μια ομάδα επιστημόνων από το πανεπιστήμιο της *Rioja (Ισπανία)* και του *Τεχνικού Επιμελητηρίου του Πόρτο (Πορτογαλία)* ανέπτυξαν ένα Χωρικό Σύστημα Λήψης Απόφασης που προσανατολίζεται στον προσδιορισμό των καταλληλότερων θέσεων για τη χωροθέτηση ενεργειακών εφαρμογών (*Spatial Decision Support System for Site Permitting of Distributed Generation Facilities*). Στο επιστημονικό σύγγραμμα αναφέρεται η δοκιμή της εφαρμογής για τη δραστηριότητα της χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου στην Ισπανία. Αναλυτικά, κάθε συγκεκριμένο είδος χρηστών (περιβαλλοντικές ομάδες, ομάδες υποψηφίων επιχειρηματιών στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κ.α.) επιλέγει μια σειρά από θεματικά επίπεδα (coverages) - κριτήρια που θεωρεί ως τα πιο σημαντικά. Για κάθε κριτήριο και για τα επιμέρους χαρακτηριστικά των κριτηρίων (attributes), ο χρήστης τοποθετεί ένα βάρος. Απο τις τιμές των βαρών παράγονται αντιπροσωπευτικοί χάρτες για κάθε ομάδα που δημιουργούνται απο τις τιμές ενός δείκτη

ανοχής (unique tolerance index). Κατόπιν, ακολουθεί μια ιεράρχηση των προτεινόμενων θέσεων, υπό το πρίσμα της κάθε ομάδας, για χωροθέτηση του αιολικού πάρκου και με τη δράση διαφορετικών ενεργειακών σεναρίων. Οι περιοχές χωροθέτησης, όπου εμφανίζουν τις υψηλότερες αντιθέσεις αποτελούν αντικείμενο διαπραγμάτευσης μεταξύ των ομάδων, οι οποίες επαναπροσδιορίζουν τα χαμηλότερα επίπεδα ανοχής τους. Η επιφάνεια διασύνδεσης με το χρήστη (interface) δομήθηκε στο περιβάλλον του Arc View 8.0..

Οι *Ana Simao και Paul Densham* ανέπτυξαν ένα δικτυακά στηριζόμενο σύστημα λήψης απόφασης που στοχεύει στο συνυπολογισμό της συμμετοχής του κοινού σε αναπτυξιακές στρατηγικές και πολιτικές στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (*Designing a web-based public participatory decision support system: the problem of wind farms location*). Το σύστημα αποτελείται από τέσσερα στρώματα. Αρχικά, ο χρήστης συμπληρώνει μια φόρμα με τα στοιχεία του και ενημερώνεται σχετικά με τη θεματολογία που αφορά τη χωροθέτηση των αιολικών πάρκων. Κατόπιν εισάγει βάρη σε μια σειρά από επιλεγμένα κριτήρια. Τα δεδομένα που αξιοποιούνται βρίσκονται σε κανονικοποιημένη δομή (raster datasets) και το αποτέλεσμα προκύπτει από τη συνάθροιση των τιμών των επιμέρους pixel (Πολυκριτηριακή ανάλυση / Multi – Criteria Evaluation). Στο τρίτο και τέταρτο μέρος λαμβάνει χώρα, η απεικόνιση του χάρτη που συνέθεσε ο χρήστης, καθώς και των χαρτών που δημιουργηθεί από άλλους χρήστες και ακολουθεί ο σχολιασμός επί των πορισμάτων. Η δόμηση του συστήματος βασίζεται στην τεχνολογία Internet (αρχιτεκτονική client – server / GeoTools).

Στα πλαίσια του προγράμματος Wind Energy in the Baltic Sea region / INTERREG III B, ο *Henning Sten Hansen* και η ομάδα του από το πανεπιστήμιο του Aalborg (Δανία) ανέπτυξαν ένα σύστημα λήψης απόφασης που βασίζεται στην πολυκριτηριακή ανάλυση (*GIS – based Multi-Criteria Analysis of Wind Farm Development*). Μια σειρά από θεματικά επίπεδα, που υπαγορεύει η νομοθεσία σχετικά με τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων, εισάγονται στο σύστημα (Arc View 9.0) και κανονικοποιούνται. Η ασαφοποίηση, όπως και ο καθορισμός βαρών ανά κριτήριο καθορίζονται από τον χρήστη. Οι τιμές των επιμέρους ψηφίδων αθροίζονται και ο παραγόμενος χάρτης απεικονίζει τις θέσεις, όπου η καταλληλότητα είναι υψηλή για τη χωροθέτηση αιολικού πάρκου.

Οι *Μακρόπουλος, Butler και Maskimovic* δόμησαν ένα χωρικό σύστημα λήψης απόφασης, του οποίου ο ρόλος σχετίζεται με τη διαχείριση των υδάτων σε αστικό περιβάλλον (*Spatial Decision Support System for Urban Water Management*). Μέσα από γραφικό διαδραστικό περιβάλλον, ο χρήστης επιλέγει θεματικά επίπεδα και τοποθετεί βάρη επί αυτών. Στο λογισμικό πρόγραμμα Matlab αναπτύσσεται το μοντέλο του χωρικού συστήματος, το οποίο διατελλεί λειτουργίες και μηχανισμούς ασαφούς λογικής.

Η διαχείριση των πυρηνικών αποβλήτων στη Μεγάλη Βρετανία απασχόλησε τους *Openshaw και Carver* (1989 και 1995). Μέσα σε ένα σύστημα λήψης απόφασης, μια ομάδα 10 διαφορετικών ληπτών αποφάσεων (decision – maker) καθόρισε τα βάρη σε 10 κριτήρια (με χρήση της πολυκριτηριακής τεχνικής / MCE) και προσδιόρισε τις καταλληλότερες θέσεις για την εναπόθεση πυρηνικών αποβλήτων (*Britain's Nuclear Waste: Safety and Sitting for Further Information on the Topic of Nuclear Waste in general*). Το θέμα δεν απασχολεί μόνο τη Μεγάλη Βρετανία, αλλά και άλλες χώρες στις οποίες δραστηριοποιούνται πυρηνικά εργοστάσια και βιομηχανίες που χρησιμοποιούν ραδιενεργά υλικά. Η εύρεση κατάλληλων θέσεων εναπόθεση αποτελεί αντικείμενο ενδεδειγμένης και προσεκτικής έρευνας, καθώς εμπίπτουν νομοθετικές κυρώσεις, περιβαλλοντικές απειλές και κοινωνικές έριδες (*φαινόμενα NIMBY*).

Η χαρτογράφηση και η παρακολούθηση της μεταβολής των δασών, ο υπολογισμός της βιομάζας και της παραγωγικότητας, η εκτίμηση της ποιότητας του τοπίου, ο χαρακτηρισμός της βιοποικιλότητας, ο σχεδιασμός προστασίας των υγρότοπων, η μοντελοποίηση και η αντιμετώπιση των δασικών πυρκαγιών, η οριοθέτηση προστατευόμενων περιοχών είναι ορισμένες από τις μελέτες που έχουν επιτελεστεί από τα εργαστήρια γεωματικής της Ινδίας. Για την περάτωση των εφαρμογών χρησιμοποιήθηκαν χωρικά συστήματα λήψης απόφασης που βασίζονται σε εφαρμογές και εργαλεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

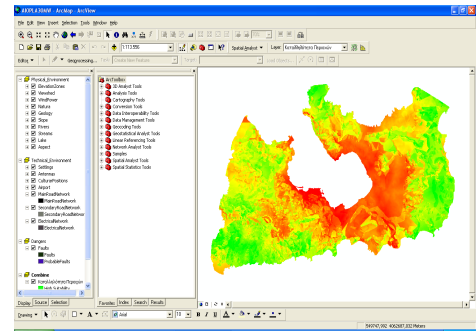
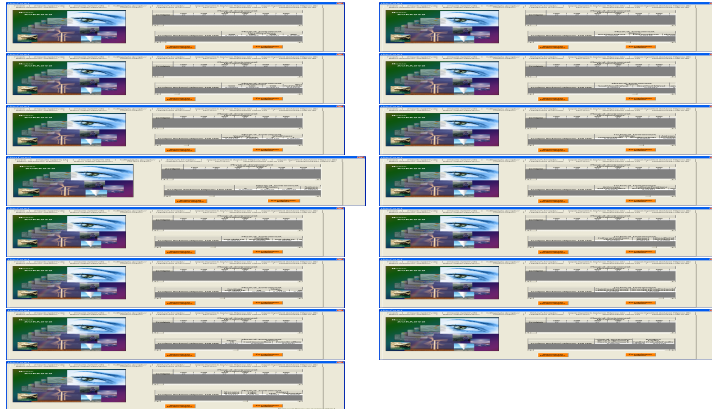
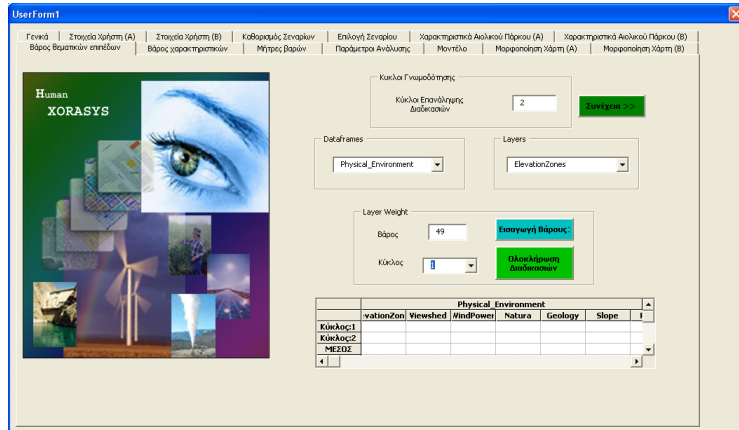
Η πρόβλεψη των σημείων όπου αναμένεται να ξεσπάσει μια δασική πυρκαγιά απασχόλησε τον *Antonio Blazevic* (Natural Resources Conservation Service) μέσα από τη χρήση του Model Builder σε περιβάλλον ArcGIS 9.1.. Τα τοπογραφικά, υδρολογικά δεδομένα, καθώς και τα στοιχεία βλάστησης, υψομέτρων και ιστορικού πυρκαγιών πλαισίωσαν το μοντέλο, όπου εξήγαγε τις θέσεις, όπου είναι πιθανό να εκδηλωθεί πυρκαγιά (*Using a spatial decision support system to locate firebreaks in San Diego County*).

Στο πρόγραμμα ANFAS (data fusion for Flood Analysis and decision Support), ερευνητικές ομάδες από την Κίνα και την Ευρωπαϊκή Ένωση δημιούργησαν ένα χωρικό σύστημα λήψης απόφασης το οποίο εξειδικεύεται στην εξομοίωση των πλημμυρικών απορροών σε ποταμούς. Σε αυτό το σύστημα, ο χρήστης εισάγει δεδομένα τοπογραφικού αναγλύφου και υδρολογικών παραμέτρων των ποταμών (shape files). Εν συνεχεία τα δεδομένα εισάγονται σε κατάλληλα υδρολογικά μοντέλα και τα εξαγόμενα τους οπτικοποιούνται προκειμένου να ενημερώσουν τους χρήστες σχετικά με πότε, που και πόσο θα ανεβούν τα ύδατα ενός ποταμού. Η διαχείριση των δεδομένων έλαβε χώρα στο ArcView 3.0..

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

4





## ΧΩΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>Ο</sup> :ΧΩΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ HUMAN XORASYS

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.1: ΣΤΟΧΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Έπειτα απο την ολοκλήρωση της εισαγωγικής αναφοράς στην τεχνολογία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ιδιαίτερα των αιολικών πάρκων, όπως επίσης και την αρίθμηση των περιβαλλοντικών μεταβλητών που θίγονται απο τη χωροθέτηση τους, έφτασε το σημείο της ανάλυσης των στόχων που τίθονται στα πλαίσια της υφισταμένης διπλωματικής εργασίας.

Ο κύριος στόχος είναι η ανάπτυξη ενός χωρικού συστήματος υποστήριξης απόφασης, που θα αξιοποιηθεί στη χωροθέτηση μιας αιολικής ενεργειακής δραστηριότητας, αλλά και θα είναι σε θέση να στηρίζει και να προετοιμάσει το έδαφος για την αξιολόγηση μιας σειράς ενεργειακών σεναρίων που τυχόν να απασχολούν τα μέλη ενός ερευνητικού, ή, τεχνικού φορέα, τα οποία θα πρέπει να επέμβουν στο χώρο, μέσω της χωροθέτησης μιας αιολικής εγκατάστασης.

Το πρόβλημα που ανάγει ως αναγκαιότητα το συγκεκριμένο σύστημα είναι η απόσταση μεταξύ της λήψης μιας απόφασης και του αποτελέσματος αυτής. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στη περιβαλλοντική διεύθυνση, αυτής της απόφασης. Πιο αναλυτικά, όταν ένας μηχανικός, ή, περιβαντολόγος, ή, υπάλληλος ενός δημόσιου, ή, ιδιωτικού φορέα καλείται να επιλέξει μεταξύ μιας πληθώρας υποψηφίων περιοχών, για να χωροθετηθεί ένα αιολικό πάρκο, πρέπει, μέσα σε ένα μικρό χρονικό ορίζοντα, να αποφανθεί και να γνωμοδοτήσει για το ποιές θέσεις πληρούν τα κριτήρια. Η πλήρωση συνδέεται άρρηκτα με τη διαφύλαξη και τη βιωσιμότητα του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Με άλλα λόγια, δεν καθίσταται λογική η θεμελίωση μιας δραστηριότητας, ή, ενός έργου, το οποίο σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε για τη προστασία του περιβάλλοντος, απο τη στιγμή που η χωροθέτηση του προκαλεί επώδυνες περιβαλλοντικές βλάβες.

Τα αιολικά πάρκα αξιοποιούν τη φυσική πνοή του ανέμου για να παρέχουν τη ζωογόνα ενέργεια που κινεί τα γρανάζια του σημερινού πολιτισμού. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται απο την καύση λιθανθράκων (όπως λιγνίτη) είναι μεν σταθερή, αλλά οι περιβαλλοντικές βλάβες απο τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου και απο την υποβάθμιση του τοπίου, λόγω των εκσκαφών είναι ανεπανόρθωτες. Ο άνεμος προβαίνει ως λύση, αλλά τελικά δεν αποτελεί, απο πλευράς περιβάλλοντος, πανάκεια. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, με έμφαση την ορνιθοπανίδα και το τοπίο, όταν δεν συμπλέουν με ένα άρτιο και επιμελημένο σχεδιασμό καταλήγουν σε αντίστροφα πορίσματα.

Οι κλιματικές διαφοροποιήσεις που απειλούν πλέον εμφανώς τον πλανήτη, έθεσαν τα πλαίσια νομοθετικής και κοινωνικής δράσης. Οι παγκόσμιες διαβουλεύσεις των επιστημόνων, σε συνεργασία με τα νομοθετικά και εκτελεστικά όργανα των ενώσεων, ή, μεμονωμένων χωρών όρισαν νέους νόμους και ενεργειακές προοπτικές – σεναρία, τα οποία πρέπει να υλοποιηθούν προκειμένου, ο πλανήτης να αποφύγει ένα πιθανό περιβαλλοντικό τέλμα.

Στην Ελλάδα και σε ακολουθία με τις αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, απελευθερώθηκε το καθεστώς στο χώρο της ενέργειας. Με τον όρο απελευθέρωση νοείται πρωτίστως το γεγονός ότι άνοιξε η επενδυτική οδός προς τους τομείς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα, το νέο νομοθετικό πλαίσιο σχετικά με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) έρχεται να περιορίσει τις παλαιότερες γραφειοκρατικές – χρονοβόρες διαδικασίες, που αφορούσαν την έκδοση άδειας παραγωγής, λειτουργίας και εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου και να ενθαρρύνει και να βοηθήσει τον επενδύτη. Αυτό το δεδομένο αποτέλεσε και το κίνητρο για την έναρξη επιχειρηματικών προοπτικών πάνω στις Α.Π.Ε.. Σε αυτό όμως το σημείο εμφανίζεται και το σημαντικότερο πρόβλημα.

Το Υπουργείο Ανάπτυξης και το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. έχουν κατακλυστεί από αιτήσεις υποψηφίων επενδυτών στις Α.Π.Ε.. Δυστυχώς, η χρηματική παράμετρος και η συνιστώσα του κέρδους από αυτή την ευνοϊκή εγχώρια ενεργειακή ατμόσφαιρα, προσπέρασαν τα πραγματικά οφέλη των Α.Π.Ε.. Όλοι ονειρεύονται το προκύπτον κέρδος από τις αιολικές εγκαταστάσεις και ξεχνούν πως και αυτές δεν αποτελούν πανάκεια και επιπρόσθετα δεν συνυπολογίζουν τους κατοίκους των υποψηφίων περιοχών χωροθέτησης. Αν όλα εξελιχθούν σε ένα μη ελεγχόμενο μοτίβο, είναι πολύ πιθανό, η Ελλάδα να εξελιχθεί σε ένα απέραντο αιολικό πάρκο, με ανεπανόρθωτες περιβαλλοντικές και οικονομικές βλάβες. Από την άλλη πλευρά, η έλλειψη πληροφόρησης του κοινού και συμμετοχικής δραστηριότητας – γνωμοδότησης στις σχεδιαστικές διεργασίες οδηγεί σε αντιδράσεις και σε προσφυγές στο Συμβούλιο της Επικρατείας, φράζοντας τις αναπτυξιακές προοπτικές.

Το χωρικό σύστημα υποστήριξης απόφασης έρχεται ως αρωγός στην εξάλειψη όλων των παραπάνω, παρελκόμενων από τη ενεργειακή πολιτική, προβλημάτων. Συγκεκριμένα, οι υποστόχοι του συστήματος είναι οι εξής:

- *Δυνατότητα καθορισμού εναλλακτικών σχεδιαστικών – ενεργειακών σεναρίων, σε διάφορα επίπεδα (πολιτικής, στρατηγικής, έργου, δραστηριότητας).*
- *Προσδιορισμός των καταλληλότερων περιοχών για χωροθέτηση μιας αιολικής δραστηριότητας, σύμφωνα με τα δεδομένα του κάθε σεναρίου.*
- *Δυνατότητα γνωμοδότησης – συμμετοχής του κοινού.*

Ο υπεύθυνος σχεδιαστής, χωροτάκτης, μηχανικός, περιβαντολόγος έχει στη διάθεση του ένα σύστημα, όπου μπορεί να καθορίσει μια σειρά σεναρίων για ένα γεωγραφικό παράθυρο μελέτης (που δύναται να ποικίλλει) και να έχει μια ακριβής εικόνα των περιοχών που εξάγονται ως κατάλληλες, τόσο περιβαλλοντικά, όσο και τεχνικά.

Επιπρόσθετα, ο σχεδιαστής αναγνωρίζει και ότι το έργο απευθύνεται στο κοινό, επομένως επισκέπτεται διάφορες κοινωνικές ομάδες και συλλόγους (των οποίων, η στάση και η ιδεολογία απέναντι σε αναπτυξιακές δραστηριότητες διαφοροποιείται) και επαναλαμβάνει τις διαδικασίες (τρέχει το σύστημα), προκειμένου να έχει επίγνωση των κατάλληλων περιοχών, όπως αυτές προκύπτουν από τη γνωμοδότηση της εκάστοτε κοινωνικής, ή, επαγγελματικής ομάδας. Με άλλα λόγια, επιτυγχάνει να γνωρίζει ποιες είναι οι κατάλληλες περιοχές σύμφωνα με το γνωστικό του επίπεδο, αλλά και ποιες είναι οι κατάλληλες περιοχές σύμφωνα με τις απόψεις, για παράδειγμα ενός τοπικού πολιτιστικού συλλόγου, μιας περιβαλλοντικής ομάδας (π.χ. Greenpeace), ή και του περιφερειακού τεχνικού επιμελητηρίου. Επομένως, είναι σε θέση από τη μια να αποφύγει μελλοντικές αντιδράσεις και από την άλλη να επιλέξει την περιβαλλοντικά, αλλά και οικονομικά συμφέρουσα λύση – σενάριο.

Το αναπτυσσόμενο χωρικό σύστημα υποστήριξης απόφασης θα χαρακτηρίζεται από τα εξής:

1. Θα ορίσει μια μεθοδολογία εξαγωγής καταλλήλων περιοχών για χωροθέτηση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων (στη δεδομένη περίπτωση αιολικών πάρκων).
2. Θα παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής της γνώμης του εκάστοτε χρήστη, μέσω της απόδοσης βάρους, ανά θεματική ενότητα.
3. Θα επιτρέπει τη δόμηση και την εξέταση διαφόρων σεναρίων και ενεργειακών εκδοχών.
4. Θα αποθηκεύει τα δεδομένα του κάθε κύκλου σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και επεξεργασία.
5. Θα ορίσει τη μεθοδολογία δημιουργίας μιας πληροφοριακής βάσης δεδομένων (για τη δόμηση και εφαρμογή ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών στον τομέα των Α.Π.Ε.) με αντικειμενικό στόχο τη μελλοντική επέκταση και επικαιροποίησή της, αλλά και τον ορισμό μιας προτυποποίησης συγκέντρωσης συναφών δεδομένων.
6. Θα αυτοματοποιήσει τις διαδικασίες εξαγωγής καταλλήλων περιοχών, προς χωροθέτηση δραστηριοτήτων.
7. Θα αποφορτίσει το σύνθετο και πολύπλοκο έργο ενός σχεδιαστή του χώρου, για τη εξαγωγή προπαρασκευαστικών συμπερασμάτων σε εργασίες χωροθέτησης.
8. Θα δύναται να εφαρμοστεί σε ένα ευρύ σύνολο εφαρμογών χωροθέτησης, με μικρές λειτουργικές διαφοροποιήσεις.
9. Θα εισέλθει ως μια πρωτόλεια μέθοδο εξέτασης των εναλλακτικών σεναρίων (Συνδυασμός Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Συστημάτων Λήψης Απόφασης και Μητρώων Διπλής Εισόδου) σε μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Στις ενότητες που έπονται θα επεξηγηθούν λεπτομερώς οι παραπάνω δυνατότητες του προγράμματος, όπως επίσης θα επιχειρηθεί και μια εφαρμογή του συστήματος στη γεωγραφική περιοχή της Μήλου, για την ανίχνευση κατάλληλων περιοχών προς χωροθέτηση αιολικών πάρκων και την απόσταξη πολύτιμων πορισμάτων και βελτιώσεων που δύναται να αναδείξουν την αναπτυσσόμενη εφαρμογή, σε μελλοντικές εκδόσεις. Όμως σε πρώτο στάδιο θα προηγηθεί μια συνοπτική αναφορά των υποψηφίων ομάδων ενδιαφέροντος (έμμεσοι χρήστες συστήματος / κοινό).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.2: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.2.1: Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ**

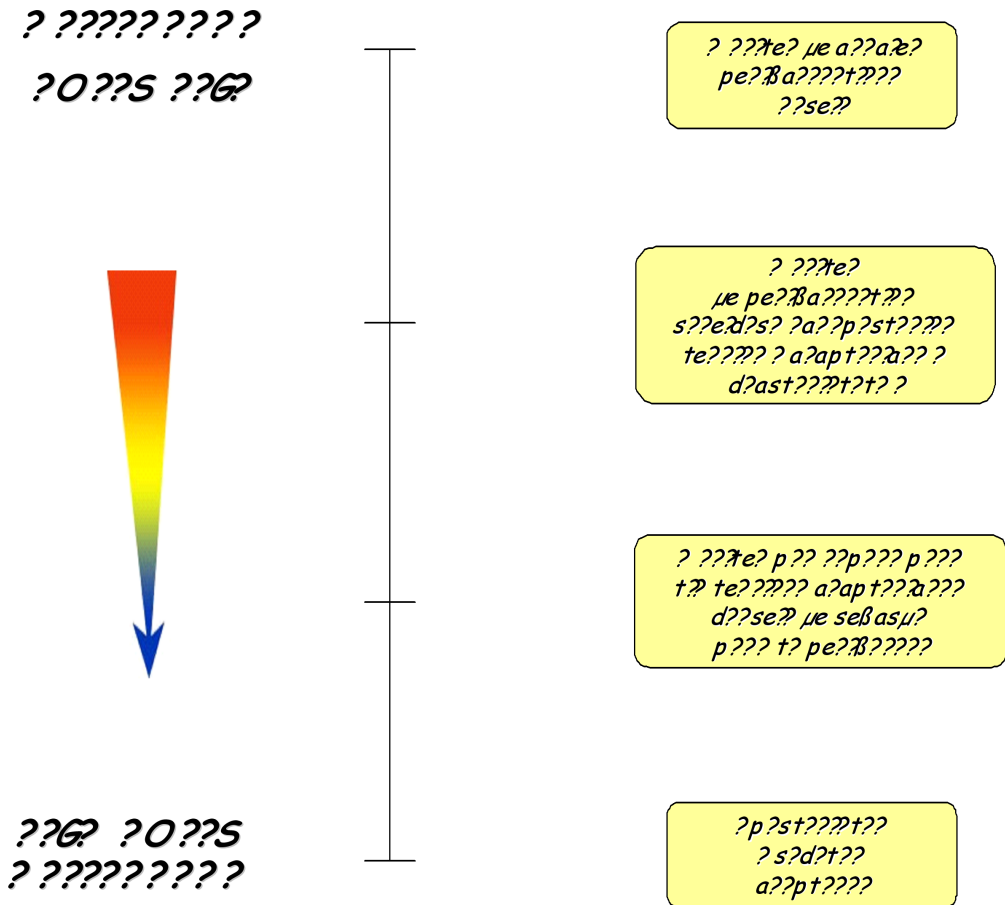
Οι ομάδες ενδιαφέροντος που θίγονται σε αυτή την ενότητα είναι συγγενικός όρος με την έννοια του ‘κοινού’ που αναφέρεται σε μεγάλο αριθμό νομικών πλαισίων. Ως ομάδα ενδιαφέροντος μπορεί να χαρακτηριστεί, οποιοδήποτε πρόσωπο που έχει είτε ενδιαφέρον, ή, οικονομικό μερίδιο απο μια δραστηριότητα. Μια σημαντική διαδικασία είναι ο προσδιορισμός του, ή, των τύπων των ομάδων ενδιαφέροντος και η συμμετοχή τους, στις διαδικασίες χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου.

Οι ομάδες, επ’ ουδενί, δεν αποτελούν ένα συγκροτημένο σώμα. Πάντοτε, διαχωρίζονται σε υποομάδες, οι οποίες υποστηρίζουν διαφορετικές ιδεολογικές προσεγγίσεις, αξίες, πεποιθήσεις και στόχους. Κάθε μέλος της κοινωνίας, τυπικά, ή, άτυπα τοποθετείται και ανήκει σε μια, ή, περισσότερες υποομάδες και συλλόγους. Οι ομάδες και οι σύλλογοι δύναται να είναι επαγγελματικοί, κοινωνικοί και πολιτικοί.

Τα μέλη μιας ομάδας μετέχουν στη χωροθέτηση μιας δραστηριότητας (και πρέπει να μετέχουν) είτε ως συμμετέχοντες (participants), ή, ως πρόσωπα δεχόμενων υπηρεσιών (client), ή, ως κριτής μιας αναπτυξιακής ενέργειας (Bishop, 1981). Η συμμετοχή πρέπει να είναι καθολική και να φιλοξενεί όλες τις πιθανές απόψεις και στάσεις (απο τις πιο ακραίες, ως τις πιο μετριασμένες). Σε περίπτωση, που κάποια μερίδα της ομάδας δεν εισακουστεί, τότε αυτό το αδικημένο τμήμα είναι πιθανό να προσφύγει στη δικαιοσύνη.

Στη διεθνή βιβλιογραφία, οι τύποι των ομάδων ποικίλλουν. Σε γενικές γραμμές, οι ομάδες απαρτίζονται από (Canter, 1996) (Σχήμα 4.1):

- Πολίτες που επηρεάζονται άμεσα από ένα έργο, ή, στρατηγική και ζουν σε γειτονία με αυτό (κοινή γνώμη) (ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α - Δ).
- Οικολόγοι, ή, μη κυβερνητικές περιβαλλοντικές οργανώσεις, στις οποίους εντάσσονται άτομα που υποστηρίζουν μια αναπτυξιακή προσπάθεια, με περιβαλλοντική χροιά και με προστασία των ειδών του οικοσυστήματος (ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β).
- Επιχειρηματίες και επενδυτές, οι οποίοι επωφελούνται των καρπών του έργου, ή, της στρατηγικής, αλλά και ενδιαφέρονται για την διατήρηση του περιβάλλοντος (ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Γ).
- Άτομα που θεωρούν πως η ευημερία συνάδει με την τεχνολογική πρόοδο και δεν ενδιαφέρονται για τη διατήρηση του οικοσυστήματος, της αισθητικής αξίας του τοπίου, ή, το να έχουν μια καθαρή ατμόσφαιρα (ακραίες τεχνοκρατικές θέσεις – pure development) (ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Δ).
- Πολίτες που σκέφτονται πως κάθε είδους αναπτυξιακή προσπάθεια στο περιβάλλον είναι αρνητική και το μόνο που μετράει είναι η διατήρηση του (ακραίες περιβαλλοντικές θέσεις – pure environmentalism) (ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α)



**Σχήμα 4.1:** Κατηγορίες πολιτών. Τα χρώματα στα βέλη σταθμίζουν τη βαρύτητα του περιβάλλοντος έναντι της αμιγούς τεχνικής και οικονομικής ανάπτυξης. Τα θερμά χρώματα αντιστοιχούν σε περιπτώσεις έντονης περιβαλλοντικής συνείδησης, ενώ τα ψυχρά σε απουσία αυτής

Οι κατηγορίες που εμφανίζονται σε παρενθέσεις, αποτελεί μια άτυπη κατηγοριοποίηση που στοχεύει στην ομαδοποίηση του κάθε είδους κοινωνικού και επαγγελματικού συλλόγου, σε ομάδες που εμφανίζουν όμοια, ή, παρεμφερή περιβαλλοντική συμπεριφορά και ενημέρωση, απέναντι σε δραστηριότητες, έργα, πολιτικές και στρατηγικές που λαμβάνουν χώρα και επηρεάζουν το περιβάλλον.

Ένα ακόμα σημαντικό ζήτημα είναι αυτό της περιβαλλοντικής ενημέρωσης. Οι διάφορες ομάδες δεν παρουσιάζουν το ίδιο επίπεδο, αλλά και τις ίδιες πηγές ενημέρωσης σχετικά με τους τομείς του

περιβάλλοντος που επηρεάζονται απο μια δραστηριότητα. Ιδιαίτερα το θέμα των πηγών πληροφόρησης μπορεί να αποκτήσει ιδιαίτερη βαρύτητα, καθώς καθορίζει και συνήθως διαμορφώνει και την κοινή γνώμη, η οποία είναι αυτή που επισύρει είτε διαμαρτυρίες, ή, αποδοχή επι μιας δραστηριότητας, ή, πολιτικής.

Κάθε δραστηριότητα, έργο, πολιτική, ή, στρατηγική εμπεριέχει θετικές και σκοτεινές πλευρές. Ο τρόπος ενημέρωσης και πληροφόρησης των ομάδων θα κρίνει και το είδος της συμπεριφοράς απέναντι του, όπου μπορεί να είναι είτε αποδοχή, ή, αποστροφή. Εκτός απο τον απλό πολίτη, υπάρχουν και άλλα επίπεδα ενημέρωσης που καθορίζονται είτε μέσα απο την παιδεία και την μόρφωση του ατόμου, ή, ρυθμίζεται από τα συμφέροντα που επιδιώκονται. Τα πιο δημοφιλή μέσα ενημέρωσης που αξιοποιούνται είναι :

- *Δημόσιες διαλέξεις και σεμινάρια (Workshops)*
- *Τυπωμένοι κατάλογοι*
- *Ραδιοφωνικές, ή, τηλεοπτικές εκπομπές*
- *Άρθρα σε εφημερίδες, τοπικής, ή, εθνικής εμβέλειας*
- *Επιστημονικά περιοδικά*
- *Δικτυακές σελίδες και ηλεκτρονικό ταχυδρομείο*

Τα επίπεδα περιβαλλοντικής ενημέρωσης και αφύπνισης διαφοροποιούνται και κυμαίνονται απο το επίπεδο της άγνοιας έως την πλήρη ενημέρωση. Οι απλοί πολίτες συνήθως έχουν ελαφρά, ως μέτρια, ανεπτυγμένη την περιβαλλοντική τους συνείδηση, σε αντίθεση με τα μέλη των περιβαλλοντικών οργανώσεων (όπως για παράδειγμα, η Greenpeace, η WWF και άλλες). Τα μέλη των περιβαλλοντικών οργανώσεων μπορούν με εκστρατείες επικοινωνίας, να ενημερώσουν και να ευαισθητοποιήσουν την κοινή γνώμη. Το ίδιο ισχύει και για τους επενδυτές, οι οποίοι κυρίως, με τη χρήση των πολιτικών μέσων δύναται να επηρεάσουν την κοινή γνώμη, για τη σπουδαιότητα του έργου. Στη μέση όλων βρίσκεται ο τύπος και τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Ο ρόλος του (όταν δεν επεμβαίνει άμεσα κάποιος κομματικός δάκτυλος) είναι να ενημερώνει το κοινό σχετικά με τα οφέλη, τη χρησιμότητα, αλλά και τις αρνητικές πινελιές μιας πολιτικής, ενός έργου, ή, μιας αντίδρασης περιβαλλοντικά ενδιαφερομένων ατόμων.

Οι περιβαλλοντικές μελέτες υποδεικνύουν τη σωστή κατεύθυνση σε μια αναπτυξιακή πολιτική, ή, μέτρο στρατηγικής, αλλά αυτό που είθισται να κινεί τα νήματα των διαδικασιών είναι η αντίδραση των εκάστοτε ομάδων. Η εκάστοτε κυβέρνηση συνήθως δεν τολμά να προχωρήσει σε μια ενέργεια, απο τη στιγμή που ενορχηστρώνεται με διαδηλώσεις, διαμαρτυρίες και αντιδράσεις. Ο ρόλος των ομάδων προσομοιώνεται με αυτόν ενός βαρομέτρου. Οι τάσεις ορίζουν τις δράσεις. Επομένως, η πληροφόρηση και η συμμετοχή των



ομάδων (σε όλες του, τις εκφάνσεις) είναι το ίαμα απέναντι στην ημιμάθεια και τις ύπουλες – “δήθεν” αναπτυξιακές προσπάθειες και συμφέροντα.

Πρόκριμα στη διαδικασία συμμετοχής των ομάδων ενδιαφέροντος είναι ο προσδιορισμός του κοινού που θα αισθανθεί, θετικά – αρνητικά θιγόμενο από μια αναπτυξιακή προσπάθεια, όπως εδώ είναι η χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου. Τα κριτήρια οριοθέτησης των θιγομένων ομάδων είναι:

- *Γειτνίαση*: οι πολίτες που διαμένουν σε μια μικρή απόσταση από ένα σχεδιαζόμενο αιολικό πάρκο, θα θιγούν, ίσως στο μέγιστο βαθμό από τη προγραμματισμένη δραστηριότητα (είτε λόγω των θορύβων που θα προκληθούν, ή, της υποβάθμισης του τοπίου)
- *Οικονομικά*: η οικονομική ανάπτυξη και η άμβλυνση της ανεργίας αποτελούν τους κύριους παράγοντες για μια μερίδα του κοινού.
- *Κοινωνικά*: ομάδες που προσβλέπουν σε θετικές και αρνητικές κοινωνικές συνέπειες. Για παράδειγμα, η προσέλκυση και η απασχόληση εργατικού δυναμικού στους κόλπους ενός αιολικού πάρκου, είναι ένα κοινωνικό φαινόμενο που επιφέρει πληθυσμιακή αύξηση, αλλά και φαινόμενα κοινωνικής παθογένειας.
- *Χρήσεις γης*: οι κάτοχοι εκτάσεων στις υποψήφιες περιοχές χωροθέτησης του αιολικού πάρκου ενδιαφέρονται για μια πιθανή συμμετοχή στη χωροθέτηση του (από πεζοπόρους έως κατόχους εκτάσεων, όπου φιλοξενούνται δραστηριότητες αναψυχής).
- *Αξίες*: πέραν των κοινωνικο – οικονομικών παραγόντων, υπάρχουν οι ομάδες που θεωρούν πως οι αξίες του περιβάλλοντος θα διαταραχθούν (αυτό εκφράζεται με τη φράση του λαού “Τα πράγματα δεν είναι, όπως τα συνηθίσαμε”).

Σαφώς, η διαδικασία ορισμού των εμπλεκόμενων – θιγομένων σε μια δραστηριότητα, ή, στρατηγική δεν ολοκληρώνεται σε ένα στάδιο. Είναι πιθανό ορισμένες ομάδες που εν αρχή εθεωρείτο ως μη θιγόμενες, στην πορεία να αποδειχθούν ως ενδιαφερόμενες και να συμμετάσχουν στις διαδικασίες αξιολόγησης των θέσεων εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου. Υπαρκτή είναι και η περίπτωση, οι ομάδες που θεωρήθηκαν ως θιγόμενες, να αποσύρουν το ενδιαφέρον τους από τις ενέργειες συμμετοχής.

Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να ορίζονται κάποιες αντιπροσωπευτικές ομάδες αξιόπιστων και ενημερωμένων ατόμων, οι οποίες θα φροντίζουν, μέσω της οργάνωσης σεμιναρίων και άλλων μεθόδων δημοσιοποίησης, να οριοθετούν τις κατηγορίες των ομάδων, με όσο το δυνατό μεγαλύτερη ακρίβεια και συνέπεια.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.2.2: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΜΑΔΩΝ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ**

Οι ομάδες που θα συμμετάσχουν στην εφαρμογή του προγράμματος (υποψήφιοι χρήστες), εντάσσονται σε ορισμένες επαγγελματικές, ή, κοινωνικές κατηγορίες. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι η γραφική επιφάνεια αλληλεπίδρασης χρήστη και συστήματος δεν είναι σε θέση να υποστηρίξει την εφαρμογή του συστήματος χωρίς υποβοήθηση. Επομένως, ο ουσιαστικός χρήστης της εφαρμογής είναι ο διαχειριστής του συστήματος. Όμως, δύναται να εφαρμοστεί το σύστημα απο τον οποιονδήποτε με την υποστήριξη του συντάκτη του προγράμματος.

Οι επαγγελματικές – κοινωνικές ομάδες είναι οι εξής:

- *Μη κυβερνητικές περιβαλλοντικές οργανώσεις*
- *Επιχειρηματίες, έμποροι, μέλη βιομηχανικών ομάδων και στελέχη επιχειρήσεων*
- *Μηχανικοί, μέλη τεχνικών επαγγελματικών συλλόγων, περιβαντολόγοι*
- *Ακαδημαϊκά ιδρύματα, φοιτητές (φοιτητικοί σύλλογοι), εκπαιδευτικά ιδρύματα και σύλλογοι πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης*
- *Κοινοβουλευτικά και πολιτικά στελέχη, εκλεγμένα μέλη περιφερειακών, νομαρχιακών, δημοτικών συμβουλίων*
- *Τοπικοί επαγγελματικοί σύλλογοι (για παράδειγμα αγροτικοί συνεταιρισμοί, ενώσεις ιχθυοκαλλιεργητών και πολλές άλλες)*
- *Μέλη τοπικών συλλόγων κοινωνικού, πολιτικού, θρησκευτικού, πολιτιστικού, αθλητικού, οικονομικού χαρακτήρα και πιθανοί σύλλογοι μειονοτήτων*
- *Απλοί πολίτες, με διάφορες (πλην των προαναφερθέντων) επαγγελματικές ιδιότητες και οι οποίοι δεν εντάσσονται σε κάποια απο τις παραπάνω ομάδες.*

Ως μη κυβερνητικές περιβαλλοντικές οργανώσεις (περιβαλλοντικές Μ.Κ.Ο.), νοούνται οι μη κερδοσκοπικοί σύλλογοι και οργανώσεις με διεθνή συνήθως παρουσία, οι οποίοι είναι ανεξάρτητοι απο το κράτος και βασίζεται πάνω σε ιδιωτικές πρωτοβουλίες, με κίνητρο τη διατήρηση και την προστασία του

περιβάλλοντος (άρθρο 71, καταστατικού χάρτη Ο.Η.Ε.). Γενικά, οι μη κυβερνητικές οργανώσεις δραστηριοποιούνται σε θέματα περιβάλλοντος, πολιτισμού και σε κοινωνικά ζητήματα, όπως είναι ο ρατσισμός, η βία, η ανεργία και πολλές άλλες.

Οι περιβαλλοντικές μη κυβερνητικές οργανώσεις εμφανίζουν αυτονομία δράσεων και ενεργειών. Στηρίζονται οικονομικά, τόσο από τις εισφορές των μελών τους (όπου απαρτίζεται συνήθως από νεαρές ηλικιακές κατηγορίες), από χορηγίες, όσο και από κρατικές και Ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες, όπως είναι για παράδειγμα το πρόγραμμα LIFE (*Βικιπαίδεια, 2006*).

Ο κατάλογος των μη κυβερνητικών περιβαλλοντικών οργανώσεων είναι μακρύς. Στην ιστοσελίδα του Υπουργείου ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. συγκεντρώνονται ανά περιφέρεια και καποδιστριακό δήμο, όλες οι Μ.Κ.Ο.. Ορισμένα παραδείγματα αυτών είναι:

- *Greenpeace*
- *WWF*
- *Διεθνής Οργάνωση Βιοπολιτικής*
- *Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία*
- *Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης*
- *Εταιρεία Προστασίας της Φύσης και Οικοανάπτυξης*
- *Ελληνικό Κέντρο Περιθαλψής Άγριων Ζώων και Πτηνών*
- *Αλκυώνη*
- *Οικολογική Κίνηση*
- *Αρκτούρος*
- *Μεσόγειος S.O.S*
- *Mom*
- *Μεσογειακός σύνδεσμος για τη σωτηρία των θαλάσσιων χελωνών*

Οι περιβαλλοντικές μη κυβερνητικές οργανώσεις κατατάσσονται στην *κατηγορία Β*. Τα μέλη τους ενημερώνονται συχνά για περιβαλλοντικά – κλιματικά θέματα που αφορούν, όχι μόνο την Ελλάδα, αλλά και τη διεθνή σκηνή. Η στάση τους απέναντι σε αναπτυξιακές δράσεις δεν είναι αρνητική, αλλά είναι κριτική. Εξετάζουν το κατά πόσο μια δράση θα επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και σε περίπτωση επιδράσεων αντιπροτείνουν λύσεις και γενικά ακολουθούν μια διαλεκτική, αλλά και

συμβουλευτική γραμμή που βασίζεται στην πολύχρονη εμπειρία. Είναι πιθανόν, όμως, να περιλαμβάνονται και σκληροπυρηνικά μέλη που αντιδρούν σε κάθε αναπτυξιακή δραστηριότητα (*Κατηγορία Α*).

Οι βιομηχανικές ομάδες απαρτίζονται από επιχειρηματίες, βιομηχάνους, εμπόρους και εργαζόμενους σε πόστα διοίκησης επιχειρήσεων, οι οποίοι διαθέτουν και διαχειρίζονται το κεφάλαιο και συνήθως ενδιαφέρονται επιχειρηματικά για μια δραστηριότητα που συνδέεται με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι βιομηχανικοί, επιχειρηματικοί, ή, εμπορικοί σύλλογοι είναι συνήθως μη κερδοσκοπικοί. Παραδείγματα τέτοιων συλλόγων είναι ο Σύλλογος Ελληνικών Βιομηχανιών, η Ελληνική Ένωση Τραπεζών, Γενική Συνομοσπονδία Επαγγελματιών Βιοτεχνών Εμπόρων Ελλάδος, Ένωση Εμπορικών Συλλόγων Ελλάδος, Ελληνική Εταιρεία Διοικήσεως Επιχειρήσεων, Ένωση Εταιρειών Εισηγμένων στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών και πολλοί άλλοι.

Οι κατηγορία περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης ενός επιχειρηματία που ενδιαφέρεται για το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αποτελεσματική λειτουργία ενός αιολικού πάρκου ποικίλει και κυμαίνεται από την *κατηγορία Γ* έως την *κατηγορία Δ*. Το που εντάσσεται, ο επιχειρηματίας θα το κρίνει μια σειρά άλλων ερωτήσεων πλην της συμπλήρωσης της επαγγελματικής ομάδας που ανήκει.

Το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος αποτελεί τον κυριότερο *σύλλογο των μηχανικών και των μετεχόντων στο σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία των αιολικών πάρκων*. Ο μηχανικός διδάσκεται και αποκτά περιβαλλοντική παιδεία, μέσα από τα προπτυχιακά και μεταπτυχιακά μαθήματα του οδηγού σπουδών του ανώτατου εκπαιδευτικού ιδρύματος, από το οποίο αποφοίτησε. Αναγνωρίζει πως το έργο τοποθετείται και αλληλεπιδρά με το περιβάλλον εγκατάστασης και καθίσταται αναγκαίος, ο περιβαλλοντικά προσανατολισμένος σχεδιασμός.

Στο σχεδιασμό και τη κατασκευή ενός αιολικού πάρκου μετέχουν μηχανικοί, ή, άλλες επαγγελματικές ιδιότητες που έχουν εξειδικευτεί ακριβώς σε αυτό το γνωστικό επίπεδο. Οι μηχανικοί συνήθως σχεδιάζουν και υλοποιούν επί επιλεγμένων θέσεων, χωρίς να αποκλείεται η συμμετοχή τους, στη διαδικασία γνωμοδότησης (με βαρύνουσα θέση) για τις πιθανές θέσεις εγκατάστασης. Η περιβαλλοντική τριβή που αποκτούν μέσα από τις ακαδημαϊκές αίθουσες τους εντάσσει στην *κατηγορία Β* και *Γ* (χωρίς όμως να αποκλείεται και η *κατηγορία Δ*).

Μια άλλη, με ιδιαίτερη βαρύτητα, κατηγορία είναι των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και συλλόγων. Η σημαντικότητα αυτής της ομάδος έγκειται στη “φρεσκάδα” της γνώμης των μετεχόντων (καθώς, με εξαίρεση το διδακτικό και ερευνητικό προσωπικό, οι ηλικίες δεν υπερβαίνουν τα 25 χρόνια), αλλά και στο γεγονός, ότι συνήθως τέτοιου είδους γνωμοδοτήσεις και συμμετοχές είναι αμόλυντες από επιχειρηματικές

και κερδοσκοπικές επιρροές. Η γνώμη των ερευνητών, των φοιτητών, του μαθητικού κοινού, των καθηγητών και των δασκάλων υφαίνει τα ιμάτια των περιβαλλοντικών τάσεων και γνωμοδοτήσεων σχετικά με την κατηγορία των αιολικών πάρκων. Η περιβαλλοντική κατηγορία στην οποία συνήθως εντάσσονται είναι η Β (χωρίς να αποκλείονται και άλλες κατηγορίες).

Στην επόμενη ομάδα εντάσσονται τα μέλη που εκφράζουν ενεργά τις πολιτικές του θέσεις και μετέχουν σε συλλογικές πολιτικές συνεδρίες. Περιλαμβάνονται εκλεγμένα κοινοβουλευτικά μέλη, περιφερειάρχες, νομάρχες, δήμαρχοι και μέλη των προηγούμενων αντίστοιχων συμβουλίων.. Η κατάθεση γνώμης ποικίλλει, σε ότι αφορά την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Σε αυτήν την κατηγορία μπορούν να παρατηρηθούν από άκρα περιβαλλοντικές απόψεις (*Κατηγορία Α*) έως άκρα τεχνοκρατικές (*Κατηγορία Δ*). Όμως η άποψη, κυρίως των εκλεγμένων μελών, αντικατοπτρίζει και τις μελλοντικές τάσεις και κατά πάσα πιθανότητα την εξέλιξη και την τελική επιλογή των θέσεων εγκατάστασης των αιολικών πάρκων.

Οι τοπικοί επαγγελματικοί σύλλογοι αποτελούν ενώσεις εργατικού δυναμικού με όμοιους επαγγελματικούς προσανατολισμούς και ενασχολήσεις, οι οποίοι ως στόχο έχουν την προώθηση και την επίτευξη έρευνας και συζήτησης θεμάτων που αφορούν και επωφελούν τον κλάδο τους, με χαρακτήρα κυρίως τοπικό. Με άλλα λόγια, συστατικά των τοπικών επαγγελματικών συλλόγων είναι άθροιση επαγγελματιών, των οποίων η εργασία στηρίζει την τοπική οικονομία, ενώ το σύνολο τους εκφράζει ένα μεγάλο μέρος του τοπικού εργατικού δυναμικού. Οι συγκεκριμένοι κλάδοι αξιολογούν τις αναπτυξιακές πολιτικές και τα μέτρα αυτών και τα μέλη τους συσπειρώνονται προκειμένου να τις αξιολογήσουν και να οργανώσουν την στάση απέναντι τους. Ενδιαφέρονται για την πρόοδο του επαγγελματικού τους κλάδου σε συνδυασμό με τη βιωσιμότητα του τόπου διαμονής τους.

Τέτοιοι σύλλογοι μπορεί να είναι:

- *Αγροτικοί συνεταιρισμοί*
- *Σύλλογοι ψαράδων – ιχθυοκαλλιεργητών*
- *Σύλλογοι τουριστικών επιχειρήσεων*

Η περιβαλλοντική τους κατάταξη κυμαίνεται από *κατηγορία Α έως και κατηγορία Γ*. Η κατηγορία Δ είναι σπάνια καθώς μεσολαβεί και το τοπικό στοιχείο, οπότε ανεξάρτητα από το όφελος του επαγγελματικού συλλόγου δεν επιθυμεί σχεδόν κανένας την υποβάθμιση του τόπου διαμονής του.

Σε ακολουθία με τους τοπικούς επαγγελματικούς συλλόγους, εμφανίζονται και οι λοιποί τοπικοί σύλλογοι. Σχεδόν όλοι οι πολίτες μετέχουν σε κάποια κατηγορία συλλόγου (μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα). Τα ενδιαφέροντα των τοπικών συλλόγων ποικίλουν από την ενασχόληση με πολιτιστικές και

καλλιτεχνικές δραστηριότητες έως ερασιτεχνικούς αθλητικούς συλλόγους. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται και οι ομάδες των μειονοτήτων, όπως για παράδειγμα δύναται να είναι οι μουσουλμάνοι σε κάποια κοινότητα της Θράκης. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτών των συλλόγων είναι ότι αντιπροσωπεύονται από ένα εκλεγμένο συμβούλιο και συνεδριάζουν για τοπικά θέματα, είτε του ενδιαφέροντος του συλλόγου, ή, για άλλα ζητήματα που αφορούν συνήθως το γειτνιάζοντα χώρο με το δήμο, ή, την κοινότητα. Σε κρίσιμες καταστάσεις συσπειρώνονται και καταφεύγουν σε μαζικές διαμαρτυρίες και αντιδράσεις.

Στις προηγούμενες κατηγορίες, η περιβαλλοντική κατηγοριοποίηση κυμαίνεται από τις κατηγορίες Α έως Δ. Να αναφερθεί πως σε αυτόν τον τύπο κοινού εάν δεν αναπτυχθεί ένα άρτιο μέτωπο ενημέρωσης, οι συγκεκριμένοι πολίτες πλέουν σε πελάγη ημιμάθειας και ελλιπούς ενημέρωσης, με αποτέλεσμα τη δημιουργία αντιδραστικού κλίματος και κοινωνικής αναταραχής.

Στην τελευταία κατηγορία βρίσκεται ο απλός πολίτης. Η μη συμμετοχή του σε κάποια ομάδα, ή, σύλλογο, τον αποτρέπει συνήθως να εκφράσει και να εισακουστεί η γνώμη του. Αυτός άλλωστε είναι και ο ρόλος των δημοσκοπήσεων, οι οποίες προσανατολίζονται στην επιλογή ενός δείγματος, από την οποία μέσω δεικτών, θα σκιαγραφήσουν την λεγόμενη “κοινή γνώμη”. Η περιβαλλοντική κατηγορία καθορίζεται ανάλογα με τις ενασχολήσεις, τα ενδιαφέροντα και τα συμφέροντα του πολίτη. Για παράδειγμα, μια πιθανή του ανησυχία για τις κλιματικές αλλαγές, να τον κάνει να βλέπει θετικά τη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου, ενώ σε έναν άλλο, ένας πιθανός στόχος για αγορά ενός ακινήτου, σε μια περιοχή όπου θα χωροθετηθεί ένα αιολικό πάρκο, να τον μετατρέψει σε ενάντιο παράγοντα της προσπάθειας. Επομένως αυτή η κατηγορία διέπεται από μια χαοτική συμπεριφορά (*Κατηγορία Α – Δ*) απέναντι στις εναλλακτικές μορφές ενέργειας και τα αιολικά πάρκα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Μετά από τον ορισμό του κοινού, αλλά και των χρηστών του συστήματος ακολουθεί η περιγραφή των χαρακτηριστικών του. Το σύστημα που αναπτύσσεται είναι ένα *Χωρικό Σύστημα Λήψης Απόφασης Ανίχνευσης Καταλλήλων Περιοχών για Χωροθέτηση Δραστηριοτήτων* με ειδίκευση στα πλαίσια της παρούσης διπλωματικής, στην τεχνολογία των αιολικών πάρκων, με χρήση των γεωγραφικών συστημάτων

πληροφοριών (GIS – based Spatial Decision Support System). Το κωδικό όνομα που επιλέχθηκε για τη συντόμευση του πλήρους ονόματος της εφαρμογής είναι *HUMAN XORASYS* (ή *HXORASYS*).

Ο βασικός άξονας του HXORASYS είναι η δυνατότητα εξέτασης εναλλακτικών σεναρίων και την αναγνώριση βέλτιστων περιοχών προς χωροθέτηση διαφόρων δραστηριοτήτων, με στήριξη και εισαγωγή της ανθρώπινης γνώμης. Τρεις είναι οι κύριες συνισταμένες που θα πρέπει να τονιστούν:

1. *Η έννοια των εναλλακτικών σεναρίων*
2. *Η εξαγωγή των καταλλήλων περιοχών*
3. *Η εισαγωγή της ανθρώπινης γνώμης*

Ένα πρόβλημα (κυρίως ατελώς δομημένο) που πρέπει να επιλύσουν συχνά και σε μικρό χρονικό ορίζοντα οι αναλυτές του χώρου, οι μηχανικοί, αλλά και οι ιστάμενοι σε υψηλότερα διοικητικά κλιμάκια είναι η εφικτότητα ενός ή, περισσότερων σχεδιαστικών σεναρίων. Ο σχεδιασμός και η πρόταση ενός σεναρίου επηρεάζει και επεμβαίνει ποικιλοτρόπως στο χώρο, άλλοτε με θετική και άλλοτε με αρνητική χροιά. Κάθε σενάριο διαφοροποιείται τόσο ως προς τους στόχους που θέτει, όσο και από το άτομο το οποίο θέτει το σενάριο. Κάθε μέλος μιας επαγγελματικής, ή, κοινωνικής ομάδας, ο απλός πολίτης έχει διαφορετικό πολιτιστικό, επαγγελματικό, εκπαιδευτικό και κοινωνικό επίπεδο. Κατά συνέπεια ενυπάρχουν και διαφοροποιήσεις ως προς τα σενάρια και τους στόχους που θέτει. Ας μελετήσουμε όμως τις παραπάνω, σχεδόν αυτονόητες διαπιστώσεις μέσα από μερικές περιπτώσεις σεναρίων που αφορούν τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων.

- ⇒ *Σενάριο: Υποστήριξη ηλεκτρικής ισχύος κατά 20% από την αιολική ενέργεια (Υποστόχος εθνικού – περιφερειακού χωροταξικού σχεδιασμού / ανώτερα διοικητικά κλιμάκια)*
- ⇒ *Σενάριο: Υποστήριξη ηλεκτρικής ισχύος κατά 12% από την αιολική ενέργεια, για την περιφέρεια Πελοποννήσου (Υποστόχος περιφερειακού χωροταξικού σχεδιασμού / ανώτερα διοικητικά κλιμάκια)*
- ⇒ *Σενάριο: Εύρεση καταλλήλων περιοχών για χωροθέτηση αιολικού πάρκου στη Μήλο, με άξονα τις μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Μέτρο πολιτικής / συμμετοχή προσωπικού με την απαιτούμενη τεχνογνωσία)*
- ⇒ *Σενάριο: Οριοθέτηση περιοχών που δύναται να υποδεχθούν αιολική εγκατάσταση, σε περίπτωση κλιματικής αλλαγής (Μέτρο πολιτικής / συμμετοχή προσωπικού με την απαιτούμενη τεχνογνωσία)*

Ο αριθμός των σεναρίων είναι υπερμεγέθης και ρυθμίζεται σύμφωνα με τις τρέχουσες ανάγκες της κάθε εφαρμογής. Στο στάδιο εξέτασης του κάθε σεναρίου πρέπει να εισάγεται η γνώμη του μελετητή, ή, εναλλακτικά του χρήστη και να εξάγονται οι περιοχές που πληρούν τις προϋποθέσεις του σεναρίου. Η έννοια της γνώμης – άποψης του χρήστη ενσαρκώνεται με την αξιοποίηση σχετικών βαρών. Τα σχετικά βάρη εκφράζουν την γνώμη ενός χρήστη σχετικά με το υπό εξέταση σενάριο. Παράλληλα αναλυτικά εργαλεία γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών επεξεργάζονται τα δεδομένα και τα βάρη και εξάγουν τις κατάλληλες περιοχές ανά σενάριο.

Αυτό σε γενικές γραμμές είναι και το πλάνο λειτουργίας του συστήματος HXORASYS. Το σύστημα, όπως αναφέρθηκε, αποτελεί ένα GIS – Based Spatial Decision Support System που χρησιμοποιεί και στοιχεία μεθόδων εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Πιο αναλυτικά το HXORASYS υποστηρίζει και αποτελεί συμβουλευτικό λογισμικό στα χέρια ενός σχεδιαστή, εγκολπώνοντας εργαλεία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS – tools). Αποτελεί σε πρώτο στάδιο ένα stand – alone σύστημα, καθώς είναι αποθηκευμένο σε ένα υπολογιστή (αυτόν του σχεδιαστή του συστήματος) και εξυπηρετεί εξειδικευμένες ανάγκες (χωροθέτησης αιολικών πάρκων). Όμως έχει δυνατότητες να εφαρμοστεί και σε περιβάλλον δικτύου (intranet / internet / network SDSS) και να πλαισιώνει – υποστηρίζει τις εκάστοτε ανάγκες (*Σχήμα 4.2*).

Η πρωτοτυπία του συστήματος είναι η ιδέα να οργανωθούν τα βάρη των χρηστών σε μήτρες διπλής εισόδου (κατά Leopold) και όλα τα δεδομένα να αποθηκεύονται σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων για μελλοντική αξιοποίηση και για την παραγωγή στατιστικών αναφορών (reports). Συγκεκριμένα, οι μήτρες διπλής εισόδου εμπεριέχουν δύο άξονες. Ο πρώτος άξονας (οριζόντιος) φιλοξενεί τα εναλλακτικά σενάρια, ή, τις διάφορες φάσεις ενός έργου, ή, δραστηριότητας, ενώ ο δεύτερος άξονας (κάθετος) συγκεντρώνει τις περιβαλλοντικές μεταβλητές που χρήζουν εξέτασης. Οι μεταβλητές διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, σύμφωνα με τις διάφορες μεθόδους σύνταξης μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε:

- *Φυσικό Περιβάλλον*
- *Τεχνικό, ή, ανθρωπογενές Περιβάλλον*
- *Κινδύνους*

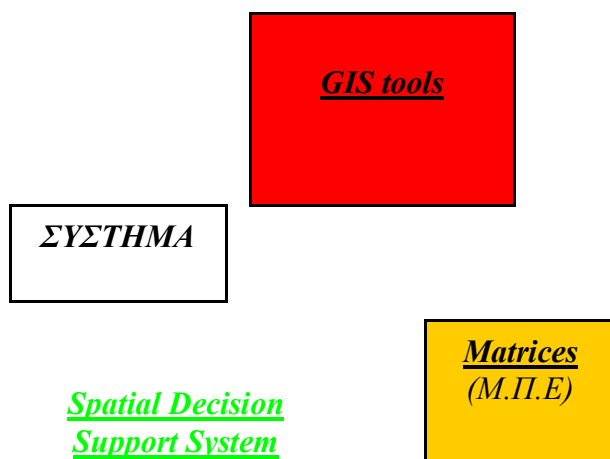
Αυτός ο διαχωρισμός συμβαδίζει με τις προδιαγραφές της εγχώριας και παγκόσμιας βιβλιογραφίας πάνω στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η συγκεκριμένη ιδέα οργάνωσης των δεδομένων, εισαγωγής των βαρών και αποθήκευσης τους σε μήτρες διπλής εισόδου, προέκυψε από τις προοπτικές και τα αρχικά κίνητρα της



συγγραφής της μεταπτυχιακής διπλωματικής. Η εστίαση ήτο στις δυνατότητες χρήσης των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών σε πολεοδομικές και χωροταξικές επεμβάσεις, μεταξύ των οποίων εντάσσεται και η χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου, υπό το πρίσμα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Στην πορεία διαπιστώθηκε πως ένας συνδυασμός του τρίπτυχου των Γ.Σ.Π., των Χωρικών Συστημάτων Υποστήριξης Απόφασης και των Τεχνικών Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων θα απέδιδε ένα εργαλείο, του οποίου η χρήση θα ήτο εφικτή σε κάθε σχεδόν χωροταξική και πολεοδομική εφαρμογή και όχι μόνο.

Κάθε κορυφή αυτού του τρίπτυχου προσέφερε ένα ξεχωριστό όφελος. Η τεχνική των περιβαλλοντικών επιπτώσεων επέφερε τη μέθοδο οργάνωσης των μεταβλητών σε μήτρες και την παράλληλη γνωμοδότηση του χρήστη με εισαγωγή βαρών. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών απέδωσαν το λειτουργικό προγραμματιστικό περιβάλλον, τις δυνατότητες εισαγωγής και διαχείρισης των δεδομένων, καθώς και τα αναλυτικά εργαλεία ανάλυσης αυτών. Όλα τα παραπάνω συνδυάστηκαν εντός του φέροντα οργανισμού και της αρχιτεκτονικής των Χωρικών Συστημάτων Λήψης Απόφασης. Με άλλα λόγια αναλυτικά εργαλεία των Γ.Σ.Π. χρησιμοποιούνται ως γεννήτριες για την υποστήριξη μιας σχεδιαστικής απόφασης.

Τα πορίσματα του συστήματος HXORASYS θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν άμεσα προκειμένου να ληφθεί μια απόφαση επέμβασης στο χώρο. Όμως προβλήματα όπως ακρίβειας των δεδομένων, έλλειψης μιας οργανωμένης πληροφοριακής βάσης, υψηλού κόστους και χρόνου συγκέντρωσης δεδομένων, αλλά και του είδους των σεναρίων που θέτουν οι σχεδιαστές περιορίζουν τη χρήση του HXORASYS σε προπαρασκευαστικές αποφάσεις και ορίζουν το ρόλο του σε καθαρά συμβουλευτικό.



**Σχήμα 4.2:** Γενικά Στοιχεία Συστήματος HXORASYS

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.4: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΧΩΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ

Το σύστημα HXORASYS αναπτύχθηκε αξιοποιώντας την τεχνολογία C.O.M. που υποστηρίζεται από το λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, ArcGIS 9.2. Η C.O.M. αποτελεί ακρωνύμια των λέξεων **C**omponent **O**bject **M**odel. Το κίνητρο που κρύβεται πίσω από την ανάπτυξη της COM είναι ότι η δημιουργία ενός λογισμικού είναι ένα χρονοβόρο και ακριβό εγχείρημα. Η βασική ιδέα της COM είναι να δημιουργηθούν κομμάτια κώδικα (Components), χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού C++ και να οργανωθούν σε ομάδες βιβλιοθηκών, τα οποία θα μπορούν να είναι επαναχρησιμοποιήσιμα (reusable).

Η COM δεν είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού, αλλά ένα πρωτόκολλο, ή, αλλιώς πρότυπο. Αποτελεί μια μεθοδολογία ανάπτυξης λογισμικών που λειτουργεί με αποτελεσματικότητα και ασφάλεια (καθώς ο χρήστης δεν γνωρίζει λεπτομέρειες για τα components) σε ένα καταναμημένο περιβάλλον.

Η επικοινωνία μεταξύ των αντικειμένων (objects) γίνεται με τη βοήθεια των διεπαφών (interfaces). Οι ομάδες και οι διεπαφές (classes και interfaces) απαντούν στα ερωτήματα του τι επιτελεί ένα αντικείμενο και με ποιο τρόπο μπορεί να επιτευχθεί η προσέγγιση. Κάθε κλάση αποτελείται από μια, ή, περισσότερες διεπαφές και δύο, ή, περισσότερες κλάσεις μπορούν να μοιράζονται την ίδια διεπιφάνεια. Μια πλήρης αναφορά της λειτουργίας των μοντέλων των αντικειμένων (object models) ξεφεύγει από τους στόχους αυτής της διπλωματικής και αναλύεται σε βάθος στα αντίστοιχα εγχειρίδια του λογισμικού. Όμως θα επιχειρηθεί συνοπτικά να επεξηγηθεί η αρχή λειτουργίας της COM, η οποία είναι η εξής:

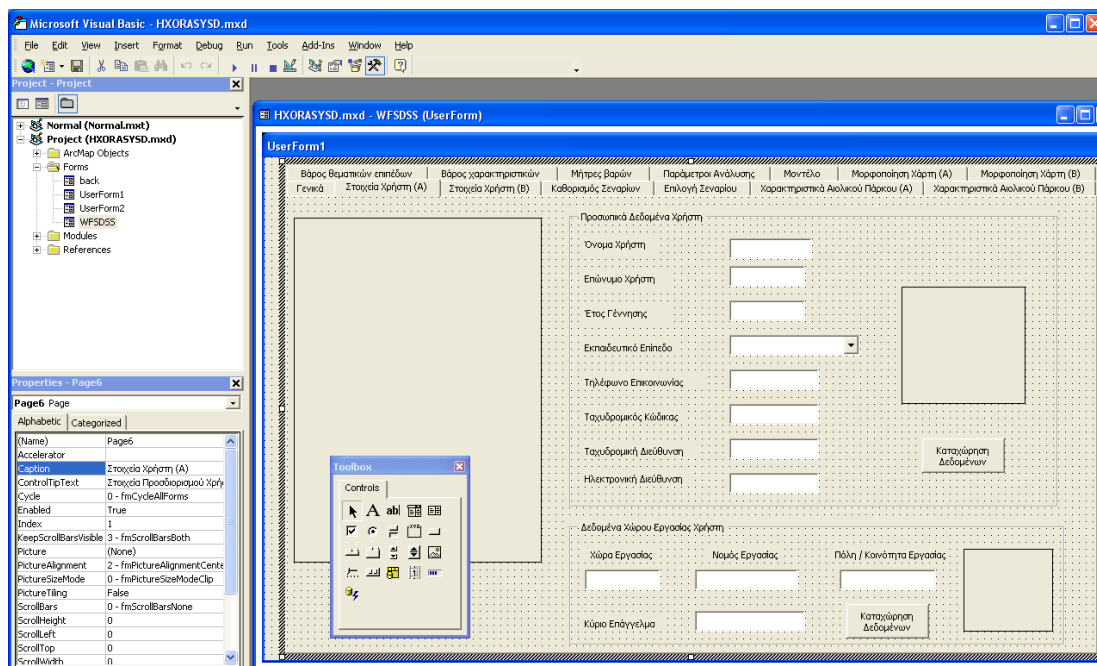
1. Ο χρήστης (client) ζητά μια συγκεκριμένη λειτουργικότητα – υπηρεσία (service) το αντικείμενο COM.
2. Ο Service Control Manager (SCM) αναζητά το αντίστοιχο registry του αντικειμένου (class ID).
3. Το κομμάτι του κώδικα (DLL) εντοπίζεται και φορτώνεται στη μνήμη. Ο SCM εκτελεί μια συνάρτηση μέσα στο DLL, με την ονομασία DllGetObject, παίρνοντας την αντίστοιχη κλάση, ως πρώτο όρισμα.

4. Εντοπίζεται η διεπαφή του αντικειμένου της αντίστοιχης κλάσης *IClassFactory*. Ο *SCM* δημιουργεί ένα αντίγραφο (με εφαρμογή της μεθόδου *CreateInstance*) του συγκεκριμένου αντικειμένου.
5. Ο *SCM* αναζητά στο νέο αντικείμενο την διεπαφή που ενδιαφέρει τον χρήστη και του επιτρέπει να αξιοποιήσει τη λειτουργικότητα του.

Τα όρια της λειτουργικότητας σταματούν στα σύνορα των εφαρμογών του λογισμικού. Όλες οι λειτουργίες που επιτελεί το λογισμικό ArcGIS μπορούν να αυτοματοποιηθούν και να εισαχθούν (με χρήση των κατάλληλων αδειών – licenses) στην αναπτυσσόμενη εφαρμογή του χρήστη. Ο αυτοματισμός επιτυγχάνεται με τη χρήση και την οργάνωση των αντικειμένων, εντός του περιβάλλοντος μιας γλώσσας προγραμματισμού. Για τους σκοπούς της μεταπτυχιακής διπλωματικής χρησιμοποιήθηκε το προγραμματιστικό περιβάλλον του *Visual Basic Editor* που είναι ενσωματωμένο εντός του λογισμικού *ArcView 9.2*.

Αρχικά επιχειρήθηκε μια ανεξάρτητη ανάπτυξη ενός API (εφαρμογή) εκτός του περιβάλλοντος του λογισμικού. Όμως η έλλειψη αδειών του λογισμικού και οι περιορισμένες δυνατότητες που προσέφερε (demo version) όρισε ως μονόδρομο την ανάπτυξη του συστήματος εντός του λογισμικού.

Η γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic αποτιμήθηκε ως η καταλληλότερη για την ανάπτυξη της εφαρμογής. Το αντικειμενοστραφές – παραθυρικό περιβάλλον που εμπεριέχει, προσφέρει δυνατότητες για την ανάπτυξη προσιτών προς τον χρήστη, διεπαφών (GUI). Επιπρόσθετα η δόμηση του λογισμικού ArcGIS έγινε με τη χρήση της Visual Basic και υποστηρίζει την ανάπτυξη μακροεντολών (macros) μέσω του Visual Basic Editor (*Εικόνα 4.1*).



*Εικόνα 4.1: Προγραμματιστικό περιβάλλον Visual Basic Editor*

Με την χρήση του object browser, ο χρήστης δύναται να εντοπίσει τα κατάλληλα αντικείμενα, κλάσεις, ιδιότητες και μεθόδους που επιτελούν την λειτουργικότητα που επιθυμεί. Το μειονέκτημα του Visual Basic Editor, είναι ότι δεν περιέχει τη πλήρη λειτουργικότητα της Visual Basic. Ορισμένες ιδιότητες αντικειμένων απουσιάζουν, θέτοντας τον προγραμματιστή σε σκέψη προς επιτέλεση σύνθετων λειτουργιών, που σε ένα Visual Basic Studio θα είχαν επιτελεστεί μόνο με τη χρήση μιας απλής ιδιότητας.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα της Visual Basic είναι η δυνατότητα της να επικοινωνεί και να διαχειρίζεται στοιχεία σε σχεσιακές και μη, βάσεις δεδομένων, μέσω της χρήσης καταλλήλων χειριστηρίων (ADO). Αυτή η δυνατότητα συνεκτιμήθηκε, καθώς ένα συστατικό μέρος του συστήματος HXORASYSD είναι και η βάση δεδομένων.

Μερική μνεία πρέπει να αποδοθεί και στο λογισμικό ArcGIS 9.2. Η ανάπτυξη του συστήματος έγινε στο τμήμα του λογισμικού ArcView 9.2. Ο ArcView είναι τμήμα του Desktop GIS, το οποίο ενσωματώνει μια σειρά εξειδικευμένων λειτουργιών Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Το ArcGIS αποτελεί το πιο διαδεδομένο λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην παγκόσμια αγορά και αποτελεί μια πλατφόρμα ανάπτυξης GIS εφαρμογών. Με χρήση των προγραμματιστικών συστατικών του ArcObject και τη μελέτη των πολλαπλών δυνατοτήτων του ArcGIS, κατέστη δυνατή η ανάπτυξη του συστήματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.5: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΧΟΡΑΣYS

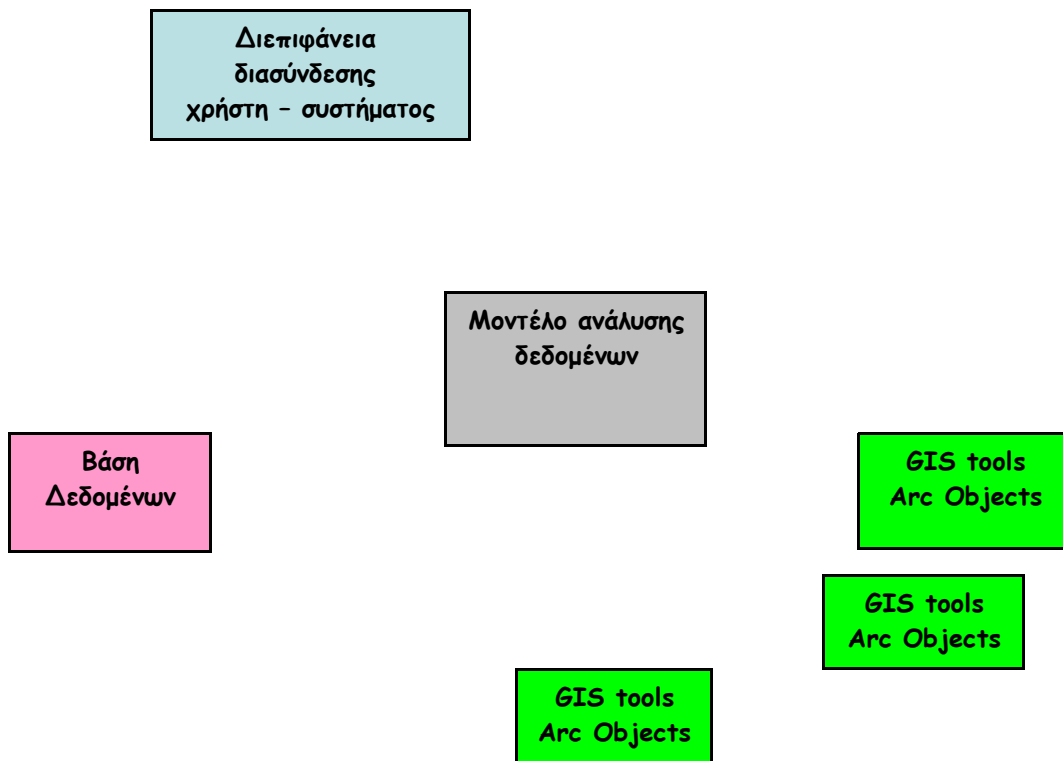
Η σχεδίαση ενός οικοδομήματος θα ήτο τελείως αφηρημένη και ασταθής, σε περίπτωση απουσίας μιας επιμελούς αρχιτεκτονικής σχεδίασης. Με αντίστοιχο τρόπο, η έλλειψη μιας καλά οργανωμένης σχεδίασης ενός συστήματος θα επέφερε ανάστροφα απο τα επιθυμητά αποτελέσματα. Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός χωρικού συστήματος λήψης απόφασης αποτελεί μια σύνθετη, χρονοβόρα, κοπιαστική, όσο και διορατική διαδικασία, καθώς ο σχεδιαστής του συστήματος πρέπει να προσδιορίσει τις πιθανές ανάγκες του χρήστη.

Η ανάπτυξη αυτού του συστήματος αποτελεί ένα πρωτόλειο εγχείρημα. Επομένως δεν είναι εξ' ολοκλήρου αντιληπτές οι υπαρκτές, αλλά και οι μέλλουσες ανάγκες των χρηστών. Απο την άλλη πλευρά, αν και το σύστημα απευθύνεται σε λήπτες αποφάσεων, είναι δυνατό (εάν όχι και επιθυμητό) να είναι εύχρηστο και εύληπτο στο περιβάλλον των χρηστών, οι οποίοι δεν σχετίζονται, ούτε αντιλαμβάνονται λογισμικά, προγράμματα και εφαρμογές.

Η όλη εφαρμογή είναι ένα χωρικό σύστημα υποστήριξης απόφασης. Επομένως η αρχιτεκτονική υπαγορεύεται απο το είδος του λογισμικού. Ο βαθμός δυσκολίας εξυψώνεται απο την ενσωμάτωση λειτουργικότητας Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Συγκεκριμένα, οι θεμέλιοι λίθοι του συστήματος είναι οι εξής:

- ⇒ Η παρουσία μιας προσιτής προς τον χρήστη, διεπάνειας επικοινωνίας (Graphical User Interface). \_
- ⇒ Η δόμηση μιας επαρκούς βάσης δεδομένων (Database Management) \_
- ⇒ Η ανάπτυξη και εφαρμογή ενός μοντέλου υποστήριξης και εξαγωγής συμπερασμάτων - αποφάσεων (Model Management) \_

Η συνολική αρχιτεκτονική συνοψίζεται στο επόμενο κατατοπιστικό σχήμα (*Σχήμα 4.3*).



*Σχήμα 4.3: Αρχιτεκτονική Συστήματος HXORASY*

Τα Χωρικά Συστήματα Υποστήριξης Απόφασης αποτελούν τη ραχοκοκαλιά του συστήματος. Η εφαρμογή δομήθηκε για να υποστηρίξει τους λήπτες αποφάσεων και να χαράξει τους βέλτιστους αναπτυξιακούς ορίζοντες. Επομένως, ο βασικός άξονας της εφαρμογής πρέπει να υποστηρίζεται από την αρχιτεκτονική ενός Χωρικού Συστήματος Υποστήριξης Απόφασης.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών παρέχουν τα αντικείμενα, τη λειτουργικότητα, τα εργαλεία εισαγωγής, διαχείρισης των δεδομένων και τα αναλυτικά εργαλεία από τα οποία θα αποσταχθεί η πληροφορία της καταλληλότητας της θέσεως για τη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου. Όμως, η βέλτιστη απόφαση χρωματίζεται και από την απόχρωση της βιωσιμότητας και της προστασίας του περιβάλλοντος. Ο συγκερασμός περιβαλλοντικών και τεχνοκρατικών μεταβλητών θα υποδείξει τη χρυσή τομή και την κατάλληλη απόφαση. Κατά συνέπεια με κάποιο τρόπο, έπρεπε να φιλτραριστούν – οργανωθούν – αξιολογηθούν τα δεδομένα, ώστε να γίνονται αντιληπτές οι παράμετροι και οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη λειτουργικότητα ενός αιολικού πάρκου (τεχνική σκοπιά), αλλά και οι παράμετροι που επηρεάζονται από

ένα αιολικό πάρκο (περιβαλλοντική σκοπιά). Για αυτούς τους λόγους υιοθετήθηκε η οργάνωση των δεδομένων και η απόδοση βαρών, όπως ακριβώς λαμβάνει χώρα σε μια μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκε η μεθοδολογία της μήτρας διπλής εισόδου.

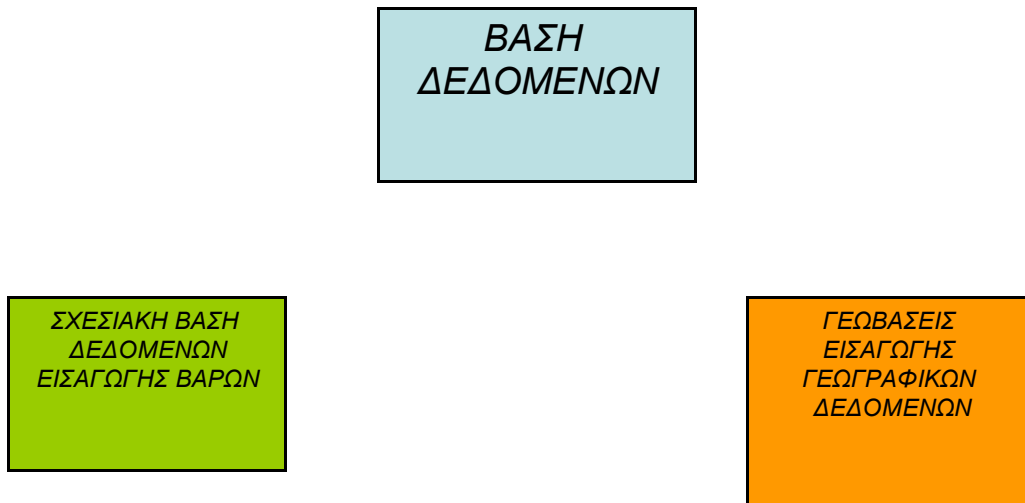
Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα επεξηγηθούν με σαφήνεια και ακρίβεια όλες οι λεπτομέρειες που αφορούν τα συστατικά μέρη του συστήματος, ώστε να καταστεί δυνατή στο χρήστη, η αντίληψη και η κατανόηση της αρχιτεκτονικής του συστήματος, αλλά και των αντικειμενικών στόχων που ικανοποιεί.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.6 : ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.6.1: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Το χωρικό σύστημα υποστήριξης απόφασης συντελείται από μια βάση δεδομένων. Σε αυτή τη βάση στοιχείων περιέχονται όλα εκείνα τα αριθμητικά, δυανυσματικά, ή, κανονικοποιημένα δεδομένα που θα υποστηρίξουν τη λειτουργία του συστήματος και θα εισαχθούν μεταγενέστερα στο μοντέλο ανάλυσης.

Η βάση δεδομένων στο σύστημα HXORASYS εμφανίζει δύο λειτουργίες. Από τη μια πλευρά δομείται μια σχεσιακή βάση δεδομένων, η οποία φιλοξενεί τα βάρη των χρηστών, ή, εναλλακτικά τις απόψεις τους, ενώ από τη άλλη πλευρά αναπτύσσεται μια βάση γεωγραφικών δεδομένων, από την ανάλυση των οποίων θα προκύψουν οι κατάλληλες περιοχές για τη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου (Σχήμα 4.4).



*Σχήμα 4.4: Ανάλυση της δομής της βάσης δεδομένων*

Η εισαγωγή και διαχείριση των δεδομένων αποτελεί αντικείμενο επιμελούς και σχολαστικής μελέτης, καθώς κάποιο σφάλμα στα πρωτογενή δεδομένα θα οδηγήσει σε λανθασμένα πορίσματα στην ολοκλήρωση του μοντέλου. Μια αντίστοιχη κατάληξη θα μπορούσε να αδρανοποιήσει το σύστημα και να προκαλέσει οικονομική ζημία και περιβαλλοντική αλλοίωση. Επομένως σε αυτό το σημείο αναδεικνύεται και η πολυτιμότητα των επιγείων ελέγχων. Ο σχεδιαστής είναι υποχρεωμένος να επισκεφτεί τις περιοχές όπου οριοθέτησε το σύστημα και εκ νέου να τις αξιολογήσει, ώστε να επαναλάβει την εφαρμογή του προγράμματος, με νέες λεπτομέρειες και δεδομένα.

Το σύστημα και η υπολογιστική αντιμετώπιση ενός θέματος που επεμβαίνει και διαφοροποιεί το χώρο άπτεται μεγάλης προσοχής και επ' ουδενί δεν πρέπει να αποκλειστούν οι επίγειες αναλύσεις, καθώς μιας εσφαλμένη απόφαση δύναται να διαφοροποιήσει το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον μακροχρόνια και με έναν μη αναστρέψιμο χαρακτήρα.

Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστεί η φιλοσοφία και η τελική ανάπτυξη της σχεσιακή βάση δεδομένων που θα υποδεχθεί τα βάρη και τα προσωπικά δεδομένα των χρηστών, καθώς και τις παραμέτρους των ενεργειακών σεναρίων. Στο κεφάλαιο της εφαρμογής του συστήματος θα λάβει χώρα μια λεπτομερής περιγραφή ανάπτυξης της βάσης γεωγραφικών δεδομένων που σχετίζονται με τη νήσο Μήλο και στην χρήση των οποίων θα στηριχθεί το τρέξιμο του μοντέλου.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.6.2: ΣΧΕΣΙΑΚΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Κάθε ομάδα ενδιαφέροντος που τρέχει το σύστημα είναι μια ξεχωριστή οντότητα. Αυτό άλλωστε αποτελεί ένα αξίωμα καθώς καμία μονάδα, ή, σύνολο ανθρώπων δεν μπορεί να εμφανίζει μόνο ομοιότητες. Οι άνθρωποι, ή, οι συσσωματώσεις τους που εκφράζονται μέσω κοινών απόψεων, ιδεολογιών και φωνών διαφοροποιούνται. Η διαφοροποίηση έγκειται στο πολιτιστικό και εκπαιδευτικό υπόβαθρο, στους χώρους διαμονής κατοικίας και εργασίας, αλλά και στα αναπτυξιακά σενάρια όπου επιθυμούν να εξετάσουν.

Αυτές οι εναλλαγές κρίνεται αναγκαίο να αποθηκευτούν σε κάποια βάση δεδομένων. Ο διαχειριστής του συστήματος, όπου μπορεί να είναι ένα δημόσιος φορέας, όπως για παράδειγμα το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ή, η Δ.Ε.Η., ή, κάποιο νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου επιθυμεί μακροπρόθεσμα, ή, στο εγγύς μέλλον να επανεξετάσει τις απόψεις των χρηστών του συστήματος και να επιτελέσει μια ταξινόμηση όλων των δεδομένων, ώστε να καταλήξει στη βέλτιστη απόφαση. Επομένως, οι βασικοί λόγοι που κινητοποιούν τις διαδικασίες δημιουργίας μιας βάσης δεδομένων χρηστών είναι οι εξής:

- *Δυνατότητα για συγκέντρωση και ανάλυση όλων απόψεων – σχετικών βαρών των χρηστών*
- *Δυνατότητα για αξιολόγηση και ταξινόμηση του πολιτιστικού, κοινωνικού, επαγγελματικού και συλλογικού επιπέδου ένταξης των χρηστών.*
- *Δυνατότητα για ενημέρωση των χρηστών σε μελλοντικές αναπτυξιακές προσπάθειες. Ένας χρήστης που γνωμοδοτεί σήμερα επί μιας αναπτυξιακής προοπτικής, όπως και είναι ένα αιολικό πάρκο, είναι πολύ πιθανό να γνωμοδοτήσει και βραχυπρόθεσμα σε μια νέα επέμβαση στο χώρο, που είτε επηρεάζει το χώρο δραστηριοποίησής του, ή, όχι.*

Για την πρωθύστερη κατανόηση του μικρόκοσμου των χρηστών και τη μεταγενέστερη δόμηση της βάσης δεδομένων οργανώνεται το εννοιολογικό σχήμα. Για τη δόμηση του εννοιολογικού σχήματος επιλέχθηκε το μοντέλο οντοτήτων – συσχετίσεων. Το συγκεκριμένο μοντέλο αποτελεί μια διαγραμματική απεικόνιση του μικρόκοσμου στον τυποποιημένο κόσμο των οντοτήτων και των μεταξύ τους σχέσεων (συσχετίσεις) (Στεφανάκης 2003). Στην περίπτωση μας, ο μικρόκοσμος που χρήζει ανάλυσης είναι αυτός του χρήστη.

Επομένως η πραγματικότητα ενός χρήστη συνοψίζεται στα εξής:

- Κάθε χρήστης χαρακτηρίζεται από μια σειρά προσωπικών δεδομένων, όπως επώνυμο, όνομα, ταχυδρομική διεύθυνση, ταχυδρομικός κώδικας, ηλεκτρονική διεύθυνση, τηλέφωνο, έτος γέννησης, εκπαιδευτικό επίπεδο.
- Κάθε χρήστης διαμένει σε μια συγκεκριμένη κατοικία, εργάζεται σε μια κύρια εργασία και εντάσσεται σε ένα σύλλογο, ή, επαγγελματική ομάδα. Αυτά τα δεδομένα θα μπορούσαν να υπάρχουν και στα προσωπικά δεδομένα του χρήστη.
- Σε κάθε χρήστη αντιστοιχούν ένα ή, περισσότερα ενεργειακά σενάρια.
- Κάθε σενάριο διαφοροποιείται ανάλογα με ενεργειακές παραμέτρους, με το είδος των επιθυμητών αιολικών πάρκων, με το είδος των Α/Γ και με το μέσο αιολικό δυναμικό.

Σε αυτή την πραγματικότητα και εφαρμόζοντας τις αρχές του μοντέλου οντοτήτων συσχετίσεων εμφανίζονται οι εξής οντότητες:

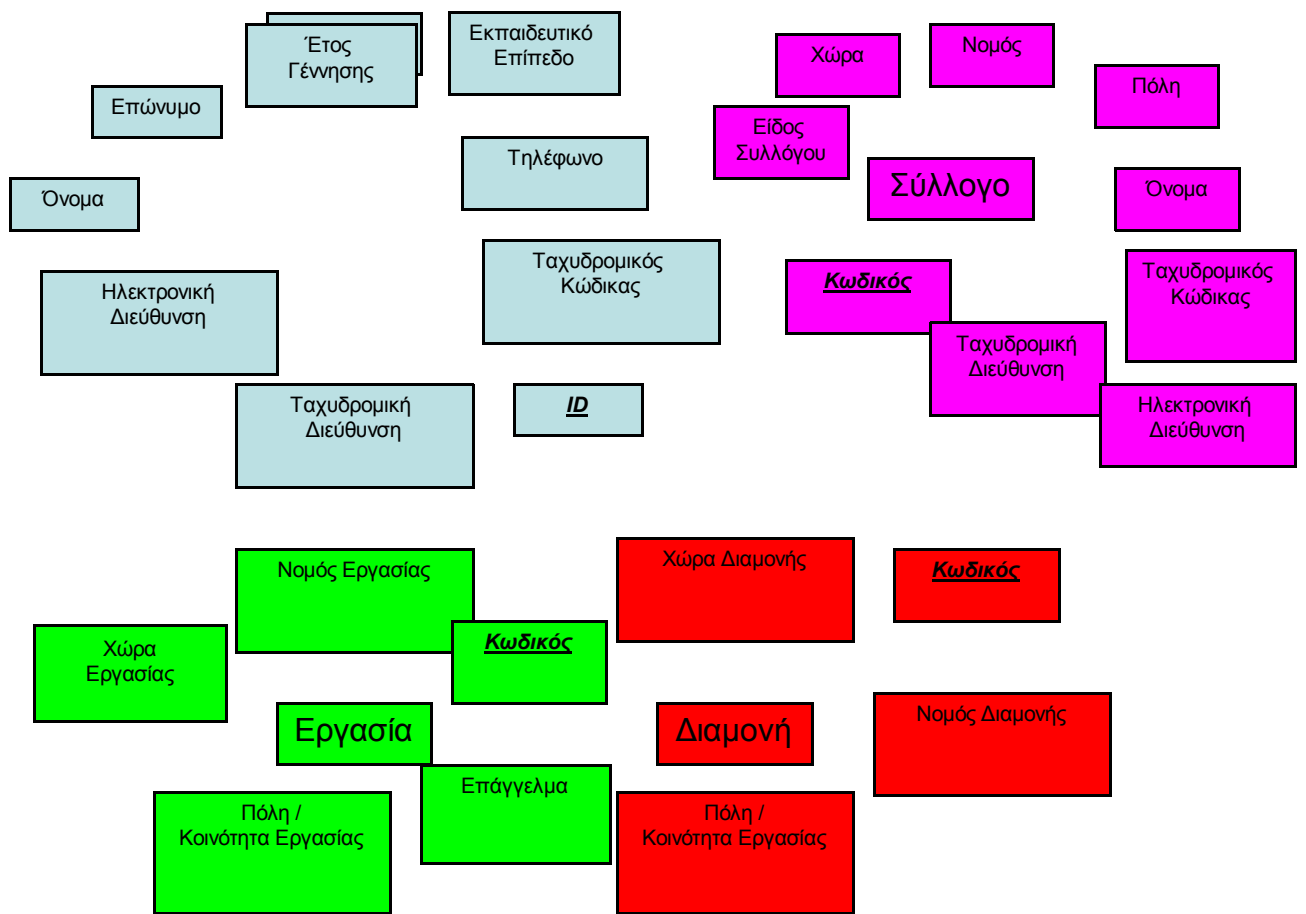
- ⇒ ΧΡΗΣΤΕΣ
- ⇒ ΧΩΡΟΣ ΔΙΑΜΟΝΗΣ
- ⇒ ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
- ⇒ ΣΥΛΛΟΓΟΙ
- ⇒ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ
- ⇒ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ
- ⇒ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ
- ⇒ ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί πως τόσο ο χώρος διαμονής, όσο και ο χώρος εργασίας θα μπορούσαν να ενταχθούν στους χρήστες. Όμως λόγω της φύσης και των αντικειμενικών στόχων του συστήματος θεωρείται επιθυμητή η ανεξαρτητοποίηση αυτών των δεδομένων. Οι χώροι διαμονής και εργασίας προσλαμβάνουν χαρακτήρα οντότητας. Αυτό υπαγορεύει και ο παράγοντας της γειννίας, καθώς και τα φαινόμενα N.I.M.B.Y. που συνοδεύουν τη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου. Πράγματι, μεγάλο μέρος των πολιτών, ή, σχεδόν κανένας, ανεξαρτήτως της αποδοχής του στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, δεν επιθυμεί να χωροθετηθούν σε χώρους που αλληλεπιδρά καθημερινά. Αυτό μεταφράζεται σε αντίδραση έναντι της αναπτυξιακής δράσης.

Το είδος της αντίδρασης, αλλά και η ισχύοντες της καθορίζεται και απο ένα ακόμα χαρακτηριστικό. Αυτό είναι ο σύλλογος, ή, η κοινωνική ομάδα υπαγωγής του χρήστη. Διαφορετικής φύσεως είναι οι απόψεις και η ιδεολογία ενός απλού πολίτη, ή, ενός μέλους περιβαλλοντικής ομάδας και ενός μέλους του διοικητικού συμβουλίου μιας κατασκευαστικής εταιρείας. Άλλοι στόχοι και άλλα κίνητρα καθορίζουν τις απόψεις και τη στάση. Για αυτούς τους λόγους είναι επιθυμητό σε αυτή την ενεργειακή πραγματικότητα, ο χώρος διαμονής και εργασίας και οι σύλλογοι ένταξης να οριστούν ως διαφορετικές οντότητες.

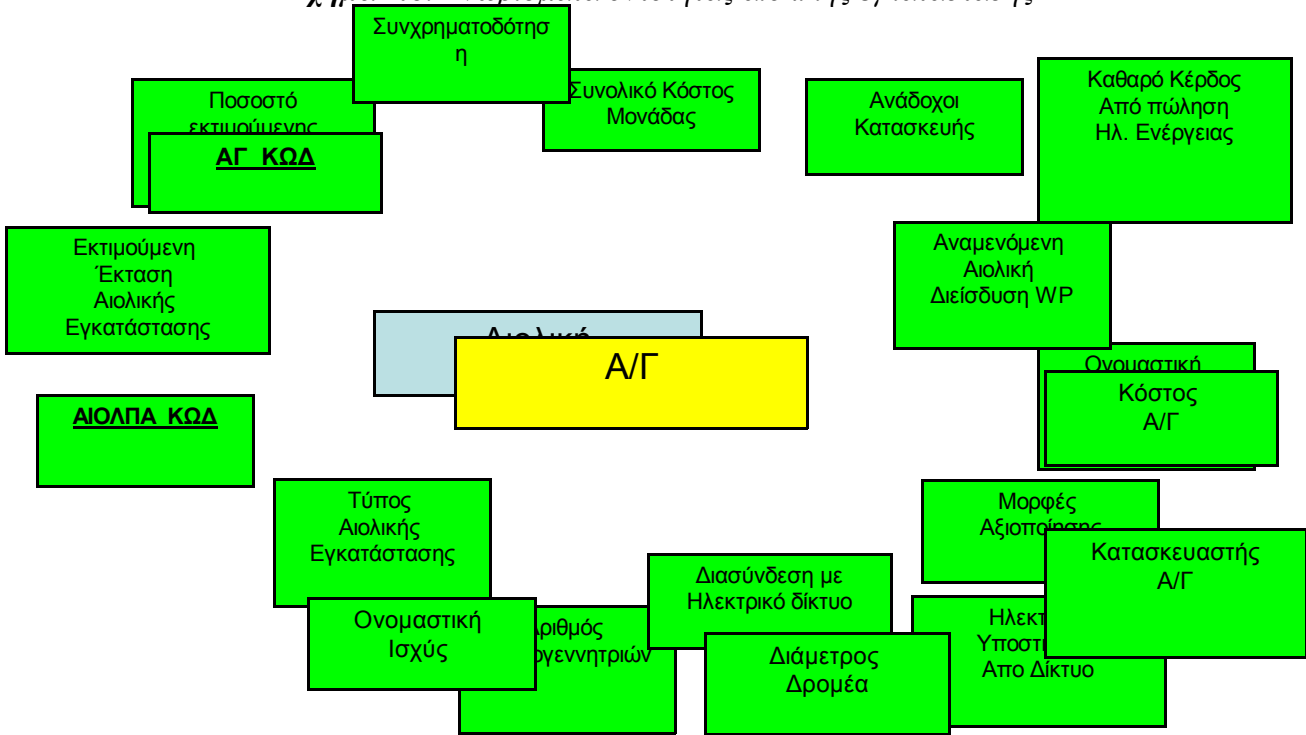
Κάθε οντότητα αποτελείται απο μια σειρά γνωρισμάτων, ή, εναλλακτικά ιδιοτήτων που χαρακτηρίζουν και περιγράφουν τις οντότητες. Το τι θα οριστεί ως γνώρισμα σε κάθε οντότητα αποτέλεσε απόρροια μιας ενδελεχούς μελέτης και ενημέρωσης σχετικά με την κάθε οντότητα. Η πληροφοριακή πλευρά του χρήστη σπάνια θα διαφοροποιηθεί μέσα σε μια μεμονωμένη εφαρμογή του συστήματος. Σε αντίθεση, ο αριθμός και το είδος των σεναρίων δύναται να διαφοροποιηθεί.

Στα επόμενα σχήματα παρουσιάζονται όλα τα γνωρίσματα (τα οποία να σημειωθεί πως στην πλειοψηφία τους είναι μονότιμα και απλά γνωρίσματα), ενώ στον πίνακα 4.1 αναφέρονται επιπρόσθετες πληροφορίες στον αναγνώστη αυτής της διπλωματικής σχετικά με τα γνωρίσματα των οντοτήτων, ώστε να καταστεί αντιληπτή η χρηστικότητα τους.

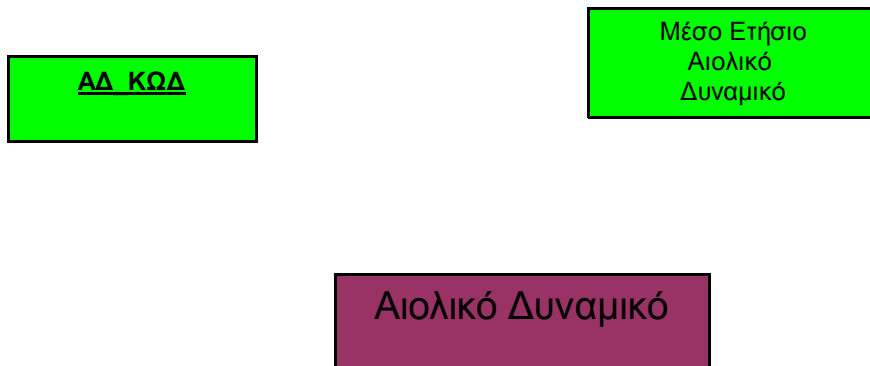


*Σχήμα 4.5: Γνωρίσματα οντοτήτων Χρηστών, Συλλόγων, Εργασίας και Διαμονής.*

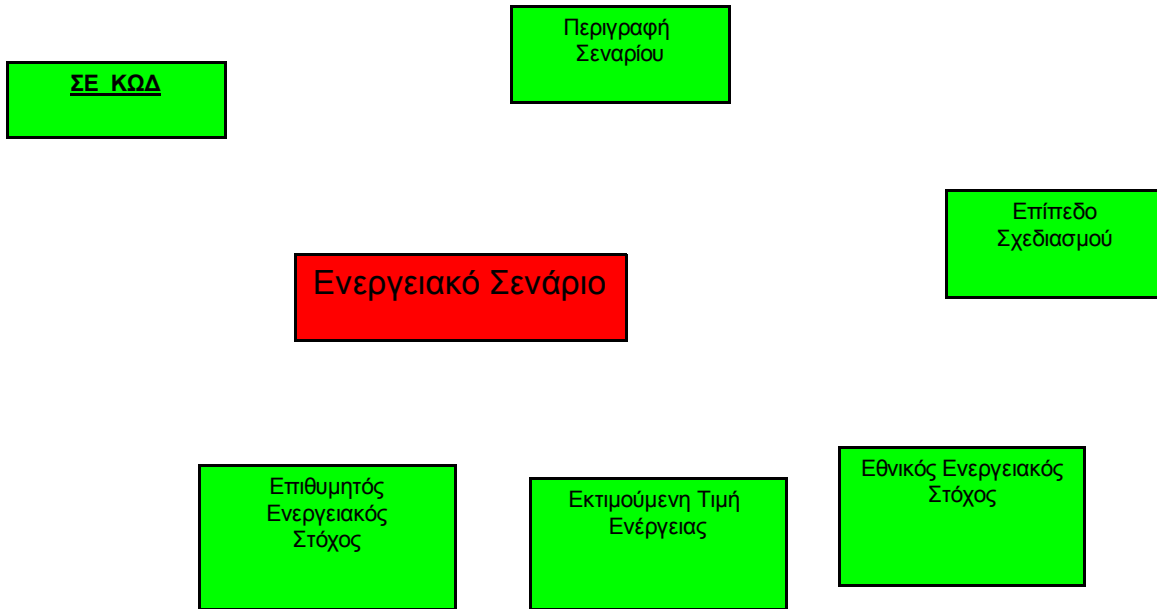
Σχήμα 4.6: Γνωρίσματα οντότητας αιολικής εγκατάστασης



Σχήμα 4.7: Γνωρίσματα οντότητας Α/Γ



Σχήμα 4.8: Γνωρίσματα οντότητας αιολικού δυναμικού



Σχήμα 4.9: Γνωρίσματα οντότητας Ενεργειακού Σεναρίου

ΟΝΤΟΤΗΤΑ	ΓΝΩΡΙΣΜΑ	ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ
ΧΡΗΣΤΕΣ	ID	Γνώρισμα που ταυτοποιεί τις πλειάδες
ΧΡΗΣΤΕΣ	Όνομα	-
ΧΡΗΣΤΕΣ	Επώνυμο	-
ΧΡΗΣΤΕΣ	Έτος Γέννησης	-
ΧΡΗΣΤΕΣ	Εκπαιδευτικό Επίπεδο	Διαχωρίζεται σε πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια, τριτοβάθμια εκπαίδευση, ή, άλλο ανάλογα με τις σπουδές του χρήστη
ΧΡΗΣΤΕΣ	Τηλέφωνο	-

ΧΡΗΣΤΕΣ	Ταχυδρομικός Κώδικας	-
ΧΡΗΣΤΕΣ	Ταχυδρομική Διεύθυνση	-
ΧΡΗΣΤΕΣ	Ηλεκτρονική Διεύθυνση	-
ΣΥΛΛΟΓΟΣ	Κωδικός	Γνώρισμα που ταυτοποιεί τις πλειάδες
ΣΥΛΛΟΓΟΣ	Επωνυμία Συλλόγου	-
ΣΥΛΛΟΓΟΣ	Χώρα	Χώρα υπαγωγής συλλόγου
ΣΥΛΛΟΓΟΣ	Νομός	Νομός υπαγωγής συλλόγου
ΣΥΛΛΟΓΟΣ	Πόλη	Πόλη – κοινότητα υπαγωγής συλλόγου
ΣΥΛΛΟΓΟΣ	Είδος Συλλόγου	Λεπτομερής αναφοράς στην ενότητα που αφορά τους χρήστες. Συνοπτικά, διαχωρίζεται σε 7 κατηγορίες (Α – Η)
ΣΥΛΛΟΓΟΣ	Ταχυδρομικός Κώδικας	-
ΣΥΛΛΟΓΟΣ	Ταχυδρομική Διεύθυνση	-
ΣΥΛΛΟΓΟΣ	Ηλεκτρονική Διεύθυνση	-
ΕΡΓΑΣΙΑ	Κωδικός	Γνώρισμα που ταυτοποιεί τις πλειάδες
ΕΡΓΑΣΙΑ	Χώρα Εργασίας	-
ΕΡΓΑΣΙΑ	Νομός Εργασίας	-
ΕΡΓΑΣΙΑ	Πόλη – Κοινότητα Εργασίας	-
ΕΡΓΑΣΙΑ	Επάγγελμα	Επαγγελματική ιδιότητα χρήστη
ΔΙΑΜΟΝΗ	Κωδικός	Γνώρισμα που ταυτοποιεί τις πλειάδες
ΔΙΑΜΟΝΗ	Χώρα Διαμονής	-
ΔΙΑΜΟΝΗ	Νομός Διαμονής	-
ΔΙΑΜΟΝΗ	Πόλη – Κοινότητα Διαμονής	-
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΑΙΟΛΙΑ_ΚΩΔ	Γνώρισμα που ταυτοποιεί τις πλειάδες
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Τύπος Αιολικής Εγκατάστασης	Είδος αιολικού πάρκου: 1. Αιολικό Πάρκο 2. Υβριδικό Πάρκο (Συνεργασία με άλλη Α.Π.Ε. π.χ. φωτοβολταϊκά) 3. Μεμονωμένες Α/Γ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Αριθμός Ανεμογεννητριών	-
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Διασύνδεση με ηλεκτρικό δίκτυο	Πιθανή, ή, μη πιθανή

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Ηλεκτρική Υποστήριξη απο δίκτυο	διασύνδεση με το κύριο – ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο Παροχή, ή, παροχή αέργου ενέργειας. Κάθε αιολικό πάρκο για τη λειτουργία του απαιτεί μια μικρή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας απο το δίκτυο που ονομάζεται άεργος ισχύς.
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Μορφές αξιοποίησης	Απάντηση στο πως θα αξιοποιηθεί η παραγόμενη ενέργεια απο το άνεμο: 1. Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας 2. Θέρμανση / Ψύξη 3. Ατομικές Εργασίες 4. Άλλο
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Ονομαστική Ισχύς	Ονομαστική Ισχύς Αιολικού Πάρκου σε kW
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Αναμενόμενη αιολική διείδυση WP	Η αναλογία του δυναμικού αιολικής παραγωγής προς το συνολικό δυναμικό $WP = \text{Αιολικό Δυναμικό} / (\text{Αιολικό Δυναμικό} + \text{Συμβατικό Δυναμικό})$
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Καθαρό κέρδος απο πώληση ηλεκτρικής ενέργειας	Τιμή που αναπροσαρμόζεται ανάλογα με τις τιμές της ενέργειας και τις παραμέτρους του αιολικού πάρκου
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Ανάδοχοι Κατασκευής	-
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Συνολικό Κόστος Μονάδας	-
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Συγχρηματοδότηση	Από κάποιο Ευρωπαϊκό πακέτο στήριξης
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Ποσοστό εκτιμώμενης διαθεσιμότητας A	$A = (\text{Ωρες εν δυνάμει λειτουργίας της ανεμογεννήτριας} - \text{αιολικού πάρκου}) / (\text{Σύνολο ωρών μιας χρονικής περιόδου})$
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Εκτιμώμενη Έκταση Αιολικής Εγκατάστασης σε στρέμματα	-
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ	ΑΓ_ΚΩΔ	Γνώρισμα που ταυτοποιεί τις πλειάδες
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ	Ονομαστική Ισχύς A/Γ σε kW	-
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ	Διάμετρος Δρομέα σε m	-
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ	Κατασκευαστής A/Γ	-
ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ	Κόστος A/Γ	-



<p><i>ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ</i></p>	<p><i>ΑΔ_ΚΩΔ</i></p> <p><i>Μέσο ετήσιο αιολικό δυναμικό</i></p>	<p><i>Γνώρισμα που ταυτοποιεί τις πλειάδες</i></p> <p><i>Μέση τιμή αιολικού δυναμικού συνόλου περιοχής μελέτης.</i></p>
<p><i>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ</i></p> <p><i>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ</i></p> <p><i>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ</i></p> <p><i>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ</i></p> <p><i>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ</i></p> <p><i>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ</i></p> <p><i>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ</i></p> <p><i>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ</i></p>	<p><i>ΣΕ_ΚΩΔ</i></p> <p><i>Περιγραφή σεναρίου</i></p> <p><i>Επίπεδο Σχεδιασμού</i></p> <p><i>Εθνικό Ενεργειακό Στόχος</i></p> <p><i>Εκτιμώμενη Τιμή Ενέργειας</i></p> <p><i>Επιθυμητός Ενεργειακός Στόχος</i></p> <p><i>Αριθμός Συνσκέψεων</i></p> <p><i>Γνωμοδότησης</i></p> <p><i>Βάρος Σεναρίου</i></p>	<p><i>Γνώρισμα που ταυτοποιεί τις πλειάδες</i></p> <p>-</p> <p><i>Σε τι επίπεδο απευθύνεται ο σχεδιασμός:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Εθνικό Επίπεδο (Επίπεδο Στρατηγικής)</i></li> <li><i>2. Περιφερειακό Επίπεδο</i></li> <li><i>3. Επίπεδο Νομού</i></li> <li><i>4. Τοπικό επίπεδο (δραστηριότητα, ή, έργο)</i></li> </ol> <p><i>Εθνικός στρατηγικός ενεργειακός στόχος στη συγκεκριμένη Α.Π.Ε.</i></p> <p><i>Διαμορφωμένη τιμή ενέργειας ανά kWh παραγωγής ισχύος απο τη συγκεκριμένη Α.Π.Ε.</i></p> <p>-</p> <p><i>Ας υποθέσουμε ότι βρισκόμαστε σε μια εταιρεία και γνωμοδοτούμε μέσω βαρών για κάποιο σενάριο. Σαφώς, όσο αυξάνει η βαρύτητα του σεναρίου, τόσο εμφανίζονται διαφωνίες και ενστάσεις και επομένως αυξάνεται ο αριθμός του κύκλου των γνωμοδοτήσεων. Στη Δελφική μέθοδο, αυτός ο αριθμός είναι ίσος με 2. Κάθε σενάριο έχει διαφορετική βαρύνουσα θέση</i></p>
<p align="center"><b><u>ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ</u></b></p>		

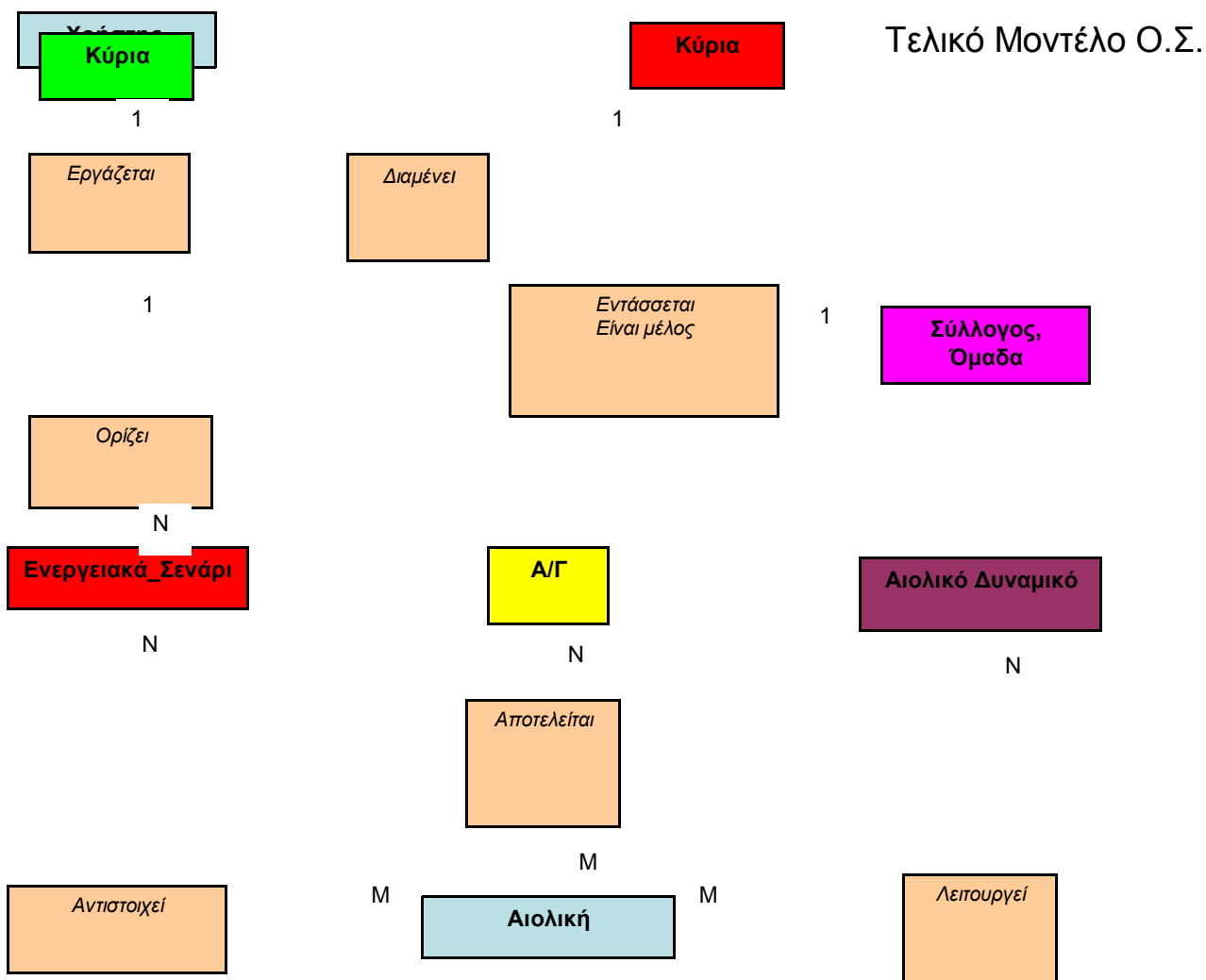
Οι συσχετίσεις που ορίστηκαν απο τον καθορισμό του προβλήματος και των οντοτήτων είναι οι εξής:

- ⇒ Ο χρήστης εργάζεται σε ένα κύριο χώρο εργασίας
- ⇒ Ο χρήστης διαμένει σε μια κύρια κατοικία
- ⇒ Ο χρήστης εντάσσεται σε ένα σύλλογο
- ⇒ Ο χρήστης ορίζει ένα, ή, περισσότερα ενεργειακά σενάρια
- ⇒ Σε κάθε σενάριο αντιστοιχίζεται μια, ή, περισσότερες αιολικές εγκαταστάσεις
- ⇒ Κάθε αιολική εγκατάσταση αποτελείται από ενός είδους, ή, περισσότερων ειδών ανεμογεννήτριες
- ⇒ Κάθε αιολική εγκατάσταση λειτουργεί κάτω από την υπόθεση ενός, ή, περισσότερων αιολικών δυναμικών.

Ορισμένες σχέσεις έχουν πλήρη συμμετοχή που μεταφράζεται, για παράδειγμα, ότι όλοι οι χρήστες διαμένουν σε κάποια κατοικία, ενώ υπάρχουν και σχέσεις που έχουν μερική συμμετοχή, για παράδειγμα, κάποιοι χρήστες δύναται να μην εργάζονται. Η μερική συμμετοχή της οντότητας των ενεργειακών σεναρίων οφείλεται στο γεγονός πως είναι πιθανή η εισαγωγή και μηδενικών σεναρίων, δηλαδή σεναρίων στα οποία δεν επιθυμείται η κατασκευή ενός αιολικού πάρκου.

Διακρίνονται σχέσεις με λόγο πληθικότητας 1:1 (π.χ. σε ένα χρήστη αντιστοιχίζεται μια κατοικία), N:M (π.χ. διαφορετικές υποθέσεις αιολικών δυναμικών λειτουργίας ενός πάρκου) και 1:N (π.χ. σε ένα χρήστη αντιστοιχούν N ενεργειακά σενάρια).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, δημιουργείται το διάγραμμα οντοτήτων συσχετίσεων για το μοντέλο που περιγράφηκε (**Σχήμα 4.10**).



**Σχήμα 4.10:** Τελικό μοντέλο οντοτήτων - συσχετίσεων

Η παραπάνω διαρρύθμιση των οντοτήτων και των συσχετίσεων τους προσφέρει ευελιξία. Ο σαφής εννοιολογικός διαχωρισμός οντοτήτων και συσχετίσεων διευκολύνει τη διατύπωση ερωτημάτων και επιτρέπει τον αποτελεσματικότερο έλεγχο της Βάσης Δεδομένων. Οι επαναλήψεις δεδομένων είναι ελάχιστες έως μηδαμινές.

Η υπολογιστική υλοποίηση του εννοιολογικού σχήματος επιτυγχάνεται μέσω του λογικού σχήματος. Το λογικό σχήμα αποκρύπτει τις λεπτομέρειες φυσικής αποθήκευσης των δεδομένων και υλοποιεί πρακτικά το εννοιολογικό σχήμα. Απο την πληθώρα των λογικών μοντέλων επιλέγεται εκείνο του σχεσιακού μοντέλου

δεδομένων. Η αποτελεσματικότητα του συγκεκριμένου μοντέλου και η ευρύτητα εφαρμογής του ανοίγει τις πύλες εφαρμογής του στο δεδομένο σύστημα.

Εν συντομία, το σχεσιακό μοντέλο εισήχθη από το Codd (1970). Η βάση δεδομένων αποτελείται από σχέσεις, όπου μια σχέση αποτελεί ένα πίνακα. Κάθε γραμμή μιας σχέσης ονομάζεται πλειάδα, ενώ κάθε στήλη γνώρισμα. Κάθε γνώρισμα παίρνει τιμές σε ένα συγκεκριμένο πεδίο ορισμού. Η μοναδικότητα – ταυτοποίηση των πλειάδων καθορίζεται από το συνδυασμό ενός, ή, περισσοτέρων γνωρισμάτων (κλειδιά). Η ορθή απεικόνιση του εννοιολογικού σχήματος στο λογικό γίνεται με τη χρήση ορισμένων κανόνων κανονικοποίησης με σκοπό να αποφευχθούν οι φωλιασμένες σχέσεις και οι επαναλήψεις των δεδομένων.

Έπειτα και από την εφαρμογή των κανόνων κανονικοποίησης δομήθηκε το κάτωθι λογικό σχήμα (Σχήμα 4.11).

<b><u>Κωδικός</u></b>	Όνομα	Επώνυμο	Εκπαιδευτικό Επίπεδο	Ηλεκτρονική Διεύθυνση	Ταχυδρομική ή Διεύθυνση	Τ.Κ.	Έτος Γέννησης	Τηλέφωνο
-----------------------	-------	---------	----------------------	-----------------------	-------------------------	------	---------------	----------

<b><u>Κωδικός Διαμονής</u></b>	Χώρα	Νομός	Πόλη_Κοινότητα	<b><u>Κωδικός</u></b>
--------------------------------	------	-------	----------------	-----------------------

<b><u>Κωδικός</u></b>	Όνομα	Επώνυμο	Εκπαιδευτικό Επίπεδο	Ηλεκτρονική Διεύθυνση	Ταχυδρομική ή Διεύθυνση	Τ.Κ.	Έτος Γέννησης	Τηλέφωνο
-----------------------	-------	---------	----------------------	-----------------------	-------------------------	------	---------------	----------

<b><u>Κωδικός Εργασίας</u></b>	Επάγγελμα	Χώρα	Νομός	Πόλη_Κοινότητα	<b><u>Κωδικός</u></b>
--------------------------------	-----------	------	-------	----------------	-----------------------

<b><u>Κωδικός</u></b>	Όνομα	Επώνυμο	Εκπαιδευτικό Επίπεδο	Ηλεκτρονική Διεύθυνση	Ταχυδρομική ή Διεύθυνση	Τ.Κ.	Έτος Γέννησης	Τηλέφωνο
-----------------------	-------	---------	----------------------	-----------------------	-------------------------	------	---------------	----------

<u>Κωδικός Συλλόγου</u>	Επωνυμία	Είδος Συλλόγου	Χώρα	Νομός	Πόλη_Κοινότητα	Ταχυδρομική ή Διεύθυνση	Τ.Κ.	Email	<u>Κωδικός</u>
-------------------------	----------	----------------	------	-------	----------------	-------------------------	------	-------	----------------

<u>Κωδικός</u>	Όνομα	Επώνυμο	Εκπαιδευτικό Επίπεδο	Ηλεκτρονική Διεύθυνση	Ταχυδρομική ή Διεύθυνση	Τ.Κ.	Έτος Γέννησης	Τηλέφωνο
----------------	-------	---------	----------------------	-----------------------	-------------------------	------	---------------	----------

<u>ΣΕ ΚΩ</u> <u>Δ</u>	Περιγραφή Σεναρίου	Επίπεδο Σχεδιασμού	Εθνικός Ενεργειακός Στόχος	Εκτιμώμενη Τιμή Ενέργειας	Επιθυμητός Ενεργειακός Στόχος	Κύκλοι Γνωμοδότησης	Βάρος	<u>Κωδικός</u>
--------------------------	--------------------	--------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------------	---------------------	-------	----------------

<u>ΣΕ ΚΩ</u> <u>Δ</u>	Περιγραφή Σεναρίου	Επίπεδο Σχεδιασμού	Εθνικός Ενεργειακός Στόχος	Εκτιμώμενη Τιμή Ενέργειας	Επιθυμητός Ενεργειακός Στόχος	Κύκλοι Γνωμοδότησης	Βάρος	<u>Κωδικός</u>
--------------------------	--------------------	--------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------------	---------------------	-------	----------------

<u>ΣΕ ΚΩΔ</u>	<u>ΑΙΟΛΙΑ ΚΩΔ</u>
---------------	-------------------

<u>ΑΙΟΛΠ</u> <u>Α ΚΩΔ</u>	Τύπος Αιολικής Εγκατάστασης	Αριθμός Α/Γ	Διασύνδεση με ηλεκτρικό δίκτυο	Ηλεκτρική Υποστήριξη από δίκτυο	Μορφές Αξιοποίησης	Ονομαστική Ισχύς	WP	Καθαρό κέρδος	Ανάδοχος	Συν. Κόστ.	Συγχρηματοδότησης	A	Έκταση Αιολ. Πά
------------------------------	-----------------------------	-------------	--------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------	----	---------------	----------	------------	-------------------	---	-----------------

<u>ΑΙΟΛΠ</u> <u>Α ΚΩΔ</u>	Τύπος Αιολικής Εγκατάστασης	Αριθμός Α/Γ	Διασύνδεση με ηλεκτρικό δίκτυο	Ηλεκτρική Υποστήριξη από δίκτυο	Μορφές Αξιοποίησης	Ονομαστική Ισχύς	WP	Καθαρό κέρδος	Ανάδοχος	Συν. Κόστ.	Συγχρηματοδότησης	A	Έκταση Αιολ. Πά
------------------------------	-----------------------------	-------------	--------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------	----	---------------	----------	------------	-------------------	---	-----------------

<u>ΑΙΟΛΠ Α ΚΩΔ</u>	<u>ΑΓ ΚΩΔ</u>
--------------------	---------------

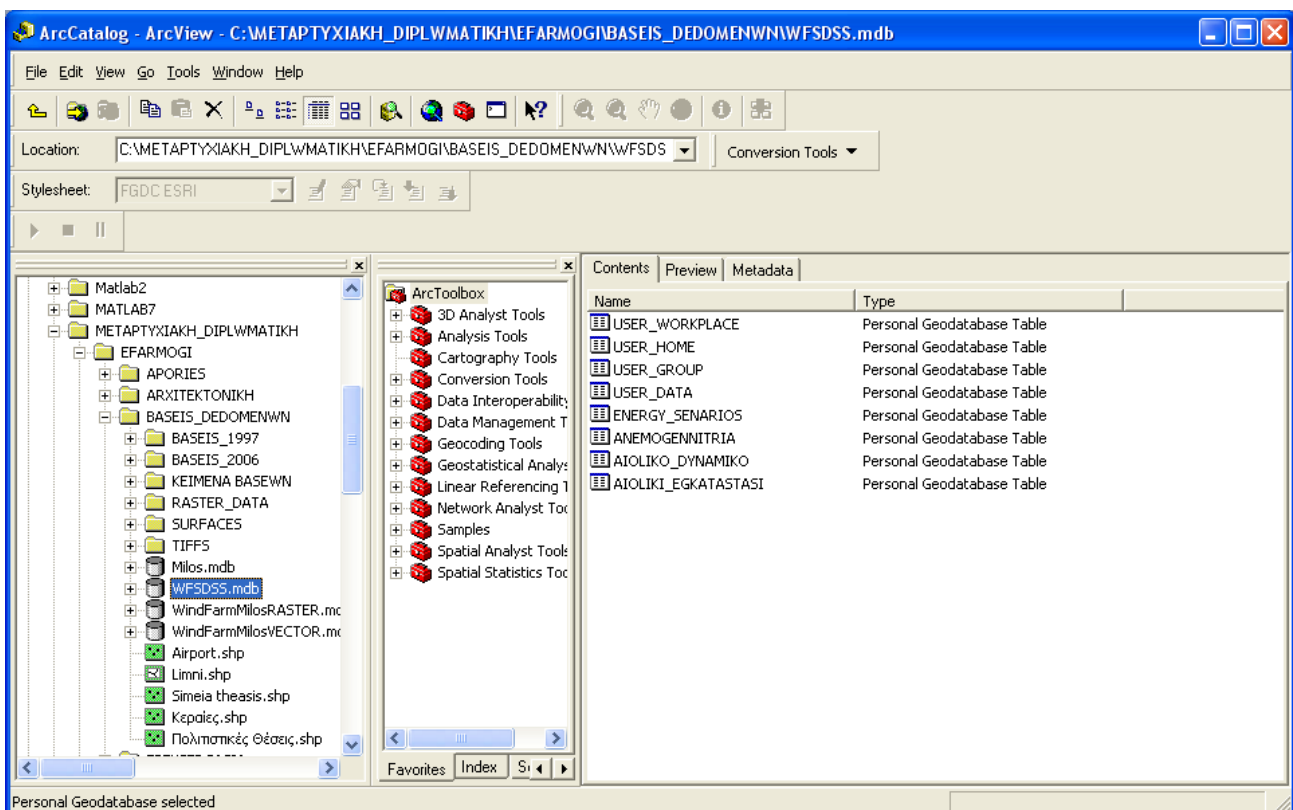
<u>ΑΓ ΚΩΔ</u>	Ονομαστική Ισχύς	Διάμετρος Δρομέα	Κατασκευαστής Α/Γ	Κόστος Α/Γ
---------------	------------------	------------------	-------------------	------------

<u>ΑΙΟΛΠ</u> <u>Α ΚΩΔ</u>	Τύπος Αιολικής Εγκατάστασης	Αριθμός Α/Γ	Διασύνδεση με ηλεκτρικό δίκτυο	Ηλεκτρική Υποστήριξη από δίκτυο	Μορφές Αξιοποίησης	Ονομαστική Ισχύς	WP	Καθαρό κέρδος	Ανάδοχος	Συν. Κόστ.	Συγχρηματοδότησης	A	Έκταση Αιολ. Πά
------------------------------	-----------------------------	-------------	--------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------	----	---------------	----------	------------	-------------------	---	-----------------

<u>ΑΙΟΛΠ Α ΚΩΔ</u>	<u>ΑΔ ΚΩΔ</u>
--------------------	---------------

<u>ΑΔ ΚΩΔ</u>	Μέσο Αιολικό Δυναμικό
---------------	-----------------------

Το λογικό σχήμα υλοποιήθηκε μέσω του συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων της Microsoft Access. Σαφώς, σε μια μελλοντική επανέκδοση του συστήματος, η επιλογή ενός εναλλακτικού συστήματος διαχείρισης, όπως είναι η Oracle θα απέδιδε καλύτερα αποτελέσματα. Όμως πρακτικοί λόγοι που κυμαίνονται από το μέγεθος της βάσης δεδομένων έως τη μη κατοχή του συστήματος της Oracle, όρισε την επιλογή της Access. Η υλοποίηση της Microsoft Access χρησιμοποιεί το πρότυπο SQL. Οι βάσεις δεδομένων που δημιουργήθηκαν μέσω της Access εισήχθησαν εντός μια προσωπικής γεωβάσης στο περιβάλλον του ArcCatalog. Με τη χρήση προγραμματισμού και με ένα ορθό σχεδιασμό της διασύνδεσης χρήστη – συστήματος, τα δεδομένα εισάγονται, μέσω αυτοματισμού στις βάσεις δεδομένων και είναι στη διάθεση του διαχειριστή συστήματος για μελλοντική χρήση (*Εικόνα 4.2*).



*Εικόνα 4.2: Η σχεσιακή δεδομένων που φιλοξενεί τα προσωπικά δεδομένα, τα σενάρια και τα βάρη των χρηστών.*

Με την εφαρμογή του συστήματος εισάγεται και ένας ακόμη πίνακας που περιέχει τα βάρη ανά θεματικό επίπεδο / χαρακτηριστικό που αντιστοιχεί στον κάθε χρήστη. Ο χρήστης ταυτοποιείται σύμφωνα με ένα κωδικό που εισάγει στην αρχή του προγράμματος. Αυτός ο κωδικός είναι μοναδικός και χρησιμοποιείται για να ανιχνευτούν, να ταξινομηθούν και χρησιμοποιηθούν τα βάρη και τα δεδομένα του συγκεκριμένου χρήστη, από το διαχειριστή του συστήματος. Ο κωδικός είναι προσωπικός, όπως και τα δεδομένα – βάρη του χρήστη. Επομένως, δεν τίθεται θέμα αυθαίρετης δημοσιοποίησης, ή, χρήσης των δεδομένων και των βαρών, χωρίς την παρουσία, ή, την συμφωνία του χρήστη.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.7: ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Η υπολογιστική ευφεία του χωρικού συστήματος υποστήριξης απόφασης εντοπίζεται στο σύστημα διαχείρισης μοντέλων. Τα χωρικά, ή, μη δεδομένα εισάγονται ως μεταβλητές εντός ενός, ή, περισσότερων μοντέλων και εξάγουν την επιθυμητή πληροφορία που επιζητά ο χρήστης του συστήματος. Ας μελετήσουμε όμως το θέμα εν τη γενέσει του.

Σχεδόν κάθε επιστημονικός κλάδος χρησιμοποιεί τη έννοια των μοντέλων. Ως μοντέλο νοείται μια εξιδανικευμένη αναπαράσταση της πραγματικότητας. Η οπτική παρατήρησης του πραγματικού κόσμου διαφοροποιείται από πρόβλημα σε πρόβλημα και από επιστήμονα σε επιστήμονα. Για παράδειγμα, για ένα μοριακό βιολόγο, η πραγματικότητα του κόσμου είναι συγκεντρωμένη στο εσωτερικό ενός κυττάρου, ή, στη δομή του DNA, ένας αρχιτέκτονας, ή, πολιτικός μηχανικός στηρίζεται στη μοντελοποιημένη πραγματικότητα που του ορίζει ένα τοπογράφος μηχανικός για να δημιουργήσει το μοντέλο μιας κατοικίας και του περιβάλλοντα χώρου, ένα κοινωνιολόγος μοντελοποιεί τη κίνηση των οχημάτων για ρυθμίσει τους χρόνους του κόκκινου, ή, του πράσινου κύματος των οχημάτων, ένας οικονομολόγος χρησιμοποιεί οικονομικά μοντέλα για να προσδιορίσει την πτώση της ζήτησης σε ένα προϊόν, ενώ οι μετεωρολόγοι χρησιμοποιούν πολύπλοκα ατμοσφαιρικά για προγνώσουν τον καιρό. Αυτή η αναφορά τείνει να προσεγγίσει το άπειρο, καθώς όλοι οι άνθρωποι μπροστά στην φυσική, κοινωνική, οικονομική και πολιτική αναρχία που επικρατεί προσπαθούν να θέσουν όρια και περιορισμούς που συνεπάγονται τη χρήση ενός μοντέλου.

Ανάλογα με το βαθμό αφαίρεσης και γενίκευσης στοιχείων της πραγματικότητας, τα μοντέλα διακρίνονται σε εικονικά, αναλογικά και μαθηματικά μοντέλα (Κουτσόπουλος 2002). Το μοντέλο που χρησιμοποιείται στο σύστημα HXORASYS δανείζεται στοιχεία τόσο από τα αναλογικά, όσο και από τα μαθηματικά μοντέλα. Στα αναλογικά μοντέλα εμφανίζεται σμίκρυνση της κλίμακας και μερική αλλοίωση



των χαρακτηριστικών των δεδομένων. Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα ένας χάρτης. Στα μαθηματικά μοντέλα, όλη πραγματικότητα εξομοιώνεται με τη χρήση εξισώσεων παραμέτρων και σχέσεων. Επομένως στο συγκεκριμένο σύστημα αξιοποιείται η λεγόμενη χαρτογραφική μοντελοποίηση (cartographic modeling).

Ο όρος της χαρτογραφικής μοντελοποίησης εισήχθη το 1990 από τον δόκτορα C. Dana Tomlin του Πανεπιστημίου της Πενσυλβάνια. Ο Tomlin έθεσε τις βάσεις για την ανάπτυξη της άλγεβρας χαρτών (Map Algebra). Αυτή η άλγεβρα αποτελεί μια υψηλού επιπέδου προγραμματιστική γλώσσα, η οποία χρησιμεύει στην εκτέλεση σύνθετων αναλυτικών χαρτογραφικών διαδικασιών.

Σημαντική προϋπόθεση της χαρτογραφικής μοντελοποίησης είναι τα δεδομένα να βρίσκονται σε ψηφιδωτή μορφή (raster). Το πλεονέκτημα που παρουσιάζουν τα κανονικοποιημένα δεδομένα είναι τα εξής (Κουτσόπουλος 2002):

- ⇒ Η διαχείριση του κάθε θεματικού επιπέδου είναι τάχιση, καθώς το μόνο που απαιτείται είναι μια επόπτευση όλων των σειρών και των γραμμών.
- ⇒ Σε μια διαδικασία ανάλυσης μπορούν να λάβουν χώρα πολυάριθμα και ποικίλα θεματικά επίπεδα.
- ⇒ Τα αποτελέσματα εκφράζονται με τη μορφή ενός νέου χάρτη.

Για να συνδυαστούν τα θεματικά επίπεδα μεταξύ τους και να εφαρμοστεί η άλγεβρα πρέπει τα δεδομένα να έχουν ένα κοινό μέγεθος και σχήμα φατνίου. Στη δεδομένη περίπτωση, το φατνίο είναι τετραγωνικού μεγέθους και διαστάσεων 13 X 13 μέτρα.

Οι διαδικασίες άλγεβρας καναβικών δεδομένων διαχωρίζονται σε:

- Τοπικές λειτουργίες (αναφορά σε μεμονωμένα φατνία)
- Εστιακές λειτουργίες (αναφορά σε πληροφορίες μιας περιοχής)
- Λειτουργίες Ζωνών (αναφορά σε σύνολο φατνίων που εμφανίζουν τις ίδιες τιμές)
- Γενικευμένες λειτουργίες (αναφορά σε όλη την κανναβική μήτρα)

Το μοντέλο του συστήματος HXORASYS χρησιμοποιεί τις λειτουργίες ζωνών, αλλά και τις γενικευμένες λειτουργίες. Σε αυτό το σημείο εμπλέκεται η θεωρία περί μητρών διπλής εισόδου και μεθοδολογιών μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Όπως έχει προλεχθεί, το σύστημα έχει ως αντικειμενικό στόχο τη διατελέσει και τελική λήψη μιας περιβαλλοντικά ορθής απόφασης. Αυτό βέβαια συντονίζεται και με τις

απόψεις των χρηστών. Όμως η εφαρμογή της μεθοδολογίας των μητρών διπλής εισόδου και η παράλληλη οργάνωση των δεδομένων σύμφωνα με το πρότυπο των μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων εκτιμάται ότι θα προσεγγίσει τα προσδοκούμενα αποτελέσματα. Αλλά ας μελετήσουμε λεπτομερώς τη λειτουργία του μοντέλου.

Ο χρήστης, κάτω από το ιδεολογικό, πολιτιστικό, επαγγελματικό, κοινωνικό και οικονομικό του υπόβαθρο αποδίδει σχετικά βάρη επί μιας σειράς θεματικών επιπέδων που το καθένα από αυτά εντάσσεται σε ένα από τα τρία πλαίσια δεδομένων (dataframes), που καθορίστηκαν στην ενότητα της βάσης δεδομένων. Ως βάρος νοείται ένας αριθμός από το 0 ως το 100. Το βάρος αποτελεί και την γνώμη – άποψη του χρήστη έναντι της σημαντικότητας ενός θεματικού επιπέδου στο εκάστοτε ενεργειακό σενάριο. Για τον καθορισμό των βαρών, μια ομάδα ανθρώπων δύναται αποφασίσει σε μια, ή, περισσότερες συνεδρίες. Ο αριθμός των συνεδριών κυμαίνεται από εφαρμογή σε εφαρμογή και από σενάριο σε σενάριο και σε αρκετές περιπτώσεις είναι αντίστοιχο της μεθόδου γνωμοδότησης που εφαρμόζεται (για παράδειγμα στη Δελφική Μέθοδο πραγματοποιούνται δύο κύκλοι γνωμοδότησης). Για την καλύτερη αντίληψη των ανωτέρω ας υποθέσουμε ότι ένας χρήστης αποδίδει ένα βάρος ίσο 85 στο θεματικό επίπεδο των οικιστικών περιοχών. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως ο συγκεκριμένος χρήστης φρονεί πως το επίπεδο των οικιστικών περιοχών είναι πάρα πολύ σημαντικό στο σενάριο της χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου ισχύος 3 MW.

Έπειτα από την εισαγωγή τους, τα βάρη κανονικοποιούνται. Με άλλα λόγια, τα σχετικά βάρη τα οποία δεν έχουν κάποιο σταθερό άθροισμα, διαιρούνται με το συνολικό άθροισμα των βαρών και προκύπτει ένα νέο κανονικοποιημένο βάρος, με τιμές που κυμαίνονται μεταξύ του 0 – 1 (**Σχέση 4.1**). Το άθροισμα των νέων βαρών πρέπει να ίσο με τη μονάδα. Τόσο τα σχετικά, όσο και τα τελικά κανονικοποιημένα βάρη εισάγονται σε μια οργανωμένη μήτρα διπλής εισόδου.

#### **ΣΧΕΣΗ 4.1**

Όπου:

$w_s$  = το τελικό κανονικοποιημένο βάρος

Κάθε θεματικό επίπεδο συντίθεται απο σειρά επιμέρους χαρακτηριστικών (attribute classes). Για παράδειγμα τα ποτάμια αποτελούνται απο δύο ομάδες χαρακτηριστικών και διαχωρίζονται σε συνεχούς και περιοδικής ροής. Κάθε χαρακτηριστικό θα πρέπει και αυτό με τη σειρά του να γνωμοδοτηθεί απο το χρήστη του συστήματος, με όμοια διαδικασία. Τα σημεία που πρέπει να τονιστούν είναι τα εξής:

- *Τα βάρη των χαρακτηριστικών κανονικοποιούνται ανάλογα με το συνολικό κανονικοποιημένο βάρος του θεματικού επιπέδου που υπάγονται.*
- *Σε περίπτωση που το θεματικό επίπεδο έχει μόνο ένα επιμέρους χαρακτηριστικό, τότε στο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό δεν αποδίδεται βάρος και στην τελική μήτρα εισάγεται το κανονικοποιημένο βάρος του θεματικού επιπέδου.*

Το σύνολο των κανονικοποιημένων βαρών εισάγεται σε μια τελική μήτρα, η οποία περιέχει τα βάρους ανά χαρακτηριστικό θεματικού επιπέδου. Αυτή η μήτρα τιμών αποτελεί την “όραση” του χώρου, με γνώμονα το τρέχον ενεργειακό σενάριο, απο την πλευρά του χρήστη. Επιπρόσθετα, η μήτρα τιμών θα προσφέρει το εφόδιο και την πληροφορία για την περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων.

Στο επόμενο στάδιο, ο χρήστης εφαρμόζει τις αναλυτικές λειτουργίες επί των χωρικών δεδομένων, με χρήση της μήτρας τιμών. Μέσα από μια λίστα που εμπεριέχει όλα τα θεματικά επίπεδα της τρέχουσας εφαρμογής, ο χρήστης επιλέγει τα θεματικά επίπεδα στα οποία θα εφαρμοστούν λειτουργίες ζώνης και γενικευμένες λειτουργίες. Κάθε αναλυτική λειτουργία αντιστοιχεί σε διαφορετική αντιμετώπιση των θεματικών επιπέδων.

Στην επιλογή των λειτουργιών ζώνης, ο χρήστης αντιλαμβάνεται το επιλεγόμενο θεματικό επίπεδο ότι είναι διαχωρισμένο σε συγκεκριμένες ζώνες, σε κάθε μια απο τις οποίες μπορεί να αποδοθεί ένα συγκεκριμένο βάρος (κανονικοποιημένο). Κάθε ζώνη έχει μια διαφορετική γεωμετρία και ιδιότητες, ενώ τα φαινία εντός των ζωνών έχουν τις ίδιες τιμές και βάρη. Για παράδειγμα αναφέρεται το θεματικό επίπεδο των υψομετρικών ζωνών. Ο χρήστης θεωρεί πως η υψομετρική ζώνη μεταξύ των 200 – 300 μέτρων έχει ένα ομοιόμορφο κανονικοποιημένο βάρος ίσο με 0,12, ενώ η υψομετρική ζώνη μεταξύ των 0 – 100 μέτρων γνωμοδοτείται με μόλις 0,03.

Για τις λειτουργίες ζώνης μια μήτρα ζωνών και μια μήτρα τιμών. Η μήτρα τιμών έχει προετοιμαστεί απο τις προαναφερθείσες διεργασίες. Η μήτρα των ζωνών καθορίζεται στο στάδιο της εισαγωγής και διαχείρισης των δεδομένων. Εξειδικευμένο προσωπικό διαχωρίζει σε ζώνες, ή, κατηγορίες τα θεματικά

επίπεδα. Ο ορισμός των ζωνών είναι σκόπιμο να διεξάγεται από ειδήμονες πάνω στον επιστημονικό τομέα που εντάσσεται το θεματικό επίπεδο, αλλά και από επιστήμονες που δραστηριοποιούνται στον χώρο αναφοράς των σεναρίων και των εκάστοτε προβλημάτων (σε αυτή την περίπτωση, επιστημονικό προσωπικό Α.Π.Ε.). Κάθε ζώνη λαμβάνει μια διαφορετική τιμή (value) στο πίνακα περιεχομένων τιμών (Value Attribute Table).

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί πως τόσο στις ζωνικές, όσο και στις γενικευμένες λειτουργίες, τα βάρη πολλαπλασιάζονται με ένα σταθερό αριθμό ίσο με 10000, καθώς το ArcGIS αντιλαμβάνεται στις αναλυτικές λειτουργίες μόνο ακέραιες τιμές. Επομένως, ένας πολλαπλασιασμός με ένα υψηλό αριθμό θα μεγεθύνει τα δεκαδικά κανονικοποιημένα βάρη.

Η σχέση άλγεβρας χαρτών που εφαρμόζεται στις λειτουργίες ζώνης (zonal) είναι (**Σχέση 4.2**):

$[\text{Value} = x] * w_s * 10000$	<b>ΣΧΕΣΗ 4.2</b>
Όπου: $x = \eta$ τιμή της ζώνης στον πίνακα περιεχομένων τιμών (VAT) $w_r = \text{το αρχικό σχετικό βάρος}$	

Στις γενικευμένες λειτουργίες, ο χρήστης θεωρεί πως το βάρος δεν κατανέμεται ομοιόμορφα εντός μιας ζώνης, αλλά ισοκατανέμεται ανάλογα με την απόσταση από το εξεταζόμενο θεματικό επίπεδο. Σε αυτή την περίπτωση διακρίνονται δύο κατηγορίες:

- Η εκδοχή του “καλύτερες περιοχές είναι οι μακρινές σε απόσταση” (Εκδοχή A)
- Η εκδοχή του “καλύτερες περιοχές είναι οι πλησιέστερες στο θεματικό επίπεδο” (Εκδοχή B)

Για παράδειγμα, ένα αιολικό πάρκο κρίνεται αναγκαίο να γειτνιάζει με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο της Δ.Ε.Η., αλλά θα πρέπει να είναι απομακρυσμένο από τα σεισμικά ρήγματα της περιοχής. Σε πρωταρχικό στάδιο δημιουργούνται οι ευκλείδειες αποστάσεις, από τα φατνία των θεματικών επιπέδων (source cells). Ο υπολογισμός των αποστάσεων πραγματοποιείται μεταξύ των κέντρων των κελιών. Οι αποστάσεις και γενικά όλες οι αναλυτικές λειτουργίες αποτελούν εκφράσεις του Map Calculator σε συνδυασμό με το Weighted Overlay, με προσέγγιση όμως προγραμματιστική (Visual Basic).

Στις υπολογιζόμενες ευκλείδειες αποστάσεις κατανέμεται το κανονικοποιημένο βάρος από την μήτρα τιμών. Οι δύο σχέσεις που δημιουργούνται για τον υπολογισμό των βαρών είναι (**Σχέσεις 4.3 και 4.4**):

**Τιμή φατνίου εκάστοτε θεματικού επιπέδου** = (Τιμή ευκλείδειας απόστασης  $x$ ) \* ( $w_s$  \* 10000  $b$ ) / (max τιμή pixel  $d$ ) ανάλογα με το εύρος των φατνίων  $\rightarrow \lambda * b / d$

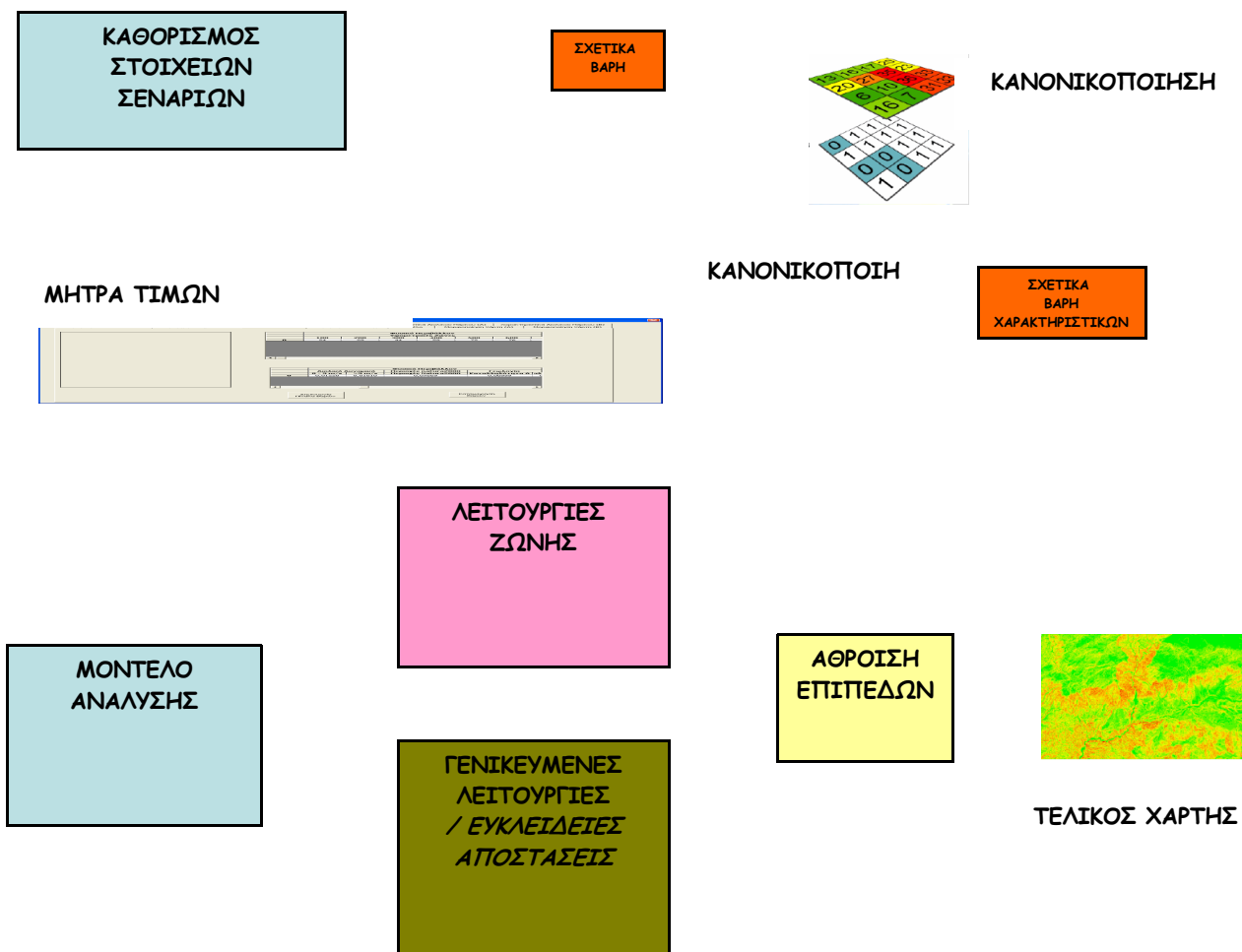
**Σχέση 4.3:** Τιμές φατνίων με αντιστοίχιση του βάρους ανάλογα με την απόσταση / Εκδοχή A

**Τιμή φατνίου εκάστοτε θεματικού επιπέδου** = (Τιμή Βάρους \* 10000  $b$ ) \* [(max τιμή pixel - Τιμή ευκλείδειας απόστασης) / (max τιμή pixel)] ανάλογα με το εύρος των φατνίων  $\rightarrow \lambda * [(d-x)/d]$

**Σχέση 4.4:** Τιμές φατνίων με αντιστοίχιση του βάρους ανάλογα με την απόσταση /

Τα θεματικά επίπεδα που δημιουργούνται απο τις αναλυτικές διεργασίες εισάγονται σε ένα νέο πλαίσιο δεδομένων και αθροίζονται ως να παραχθεί το τελικό συνδυαστικό θεματικό επίπεδο (combine frame / combine layer), όπου και με τη χρήση μιας κατάλληλη χρωματικής ράμπας απεικονίζονται διαβαθμισμένα οι καταλληλότητες. Με επαναταξινόμηση του συνδυαστικού επιπέδου και μετατροπή του αρχείου απο κανονικοποιημένη σε πολυγωνική μορφή, είμαστε σε θέση να επιτελέσουμε διάφορα χωρικά ερωτήματα (όπως για παράδειγμα ποιες περιοχές έχουν καταλληλότητα  $x$  και εμβαδόν μεγαλύτερο απο 200 στρέμματα).

Θα πρέπει να αναφερθεί πως το ίδιο μοντέλο εφαρμόζεται σε κάθε σενάριο. Για την ορθή λειτουργία του μοντέλου πρέπει να καθοριστεί ένα σταθερό μέγεθος φατνίου και ένα γεωγραφικό παράθυρο, εκτός των ορίων του οποίου δεν θα πραγματοποιείται ανάλυση (extent). Και τα δύο στοιχεία καθορίζονται απο τον χρήστη. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται λεπτομερώς το μοντέλο του χωρικού συστήματος υποστήριξης απόφασης HXORASYS (Σχήμα 4.12).



*Σχήμα 4.12: Μοντέλο συστήματος HXORASYS*

Ολοκληρώνοντας πρέπει να αναφερθεί πως το αναλυτικό μοντέλο παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με την μέθοδο της πολυκριτηριακής ανάλυσης (Multi – Criteria Evaluation). Η πολυκριτηριακή ανάλυση αποτελείται από μια σειρά αριθμητικών αλγορίθμων όπου εξάγει αποτελέσματα με βάση τα εισαγόμενα κριτήρια και τα σχετικά βάρη και χρησιμοποιεί μαθηματικά, ή, λογικά μέσα για όσες περιπτώσεις υπάρξουν ομοιότητες και εμπλοκές μεταξύ δεδομένων (conflicts). Επομένως, η απουσία από το μοντέλο μαθηματικών, ή, λογικών συναρτήσεων για τη ρύθμιση των εμπλοκών, καθώς και η μη λήψη των σχετικών βαρών μεταξύ των σεναρίων (πλην του απλού καθορισμού τους) διαφοροποιεί την υφιστάμενη μέθοδο από την πολυκριτηριακή ανάλυση και την οριοθετεί στα υβριδικά πλαίσια συνδυασμού μιας μεθόδου απόδοσης βαρών και της μεθολογίας των μητρών διπλής εισόδου των μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8: Η ΔΙΕΠΤΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΧΡΗΣΤΗ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η επικοινωνία του χρήστη με το σύστημα παίρνει σάρκα και οστά μέσω του γραφικού περιβάλλοντος. Το γραφικό περιβάλλον αποτελεί την διεπιφάνεια αλληλεπίδρασης, ή, αλλιώς το “διάυλο” μεταξύ του χρήστη και του συστήματος. Ο χρήστης χρησιμοποιεί τους πόρους του συστήματος για να παράγει ποικίλα σενάρια και να καταλήξει σε διάφορες λύσεις και συμπεράσματα.

Όσο και αν μπορεί να φαντάζει περίεργο, η καθολική επιτυχία του συστήματος και η τελική αποδοχή του από τους χρήστες θα διαμορφωθεί από το πόσο εύληπτο και εύχρηστο είναι. Δεκάδες λογισμικά, με τρομακτική ευχέρεια και ευρύτητα λειτουργιών πέρασαν στο περιθώριο, διότι δεν διέθεταν μιας ελκυστικής διεπιφάνεια αλληλεπίδρασης.

Μεγάλη σημασία στη διαμόρφωση της διεπιφάνειας διαδραματίζει και οι ομάδα χρηστών στην οποία απευθύνεται το σύστημα. Όσο ελαχιστοποιείται η επαφή και η γνώση των χρηστών με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, τόσο αυξάνονται οι απαιτήσεις για ένα επιμελημένο σχεδιασμό του γραφικού περιβάλλοντος, διότι σε αντίθετη περίπτωση το σύστημα δεν θα γίνει αντιληπτό και κατά συνέπεια δεν θα έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Τα στοιχεία που θα πρέπει να διαθέτει ένα γραφικό περιβάλλον είναι τα εξής:

- ⇒ *Λήψη απόφασης*
- ⇒ *Ανάκτηση πληροφοριών*
- ⇒ *Εμφάνιση και εξαγωγή πληροφοριών*
- ⇒ *Διαχείριση συστήματος*

Τα άνωθεν θεμελιώδη στοιχεία ενυπάρχουν στο γραφικό περιβάλλον χρήστη του συστήματος HXORASYS. Αναλυτικά, το σύστημα έχει τη σημαντική δυσκολία να απευθύνεται σε ένα ευρύ πεδίο ανθρώπων. Επομένως, είναι πιθανό να χρησιμοποιηθεί από απλούς πολίτες και ηλικιωμένους, οι οποίοι έχουν ελάχιστη, ή, ανύπαρκτη επαφή με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τη χρήση του λογισμικού και

του διαδικτύου, έως έμπειρους αναλυτές χώρου, μηχανικούς και ανώτερα διοικητικά στελέχη, των οποίων η εξειδίκευση επιτάσσει μια σοβαρότητα εμφάνισης και ποιότητας αποτελεσμάτων.

Η πρώτη έκδοση του συστήματος ευελπιστεί να καλύψει κάποιες ανάγκες σχεδιασμού και επέμβασης στο χώρο μέσα απο ένα μελετημένο γραφικό περιβάλλον. Είναι αυτονόητο όμως, πως η ενδεδειγμένη χρήση του συστήματος και αποδέσμευση του στην αγορά θα ορίσει τα μειονεκτήματα του συστήματος και θέσει τις βάσεις για ένα μεταγενέστερο σχεδιασμό του γραφικού περιβάλλοντος του χρήστη.

Ολοκληρώνοντας, πρέπει να αναφερθεί πως η δόμηση του γραφικού περιβάλλοντος του χρήστη πραγματοποιήθηκε με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Visual Basic. Η Visual Basic με την πληθώρα των γραφικών εργαλείων που διαθέτει, δίνει την προοπτική δημιουργίας μιας προσιτής προς τον χρήστη διεπιφάνειας αλληλεπίδρασης. Ορισμένα απο τα εργαλεία που αξιοποιήθηκαν είναι:

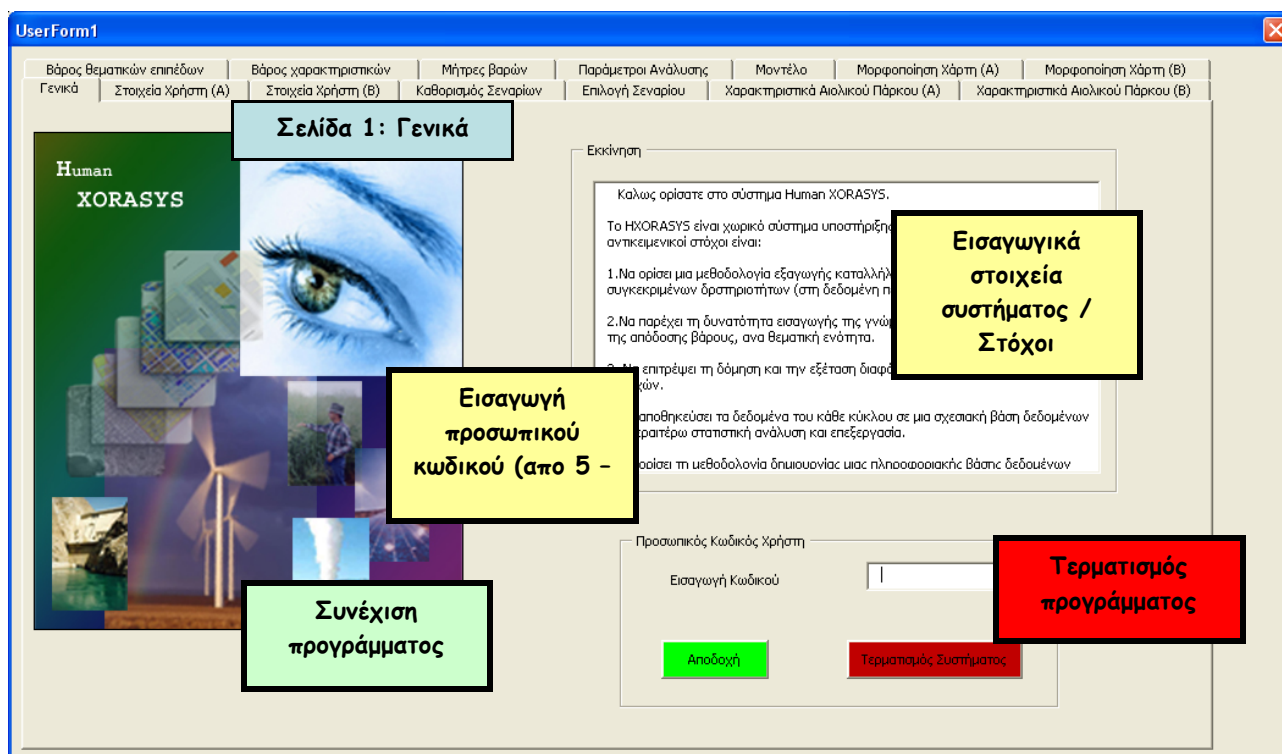
- *Comboboxes*
- *Listboxes*
- *MSFlexGrid*
- *TextBoxes*
- *ImageBoxes*
- *Labels*
- *Frames*
- *Multipages*
- *Scroll Bars*
- *Sliders*

Στις επόμενες ενότητες θα αναλυθούν, οι δυνατότητες του γραφικού περιβάλλοντος του συστήματος, σελίδα προς σελίδα. Με κατάλληλη αρίθμηση και σχολιασμό πάνω σε εικόνες του συστήματος, ο αναγνώστης θα αντιληφθεί τις λειτουργίες του συστήματος και θα είναι σε θέση να τρέξει με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα την εφαρμογή. Η ονομασία των ενοτήτων και η παρουσίαση των σελίδων θα γίνει σύμφωνα με τις δυνατότητες που παρέχονται.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.2: ΥΠΟΔΟΧΗ ΧΡΗΣΤΗ**



Στην πρώτη σελίδα, ο χρήστης καλωσορίζεται στο σύστημα και του παρουσιάζονται οι στόχοι του συστήματος. Σε αυτή την εισαγωγική επιφάνεια, ο χρήστης θα αντιληφθεί εάν το σύστημα πληρεί και ενδέχεται να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις (**Εικόνα 4.20**).



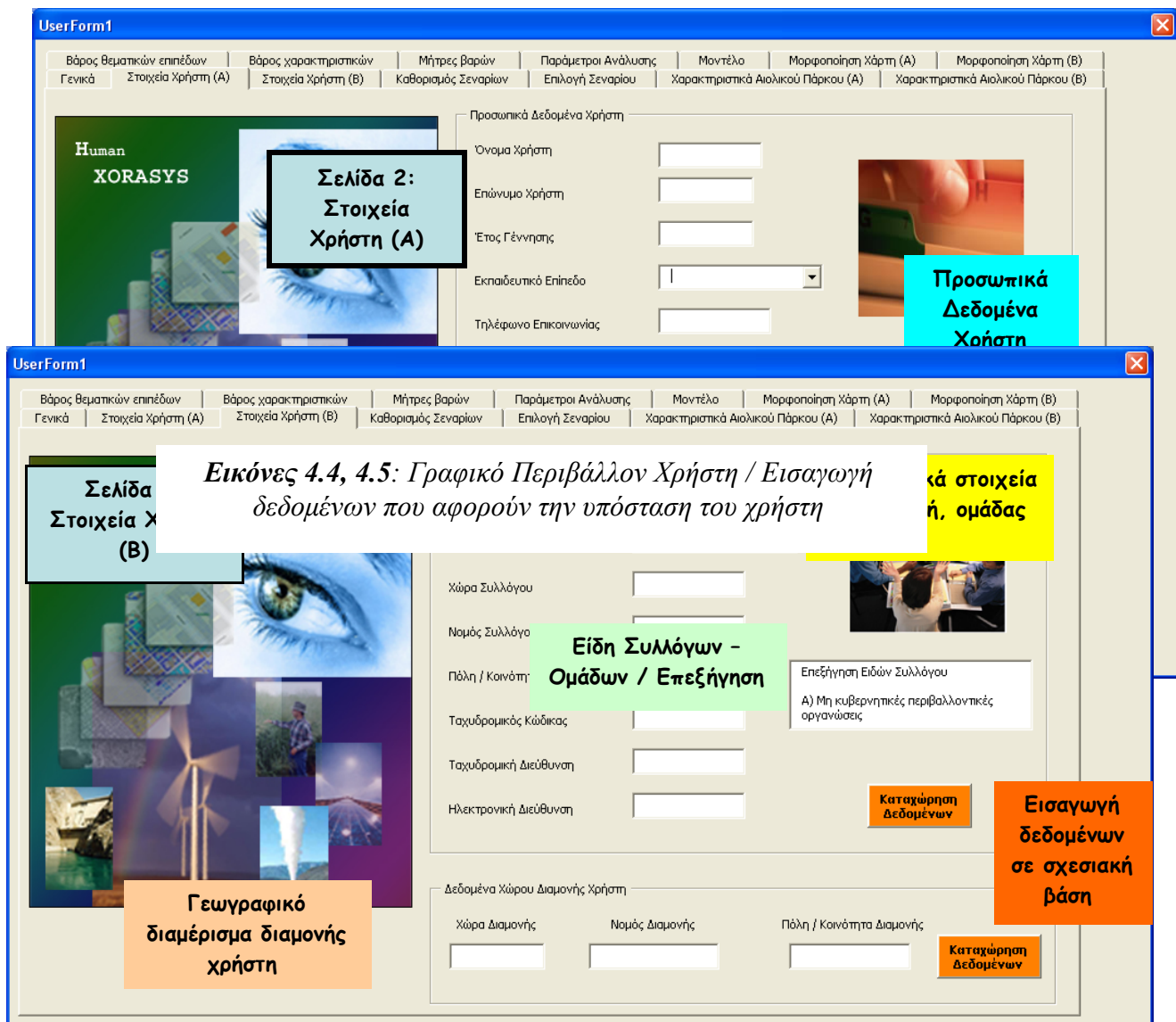
*Εικόνα 4.3: Γραφικό περιβάλλον χρήστη / Υποδοχή Χρήστη*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.3: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ**

Στις σελίδες 2 και 3, ο χρήστης εισάγει δεδομένα τύπου:

- Προσωπικά δεδομένα (όπως όνομα, επώνυμο κ.λ.π.)
- Δεδομένα χώρου κατοικίας
- Δεδομένα χώρου εργασίας
- Δεδομένα συλλόγου ένταξης

Η συμπλήρωση των περισσότερων δεδομένων είναι προαιρετική (Εικόνες 4.4, 4.5).



## ΙΟ 4.8.4: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

K  
E  
Φ  
A  
A

Στο τμήμα των σεναρίων, ο χρήστη θα προσδιορίσει τον αριθμό και τις ιδιαίτερες παραμέτρους του κάθε ενεργειακού σεναρίου, ή, της εξεταζόμενης εναλλακτικής λύσης. Τα στοιχεία του σεναρίου διαχωρίζονται σε:

1. Αριθμός Σεναρίων
2. Στοιχεία που αφορούν τους ενεργειακούς στόχους του σεναρίου
3. Δεδομένα που σχετίζονται με την αιολική εγκατάσταση
4. Δεδομένα σχετικά με τον τύπο και τα χαρακτηριστικά των ανεμογεννητριών
5. Το μέσο αιολικό δυναμικό της περιοχής

Ο χρήστης μέσα απο μια σειρά πλαισίων κειμένου και λιστών επιλέγει και τοποθετεί τα απαιτούμενα δεδομένα (των οποίων η συμπλήρωση είναι προαιρετική) και έχει τη δυνατότητα να τα εξάγει σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων για μακροπρόθεσμη διαχείριση και ανάκτηση. Απο την εικόνα 4.6 έως την εικόνα 4.9 παρουσιάζονται οι γραφικές διεπιφάνειες αλληλεπίδρασης του χρήστη με το σύστημα, για τον ορισμό των σεναρίων.

The screenshot shows a software window titled "UserForm1" with a menu bar and a main content area. The menu bar includes options like "Βάρος Βεσπικών επιπέδων", "Βάρος χαρακτηριστικών", "Μήτρες βαρών", "Παράμετροι Ανάλυσης", "Μοντέλο", "Μορφοποίηση Χάρτη (Α)", "Μορφοποίηση Χάρτη (Β)", "Γενικά", "Στοιχεία Χρήστη (Α)", "Στοιχεία Χρήστη (Β)", "Καθορισμός Σεναρίων", "Επιλογή Σεναρίου", "Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Α)", and "Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Β)".

The main content area is divided into two sections. On the left, there is a collage of images related to wind energy and a text box that reads: "Ο χρήστης καθορίζει τον επιθυμητό αριθμό". On the right, there is a form titled "Σενάρια - Εναλλακτικές Λύσεις" with a sub-section "Καθορισμός Αριθμού Σεναρίων". This section contains a small image of wind turbines and a text box that says "Απόδοση ανάματος σε κάθε σενάριο". Below this, there are two input fields: a text box on the left and a dropdown menu on the right, with a ">>" button between them.

At the bottom right, a yellow text box states: "Ο χρήστης επιλέγει κάθε ένα σενάριο (δεξί πλαίσιο κειμένου) και αποδίδει ένα νέο όνομα (αριστερό πλαίσιο κειμένου)".

UserForm1

Βάρος Βεβαιότητας | Γενικά | Μήτρες βαρών | Καθορισμός Σεναρίου | Παράμετροι Ανάλυσης | Επιλογή Σεναρίου | Μοντέλο | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (A) | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (B) | Μορφοποίηση Χάρτη (A) | Μορφοποίηση Χάρτη (B)


**Ο χρήστης πρέπει να επιλέξει ένα απο τα σενάρια και να καθορίσει τις**

Human  
XORASYS

**Εισαγωγή δεδομένων που αφορούν αμιγώς τα ενεργειακά**

Επιλογή Σεναρίου:  Βάρος Σεναρίου:  Αριθμός Συσκόμενων Γνωμοδότησης:

Καθορισμός Παραμέτρων Σεναρίου

Περιγραφή Σεναρίου:  

Επίπεδο Σχεδιασμού:

Εθνικός Ενεργειακός Στόχος σε MW:

Επιθυμητός Ενεργειακός Στόχος σε MW:

Εκτιμώμενη Τιμή Ενέργειας σε Euro:

Μέσο Αιολικό Δυναμικό σε m/s:

**Είσοδος των δεδομένων σε σχεσιακή βάση**

**Καταχώρηση Δεδομένων**

UserForm1

Βάρος Βεβαιότητας | Γενικά | Βάρος χαρακτηριστικών | Στοιχεία Χρήστη (A) | Στοιχεία Χρήστη (B) | Μήτρες βαρών | Καθορισμός Σεναρίου | Παράμετροι Ανάλυσης | Επιλογή Σεναρίου | Μοντέλο | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (A) | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (B) | Μορφοποίηση Χάρτη (A) | Μορφοποίηση Χάρτη (B)

Human  
XORASYS

**Δεδομένα που αφορούν την αιολική εγκατάσταση που σχετίζεται με το υπό εξέταση σενάριο**

Παράμετροι Αιολικής Εγκατάστασης (A)

Τύπος Αιολικής Εγκατάστασης:

Αριθμός Ανεμογεννητριών:

Διασύνδεση με Ηλεκτρικό Δίκτυο:

Ηλεκτρική Υποστήριξη από Δίκτυο:


Κύρια Μορφή Αξιοποίησης Παραγόμενης Ενέργειας:

Ονομαστική Ισχύς σε KW:

Ποσοστό Αναμενόμενης Αιολικής Δείξευσης WP:

Ποσοστό Εκτιμώμενη Διαθεσιμότητας A:

Αναμενόμενο Καθαρό Κέρδος Από Πώληση Ηλ. Ενέργειας σε Euro:





Εικόνες 4.6, 4.7, 4.8, 4.9: Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Καθορισμός Στοιχείων

**ΚΕΦΑΛ**

## **ΑΙΟ 4.8.5: ΕΙΣΟΔΟΣ ΒΑΡΩΝ**

Τρεις σελίδες απο το χειριστήριο του multipage είναι αφιερωμένες στην εισαγωγή των σχετικών και των κανονικοποιημένων βαρών. Ο χρήστης τόσο για τον ορισμό των σχετικών βαρών των θεματικών επιπέδων (layers), όσο και για τα σχετικά βάρη των επιμέρους χαρακτηριστικών (attribute classes) των θεματικών επιπέδων πρέπει πρώτα προσδιορίσει τη θέση του αντικειμένου όπου θα γνωμοδοτήσει. Πιο αναλυτικά, αρχικά επιλέγει το πλαίσιο δεδομένων (dataframe), το θεματικό επίπεδο και το χαρακτηριστικό όπου θέλει να εισάγει το βάρος. Αφού προσδιορίσει την τιμή του σχετικού βάρους, αποδέχεται (πατώντας τα πλήκτρα της “κατοχύρωσης”) την εισαγωγή του βάρους σε μια μήτρα τιμών και κατόπιν σε μια σχεσιακή βάση.

Για την εισαγωγή βαρών χρησιμοποιούνται τα χειριστήρια των sliders, όπου ο χρήστης καθορίζει μεμονωμένα το ακέραιο και το δεκαδικό τμήμα του σχετικού βάρους. Στις εικόνες 4.10, 4.11 και 4.12 παρουσιάζεται με σχολιασμό το γραφικό περιβάλλον.

UserForm1

Γενικά | Στοιχεία Χρήστη (Α) | Στοιχεία Χρήστη (Β) | Καθορισμός Σεναρίων | Επιλογή Σεναρίου  
Βάρος Θεματικών επιπέδων | Βάρος χαρακτηριστικών | Μήτρες βαρών | Παράμετροι Ανάλυσης

Human  
XORASY

Σε αυτή τη σελίδα ο χρήστης εισάγει το σχετικό βάρος ανά επιμέρους χαρακτηριστικό του θεματικού επιπέδου. Πρώτα επιλέγει πλαίσιο δεδομένων (dataframe) και κατόπιν θεματικό επίπεδο και χαρακτηριστικό

Τα σχετικά βάρη καθορίζονται μέσω των slider bar, σε δύο τμήματα: ένα ακέραιο και ένα

Attributes

100
200
300
400
500
600
>700

Καταχώρηση Βάρους

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΗΤΡΑΣ

Αποδοχή του σχετικού βάρους και εμφάνιση του στο δεξί μέρος της λίστας των χαρακτηριστικών

Ολοκλήρωση των

Φυσικό Περιβάλλον

Υπομετρικές Ζώνες

29,3

**Ο χρήστης αρχικά εισάγει τον αριθμό επανάληψης των γνωμοδοτικών συνεδριών >0 και συνεχίζει πατώντας το πλήκτρο**

**Το σχετικό βάρος αντιστοιχεί στο θεματικό επίπεδο ενός πλαισίου**

**Αφού εισαχθεί το σχετικό βάρος, ο χρήστης το κατοχυρώνει και εισάγεται στη μήτρα τιμών των βαρών των**

	ψομετρική	Θέση	Αιολικό	Περιοχές	Γεωλογία	Κλ
Κύκλος:1						
ΜΕΣΟΣ						
ΤΕΛΙΚΑ						

**Τελικές μήτρες σχετικών (πάνω μήτρα) και κανονικοποιημένων βαρών (κάτω μήτρα)**

**Ο χρήστης κατά διάρκεια του πρώτου σεναρίου δημιουργεί ένα πίνακα, όπου θα εισαχθούν οι τελικές τιμές των βαρών**

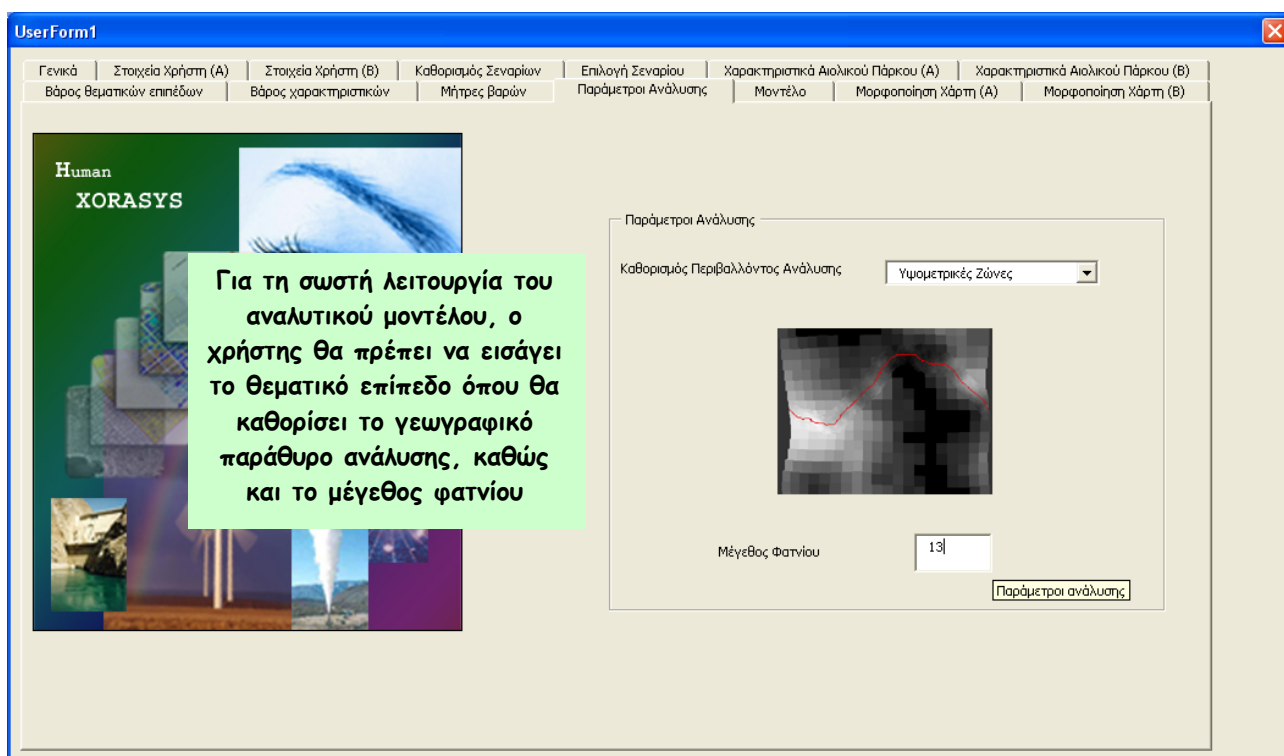
Εικόνες 4.10, 4.11, 4.12: Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Εισαγωγή Βαρών



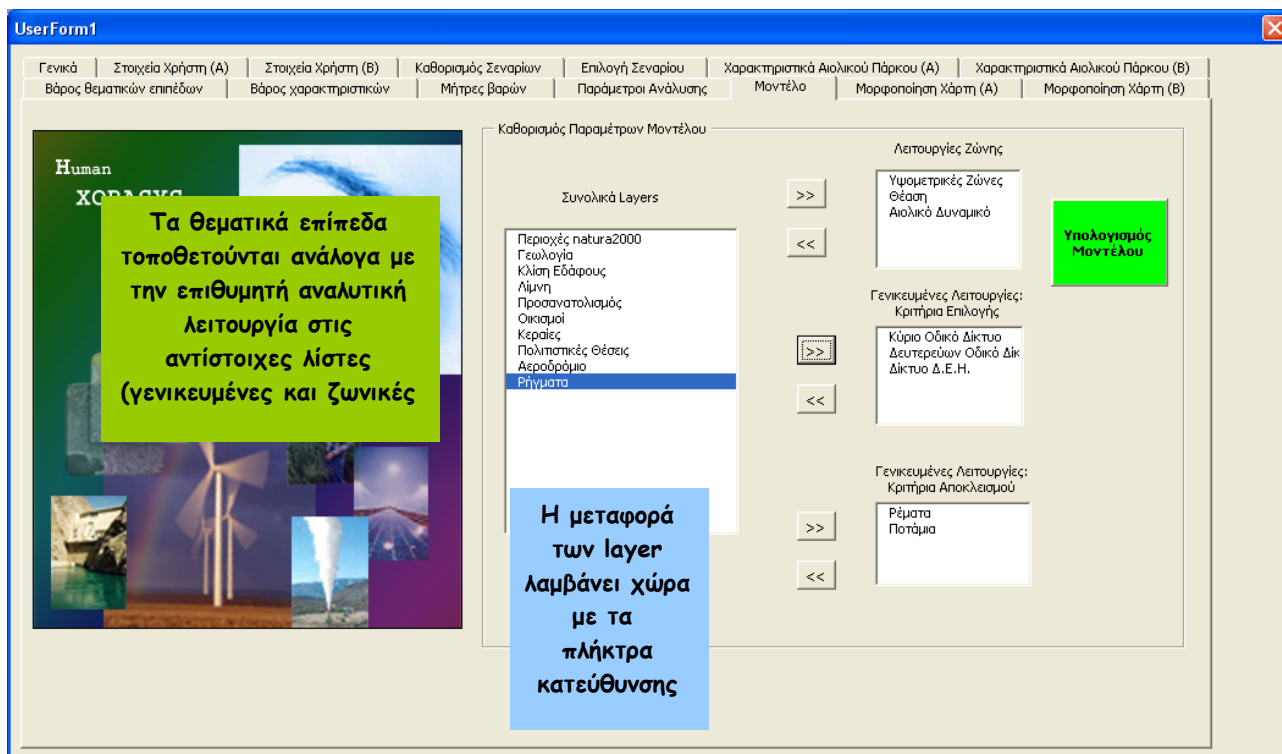
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.6: ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Με την τελεμάτωση της εισαγωγής βαρών, ο χρήστης καλείται να ενεργοποίηση του μοντέλου που θα του υποδείξει την καταλληλότητα των περιοχών, για τη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου. Πριν από την εφαρμογή του μοντέλου, ο χρήστης είναι απαραίτητο να εισάγει τις παραμέτρους ανάλυσης (γεωγραφικό παράθυρο ανάλυσης και μέγεθος φατνίου) και κατόπιν να εισάγει τα θεματικά επίπεδα στις αντίστοιχες λίστες, ανάλογα με την αναλυτική λειτουργία που θέλουμε να εφαρμοστεί επ' αυτών. Να αναφερθεί πως κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του μοντέλου εμφανίζεται ένα πλαίσιο, όπου ενημερώνει το χρήστη για την επιτυχή ολοκλήρωση των αναλυτικών διαδικασιών.

Στις εικόνες 4.13, 4.14 διαφαίνεται το γραφικό περιβάλλον του αναλυτικού μοντέλου.







Εικόνες 4.13, 4.14: Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Αναλυτικό Μοντέλο

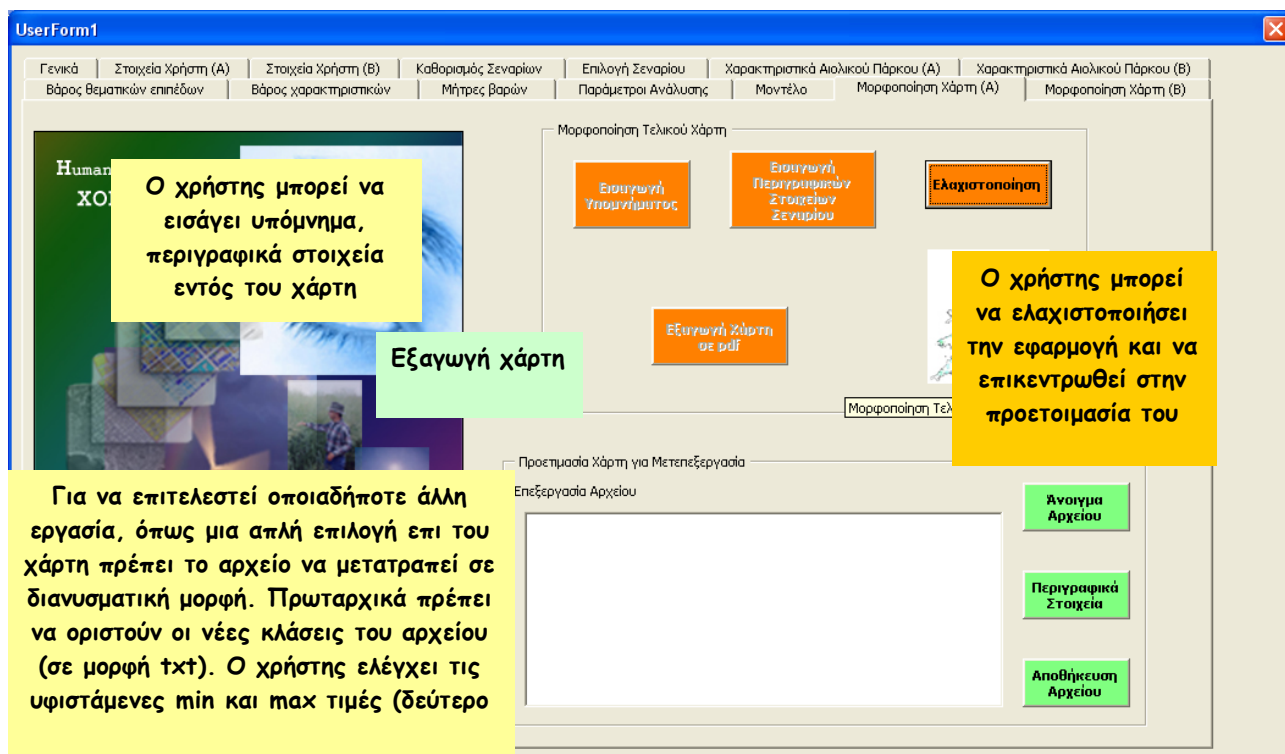
## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.8.7: ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΧΑΡΤΗ**

Ο τελευταίος τομέας του συστήματος είναι αυτός όπου δραστηριοποιείται στην μορφοποίηση, αλλά και επεξεργασία του παραγόμενου χάρτη. Αυτές οι δύο σελίδες είναι επιθυμητό να εφαρμόζονται με τη βοήθεια ενός εξειδικευμένου στο λογισμικό ανθρωπίνου δυναμικού, καθώς είναι πολύ πιθανό να προκύψουν σφάλματα και ερωτήματα σχετικά με τον τρόπο εισαγωγής των δεδομένων.

Ο χρήστης, διαμέσου των σελίδων μορφοποίησης έχει τη δυνατότητα να εξάγει τα πορίσματα του συστήματος (τα οποία και διαμορφώθηκαν μέσα από τα βάρη του), καθώς και να επιτελέσει περαιτέρω διαχειριστικές και αναλυτικές λειτουργίες. Η εξαγωγή του χάρτη γίνεται σε μορφή pdf, ώστε να είναι σε θέση να συνδυαστεί και με κάποιο κείμενο που τεκμαίρεται για τις απόψεις του.

Επι του χάρτη, ο χρήστης είναι σε θέση να εισάγει κείμενο και υπόμνημα, ώστε όταν δημοσιοποιήσει τα συμπεράσματα του συστήματος, να γίνονται αντιληπτά από τους τρίτους. Βέβαια, σε αυτό το στάδιο εμφανίστηκαν ορισμένα προβλήματα που πολύ πιθανό οφείλονται στον επεξεργαστή του υπολογιστή (AMD) και στο λογισμικό. Για αυτό το λόγο, πριν εξάγει τον χάρτη είναι επιθυμητό ο χρήστης να ελαχιστοποιεί την εφαρμογή και να επιτελεί τις όποιες χαρτογραφικές λειτουργίες.

Το θεματικό επίπεδο που παράγεται από την ανάλυση είναι σε float – grid format. Επομένως, για να είναι δυνατή η οποιαδήποτε επεξεργασία του πρέπει να μετατραπεί σε διανυσματική μορφή. Αρχικά, ο χάρτης επαναταξινομείται (reclassify) και ορίζονται οι νέες κλάσεις. Εν συνεχεία επιτυγχάνεται η ταξινόμηση και η μετατροπή από κανονικοποιημένο σε διανυσματικό αρχείο (σχηματικό αρχείο πολυγωνικής τοπολογίας). Αφού ο χρήστης χρωματίσει ανάλογα με τις στάθμες καταλληλότητας είναι σε θέση να επιλέξει και να εξάγει σε ένα νέο σχηματικό αρχείο τις επιθυμητές περιοχές. Για παράδειγμα, να θέλει να εντοπίσει τις περιοχές με καταλληλότητα 5 και εμβαδόν 150.000 m<sup>2</sup>. Με αντίστοιχη συμπλήρωση των πεδίων παράγονται τα επιθυμητά αποτελέσματα. Στις εικόνες 4.15 και 4.16 διαφαίνεται το γραφικό περιβάλλον της μορφοποίησης και μετεπεξεργασίας του χάρτη.



UserForm1

Γενικά	Στοιχεία Χρήστη (A)	Στοιχεία Χρήστη (B)	Καθορισμός Σεναρίων	Επιλογή Σεναρίου	Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (A)	Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (B)
Βάρος θεματικών επιπέδων	Βάρος χαρακτηριστικών	Μήτρες βαρών	Παράμετροι Ανάλυσης	Μοντέλο	Μορφοποίηση Χάρτη (A)	Μορφοποίηση Χάρτη (B)

**Ε** Αφού ο χρήστης ορίσει τις νέες κλάσεις είναι σε θέση να επαναταξινομήσει το αρχείο, να το μετατρέψει σε διανυσματική δομή και να εισάγει μια χρωματική παλέτα ανάλογα με την τιμή

**Ε**πι του διανυσματικού αρχείου, ο χρήστης αφού καθορίσει τα πεδία της καταλληλότητας και του εμβαδού μπορεί να διερευνήσει και να εξάγει (σχηματικό αρχείο) περιοχές που τον ενδιαφέρουν

**Επαναταξινόμηση Χάρτη**

Επαναταξινόμηση (Reclassify)

Μετατροπή σε διανυσματικό αρχείο (Convert Raster to Vector)      Καθορισμός Παλέτας Διανυσματικού Αρχείου

**Επιλογή Περιοχών**

Καθορισμός Πεδίου Καταλληλότητας

Καθορισμός Πεδίου Εμβαδού

Καθόρισε το εμβαδό του επιθυμητού αιολικού πάρκου (Area) σε m2

Επίπεδο Καταλληλότητας

Επιλογή Περιοχών      Εξυγνώγη Περιοχών

Καθορισμός Επιλογών

*Εικόνα 4.15, 4.16: Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη / Μορφοποίηση και επεξεργασία χάρτη*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9 : ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Έπειτα απο την μεστή παρουσίαση των συστατικών στοιχείων του συστήματος HXORASYS έφτασε η στιγμή, να τεθεί σε εφαρμογή. Μέσα απο τη δοκιμή του προγράμματος θα διαφανεί ο τρόπος λειτουργίας του, όπως επίσης και εκείνες οι βελτιώσεις οι οποίες μπορούν να αναδείξουν το σύστημα σε ένα χρήσιμο εργαλείο στα χέρια κάθε σχεδιαστή και αναλυτή χώρου. Γεωγραφικό πεδίο εφαρμογής του συστήματος είναι η *νήσος Μήλος*.

Υπό φυσιολογικές συνθήκες απαιτούνται δεκάδες τρεξίματα του συστήματος απο διάφορους χρήστες. Αυτό δύναται να πραγματοποιηθεί στα πλαίσια ενός, ή, περισσότερων σεμιναρίων και εκθέσεων, όπου οι χρήστες θα έχουν τη δυνατότητα να θέσουν σε εφαρμογή το σύστημα. Επιπρόσθετα, οι πολλαπλές εφαρμογές του θα υποδείξουν αυτόματα τα σημεία διόρθωσης, ώστε να εξυψωθεί η χρηστικότητα του και η αποτελεσματικότητα του.

Σε αυτό το σύγγραμμα θα αναφερθεί ένα παράδειγμα εφαρμογής του συστήματος. Όμως, στο CD που συνοδεύει τη διπλωματική, ο αναγνώστης θα εντοπίσει και ένα ακόμη παράδειγμα απο το οποίο θα προσδιορίσει με ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια τις δυνατότητες και προοπτικές του συστήματος. Οι θεματολογίες των παραδειγμάτων θα είναι οι εξής:

- 1. Εξέταση των εναλλακτικών σεναρίων χωροθέτησης αιολικών πάρκων με διαφορετική ισχύ.*
- 2. Τι θα συνέβαινε αν ο χρήστης έχει στη διάθεση του λιγότερα δεδομένα / Έρευνα για την αποτελεσματικότητα του συστήματος σε ανεπάρκεια δεδομένων.*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.2: ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Σε μια ομάδα τοπογράφων μηχανικών, οι οποίοι έχουν στη διάθεση του το σύστημα HXORASYS και δεδομένα της Νήσου Μήλου, τους ζητούνται να εξετάσουν δύο εναλλακτικά σενάρια χωροθέτησης:

- 1. Το σενάριο χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου παραγόμενης ισχύος 30 MW*
- 2. Το σενάριο χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου παραγόμενης ισχύος 160 MW*

Οι θέσεις χωροθέτησης δεν είναι προκαθορισμένες και επομένως το σύστημα θα υποδείξει εκείνο τις περιοχές όπου θα εκκινήθούν επίγειοι έλεγχοι και περαιτέρω μετρήσεις για την τελική χωροθέτηση του πάρκου. Το αιολικό πάρκο πρέπει να συγκεράσει και να μεριμνά τόσο για τις μεταβλητές του φυσικού περιβάλλοντος, όσο και για τα τεχνικά του κριτήρια.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.1: Εισαγωγή**

Για τη λειτουργία του μοντέλου και γενικά του χωρικού συστήματος υποστήριξης απόφασης απαιτούνται δεδομένα. Ο τύπος και η προέλευση των δεδομένων ποικίλει. Οι βασικοί τύποι των δεδομένων που συναντώνται είναι οι εξής:

- Διανυσματικές οντότητες (σημειακές, γραμμικές και πολυγωνικές)*
- Κανονικοποιημένα δεδομένα, με θεμελιώδη οντότητα, το φατνίο*

Οι προελεύσεις των δεδομένων και μέθοδοι συλλογής τους διαφοροποιούνται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς μεθόδους. Στις πρωτογενείς πηγές, τα γεωγραφικά δεδομένα προέρχονται απ' ευθείας από μετρήσεις, ενώ στις δευτερογενείς πηγές, ήδη συλλεγμένα δεδομένα, όπως για παράδειγμα αεροφωτογραφίες και χάρτες, σαρώνονται και ψηφιοποιούνται, προκειμένου να παραχθεί η απαραίτητη πληροφορία.

Για τις ανάγκες της λειτουργίας του συστήματος έπρεπε να προετοιμαστούν όλα εκείνα τα χωρικά δεδομένα που είναι απαραίτητα για την πλήρη κάλυψη και το ορθό πόρισμα στο πρόβλημα που αναδεικνύεται με την χωροθέτηση αιολικών πάρκων. Η γεωγραφική περιοχή αναφοράς των δεδομένων επιλέχθηκε να είναι η *νήσος Μήλος*.

Η Μήλος βρίσκεται στην νοτιοδυτική άκρη των Κυκλάδων, 120 χλμ (75 μίλια) ανατολικά των ακτών της Λακωνίας. Από Ανατολικά προς Δυτικά έχει πλάτος 23 χλμ, από Βορρά σε Νότο 13 χλμ, και η επιφάνειά της εκτιμάται στα 151 τετρ. χλμ. Έχει σχήμα πετάλου, σχηματίζοντας μεγάλο κόλπο. Το ψηλότερο βουνό είναι ο Προφήτης Ηλίας στο δυτικό μέρος του νησιού (720μ). Τα πιο μεγάλα κοντινά νησιά είναι η Κίμωλος (1.6 χλμ βορειοανατολικά), η Αντιμήλος (20 χλμ βορειοδυτικά) και Πολύαιγος (2 χλμ δυτικά.).

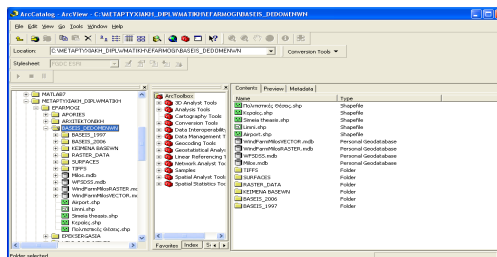
Ως νήσος των Κυκλάδων, η Μήλος παρουσιάζει υψηλό ενδιαφέρον απο άποψη αξιοποίησης του ισχυρού αιολικού δυναμικό. Σύμφωνα και με στοιχεία του Κ.Α.Π.Ε., η Μήλος παρουσιάζει αρκετές περιοχές με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό (πρακτικά > 4 m/s), ενώ με παράλληλη εκμετάλλευση των εποχιακών ανέμων (για παράδειγμα μελτέμια) μπορεί να παραχθούν υψηλές ποσότητες ηλεκτρικής ισχύος απο τον άνεμο.

Το μεγαλύτερο μέρος των δεδομένων για τη νήσο Μήλο προήλθαν απο τα εκπαιδευτικά δεδομένα του συγγραμματος “ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ArcGIS 9x ΜΕ ΑΠΛΑ ΛΟΓΙΑ” (Ανδρουλακάκης Ν., Κουτσόπουλος Κ., 2005). Όμως ακόμα και με τη χρήση αυτών δεδομένων παρουσιάστηκαν ελλείψεις σε αρκετά στοιχεία που απαιτούνται για να προσδιοριστούν με ακρίβεια και ορθότητα, οι περιοχές χωροθέτησης απο το σύστημα HXORASYS. Ενδεικτικά αναφέρεται η έλλειψη του θεμελιώδους στοιχείου που είναι ένας χάρτης αιολικού δυναμικού για τη Μήλο. Στις επόμενες υποενότητες θα λάβει χώρα μια προσεγμένη αναφορά στα δεδομένα και στον τρόπο συλλογής τους.

Η αποθήκευση των χωρικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε εντός προσωπικών γεωβάσεων. Συγκεκριμένα δημιουργήθηκαν δύο προσωπικές γεωβάσεις (personal geodatabases) (*Εικόνα 4.17*):

- Μιας προσωπικής γεωβάσης, όπου φιλοξενεί τα διανυσματικά δεδομένα (*WindFarmMilos VECTOR*).
- Μιας προσωπικής γεωβάσης, όπου θα φιλοξενεί τα κανονικοποιημένα δεδομένα (*WindFarmMilos RASTER*).

Γεωβάση  
αποθήκευσης  
διανυσματικών  
δεδομένων



Γεωβάση  
αποθήκευσης  
κανονικοποιημένων  
δεδομένων

Εικόνα 4.17: Προσωπικές γεωβάσεις κανονικοποιημένων και

Αρχικά τα δεδομένα αποθηκεύονται σε διανυσματική μορφή, στη προσωπική γεωβάση WindFarmMilos VECTOR και κατόπιν, για τις ανάγκες του μοντέλου του συστήματος μετατρέπονται σε κανονικοποιημένη μορφή και αποθηκεύονται στη προσωπική γεωβάση WindFarmMilos RASTER.

Η οργάνωση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε τρία πλαίσια δεδομένων, ή, αλλιώς dataframes:

- ⇒ Φυσικό Περιβάλλον
- ⇒ Ανθρωπογενές Περιβάλλον
- ⇒ Κίνδυνοι

Αυτή η ιεράρχηση ακολουθεί τη μεθοδολογία προσέγγισης των περιβαλλοντικών μεταβλητών, όπως ακριβώς πληρείται στις διάφορες Μ.Π.Ε. και επιτρέπει το συνυπολογισμό όλων των πιθανών παραμέτρων που εμπλέκονται σε μια δραστηριότητα, ή, μια πολιτική.

Το γεωγραφικό σύστημα αναφοράς που επιλέγεται είναι το *Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του '87*, ενώ ως μέγεθος φατνίου επιλέγονται τα **13 μέτρα**. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι το σύνολο των δεδομένων προέκυψε από ψηφιοποίηση χαρτών κλίμακας 1:50000. Επομένως, με αυτή την κλίμακα και λαμβάνοντας υπόψη ότι η ανθρώπινη διακριτική – διαχωριστική ικανότητα είναι το 1 / 4 mm μεταφράζεται ότι το ελάχιστο μέγεθος φατνίου (pixel size) πρέπει να είναι 12,5 μέτρα και κατόπιν στρογγυλοποίησης 13 μέτρα, τιμή που υιοθετείται για το σύνολο των μετατροπών.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.2: Φυσικό περιβάλλον**

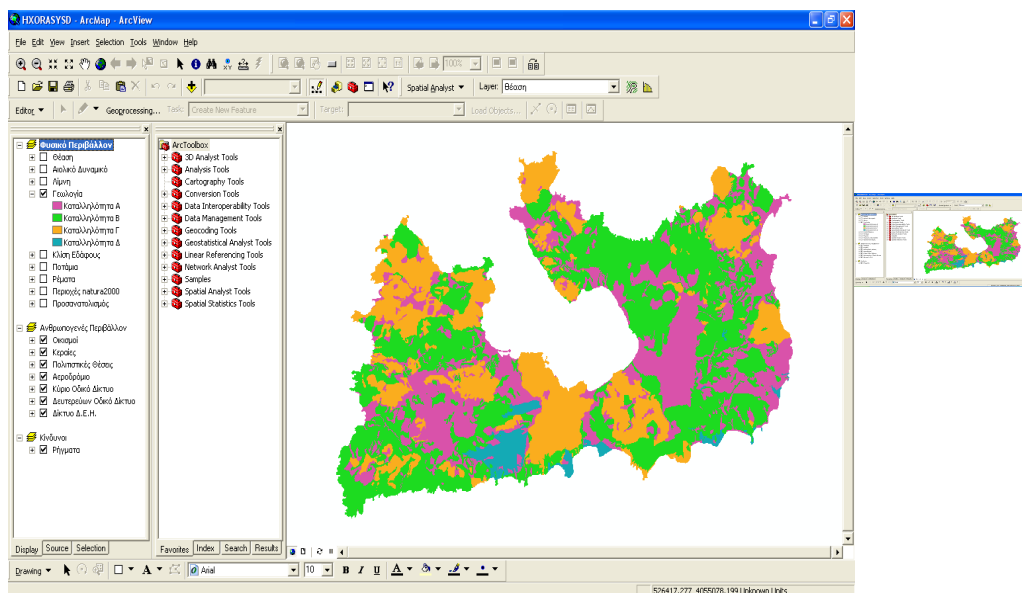
### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.2.1:Γεωλογία**

Η νήσος Μήλος, λόγω και της τοποθέτησης της στο περίφημο Ελληνικό ηφαιστειακό τόξο, παρουσιάζει αξιόλογη τεκτονική και γεωλογική δραστηριότητα. Πετρώματα όπως του μπεντονίτη, περλίτη, της ποζολάνης και μικρές ποσότητες καολίνης και πυριτικού εξορύσσονται στη Μήλο και εξάγονται σε όλο τον κόσμο. Στο παρελθόν στη Μήλο εξορυσσόταν βαρυντίνη (έως το 2000), θείο (μέχρι τα μέσα του 20ού αιώνα), μηλόπετρες (μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα), μαγγάνιο και γύψος. Στα αρχαία χρόνια, η Μίλια Γη χρησιμοποιούταν ως χρωστική ουσία από τους καλλιτέχνες. Η Μήλος ήταν πηγή οψιδιανού, ο οποίος χρησιμοποιείτο για κατασκευή λίθινων εργαλείων κατά τη νεολιθική εποχή σε όλη την περιοχή γύρω από το Αιγαίο αλλά και γενικά στη λεκάνη της Μεσογείου (πηγή *Wikipedia*).

Η γεωλογική κατάσταση του εδάφους παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου. Οι αιολικές εγκαταστάσεις δεν πρέπει να χωροθετούνται σε εδάφη με ανεπαρκείς μηχανικές ιδιότητες και να προκαλούν φαινόμενα διάβρωσης.

Τα γεωλογικά δεδομένα της Μήλου βρέθηκαν σε ψηφιακή μορφή, υπό κλίμακα 1 : 25000. Συνολικά εμφανίζονται 4 στάθμες καταλληλότητας, με πιο κατάλληλες τις νότιες περιοχές του νησιού. Στο θεματικό επίπεδο της γεωλογίας εφαρμόστηκε η αναλυτική εργασία της τομής (intersect) με αλληλοεπιτιθέμενο επίπεδο αυτό της ακτογραμμής, καθώς μας ενδιαφέρει η γεωλογική κατάσταση αποκλειστικά της νήσου Μήλου. Έπειτα από την εφαρμογή της τομής, το διανυσματικό αρχείο μετατράπηκε σε κανονικοποιημένη μορφή, με pixel size 13 και με γεωγραφικό σύστημα αναφοράς το ΕΓΣΑ '87 (*Εικόνα 4.18*).





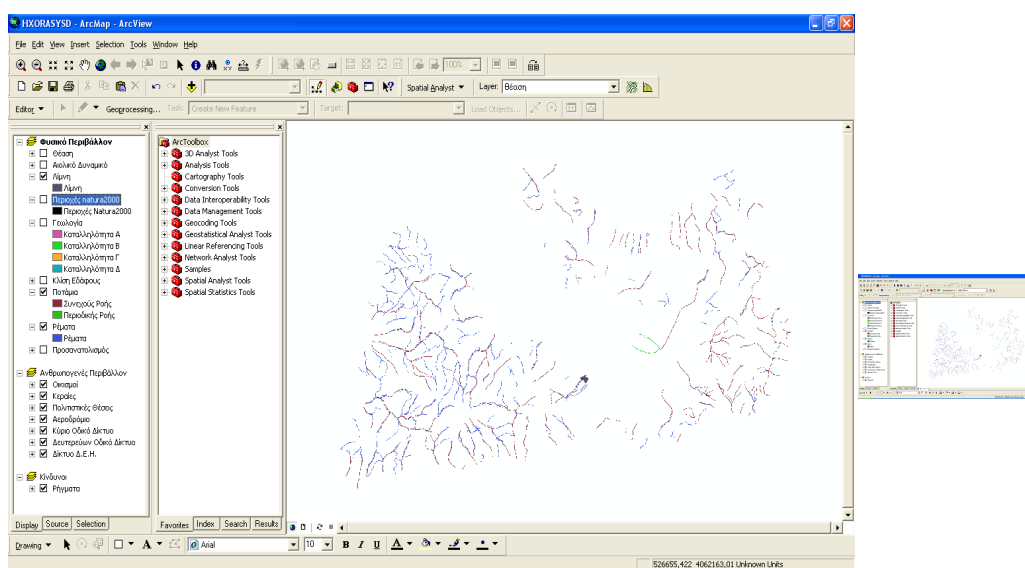
*Εικόνα 4.18: Θεματικό επίπεδο γεωλογικής καταλληλότητας νήσου Μήλου*

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.2.2: Υδρογραφικό δίκτυο (ποτάμια / λίμνη / ρέματα)**

Μια πιθανή επίπτωση ενός αιολικού πάρκου είναι η μόλυνση των γειτονικών επιφανειακών υδάτων του υδρολογικού δικτύου, όπως επίσης και η ανάσχεση της φυσικής ροής των υδάτων, που δύναται να

προκληθεί από τις κατασκευές της δραστηριότητας. Ένας τέτοιος φραγμός συχνά καταλήγει σε μικροπλημμύρες, ιδιαίτερα κατά την χειμερινή και εαρινή περίοδο και θέτει σε κίνδυνο τη λειτουργία του πάρκου. Για αυτούς τους λόγους, το υδρολογικό δίκτυο πρέπει να συμπεριληφθεί, ως στοιχείο εισόδου στο αναλυτικό μοντέλο του συστήματος (**Εικόνα 4.19**).

Τα δεδομένα των ποταμών, της λίμνης και των ρεμάτων είναι σε ψηφιακή μορφή, υπό κλίμακες 1 : 50.000 και 1 : 5000. Εφαρμόστηκε το αναλυτικό εργαλείο της τομής (intersect), με αλληλοεπιτειθέμενο επίπεδο αυτό της ακτογραμμής (ποτάμια, ρέματα), ενώ το τελικό κανονικοποιημένο αρχείο έχει διαστάσεις ψηφίδας 13 μέτρων. Τα ποτάμια διαχωρίζονται σε περιοδικής και συνεχούς ροής.



*Εικόνα 4.19: Υδρογραφικό δίκτυο νήσου Μήλου*

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.2.3: Περιοχές natura2000**

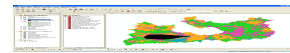
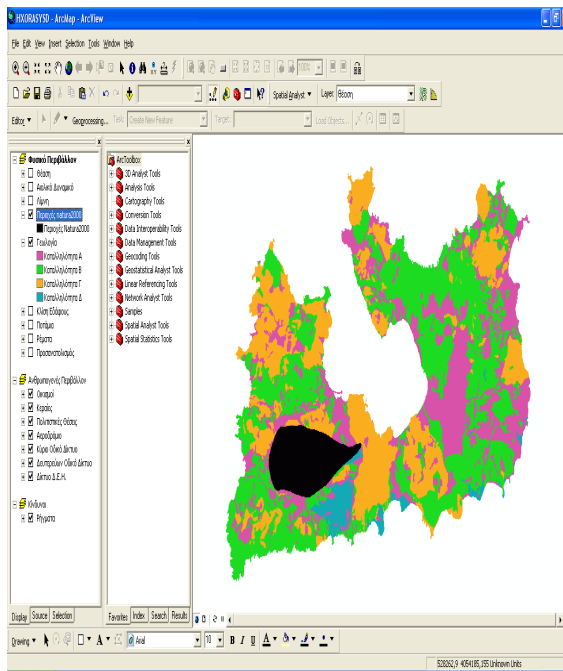
Το σύνολο των αναπτυξιακών δραστηριοτήτων, μεταξύ των οποίων και τα αιολικά πάρκα, δεν πρέπει να χωροθετούνται σε περιοχές όπου κρίνονται ως ανεκτίμητης φυσικής περιβαλλοντικής αξίας. Τέτοιες είναι και οι περιοχές Natura 2000. Η Αντιμήλος, μέρος της δυτικής Μήλου και η Πολύαιγος έχουν ενταχθεί στο δίκτυο σημαντικών βιοτόπων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μέσα στα πλαίσια του προγράμματος Natura 2000. Πιο συγκεκριμένα στη Μήλο ενδημούν πολλές κασίκες και αιγοπρόβατα, όμως ένα χαρακτηριστικό ζώο

της Μήλου είναι ένα ενδημικό είδος οχιάς *Vipera Lebetina*. Η οχιά αυτή είναι προστατευόμενο είδος και το δηλητήριο της χρησιμοποιείται για την παρασκευή φαρμάκων. Καθώς το νησί αποτελεί ένα πέρασμα για ένα μεγάλο πλήθος αποδημητικών πουλιών που περνάνε την άνοιξη από την Αφρική προς την Ευρώπη και αντίστροφα το φθινόπωρο, είναι ενδιαφέρον για τους παρατηρητές πουλιών (πηγή [agrotavel.gr](http://agrotavel.gr)) (**Εικόνα 4.20**).



**Εικόνα 4.20:** Αποδημητικά πτηνά και το προστατευόμενο είδος *Vipera Lebetina* ([agrotavel.gr](http://agrotavel.gr) / [oikade.gr](http://oikade.gr))

Οι περιοχές Natura 2000 στη δυτική Μήλο προήλθαν από ψηφιοποίηση αναλογικού (σαρωμένου) χάρτη υπό κλίμακα 1 : 100.000. Το σύστημα αναφοράς είναι το ΕΓΣΑ '87, ενώ το φατνίο στο κανονικοποιημένο αρχείο είναι 13 μέτρα (**Εικόνα 4.21**).

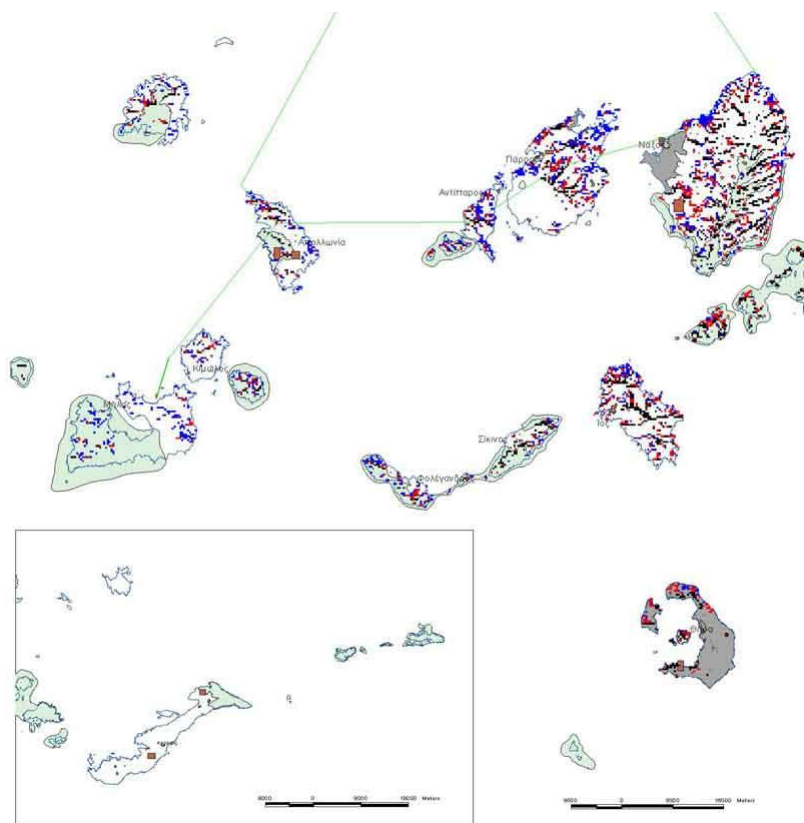


*Εικόνα 4.21: Περιοχές Natura 2000 νήσου Μήλου*

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.2.4: Αιολικό δυναμικό**

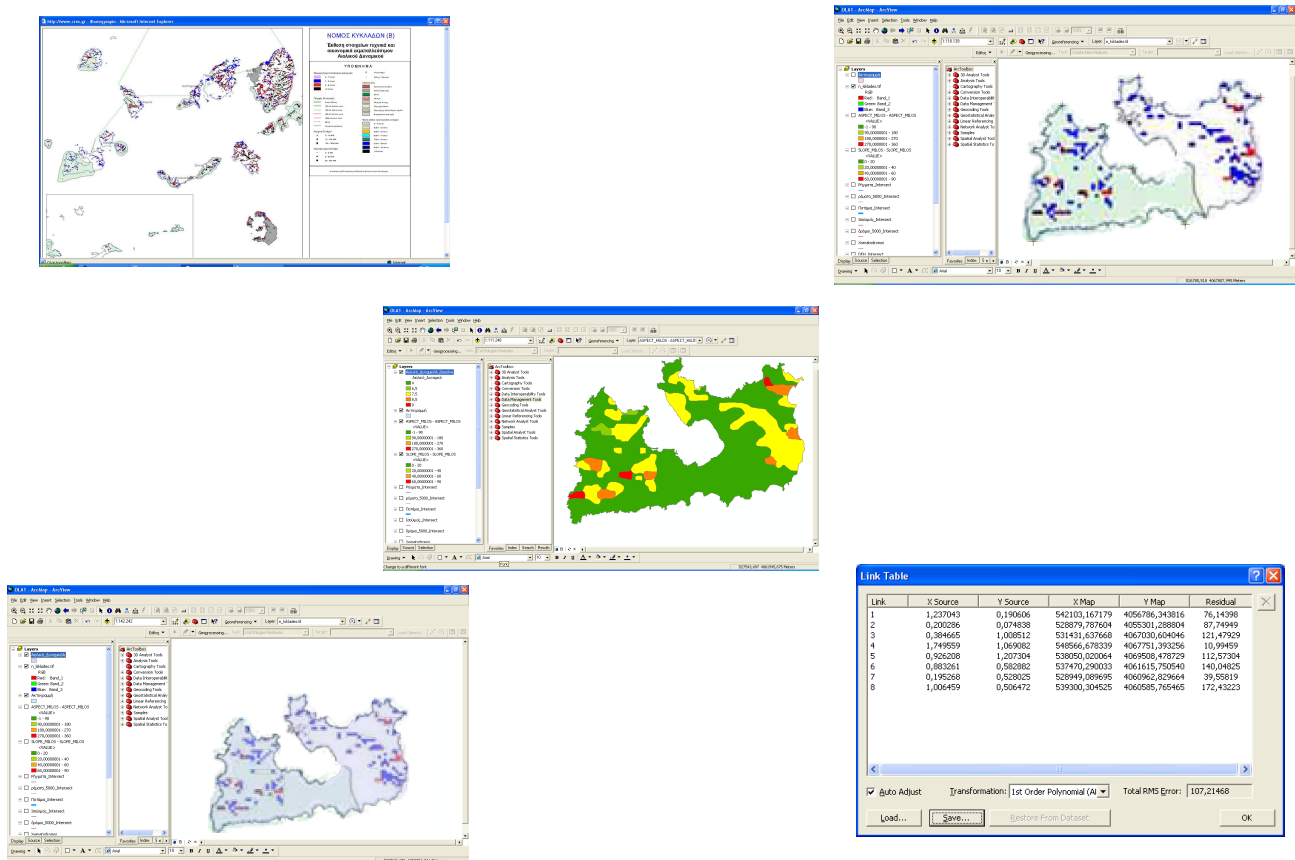
Ο παράγοντας κλειδί στη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου είναι το αιολικό δυναμικό και πιο συγκεκριμένα το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό. Η συνιστώσα του ανέμου αποτελεί μια τεχνική παράμετρο, καθώς η ένταση του ανέμου συνήθως καθορίζει και το που θα χωροθετηθεί το πάρκο. Εντάσεις πάνω από την ταχύτητα εκκίνησης, δηλαδή πάνω από 4 m/s, ή, εναλλακτικά 3 – 4 Beaufort θεωρούνται ικανοποιητικές για να χωροθετηθεί μια αιολική δραστηριότητα.

Μια βασική σκόπελος που έπρεπε να αντιμετωπιστεί είναι η έλλειψη κάποιου χάρτη (κατά προτίμηση συμβατής μορφής με το ArcGIS), που να εμφανίζει το αιολικό δυναμικό σε μια γεωγραφική ζώνη. Τελικά βρέθηκε μια σειρά χαρτών, σε μορφή jpeg, στην ιστοσελίδα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, που εμφανίζει το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό στη Μήλο (καθώς και σε όλη την Ελλάδα). Αυτό το στοιχείο θεωρήθηκε ως αρκετό για την παροχή της απαραίτητης πληροφορίας του αιολικού δυναμικού (*Εικόνα 4.22*).



*Εικόνα 4.22: Εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό (πηγή cres.gr)*

Απο το σύνολο της εικόνας έγινε εξαγωγή μόνο του γεωγραφικού τμήματος της Μήλου (στο λογισμικό Photoshop). Η εικόνα εισήχθη στο ArcGIS και τοποθετήθηκε χονδροειδώς σε συνδυασμό με το θεματικό επίπεδο της ακτογραμμής (*fit to display*). Ακολούθησε η σχολαστική διεργασία της γεωαναφοράς της εικόνας (*georeferance*) και τελικής ψηφιοποίησης των ζωνών με συγκεκριμένο αιολικό δυναμικό (*editing*). Το διανυσματικό αρχείο που προκύπτει έχει πολυγωνική τοπολογία, ενώ το κανονικοποιημένο έχει μέγεθος φατνίου 13 μέτρα (*Εικόνα 4.23*).



Εικόνα 4.23: Βήματα δημιουργίας χάρτη αιολικού

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.2.5: Υψομετρικές ζώνες / κλίσεις / προσανατολισμός

Το κριτήριο της φυσιογραφίας και του αναγλύφου επεμβαίνει καθοριστικά σε συνδυασμό με το θεματικό επίπεδο του αιολικού δυναμικού στην πλήρωση των τεχνικών παραμέτρων ενός αιολικού πάρκου. Γενικά, ισχύει πως το υψόμετρο χωροθέτησης θα πρέπει να είναι υψηλό (κυρίως πάνω από ένα μέσο ύψος 50 μέτρων, ώστε να μην εμφανίζονται εμπόδια και φαινόμενα τύρβης), οι κλίσεις σχετικά ομαλές (8 – 15 μοίρες) και ο προσανατολισμός του αναγλύφου να είναι προς την κυριαρχούσα διεύθυνση πνοής του ανέμου (στην περίπτωση της Μήλου N / NW / NE, σύμφωνα με στοιχεία της Ε.Μ.Υ.).

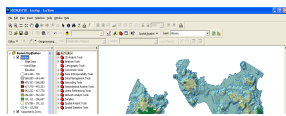
Για την προετοιμασία των συγκεκριμένων δεδομένων, πρέπει σε πρώτο στάδιο να δομηθεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο εδάφους (T.I.N.). Τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία της επιφάνειας είναι:

- *Ισοϋψείς καμπύλες (Γραμμικής Τοπολογίας / Ψηφιακή Μορφή 1 : 50000 / Hard lines)*
- *Επίπεδο ακτογραμμής (Πολυγωνική Τοπολογία / Ψηφιακή Μορφή 1 : 50000 / Hard Clip)*

Προσπάθεια καταβλήθηκε να αποφευχθούν φαινόμενα επιπέδων τριγώνων. Για αυτό το λόγο διορθώθηκαν οι φορές των ποταμών και ρεμάτων (editor / flip), ώστε να χρησιμοποιηθούν ως γραμμές αλλαγής κλίσης. Όμως το υδρογραφικό δίκτυο δεν εμφάνιζε πληροφορία – πεδίο υψομέτρου, επομένως τελικά δεν χρησιμοποιήθηκε. Το tin που δημιουργήθηκε, αποτέλεσε το στοιχείο εισόδου για τη δημιουργία:

- *Υψομετρικών Ζωνών (Reclassify / κλάσεις ανά 100 μέτρα)*
- *Χάρτη κλίσεων (Reclassify, Spatial Analyst / Slope / Κλάσεις ανά 20°)*
- *Χάρτης Προσανατολισμού (Spatial Analyst / Aspect/ Κλάσεις ανά 90°)*

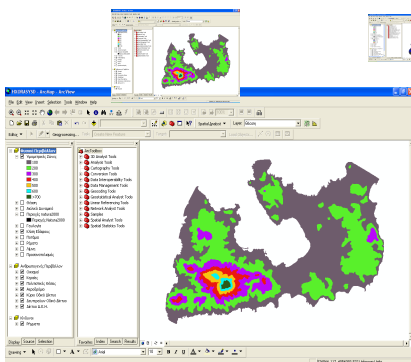
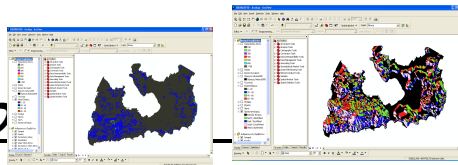
Και τα τρία θεματικά επίπεδα εμφανίζουν πολυγωνική τοπολογία, ενώ το μέγεθος φατνίου είναι 13 μέτρα (**Εικόνα 4.24**).



Εικόνα 4.24: Χάρτες προσανατολισμού, κλίσεων και

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## 4.9.3.2.6: Θέαση



Η αλλοίωση του τοπίου και του οπτικού περιβάλλοντος εξαιτίας της παρουσίας ενός αιολικού πάρκου δύναται να κινητοποιήσει τη φραγή των αδειοδοτικών διαδικασιών, μέσω προσφυγών στο ΣτΕ. Πέραν όμως των προσφυγών, το αιολικό πάρκο διαφοροποιεί την οπτική αντίληψη και αποδοχή ενός παρατηρητή του χώρου. Η Ελλάδα και η Μήλος στηρίζονται στο φυσικό τους πλούτο και στο ανεκτίμητο και μοναδικό τοπίο που

προσφέρουν οι δασικές εκτάσεις, οι σύνθετοι γεωλογικοί σχηματισμοί και γενικά το σύνολο των φυσικών στοιχείων.

Έχοντας εις γνώση πως μια σημαντική περιβαλλοντική παράμετρος που θίγεται από τα αιολικά πάρκα είναι το τοπίο, προβάλλεται η ανάγκη για μελέτη των περιοχών που διακρίνονται από συγκεκριμένα σημεία θέασης. Αυτά τα σημεία συνήθως είτε υπάγονται στους χώρους δραστηριοποίησης των γηγενών, ή, σε τουριστικού ενδιαφέροντος θέσεις. Πράγματι είναι δυνατό μια χειρίστου σχεδιασμού αιολική εγκατάσταση να επιφέρει έμμεσο πλήγμα στον τουρισμό, αλλά και άμεσες κοινωνικές αντιδράσεις, διότι οι κάτοικοι σπανίως δραστηριοποιούνται για έργα που πραγματοποιούνται πέραν του ορατού τους πεδίου.

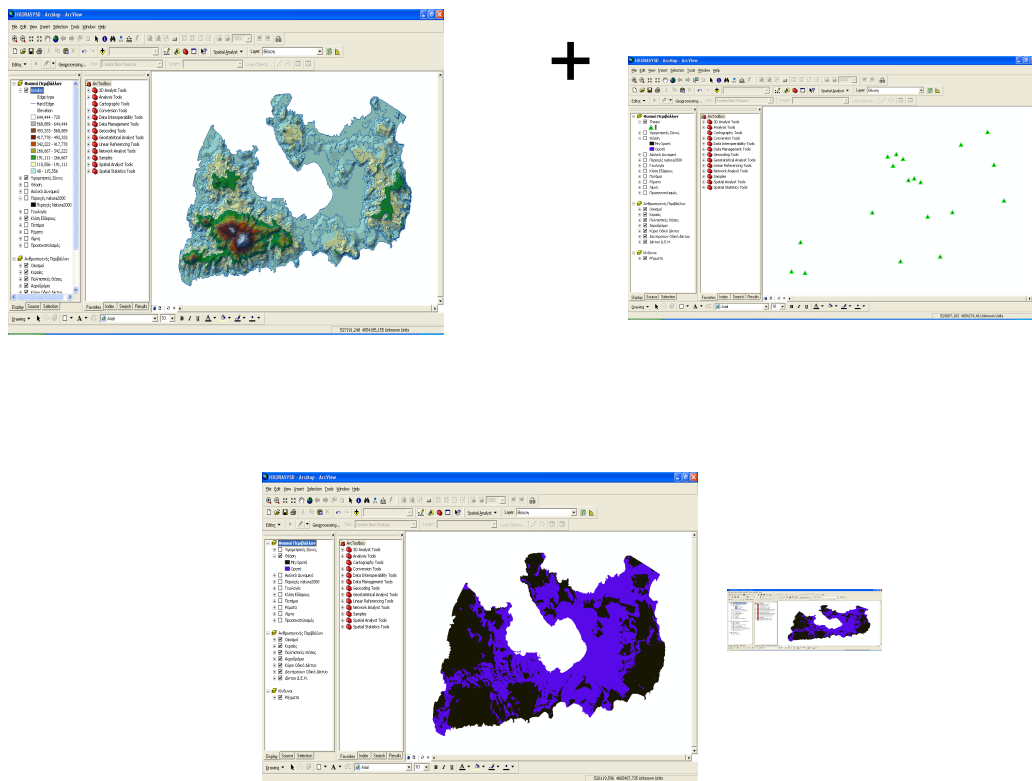
Για τους παραπάνω λόγους δημιουργείται το θεματικό επίπεδο της θέασης. Πριν όμως από τη δημιουργία του απαιτείται να καθοριστούν ορισμένα σημαντικά σημεία θέασης. Αυτά είναι τα εξής:

- Σημεία θέασης εντός οικισμού
- Σημεία θέασης σε αρχαιολογικούς χώρους
- Σημεία θέασης στις κυριότερες παραλίες
- Σημεία θέασης από το αεροδρόμιο του νησιού



Τα σημεία θέασης είναι βέλτιστο να καθοριστούν απο τις υποδείξεις ειδικών αρχιτεκτόνων και αναλυτών τοπίου, όπως και από ντόπιους. Όμως και η προσεκτική και έξυπνη μελέτη εικόνων απο το διαδίκτυο και τουριστικών χαρτών υποδεικνύει τις θέσεις, απο τις οποίες κάποιος θα προβεί σε παρατήρηση του τοπίου.

Ως προς το διαδικαστικό μέρος, δημιουργείται ένα σχηματικό αρχείο και ψηφιοποιούνται τα σημεία (shapefile / editing). Κατόπιν τα σημεία θέασης και το ψηφιακό μοντέλου εδάφους, μέσω της χωρικής ανάλυσης συνδυάζονται για να παραχθούν οι ορατές και μη ορατές ζώνες. Το τελικό θεματικό επίπεδο έχει πολυγωνική τοπολογία, ενώ το κανονικοποιημένο έχει μέγεθος φατνίου ίσο με 13 μέτρα (**Εικόνα 4.25**).



Εικόνα 4.25: Χάρτης Ορατότητας νήσου Μήλου

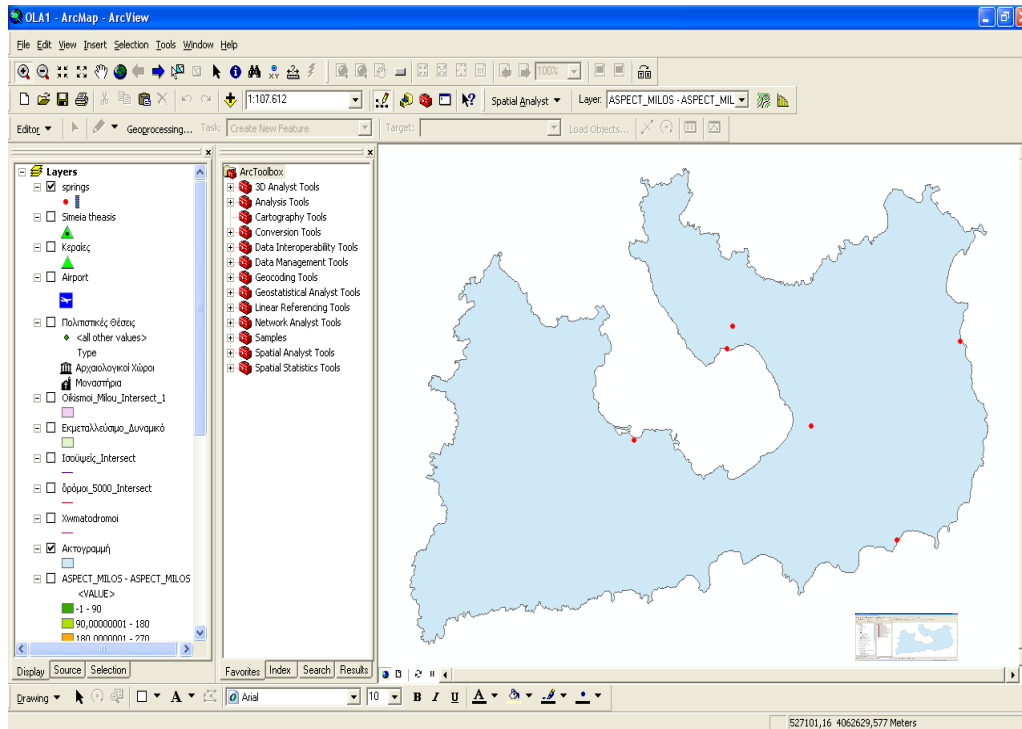
### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.2.7: Θερμές πηγές

Εξαιτίας της γεωγραφικής – τεκτονικής της θέσης, η Μήλος διαθέτει ένα ισχυρό γεωθερμικό πεδίο. Οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στο εσωτερικό της γης θερμαίνουν και αυξάνουν την πίεση του εξαμιζόμενου ύδατος με αποτέλεσμα, καθώς εξάγεται ο ατμός να κινεί γιγάντιους στροβίλους και να παράγεται ηλεκτρική ενέργεια.

Η γεωθερμική ενέργεια εντάσσεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειες και σε συνδυασμό με ένα αιολικό πάρκο δύναται να παραχθούν ικανοποιητικά ποσά ενέργειας. Σε αυτή την περίπτωση συνδυασμού των δύο Α.Π.Ε., το αιολικό πάρκο ονομάζεται ως υβριδικό.

Οι θερμές πηγές είναι περιοχές στις οποίες εμφανίζεται υψηλό γεωθερμικό πεδίο και επομένως είναι πιθανές περιοχές δημιουργίας υβριδικών πάρκων. Το θεματικό επίπεδο των θερμών πηγών εμφανίζει σημειακή τοπολογία και προέλθει από επιτόπιες μετρήσεις με GPS. Τα σημεία μεταφέρθηκαν από το

γεωγραφικό σύστημα WGS '84 στο ΕΓΣΑ '87 και κατόπιν μετατράπηκαν σε κανονικοποιημένη μορφή (μέγεθος φατνίου 13 μέτρα). Το συγκεκριμένο επίπεδο χρησιμεύει στη μελέτη της δόμησης εναλλακτικών σεναρίων που συνδυάζουν αιολική και γεωθερμική ενέργεια (**Εικόνα 4.26**).



*Εικόνα 4.26: Θερμές Πηγές νήσου Μήλου*

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.3: Ανθρωπογενές περιβάλλον**

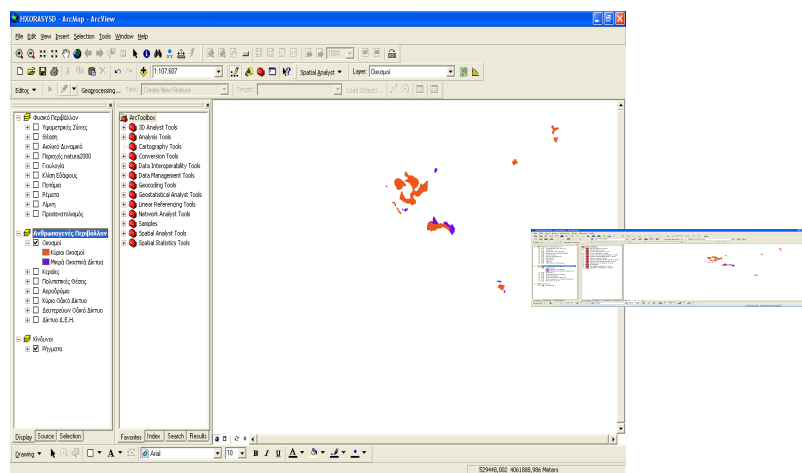
#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.3.1: Οικισμοί**

Ένα αιολικό πάρκο σαφώς δεν μπορεί να χωροθετηθεί εντός οικισμού, ή, σε πολύ μικρή απόσταση. Οι αναφορές για την πρόκληση θορύβου, που ωστόσο αποδεικνύεται πως η ένταση του δεν υπερβαίνει τα 40 – 50 dB, στάθμη που συνήθως καλύπτεται από το θόρυβο υποβάθρου – περιβαλλοντικό θόρυβο και οι έντονες αντιδράσεις λόγω αλλοίωσης του τοπίου έθεσαν τα πλαίσια για νομοθετική ρύθμιση της απόστασης των αιολικών πάρκων από τους οικισμούς. Επιπρόσθετα, ενυπάρχει και ο παράγοντας του

κινδύνου, καθώς μια πιθανή αστοχία σε μια ανεμογεννήτρια μπορεί να επιφέρει σοβαρές υλικές ζημιές και σωματικές βλάβες.

Η Μήλος διαθέτει ένα αξιόλογο αριθμό μόνιμων κατοίκων (4771 κάτοικους σύμφωνα με την απογραφή του 2001 / Ε.Σ.Υ.Ε.) και αρκετά δημοτικά διαμερίσματα. Ο πληθυσμός του νησιού πολλαπλασιάζεται τους θερινούς μήνες. Επομένως, τα πιθανά αιολικά πάρκα δεν θα πρέπει να χωροθετούνται εντός οικιστικών περιοχών.

Το θεματικό επίπεδο των οικισμών είναι ψηφιακή μορφή (κλίμακα 1: 5000 / Γ.Υ.Σ.) και έχει πολυγωνική τοπολογία. Το κανονικοποιημένο επίπεδο έχει μέγεθος φατνίου 13 μέτρα (Εικόνα 4.27).



Εικόνα 4.27: Οικισμοί Μήλου

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.3.2: Κεραίες / ραδιόφωνο**

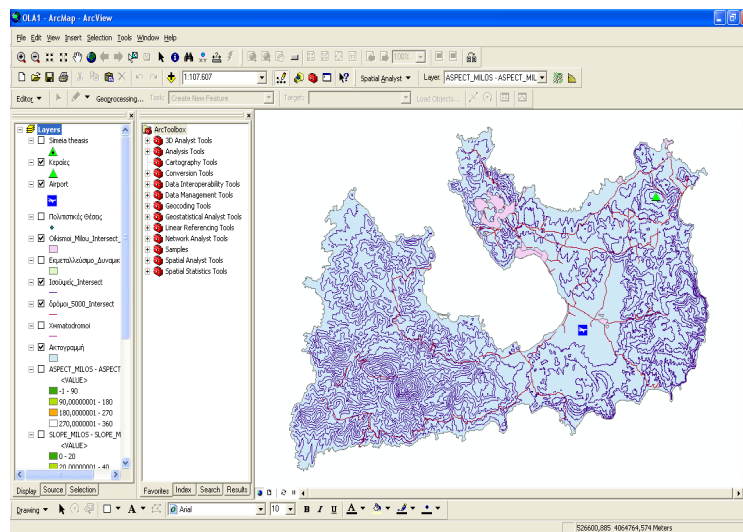
Έχει αποδειχθεί κατόπιν μελετών, πως τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα προσκρούουν και αλλοιώνονται απο τις περρωτές της ανεμογεννήτριας (κυρίως σε παλαιότερους τύπους). Επιπρόσθετα, το μεγάλο ύψος των πύργων στήριξης των ανεμογεννητριών θέτει σε κίνδυνο τις προσπάθειες προσέγγισης των αεροδιαδρόμων των αεροδρομίων και γενικά την ασφάλεια της αεροναυτιλίας.

Η Μήλος διαθέτει ένα διεθνή αερολιμένα, καθώς επίσης και ραδιοβοήθημα που επιτρέπει την προσέγγιση στους αεροδιαδρόμους και την ασφαλή διεξαγωγή των πτητικών διαδικασιών (Εικόνα 4.28). Τόσο το αεροδρόμιο της Μήλου, όσο και το ραδιοβοήθημα έχουν σημειακή τοπολογία (Εικόνα 4.29) και

ψηφιοποιήθηκαν απο τουριστικό αναλυτικό χάρτη. Το φατνίο του κανονικοποιημένου αρχείου έχει μέγεθος 13 μέτρα.

MILOS	VOR/DME	113,50	150	MIL	--/././...	364444N-243106E
	L	378	25	MLO	--/././...	364154N-242822E
	TACAN	117,80		MLS	--/././...	364224N-243148E

*Εικόνα 4.28: Στοιχεία ραδιοβοθήματος Μήλου*



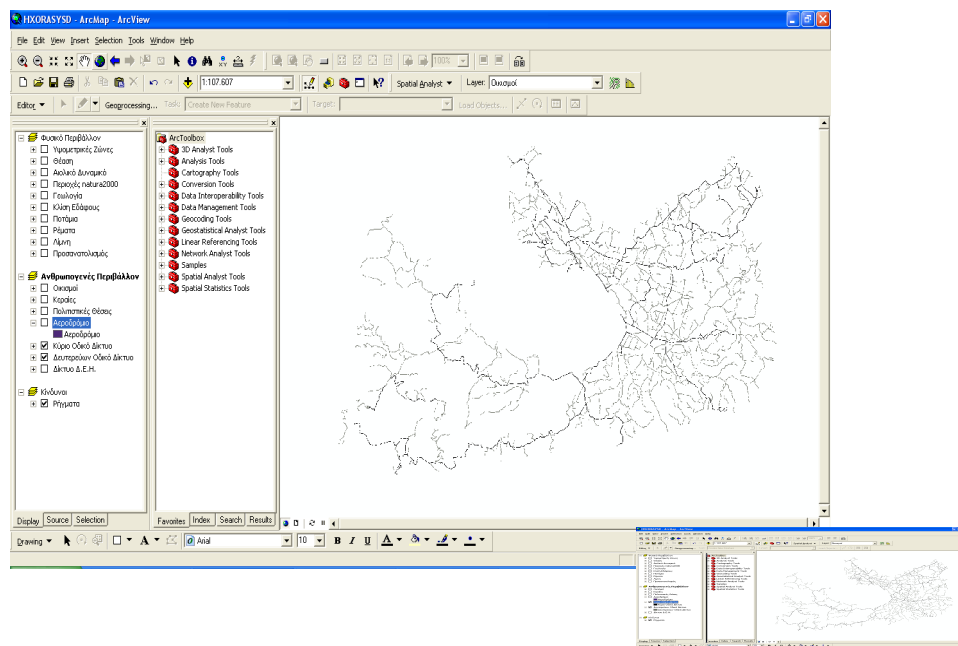
*Εικόνα 4.29: Αεροδρόμιο και ραδιοβοήθημα Μήλου*

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.3.3: Οδικό δίκτυο**

Για τεχνικούς, όπως και εμπορικούς σκοπούς, η ανάπτυξη του αιολικού πάρκου πρέπει να πραγματοποιηθεί σε μικρή απόσταση απο το πρωτεύον, ή, δευτερεύον οδικό δίκτυο. Αυτό πρακτικά

μεταφράζεται στην αναγκαιότητα για προσβασιμότητα των κατασκευαστικών μηχανημάτων του πάρκου, αλλά και του προσωπικού και των οχημάτων συντήρησης. Επιπρόσθετα, ένα αιολικά πάρκο που γειτνιάζει με ένα υφιστάμενο οδικό δίκτυο, δεν απαιτεί σημαντικά έργα οδοποιΐας. Ως αποτέλεσμα, ο προϋπολογισμός του έργου είναι ελαφρύτερος και το περιβάλλον διασώζεται απο μια πιθανή διάνοιξη οδών.

Στα διατιθέμενα δεδομένα περιλαμβάνεται το συνολικό οδικό δίκτυο του νησιού, σε ψηφιακή μορφή, κατόπιν ψηφιοποίησης χαρτών της Γ.Υ.Σ. (1 : 50000 και 1 : 5000). Απο τα δεδομένα διαχωρίστηκαν (editing / select by attributes) οι πρωτεύοντες απο τους δευτερεύοντες δρόμους (*δημιουργία δύο νέων σχηματικών αρχείων*). Τα γραμμικής τοπολογίας σχηματικά αρχεία μετατράπηκαν σε κανονικοποιημένα, με μέγεθος φατνίου 13 μέτρα (*Εικόνα 4.30*).



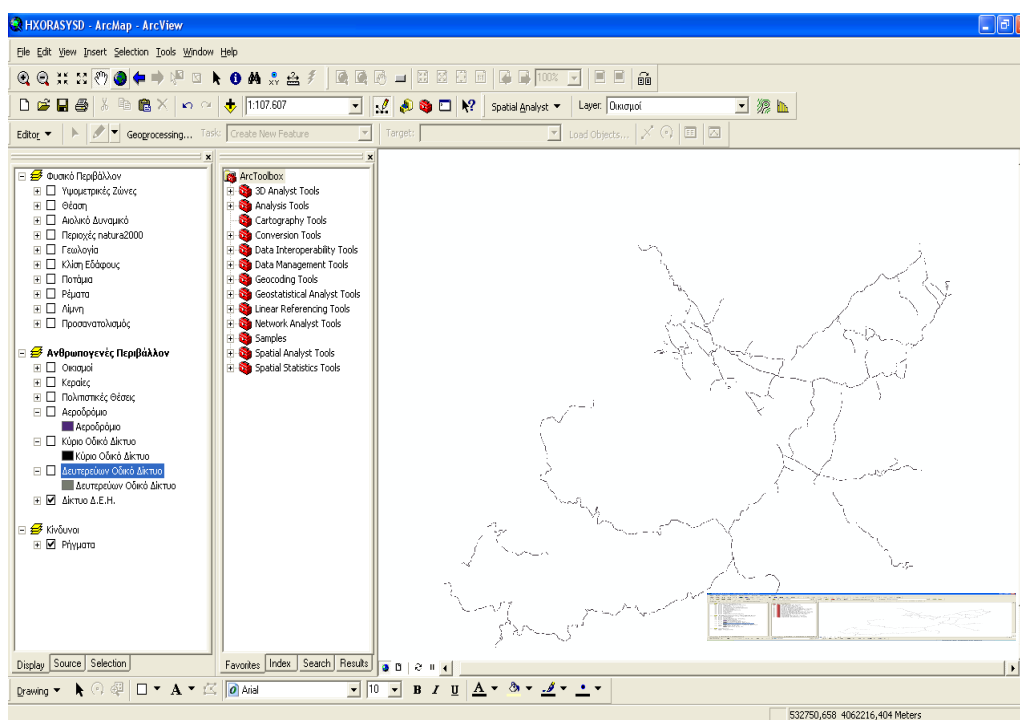
*Εικόνα 4.30: Οδικό Δίκτυο νήσου Μήλου*

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.3.4: Δίκτυο Δ.Ε.Η.**

Το αιολικό πάρκο και ουσιαστικά κάθε ανανεώσιμη πηγή ενέργειας πρέπει να διασυνδεθεί με το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο της Δ.Ε.Η.. Κατά συνέπεια μια βασική συνθήκη είναι η γειτνίαση με το υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο. Όμως, δεδομένα του τοπικού ηλεκτρικού δικτύου είναι αρκετά δύσκολο να βρεθούν και

μάλιστα σε μορφή συμβατή με το ArcGIS. Επομένως σε αυτό το σημείο λαμβάνεται μια υπόθεση, η οποία προκύπτει κατόπιν παρατήρησης. Τα κύρια δίκτυα της Δ.Ε.Η. συνήθως ακολουθούν τη χάραξη των πρωτευόντων οδών. Η απουσία των δεδομένων του δικτύου θα μπορούσε να προσομοιωθεί με το γραμμικής τοπολογίας κύριο οδικό δίκτυο του νησιού.

Το σχηματικό αρχείο του δικτύου της Δ.Ε.Η. δημιουργείται απο τα θεματικό επίπεδο των πρωτευόντων δρόμων και μετατρέπεται σε κανονικοποιημένη μορφή με φαντίο 13 μέτρων (**Εικόνα 4.31**).



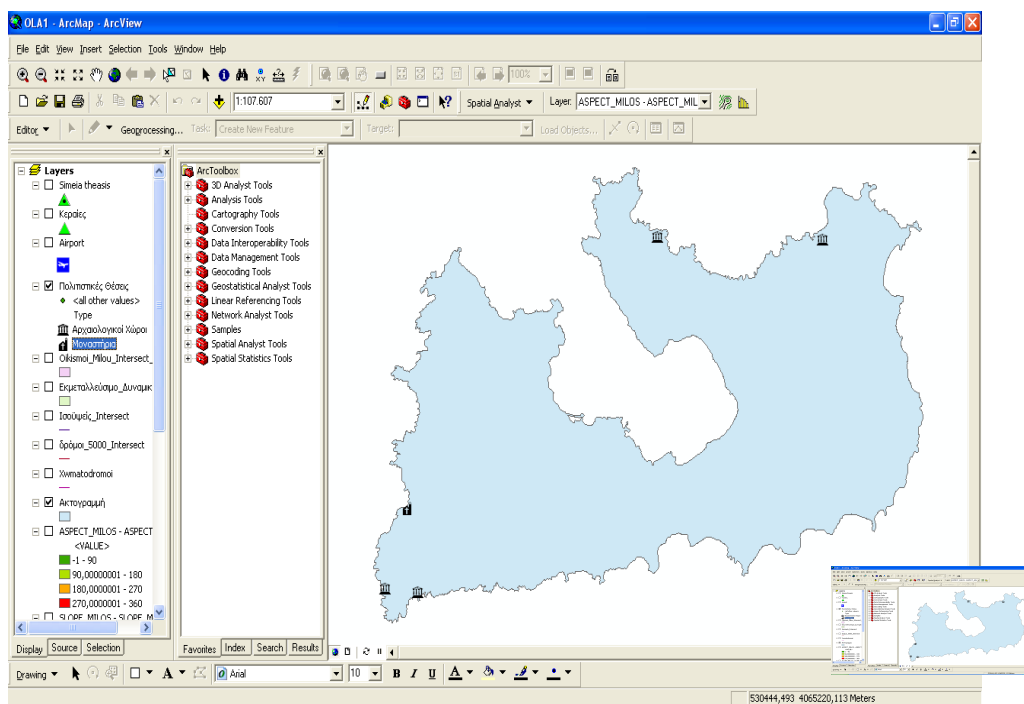
*Εικόνα 4.31: Υποθετικό Δίκτυο Δ.Ε.Η. νήσου Μήλου*

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.3.5: Πολιτιστικές Θέσεις**

Η Μήλος είναι παγκοσμίως γνωστή για την πλούσια πολιτιστική και αρχαιολογική της κληρονομιά. Απο την εποχή του χαλκού έως και σήμερα, έχουν διέλθει και διαμένει στο νησί Φοίνικες, Δωριείς, Αθηναίοι (416 π.χ.), Μακεδόνες, Ρωμαίοι, Βυζαντινοί, Ενετοί και Τούρκοι. Το 1830, η Μήλος και οι Κυκλάδες

εισήχθησαν στο νεοσύστατο Ελληνικό κράτος. Σήμερα, σε σειρά μουσείων, αρχαιολογικών χώρων, μοναστηριών και ναών διαφυλάσσεται ο ανεκτίμητος πολιτιστικός θησαυρός που κορυφώνεται με την περίφημη Αφροδίτη της Μήλου.

Οι πολιτιστικού ενδιαφέροντος θέσεις πρέπει να παραμένουν αμόλυντες και ανέγγιχτες από πάσα τεχνολογική και αναπτυξιακή επέμβαση, πλην αυτών που στοχεύουν στην ανάδειξη τους. Το θεματικό επίπεδο των πολιτιστικών θέσεων είναι σημειακής τοπολογίας και δημιουργήθηκε από την ψηφιοποίηση τουριστικών χαρτών (*Εικόνα 4.32*). Το κανονικοποιημένο αρχείο θα εισαχθεί μεταγενέστερα στο μοντέλο, ώστε να συνοπολογισθούν και οι θέσεις με πολιτιστική αξία.



*Εικόνα 4.32: Πολιτιστικές θέσεις νήσου Μήλου*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.4: Κίνδυνοι**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.3.4.1: Ρήγματα**



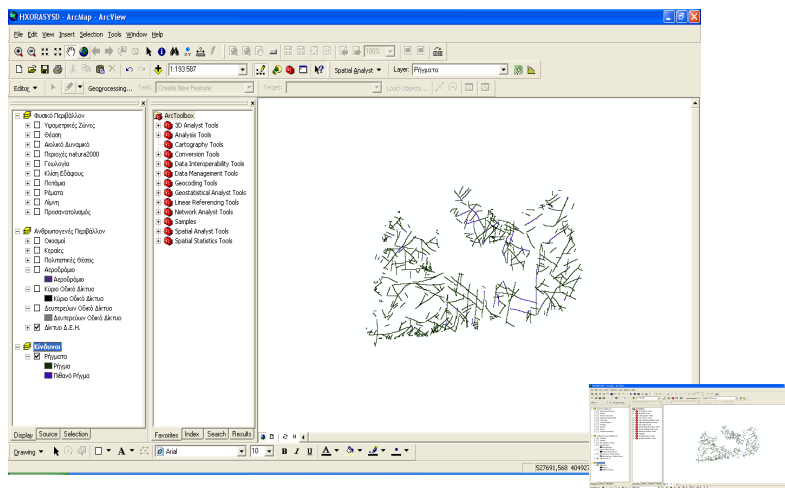
Με τον όρο κίνδυνοι, αναφερόμαστε σε οποιοδήποτε γεγονός θα μπορούσε να επιφέρει βλάβες στην υπό μελέτη δραστηριότητα, ή, σχεδιαζόμενη πολιτική. Για παράδειγμα, ένας σεισμός μπορεί να διακόψει τη λειτουργία του αιολικού πάρκου και να προκαλέσει τεχνολογικές και οικονομικές ζημιές, καθώς και να διαταράξει την ενεργειακή παροχή προς το δίκτυο.

Στην περίπτωση της Μήλου, ο βασικό κίνδυνος είναι το τεκτονικό καθεστώς του νησιού. Το σύμπλεγμα των Κυκλάδων εντάσσεται στην πρώτη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας. Αυτό σημαίνει πως στην περιοχή δεν εμφανίζονται ισχυρές σεισμικές επιταχύνσεις που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τους φέροντες οργανισμούς των περισσότερων κατοικιών. Όμως, η Μήλος τοποθετείται πάνω στο γεωλογικά γνωστό ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου. Συγκεκριμένα, η Αφρικανική Πλάκα, η οποία βυθίζεται νοτίως της Κρήτης, καθώς εισέρχεται στον μανδύα τήκεται και τμήματα μάγματος ανέρχονται στην επιφάνεια, δημιουργώντας ηφαίστεια και προκαλώντας ηφαιστειακούς σεισμούς, οι οποίοι μπορούν να προξενήσουν εκτεταμένες ζημιές. Μάλιστα, το σύνολο σχεδόν των πετρωμάτων της Μήλου είναι μαγματικά – ηφαιστειακά. Επιπλέον στη Μήλο εμφανίζονται και αρκετές θερμές πηγές, από τις οποίες εκμεταλλευόμενοι το γεωθερμικό πεδίο παράγουμε ενέργεια.

Για όλα τα παραπάνω χρησιμοποιείται το θεματικό επίπεδο των ρηγμάτων. Τα ρήγματα βρίσκονται σε ψηφιακή μορφή και έχουν προκύψει από την ψηφιοποίηση χαρτών του Ι.Γ.Μ.Ε., κλίμακας 1 : 50000. Η τοπολογία των ρηγμάτων είναι γραμμική, ενώ διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- *Ενεργά Ρήγματα*
- *Πιθανά Ρήγματα*

Το κανονικοποιημένο αρχείο έχει ψηφίδα διαστάσεων 13 μέτρων (**Εικόνα 4.33**).

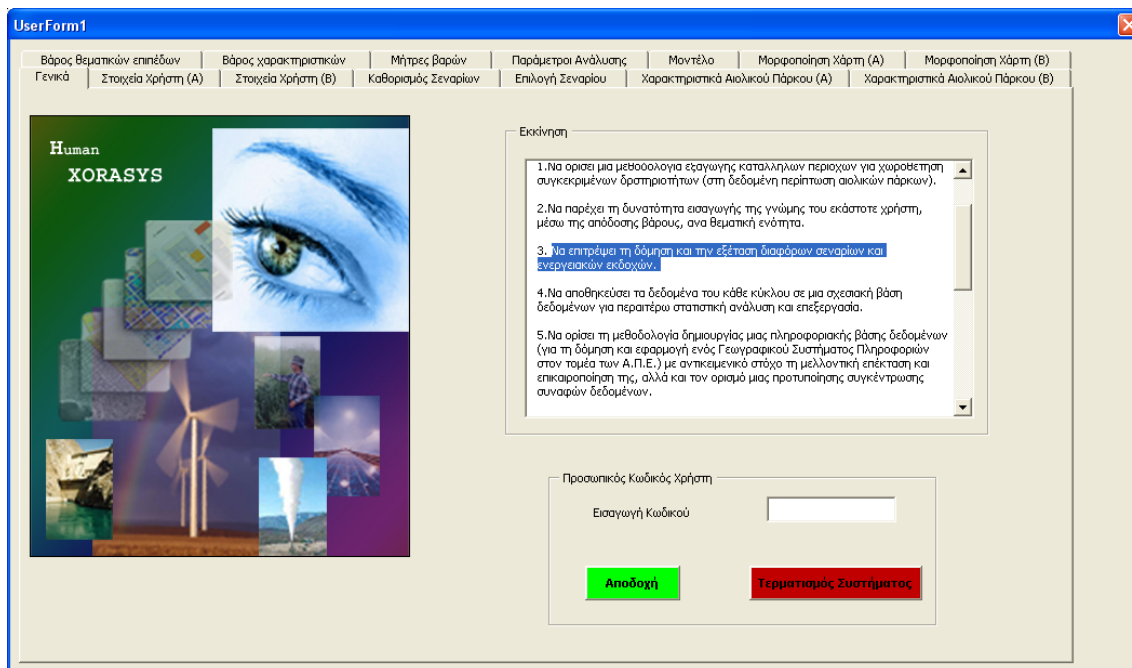


*Εικόνα 4.33: Σεισμικά ρήγματα νήσου Μήλου*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.9.4: ΤΡΕΞΙΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

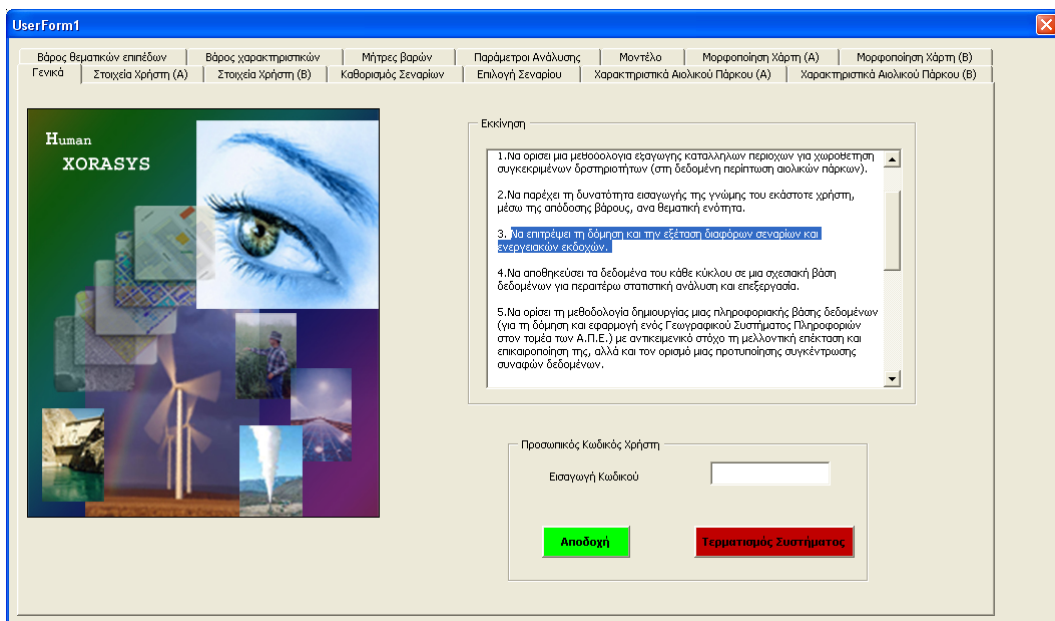
Η ομάδα των τοπογράφων μηχανικών αφού ολοκλήρωσε την ετοιμασία των δεδομένων (τα οποία πρέπει να είναι καθολικά σε κανονικοποιημένη μορφή / raster dataset) εκκινεί το σύστημα. Καθώς εκτελείται το σύστημα, εμφανίζεται μια ενημέρωση σχετικά με το layer του οδικού δικτύου, ότι βρίσκεται από σφάλμα ακόμα σε διανυσματική μορφή. Το σύστημα καλεί τον χρήστη να φέρει το αρχείο σε κανονικοποιημένη δομή και να επαναλάβει τις διαδικασίες. Γενικά το HXORASYS δεν διαθέτει εργαλεία μετατροπής και προετοιμασίας των δεδομένων (απο vector σε raster), καθώς εκμεταλλεύεται την πλήρη λειτουργικότητα του λογισμικού ArcGIS (ArcMap και ArcCatalog) στο θέμα της εισαγωγής και διαχείρισης των δεδομένων.

Η ομάδα αφού διορθώνει το layer, επιστρέφει στο σύστημα και προβαίνει στην ανάγνωση του εισαγωγικού σημειώματος, για να εντοπίσει εάν δύναται το σύστημα να τη βοηθήσει σε αυτή την εργασία (*Εικόνα 4.34*). Πράγματι διαπιστώνει πως το σύστημα είναι κατάλληλο για να δομήσει και να εξετάσει διάφορα ενεργειακά σενάρια.



*Εικόνα 4.34: Ανάγνωση εισαγωγικού σημειώματος*

Ο εκπρόσωπος της τοπογραφικής ομάδας εισάγει ένα προσωπικό κωδικό. Αυτός ο κωδικός ταυτοποιεί το χρήστη που τρέχει το σύστημα στη σχεσιακή βάση δεδομένων (*Εικόνα 4.35*).



*Εικόνα 4.35: Εισαγωγή προσωπικού κωδικού*

Κατόπιν ακολουθεί η συμπλήρωση των προσωπικών δεδομένων του χρήστη. Στοιχεία που αφορούν αυστηρά την οντότητα του, το χώρο διαμονής και εργασίας, καθώς και την ομάδα όπου υπάγεται συμπληρώνονται στις φόρμες και εισάγονται στη βάση δεδομένων του συστήματος (*Εικόνα 4.36*). Όταν ο χρήστης συμπληρώνει τη φόρμα του συλλόγου υπαγωγής, συναντά δυσκολία ως προς τη συμπλήρωση της. Συγκεκριμένα, στο επίπεδο συμπλήρωσης του είδους του συλλόγου ο χρήστης αδυνατεί να καταλάβει σε τι αντιστοιχούν τα γράμματα της αλφαβήτου. Για αυτό το λόγο το σύστημα διαθέτει ένα ενημερωτικό πλαίσιο, όπου πληροφορεί το χρήστη σε ποια ομάδα εντάσσεται. Μετά απο μια ολιγόλεπτη αναζήτηση, ο χρήστης βρίσκει ότι η κατηγορία που τον εκφράζει είναι η C, δηλαδή η κατηγορία στην οποία περιλαμβάνονται μηχανικοί, μέλη επαγγελματικών συλλόγων και περιβαντολόγοι (*Εικόνα 4.37*).

UserForm1

Βάρος θεματικών επιπέδων	Βάρος χαρακτηριστικών	Μήτρες βαρών	Παράμετροι Ανάλυσης	Μοντέλο	Μορφοποίηση Χάρτη (Α)	Μορφοποίηση Χάρτη (Β)
Γενικά	Στοιχεία Χρήστη (Α)	Στοιχεία Χρήστη (Β)	Καθορισμός Σεναρίων	Επιλογή Σεναρίου	Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Α)	Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Β)

Προσωπικά Δεδομένα Χρήστη

Όνομα Χρήστη:

Επώνυμο Χρήστη:

Έτος Γέννησης:

Εκπαιδευτικό Επίπεδο:

Τηλέφωνο Επικοινωνίας:

Ταχυδρομικός Κώδικας:

Ταχυδρομική Διεύθυνση:

Ηλεκτρονική Διεύθυνση:

**Καταχώρηση Δεδομένων**

Δεδομένα Χώρου Εργασίας Χρήστη

Χώρα Εργασίας:

Νομός Εργασίας:

Πόλη / Κοινότητα Εργασίας:

Κύριο Επάγγελμα:

**Καταχώρηση Δεδομένων**

*Εικόνα 4.36: Συμπλήρωση προσωπικών δεδομένων και δεδομένων του χώρου εργασίας του χρήστη*

UserForm1

Βάρος θεματικών επιπέδων	Βάρος χαρακτηριστικών	Μήτρες βαρών	Παράμετροι Ανάλυσης	Μοντέλο	Μορφοποίηση Χάρτη (Α)	Μορφοποίηση Χάρτη (Β)
Γενικά	Στοιχεία Χρήστη (Α)	Στοιχεία Χρήστη (Β)	Καθορισμός Σεναρίων	Επιλογή Σεναρίου	Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Α)	Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Β)

Δεδομένα Συλλόγου Ένταξης Χρήστη

Επωνυμία Συλλόγου:

Είδος Συλλόγου:

Χώρα Συλλόγου:

Νομός Συλλόγου:

Πόλη / Κοινότητα Συλλόγου:

Ταχυδρομικός Κώδικας:

Ταχυδρομική Διεύθυνση:

Ηλεκτρονική Διεύθυνση:

**Καταχώρηση Δεδομένων**

Δεδομένα Χώρου Διαμονής Χρήστη

Χώρα Διαμονής:

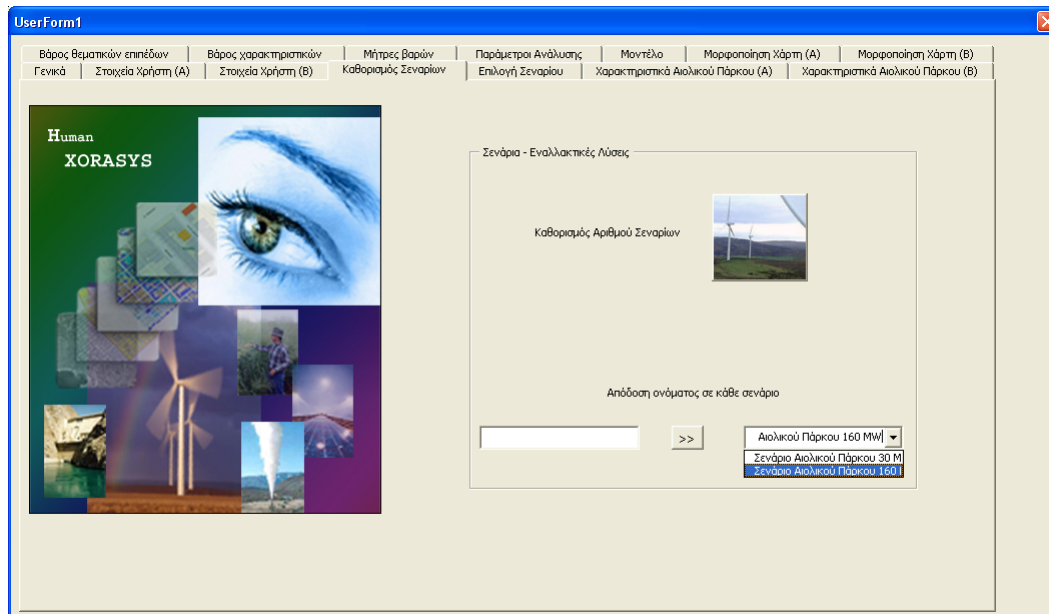
Νομός Διαμονής:

Πόλη / Κοινότητα Διαμονής:

**Καταχώρηση Δεδομένων**

*Εικόνα 4.37: Συμπλήρωση δεδομένων συλλόγου ένταξης χρήστη και χώρου*

Με την ολοκλήρωση της συμπλήρωσης των δεδομένων, ο χρήστης καθορίζει τον αριθμό των σεναρίων. Η ομάδα των μηχανικών καλείται να εξετάσει δύο φιλόδοξα σενάρια για την περιοχή της νήσου Μήλου. Το πρώτο, το οποίο είναι και πιο εφικτό (επομένως έχει και μεγαλύτερη βαρύτητα), είναι η κατασκευή ενός αιολικού πάρκου 30 MW. Το δεύτερο προβλέπει την κατασκευή ενός γιγαντιαίου αιολικού πάρκου ισχύος 160 MW (Εικόνα 4.38, 4.39 και 4. 40).



**Εικόνα 4.38, 4.39 και 4.40: Καθορισμός αριθμού και**

Η ομάδα ξεκινά με τη μελέτη του πρώτου κατασκευαστικού σεναρίου. Αρχικά ρυθμίζει τις λεπτομέρειες και τα περιγραφικά στοιχεία του σεναρίου. Σε αυτό το σημείο να αναφερθεί πως η εισαγωγή τιμών στο σύστημα βασίζεται σε υποθετικά νούμερα. Το παράδειγμα δεν έχει υλοποιηθεί στην πραγματικότητα (σοβαρό μειονέκτημα ως προς την αξιολόγηση του συστήματος), ενώ οι υποθέσεις που λαμβάνονται είναι οι εξής:

- ⇒ Η Ελλάδα έχει θέσει ως εθνικό ενεργειακό στόχο, έως το 2010, τη συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικά πάρκα, με συνολική ισχύ 1000 MW.
- ⇒ Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο, σε μη διασυνδεδεμένα νησιά είναι 85 euro/MWh (Νέο νομοθετικό πλαίσιο για Α.Π.Ε.)
- ⇒ Το κέρδος υπολογίζεται σε μηνιαία βάση.
- ⇒ Το μέσο αιολικό δυναμικό της περιοχής είναι 5,5 m/s
- ⇒ Κάθε ανεμογεννήτρια παράγει ισχύ ίση με 1 MW.
- ⇒ Η αναμενόμενη αιολική διείδυση και διαθεσιμότητα είναι υποθετικές (και αρκετά φιλόδοξες) τιμές.



- ⇒ Το μέσο κόστος ενός αιολικού πάρκου υπολογίζεται σε 850 euro/kW (Πηγή Έκδοση Κ.Α.Π.Ε.).
- ⇒ Το μέσο κόστος μιας ανεμογεννήτριας υπολογίζεται περίπου σε 600 euro/kW (Πηγή Έκδοση Κ.Α.Π.Ε.).
- ⇒ Η διάμετρος του δρομέα της ανεμογεννήτριας είναι 50 μέτρα.

Με αυτές τις υποθέσεις συμπληρώνεται η φόρμα των σεναρίων (**Εικόνα 4.41, 4.42 και 4.43**). Σε πραγματικά σεναρία, οι τιμές πρέπει να συμπληρώνονται απο ειδήμονες, οι οποίοι κατέχουν τη θεωρία γύρω απο τις Α.Π.Ε..

The screenshot shows a software window titled "UserForm1" with a menu bar containing the following items: "Βάρος θεματικών επιπέδων", "Βάρος χαρακτηριστικών", "Μήτρες βαρών", "Παράμετροι Ανάλυσης", "Μοντέλο", "Μορφοποίηση Χάρτη (Α)", "Μορφοποίηση Χάρτη (Β)", "Γενικά", "Στοιχεία Χρήστη (Α)", "Στοιχεία Χρήστη (Β)", "Καθορισμός Σεναρίων", "Επιλογή Σεναρίου", "Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Α)", and "Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Β)".

On the left side, there is a logo for "Human XORASYS" and a collage of images related to wind energy and human impact.

The main configuration area is divided into two sections:

- Επιλογή Σεναρίου:**
  - Σενάριο Αιολικού Πάρκου:
  - Βάρος Σεναρίου:
  - Αριθμός Συσχετισμένων Γνωμοδότησης:
- Καθορισμός Παραμέτρων Σεναρίου:**
  - Περιγραφή Σεναρίου:  
  - Επίπεδο Σχεδιασμού:
  - Εθνικός Ενεργειακός Στόχος σε MW:  
  - Επιθυμητός Ενεργειακός Στόχος σε MW:
  - Εκτιμώμενη Τιμή Ενέργειας σε Euro:
  - Μέσο Αιολικό Δυναμικό σε m/s:

At the bottom right of the configuration area, there is a button labeled "Καταχώρηση Δεδομένων".



UserForm1

Βάρος θεματικών επιπέδων | Βάρος χαρακτηριστικών | Μήτρες βαρών | Παράμετροι Ανάλυσης | Μοντέλο | Μορφοποίηση χάρτη (Α) | Μορφοποίηση χάρτη (Β)  
 Γενικά | Στοιχεία Χρήστη (Α) | Στοιχεία Χρήστη (Β) | Καθορισμός Σεναρίων | Επίλογη Σεναρίου | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Α) | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Β)

**Human**  
**XORASYS**

Παράμετροι Αιολικής Εγκατάστασης (Α)

Τύπος Αιολικής Εγκατάστασης: Αιολικό Πάρκο

Αριθμός Ανεμογεννητριών: 30

Διασύνδεση με Ηλεκτρικό Δίκτυο: Μη Διασυνδεδεμένη

Ηλεκτρική Υποστήριξη από Δίκτυο: Παραγωγή Αέριου Ισχύος


Κύρια Μορφή Αξιοποίησης Παραγόμενης Ενέργειας: Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας

Ονομαστική Ισχύς σε KW: 1000

Ποσοστό Αναναμεινόμενης Αιολικής Διείσδυσης WP: 10

Ποσοστό Εκπιμώμενη Διαθεσιμότητας A: 98

Αναμεινόμενο Καθαρό Κέρδος Από Πώληση Ηλ. Ενέργειας σε Euro: 60912



UserForm1

Βάρος θεματικών επιπέδων | Βάρος χαρακτηριστικών | Μήτρες βαρών | Παράμετροι Ανάλυσης | Μοντέλο | Μορφοποίηση χάρτη (Α) | Μορφοποίηση χάρτη (Β)  
 Γενικά | Στοιχεία Χρήστη (Α) | Στοιχεία Χρήστη (Β) | Καθορισμός Σεναρίων | Επίλογη Σεναρίου | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Α) | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Β)

**Human**  
**XORASYS**

Παράμετροι Αιολικής Εγκατάστασης (Β)

Ανάδοχος Κατασκευής: GPTOPO A.E.

Συνολικός Προϋπολογισμός Μονάδας σε Euro: 25500000

Συγχρηματοδότηση: Ναι

Εκπιμώμενη Έκταση Αιολικής Εγκατάστασης σε στρέμματα: 200


Παράμετροι Ανεμογεννήτριας

Κατασκευαστής Α/Γ: VESTAS


Ονομαστική Ισχύς Α/Γ σε kW: 1000

Διάμετρος Δραμέα σε m: 50

Κόστος Α/Γ σε Euro: 50000



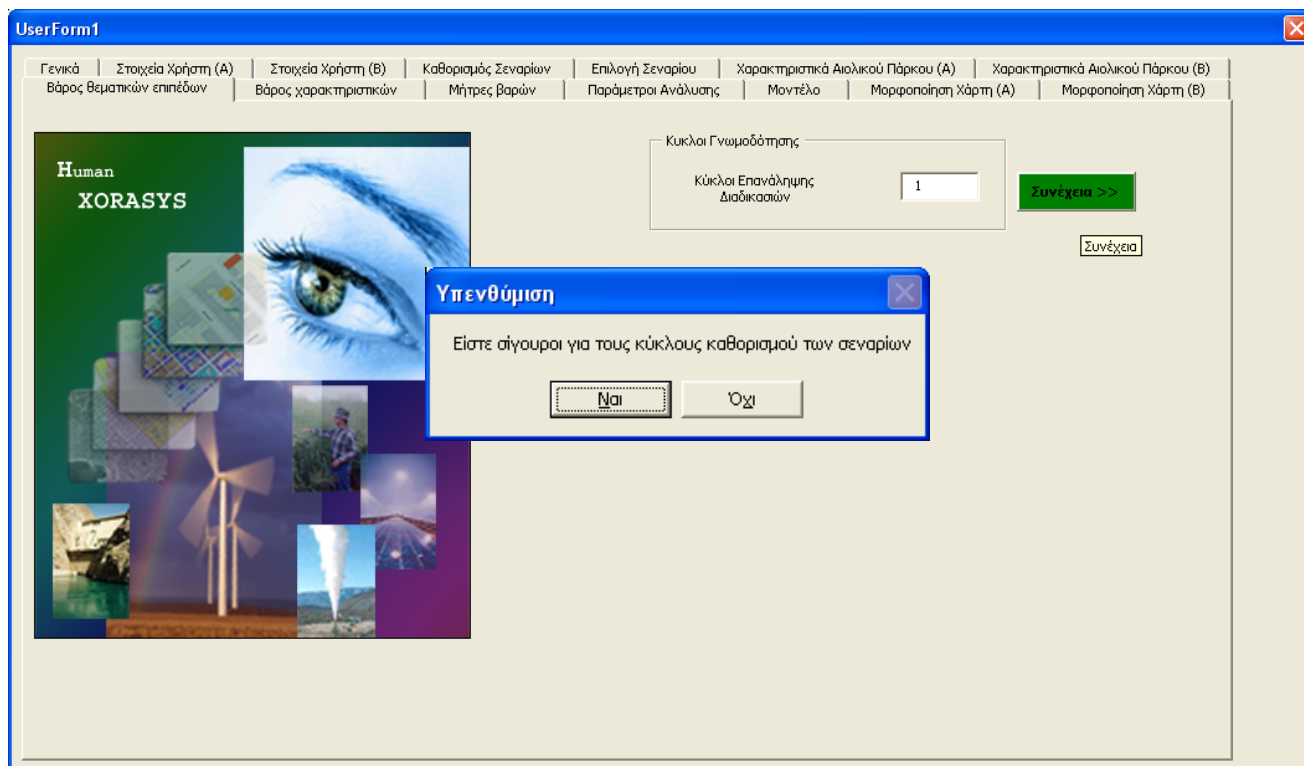
Παράμετροι αιολικής εγκατάστασης.  
**Καταχώρηση Δεδομένων**



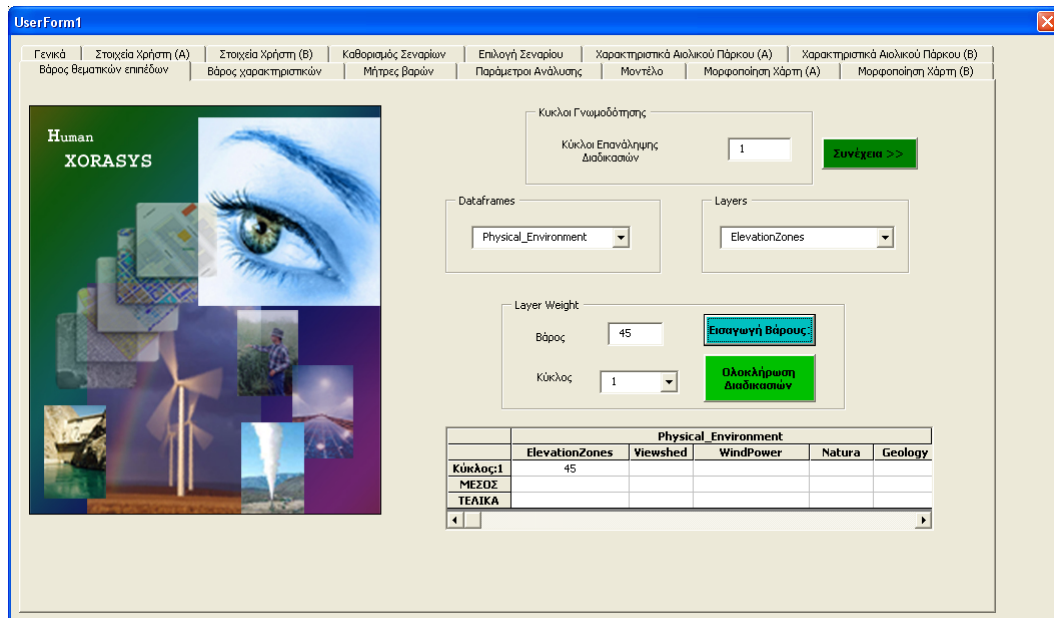
**Καταχώρηση Δεδομένων**

Εικόνες 4.41, 4.42 και 4.43: Συμπλήρωση περιγραφικών δεδομένων

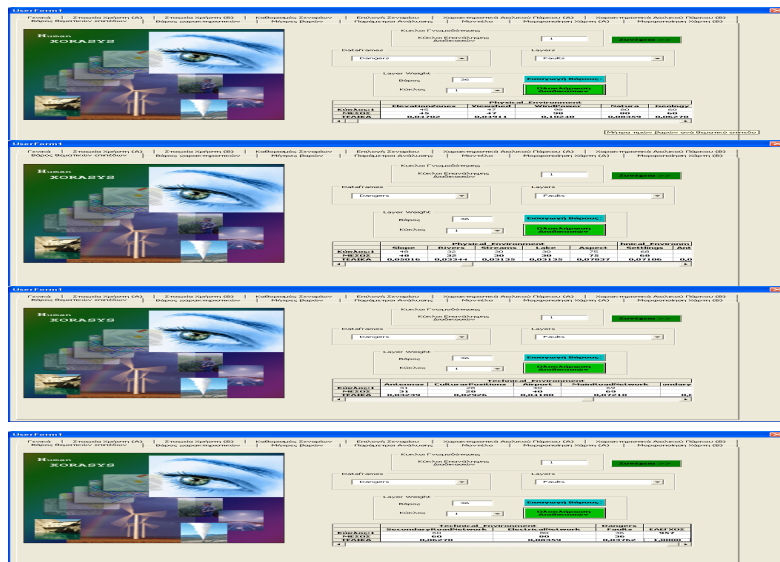
Τη συμπλήρωση των δεδομένων ακολουθεί η εισαγωγή των βαρών. Πρωταρχικά, η ομάδα των τοπογράφων θα γνωμοδοτήσει επι των θεματικών επιπέδων. Κατόπιν θα αποδώσει βάρος σε κάθε χαρακτηριστικό του εκάστοτε θεματικού επιπέδου. Η απόφαση για τα βάρη που αποδοθούν ολοκληρώθηκε μόνο σε μια συνεδρία και δεν δημιουργήθηκαν σημαντικές διχογνωμίες σχετικά με τα βάρη (**Εικόνες 4.44 – 4.49**).



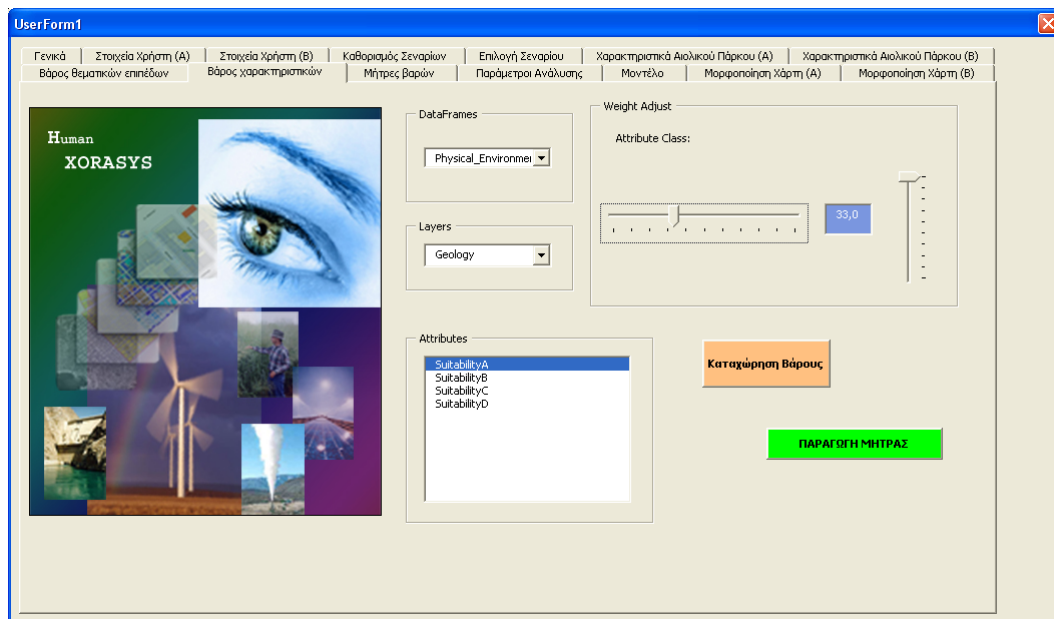
Εικόνα 4.44: Ο χρήστης εισάγει σε πόσες συνεδρίες καθορίστηκαν τα



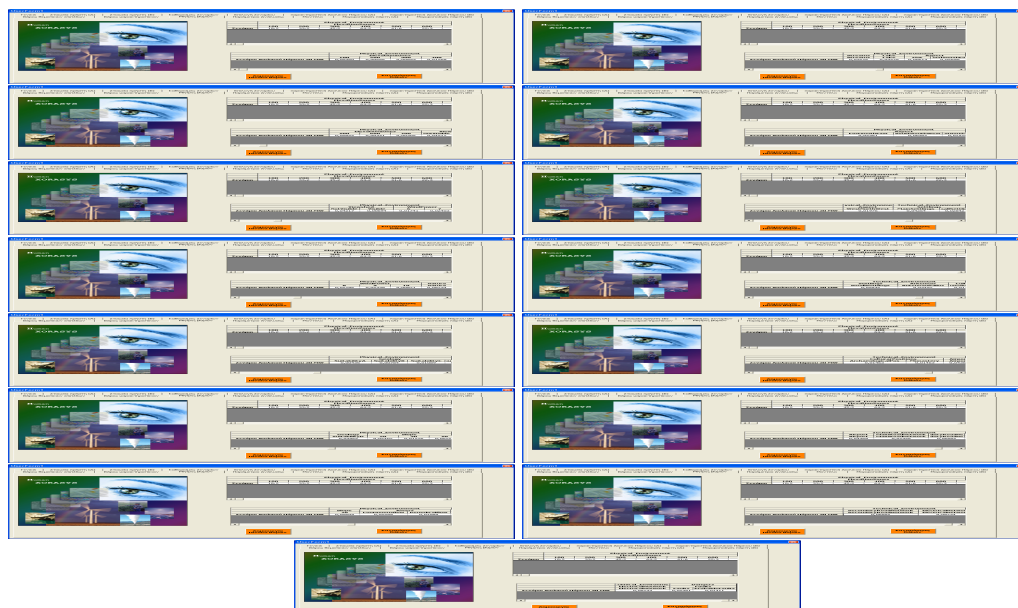
Εικόνα 4.45: Σελίδα εισαγωγής βαρών ανά θεματικό επίπεδο



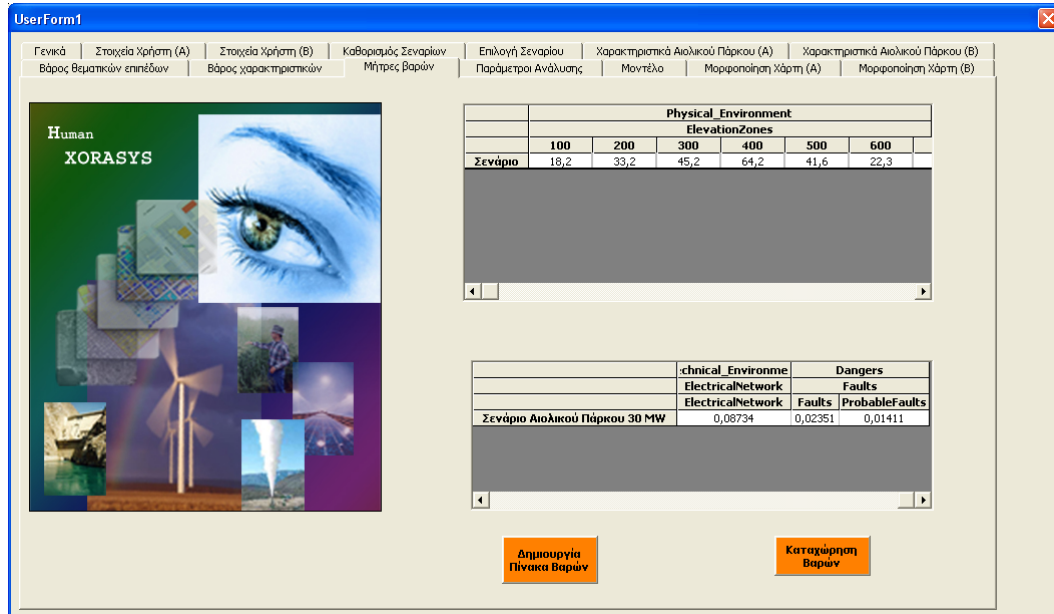
Εικόνα 4.46: Σχετικά και κανονικοποιημένα βάρη πρώτου



*Εικόνα 4.47: Φόρμα εισαγωγής σχετικών βαρών ανά χαρακτηριστικό*

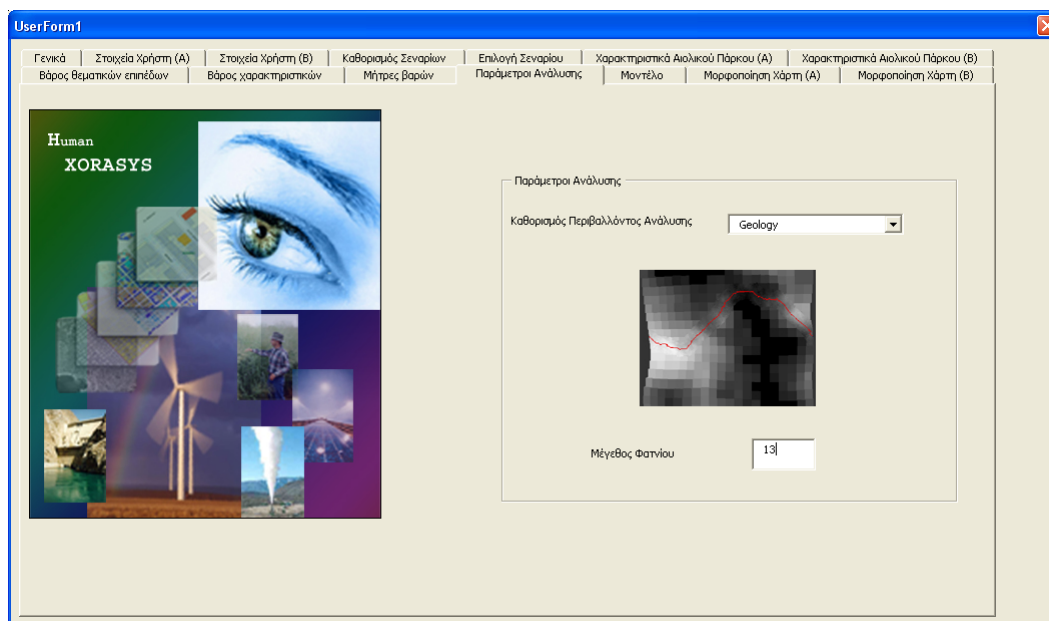


*Εικόνα 4.48: Κανονικοποιημένα βάρη χαρακτηριστικών θεματικών επιπέδων.*



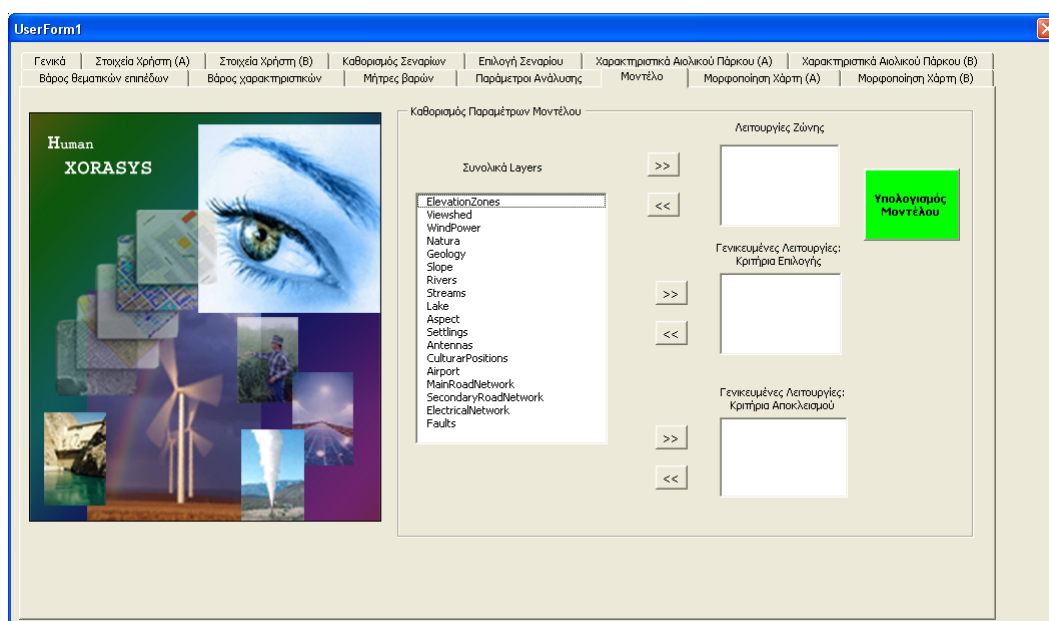
*Εικόνα 4.49: Μήτρα Σχετικών και Κανονικοποιημένων Βαρών*

Ο χρήστης θεώρησε πως η γεωγραφική αναφορά του θεματικού επιπέδου της γεωλογίας αρκούσε. Επιπρόσθετα το μέγεθος φατνίου ορίστηκε στα 13 μέτρα, όσο δηλαδή είναι το μέγεθος του φατνίου των κανονικοποιημένων θεματικών επιπέδων (*Εικόνα 4.50*).

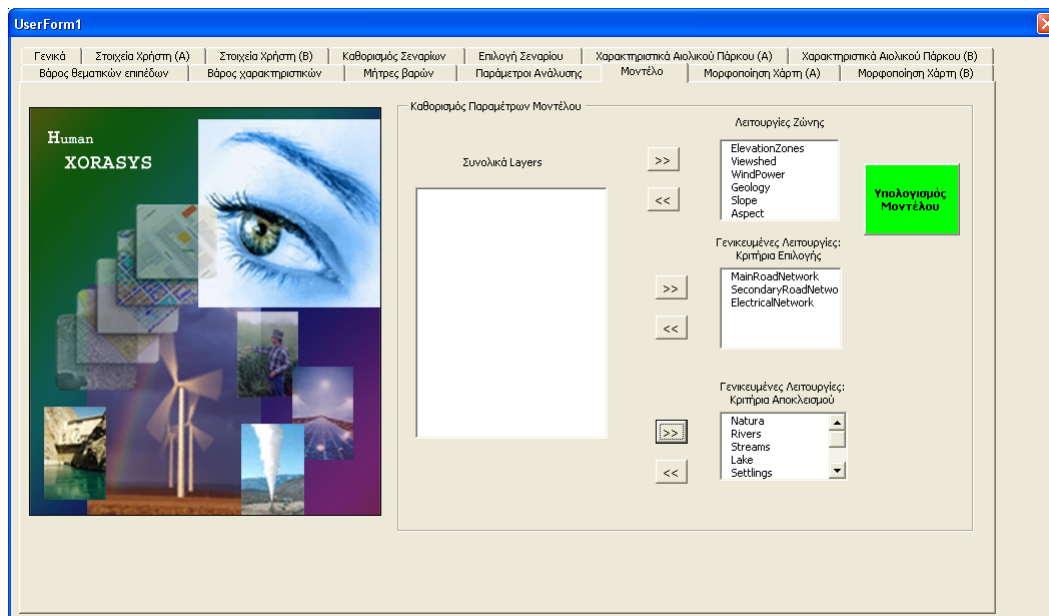


*Εικόνα 4.50: Καθορισμός παραμέτρων ανάλυσης.*

Έπειτα απο την οριοθέτηση των παραμέτρων ανάλυσης, ο χρήστης ρυθμίζει τα θεματικά επίπεδα (*Εικόνα 4.51*) στο αναλυτικό μοντέλο. Συγκεκριμένα τα ταξινομεί στις τρεις λίστες ανάλογα με την επιθυμητή αναλυτική λειτουργία (*Εικόνα 4.52*).

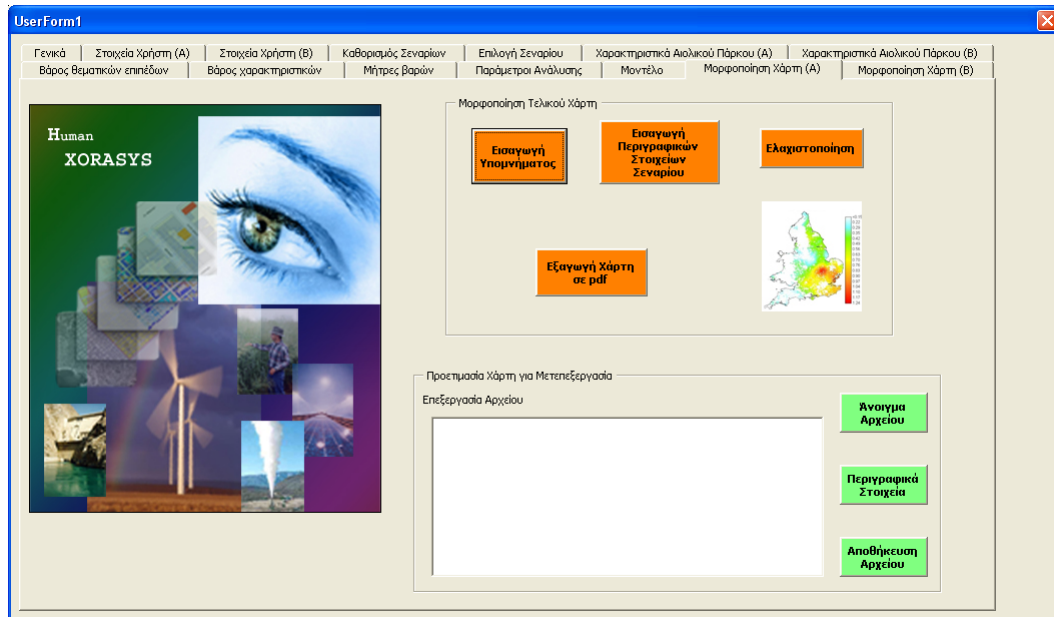


*Εικόνα 4.51: Σελίδα αναλυτικού μοντέλου*

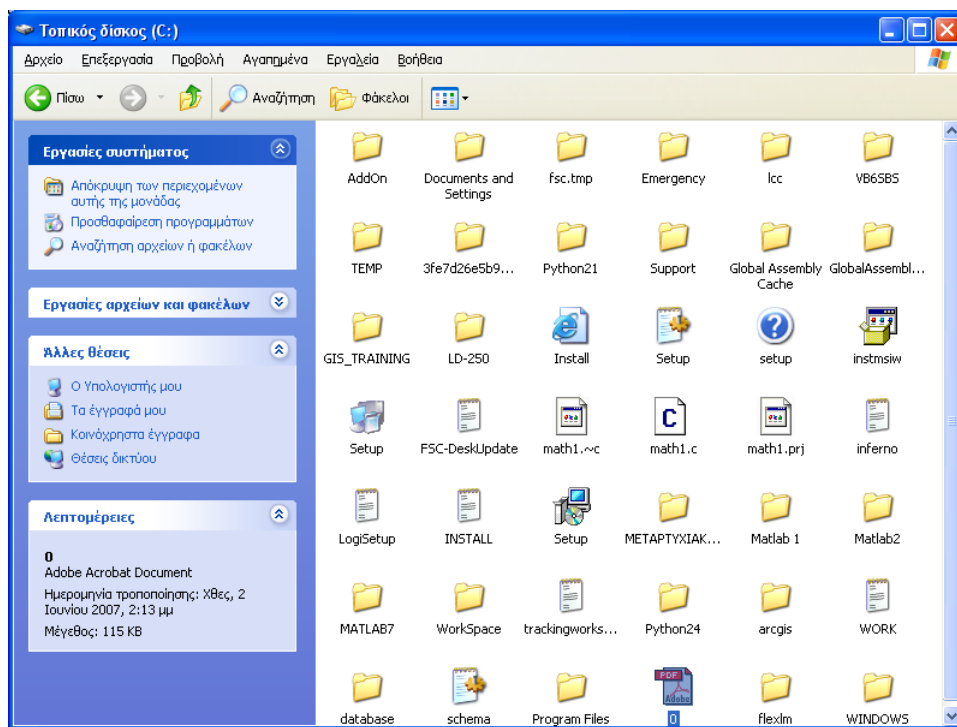


*Εικόνα 4.52: Ρύθμιση παραμέτρων αναλυτικού μοντέλου*

Μετά απο τον εύλογο χρόνο των 7 λεπτών (παράμετρος που θα εξηγηθεί σε επόμενη ενότητα) το σύστημα ολοκληρώνει τη λειτουργία του. Μέλει πλέον ο χρήστης να επιλέξει τι είδους μορφοποίηση θα επιτελέσει στο τελικό αποτέλεσμα (*Εικόνα 4.53*). Επιλέγει να εξάγει απλά τον χάρτη (σε μορφή pdf) (*Εικόνα 4.54*) και να μορφοποιήσει τον χάρτη προσθέτοντας εποπτικά στοιχεία (*Εικόνα 4.55*) και υπόμνημα. Οι τελικοί χάρτες των δύο σεναρίων θα επισυναφθούν στο τέλος του κεφαλαίου.

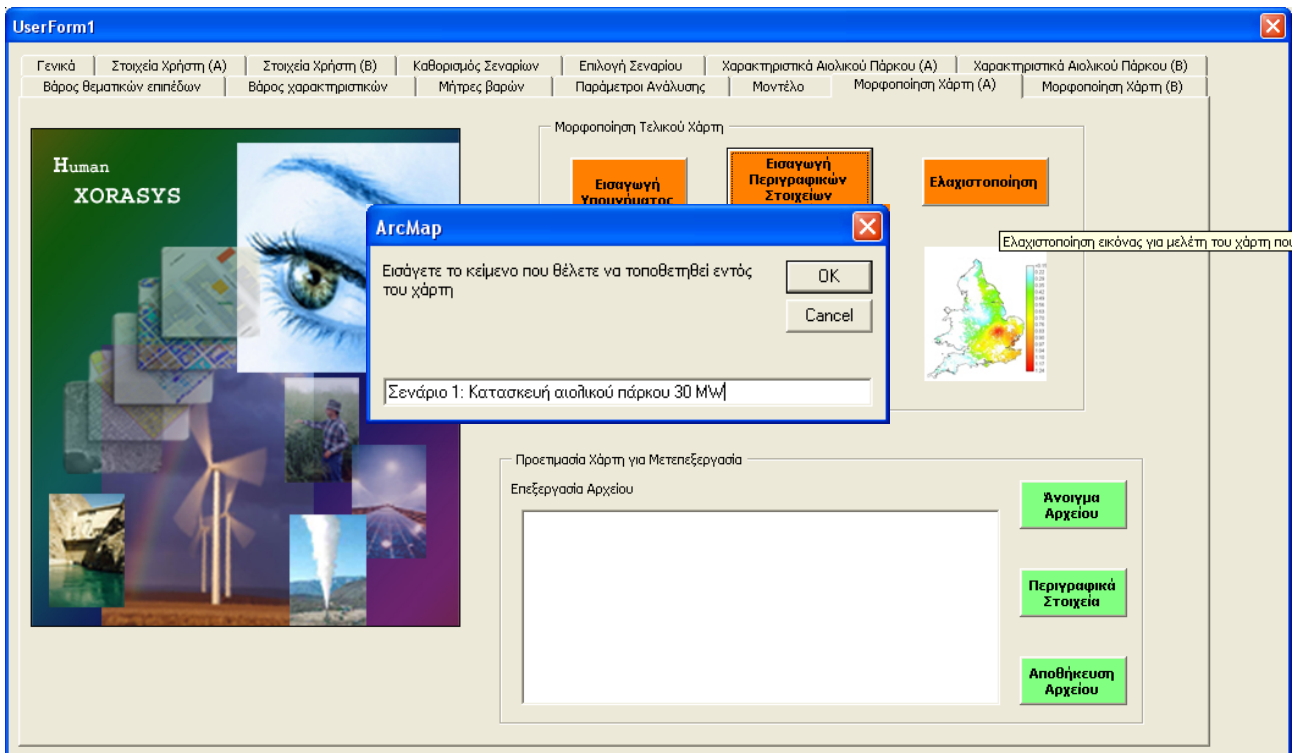


Εικόνα 4.53: Σελίδα μορφοποίησης



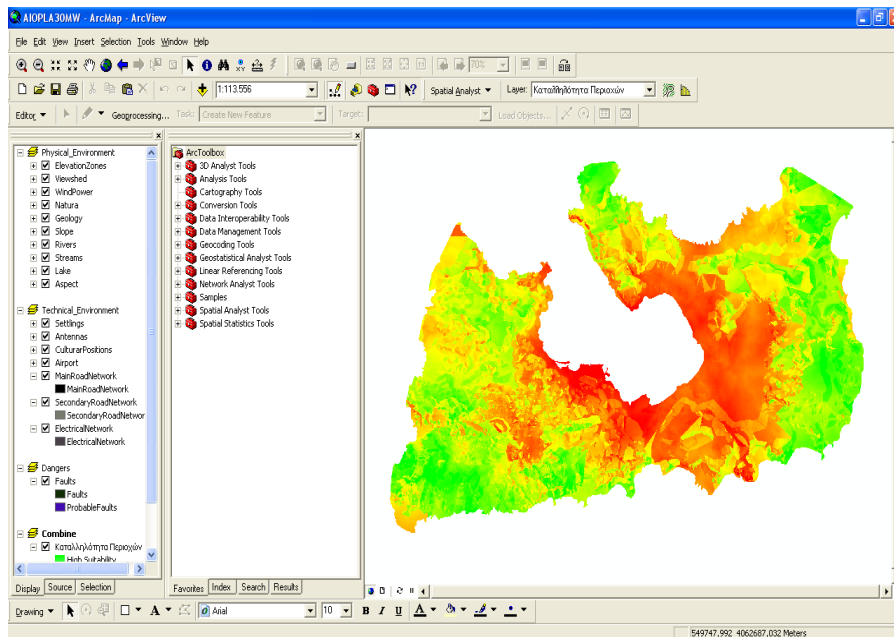
Εικόνα 4.54: Εξαγόμενο Αρχείο pdf





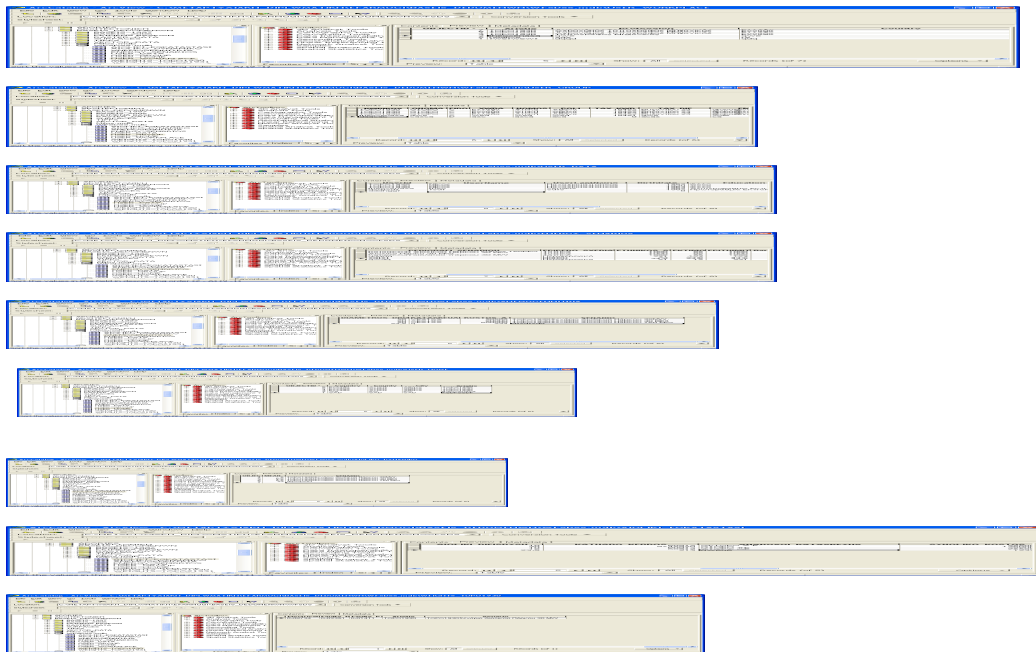
*Εικόνα 4.55: Εισαγωγή τίτλου στο χάρτη*

Ο παραγόμενος χάρτης όπου εμφανίζει τις καταλληλότερες περιοχές δίνεται στην επόμενη εικόνα (Εικόνα 4.56).



**Εικόνα 4.56:** Χάρτης εμφάνισης διαβαθμισμένης καταλληλότητας περιοχών

Προγενέστερα απο την αναφορά του δευτέρου σεναρίου, αξίζει να εποπτευθεί και η σχεσιακή βάση δεδομένων. Στην επόμενη εικόνα θα παρουσιαστεί να στιγμιότυπο απο τη βάση δεδομένων. Να επαναληφθεί πως η εισαγωγή των βαρών επιτυγχάνεται με το κουμπί της κατοχύρωσης των βαρών που υπάρχει σχεδόν στο σύνολο των σελίδων (**Εικόνα 4.57**).



*Εικόνα 4.57: Στιγμιότυπο από τη σχεσιακή βάση δεδομένων*

Η ομάδα των τοπογράφων δεν αρκείται στο πρώτο σενάριο. Επιθυμεί να εξετάσει ένα αρκετά φιλόδοξο σενάριο που προβλέπει τη δημιουργία ενός κολοσσιαίου πάρκου στη Μήλο, ισχύος 160 MW. Αυτό το εγχείρημα έχει αρκετές συνισταμένες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν ώστε να μην στεφθεί με μια πληθώρα αρνητικών συνεπειών. Παράγοντες όπως είναι μια ενδεχόμενη οικονομική άνθηση και μείωση των δεικτών ανεργίας μπορούν να εξαλειφθούν από εξασθένιση των τουριστικών δεικτών, μη αναστρέψιμη αλλοίωση του μοναδικού τοπιακού χαρακτήρα του νησιού και δεκάδες διαμαρτυρίες και προσφυγές στο ΣτΕ. Ένα έργο ενεργειακής πνοής για το σύνολο της Ελλάδας και μακροπρόθεσμης ποιότητας περιβάλλοντος σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους ηλεκτροπαραγωγής θα έλθει να εκπνεύσει τις τοπικές περιβαλλοντικές μεταβλητές.

Αυτή η βαρύτατη ευθύνη χρεώνεται στους μελετητές και αναλυτές του χώρου που θα πρέπει να αποφανθούν για το που θα χωροθετηθεί μια τέτοια εφαρμογή. Οι λεπτομέρειες αυτού του σεναρίου παρουσιάζονται στις εικόνες 4.58, 4.59 και 4.60, λαμβάνοντας υπόψιν τις υποθέσεις που πάρθηκαν προθύστερα.

The screenshot shows a software interface titled "UserForm1" with a navigation menu at the top. The menu items are: "Βάρος θεματικών επιπέδων", "Βάρος χαρακτηριστικών", "Μήτρες βαρών", "Παράμετροι Ανάλυσης", "Μοντέλο", "Μορφοποίηση Χάρτη (Α)", "Μορφοποίηση Χάρτη (Β)", "Γενικά", "Στοιχεία Χρήστη (Α)", "Στοιχεία Χρήστη (Β)", "Καθορισμός Σεναρίου", "Επιλογή Σεναρίου", "Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Α)", and "Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Β)".

The main content area is titled "Επιλογή Σεναρίου" and contains the following elements:

- A dropdown menu for "Σενάριο Αιολικού Πάρκου" with "Σενάριο Αιολικού Πάρκου" selected.
- A text box for "Βάρος Σεναρίου" with the value "33".
- A text box for "Αριθμός Συστάσεων Γνωμοδότησης" with the value "2".

Below this is the "Καθορισμός Παραμέτρων Σεναρίου" section, which includes:


- A "Περιγραφή Σεναρίου" text box containing "Κατασκευή Αιολικού Πάρκου Ισχύος 160MW".
- An "Επίπεδο Σχεδιασμού" dropdown menu with "Τοπικό" selected.
- An "Εθνικός Ενεργειακός Στόχος σε MW" text box with the value "1000".
- An "Επιθυμητός Ενεργειακός Στόχος σε MW" text box with the value "1000".
- An "Εκτιμώμενη Τιμή Ενέργειας σε Euro" text box with the value "85".
- A "Μέσο Αιολικό Δυναμικό σε m/s" text box with the value "5,5".

On the right side of the "Καθορισμός Παραμέτρων Σεναρίου" section, there are two small images: the top one shows a map of the island of Mytilene, and the bottom one shows a wind farm. A "Καταχώρηση Δεδομένων" button is located at the bottom right of this section.

On the left side of the main content area, there is a vertical banner with the text "Human ΧORASYS" and a collage of images related to wind energy and environmental impact.

UserForm1

Βάρος θεματικών επιπέδων | Βάρος χαρακτηριστικών | Μήτρες βαρών | Παράμετροι Ανάλυσης | Μοντέλο | Μορφοποίηση Χάρτη (Α) | Μορφοποίηση Χάρτη (Β)  
 Γενικά | Στοιχεία Χρήστη (Α) | Στοιχεία Χρήστη (Β) | Καθορισμός Σεναρίων | Επιλογή Σεναρίου | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Α) | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Β)



Παράμετροι Αιολικής Εγκατάστασης (Α)

Τύπος Αιολικής Εγκατάστασης:

Αριθμός Ανεμογεννητριών:

Διασύνδεση με Ηλεκτρικό Δίκτυο:

Ηλεκτρική Υποστήριξη από Δίκτυο:


Κύρια Μορφή Αξιοποίησης Παραγόμενης Ενέργειας:

Ονομαστική Ισχύς σε KW:

Ποσοστό Αναμενόμενης Αιολικής Διείσδυσης WP:

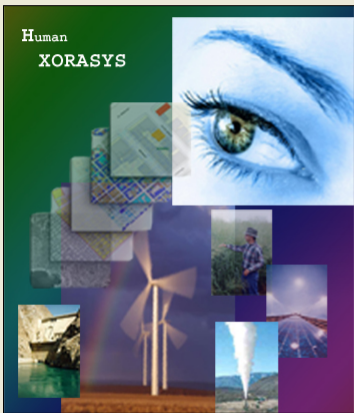
Ποσοστό Εκτιμώμενη Διαθεσιμότητας Α:

Αναμενόμενο Καθαρό Κέρδος Από Πώληση Ηλ. Ενέργειας σε Euro:



UserForm1

Βάρος θεματικών επιπέδων | Βάρος χαρακτηριστικών | Μήτρες βαρών | Παράμετροι Ανάλυσης | Μοντέλο | Μορφοποίηση Χάρτη (Α) | Μορφοποίηση Χάρτη (Β)  
 Γενικά | Στοιχεία Χρήστη (Α) | Στοιχεία Χρήστη (Β) | Καθορισμός Σεναρίων | Επιλογή Σεναρίου | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Α) | Χαρακτηριστικά Αιολικού Πάρκου (Β)



Παράμετροι Αιολικής Εγκατάστασης (Β)

Ανάδοχος Κατασκευής:

Συνολικός Προϋπολογισμός Μονάδας σε Euro:

Συγχρηματοδότηση:

Εκτιμώμενη Έκταση Αιολικής Εγκατάστασης σε στρέμματα:

**Καταχώρηση Δεδομένων**

---

Παράμετροι Ανεμογεννητριάς



Κατασκευαστής Α/Γ:

Ονομαστική Ισχύς Α/Γ σε KW:

Διάμετρος Δρομέα σε m:

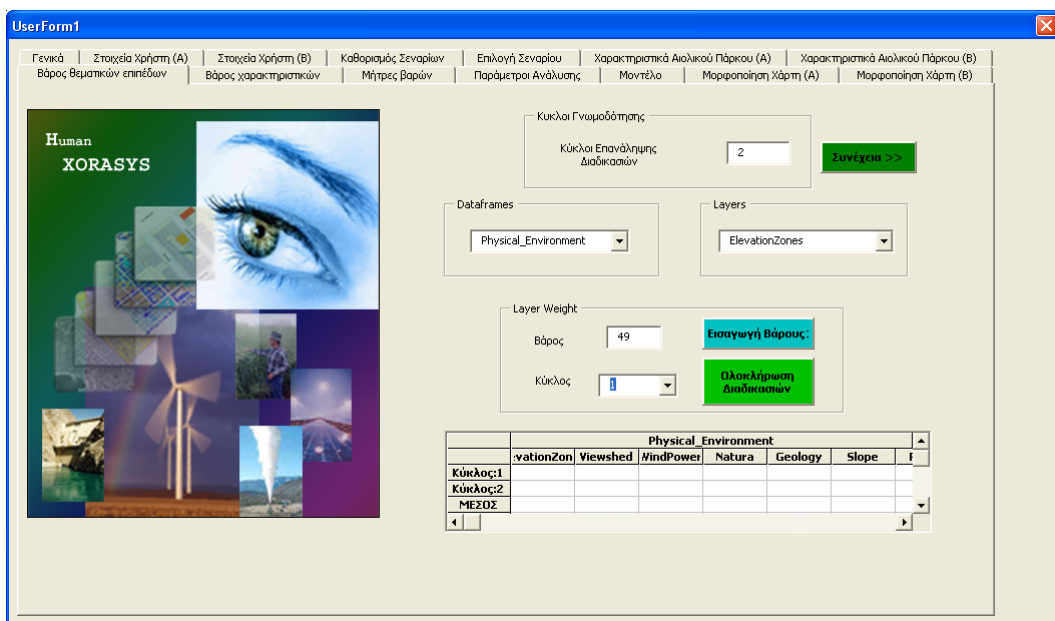
Κόστος Α/Γ σε Euro:

**Καταχώρηση Δεδομένων**

**Εικόνες 4.58, 4.59 και 4.60: Εισαγωγή στοιχείων σεναρίου κατασκευής αιολικού πάρκου 160 MW.**

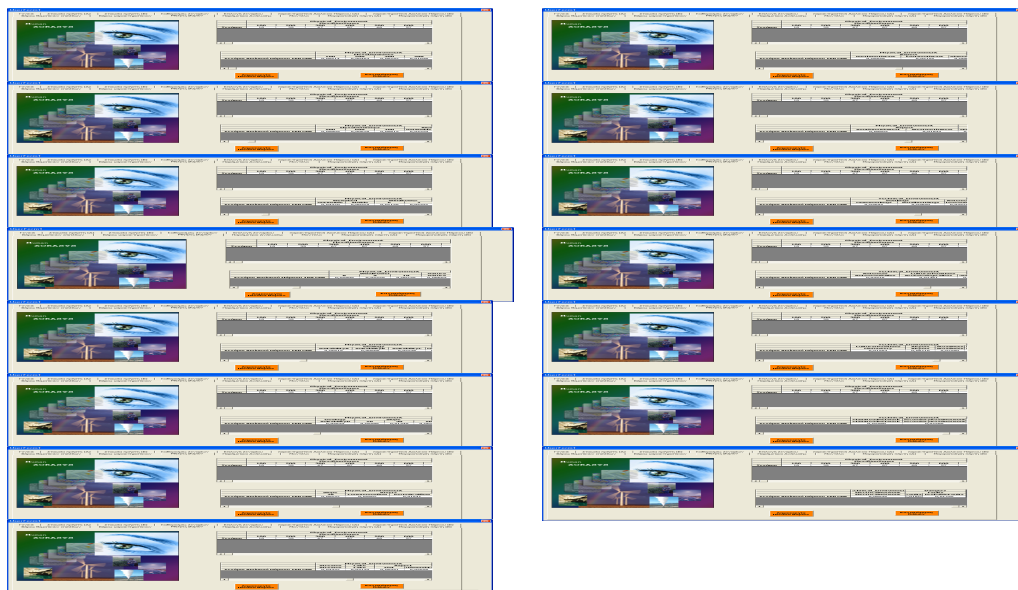
Η ομάδα των τοπογράφων στο στάδιο του καθορισμού των βαρών διαφωνούσε εντόνως σχετικά με τις τιμές των βαρών. Όμως, έπρεπε να βρεθεί η μέση λύση και να γνωμοδοτήσει ομόφωνα. Για αυτό το σκοπό εφαρμόστηκε η Δελφική μέθοδος. Τα μέλη της ομάδας ψήφισαν σε δύο στάδια - συνεδριάσεις και οι τελικοί μέσοι όροι ορίστηκαν ως η οριστικές γνωμοδοτήσεις της ομάδας. Στις επόμενες εικόνες διαφαίνονται τα βάρη των θεματικών επιπέδων, αλλά και των επιμέρους χαρακτηριστικών, όπως καθορίστηκαν στο σύστημα HXORASYS (**Εικόνες 4.61, 4.62, 4.63**).



*Εικόνα 4.61: Επιφάνεια συμπλήρωσης βαρών θεματικών επιπέδων (δύο*

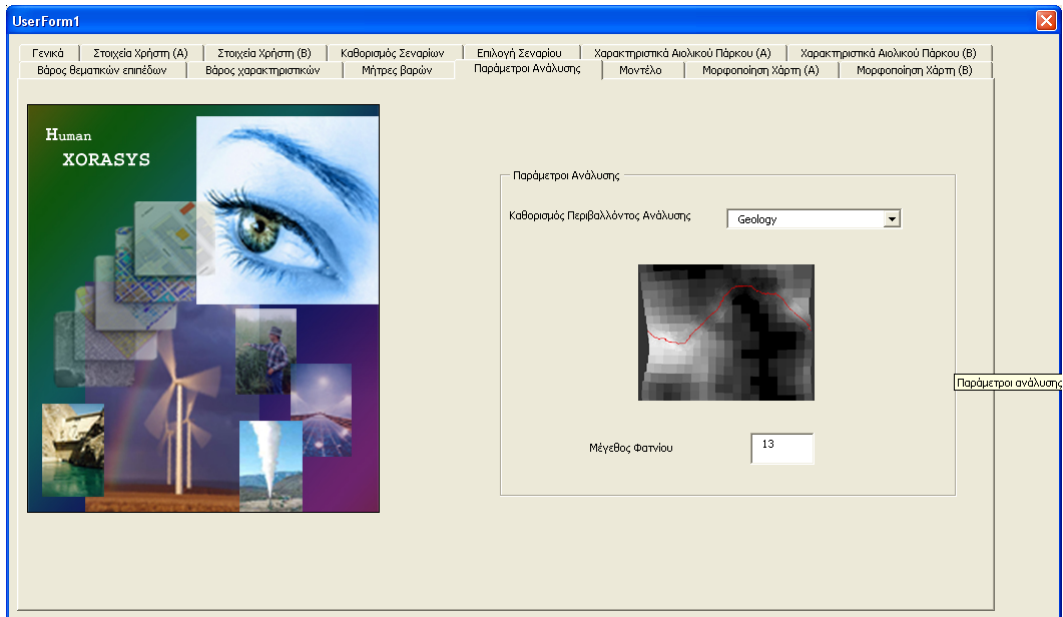


*Εικόνα 4.62: Σχετικά και κανονικοποιημένα βάρη θεματικών επιπέδων*



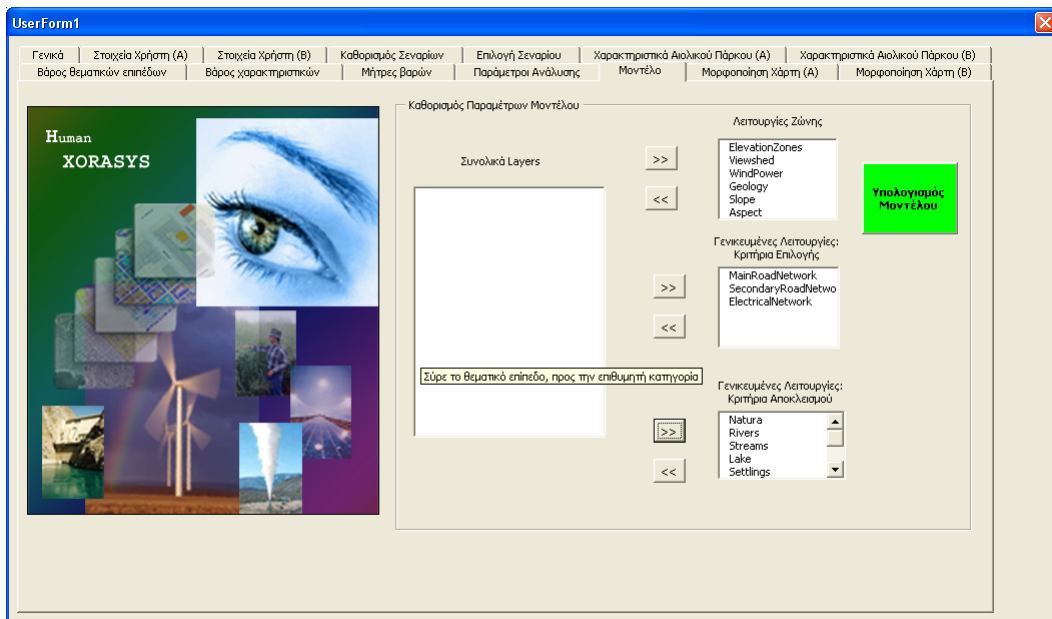
*Εικόνα 4.63: Κανονικοποιημένα βάρη δευτέρου σεναρίου*

Κατόπιν η ομάδα των τοπογράφων καθόρισε, με όμοιο τρόπο όπως το πρώτο σενάριο, τις αναλυτικές παραμέτρους (*Εικόνες 4.64, 4.65*) και έθεσε σε εφαρμογή το μοντέλο.



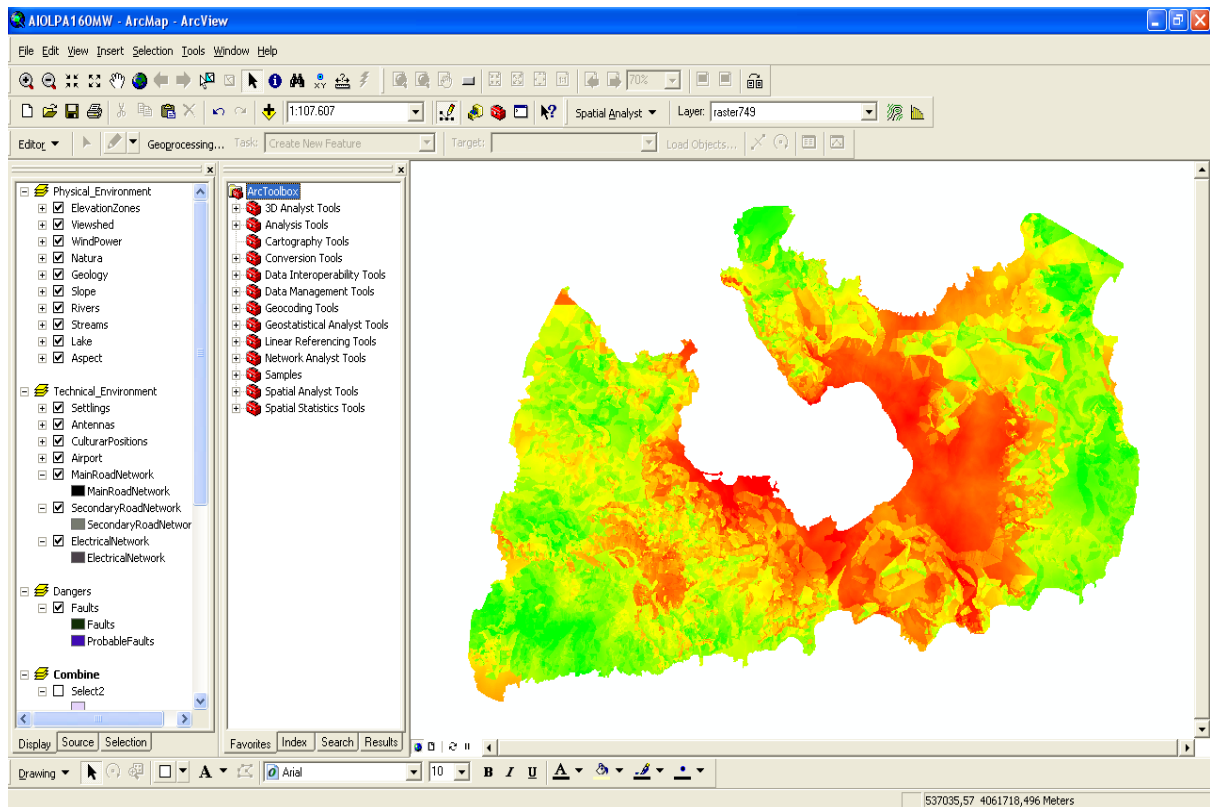
*Εικόνα 4.64: Καθορισμός παραμέτρων ανάλυσης*





*Εικόνα E.65: Καθορισμός παραμέτρων μοντέλου δευτέρου σεναρίου*

Ο παραγόμενος χάρτης που εμφανίζει με διαβάθμιση τις κατάλληλες περιοχές φαίνεται στην εικόνα 4.66.



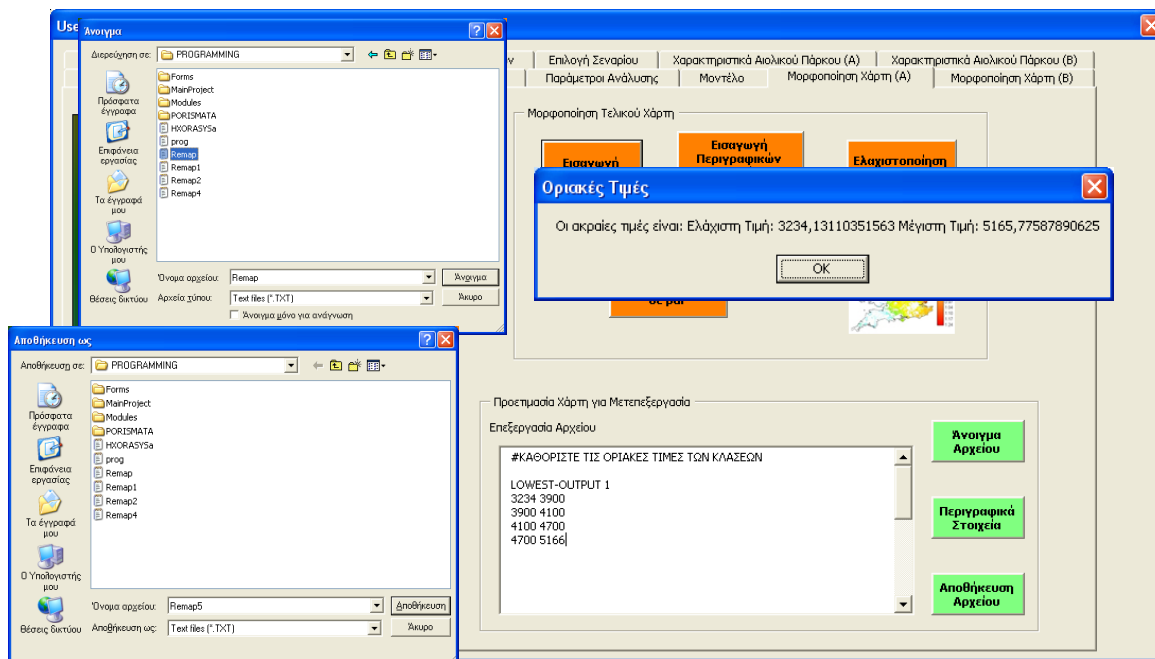


*Εικόνα 4.66: Διαβαθμισμένος χάρτης καταλληλότητας δευτέρου σεναρίου.*

Όπως διαφαίνεται έχουν αυξηθεί οι “απαγορευτικές” περιοχές συγκριτικά με το πρώτο σενάριο, όπως επίσης έχουν αυξηθεί και οι αθροιζόμενες τιμές των βαρών. Οι τοπογράφοι, ως τελευταία διαδικασία επιθυμούν να εντοπίσουν τις περιοχές, ή, την περιοχή, όπου έχει τα εξής κριτήρια:

1. Καταλληλότητα 4
2.  $E > 1250$  στρέμματα

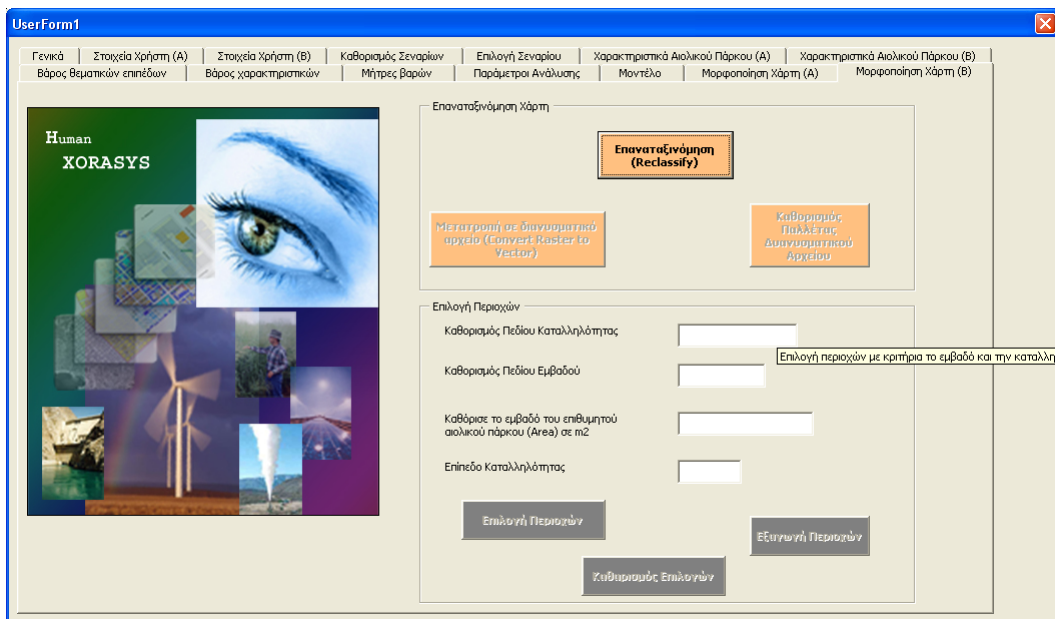
Με άλλα λόγια αναζητούν περιοχές που θα πληρούν απευθείας τα κριτήρια χωροθέτησης του αιολικού πάρκου. Σε πρώτο στάδιο πρέπει να επαναταξινομηθεί ο χάρτης. Ο χρήστης ανοίγει ένα αρχείο κειμένου (Remap.txt) και καθορίζει (σύμφωνα με τις οριακές τιμές) τα εύρη των τιμών των συναθροιζόμενων βαρών, όπου θα αντιστοιχηθούν με μια νέα τιμή στον επαναταξινομημένο χάρτη. Εν συνεχεία αποθηκεύει για μελλοντική χρήση αυτό το αρχείο (*Εικόνα 4.67*).



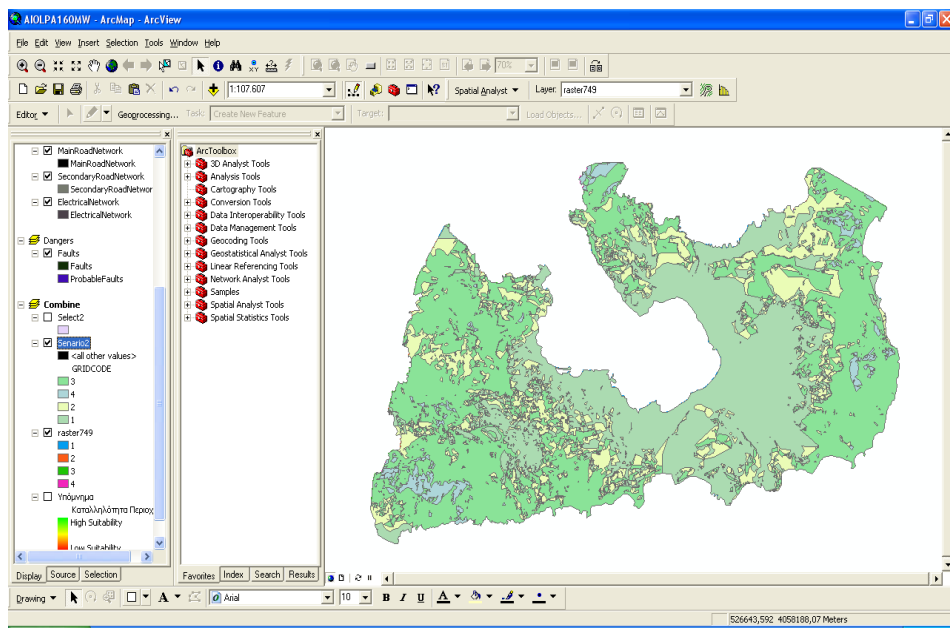
*Εικόνα 4.67: Προετοιμασία αρχείου κειμένου (Remap.txt)*

Ο χρήστης είναι τώρα σε θέση να:

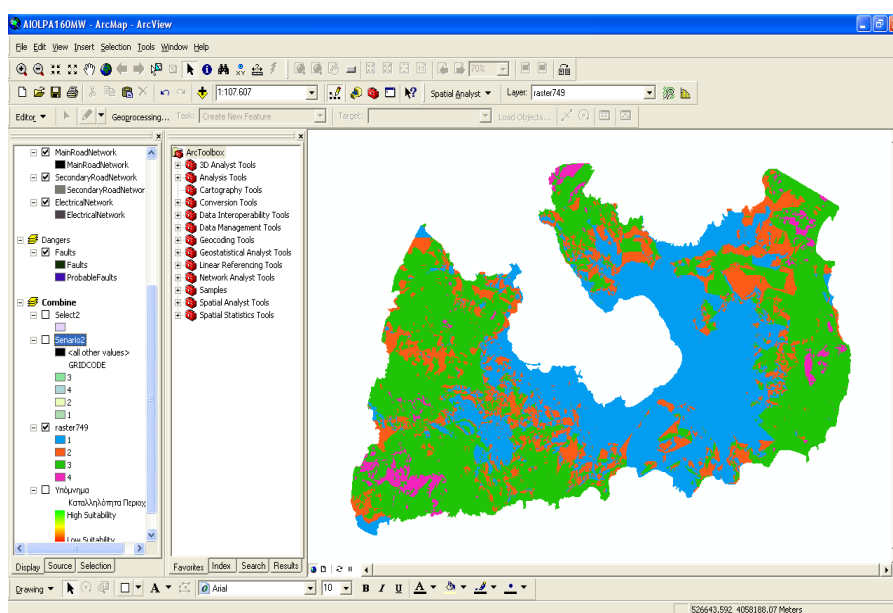
- *Επαναταξινόμηση το χάρτη (reclassify) (Εικόνα 4.68, 4.69)*
- *Να τον μετατρέψει σε διανυσματική μορφή (vector format)*
- *Να του προσδώσει μια πρέπουσα χρωματική διαβάθμιση, ανάλογα με την καταλληλότητα (Εικόνα 4.70)*



*Εικόνα 4.68: Επαναταξινόμηση (reclassify)*

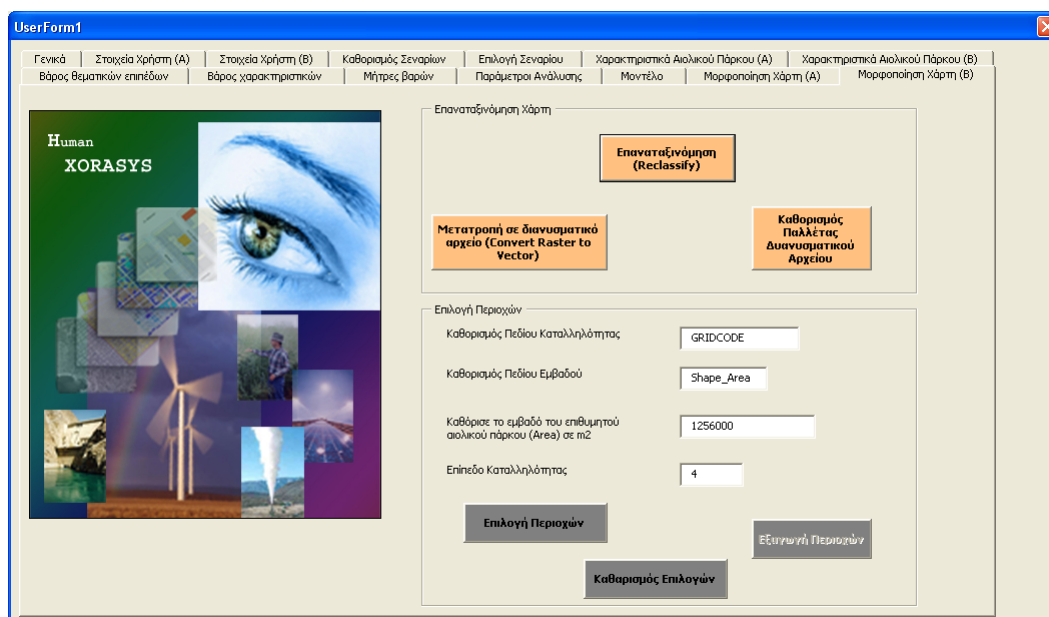


*Εικόνα 4.69: Επαναταξινομημένος χάρτης*

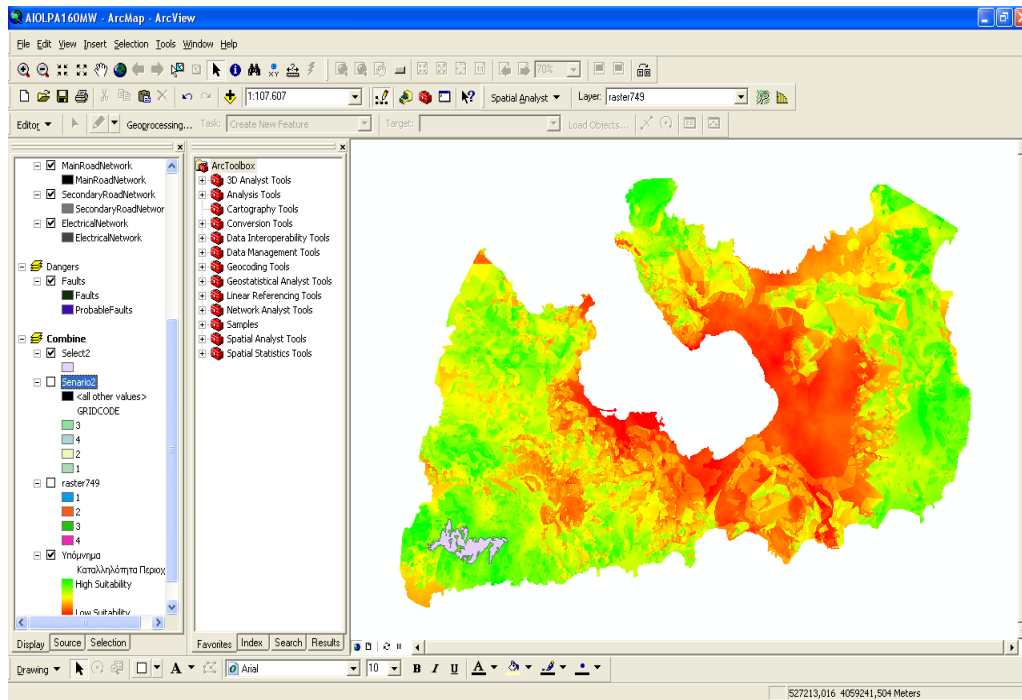


**Εικόνα 4.70:** Χάρτης σε διανυσματική μορφή και με

Με την ολοκλήρωση όλων αυτών των απαραίτητων διαδικασιών, ο χρήστης είναι σε θέση να επιλέξει και να εξάγει το σχηματικό αρχείο των περιοχών που πληρούν τις προϋποθέσεις του. Αυτό που απαιτείται να πράξει είναι να εισάγει το πεδίο του εμβαδού και της καταλληλότητα απο τον πίνακα περιεχομένων και να καθορίσει τις αντίστοιχες τιμές (**Εικόνες 4.71 και 4.72**).



*Εικόνα 4.71: Καθορισμός παραμέτρων επιλογής*



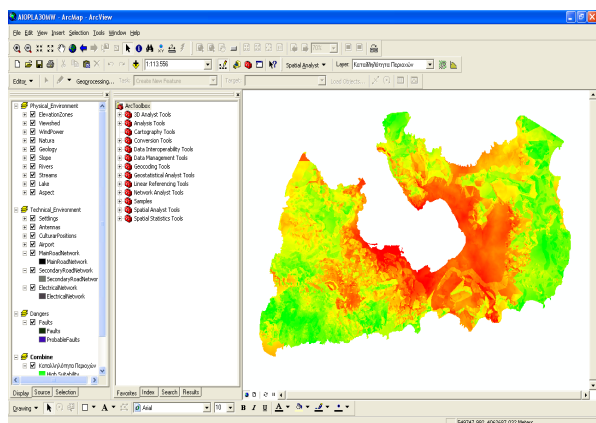
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ**     *Εικόνα 4.72: Περιοχές όπου πληρούν τα κριτήρια*     **4 . 9 . 5 :**

**ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

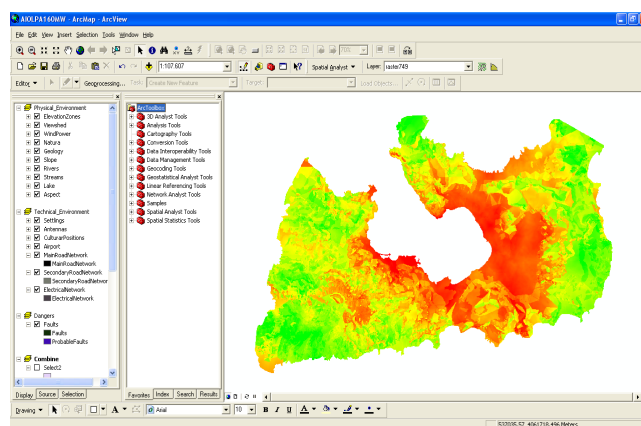
Στο προηγούμενο κεφάλαιο καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε να πραγματοποιηθεί μια μεστή περιγραφή μιας πλήρους εφαρμογής του συστήματος HXORASYS. Ενημερωτικά επιχειρήθηκε η μελέτη δύο σεναρίων που αφορούσαν τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων ισχύος 30 MW και 160 MW. Το σύστημα και στις δύο περιπτώσεις απέδωσε ικανοποιητικά πορίσματα. Οι αναλυτές του χώρου είναι σε θέση να γνωρίζουν ποιές περιοχές πληρούν με επάρκεια τα κριτήρια για μια ασφαλή και εύρωστη, τεχνικά και περιβαλλοντικά, λύση – απόφαση χωροθέτησης.

Οι δύο παραγόμενοι χάρτες εμφανίζουν εκ πρώτης όψεως, μια σχετική ομοιότητα. Η σχετικότητα εξηγείται έπειτα απο μια σχολαστική παρατήρηση των δύο χαρτών. Απο τη μια πλευρά, τα δύο σεναρία ενεργοποιούν διαφορετικές περιοχές ως κατάλληλες. Για παράδειγμα το σενάριο Α παρουσιάζει ως κατάλληλες περιοχές μεγάλο μέρος του δυτικού τμήματος του νησιού, αλλά και μέρος του νότιο –

ανατολικού τμήματος (*Εικόνα 4.73*). Τη ίδια στιγμή το σενάριο Β αποκλείει, με μείωση των συνολικού βάρους, τις ανατολικές περιοχές.



Σενάριο Α



Σενάριο Β

*Εικόνα 4.73: Σύγκριση παραγομένων χαρτών από τα δύο σενάρια. Στους κύκλους διακρίνονται ορισμένες εμφανείς διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο σεναρίων*

Απο την άλλη πλευρά, τα βάρη των σεναρίων, τόσο ως προς τις μέγιστες, όσο και ως προς τις ελάχιστες τιμές έχουν αυξηθεί αισθητά. Σε αυτό οφείλεται και η ισόποση αύξηση των σχετικών των θεματικών επιπέδων. Πιο αναλυτικά, όταν η ομάδα των τοπογράφων εισήγαγε τα βάρη του δεύτερου σεναρίου και έχοντας εις γνώση το μεγάλο μέγεθος του πάρκου, απέδωσε υψηλότερες τιμές σχετικών βαρών, αλλά με μια ομοιομορφία σε όλα τα θεματικά επίπεδα, με αποτέλεσμα οι τελικοί χάρτες να έχουν οπτική ομοιότητα, χωρίς όμως να είναι αντικειμενικά όμοιοι. Στο δεύτερο σενάριο, οι κατάλληλες περιοχές είναι λιγότερες από αυτές του πρώτου σεναρίου. Αυτό δύναται να εμφανιστεί με μια ορθά μελετημένη επαναταξινόμηση του χάρτη. Με έναν βέλτιστα σχεδιασμένο εύρος – κλάσεις τιμών (temap.txt), ο επαναταξινομημένος χάρτης θα αποδώσει με ευκρίνεια τη μείωση των καταλλήλων περιοχών.

Το μοντέλο και στα δύο σενάρια συμφωνεί για την ακαταλληλότητα των βορείων ακτών του νησιού και του κεντρικού τμήματος του. Αυτό είναι ορθό σε αυτές τις περιοχές συναντώνται οικιστικές χρήσεις γης, οι

περιοχές Natura, μεγάλο μέρος του υδρογραφικού δικτύου (ποτάμια, λίμνη και ρέματα), υψηλές εδαφικές κλίσεις και το αεροδρόμιο της Μήλου. Όλα αυτά τα θεματικά επίπεδα επέρχονται ως εμπόδια για τη χωροθέτηση ενός αιολικού πάρκου και ιδιαίτερα με τόσο μεγάλη ισχύ (30 MW και 160 MW).

Ένα μειονέκτημα του συστήματος που παρατηρήθηκε κατά το στάδιο εκτέλεσης του μοντέλου είναι η αυξημένη διάρκεια εκτέλεσης του. Στο πρώτο σενάριο ήτο 7 λεπτά και στο δεύτερο 5 λεπτά. Εκτιμάται πως σε ένα υπολογιστή με γρηγορότερη R.A.M., αυτοί οι χρόνοι θα μειωθούν αισθητά.

Εν κατακλείδι, το σύστημα HXORASYS θεωρούμε πως βοήθησε την ομάδα των τοπογράφων να απλοποιήσει, μια εν τη γενέσει της, σύνθετη διαδικασία. Ας αναλογιστούμε μόνον, ότι με μια επαρκή συγκέντρωση και προετοιμασία δεδομένων, οι χρήστες δύναται να αντιληφθούν απο μια υπερμεγέθη γεωγραφική περιοχή (που άλλοτε αγγίζει τα σύνορα της χώρας και άλλοτε τα τοπικά όρια οικισμών) ποιες είναι οι συγκεκριμένες ζώνες που θα μπορούσαν να ανεχθούν περιβαλλοντικά και τεχνικά ένα αιολικό πάρκο. Σε αυτή την περίπτωση, οι τοπογράφοι μέλλει να επισκεφτούν την περιοχή και τις ζώνες που υπέδειξε το μοντέλο και να εκφέρουν την τελική γνωμοδότηση για τη θέση χωροθέτησης, ή και να επαναλάβουν την εφαρμογή του συστήματος, με νέα και πιο ακριβή δεδομένα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.10 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ HXORASYS**

Το σύστημα HXORASYS βρίσκεται κυριολεκτικά στα σπάργανα. Αποτελεί μια πρωτόλεια προσπάθεια συνδυασμού τριών επιστημονικών πεδίων: των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, των Χωρικών Συστημάτων Υποστήριξης Απόφασης και των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Η οργάνωση των δεδομένων σύμφωνα με την προτυποποίηση των Μ.Π.Ε. και η χρήση των μητρών διπλής εισόδου για την είσοδο των βαρών, η αρχιτεκτονική των Χ.Σ.Λ.Α. και τα αναλυτικά εργαλεία και το λογισμικό περιβάλλον των Γ.Σ.Π. γέννησαν το σύστημα HXORASYS. Πράγματι επέρχεται πρωτοποριακά στο χώρο των

Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ενώ παράλληλα η χρηστικότητα του επεκτείνεται και σε άλλους τομείς, οι οποίοι εμφανίζουν την απαίτηση της “όρασης” καταλλήλων περιοχών για την χωροθέτηση δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην αξιολόγηση της καταλληλότητας μια προεπιλεγμένης ζώνης για τη χωροθέτηση ενός εργοστασίου.

Τα αποτελέσματα του HXORASYS κρίνονται ως ικανοποιητικά, τόσο από την πλευρά των πορισμάτων του, όσο και από την ελκυστική ως προς τον χρήστη επιφάνεια διασύνδεσης. Ωστόσο, αυτή η προσπάθεια δεν διατηρήθηκε αλώβητη στο διάβα της. Συνάντησε αρκετές σκοπέλους, οι οποίες μέχρι και αυτή τη στιγμή δεν έχουν κατορθωθεί να ξεπεραστούν. Συγκεκριμένα:

- Ο φορητός υπολογιστής που εγκαταστάθηκε το λογισμικό περιβάλλον ArcGIS και αναπτύχθηκε το σύστημα HXORASYS έχει τα εξής λειτουργικά χαρακτηριστικά: επεξεργαστή AMD Sempron (tm) 798 MHz και 512 MB μνήμη RAM. Αυτές οι ελλειπίες ιδιότητες ευθύνονται για μια σειρά προβλημάτων. Σύμφωνα και με μια μικρή πλοήγηση στο διαδίκτυο παρατηρήθηκε, από αναφορές χρηστών, μια μερική ασυμβατότητα επεξεργαστών AMD και λογισμικού ArcGIS. Αυτό και συνδυασμό με τη χαμηλή μνήμη RAM οδηγεί σε πολύ υψηλή διάρκεια επιτέλεσης των αναλυτικών λειτουργιών. Και σε όλα αυτά ήρθαν να προστεθούν και προβλήματα αδικαιολόγητης κατάρρευσης του συστήματος, ή, προβλήματα αυτοματισμών τη στιγμή που ο κώδικας ήταν σωστός και έτρεχε σε άλλες περιπτώσεις. Για παράδειγμα, ο κώδικας για την προσθήκη υπομνήματος δεν λειτουργεί, όταν ο χρήστης εξάγει τη φόρμα και την εκτελέσει στο περιβάλλον μιας άλλης εφαρμογής (project), γεγονός ανατιολόγητο. Στην περίπτωση των δύο σεναρίων, όταν έφθανε η στιγμή να τρέξει το μοντέλο για το δεύτερο σενάριο και ενώ είχε προηγηθεί το τρέξιμο του πρώτου σεναρίου, το σύστημα κατέρρευε και ολόκληρο το λογισμικό δεν μπορούσε να επανεκκινήσει.
- Δεν υπήρξε πληρότητα ως προς τα δεδομένα της βάσης. Μπορεί τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν από το CD του βιβλίου “Εφαρμογές του λογισμικού ArcGIS 9x με απλά λόγια” (Κουτσόπουλος, Ανδρουλακάκης, 2005), αλλά και από το διαδίκτυο να επαρκούν για ένα απλό τρέξιμο του προγράμματος, αλλά φυσικά για πιο ακριβή αποτελέσματα απαιτούνται και άλλα δεδομένα, όπως για παράδειγμα κοινωνικοοικονομικά στοιχεία, πληρέστερα ανεμολογικά και μετεωρολογικά δεδομένα, θεματικά επίπεδα χρήσεων γης, ηλεκτρικού δικτύου, οικισμών και λοιπά.
- Το σύστημα επιτελεί αρκετές αναλυτικές και διαχειριστικές λειτουργίες. Όμως εμφανίζονται συχνά προβλήματα και σφάλματα που το αναγκάζουν σε τερματισμό της εφαρμογής. Μέρος των



προβλημάτων ξεπεράστηκε με τη χρήση χειριστών σφαλμάτων, οι οποίοι εντοπίζουν το σφάλμα και ενημερώνουν το χρήστη σχετικά με την προέλευση του σφάλματος. Όμως δεν είναι δυνατή η αναγνώριση όλων των πηγών των σφαλμάτων. Για παράδειγμα, ένα σφάλμα που εντοπίστηκε αφορά τη γλώσσα των ετικετών των θεματικών επιπέδων και των επιμέρους χαρακτηριστικών τους. Στην αρχή είχε χρησιμοποιηθεί η Ελληνική γλώσσα για τις ετικέτες (labels), αλλά στην συνέχεια προέκυψε ξαφνικό και περίεργο σφάλμα με την αποθήκευση των βαρών στη σχεσιακή βάση δεδομένων. Μετά από ώρα και ενώ ο κώδικας ήταν ορθός διαπιστώθηκε πως το σφάλμα οφειλόταν στη γλώσσα των ετικετών. Κάτι τέτοιο θα ήταν εφικτό μέσα από πολλαπλά τρεξίματα του προγράμματος. Συγκεκριμένα, η διάχυση του συστήματος σε μια μεγάλη ομάδα χρηστών, με την παρουσία του διαχειριστή και συντάκτη του συστήματος θα έθετε τις βάσεις για την αναγνώριση όλων των πιθανών σφαλμάτων που θα μπορούσαν να προκύψουν, αλλά και των βελτιώσεων που θα μπορούσαν να λάβουν χώρα, ώστε το σύστημα να αποδειχθεί πραγματικά χρηστικό και να αποκτήσει μια πιο επαγγελματική χροιά.

Το σύστημα HXORASYS θα αποδειχθεί ως καινοτόμο και χρήσιμο στον τομέα των Α.Π.Ε., των Μ.Π.Ε. και γενικά σε αρκετές εφαρμογές που απαιτούν ανάλυση χώρου με την βελτίωση και υλοποίηση ορισμένων προτάσεων. Οι προτάσεις και οι προοπτικές επέκτασης του συστήματος είναι οι εξής:

- *Θα πρέπει να οργανωθεί μια πληρέστατη πληροφοριακή βάση δεδομένων. Χωρίς τα δεδομένα, το σύστημα HXORASYS, αλλά και κάθε συναφές σύστημα δεν έχει λόγο ύπαρξης. Αν ο χώρος είναι το περιβάλλον όρασης του συστήματος, τα δεδομένα είναι οι οφθαλμοί του. Δυστυχώς, σε επίπεδο χώρας απουσιάζουν οι αναγκαίες πληροφορίες υποδομής (Baseline information). Δεδομένα Εθνικού Κτηματολογίου, τοπιολογικών και εδαφολογικών χαρτών (Κασσιός 2006), κοινωνικοοικονομικών δεδομένων στερούνται κοινής οργάνωσης τους σε μια βάση (ομογενοποίησης), ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν σε χωροθετικές και γενικές χωροταξικές επεμβάσεις. Όσο πιο ακριβή και περιεκτικά είναι τα δεδομένα, τόσο οι παραγόμενοι χάρτες θα λύνουν τους γόρδιους δεσμούς της ανάλυσης και επέμβασης στο χώρο. Η Ελλάδα ακολουθώντας την οδηγία INSPIRE αναμένεται να δημιουργήσει μια κοινή και προσβάσιμη Εθνική Υποδομή Χωρικών Δεδομένων. Αυτά τα δεδομένα θα δύνανται να εισαχθούν στο σύστημα και να παραχθούν ακριβή αποτελέσματα, λόγω και της αποδεδειγμένης αξιοπιστίας των δεδομένων.*

- Το σύστημα θα πρέπει να εφαρμοστεί σε ανώτερο υπολογιστικό περιβάλλον προκειμένου να δίνει τη δυνατότητα ελαχιστοποίησης του χρόνου εκτέλεσης του μοντέλου και συνδυασμού και χρήσεις δεκάδων θεματικών επιπέδων και χαρακτηριστικών.
- Είναι επιθυμητή η διάχυση του συστήματος και η παρουσίαση του σε σεμινάρια και εκθέσεις ενεργειακού περιεχομένου, θεματολογίας γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, χωρικών συστημάτων υποστήριξης απόφασης και πληροφορικής, αλλά και σε απλούς πολίτες, στελέχη της τοπικής αυτοδιοίκησης, αλλά και του δημοσίου και ιδιωτικού φορέα που δραστηριοποιούνται σε εφαρμογές χωροταξίας, ώστε να δοκιμαστεί το σύστημα, να εντοπιστούν πιθανές πηγές σφάλματος και να προστεθούν νέες δυνατότητες και επεκτάσεις στις επόμενες εκδόσεις.
- Να αναπτυχθεί το σύστημα σε περιβάλλον εκτός του ArcGIS, ώστε να αποκτήσει μια αυτονομία ως προς το λογισμικό, αλλά και να βελτιωθεί το γραφικό περιβάλλον (GUI) του χρήστη, ώστε να εξαλειφθεί η υποχρέωση της παρουσίας κάποιου εξειδικευμένου προσωπικού κατά τη διάρκεια εφαρμογής του συστήματος. Επιπρόσθετα επιθυμητή είναι η μετάβαση του συστήματος σε ένα network – SDSS που θα κατανεμηθεί και θα εφαρμόζεται από περισσότερους χρήστες. Μάλιστα είναι εφικτό να ρυθμιστεί το σύστημα ώστε να δημιουργηθεί μια πανεπιστημονική ομάδα, όπου το κάθε μέλος θα γνωμοδοτεί μόνο για το πεδίο ενδιαφέροντος του.
- Η μεθοδολογική προσέγγιση αυτού του συστήματος, όπως και άλλων συναφών και ίσως καλύτερων συστημάτων να εισαχθούν (και νομοθετικά) στα προκαρκτικά στάδια μια Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και κυρίως στο στάδιο της διαβούλευσης. Η νοητή διαδικασία προβλέπεται να είναι η εξής: Στο στάδιο της διαβούλευσης (scoring), το άτομο που ενδιαφέρετε για την εφαρμογή μιας δραστηριότητας, ενός έργου, ή και μια πολιτικής σε μια προκαθορισμένη περιοχή αφού πρώτα ενημερώσει όλους τους άμεσα ενδιαφερόμενους φορείς όπως Δασικές Υπηρεσίες, Πολεοδομία, Αρχαιολογία, μη κυβερνητικές οργανώσεις (για παράδειγμα περιβαλλοντικές, πολιτιστικές, κοινωνικές), τις εκάστοτε τοπικές αυτοδιοικήσεις και νομαρχίες, αλλά και μεμονωμένα άτομα που θα γεινιάσουν με την υπό μελέτη εφαρμογή, θα συγκεντρώνονται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους και υπολογιστές και θα τρέχουν το σύστημα, γνωμοδοτώντας επί της εφαρμογής. Στις διαδικασίες εκτέλεσης του συστήματος θα βρίσκονται και ουδέτερα άτομα, οι οποίοι θα συντονίζουν και θα ενημερώνουν για το διαδικαστικό της υπόθεσης. Με ευθύνη του χρήστη, τα αποτελέσματα θα αναλύονται απο ειδήμονες του χώρου (κατά προτίμηση μηχανικούς και περιβαντολόγους) και θα δημοσιεύονται. Κατόπιν, ο χρήστης θα ενημερώνεται σχετικά με την καταλληλότητα των

περιοχών που προτείνει για υπό μελέτη εφαρμογή. Σε περίπτωση μη καταλληλότητας του χώρου είτε θα του προτείνονται νέες περιοχές, ή, θα σταματούν οι αδειοδοτικές διαδικασίες. Κατά αυτόν τον τρόπο, θα αποφευχθούν οι δυσάρεστες συνέπειες μιας ανεξέλεγκτης χωροθέτησης, που είναι οι προσφυγές στο ΣτΕ, οι καθυστερήσεις έγκρισης της Μ.Π.Ε., κοινωνικές αντιδράσεις και οι πιθανές συνέπειες σε περιβαλλοντικές μεταβλητές.

- Να αξιοποιούνται εξειδικευμένα υπολογιστικά συστήματα για την οργάνωση a priori ζωνών ειδικευμένων χρήσεων γης. Ενδεικτικά με την εισαγωγή διαφόρων σεναρίων στα συστήματα, μπορούν να προκύψουν και να οριοθετηθούν ζώνες στις οποίες θα επιτρέπεται ένα συγκεκριμένο είδος χρήσης γης. Για παράδειγμα απο μια γεωγραφική περιοχή θα εξαχθούν βιομηχανικές ζώνες, οικιστικές ζώνες, ζώνες ειδικών περιβαλλοντικών περιορισμών, αλλά και θα εισαχθούν στους ήδη υπάρχοντες πολεοδομικούς και χωροταξικούς χάρτες, ζώνες αποκλειστικής ανάπτυξης *Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας* (φωτοβολταϊκά, αιολικά πάρκα, γεωθερμία και άλλες Α.Π.Ε.).

Μόνο με την υλοποίηση των ανωτέρω στόχων και προοπτικών, το σύστημα HXORASYS θα διέλθει απο τον περιορισμένο του χαρακτήρα, ως μια απλή ακαδημαϊκή εφαρμογή και θα αγγίξει τον αυτοσκοπό δημιουργίας του που είναι η προσφορά και η τάξη και η περιβαλλοντική φροντίδα και βιωσιμότητα, του τόσο άναρχα και κακοποιημένου χώρου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

A

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

### ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΡΑΝΩΝ - ΦΥΣΙΟΓΡΑΦΙΑ

#### **Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Ευστάθεια Πρανών - Φυσιογραφία [Πίνακας Γ.1]**

Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της  
περιβαλλοντικής μεταβλητής

Μέτρα αντιμετώπισης

*Δημιουργία απότομων κλίσεων*

*Μελέτη χαρτών κλίσεων / Ορθή χάραξη οδικού  
δικτύου (σύμφωνα με τις ισοκλινείς)*

*Απομάκρυνση μεγάλων όγκων χωματισμών*

*Μελέτη χαρτών κλίσεων / Ορθή χάραξη οδικού  
δικτύου (σύμφωνα με τις ισοκλινείς)*

*Επιρροή της παρόχθιας ζώνης (για θαλάσσια  
αιολικά πάρκα, ή, εντός μιας ακτογραμμής)*

*Επαναφύτευση των πρανών ενός δρόμου.*

*Μακροχρόνια διάβρωση*

*Αξιοποίηση ανθεκτικών εδαφικών υλικών /  
Μελέτη - πρόβλεψη εδαφικής διάβρωσης και  
κλιματολογικών – μετεωρολογικών συνθηκών  
της περιοχής (μέγιστες απορροές).*

*Διαταραχή του τοπικού υδρογραφικού δικτύου*

*Διαμόρφωση μικρών κλίσεων των υδατορευμάτων /  
Κατασκευή επαρκών οχετών και δικτύου ομβρίων  
υδάτων στα σημεία διασταύρωσης με τα υδατορεύματα.*

ακατάλληλα εδάφη

**Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Ευστάθεια Πρανών - Φυσιογραφία [Πίνακας Γ.2]**

Υπομεταβλητές	Στοιχεία / Μέθοδοι Μέτρησης	Μονάδες Μέτρησης	Πηγές Δεδομένων
Υψομετρικές Συνθήκες	Τοπογραφική αποτύπωση / Χάρτες ισοϋψών/ Φωτογραμμετρικές μεθόδους	m	Δημόσιες, ή, ιδιωτικές αποτυπώσεις, χάρτες Γ.Υ.Σ.
Ένταση κλίσεων	Τοπογραφική αποτύπωση / Χάρτες ισοϋψών/ Φωτογραμμετρικές μεθόδους	Ποσοστιαίο μέγεθος, ή, γωνιακό (σε μοίρες)	Δημόσιες, ή, ιδιωτικές αποτυπώσεις, χάρτες Γ.Υ.Σ.
Υδροκρίτες / ρεύματα	Τοπογραφική αποτύπωση / Φωτογραμμετρικές μεθόδους	Κατηγορία Υδατορεύματος (ιεραρχικό μέγεθος)	Δημόσιες, ή, ιδιωτικές αποτυπώσεις, χάρτες Γ.Υ.Σ.

## ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΕΔΑΦΟΣ

### **Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Υδρολογία και Ποιότητα Υδάτων [Πίνακας Γ.3]**

Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της  
περιβαλλοντικής μεταβλητής

Μέτρα αντιμετώπισης

Διάβρωση και απόπλυση λιθολογικών σχηματισμών

Προστασία έναντι διάβρωσης / αποφυγή έκθεσης  
υλικών μη ανθεκτικών στη διάβρωση

### **Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Γεωλογία - Έδαφος [Πίνακας Γ.4]**

Υπομεταβλητές	Στοιχεία / Μέθοδοι Μέτρησης	Μονάδες Μέτρησης	Πηγές Δεδομένων
Γεωλογικοί Τύποι	Γεωλογικές - Γεωμορφολογικές - Εδαφολογικές μελέτες	Τάξεις - είδη λιθολογικών σχηματισμών	Γεωλογικοί Χάρτες Ι.Γ.Μ.Ε., ιδιωτικές έρευνες
Εδαφικοί Τύποι, Φυσικά, Βιολογικά και Χημικά χαρακτηριστικά	Καταγραφή μηχανικών κλασμάτων και διαμέτρων κόκκων, περιεκτικότητα σε άμμο, ιλή και άργιλο, περιεκτικότητα σε οργανικά στοιχεία, εδαφικές κατανομές, οξύτητα, πορώδες, διαπερατότητα, κατείσδυση	mm, εδαφικοί τύποι, ph, mm/h, K (Συντελεστής διαπερατότητας)	Γεωλογικοί Χάρτες Ι.Γ.Μ.Ε., ΕΘΙΑΓΕ Υπουργείου Γεωργίας, διεθνείς οργανισμοί (Ο.Η.Ε., Unesco, FAO) ιδιωτικές έρευνες
Δομή Πετρωμάτων / Ρήγματα / ολισθήσεις	Γεωλογικές - Γεωμορφολογικές - Εδαφολογικές μελέτες	Τομές επι των λιθολογικών σχηματισμών	Γεωλογικοί - Γεωτεκτονικοί Χάρτες Ι.Γ.Μ.Ε., ιδιωτικές έρευνες
Εδαφοτεχνικά και Τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά	Μέτρηση σκληρότητας, αντοχή πετρωμάτων σε	Δεκαβάθμια κλίμακα Mohs , Kg / cm <sup>2</sup> , % συρρίκνωση του	

	διάτμηση, ενυδάτωση	αρχικού όγκου	
Υδρογεωλογικές και τεχνικογεωλογικές συνθήκες	Μελέτη ευστάθειας πρανούς (κλίση πρανούς, βαθμός συνοχής εδάφους, γωνία εσωτερικής τριβής)	Μοίρες, $\text{kg}/\text{cm}^2$ ,	
Γεωικανότητα	Μετρήσεις σύστασης εδάφους, διάβρωσης, νερού, ατμοσφαιρικών παραγόντων, δυνατότητες συγκράτησης νερού	Κατηγορίες Γεωικανότητας (Ποιοτικές διαφοροποιήσεις)	Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Υπουργείο Γεωργίας, κριτήρια FAO (Αμερικάνικη Υπηρεσία Γεωλογίας)

### ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΔΑΤΩΝ

#### **Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Υδρολογία και Ποιότητα Υδάτων [Πίνακας Γ.5]**

Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της περιβαλλοντικής μεταβλητής

Μέτρα αντιμετώπισης

*Μεταβολή, ή, διαταραχή της διαδρομής των υδατορευμάτων*

*Ορθή χάραξη των οδών πρόσβασης*

*Ανάσχεση πορείας των υπογείων υδάτων, λόγω των οδικών εκσκαφών*

*Ορθή χάραξη των οδών πρόσβασης*

*Καταβιβασμοί, ή, αναβιβασμοί των υδροφόρων οριζόντων*

*Ορθή χάραξη των οδών πρόσβασης, παρακολούθηση (monitoring) υδρομετρικών και κλιματικών παραμέτρων*



Απομάκρυνση της παρόχθιας βλάστησης

Επαναφύτευση των πρανών

Διάβρωση οργανικών, ή, μεταλλικών υλικών εντός των  
επιφανειακών υδάτων / Διάβρωση εδάφους

Ορθή χάραξη των οδών πρόσβασης, παρακολούθηση  
(monitoring) υδρομετρικών και κλιματικών  
παραμέτρων, εργαστηριακοί έλεγχοι

### Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Υδρολογία και Ποιότητα Υδάτων [Πίνακας Γ.6]

Υπομεταβλητές	Στοιχεία / Μέθοδοι Μέτρησης	Μονάδες Μέτρησης	Πηγές Δεδομένων
Υπόγεια/επιφανειακά/εκβολές/θάλασσα ύδατα	Σταθμημετρία / μέτρηση ταχύτητας ροής / μέτρηση παροχής / μέτρηση παλλισοιών	m / ms <sup>-1</sup> / m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	Εγκατάσταση τοπικών υδρομετρικών σταθμών
Φυσικές / Χημικές ιδιότητες	Μετρήσεις pH / οργανοληπτικές και φυσικοχημικές μετρήσεις κατά την Κοινοτική Οδηγία 75/440	Καθαρός αριθμός/ mg/l	Από ιδιωτικές, ή, δημόσιες χημικές εταιρίες
Οργανικοί Παράγοντες	φυσικοχημικές μετρήσεις	mg/l	Από ιδιωτικές, ή, δημόσιες χημικές εταιρίες
Βαθμός Ρύπανσης - Μόλυνσης	φυσικοχημικές μετρήσεις, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο	mg/l, BOD	Από ιδιωτικές, ή, δημόσιες χημικές εταιρίες
Χρήσεις Υδάτων	Προσδιορισμός των πιθανών χρήσεων του νερού	L / κατ. ημ. / χρήση	Ε.Υ.Δ.ΑΠ. και ιδιωτικές μετρήσεις
Πιεζομετρική Επιφάνεια	Τοποθέτηση πιεζομέτρων /	m	Δημόσιες και Ιδιωτικές Εταιρίες

**ΑΛΙΕΙΑ - ΙΧΘΥΟΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ****Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Αλιεία και Ιχθυοκαλλιέργειες [Πίνακας Γ.7]**Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της  
περιβαλλοντικής μεταβλητής

Μέτρα αντιμετώπισης

*Υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων**Ορθή χάραξη των οδών πρόσβασης και των αιολικών  
υποδομών (μείωση των διασταυρώσεων), καθιέρωση  
ενός περιβαλλοντικού προγράμματος παρακολούθησης**Απομάκρυνση παρόχθιας βλάστησης και παράλληλη  
μείωση των περιεχομένων θρεπτικών συστατικών του  
νερού**Περιορισμός της αποψίλωσης της παρόχθιας  
βλάστησης, καθιέρωση ενός περιβαλλοντικού  
προγράμματος παρακολούθησης**Ανακοπή της μεταναστευτικής πορείας των ψαριών**Ορθή χάραξη των οδών πρόσβασης και των αιολικών  
υποδομών (μείωση των διασταυρώσεων), καθιέρωση  
ενός περιβαλλοντικού προγράμματος παρακολούθησης  
Περιβαλλοντική - αναπτυξιακή πολιτική**Οικονομικές – κοινωνικές επιπτώσεις στους  
συσχετιζόμενους επαγγελματίες**Μείωση του πληθυσμού των ψαριών**Ορθή χάραξη των οδών πρόσβασης και των αιολικών  
υποδομών (μείωση των διασταυρώσεων), καθιέρωση  
ενός περιβαλλοντικού προγράμματος παρακολούθησης***Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Αλιεία και Ιχθυοκαλλιέργειες [Πίνακας Γ.8]**

Υπομεταβλητές

Στοιχεία  
/Μέθοδοι  
ΜέτρησηςΜονάδες  
Μέτρησης

Πηγές Δεδομένων

Αφθονία / Πληθυσμιακή Σταθερότητα	Καταγραφή ειδών και οριοθέτηση ζωνών διαβίωσης σπάνιων ειδών, μελέτη της μεταναστευτικής πορεία (χρήση ραντάρ και άλλου είδους πομπών)	Είδη και δείκτες διακύμανσης των ειδών, γραμμικές μεταναστευτικές διελεύσεις ειδών	Κοινοτικές Οδηγίες και Θεσμικό Πλαίσιο, Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., πανεπιστημιακές έρευνες, οργανισμοί και σύλλογοι
Σπανιότητα / Επικινδυνότητα Ειδών/			
Διελεύσεις			

### ΧΛΩΡΙΔΑ

<b>Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Χλωρίδα [Πίνακας Γ.9]</b>	
<p>Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της περιβαλλοντικής μεταβλητής</p> <p><i>Μείωση της βιοποικιλότητας της χλωρίδας</i></p> <p><i>Διασπορά επιθετικών φυτικών ειδών (weedy species)</i></p>	<p>Μέτρα αντιμετώπισης</p> <p><i>Μείωση των διαταραχών της φυσικής υδρολογίας, περιορισμός των εδαφικών αλλαγών της περιοχής, καθορισμός και τήρηση ζωνών προστασίας της χλωρίδας, μείωση της διάβρωσης</i></p> <p><i>Φύτευση οργανικών εδαφών, με παράλληλη χρήση μη επιθετικών ειδών, μέσω υδροσποράς</i></p>
<i>Πυρκαγιές</i>	<i>Αποφυγή δόμησης υποδομών και διέλευσης των οδύσεων των γραμμών μεταφοράς, μέσα από οροθετημένες ζώνες και απο δασικά οικοσυστήματα</i>

<b>Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Χλωρίδα [Πίνακας Γ.10]</b>			
Υπομεταβλητές	Στοιχεία / Μέθοδοι Μέτρησης	Μονάδες Μέτρησης	Πηγές δεδομένων

Φυσικά Ενδiciaitήματα	Χάρτες Βλάστησης και κάλυψης γης (φωτοερμηνεία δορυφορικών εικόνων, ορθοφωτοχάρτες)	Ομάδες φυσικών ενδiciaitημάτων	Χάρτες 1:50000 της Γ.Υ.Σ., χάρτες εδαφοκάλυψης - χρήσεων γης 1:20000(Διεύθυνση Δασικού Κτηματολογίου του Υπουργείου Γεωργίας), χάρτες κάλυψης γης 1:100000 (Ο.Κ.Χ.Ε.), χάρτες Corine Land Cover, χάρτες φυσικών ενδiciaitημάτων (Πρόγραμμα Natura, Οδηγία 92/43/ΕΟΚ)
Οικοσυστήματα / Προστατευόμενες περιοχές / Διαδοχή / Εποχικότητα Διαχείριση	Χαρτογράφηση φυσικών ενδiciaitημάτων και εναρμόνιση με την οδηγία 92/43/Ε.Ο.Κ. / Οριοθέτηση ζωνών Natura 2000	Οριοθέτηση ζωνών (πολυγωνική τοπολογία)	Χάρτες φυσικών ενδiciaitημάτων (Πρόγραμμα Natura, Οδηγία 92/43/ΕΟΚ)

### ΠΑΝΙΔΑ

#### **Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Πανίδα [Πίνακας Γ.11]**

Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της περιβαλλοντικής μεταβλητής

Μέτρα αντιμετώπισης

*Πιθανή θνησιμότητα της ενδημικής (εάν υπάρχει) και μεταναστευτικής ορνιθοπανίδας (Συγκρούσεις με τους έλικες των ανεμογεννητριών και με τις γραμμές μεταφοράς, χτυπήματα απο κεραυνούς που συγκεντρώνουν οι ανεμογεννήτριες)*

*Ενδελεχής μελέτη των θέσεων χωροθέτησης των ανεμογεννητριών / Απομάκρυνση των οδεύσεων μεταφοράς ρεύματος υψηλής τάσης απο τα μεταναστευτικά μονοπάτια / αλεξικέρανα / μη ανάσχεση των επιγείων μονοπατιών των βιολογικών*

οργανισμών / μελέτη των μεταναστευτικών διαδρομών των πτηνών

Υποβάθμιση του οικοσυστήματος από τη συχνή διέλευση οχημάτων από το οδικό δίκτυο σύνδεσης (θόρυβος)

Εξέλιξη της τεχνολογίας σχεδιασμού ανεμογεννητριών, απομάκρυνση οδικών δικτύων πρόσβασης μέσα από ευαίσθητα οικοσυστήματα

Παρεμπόδιση των επίγειων διαδρομών της πανίδας / βοσκή

Μη ανάσχεση των επιγείων μονοπατιών των βιολογικών οργανισμών / μη αξιοποίηση περιφράξεων

Μείωση των διαθέσιμων πόρων, με τους οποίους θρέφονται τα μέλη του ζωικού οικοσυστήματος

Επαναφυντεύσεις εκτάσεων που αποψιλώνονται / μελέτη εδαφολογικών χαρτών και χαρτών βλάστησης

### Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Πανίδα [Πίνακας Γ.12]

Υπομεταβλητές	Στοιχεία / Μέθοδοι Μέτρησης	Μονάδες Μέτρησης	Πηγές δεδομένων
Μεταναστευτικά είδη (ορνιθοπανίδα) / Διελεύσεις	Καταγραφή και χαρτογράφηση μεταναστευτικών ειδών	Ομάδες ειδών (ονομαστική κλίμακα)	(Πρόγραμμα Natura, Οδηγία 92/43/ΕΟΚ), Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, άλλες περιβαλλοντικές οργανώσεις
Φυσικά Ενδιαιτήματα / Προστατευόμενες περιοχές (όπως π.χ. Natura) / Ελάχιστοι Βιώσιμοι Πληθυσμοί / φωλεασμός	Χαρτογράφηση - καταγραφή φυσικών ενδιαιτημάτων και εναρμόνιση με την οδηγία 92/43/Ε.Ο.Κ. / Οριοθέτηση ζωνών Natura 2000	Ομάδες ειδών (ονομαστική κλίμακα)	Χάρτες φυσικών ενδιαιτημάτων (Πρόγραμμα Natura, Οδηγία 92/43/ΕΟΚ)
Σημαντικοί πόροι	Χάρτες Βλάστησης και κάλυψης γης (φωτοερμηνεία δορυφορικών εικόνων, ορθοφωτοχάρτες)	Ομάδες φυσικών ενδιαιτημάτων / χρήσεων γης	Χάρτες 1:50000 της Γ.Υ.Σ., χάρτες εδαφοκάλυψης - χρήσεων γης 1:20000 (Διεύθυνση Δασικού Κτηματολογίου του Υπουργείου

Γεωργίας), χάρτες κάλυψης γης 1:100000 (Ο.Κ.Χ.Ε.), χάρτες Corine Land Cover, χάρτες φυσικών ενδιαιτημάτων (Πρόγραμμα Natura, Οδηγία 92/43/ΕΟΚ)

## ΤΟΠΙΟ

### **Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Τοπίο [Πίνακας Γ.13]**

Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της περιβαλλοντικής μεταβλητής

Μέτρα αντιμετώπισης

*Αλλοίωση των τοπιακών παραμέτρων (σχήμα, φόρμα, υφή, γραμμή, αρμονία και άλλες) / Υποβάθμιση της συνολικής του αξίας*

*Επέμβαση αποκατάστασης του τοπιακού χαρακτήρα / χωροθέτηση αιολικού πάρκου σε ικανοποιητικές αποστάσεις απο οικισμούς και σε περιοχές με ικανότητα απορρόφησης των επεμβάσεων – δραστηριοτήτων / Η χρησιμοποίηση ουδετέρων χρωματισμών (λευκοί χρωματισμοί) / Αποκόλληση των επιγραφών απο τις ανεμογεννήτριες / Δενδροφύτευση υψηλής βλάστησης / Μείωση του ύψους μερικών, ή, όλων των ανεμογεννητριών (Βελτίωση της κατακόρυφης διάστασης του τοπίου) / Διασπορά των θέσεων των ανεμογεννητριών (αποφυγή της δημιουργίας ομάδων - Βλέπε εικόνα 3.3) (Βελτίωση της οριζόντιας διάστασης του τοπίου) /*

Επιλογή σωληνωτού πύργου στήριξης και δικτυωτών /  
Αποφυγή διαβρώσεως

<b>Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Τοπίο [Πίνακας Γ.14]</b>			
<b>Υπομεταβλητές</b>	<b>Στοιχεία / Μέθοδοι Μέτρησης</b>	<b>Μονάδες Μέτρησης</b>	<b>Πηγές δεδομένων</b>
<b>Θέα / Προοπτική / Συνέχεια / Αποτίμηση αισθητικής τοπίου</b>	Τεχνικές προσομοίωσης (Γ.Σ.Π., Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση μακέτες), προβολές με Η/Υ, τεχνικές βίντεο και Η/Υ / χρήση αεροφωτογραφιών, βίντεο, ψηφιακών μοντέλων εδάφους	Ποιοτικές κατηγορίες αξιολόγησης του τοπίου και των βασικών του στοιχείων (για παράδειγμα αξιόλογο, κοινό και αδιάφορο τοπίο)	Τοπιολογικές έρευνες σε μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων
<b>Ιστορικά - Φυσικά - Ανθρωπογενή Τοπία</b>	Σύνταξη τοπιολογικών χαρτών	Ποιοτική αποτίμηση του τοπίου	Τοπιολογικοί χάρτες, τοπία ιδιαίτερου κάλλους (Ν.Δ. 53 Υπουργείο Πολιτισμού)

### **ΘΟΡΥΒΟΣ**

#### **Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Θόρυβος - Ποιότητα αέρα και ατμόσφαιράς [Πίνακας Γ.15]**

<b>Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της περιβαλλοντικής μεταβλητής</b>	<b>Μέτρα αντιμετώπισης</b>
<i>Παραγόμενοι θόρυβοι των μηχανικών μερών της ανεμογεννήτριας</i>	<i>Χρήση απορροφητικής βλάστησης / Ρύθμιση του πάχους των περύγων / ηχομονωτικά πετάσματα /</i>
<i>Θόρυβοι από τη χρήση δομικών μηχανημάτων και εκρηκτικών, κατά το στάδιο κατασκευής</i>	<i>αντικραδασμικά πέλαμα στήριξης</i>

Διαταραχή, λόγω θορύβου του τοπικού ανθρωπογενούς

και φυσικού περιβάλλοντος

Εκπομπές σκόνης

Τακτικό πλύσιμο δρόμων και υποδομών

Σκίαση

Ρύθμιση επιτρεπόμενης σκίασης

**Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Θόρυβος - Ποιότητα αέρα και ατμόσφαιράς  
[Πίνακας Γ.16]**

Υπομεταβλητές	Στοιχεία / Μέθοδοι Μέτρησης	Μονάδες Μέτρησης	Πηγές δεδομένων
Στάθμες θορύβου	Ακουστικές μελέτες επιπέδου θορύβου / ακουστική μελέτη θορύβου υποβάθρου	dB, Hz (συχνότητα ήχου)	Ακουστικές μελέτες
Επίπεδα σκόνης	Μετρήσεις σκόνης	μg / m <sup>3</sup>	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

**ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ  
ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΙ ΠΟΡΟΙ**

**Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Ανθρώπινοι Πόροι [Πίνακας Γ.19]**

Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της περιβαλλοντικής μεταβλητής

Μέτρα αντιμετώπισης

Παροχή θέσεων εργασίας – Μείωση των τάσεων ανεργίας / Οικονομική τόνωση των περιοχών χωροθέτησης των αιολικών πάρκων  
Κοινωνικές αντιδράσεις

-

Πλήρης και εμπειριστατωμένη ενημέρωση του κοινού

Κίνδυνος πρόκλησης ατυχήματος απο πτώση των πύργων στήριξης, ή, των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Ορθή διαστασιολόγηση των κατασκευών / απόσταση απο κατοικημένες περιοχές



Θόρυβος, και πιθανές επιδράσεις απο την δημιουργία ηλεκτρομαγνητικού πεδίου

Απόσταση απο κατοικημένες περιοχές

Ανάσχεση δραστηριοτήτων αναψυχής

Απόσταση απο τουριστικές δραστηριότητες (σε περίπτωση που αποτελούν σημαντικό τοπικό οικονομικό πόρο)  
Φύλαξη χώρων

Πρόσβαση κοινού στους χώρους του αιολικού πάρκου

Πιθανοί χρήση των δρόμων πρόσβασης ως αντιπυρικές ζώνες

Δεσμεύσεις χρήσεων γης (αγροτικές και δασικές)

Μέριμνα προσεκτικής όδευσης γραμμών μεταφοράς και χωροθέτησης αιολικών πάρκων (μειωμένες απαλλοτριώσεις)

### **Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Ανθρώπινοι Πόροι [Πίνακας Γ.14]**

<b>Υπομεταβλητές</b>	<b>Στοιχεία / Μέθοδοι Μέτρησης</b>	<b>Μονάδες Μέτρησης</b>	<b>Πηγές δεδομένων</b>
<b>Οικονομία - Κοινωνικές Συνθήκες / Συνθήκες Υγείας - Ασφάλειας</b>	Στατιστικές Επετηρίδες	Στατιστικοί πληθυσμιακοί δείκτες, δείκτες εργατικού δυναμικού, εκπαιδευτικοί δείκτες, δείκτες υγείας	Ε.Σ.Υ.Ε., Υπουργεία Οικονομικών, Ανάπτυξης, Υγείας
<b>Αναψυχή</b>	Ειδικές διαδρομές (π.χ. μονοπάτια για περιπατητές), χαρτογράφηση δραστηριοτήτων τουρισμού	Κατηγορίες δραστηριοτήτων τουρισμού	Υπουργείο Τουρισμού, Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
<b>Χρήσεις Γης</b>	Καταγραφή των χρήσεων γης / μελέτη των μεταβολών τους	Κατηγορίες χρήσεων γης	Σύγχρονες και παλαιές αεροφωτογραφίες, Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Δασαρχεία, Ο.Κ.Χ.Ε.

## ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### **Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Ανθρωπογενή Στοιχεία [Πίνακας Γ.19]**

Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της περιβαλλοντικής μεταβλητής

*Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στις κεραιές ραδιοφωνίας και τηλεόρασης και στα radar της αεροπορίας*

*Κίνδυνοι σύγκρουσης αεροπλάνων, ή, πλοίων με τις ανεμογεννήτριες, ή, τις λοιπές εγκαταστάσεις*

Μέτρα αντιμετώπισης

*Χρήση συνθετικών υλικών ελικών, χρήση δεκτών και αναμεταδοτών*

*Τροποποίηση των θαλασσιών και αεροπορικών δικτύων, εναλλακτικές χωροθετήσεις των πάρκων, ενημέρωση των ναυτικών και αεροπορικών χαρτών*

### **Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Ανθρωπογενή Στοιχεία [Πίνακας Γ.14]**

Υπομεταβλητές	Στοιχεία / Μέθοδοι Μέτρησης	Μονάδες Μέτρησης	Πηγές δεδομένων
Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (Λιμάνια, Αεροδρόμια, Σιδηρόδρομοι)	Χαρτογράφηση επιμέρους στοιχείων / Κυκλοφοριακοί φόρτοι	Οχήματα / ανά ώρα	Ειδικές μελέτες, στατιστικές επετηρίδες (Ε.Σ.Υ.Ε.)
Δίκτυα Ραδιοφωνίας / Τηλεόρασης / Radar	Χαρτογράφηση επιμέρους στοιχείων	Μέτρηση ποιότητας σήματος	Υπηρεσία πολιτικής αεροπορίας, Πολεμική αεροπορία, Υπουργείο Ανάπτυξης, Εταιρίες ραδιοφωνίας και τηλεόρασης

## ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟΙ - ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

### **Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Πολιτιστικοί Πόροι [Πίνακας Γ.19]**

Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της περιβαλλοντικής μεταβλητής

Μέτρα αντιμετώπισης

*Πιθανή βλάβη σε αρχαιολογικά ευρήματα και μνημεία (τοπιακά και ιστορικά, κατά το στάδιο της κατασκευής*

*Αποφυγή χάραξης έργων και υποδομών σε περιοχές με υφιστάμενους αρχαιολογικούς χώρους και σε ζώνες που πιθανολογείται ύπαρξη ιστορικών ευρημάτων*

### **Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Πολιτιστικοί Πόροι [Πίνακας Γ.14]**

Υπομεταβλητές	Στοιχεία / Μέθοδοι Μέτρησης	Μονάδες Μέτρησης	Πηγές δεδομένων
Αρχαιολογικοί χώροι / μνημεία, θέσεις ιστορικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος	Απογραφή ιστορικών θέσεων	Ποιοτικές διαφοροποιήσεις	Χάρτες Υπουργείου Πολιτισμού και βιβλιογραφικές αναφορές

## ΚΙΝΔΥΝΟΙ - ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

### **Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Κίνδυνοι [Πίνακας Γ.19]**

Επιπτώσεις ενός αιολικού πάρκου επι της περιβαλλοντικής μεταβλητής

Μέτρα αντιμετώπισης

*Σεισμοί / Ακραία Καιρικά Φαινόμενα / Κλιματικές Αλλαγές*

- *Δυνατότητες για μηχανική πέδη της τουρμπίνας*
- *Υδραυλικός μηχανισμός διαχείρισης των ανεμογεννητριών (Σύστημα εκτροπής).*

- Αντοχή στις εδαφικές επιταχύνσεις απο πιθανά ισχυρά σεισμικά σενάρια.
- Κατάλληλη φύλαξη των εγκαταστάσεων
- Λήψη όλων των απαραίτητων μέτρων προστασίας από το προσωπικό.
- Τοποθέτηση κατάλληλης αντικεραυνικής προστασίας.

### Κύρια Περιβαλλοντική Μεταβλητή: Κίνδυνοι [Πίνακας Γ.20]

Υπομεταβλητές	Στοιχεία / Μέθοδοι Μέτρησης	Μονάδες Μέτρησης	Πηγές δεδομένων
Σεισμοί	Μετρήσεις επιταχυνσιογράφων, μελέτη σεισμοτεκτονικών χαρτών και χαρτών μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης, χάρτες σεισμικής επικινδυνότητας και σεισμικότητας	mm / s <sup>2</sup> , mm / s, mm, Καταγραφή μακροσεισμικών επιπτώσεων, ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας (A = a x g, όπου a = σεισμική επικινδυνότητα g = επιτάχυνση της βαρύτητας)	Σεισμοτεκτονικοί χάρτες Ι.Γ.Μ.Ε. (κλίμακας 1 : 50000), στοιχεία από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και από διάφορα γεωλογικά ινστιτούτα, Ο.Α.Σ.Π., Νέος αντισεισμικός κανονισμός - Έκδοση 2000
Κλίμα / Μετεωρολογικά Φαινόμενα	Μετρήσεις θερμοκρασιακών στοιχείων (μέσες μηνιαίες, ετήσιες ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες), ταχύτητα, διεύθυνση ανέμων, φαινόμενα θερμοκρασιακής αναστροφής, υγρασίας,	°C, κλίμακα Beaufort, mm	Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Αστεροσκοπείο Αθηνών, Παγκόσμιες έρευνες πάνω στις κλιματικές αλλαγές

ομίχλης, ριπών ανέμου,  
κατάσταση ευστάθειας  
ατμόσφαιρας, μέση  
ετήσια και μηνιαία  
βροχόπτωση

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

# B

ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΩΝ ΧΩΡΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ  
ΑΠΟΦΑΣΗΣ

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β**

Τα χωρικά συστήματα λήψης απόφασης είναι δυνατόν να αναπτυχθούν σε μια σειρά ποικίλων λογισμικών, αξιοποιώντας κατ' αυτόν τον τρόπο, τη λειτουργικότητα των συγκεκριμένων λογισμικών. Αυτά τα λογισμικά χαρακτηρίζονται ως γεννήτριες (generators). Τόσο λοιπόν, οι γεννήτριες, όσο και τα εργαλεία (tools) που χρησιμοποιούνται από τα χωρικά συστήματα λήψης απόφασης για την επίλυση ενός συγκεκριμένου ημιδομημένου προβλήματος παρουσιάζονται σε αυτό το παράρτημα, σύμφωνα και με τις αναφορές των *Sprague and Watson*.

### ***Εργαλεία Συστημάτων Λήψης Απόφασης (SDSS tools)***

*Γλώσσες προγραμματισμού – κώδικας, βιβλιοθήκες αντικειμένων (Arc Macro Language (AML) scripting tool of ARC/INFO, Avenue - ArcView GIS software's built-in object-oriented scripting language, TransCAD - Caliper Script macro language, MapInfo – MapBasic)*

*Προγραμματιστικές γλώσσες απόδοσης (visual programming language) (STELLA II, Cantata and Khoros)*

*Λογισμικά επικοινωνίας (inter-application communication software) (dynamic data exchange (DDE), object linking (OLE), open database connectivity (ODBC))*

*Γλώσσες και λογισμικά προσομοίωσης (simulation languages and software) (SIMULINK, SIMULA)*

*Διεπιφάνειες εφαρμογών (application programming interfaces (API)) (the IBM's geoManager API, Java Advanced Imaging API, TransCAD's API)*

*applets (GISApplet, Microsoft Visual J++)*

*Οπτικές διεπιφάνειες (visual interfaces, graphics and colour subroutines) ( graphical user interfaces - GUI)*

***Γεννήτριες Συστημάτων Λήψης Απόφασης (SDSS generators)***

*Συστήματα Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ARC/INFO, ArcView, ARCNetwork, Spatial Analyst, MapObjects LT, GRASS, IDRISI, MapInfo, TransCAD)*

*Λογισμικά Βάσεων Δεδομένων (dBase, Access, Paradox)*

*Συστήματα ανάλυσης απόφασης (LINDO, EXPERT CHOICE, LOGICAL DECISION)*

*Λογισμικά στατιστικής και γεωστατιστικής ανάλυσης (S-PLUS, SPSS, SAS)*

*Προσομοίωση (Spatial Modelling Environment)*



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



# ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

### ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΕΝΑΜΜΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ

Οι μέθοδοι προσδιορισμού των επιπτώσεων από μια δραστηριότητα διαχωρίζονται σε:

- *Απλές και Σύνθετες Μήτρες (Simple and Stepped Matrices)*
- *Απλές και Περιγραφικές Λίστες (Simple and Descriptive Checklists)*
- *Δίκτυα (Networks)*
- *Τεχνική των επικαλύψεων (Overlays)*
- *Χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών*
- *Οικονομικές τεχνικές*

Οι παραπάνω τεχνικές αποτελούν τις απλούστερες μεθόδους που έχουν εφαρμοστεί σε μια πλειάδα εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, αλλά και στρατηγικών περιβαλλοντικών εκτιμήσεων. Τα κριτήρια επιλογής τους ποικίλλουν και εξαρτώνται από την φύση της εξεταζόμενης δραστηριότητας, το σκοπό του μελετητή (για παράδειγμα, το ενδιαφέρον για την εκτίμηση μόνο των επιπτώσεων), το διατιθέμενο κεφάλαιο για τη σύνταξη της, το υπάρχον προσωπικό, το γνωστικό υπόβαθρο της ερευνητικής ομάδας, τον προορισμό της μελέτης, τον διατιθέμενο χρονικό ορίζοντα και τη διαθεσιμότητα πληροφοριακής βάσης.

Στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διπλωματικής, το ενδιαφέρον εστιάζεται στην ιεράρχηση και τελική επιλογή των πιο κατάλληλων θέσεων που μπορούν να ανεχθούν περιβαλλοντικά ένα αιολικό πάρκο.

Γενικά, οι δραστηριότητες που υποστηρίζουν οι περιβαλλοντικές μέθοδοι ποικίλλουν και συνοψίζονται στον επόμενο πίνακα (*Πίνακας Γ.1*)

<i>Δραστηριότητα</i>	<i>Μεθοδολογία εφαρμόσιμη στον προσδιορισμό των επιπτώσεων</i>	<i>Σημαντικότητα (Relative usefulness)</i>
<i>Αναγνώριση επιπτώσεων</i>	<i>Μήτρες απλές και κλιμακωτές</i>	<i>Υψηλή, μέση</i>
	<i>Δίκτυα, απλές και αναλυτικές λίστες</i>	<i>Υψηλή, μέση και μέση</i>
<i>Περιγραφή του επηρεαζόμενου περιβάλλοντος</i>	<i>Απλές και κλιμακωτές μήτρες και δίκτυα</i>	<i>Χαμηλή</i>
	<i>Απλές και αναλυτικές λίστες</i>	<i>Υψηλή</i>
<i>Πρόβλεψη και εκτίμηση των επιπτώσεων</i>	<i>Απλές και κλιμακωτές μήτρες</i>	<i>Μέση</i>
	<i>Δίκτυα / Οικονομικές τεχνικές</i>	<i>Μέση</i>
	<i>Αναλυτικές λίστες και λίστες ιεράρχησης</i>	<i>Υψηλή και χαμηλή</i>
<i>Επιλογή μιας προτεινόμενης θέσης (υπολογισμός των εναλλακτικών επιλογών)</i>	<i>Απλές και κλιμακωτές μήτρες</i>	<i>Μέση και χαμηλή</i>
	<i>Λίστες ιεράρχησης με βάρη και χωρίς βάρη</i>	<i>Υψηλή και μέση</i>

Οι σύγχρονες τάσεις υπαγορεύουν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο στη διερεύνηση των πιθανών επιπτώσεων από τη χωροθέτηση μιας δραστηριότητας. Τα Γ.Σ.Π. αποτελούν την υπολογιστική εξέλιξη των τεχνικών επικάλυψης (overlays), μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον σε εφαρμογές μελέτης τοπίου και πολεοδομίας. Παράλληλα, μια επέκταση των τεχνικών εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων παρουσιάζεται στον χώρο των οικονομικών επιστημών. Συγκεκριμένα, οι επιπτώσεις μιας δραστηριότητας στο χώρο ερμηνεύονται σε τιμές και ποσά μέσα από τεχνικές ανάλυσης κόστους – ωφέλειας.

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν θα καταβληθεί προσπάθεια για μια αρκετά συνοπτική περιγραφή της κάθε μεθοδολογίας, με στόχο να εισαχθεί ο αναγνώστης, στη λογική της εφαρμογής τους. Σε επόμενο στάδιο θα αναλυθούν οι τεχνικές που θα εφαρμοστούν στα πλαίσια του χωρικού συστήματος υποστήριξης απόφασης για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων. Μια ολοκληρωμένη αναφορά όλων των μεθολογικών εκτίμησης επιπτώσεων ξεφεύγει από τους στόχους του εξεταζόμενου θέματος.

## **ΑΠΛΕΣ ΜΗΤΡΕΣ (MATRICES)**

Η τεχνική των απλών μητρών αναπτύχθηκε το 1971 από τον Leopold. Οι απλές μήτρες συνήθως αποτελούνται από δύο άξονες (μήτρες διπλής εισόδου). Ο οριζόντιος άξονας περιλαμβάνει τα περιβαλλοντικά στοιχεία (environmental items) που επηρεάζονται από μια δραστηριότητα, ενώ στον κάθετο άξονα σημειώνονται οι πιθανές επιπτώσεις (impacts). Οι επιπτώσεις δύναται να σχετίζονται και με τα διάφορα στάδια κατασκευής του έργου. Κατά αυτόν τον τρόπο εισάγεται και η διάσταση του χρόνου στη μελέτη.

Αν σε κάποιο περιβαλλοντικό στοιχείο παρατηρηθεί μια επίπτωση, το κελί που βρίσκεται στην τομή μεταξύ στοιχείου και επιπτώσεις μαρκάρεται και σημειώνονται από τον χρήστη δύο τιμές. Η πρώτη περιγράφει το μέγεθος της επίπτωσης και η άλλη τη σημαντικότητα της επίπτωσης. Τα κριτήρια είναι κυρίως υποκειμενικά και βασίζονται στην κρίση του εκάστοτε μελετητή – αξιολογητή.

Γενικά, οι απλές μήτρες αποτελούν μια εύκολη, φθηνή και αποτελεσματική λύση αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (*Σχήμα Γ.1*). Όμως η απλουστευμένη θεώρηση των επιπτώσεων και η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ αυτών (καθώς μια περιβαλλοντική παράμετρος μπορεί να επηρεάζει μια άλλη) δεν επιφέρει ικανοποιητικά επίπεδα ακρίβειας.

Ένα αξιόλογο στοιχείο στις μήτρες είναι ότι υπάρχει η δυνατότητα να εισαχθούν και βάρη, σχετικά με την επίπτωση ανά περιβαλλοντική μεταβλητή. Αυτό το γεγονός είναι καθοριστικό στην ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων και στην παραγωγή περιβαλλοντικών δεικτών (indices).

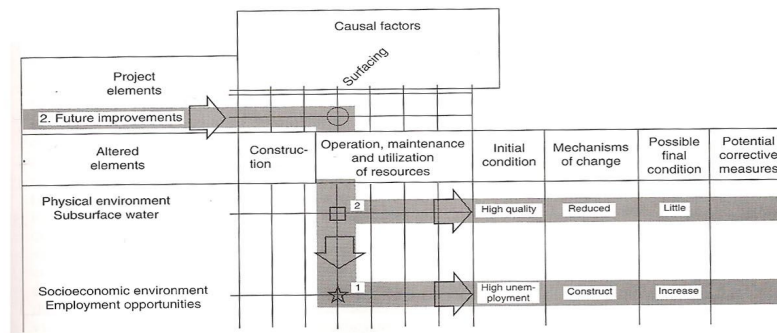
Vegetation Type	Impacts	
	Direct	Indirect
<b>Project Area</b>		
• abandoned agricultural areas	X	
• disperse olive trees with shrubs	X	
• natural fences with dominant olive trees	X	
• natural fences with cypresses	X	
• shrubs	X	
• riparian vegetation with reed plot, ash trees or willows and other species of this natural environment, with dominant blackberry bushes	X	X
• Quercus species in reduced number	X	X
<b>Surrounding Area</b>		
• species of resinous vegetation (pine trees and acacias)		X
• areas of eucalyptus		X
• agricultural areas with vineyard		X
• sparse shrubs		X
• riparian areas with reed plot, ash trees, or willows		X

*Σχήμα Γ.1: Απεικόνιση απλής μήτρας επιπτώσεων (άμεσες και έμμεσες) από την κατασκευή ενός πολυκαταστήματος στη Λισσαβόνα (πηγή European Commission Directorate General XI, Environment, Nuclear*

## **ΚΛΙΜΑΚΩΤΕΣ - ΣΥΝΘΕΤΕΣ ΜΗΤΡΕΣ (STEPPED MATRICES)**

Οι σύνθετες μήτρες διαφοροποιούνται ως προς τις απλές στο γεγονός ότι εξετάζουν και τη συσχέτιση μεταξύ των περιβαλλοντικών μεταβλητών. Για παράδειγμα, σε ένα αιολικό πάρκο, η περιβαλλοντική μεταβλητή του θορύβου επηρεάζεται κατά το στάδιο της κατασκευής και λειτουργίας του πάρκου. Όμως, η

μεταβολή της μεταβλητής του θορύβου μπορεί να οχλήσει ποικιλοτρόπως τις τοπικές κοινωνίες (κοινωνικό – οικονομική μεταβλητή). Το πλεονέκτημα των σύνθετων μητρών είναι ότι συνδυάζουν στοιχεία των απλών μητρών, αλλά και των δικτύων (networks), τα οποία επιδεικνύουν το συσχετισμό μεταξύ των μεταβλητών (Σχήμα Γ.2).



**Σχήμα Γ.2:** Απεικόνιση σύνθετης μήτρας που συντάχθηκε στα πλαίσια μια περιβαλλοντικής μελέτης μιας πετρελαϊκής εγκατάστασης στην Αλάσκα. Είναι ενδεικτικό πως ένας παράγοντας επηρεάζει θετικά (αστέρι), ή, αρνητικά

## **ΔΙΚΤΥΑ (NETWORKS)**

Η απεικόνιση των σχέσεων μεταξύ των επηρεαζόμενων περιβαλλοντικών μεταβλητών και των πιθανών επιπτώσεων που προκύπτουν από τις πολλαπλές δράσεις ενός έργου μπορούν να αποδοθούν με τη χρήση των δικτύων. Στα δίκτυα, αντί για τα κελιά (cells) των μητρών χρησιμοποιούνται γραφήματα, στα οποία σχετίζεται κάθε συγκεκριμένη δράση (για παράδειγμα το στάδιο λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου) με μια επίπτωση (πρόκληση θορύβου). Μάλιστα στους κλάδους των δικτύων αποδίδονται και βάρη, ή, άλλου είδους θετικές, ή, αρνητικές αξιολογήσεις (διγραφήματα).

Τα δίκτυα πλεονεκτούν στον τομέα της γραφικής και γρήγορης απεικόνισης των σχέσεων (αλυσιδωτές επιδράσεις) μεταξύ των (άμεσων και κυρίως έμμεσων) επιπτώσεων και μεταβλητών. Ο χρήστης προσδιορίζει τις πιθανές επιπτώσεις, ενώ επιτυγχάνεται και μια αποτελεσματική επικοινωνία (communication) του κοινού με τα στοιχεία των περιβαλλοντικών μελετών. Όμως, η υστέρηση των δικτύων εμφανίζεται στην αδυναμία τους να υποστηρίξουν εφαρμογές όπου απαιτείται η κρίση μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων ενός έργου, όπως επίσης και ο σχετικά συνοπτικός και επιδερμικός χαρακτήρας τους. Επιπρόσθετα, σε περίπτωση εμπλοκής πολλών δράσεων (actions) και επιπτώσεων, το γραφικό αποτέλεσμα είναι αρκετά σύνθετο.

## **ΑΠΛΕΣ ΛΙΣΤΕΣ (SIMPLE CHECKLISTS)**

Στις απλές λίστες απαριθμείται το σύνολο των περιβαλλοντικών παραμέτρων και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Είναι μια απλή, εύχρηστη και γρήγορη μέθοδος εκτίμησης των επιπτώσεων. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται και για την καταγραφή των κατευθύνσεων, στα πλαίσια μια πολιτικής – στρατηγικής (Κασσιός, 2006).

Πιο αναλυτικά, ένας, ή, μια ομάδα ειδικών επιστημόνων συνεργάζονται και συγκεντρώνουν τις πιθανές επιπτώσεις επί των περιβαλλοντικών μεταβλητών. Οι επιπτώσεις ομαδοποιούνται σε θεματικές κατηγορίες (για παράδειγμα κατηγορία των “υδάτων”). Σε ορισμένες τεχνικές, η αναγραφή των επιπτώσεων γίνεται με τη μορφή ερωτημάτων (“θα επηρεάσει το αιολικό πάρκο τον πληθυσμό του συγκεκριμένου είδους πτηνών” – Ναι / Όχι / Ίσως / Σχόλια) (Σχήμα Γ.3).

Οι λίστες χρωματίζουν απόψεις τύπου μη εγκυρότητας τους, λόγω τη απουσίας ποσοτικοποιημένων στοιχείων. Όμως, αποτελούν έγκυρα επιστημονικές τεχνικές στα πλαίσια της εκτίμησης των επιπτώσεων και τους μεγέθους αυτών, μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων, αλλά και των διεπιστημονικών διασκέψεων για το σχεδιασμό και τη δόμηση περιβαλλοντικών μελετών και δημοσιοποίησης.

Το στοιχείο που απουσιάζει από τις λίστες είναι η παράμετρος του χρόνου. Επομένως, οι λίστες δεν αποτελούν τις κατάλληλες τεχνικές, όταν το πρόβλημα τίθεται στην πρόβλεψη και τις μελλοντικές εκτιμήσεις των επιπτώσεων επί των μεταβλητών.



Date:	Inspector:	Position:		
Item No.	General Criteria		Proposed Wind Farm Site	Yes / No
1	Grid Location	(a)	Located within 0 – 10 km	
		(b)	Located within 10 – 20 km	
		(c)	Located >20 km	
2	Current Land Use	(a)	Private Land	
		(b)	Crown Land	
		(c)	Primary Industry	
		(d)	Other	
3	Planning Controls	(a)	Located in an ESO	
		(b)	Located in a Planning Overlay	
		(c)	Other	
4	Site Ownership	(a)	Crown Land	
		(b)	Resident	
		(c)	Other	
5	Ownership of Abutting Land	(a)	Crown Land	
		(b)	Resident	
		(c)	Other	
6	Land Acquisition	-	Is it required?	
7	Bird Migration	(a)	Within migration zone	
		(b)	Is there a defined flight path?	
8	Other Fauna	-	Is there additional fauna in the area?	
9	Flora	(a)	Vegetation removal	
		(b)	Native to local area	
		(c)	Endangered species	
10	Cultural Significance	-		
11	Local Resources	-		
12	Economic Impacts	(a)	Positive	
		(b)	Negative	

**Σχήμα Γ.3:** Απλή λίστα για την αξιολόγηση της πλήρωσης κριτηρίων για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων στην Αυστραλία (πηγή *Siting Guide for Wind Farms in Australia, Coy Jay Sadaka et al.* )

## **ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΕΣ ΛΙΣΤΕΣ (DESCRIPTIVE CHECKLISTS)**

Η διαφοροποίηση των περιγραφικών λιστών έναντι των απλών λιστών έγκειται στην προσθήκη πληροφοριών ανά περιβαλλοντική παράμετρο και φάση – δράση του έργου. Στη ουσία, οι περιγραφικές λίστες αποτελούν επιστημονικά αναλυτικά εγχειρίδια επί των επιπτώσεων που επιφέρουν οι εναλλακτικές κατευθύνσεις μιας δραστηριότητας, ή και μιας πολιτικής, εμπεριέχοντας τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των απλών λιστών.

Οι περιγραφικές λίστες, εξαιτίας του όγκου των δεδομένων και των πολυάριθμων υπολογισμών που απαιτούν, επιβάλλουν τη χρήση αλγορίθμων σε περιβάλλον ηλεκτρονικού υπολογιστή. Είναι χαρακτηριστικό το παράδειγμα της εφαρμογής του μηχανικού – κατασκευαστικού τμήματος του Αμερικανικού στρατού (U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory, 1989), όπου δομήθηκε μια λίστα, η οποία απαριθμούσε 2000 βασικές δραστηριότητες του στρατού, για τις οποίες έπρεπε να εξεταστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες ανέρχονταν σε 1000. Κάθε μια από βασικές δραστηριότητες έπρεπε να αξιολογηθεί ως προς τους περιβαλλοντικούς παράγοντες (!) και κατόπιν οι εκτιμώμενες επιδράσεις έπρεπε να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις κατηγορίες, ανάλογα με το μέγεθος τους.

Employment Change in numbers and percent employed, unemployed, and underemployed, by skill level	Direct from new business, or estimated from floor space, local residential patterns, expected immigration, current unemployment profiles
Wealth Change in land values	Supply and demand of similarly zoned land, environmental changes near property
II. Natural environment	
Air quality Health Change in air pollution concentrations by frequency of occurrence, and number of people at risk	Current ambient concentrations, current and expected emissions, dispersion models, population maps
Nuisance Change in occurrence of visual (smoke, haze) or olfactory (odor) air quality nuisances, and number of people affected	Baseline citizen survey, expected industrial processes, traffic volumes
Water quality Changes in permissible or tolerable water uses, and number of people affected for each relevant body of water	Current and expected effluents, current ambient concentrations, water quality model

*Σχήμα Γ.4: Απόσπασμα περιγραφικής λίστας απο πρόγραμμα αστικής ανάπτυξης (πηγή EIA, Canter L.)*

## **ΤΕΧΝΙΚ**

## **Η ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΩΝ (OVERLAYS) - ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

### **ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (G.I.S.)**

Όλες οι προηγούμενες τεχνικές απαιτούσαν ως βασική προϋπόθεση την ύπαρξη ενός γερά θεμελιωμένου γνωστικού υποβάθρου επί της σύνταξης και των λεπτομερειών μιας περιβαλλοντικής μελέτης επιπτώσεων. Όμως υπάρχει ένα ουσιαστικό στοιχείο που πρέπει να πληρείται. Αυτό μεταφράζεται στην πραγματική γνώση των περιοχών, όπου θα χωροθετηθεί μια δραστηριότητα, ή, θα εφαρμοστεί μια πολιτική, αλλά και η πρόβλεψη των συνδυαστικών επιπτώσεων επί των μεταβλητών.

Οι προλεχθείσες προϋποθέσεις πληρούνται σε ικανοποιητικό βαθμό απο την τεχνική των επικαλύψεων. Στη συγκεκριμένη τεχνική, όλο το υπό μελέτη περιβάλλον απογράφεται, χαρτογραφείται και μεταφέρεται στο περιβάλλον του γραφείου. Το σύνολο των διαφανών χαρτών συνδυάζεται επάνω σε μια φωτοτράπεζα

και μελετούνται μια, ή, περισσότερες περιβαλλοντικές μεταβλητές. Επί των χαρτών επιτίθεται και η σχεδιαζόμενη κύρια, ή, εναλλακτική δραστηριότητα και εξετάζονται οι επιπτώσεις.

Τα οφέλη, αλλά και οι δυσκολίες της τεχνικής των επικαλύψεων είναι οι εξής (Κασσιός, 2006):

- *Μελέτη κατανομής μεμονωμένων, ή, περισσότερων μεταβλητών*
- *Ευκολία και αποτελεσματικότητα μεθόδου*
- *Έρευνα αθροιστικών επιπτώσεων*
  
- *Χρονοβόρα διαδικασία*
- *Απαίτηση για μεγάλο όγκο πληροφοριών*
- *Δαπανηρή (ιδιαίτερα για μεγάλη έκταση περιοχών)*
- *Αδυναμία κάλυψης όλων των στοιχείων μια μεταβλητής*

Τα προβλήματα των τεχνικών επικάλυψης ήρθε να εξαλείψει μια εξέλιξη τους που είναι η ανάπτυξη της τεχνολογίας και γενικά της φιλοσοφίας των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (**Εικόνα Γ.1**). Τα Γ.Σ.Π. επιτρέπουν πλέον στους συντάκτες μιας περιβαλλοντικής μελέτης να (Gontier, 2004) :

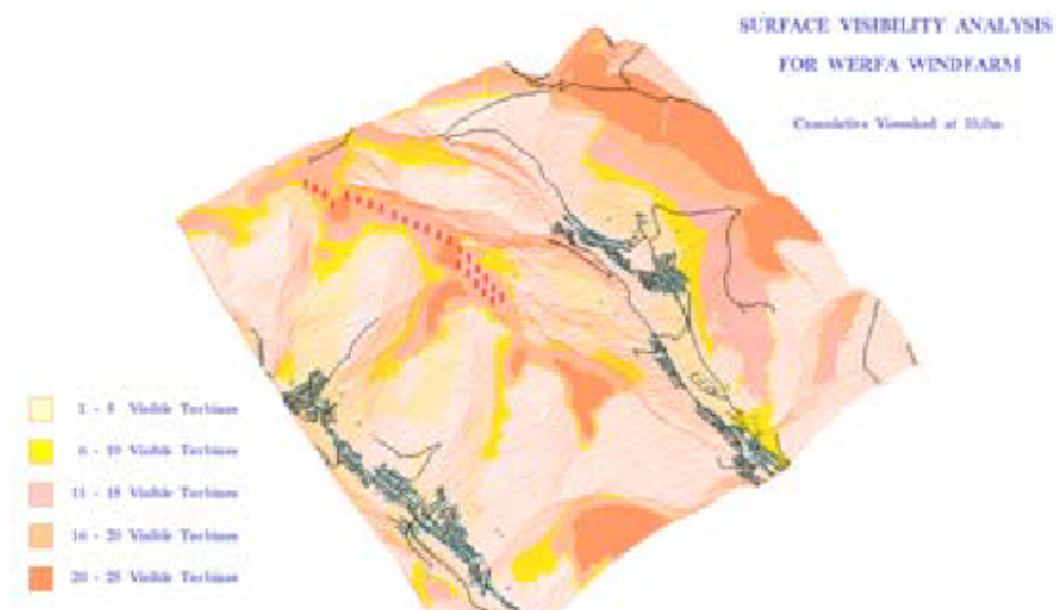
- ***Εκτέλεση χωρικών αναλύσεων και μοντελοποίησης*** (χωρικά ερωτήματα, χωρική ανάλυση, ανάλυση περιορισμών, μελέτη επικαλύψεων και επόπτευση του προβλήματος σε καθολική διάσταση)
- ***Πληρέστερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων*** (δυνατότητα αλληλεπίδρασης και σχολιασμού των πορισμάτων)
- ***Δυνατότητα αποθήκευσης, διαχείρισης και οργάνωσης των δεδομένων***
- ***Ενοποίηση και διαχείριση χωρικών δεδομένων***
- ***Δυνατότητα αλλαγής και επικαιροποίηση των δεδομένων*** (κατάλληλο για τη δόμηση εναλλακτικών σεναρίων)

Βέβαια, καμία τεχνική δεν στερείται μειονεκτημάτων. Επομένως, η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών επιφέρει τις εξής δυσκολίες:

- ***Δαπανηρή και χρονοβόρα μέθοδος***
- ***Πληρότητα δεδομένων και μη δυνατότητα αξιοποίησης τους***
- ***Απαίτηση προσωπικού με εξειδικευμένες γνώσεις***

- *Λανθασμένες εισαγωγές και επιλογές απο την πλευρά του χρήστη*
- *Έλλειψη ψηφιακών κυρίως δεδομένων (πληροφοριακή βάση)*
- *Πιθανότητα ελλιπούς ακρίβειας δεδομένων*
- *Πιθανή ενοποίηση δεδομένων με διαφορετική ακρίβεια*

Η υφιστάμενη διπλωματική εργασία βασίζεται ακριβώς στο συνδυασμό των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (λογισμικό και μεθοδολογίες) και των απλών μεθόδων περιβαλλοντικής εκτίμησης των επιπτώσεων (περίπτωση αιολικών πάρκων).



**Εικόνα Γ.1:** Ανάλυση θέασης, όπως πραγματοποιήθηκε σε λογισμικό GIS (πηγή *Gontier, 2004*)

## ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Η μελλοντική διάσταση των ολοκληρωμένων περιβαλλοντικών μελετών προδιαγράφεται στους χώρους των οικονομικών. Οι αναπτυξιακές δράσεις ενός κράτους συνήθως (και ίσως δυστυχώς) καθορίζονται μέσα από τις οικονομικές πολιτικές, που θέτει είτε το ίδιο, ή, οι παγκόσμιες οικονομικές και εμπορικές τάσεις και δείκτες. Μοιραία, ο περιβαλλοντικός χαρακτήρας των δραστηριοτήτων και των στρατηγικών σκιάζεται από το κεφάλαιο και τις ανάγκες για μεγιστοποίηση των κερδών. Αυτό είναι ίσως και το αίτιο του καθορισμού πλαισίων για την εξέλιξη των εθνικών, περιφερειακών και τοπικών αναπτυξιακών προσπαθειών υπό το πρίσμα της βιωσιμότητας (αειφορία).

Ως συμπέρασμα προκύπτει πως οι μηχανικοί και οι περιβαντολόγοι του μέλλοντος θα πρέπει να καλλιεργήσουν και τις οικονομικές τους γνώσεις, ενώ από την άλλη πλευρά οι εν δυνάμει οικονομολόγοι καλούνται άμεσα να αποκτήσουν περιβαλλοντική και οικολογική συνείδηση. Αυτές οι τάσεις ανέδειξαν και μια νέα γενιά περιβαλλοντικών μελετών που συνυπολογίζουν και τον οικονομικό παράγοντα.

Οι παράμετροι (κατά το δυνατόν ποσοτικοποιημένοι) εξόδου μιας οποιασδήποτε περιβαλλοντικής μελέτης εισάγονται σε οικονομικά μοντέλα, όπως για παράδειγμα είναι το γνωστό μοντέλο οικονομικής ανάλυσης κόστους – ωφέλειας και εξάγουν σε δείκτες, ή, νομισματικά ποσά, το αντίτιμο των επιπτώσεων, αλλά και των δράσεων αντιμετώπισης αυτών (replacement cost). Επιπρόσθετα, παράγουν και έμμεσους δείκτες, όπως για παράδειγμα το κόστος που είναι σε θέση να καταβάλλει κάποιος για να προληφθούν και να αντιμετωπιστούν οι επιπτώσεις από μια δραστηριότητα (preventive expenditure).

Οι οικονομικές τεχνικές σε συνδυασμό με μια αμιγώς περιβαλλοντική τεχνική οδηγεί σε άρτια και πλήρως διερευνητικά πορίσματα σχετικά με τις αναμενόμενες επιπτώσεις ανά εναλλακτική λύση και τα οικονομικά παράγωγα αυτών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



Π

ΑΡ

ΑΡ

Τ

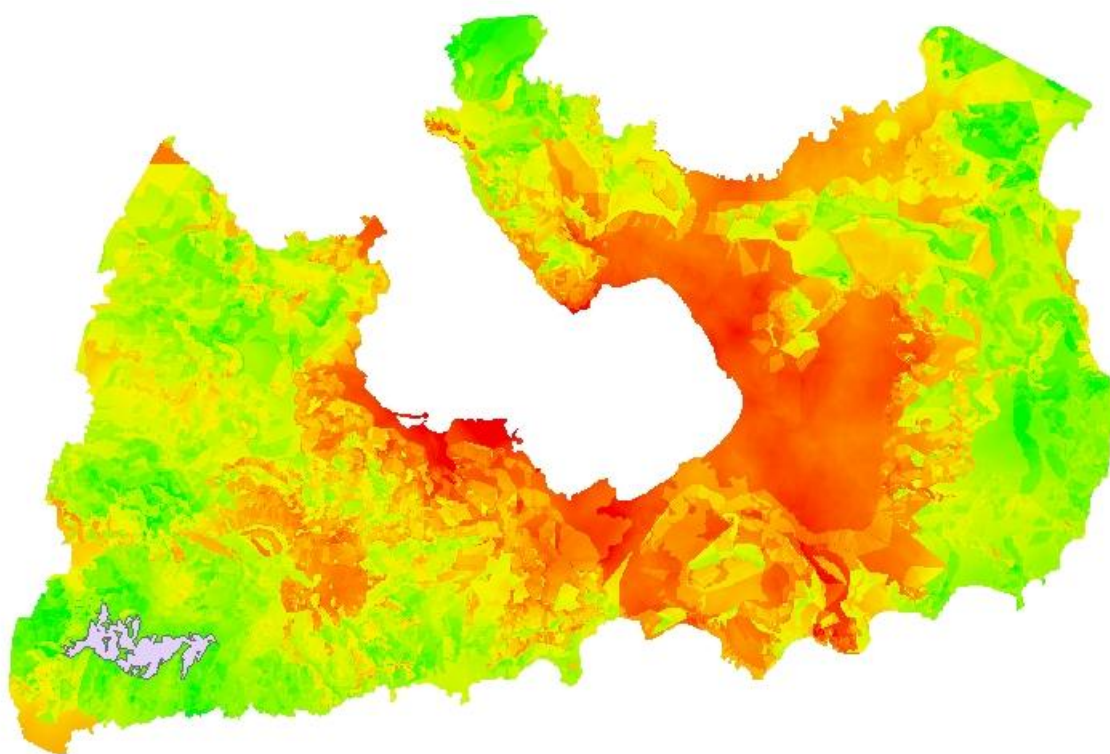
Η

Μ

Α

Δ

**Σενάριο 2: Κατασκευή αιολικού πάρκου 160 MW**



Συντάκτης Χάρτη: Ξενάκης Θεόδωρος

*ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ*

*ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ  
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ*

*ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ  
ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΟΥ*

**Υπόμνημα**

**Καταλληλότητα Περιοχών**



High : 5165,78

Low : 3234,13



# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ -

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ**

### **Ελληνική Βιβλιογραφία - αρθρογραφία**

Αραβαντινός Αθανάσιος Ι., **Πολεοδομικός Σχεδιασμός**, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 1997, Σελ. 95 – 159

Αφτιάς Μ., **Υδρεύσεις**, Εκδόσεις Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, Αθήνα 1992

Βασιλάκος Νίκος, **Πρόγραμμα LIFE για το περιβάλλον**, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Βασιλάκος Νίκος, **Η πορεία έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα: Βασικά ποσοτικά δεδομένα και προβλήματα**, Κ.Α.Π.Ε., 2006

Δουκάκης Ε., **Ωκεανογραφία**, Εκδόσεις Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, Αθήνα 1998

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, **Οδηγός Τεχνολογιών Ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε.**, Πρόγραμμα Δράσης Επαγγελματικής Κατάρτισης Leonardo Da Vinci, συνεργασία Κ.Α.Π.Ε. (CRES), Ecole des Mines de Paris, ZREU.

Κάβουρας Μαρίνος, **Αρχές Γεωπληροφορικής και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών**, Εκδόσεις Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, Αθήνα 1998

Καράκωστας Ιωάννης Κ., **Περιβάλλον και Δίκαιο**, Εκδόσεις Αντ. Ν. Σάκκουλα, Αθήνα 2000

Κασσιός Κ., **Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον απο έργα και προγράμματα**, Εκδόσεις Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, Αθήνα 2006

Κασσιός Κ., Λάμπρου Μ., **Επίπεδα διαφορών εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στρατηγικής εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων**, Εκδόσεις Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, Αθήνα 2006

Καρούτσας Κ., Μενδρινός Δ., *Η γεωθερμική ενέργεια σε Ελλάδα & Ε.Ε*, άρθρο του περιοδικού “The Economist” της εφημερίδας «Καθημερινή», τεύχος 32, Οκτώβριος 2006

Κίικρας Παναγιώτης, *Spatial Decision Support Systems (Introducing a GIS enabled DSS)*, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Η/Υ Ε.Μ.Π., Αθήνα, Ζωγράφου 2000

Κουτσόπουλος Κωστής, *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2002

Κουτσόπουλος Κωστής, *Γεωγραφία: Μεθοδολογία και Μέθοδοι Ανάλυσης Χώρου*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 2000

Κουτσόπουλος Κωστής, Ανδρουλακάκης Νίκος, *Εφαρμογές του λογισμικού ArcGIS 9x με απλά λόγια*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005

Λεμονής Γ., *Ενέργεια από τη θάλασσα: Ουτοπία, ή, πραγματικότητα*, άρθρο του περιοδικού “The Economist” της εφημερίδας «Καθημερινή», τεύχος 32, Οκτώβριος 2006

Λυμπερόπουλος Ν., *Η τεχνολογία του υδρογόνου*, άρθρο του περιοδικού “The Economist” της εφημερίδας «Καθημερινή», τεύχος 32, Οκτώβριος 2006

Μαμάσης Ν., Κουτσογιάννης Δ., *Υδρομετεωρολογία – Αιολική Ενέργεια*, Τομέας Υδατικών Πόρων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2002

Μανούρης Γ., *Ακύρωση αποφάσεων έγκρισης περιβαλλοντικών όρων μεταλλευτικών έργων και συναφών δραστηριοτήτων*, Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Αθήνα 2006

Μελιδόνη Ν. Μαρία, *Αυτοματοποίηση και εφαρμογή της τεχνικής «Ανάλυση Καννάβου»*, στο λογισμικό *ArcGIS*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2003

Μπαράκος Ν., Πασιά Στ., **Η κρισιμότητα της χρήσης βιοκαυσίμων**, άρθρο του περιοδικού “The Economist” της εφημερίδας «Καθημερινή», τεύχος 32, Οκτώβριος 2006

Μπινόπουλος Ε., Χαβιαρόπουλος Π., **Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων : "Μύθος και πραγματικότητα"**, Κ.Α.Π.Ε.

Ξενάκης Θ., **Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις απο τη χωροθέτηση αιολικού πάρκου στην οροσειρά της Πίνδου**, εργασία στα πλαίσια του μεταπτυχιακού μαθήματος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΔΜΠΣ «Γεωπληροφορική», Σεπτέβριος 2006)

Παναγούλης Θεοδωρής, **Ξεκαθάρισμα λογαριασμών στο Ελντοράντο των ΑΠΕ**, άρθρο στην Ημερήσια Εφημερίδα «Κόσμος του Επενδυτή», 4 – 5 Νοεμβρίου 2006

Παναγούλης Θεοδωρής, **Επένδυση – μαμούθ 2,4 δις στα αιολικά πάρκα**, άρθρο στην Ημερήσια Εφημερίδα «Κόσμος του Επενδυτή», 25 – 26 Νοεμβρίου 2006

Παπαδόπουλος Α., **Βιοντίζελ: Η παρεξηγημένη ενεργειακή λύση**, άρθρο του περιοδικού “The Economist” της εφημερίδας «Καθημερινή», τεύχος 32, Οκτώβριος 2006

Παπαμιχαήλ Ι., **Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας**, άρθρο του περιοδικού “The Economist” της εφημερίδας «Καθημερινή», τεύχος 32, Οκτώβριος 2006

Πρωτογερόπουλος Χ., **Το μέλλον της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας**, άρθρο του περιοδικού “The Economist” της εφημερίδας «Καθημερινή», τεύχος 32, Οκτώβριος 2006

Παπούλια Σταυρούλα, **Εφαρμογή της Οδηγίας ΣΠΕ και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)**, Τμήμα Προστατευόμενων Περιοχών, Ελλ.Ορνιθολογική Εταιρεία

Σκουράς Χρήστος, **Σχεσιακές Βάσεις Δεδομένων**, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα 2000

Στεφανάκης Εμμανουήλ, *Βάσεις Γεωγραφικών Δεδομένων και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2003

Τσακίρης Γ., *ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ: Ι. Τεχνική Υδρολογία*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 1995

Χαραλαμπίδου Βάσω, *Σε νηπιακό στάδιο η χρήση των ΑΠΕ*, ΤΕΕ – Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, Τεύχος 2411, 16/10/06

Χαραλαμπόπουλος Δίας, *Αιολική Ενέργεια*, Τμήμα Περιβάλλοντος Πανεπιστημίου Αιγαίου

Χατζηχρήστος Θωμάς, *Τα Γ.Σ.Π. και η λογική της ασάφειας στην ανάλυση του χώρου*, Εκπαιδευτικές σημειώσεις στο πλαίσιο των διαλέξεων του μαθήματος «Εφαρμογές ΓΣΠ στον πολεοδομικό και χωροταξικό σχεδιασμό», Αθήνα 2001

Χατζηχρήστος Θωμάς, Πανόπουλος Γιώργος, *Η Ευρωπαϊκή Οδηγία INSPIRE & ο Ρόλος του ΤΕΕ*, επιστημονικό άρθρο στο ενημερωτικό δελτίο του Π.Σ.Δ.Α.Τ.Μ., Τεύχος 183, Απρίλιος – Μάιος 2007

### Διεθνής Βιβλιογραφία - αρθρογραφία -

*ArcGIS 9, Building a Geodatabase*, ESRI, U.S.A., 2005

*ArcGIS 9.1, Desktop Developer Guide*, ESRI, U.S.A., 2005

*ArcGIS 9.1, Engine Developer Guide*, ESRI, U.S.A., 2005

*ArcGIS 9.1, Using ArcGIS Spatial Analyst*, ESRI, U.S.A., 2005

Andrew Sparkes and David Kidner, *A GIS for the Environmental Impact Assessment of Wind Farms*, Department of Computer Studies, University of Glamorgan, Rhondda Cynon Taff

Antonio B. Jayoma, *Spatial Decision Support Systems (SDSS)*, MANA 6350.60, 20 April 2004

ArcUser, *The Magazine for ESRI Software Users*, ESRI Technology, April – June 2005

Blazevic Antonio, *Using a Spatial Decision Support System to Locate Firebreaks in San Diego County*, Natural Resources Conservation Service, Southern California

Bryant Martin, *Taralga Wind Farm Development / Landscape Visual Assessment*, Department of Infrastructure, Planning and Natural Resources, HASSELL, Sydney 2005

Clynes Tom, , *To μέλλον της ενέργειας / 10 Τεχνολογίες για την απεξάρτηση μας απο το πετρέλαιο*, POPULAR SCIENCE magazine έκδοση της εφημερίδας «Καθημερινή», Ελληνική Έκδοση, Τεύχος 7<sup>ο</sup>, Ιούλιος 2006

Colorado Water Conservation Board, *Colorado River Decision Support System*, Riverside Technology inc, 1994 – 2004

CORDIS focus, *Decision – making for energy systems*, RTD Supplement, September 2006

Crossman, N.D., *OSS: A Spatial Decision Support System for Optimal Zoning of Marine Protected Areas*, University of Adelaide, Southern Australia

Daneshvar Roozbeh, Fernades Leta, *Customizing ArcMap Interface to Generate a User – Friendly Landfill Site Selection GIS Tool*, Environmental Informatics Archives, Volume 1, 2003

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OFFICE, *Knob Hill Wind Farm – Assessment Report*, British Columbia, August 2004

EUROPEAN PARLIAMENT, *Support policies for electricity produced from renewable energy sources in the E.U.*, Scientific and Technological Options Assessment, July 2001



*EUROPEAN PARLIAMENT, GIS FOR SUSTAINABILITY ASSESSMENT: Use of geographical information system (GIS) for a decision support system (DSS) to assess environmental sustainability, Scientific and Technological Options Assessment, July 2001*

*InfoTech's Geographic Services, Role of GIS as a decision support system in power transmission, GISdevelopment.net*

*Hampton Haydee M., Ethan, N. Aumack, John W. Prather, Yaguang Xu, Brett G. Dickson, Thomas D. Sisk, Demonstration and test of a spatial decision support system for forest restoration planning, Biennial Conference of Research on the Colorado Plateau*

*Henning Sten Hansen, GIS – based Multi – Criteria Analysis of Wind Farm Development, National Environmental Research Institute of Aalborg University, Denmark*

*Janez Potocnik, Οι προοπτικές της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας, Συμβουλευτική επιτροπή για την φωτοβολταϊκή τεχνολογία / PV – TRAC*

*Keenan Peter, Using a GIS as a DSS Generator, Department of Management Information Systems, University College Dublin, 16 April 1997*

*Mike Osborne, Metoc plc, GIS based solutions for wind farm development & operation, BWEA 24<sup>th</sup> Conference, Brighton, 2 October 2002*

*Monteiro Claudio, Vladimiro Miranda, Ignacio J. Ramirez – Rosado, Carina Morais, Eduardo Garcia – Garrido, Montserrat Mendoza – Villena, Luis A. Fernandez – Jimenez, Arturo Matinez - Fernandez, Spatial Decision Support System for Site Permitting of Distributed Generation Facilities, IEEE, 2001*

*Minto Peter, Pat Alexander, Development Control Planning, Countryside Council for Wales, 2003*

*Openshaw and Carver, Using GIS to explore the technical and social aspects of site selection, Britain 1995*

*Openshaw, Carver and Fernie, Britain's Nuclear Waste: safety and sitting for further information on the topic of nuclear waste in general*, Britain 1995

*Prastacos Poulicos, ANFAS: A decision support system for simulating river floods*, IACM, FORTH, Heracleion Greece

*Ravan Shirish, Spatial Decision Support System for Biodiversity Conservation*, Geomatics Group C – DAC, Pune, GIS @ Development, 2002

*RETScreen International, Αιολική Ενέργεια – Ανάλυση Έργων*, NASA, UNEP, GEF, Canada, 2006

*Robert McDonald, Ενεργειακές Δίοδοι*, άρθρο στο Μηνιαίο Οικονομικό Περιοδικό «Οικονομική Επιθεώρηση», Τεύχος 1073, Οκτώβριος 2006

*Simao Ana, Densham Paul, Designing a web- based public participatory decision support system: the problem of wind farm location*, CORP – Geomultimedia 2004

*Szaidler Robert J., Operational Uses of Weather Information in GIS – based Decision Support Systems*, Meteorlogix, 2005

*The Economist, “Ο πλανήτης... φλέγεται”*, Ειδικές Εκδόσεις Καθημερινής, Τεύχος 32, Οκτώβριος 2006

*Zaks David, Modeling Suitable Habitat For Karner Blue Butterfly Conservation*, Michigan State University, April 2003

*Φ.Ε.Κ.*

*Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης Αξιολόγησης και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας*, σύμφωνα με το άρθρο 4 του ν. 1650/1986, όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του ν.3010 / 2002

*Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και απο συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις*, ν.2244 / 94

*Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, ν.3468 / 2006 / Α – 129

*Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης και συμμετοχής του κοινού κατά τη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων των έργων και δραστηριοτήτων* σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν. 1650 / 1986 όπως αντικαταστάθηκε με τις παραγράφους 2 και 3 του άρθρου 3 του Ν.3010 / 2002

## Ιστοσελίδες

URL	Περιγραφή
<a href="http://www.ecotec.gr">http://www.ecotec.gr</a>	Ιστοσελίδα τεχνικού – περιβαλλοντικού περιοδικού
<a href="http://www.cres.gr">http://www.cres.gr</a>	Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
<a href="http://kpe-kastor.kas.sch.gr">http://kpe-kastor.kas.sch.gr</a>	Κέντρο Περιβαλλοντικής Ενημέρωσης Κάστορας
<a href="http://www.physics4u.gr">http://www.physics4u.gr</a>	Ιστοσελίδα Φυσικής
<a href="http://www.greenpeace.org">http://www.greenpeace.org</a>	Ιστοσελίδα της Greenpeace
<a href="http://www.ecocity.gr">http://www.ecocity.gr</a>	Περιβαλλοντική Ιστοσελίδα
<a href="http://www.hy2.gr">http://www.hy2.gr</a>	Ιστοσελίδα αφιερωμένη στο ενεργειακό καύσιμο του υδρογόνου
<a href="http://nifada.com">http://nifada.com</a>	Ιστοσελίδα ερασιτεχνικής μετεωρολογίας
<a href="http://www.thalassa.gr">http://www.thalassa.gr</a>	Ναυτικού περιεχομένου site
<a href="http://www.energex.com.au">http://www.energex.com.au</a>	Ιστοσελίδα εναλλακτικών πηγών ενέργειας
<a href="http://www.adnki.com">http://www.adnki.com</a>	Ενημερωτική ιταλική ιστοσελίδα
<a href="http://www.rae.gr">http://www.rae.gr</a>	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
<a href="http://www.kepekozani.gr">http://www.kepekozani.gr</a>	Κέντρο Περιβάλλοντος Κοζάνης
<a href="http://nomothesia.ependyseis.gr">http://nomothesia.ependyseis.gr</a>	Οικονομική Ιστοσελίδα
<a href="http://members.parliament.gr">http://members.parliament.gr</a>	Ιστοσελίδα των κοινοβουλευτικών μελών
<a href="http://www.ecocrete.gr">http://www.ecocrete.gr</a>	Περιβαλλοντική Ιστοσελίδα
<a href="http://www.iospress.gr">http://www.iospress.gr</a>	Εφημερίδα Ελευθεροτυπία
<a href="http://www.robertsongeoconsultants.com">http://www.robertsongeoconsultants.com</a>	Ιστοσελίδα εδαφομηχανικού και

<http://www.webdata.soc.hawaii.edu>  
<http://www.onlinecpd.net>  
<http://www.eol.ucar.edu>

<http://www.ethnos.gr>  
<http://www.kathimerini.gr>

<http://www.servis.gr>

<http://forums.esri.com>  
<http://www.pbdr.com>  
<http://www.earthblog.com>  
<http://www.geog.ubc.ca>

<http://www.hellasres.gr>

<http://www.uiowa.edu>  
<http://www.tee.gr>  
<http://www.ntua.gr>

περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος  
Πανεπιστήμιο Χαβαΐης  
Continuing Professional Development  
Earth observatory laboratory

Εφημερίδα Έθνος  
Εφημερίδα Καθημερινή

Ιστοσελίδα εταιρείας παραγωγής  
βιομηχανικού εξοπλισμού  
Κέντρο Υποστήριξης ESRI  
Συμβουλευτική Ιστοσελίδα προγραμματισμού  
Google Earth Blog  
Πανεπιστήμιο British Columbia / Τμήμα  
Γεωγραφίας  
Ελληνικός Σύνδεσμος Ηλεκτροπαραγωγών  
από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας  
(ΕΣΗΑΠΕ)

Πανεπιστήμιο της Iowa  
Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος  
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο