

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Χωρική Ανάλυση & Διαχείριση  
Περιβάλλοντος

*Διπλωματική Εργασία*

**«Πολυκριτηριακή ανάλυση χωροθέτησης σταθμών παραγωγής  
ενέργειας από βιομάζα σε περιβάλλον ΓΣΠ: Η περίπτωση της  
Περιφέρειας Θεσσαλίας»**



*Εισηγητής*

Γιαννάκος Κωνσταντίνος

*Επιβλέπων*

Φώτης Γεώργιος

Βόλος, Ιανουάριος 2013

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η συνεχής αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας, η μη ορθολογική χρήση της και η κατασπατάληση των φυσικών πόρων έχουν δημιουργήσει περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά προβλήματα τόσο στην Ευρώπη όσο και στον υπόλοιπο κόσμο. Η εκμετάλλευση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η χωροθέτηση μονάδων παραγωγής ενέργειας από βιομάζα στην Περιφέρεια Θεσσαλίας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονες μέθοδοι, όπως είναι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και εφαρμόστηκαν τα κριτήρια και οι κανόνες που ορίζει το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Με την βοήθεια της πολυκριτηριακής ανάλυσης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών έγιναν προσπάθειες να δημιουργηθεί ένα μοντέλο χωροθέτησης, ώστε να διευκολυνθεί ο γρήγορος και εύκολος εντοπισμός των κατάλληλων προς χωροθέτηση περιοχών.

Λέξεις κλειδιά: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Βιομάζα, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Πολυκριτηριακή Ανάλυση, χωροθέτηση.

**ABSTRACT**

The continuous increase of energy consumption, irrational use and waste of natural resources have created environmental, social and economic problems in Europe and worldwide. The exploitation of renewable energy sources can play a significant role both in saving energy and in the protection of the environment. The purpose of this project was the siting of energy production units from biomass in the region of Thessaly. To achieve this goal, work was based on the criteria and standards set by the Special Framework of Spatial Planning and Sustainable Development of Renewable Energy sources and modern methods such as GIS were used. With the help of Multicriteria Analysis and GIS attempts were made to create a model of location in order to facilitate a quick and easy identification of the appropriate locations for siting.

Key words: Renewable Energy Sources, Biomass, Geographic Information Systems, Multicriteria Analysis, Location.

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

|   |    |
|---|----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....                                    | 10 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....    | 13 |
| 2.1. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....                                  | 13 |
| 2.2. ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....                     | 15 |
| 2.3. ΜΟΡΦΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....                  | 17 |
| 2.4. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ.....             | 21 |
| 2.5. ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....           | 23 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ .....                        | 25 |
| 3.1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΜΑΖΑ .....                             | 25 |
| 3.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....                               | 29 |
| 3.3. ΠΗΓΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....                                     | 29 |
| 3.4. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....        | 32 |
| 3.5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....   | 33 |
| 3.6. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....     | 36 |
| 3.7. ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....                                  | 38 |
| 3.7.1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ .....                         | 38 |
| 3.7.2. ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ.....                              | 39 |
| 3.7.3 ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....                                  | 41 |
| 3.7.4. ΔΑΣΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ .....                                   | 42 |
| 3.8. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....              | 43 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ .....   | 45 |
| 4.1. ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ .....                                 | 45 |
| 4.1.1. ΣΥΜΒΑΣΗ – ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΗΝΩΜΕΝΩΝ ΕΘΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ |    |
| ΑΛΛΑΓΗ.....   | 46 |
| 4.1.2. ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ .....                                   | 47 |
| 4.1.3. ΛΕΥΚΗ ΒΙΒΛΟΣ.....                                      | 47 |
| 4.1.4. ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ .....                          | 47 |
| 4.1.5. ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ.....                                 | 50 |
| 4.1.6. Η ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΔΙΑΣΚΕΨΗ ΤΟΥ ΓΙΟΧΑΝΕΣΜΠΟΥΡΓΚ.....          | 50 |
| 4.1.7. ΣΤΟΧΟΙ 20 – 20 – 20 .....                              | 51 |
| 4.1.8. Η ΔΙΑΣΚΕΨΗ ΤΟΥ ΚΑΝΚΟΥΝ .....                           | 52 |
| 4.1.9. ΕΥΡΩΠΑΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕ .....   | 53 |
| 4.2. ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ .....                                    | 54 |

|   |    |
|---|----|
| 4.3. ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....           | 59 |
| 4.4. ΘΕΣΜΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ .....  | 61 |
| 4.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΑΠΕ .....   | 64 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ .....   | 67 |
| 5.1. ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....   | 67 |
| 5.2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.....  | 69 |
| 5.3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ .....   | 71 |
| 5.4. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ .....  | 72 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΩΝ ΓΣΠ ..... | 74 |
| 6.1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....  | 75 |
| 6.2. Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....   | 75 |
| 6.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....   | 76 |
| 6.4. ΖΩΝΕΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ .....  | 78 |
| 6.5. ΖΩΝΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ.....  | 82 |
| 6.6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΓΣΠ  | 83 |
| 6.6.1. ΣΤΑΔΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ .....   | 85 |
| 6.6.1.1. ΕΘΝΙΚΟΙ ΔΡΥΜΟΙ .....   | 86 |
| 6.6.1.2. ΑΙΣΘΗΤΙΚΑ ΔΑΣΗ.....  | 86 |
| 6.6.1.3. ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000.....  | 87 |
| 6.6.1.4. ΑΚΤΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ.....  | 88 |
| 6.6.1.5. ΖΩΝΗ ΕΙΔΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑΣ .....  | 89 |
| 6.6.1.6. ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ UNESCO.....   | 90 |
| 6.6.1.7. ΛΟΙΠΟΙ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ .....   | 91 |
| 6.6.1.8. ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΑ ΜΝΗΜΕΙΑ .....   | 92 |
| 6.6.1.9. ΟΡΙΟΘΕΤΗΜΕΝΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ .....   | 93 |
| 6.6.1.10. ΜΗ ΟΡΙΟΘΕΤΗΜΕΝΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ .....   | 94 |
| 6.6.1.11. ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ.....  | 95 |
| 6.6.1.12. ΙΕΡΕΣ ΜΟΝΕΣ .....   | 96 |
| 6.6.1.13. ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ .....  | 97 |
| 6.6.1.14. ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ .....  | 98 |
| 6.6.1.15. ΔΙΚΤΥΟ ΤΑΣΗΣ .....  | 99 |
| 6.6.1.16. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ Ή ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΑΕΡΟΠΛΟΪΑΣ.....  | 99 |

---

|   |     |
|---|-----|
| 6.6.1.17. ΛΙΜΕΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ.....                         | 100 |
| 6.6.1.18. ΛΑΤΟΜΙΚΕΣ & ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ .....                                   | 100 |
| 6.6.1.19. ΖΩΝΕΣ ΟΙΚΙΣΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....   | 101 |
| 6.6.1.20. ΑΝΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ ΤΕΛΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΠΡΟΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ .....                   | 102 |
| 6.7. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ ΤΕΛΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΠΡΟΣ<br>ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ..... | 104 |
| 6.7.1. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ .....  | 105 |
| 6.7.2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΒΑΡΩΝ ΣΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ .....  | 107 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....   | 111 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....   | 113 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....   | 118 |

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

|   |     |
|---|-----|
| Πίνακας 1 Κατάλληλες εκτάσεις προς χωροθέτηση με βάση την νομοθεσία .....   | 104 |
| Πίνακας 2 Κατάλληλες εκτάσεις προς χωροθέτηση με βάση την βιωσιμότητα ..... | 107 |
| Πίνακας 3 Βαρύτητα κριτηρίων .....  | 109 |

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ**

|  |    |
|--|----|
| Γράφημα 1 Η συμμετοχή της βιομάζας στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ..... | 25 |
| Γράφημα 2 Μερίδιο βιομάζας από ΑΠΕ.....                                      | 27 |

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ**

|   |    |
|---|----|
| Σχήμα 1 Τεχνολογίες αξιοποίησης της βιομάζας..... | 34 |
| Σχήμα 2 Στάδια της πολυκριτηριακής ανάλυσης.....  | 68 |
| Σχήμα 3 Στάδια και διαδικασίες σε ένα ΓΣΠ.....    | 71 |

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ**

|   |     |
|---|-----|
| Χάρτης 1 Δυναμικό πρώτης ύλης προερχόμενο από ενεργειακές καλλιέργειες..... | 39  |
| Χάρτης 2 Αγροτικά υπολείμματα από την πρωτογενή παραγωγή (γεωργία).....     | 40  |
| Χάρτης 3 Αγροτικά απόβλητα από την δευτερογενή παραγωγή (κτηνοτροφία).....  | 41  |
| Χάρτης 4 Οργανικά δημοτικά στερεά απόβλητα.....                             | 42  |
| Χάρτης 5 Κλαδοδέματα δέντρων.....   | 43  |
| Χάρτης 6 Κατάλληλες περιοχές χωροθέτησης με βάση την νομοθεσία.....         | 103 |
| Χάρτης 7 Κατάλληλες περιοχές προς χωροθέτηση με βάση την βιωσιμότητα.....   | 106 |
| Χάρτης 8 Κατάλληλες περιοχές προς χωροθέτηση με βάση την βαρύτητα.....      | 109 |

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

|  |     |
|--|-----|
| Εικόνα 1 Διαθέσιμη ενέργεια, ανά είδος καυσίμου, προς ετήσια παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας..... | 24  |
| Εικόνα 2 Ο κύκλος της βιομάζας .....   | 28  |
| Εικόνα 3 Τεχνικό μοντέλο ανεύρεσης των κατάλληλων περιοχών με βάση την νομοθεσία                 | 118 |
| Εικόνα 4 Τεχνικό μοντέλο ανεύρεσης των κατάλληλων περιοχών με βάση την βιωσιμότητα .....         | 119 |
| Εικόνα 5 Τεχνικό μοντέλο ανεύρεσης των κατάλληλων περιοχών με βάση την βαρύτητα..                | 120 |

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΡΤΙΚΟΛΕΞΩΝ**

- A.Π.Ε.: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- B.Ε.ΠΕ.: Βιομηχανική επιχειρηματική περιοχή
- Γ.Σ.Π.: Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών
- Δ.Ε.Η.: Δημόσια επιχείρηση ηλεκτρισμού
- Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε.: Διαχειριστής του Ελληνικού συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας
- E.E.: Ευρωπαϊκή Ένωση
- E.K.: Ευρωπαϊκός Κανονισμός
- E.O.K.: Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα
- E.Π.Ο.: Έγκριση περιβαλλοντικών όρων
- E.Π.Χ.Σ.Α.Α.: Ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης
- E.Σ.Ε.Κ.: Ενεργειακή συνεταιριστική εταιρεία Καρδίτσας
- ΕΛ.ΣΤΑΤ.: Ελληνική στατιστική αρχή
- E.Σ.Κ.: Εθνικά Σχέδια Κατανομής
- Z.E.Π.: Ζώνη ειδικής προστασίας
- Z.O.E.: Ζώνη οικιστικού ελέγχου
- Κ.Α.Π.: Κοινή αγροτική πολιτική
- Κ.Α.Π.Ε.: Κέντρο ανανεώσιμων πηγών και εξοικονόμησης ενέργειας
- Κ.Υ.Α.: Κοινή υπουργική απόφαση
- Λ.ΑΓ.Η.Ε.: Λειτουργός αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας
- Ο.Τ.Α.: Οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης
- Ο.Η.Ε.: Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών



Π.Α.: Πολυκριτηριακή ανάλυση

Π.Α.Θ.Ε.: Πατρών Αθηνών Θεσσαλονίκης - Ευζώνων (οδικός άξονας)

Π.Π.Ε.Α.: Προκαταρτική περιβαλλοντική εκτίμηση και αξιολόγηση

Π.Ε.: Περιφερειακή ενότητα

Ρ.Α.Ε.: Ρυθμιστική αρχή ενέργειας

Σ.Ε.Β.: Σύνδεσμος επιχειρήσεων και βιομηχανιών

Σ.Ε.Κ.Ε.: Συνεταιριστική ένωση καπνοπαραγωγών Ελλάδος

Σ.Η.Θ.Υ.Α.: Συμπαρογωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής αποδοτικότητας

Υ.Π.Ε.Κ.Α.: Υπουργείο περιβάλλοντος ενέργειας και κλιματικής αλλαγής

Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε.: Υπουργείο περιβάλλοντος χωροταξίας και δημοσίων έργων

Υ.Τ.: Υψηλή τάση

Χ.Υ.Τ.Α.: Χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων

C.C.S.: Carbon capture and storage

C.O.P.: Conference of the parties

E.S.R.I.: Environmental systems research institute

F.I.G.: Federation internationale des geometres

G.I.S.: Geographic information system

I.E.E.: Intelligent energy Europe

G.P.S.: Global positioning system

N.E.R.: New entrants reserve

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία δεν θα μπορούσε να εκπονηθεί χωρίς τη συμβολή του επιβλέπων καθηγητή μου, κ. Φώτη Γεώργιο, αναπληρωτής καθηγητής Χωροθετικού Σχεδιασμού και Ποσοτικής Χωρικής Ανάλυσης Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, τον οποίο και ευχαριστώ θερμά για τις σωστές συμβουλές και παρατηρήσεις του όλο αυτό το διάστημα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το διδακτικό προσωπικό του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού, με τους οποίους συναναστράφηκα όλο αυτό το διάστημα διότι χάρη σε αυτούς εμπλούτισα τις γνώσεις μου πάνω στο αντικείμενο της Χωρικής Ανάλυσης και της Διαχείρισης του Περιβάλλοντος. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που μου συμπαραστάθηκε καθ' όλην την διάρκεια εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας, όπως επίσης και τους φίλους μου που όλο αυτό τον καιρό μου πρόσφεραν στιγμές χαλάρωσης από την πίεση για την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά την διάρκεια του τελευταίου αιώνα, οι άνθρωποι άντλησαν το μεγαλύτερο μέρος της καταναλισκόμενης ενέργειας τους από την καύση των ορυκτών καυσίμων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι συμβατικές μορφές ενέργειας ήταν σχετικά φθηνότερες, και πιο εύκολες στην εκμετάλλευση τους σε σχέση με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Επίσης σε αυτό συνέβαλε σημαντικά το γεγονός ότι μέχρι πρόσφατα η ρύπανση του περιβάλλοντος δεν είχε λάβει τόσο ανησυχητικές διαστάσεις.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας μπορούν να συνεισφέρουν δυναμικά στα σύγχρονα ενεργειακά ζητήματα καθώς είναι τεχνολογίες πιο αποδοτικές και καθαρές για παραγωγή ενέργειας. Πλεονεκτούν λόγω της συμβολής τους στην αειφορία, τη βιώσιμη ανάπτυξη, την ενεργειακή αυτάρκεια των χωρών, τη διαφοροποίηση του ενεργειακού μείγματος, στην προστασία του περιβάλλοντος και τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση προσπαθεί να απεξαρτητοποιηθεί από την εισαγωγή καυσίμων από τρίτες χώρες προωθώντας όλο και περισσότερο την χρήση των ΑΠΕ. Με το πρόγραμμα 20-20-20 όλα τα κράτη μέλη υποχρεούνται να επιτύχουν την μείωση κατά 20% των αερίων θερμοκηπίου, τη βελτίωση κατά 20% της ενεργειακής αποδοτικότητας και την αύξηση κατά 20% της προσφοράς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέχρι το 2020. Η Ε.Ε για να ενθαρρύνει την χρήση των ΑΠΕ δίνει επιχορηγήσεις με σκοπό να παροτρύνει τα κράτη μέλη της.

Η Ελλάδα είναι ιδιαίτερα ευνοημένη στον τομέα των ΑΠΕ, καθώς οι δυνατότητες αξιοποίησης τους σε αυτήν είναι πολλές. Διαθέτει εξαιρετική ηλιοφάνεια, πλούσιο αιολικό δυναμικό ιδίως στα νησιά, πολλά ανεκμετάλλευτα γεωθερμικά πεδία, αξιόλογο υδάτινο δυναμικό στα ορεινά, καθώς και σημαντικές ποσότητες βιομάζας σε όλη την επικράτεια που δεν αξιοποιούνται επαρκώς.

Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων. Η χρήση της βιομάζας ως πηγής ενέργειας δεν είναι νέα, σ' αυτήν, εξάλλου

συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που για μεγάλο χρονικό διάστημα κάλυπταν σημαντικά ποσοστά των ενεργειακών αναγκών.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ανάδειξη εκείνων των περιοχών της Περιφέρειας Θεσσαλίας, οι οποίες είναι κατάλληλες για χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα με βάση τα κριτήρια που θέτει το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας με την δημιουργία ενός πολυκριτηριακού τεχνικού μοντέλου σε περιβάλλον ΓΣΠ. Η Περιφέρεια Θεσσαλίας επιλέχθηκε διότι από την ανάλυση της βιβλιογραφίας είδαμε ότι είναι μία από τις Περιφέρειες της Ελλάδας που παρουσιάζει υψηλό δυναμικό βιομάζας όπως επίσης η βιομάζα είναι μία από τις ανανεώσιμες πηγές που θα διαδραματίσει πρωταγωνιστικό ρόλο στο ενεργειακό μέλλον της Ελλάδας.

Για την επίτευξη του σκοπού της εργασίας, αρχικά καθορίστηκε το πρόβλημα που εξετάζει η συγκεκριμένη εργασία που είναι η χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα όπως επίσης και τα κριτήρια χωροθέτησης. Στην συνέχεια, προσδιορίστηκαν τα απαιτούμενα θεματικά επίπεδα και με την βοήθεια εργαλείων μοντελοποίησης και των αναλυτικών διαδικασιών προέκυψαν οι ζώνες αποκλεισμού και οι ζώνες καταλληλότητας και τέλος προέκυψαν οι περιοχές που είναι κατάλληλες προς χωροθέτηση.

Στην παρούσα διπλωματική, στο παρόν κεφάλαιο περιγράφουμε σε γενικές γραμμές το θέμα με το οποίο θα ασχοληθούμε, τον τρόπο με τον οποίο θα προσπαθήσουμε να επιλύσουμε το συγκεκριμένο πρόβλημα, ο σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής και τέλος η δομή που θα έχει.

Το δεύτερο κεφάλαιο ασχολείται με τις μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας γενικά, γίνεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή στις διάφορες πηγές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος και αναλύσουμε τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται μία πιο εκτενή αναφορά στην βιομάζα. Αρχικά αναφέρουμε τον ορισμό της βιομάζας, μετά ποιες είναι οι πηγές της βιομάζας, στην συνέχεια ποια είναι τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αξιοποίησης της βιομάζας ως εναλλακτική πηγή ενέργειας, τι δυναμικό παρουσιάζει η βιομάζα στο

ελλαδικό χώρο αλλά και πιο συγκεκριμένα στην Περιφέρειας Θεσσαλίας, ποιες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται για την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας και ποιες είναι εφαρμογές από την χρήση της βιομάζας.

Στο επόμενο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η ευρωπαϊκή πολιτική για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, και το αντίστοιχο νομοθετικό πλαίσιο της Ελλάδας. Επίσης, αναφέρουμε διάφορους θεσμικούς μηχανισμούς και ποια είναι η διαδικασία αδειοδότησης ενός σταθμού παραγωγής ενέργειας από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Στην συνέχεια, για την καλύτερη κατανόηση της εφαρμογής που ακολουθεί στο επόμενο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στην πολυκριτηριακή ανάλυση όπως επίσης και στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και εξετάζουμε ποια είναι τα στάδια και ποιες οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθούνται για την επίλυση ενός προβλήματος και τέλος αναφέρουμε και κάποια παραδείγματα παρόμοιας εφαρμογής από το εξωτερικό.

Στο έκτο κεφάλαιο, γίνεται η εφαρμογή. Για αρχή αναλύσαμε ποια διαδικασία θα ακολουθήσαμε ώστε να καταλήξουμε στο στόχο της εργασίας που είναι ποιες είναι οι περιοχές κατάλληλες προς χωροθέτηση. Στην συνέχεια αναλύουμε την περιοχή μελέτης και ποια είναι τα κριτήρια από την νομοθεσία από τα οποία θα καταλήξουμε στις ζώνες αποκλεισμού και στις ζώνες καταλληλότητας. Μετά από αυτό γίνεται η ανάλυση του τεχνικού μοντέλου σε περιβάλλον ΓΣΠ. Επιπλέον, αναλύουμε και διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους μπορούμε να καταλήξουμε στις τελικές περιοχές χωροθέτησης όπως είναι η προσθήκη επιπλέον κριτήρια έτσι ώστε να δημιουργήσουμε ένα πιο βιώσιμο τεχνικό μοντέλο και η προσθήκη βαρών στα κριτήρια από την νομοθεσία.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα που εξήχθηκαν από το την δημιουργία του τεχνικού μοντέλου αλλά και από τους εναλλακτικούς τρόπους επίλυσης τους προβλήματος καθώς και προτάσεις για την περαιτέρω ανάλυση του θέματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 2.1. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η δημιουργία και η εξελικτική πορεία του ανθρώπινου πολιτισμού είναι άμεσα συνυφασμένη με την χρήση των ενεργειακών πηγών. Από την αρχή της ιστορίας του, ο άνθρωπος προσπάθησε να επινοήσει τρόπους για να εκμεταλλευτεί τις φυσικές πηγές ενέργειας προς όφελός του.

Η προσπάθεια αυτή ξεκινά περίπου 500.000 χρόνια πριν, με την ανακάλυψη της φωτιάς. Ο άνθρωπος κατάφερε να θέσει τη φωτιά υπό τον έλεγχό του, ώστε να χρησιμοποιήσει τη θερμότητα και το φως της για να ζεσταθεί από το κρύο και να βλέπει στο σκοτάδι. Στη συνέχεια, ανακαλύπτοντας κι άλλες χρήσεις της φωτιάς, όπως η επεξεργασία των μετάλλων, κατάφερε να κατασκευάσει αντικείμενα, που διευκόλυναν τη ζωή του κι έδωσαν ώθηση στην ανάπτυξη των κοινωνιών του.

Αργότερα και περίπου 6000 χρόνια πριν, με την δύναμη του ανέμου ταξίδεψαν στη Μεσόγειο τα πρώτα πλοία. Η σκέψη της χρήσης του ανέμου ως κινητήρια δύναμη οδήγησε στην ανάπτυξη της ναυσιπλοΐας, η οποία άνοιξε νέους ορίζοντες στο εμπόριο και τις μετακινήσεις.

Επιπλέον, οι λαοί της Μεσοποταμίας και της Κίνας, περί το 700 π.Χ., καθώς και ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς τον 1ο μ.Χ. αιώνα, εκμεταλλεύτηκαν τον άνεμο για την κατασκευή των πρώτων ανεμόμυλων, που χρησιμοποιήθηκαν κυρίως στην άντληση νερού και στην άλεση γεωργικών προϊόντων. Η χρήση των ανεμόμυλων στην Ελλάδα καθιερώθηκε τη Βυζαντινή περίοδο και υπήρξε αρκετά εκτεταμένη μέχρι και τις αρχές του 20ου αιώνα, ιδίως στα νησιά του Αιγαίου.

Παράλληλα, την ίδια εποχή, τον 1ο μ.Χ. αιώνα, οι Ρωμαίοι ήταν οι πρώτοι, που χρησιμοποίησαν τη δύναμη του νερού για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας. Κατασκεύασαν υδροστρόβιλους με τη μορφή υδραυλικών τροχών, οι οποίοι βρήκαν εφαρμογή τόσο σε αρδευτικά έργα της εποχής, όσο και στους γνωστούς μας νερόμυλους.

Ο άνθρωπος λοιπόν για πολλές χιλιάδες χρόνια έκανε χρήση των άμεσα διαθέσιμων φυσικών πηγών, προκειμένου να καλύψει τις ενεργειακές του ανάγκες. Η βιομηχανική επανάσταση που ξεκίνησε στις αρχές του 19ου αιώνα άλλαξε ριζικά αυτή την κατάσταση. Πραγματοποιήθηκαν σπουδαίες ανακαλύψεις όπως η ατμομηχανή, ο ηλεκτρισμός, οι μηχανές εσωτερικής καύσης, η ατομική ενέργεια κ.α., οι οποίες σηματοδότησαν το πέρασμα από τις πατροπαράδοτες φυσικές πηγές ενέργειας στην εντατική χρήση του πετρελαίου, του άνθρακα και των υπόλοιπων ορυκτών καυσίμων ως κύριες ενεργειακές πηγές.

Η ραγδαία τεχνολογική και βιομηχανική ανάπτυξη του 19ου και του 20ου αιώνα πολλαπλασίασε την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση, γεγονός που ενέπνευσε ανησυχία για τη μελλοντική επάρκεια κοιτασμάτων των ορυκτών καυσίμων. Παράλληλα, άρχισαν να εμφανίζονται πολύ σημαντικά οικολογικά προβλήματα εξαιτίας της αλόγιστης χρήσης των συμβατικών καυσίμων, καθώς και σοβαρά ατυχήματα που έθεσαν υπό αμφισβήτηση την εκτεταμένη χρήση της πυρηνικής ενέργειας.

Έτσι, από τα τέλη του 20ου αιώνα, η σκέψη της επαναχρησιμοποίησης φυσικών πηγών ενέργειας φιλικών προς το περιβάλλον βρέθηκε ξανά στο προσκήνιο. Η ηλιακή, η αιολική, η θαλάσσια και η υδροδυναμική ενέργεια, η βιομάζα και η γεωθερμία απόκτησαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και καθιερώθηκαν στην παγκόσμια ενεργειακή σκηνή με τον όρο Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) (Ζερβός, 2006).

Ήδη από τη δεκαετία του '70 ξεκίνησαν να εμφανίζονται διάφορες νέες τεχνικές εφαρμογής τους και να βελτιώνονται οι ήδη υπάρχουσες. Οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά, οι ηλιακοί συλλέκτες, η ηλιακή ψύξη, τα μικρά και μεγάλα υδροηλεκτρικά, οι σταθμοί καύσης βιομάζας και βιοκαυσίμων, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα τεχνολογιών ΑΠΕ, που τα τελευταία χρόνια μελετήθηκαν συστηματικά και αναπτύχθηκαν, ώστε να προσφέρουν λύσεις στο ενεργειακό ζήτημα.

Σήμερα, τον 21ο αιώνα, τα ορυκτά καύσιμα παραμένουν η κύρια ενεργειακή πηγή παγκοσμίως, όμως και οι ΑΠΕ κατέχουν ένα σημαντικό ποσοστό στη συνεισφορά των ενεργειακών πηγών στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας. Σε αυτό έχει συμβάλλει σημαντικά και η σύγχρονη τεχνολογία, που επιτρέπει τη συνεχή βελτίωση

των τεχνικών, ώστε η εφαρμογή ΑΠΕ να καθίσταται πλέον, πέραν από περιβαλλοντολογικά και οικονομικά φιλική.

## 2.2. ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η διαφαινόμενη εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων όπως αναφέραμε και παραπάνω σε συνδυασμό με τη διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας, αλλά και τη βαθμιαία επιδείνωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, οδήγησε τις σύγχρονες κοινωνίες να στραφούν αφενός σε τεχνικές εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας και αφετέρου στην αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Οι από αρχαιοτάτων χρόνων γνωστές ενεργειακές πηγές αποτελούν ανεξάντλητα (ανανεώσιμα) ενεργειακά αποθέματα, ενώ η χρήση τους είναι φιλική προς το περιβάλλον (Καλδέλλης και Καββαδίας, 2001).

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας που η προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. Υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον και είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων (Δημητρακοπούλου, 2009).

Μια αυξανόμενη ευαισθησία των κοινωνιών για καθαρό και υγιεινό περιβάλλον διαπιστώνεται τα τελευταία χρόνια. Παράλληλα οι κυβερνήσεις των κρατών υπό την ευθύνη του Ο.Η.Ε. και κατά τις συναντήσεις κορυφής του Ρίου (1992) και του Κιότο (1997) κατέληξαν σε υπογραφή ενός πρωτοκόλλου για το ζήτημα αυτό. Δεσμεύτηκαν για την λήψη μέτρων ώστε να επιτευχθεί αειφόρος ανάπτυξη ([www.cres.gr](http://www.cres.gr)).

Όλα αυτά και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ο ρυθμός παραγωγής ενέργειας, με βάση των άνθρακα και τους υδρογονάνθρακες, δεν έχει μεγάλα χρονικά περιθώρια εκμετάλλευσης πέραν του 21ου αιώνα, συντέλεσαν ώστε οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να καταλάβουν μια σημαντική θέση στην πολιτική της βιώσιμης ανάπτυξης ([www.cres.gr](http://www.cres.gr)).



Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι οι μη ορυκτές, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δηλαδή η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, τα αέρια τα εκλούμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τα βιοαέρια, όπως ορίζει η οδηγία 2001/77/EK ([www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)).

Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας εντάθηκε τα τελευταία 20 με 30 χρόνια. Οι κυριότερες αιτίες που έσπρωξαν προς αυτήν την κατεύθυνση ήταν:

- ✓ Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος από την αξιοποίηση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων.
- ✓ Τα περισσότερα αποθέματα ορυκτών καυσίμων μειώνονται παγκοσμίως. Τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων, σύμφωνα με εκτιμήσεις ειδικών επιστημόνων, τείνουν να εξαντληθούν τα επόμενα 40 ή το πολύ 80 χρόνια, κατά την άποψη των πιο αισιόδοξων. Η καταναλισκόμενη ενέργεια στον πλανήτη διπλασιάζεται κάθε 35 χρόνια. Αν μάλιστα, οι χώρες του λεγόμενου «Τρίτου Κόσμου» ακολουθήσουν το μοντέλο ανάπτυξης των δυτικών χωρών, η εξάντληση των αποθεμάτων πετρελαίου θα είναι πολύ πιο γρήγορη, ίσως και τα επόμενα 20 χρόνια (Νίκου, 2010)
- ✓ Η αύξηση του κόστους των συμβατικών καυσίμων, κυρίως του πετρελαίου.
- ✓ Η αύξηση της ανεργίας που σήμερα υπολογίζεται στο 26,8%<sup>1</sup> του ενεργού πληθυσμού στην Ελλάδα, μπορεί να αντιμετωπιστεί εν μέρει με την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, διότι συνεπάγεται μια αύξηση της απασχόλησης.
- ✓ Η διάθεση μέρους του πληθυσμού για μια ζωή με μεγαλύτερη ασφάλεια, για αυτάρκεια ενεργειακή και αυτοδιάθεση όσον αφορά τις ενεργειακές επιλογές αλλά και γενικότερα.

---

<sup>1</sup> Το ποσοστό ανεργίας για τον Οκτώβριο του 2012 σύμφωνα με τα στοιχεία που έδωσε στην δημοσιότητα η Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.)

- ✓ Συντελούν στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς η αξιοποίησή τους δεν το επιβαρύνει, αφού δεν συνοδεύεται από παραγωγή ρύπων ή αερίων που ενισχύουν τον κίνδυνο για κλιματικές αλλαγές.
- ✓ Τόσο η παρελθούσα όσο και η σημερινή κατάσταση στον Περσικό Κόλπο, όπου βρίσκεται το 65% των παγκοσμίων αποθεμάτων πετρελαίου, δεν είναι τέτοια που να εγγυάται τη σταθερή και επί μακρόν τροφοδοσία με πετρέλαιο (Γεωργόπουλος, 2004).

Η χρήση των Ανανεωμένων Πηγών Ενέργειας είναι ένας θεμελιώδης παράγοντας για μια αρμόδια ενεργειακή πολιτική στο μέλλον. Λαμβάνοντας υπόψη το βιώσιμο χαρακτήρα της πλειοψηφίας των τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας, είναι σε θέση να συντηρήσουν τους πόρους και να παρέχουν την ασφάλεια, ποικιλομορφία του ενεργειακού εφοδιασμού και των υπηρεσιών, ουσιαστικά χωρίς περιβαλλοντική επίδραση (Mihalakakou et al, 2002).

Τέλος, η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ΑΠΕ, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών.

### 2.3. ΜΟΡΦΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι κύριες μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι οι παρακάτω:

Α. Η αιολική ενέργεια, που γίνεται όλο και πιο δημοφιλής αφού το κόστος παραγωγής πέφτει ραγδαία, γεγονός που την καθιστά ολοένα πιο ανταγωνιστική έναντι της παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα. Ως εκ τούτου η βιομηχανία της αιολικής ενέργειας έχει παρουσιάσει ραγδαία άνθηση τα τελευταία χρόνια. Έτσι ενώ το παγκόσμιο εγκατεστημένο δυναμικό αιολικής ενέργειας ανερχόταν το 1998 σε λίγο περισσότερο από 10.000 MW συνολικά, το 2005 είχε ήδη φθάσει τα 60.000 MW. Το νούμερο αυτό αναμένεται να ανέβει στα 150.000 MW μέχρι το 2012. Το σχετικά χαμηλό κόστος της αιολικής ενέργειας σε σχέση με τις άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας είναι η βασική αιτία αυτής της ραγδαίας ανάπτυξης. Κατά τη διάρκεια λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου δεν εκπέμπεται διοξείδιο του άνθρακα ή

άλλα αέρια που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα (μονοξειδίο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, καρκινογόνα μικροσωματίδια κ.α.), όπως συμβαίνει με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Κουτελιδάκης, 2010). Σε όλη τη διάρκεια της χρήσης της, μία και μόνο ανεμογεννήτρια 1,5 MW μπορεί να εξοικονομήσει περί τους 80.000 τόνους ορυκτού άνθρακα. Αυτό σημαίνει ότι όχι μόνο δεν εντείνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αλλά δεν υπάρχουν και αρνητικές συνέπειες στη δημόσια υγεία από την ατμοσφαιρική ρύπανση (<http://climate.wwf.gr/>).

**Β. Η Ηλιακή ενέργεια.** Υπάρχουν πολλά διαφορετικά συστήματα τα οποία επωφελούνται από την ενέργεια, η οποία παράγεται από τον ήλιο: Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια. Τέτοια στοιχεία συχνά ενσωματώνονται στις στέγες. Τα φωτοβολταϊκά προσφέρουν το πρόσθετο πλεονέκτημα να μπορούν να προμηθεύσουν ενέργεια σε αραιοκατοικημένες περιοχές, οι οποίες δεν καλύπτονται από τα δίκτυα ηλεκτροδότησης, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα ζωής και προωθώντας την αειφόρο ανάπτυξη (Κουτελιδάκης, 2010).

Οι σταθμοί ηλιακής θερμικής ενέργειας αξιοποιούν την θερμότητα του ήλιου, πρώτα συγκεντρώνοντας την ηλιακή ακτινοβολία με τη βοήθεια κατόπτρων για να θερμάνουν νερό ή κάποιο άλλο μέσο και μετά μετατρέποντας τον ατμό σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω μιας γεννήτριας. Η ηλιακή θερμική ενέργεια είναι πολλά υποσχόμενη για τις πόλεις, όπου η ατμοσφαιρική ρύπανση τείνει να είναι μεγάλο πρόβλημα. Οι σταθμοί ηλιακής θερμικής ενέργειας ανοίγουν προοπτικές για μελλοντικές μεταφορές ενέργειας από θερμές αναπτυσσόμενες σε ψυχρές ανεπτυγμένες χώρες (<http://climate.wwf.gr/>).

Η ηλιακή ενέργεια σήμερα είναι 90% φθηνότερη από ότι στην δεκαετία του 1970. Στα σπίτια που διαθέτουν ηλιακή οροφή μπορεί να παράγεται περισσότερη ενέργεια από όση χρειάζονται ορισμένες ώρες της ημέρας, η οποία δυνητικά θα μπορούσε να μεταπωλείται στις τοπικές εταιρείες ηλεκτρισμού (Κουτελιδάκης, 2010).

**Γ. Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια** είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας του νερού των ποταμών και της μετατροπής

της σε ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια στροβίλων και ηλεκτρογεννητριών ([www.oikoenergeia.gr/](http://www.oikoenergeia.gr/)).

Η ενέργεια αυτή διαχέεται στη φύση από δίνες και ρεύματα, καθώς το νερό ρέει καταφορικά σε ρυάκια, χείμαρρους και ποτάμια μέχρι να φτάσει στη θάλασσα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του αποθηκευμένου νερού και όσο ψηλότερα βρίσκεται, τόσο περισσότερη είναι η ενέργεια που περιέχει ([www.oikoenergeia.gr/](http://www.oikoenergeia.gr/)).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια, είναι η πιο σημαντική και ευρεία χρησιμοποιούμενη Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας. Αντιπροσωπεύει το 19% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρισμού και το 6% της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας. Σε όλο τον κόσμο υπάρχουν σήμερα περίπου 45.000 μεγάλα υδροηλεκτρικά φράγματα σε λειτουργία. Η χώρα με τη μεγαλύτερη παραγωγή υδροηλεκτρισμού είναι ο Καναδάς και ακολουθούν οι Η.Π.Α. και η Βραζιλία (<http://climate.wwf.gr/>).

Δ. Η γεωθερμική ενέργεια, η οποία έχει να κάνει με τη χρήση της θερμότητας της γης για την παραγωγή ενέργειας. Οι αντλίες γεωθερμικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν παντού. Η τεχνολογία για την άντληση γεωθερμικής ενέργειας διαφοροποιείται σε ρηχή γεωθερμική σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, και σε βαθιά γεωθερμική στις υψηλότερες θερμοκρασίες (Κουτελιδάκης, 2010).

Η σχετικά σταθερή θερμοκρασία των ανώτερων 15 μέτρων της επιφάνειας της γης (ή των υπογείων υδάτων), που τυπικά είναι γνωστή ως αβαθής γεωθερμική ενέργεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση ή ψύξη κτιρίων (Κουτελιδάκης, 2010).

Η αντλία θερμότητας χρησιμοποιεί μία σειρά από σωλήνες για να κυκλοφορεί υγρό μέσω του θερμού εδάφους. Το χειμώνα, που το έδαφος είναι θερμότερο από τα κτίρια στην επιφάνεια, το υγρό απορροφά αυτή την θερμότητα η οποία εν συνεχεία συμπυκνώνεται μέσω γεωεναλλακτών ή συλλεκτών θερμότητας, και μεταφέρεται στα κτίρια. Το καλοκαίρι, που το έδαφος είναι δροσερότερο, γίνεται η αντίστροφη διαδικασία: η αντλία μεταφέρει θερμότητα από τα κτίρια στο έδαφος (<http://climate.wwf.gr/>).

Η άντληση της ενέργειας από τα βαθύτερα στρώματα της γης, η λεγόμενη βαθιά γεωθερμική ενέργεια, απαιτεί τη διάνοιξη πηγαδιών σε μεγάλο βάθος. Εάν διαθέτουμε θερμά υπόγεια ύδατα, μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε απευθείας σε

σταθμούς υδροθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Εάν δε διαθέτουμε, το νερό μπορεί να αντληθεί μεταξύ καυτών στρωμάτων βράχου και μετά να το επαναφέρουμε στην επιφάνεια σε υψηλή θερμοκρασία μέσω μιας δεύτερης διάνοιξης πηγαδιού (<http://climate.wwf.gr/>).

Με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας, δεν απαιτείται καμία καύση ορυκτών καυσίμων. Οι σταθμοί παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας εκπέμπουν μόνο περίσσεια ατμού και πολύ λίγα ίχνη αερίων.

E. Η ενέργεια από βιομάζα. Βιομάζα ονομάζουμε οποιαδήποτε οργανική ύλη η οποία προέρχεται από τα φυτά ως αποτέλεσμα της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Η ενέργεια από βιομάζα αντλείται από φυτικό και ζωικό υλικό, όπως το ξύλο από τα δάση, τα υπολείμματα από τις γεωργικές και δασικές διαδικασίες, και τα βιομηχανικά, ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα (<http://micro-kosmos.uoa.gr/gr/gr-index.htm>). Η βιομάζα μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες:

Παραδοσιακή βιομάζα που γενικά περιορίζεται στις αναπτυσσόμενες χώρες και σε χρήσεις μικρής κλίμακας. Περιλαμβάνει τα καυσόξυλα και το κάρβουνο για οικιακή χρήση, την ήρα του ρυζιού, άλλα φυτικά υπολείμματα και την κοπριά ζώων. Η παραδοσιακή βιομάζα που χρησιμοποιείται σε ανοιχτά τζάκια για μαγείρεμα και για θέρμανση εξακολουθεί να είναι πολύ σημαντική στις αναπτυσσόμενες χώρες λόγω της έλλειψης εναλλακτικών λύσεων (<http://micro-kosmos.uoa.gr/gr/gr-index.htm>).

Σύγχρονη βιομάζα που συνήθως αφορά χρήσεις μεγάλης κλίμακας και σκοπό να υποκαταστήσει τις συμβατικές ενεργειακές πηγές των ορυκτών καυσίμων. Περιλαμβάνει ξερά κλαδιά από το δάσος και τα γεωργικά υπολείμματα, τα οικιακά απόβλητα, τα βιοαέρια και τα βιοκαύσιμα από ενεργειακές καλλιέργειες (όπως έλαια από φυτά ή/και φυτά που περιέχουν άμυλο και σάκχαρα). Η σύγχρονη βιομάζα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας και θερμότητας σε εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας (<http://micro-kosmos.uoa.gr/gr/gr-index.htm>).

Η βιομάζα σε όλες τις εφαρμογές της συμβάλλει σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος και τη διαφύλαξη των φυσικών πόρων, ανεξάρτητα αν χρησιμοποιούνται απόβλητα ή ειδικές καλλιέργειες.

## 2.4. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας, είναι τα ακόλουθα:

- ❖ Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας, εφόσον η εκμετάλλευσή τους γίνεται με σωστό τρόπο, και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους. Μάλιστα η συνολική ετήσια παροχή τους είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.
- ❖ Είναι φιλικές προς το περιβάλλον καθώς έχουν σχεδόν μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα και η χρήση τους προκαλεί μικρή και ελέγξιμη βλάβη στο περιβάλλον. Συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Υποκαθιστώντας τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας από συμβατικές πηγές συνεισφέρουν στη μείωση των εκπομπών από άλλους ρυπαντές, όπως οξείδια του θείου και του αζώτου που είναι υπεύθυνα για την όξινη βροχή.
- ❖ Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- ❖ Η κατασκευή μικρών σταθμών κοντά στον τόπο παραγωγής οδηγεί στην εξάλειψη των απωλειών μεταφοράς, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για χώρες με μεγάλη γεωγραφική κατάτμηση.
- ❖ Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- ❖ Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.

- ❖ Σε ορισμένες περιπτώσεις δεν απαιτείται ιδιαίτερα προηγμένη τεχνολογία για την εκμετάλλευσή τους.
- ❖ Η παροχή τους δεν καθορίζεται από πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες.
- ❖ Οι επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οδηγούν στη δημιουργία σημαντικού αριθμού νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- ❖ Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση ανάλογων επενδύσεων.

Παρά τα προαναφερθέντα πλεονεκτήματα, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν από τεχνική άποψη ή επιβαρύνουν οικονομικά την αξιοποίησή τους. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα είναι τα εξής:

- ❖ Έχουν μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο και συνεπώς απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις και αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής.
- ❖ Εξαιτίας του μικρού συντελεστή απόδοσής τους είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- ❖ Η παροχή και απόδοση τους είναι ασυνεχείς και μεταβαλλόμενες και συνήθως εξαρτώνται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- ❖ Πολλές φορές το μέγιστο της προσφοράς συμπίπτει με το ελάχιστο της ζήτησης και η αποθήκευσή τους δεν είναι πάντα εύκολη.
- ❖ Είναι πολύ διασκορπισμένες, γι' αυτό ένα μικρό μέρος τους είναι εκμεταλλεύσιμο. Το διασπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί.
- ❖ Οι διακυμάνσεις που παρουσιάζουν στη διαθεσιμότητά τους μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας και έτσι συχνά είναι απαραίτητη η εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή η χρήση δαπανηρών μεθόδων αποθήκευσης. Χρησιμοποιούνται κυρίως ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.



- ❖ Η μικρή διαθεσιμότητά τους οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.
- ❖ Σε ορισμένες περιπτώσεις η ενέργεια που παρέχουν είναι χαμηλής στάθμης και μπορεί π.χ. να είναι κατάλληλη μόνο για θέρμανση χώρων.

## 2.5. ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Από τεχνικής πλευράς, το δυναμικό των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (δηλ. η ποσότητα ενέργειας που μπορεί να αντληθεί από την φυσική προσφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με χρήση υπάρχουσών τεχνολογιών) είναι πολύ μεγαλύτερο από την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση (Κουτελιδάκης, 2010).

Η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται η Γη είναι σχεδόν 7.000 φορές περισσότερη από την τρέχουσα παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας. Θεωρητικά, η τρέχουσα παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας θα μπορούσε να καλυφθεί με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε συνολική περιοχή επιφάνειας 700χλμ x 700χλμ (<http://climate.wwf.gr/>).

Το παγκόσμιο δυναμικό αιολικής ενέργειας είναι επίσης τεράστιο. Μόνο το θεωρητικό δυναμικό σε τοποθεσίες με μέση ταχύτητα ανέμου τουλάχιστον 5 m/s σε ύψος 10 μέτρων, ανέρχεται σε σύνολο τουλάχιστον 500.000 TWh ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος. Αυτό ισοδυναμεί σε 35 φορές περισσότερη ενέργεια από την παγκόσμια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σήμερα (<http://climate.wwf.gr/>).

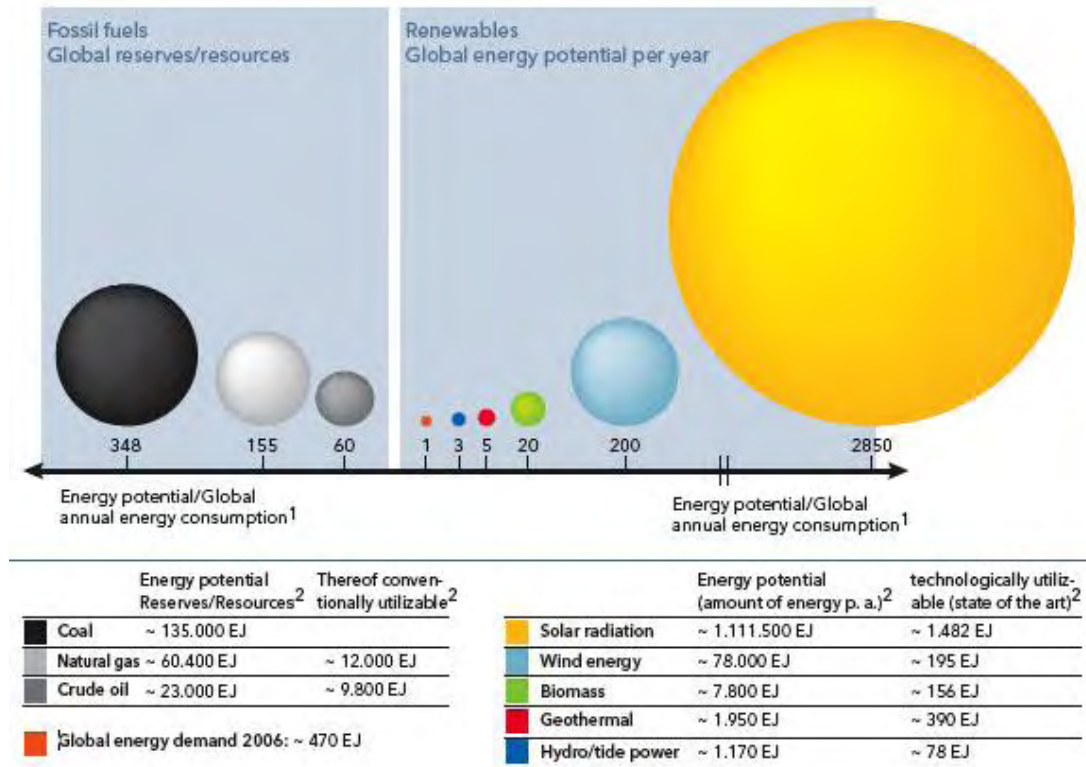
Ωστόσο, τόσο το θεωρητικό δυναμικό όσο και τεχνολογικό δυναμικό δεν αντιστοιχούν στο οικονομικά διαθέσιμο δυναμικό από τη στιγμή που θα ληφθούν υπόψη τεχνολογικοί, περιβαλλοντικοί και οικονομικοί παράγοντες αντίστοιχα.

Επίσης τεράστιο είναι και το δυναμικό παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η βιομάζα θα μπορούσε να καλύψει το 24% των ενεργειακών αναγκών μέχρι το 2020 (Κουτελιδάκης, 2010).

Τέλος το χαμηλότερο όριο του παγκόσμιου δυναμικού της γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται στα 50 GWe περίπου και η αντίστοιχη τιμή για τις άμεσες χρήσεις σε 1 TWth.



Στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 1) παρατηρούμε την διαθέσιμη ενέργεια και ως προς τις συμβατικές μορφές αλλά και ως προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην διάρκεια ενός έτους.



Εικόνα 1 Διαθέσιμη ενέργεια, ανά είδος καυσίμου, προς ετήσια παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας (<http://www.nanowerk.com/spotlight/id74242.jpg>)

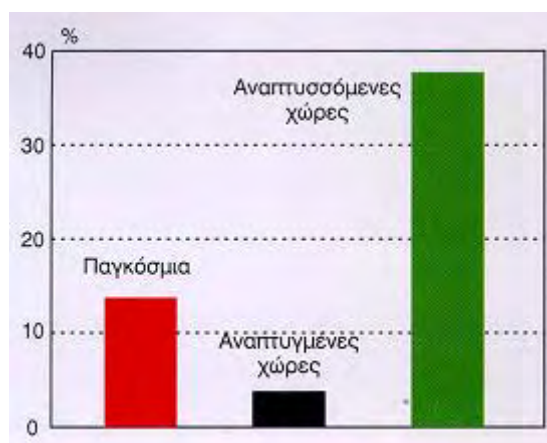
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ

### 3.1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΜΑΖΑ

Γενικά, μετά την ενεργειακή κρίση του 1973, η βιομάζα άρχισε να παίζει όλο και σημαντικότερο ρόλο στην κάλυψη των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών. Σήμερα θεωρείται ότι είναι μία σπουδαία πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλει στην ενεργειακή επάρκεια μετά την εξάντληση των αποθεμάτων του αργού πετρελαίου, του ορυκτού άνθρακα και του φυσικού αερίου.

Σήμερα υπάρχουν αξιόλογες ποσότητες ανεκμετάλλευτων γεωργικών και δασικών υποπροϊόντων που, μαζί με τα οικιακά απορρίμματα και την κτηνοτροφική κοπριά, καθώς και τις ενεργειακές καλλιέργειες επαρκούν για να καλύψουν το σύνολο των θερμικών και ενεργειακών μας αναγκών, εάν βέβαια ήταν δυνατή η αξιοποίησή τους σε όλες τις ενεργειακές απαιτήσεις.

Προφανώς, οι χώρες εκείνες που καταναλώνουν ενέργεια, που προέρχεται από βιομάζα, σε σημαντικές αναλογίες, είναι εκείνες, που βρίσκονται στο στάδιο της ανάπτυξης λόγω χάρη στην Αφρική 65% της ενέργειας προέρχεται από βιομάζα, στην Ινδία το 50% και στη Λατινική Αμερική το 45%. Αντίθετα, στην Ελλάδα η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται περιορισμένα. Στο γράφημα 1 φαίνεται η συμμετοχή της βιομάζας στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.



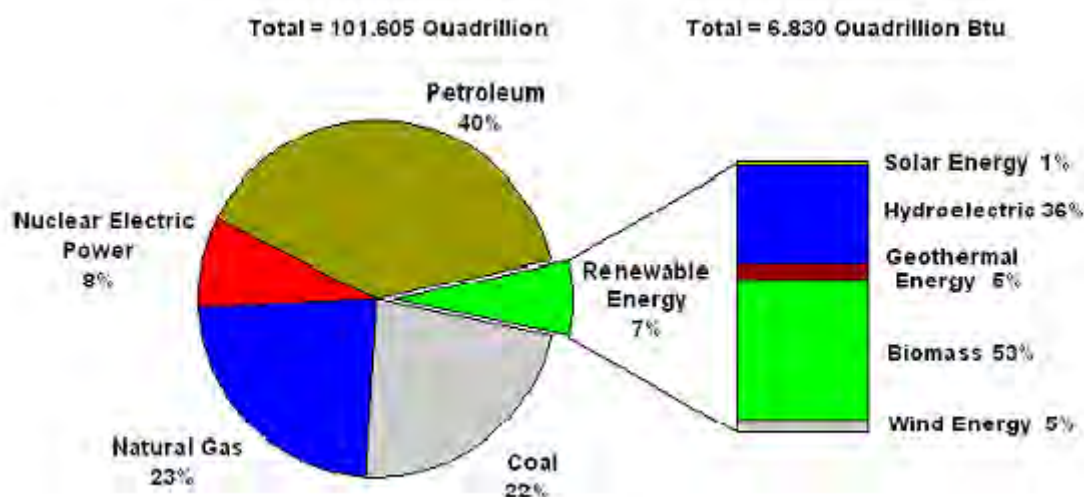
Γράφημα 1 Η συμμετοχή της βιομάζας στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ([www.cres.gr](http://www.cres.gr))

Στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί, με τα σημερινά δεδομένα, να ξεπεράσει άνετα εκείνο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας. Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου. Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας.

Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάμινοι κ.ά.), σε περιορισμένη, όμως, κλίμακα.

Παρ' όλα αυτά, οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας στη χώρα μας είναι εξαιρετικά ευόχιμες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Η βιομάζα έχει αναγνωριστεί ως μια από τις πιο σημαντικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυρίως λόγω των πολλαπλών πλεονεκτημάτων που απορρέουν τόσο από την παραγωγή όσο και από την αξιοποίηση της για ενέργεια και άλλα προϊόντα. Το 2005, σχεδόν τα δύο τρίτα όλων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιήθηκαν στην Ευρώπη προήλθαν από τη βιομάζα γεγονός που καθιστά ιδιαίτερα σημαντικό το ρόλο της. Παρόλα αυτά η παραγωγή βιομάζας έχει αυξηθεί σε ένα πολύ μικρότερο ποσοστό έναντι άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Γαλανοπούλου, 2012). Στο γράφημα 2 παρουσιάζονται τα ποσοστά συμμετοχής τα ποσοστά συμμετοχής των δίφορων πηγών ενέργειας αλλά και το μερίδιο της βιομάζας σε σχέση με τις υπόλοιπες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας



Γράφημα 2 Μερίδιο βιομάζας από ΑΠΕ (Γαλανοπούλου, 2012)

Συγκεκριμένα η βιομάζα παράγει βιοενέργεια από την αξιοποίηση γεωργικών, δασικών προϊόντων, από κατάλοιπα και απόβλητα της δασοκομίας, από ζωικά υπολείμματα, από κατάλοιπα της βιομηχανίας τροφίμων, από καλλιέργειες ενεργειακών φυτών και από αστικά απόβλητα. Η βιοενέργεια τείνει να αποτελέσει μια πραγματικά αξιόλογη πηγή ενέργειας για το μέλλον (Γαλανοπούλου, 2012).

Η βιομάζα είναι ο ορισμός που δίνεται σε όλη τη ζωντανή ύλη της γης. Είναι ένας γενικός όρος για το υλικό που αποσπάται από τα αναπτυσσόμενα φυτά ή από τα ζωικά απόβλητα (που είναι μια αποτελεσματικά επεξεργασμένη μορφή του φυτικού υλικού). Αποτελεί έναν μάλλον απλοποιημένο όρο για όλη την οργανική ύλη που πηγάζει από τα φυτά (και τα φύκια), τα δέντρα και τις καλλιέργειες. Η ενέργεια από βιομάζα πηγάζει από φυτικό και ζωικό υλικό, όπως είναι το ξύλο από τα φυσικά δάση, τα απόβλητα από γεωργικές εργασίες και εργασίες δασοκομίας, τα βιομηχανικά απόβλητα και τα απόβλητα από τον άνθρωπο και τα ζώα (Demirbas, 2000).

Τα φυτά απορροφούν ηλιακή ενέργεια, ενεργοποιώντας τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης που τους βοηθά να επιβιώσουν. Η ενέργεια της βιομάζας από τη φυτική ύλη αρχικά προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στα φυτά και στα ζώα (τα οποία τρέφονται με φυτά ή με άλλα ζώα), ή στα απόβλητα που παράγουν, ονομάζεται ενέργεια βιομάζας. Αυτή η ενέργεια μπορεί να ανακτηθεί καίγοντας βιομάζα ως καύσιμο. Κατά τη διάρκεια της καύσης, η βιομάζα απελευθερώνει θερμότητα και



διοξείδιο του άνθρακα το οποίο είχε απορροφηθεί καθώς το φυτό αναπτυσσόταν. Ουσιαστικά, η χρήση της βιομάζας είναι η αντίθετη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Έτσι προκύπτει το ερώτημα αν η βιομάζα είναι μια ποικιλία χημικής ενέργειας. Στη φύση η βιομάζα τελικά αποσυντίθεται στα μόριά της με την απελευθέρωση θερμότητας (Γαλανοπούλου, 2012). Η απελευθέρωση ενέργειας από την καύση βιομάζας μιμείται φυσικές διαδικασίες. Οπότε, η ενέργεια που αποκτάται από τη βιομάζα είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας και η χρήση της δεν προσθέτει διοξείδιο του άνθρακα στο περιβάλλον, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα (Twidell, 1998). Από όλες τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας η βιομάζα είναι η μοναδική στο γεγονός ότι αποθηκεύει αποτελεσματικά ηλιακή ενέργεια. Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2) παρουσιάζεται ο κύκλος της βιομάζας στην φύση.



Εικόνα 2 Ο κύκλος της βιομάζας

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα (πχ. καύση ξύλου για θέρμανση ή μαγείρεμα) ή έμμεσα με την μετατροπή σε υγρό ή αέριο καύσιμο (πχ. αλκοόλη από καλλιέργεια ζάχαρης ή βιοαέριο από απόβλητα ζώων). Η καθαρή ενέργεια που είναι διαθέσιμη από βιομάζα μετά από καύση κυμαίνεται από 8 MJ/kg για το ξύλο, σε 20 MJ/kg για ξηρή φυτική ύλη (Demirbas, 2000) έως και 55 MJ/kg από μεθάνιο σε σύγκριση με περίπου 27 MJ/kg για τον άνθρακα (Twidell, 1998).

Πολλές γεννήτριες ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα χρησιμοποιούν απόβλητα, όπως είναι οι ζωικές τροφές ή τα οικιακά απορρίμματα. Άλλα συστήματα βασίζονται στην ιδέα ανάπτυξης καλλιεργειών διαφόρων ειδών, συγκεκριμένα με σκοπό να προμηθεύουν βιομάζα ως καύσιμο (Γαλανοπούλου, 2012).

### 3.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Σύμφωνα με τον ορισμό της οδηγίας 2009/28/EK, η βιομάζα είναι "το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και ζωικών ουσιών), τη δασοπονία και τις συναφείς τους βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένων, της αλιείας και των υδατοκαλλιεργειών, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων.

Όπως καθορίζεται στο Άρθρο 2(ε) της Οδηγίας 2009/28/EC αυτό σημαίνει ότι με κατάλληλη βιομηχανική επεξεργασία, η πρόσφατα συγκομισμένη βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια. Με τη χρήση διαφόρων διαδικασιών μετατροπής, όπως η καύση, η αεριοποίηση και η πυρόλυση, η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε "βιο-καύσιμα" για τις μεταφορές, "βιο-θερμότητα" ή "βιο-ηλεκτρισμό".

### 3.3. ΠΗΓΕΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Κατά μέσο όρο το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας από βιομάζα παράγεται από το ξύλο και τα απόβλητά του (64%). Ακολουθούν τα αστικά στερεά απόβλητα (24%) τα

αγροτικά απόβλητα (5%) και τα αέρια από χώρους υγειονομικής ταφής (5%) (Γαλανοπούλου, 2012).

Η βιομάζα διαφέρει από άλλες εναλλακτικές πηγές ενέργειας στο ότι η πηγή παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία και μπορεί να μετατραπεί σε ενέργεια μέσω πολλών διεργασιών. Οι πηγές βιομάζας χωρίζονται σε τρεις γενικές κατηγορίες:

1. Απόβλητα
2. Δάση
3. Ενεργειακές καλλιέργειες

Οι πηγές βιομάζας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος υλικών. Η ενέργεια από βιομάζα μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες, δηλαδή στη σύγχρονη και την παραδοσιακή βιομάζα. Η σύγχρονη βιομάζα συνήθως περιλαμβάνει ευρείας κλίμακας χρήση και στοχεύει στην αντικατάσταση των συμβατικών πηγών ενέργειας. Περιλαμβάνει υπολείμματα ξύλου και αγροτικά υπολείμματα, αστικά απόβλητα και ενεργειακές καλλιέργειες. Η παραδοσιακή βιομάζα περιορίζεται κατά βάση στις αναπτυσσόμενες χώρες και σε μικρής κλίμακας χρήση. Περιλαμβάνει καυσόξυλα και κάρβουνο για οικιακή χρήση, φλοιούς και άλλα φυτά και ζωικά απόβλητα.

Ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα πηγών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα:

#### Απόβλητα

- ❖ Υπολείμματα από την αγροτική παραγωγή
- ❖ Υπολείμματα από αγροτικές διεργασίες
- ❖ Υπολείμματα καλλιεργειών
- ❖ Απόβλητα από την επεξεργασία ξύλου
- ❖ Αστικά απόβλητα ξύλου
- ❖ Αστικά οργανικά απόβλητα
- ❖ Δασικά προϊόντα

- ❖ Ξύλο
- ❖ Υπολείμματα υλοτομίας
- ❖ Δέντρα, θάμνοι
- ❖ Πριονίδια, φλοιοί

#### Ενεργειακές καλλιέργειες

- ❖ Ποώδεις καλλιέργειες
- ❖ Αγρωστώδη
- ❖ Καλλιέργειες αμύλου (πχ. καλαμπόκι, σιτάρι, κριθάρι)
- ❖ Καλλιέργειες ζάχαρης (πχ. ζαχαροκάλαμο, τεύτλο)
- ❖ Κτηνοτροφικές καλλιέργειες (πχ. τριφύλλι)
- ❖ Καλλιέργειες ελαιούχων σπόρων (πχ. ηλίανθος)

#### Υδροβία φυτά

- ❖ Φύκια
- ❖ Ζιζάνια του νερού
- ❖ Υδροβίος υάκινθος
- ❖ Καλαμιές

Η ζήτηση για ενέργεια αυξάνεται με εκθετικό βαθμό εξαιτίας της εκθετικής αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού. Αυτό, σε συνδυασμό με την ευρεία εξάντληση των ορυκτών καυσίμων και της σταδιακής αναδύμενης συνείδησης σε σχέση με την περιβαλλοντική υποβάθμιση, δείχνει ότι η προμήθεια ενέργειας στο μέλλον πρέπει να προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Στατιστικά η παγκόσμια παροχή ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι 18% από το οποίο το 55% παρέχεται από την παραδοσιακή βιομάζα και το 30% από υδροηλεκτρική ενέργεια. Η ηλιακή, η αιολική, η σύγχρονη βιομάζα, η γεωθερμική, η υδροηλεκτρική μικρής εμβέλειας (κάτω από 10 MW) και η ενέργεια του ωκεανού αποτελούν όλες μαζί το 12% όλων των ανανεώσιμων (Γαλανοπούλου, 2012).



Η βιομάζα συνεισφέρει κατά 12% στη σύγχρονη προμήθεια ενέργειας, ενώ σε μερικές αναπτυσσόμενες χώρες συνεισφέρει σε μεγαλύτερο βαθμό που αγγίζει το 40% με 50% (Garg και Datta, 1998).

Η παγκόσμια παραγωγή βιομάζας εκτιμάται στους 146 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους το χρόνο, κυρίως άγρια βλάστηση. Κάποιες αγροτικές καλλιέργειες και καλλιέργειες δέντρων μπορούν να παράγουν έως και 20 τόνους βιομάζας ανά στρέμμα το χρόνο. Διάφορα φύκια και αγρωστώδη μπορούν να παράγουν μέχρι και 50 τόνους το χρόνο (Cuff και Young, 1980).

### 3.4. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας είναι τα παρακάτω:

- ✚ Αποφυγή του «φαινομένου του θερμοκηπίου», το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), που παράγεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα δε συμβάλλει στην αύξηση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα λόγω του βιολογικού της κύκλου (οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της).
- ✚ Αποφυγή της ρύπανσης με διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), που παράγεται κατά την καύση ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της όξινης βροχής. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικά αμελητέα.
- ✚ Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων, βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου και αύξηση της ασφάλειας ανεφοδιασμού με μεγαλύτερη ευελιξία του ενεργειακού συστήματος εφόσον η βιομάζα αποτελεί μια εγχώρια πηγή ενέργειας.
- ✚ Εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- ✚ Εξασφάλιση θέσεων εργασίας, δημιουργία εναλλακτικών αγορών και συγκράτηση του ορεινού και αγροτικού πληθυσμού στην περιφέρεια με άμεσο

αποτέλεσμα τη συμβολή στην κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιφέρειας.

Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρήση της βιομάζας είναι τα παρακάτω:

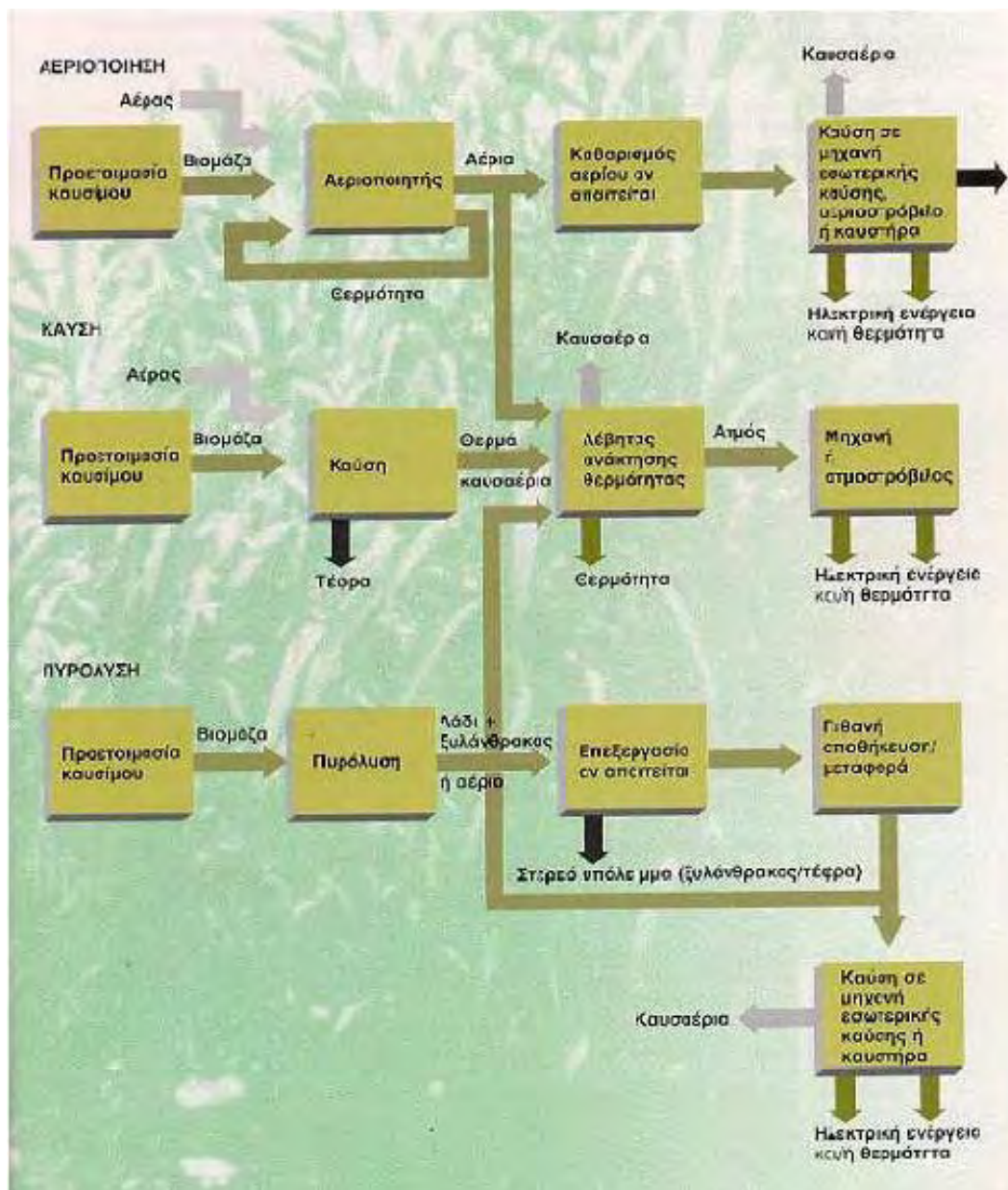
- ✚ Η βιομάζα είναι συνήθως διασπαρμένη σε μεγάλο εύρος και απομακρυσμένες περιοχές, απαιτώντας μεγάλο κόστος μεταφοράς της πρώτης ύλης, από τον τόπο παραγωγής στον τόπο διαχείρισης ή διάθεσης του τελικού προϊόντος.
- ✚ Υπάρχουν σημαντικές δυσκολίες, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, στη συγκομιδή, την επεξεργασία, και την αποθήκευση της βιομάζας ιδιαίτερα της δασικής.
- ✚ Η παραγωγή της είναι εποχιακή τόσο στη διάρκεια του έτους όσο και μεταξύ των ετών, καθώς η παραγωγή και η συγκομιδή επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες και αυξομειώνεται.
- ✚ Η βιομάζα στην ανεπτυγμένη της μορφή έχει μεγάλο όγκο και υψηλή υγρασία, πράγμα που δυσχεραίνει την ενεργειακή αξιοποίησή της.
- ✚ Οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας είναι σχετικά δαπανηρές.
- ✚ Το κόστος προμήθειας της βιομάζας είναι υψηλό σε σχέση με το πετρέλαιο.

### 3.5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Σχεδόν όλες οι μορφές της πρωτογενούς βιομάζας αποσυντίθενται αρκετά γρήγορα, επομένως λίγες μορφές λειτουργούν σαν μακροχρόνιες ενεργειακές αποθήκες. Λόγω της χαμηλής ενεργειακής πυκνότητας των υπολειμμάτων, η μεταφορά τους στοιχίζει ακριβότερα. Τα τελευταία χρόνια η έρευνα έχει επικεντρωθεί στη βέλτιστη αξιοποίηση αυτών των εν δυνάμει πολύτιμων πηγών ενέργειας.

Οι διεργασίες μετατροπής της βιομάζας διακρίνονται σε θερμοχημικές (ξηρές) και βιοχημικές (υγρές). Οι θερμοχημικές διεργασίες ακολουθούνται για τους τύπους βιομάζας, όπου η αναλογία C/N είναι μεγαλύτερη από 30 και η περιεκτικότητα σε υγρασία μικρότερη από 50% κατά βάρος. Οι βιοχημικές διεργασίες αφορούν τους τύπους βιομάζας όπου η αναλογία C/N είναι μικρότερη από 30 και η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι μεγαλύτερη από 50%. Οι βιοχημικές διεργασίες είναι αποτέλεσμα

μικροβιακής δράσης και είναι η αερόβια ζύμωση, η αναερόβια ζύμωση και η αλκοολική ζύμωση. Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1) παρουσιάζονται η τεχνολογίες αξιοποίησης της βιομάζας.



Σχήμα 1 Τεχνολογίες αξιοποίησης της βιομάζας

Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά οι κύριες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας:

### Θερμοχημικές

- ✓ Η καύση χρησιμοποιείται για να μετατρέψει την ενέργεια από βιομάζα σε θερμική, μηχανική ή ηλεκτρική ενέργεια. Οι καθαρές αποδόσεις μετατροπής κυμαίνονται από 20% έως 40%, και μπορούν να επιτευχθούν ακόμα

μεγαλύτερες τιμές όταν η βιομάζα καίγεται με άνθρακα σε εργοστάσια παραγωγής ενέργειας με καύση άνθρακα. Για την επίτευξη καλύτερων βαθμών απόδοσης στη καύση είναι επιθυμητό η περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία να είναι χαμηλή συνήθως κάτω του 20%. Πολλές φορές απαιτείται τεμαχισμός της βιομάζας σε μικρά κομμάτια για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες συσκευές και φούρνους για καύση. Όταν η βιομάζα βρίσκεται υπό μορφή πολύ μικρών κόκκων είναι επιθυμητό πολλές φορές να μετατραπεί σε μπρικέτες. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μορφοποίησή της σε κατάλληλα μηχανήματα με υψηλή πίεση. Για την παραγωγή ατμού η βιομάζα καίγεται σε κατάλληλους καυστήρες και βραστήρες με ειδικούς εναλλάκτες θερμότητας (Γαλανοπούλου, 2012).

- ✓ Η αεριοποίηση μετατρέπει τη βιομάζα σε ένα εύφλεκτο μείγμα αερίων μονοξειδίου του άνθρακα, υδρογόνου και μεθανίου που χαρακτηρίζεται από χαμηλή θερμογόνο δύναμη και μπορεί να καεί για να παράγει θερμότητα και ατμό, ή να χρησιμοποιηθεί σε αεριοστρόβιλους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι αποδόσεις μετατροπής μπορεί να αγγίζουν το 50%. Σε περίπτωση που η διεργασία γίνει με τη χρήση αέρα, το αέριο σύνθεσης έχει καθαρή θερμογόνο δύναμη περίπου 4,6 MJ/ m<sup>3</sup>. Όταν χρησιμοποιείται καθαρό οξυγόνο αντί για αέρας, η θερμογόνος δύναμη του αερίου μπορεί ακόμα και να τριπλασιασθεί. Καθοριστικό ρόλο στη διεργασία αεριοποίησης έχει και το είδος της φυτικής βιομάζας. Οι ιδιότητες της μπορεί να διαφέρουν σημαντικά αναλόγως την προέλευση της βιομάζας, με άμεση συνέπεια στην τεχνολογία της διεργασίας και την βιωσιμότητα της μονάδας. Οι παράμετροι της βιομάζας που εξετάζονται περισσότερο είναι η υγρασία του υλικού, η περιεκτικότητα της σε τέφρα, η στοιχειακή της ανάλυση, η θερμογόνος δύναμή της, η πυκνότητα και η κοκκομετρία της (Γαλανοπούλου, 2012).
- ✓ Η πυρόλυση είναι η μετατροπή βιομάζας σε αέρια, πυρολιγνικά υγρά και βιοάνθρακα με τη θέρμανση της βιομάζας απουσία αέρα. Η πυρόλυση γίνεται σε κλειστά δοχεία απουσία αέρα σε θερμοκρασίες 500-600°C (Γαλανοπούλου, 2012). Κατά τη διάρκεια της πυρόλυσης δεν απαιτείται παρά η πρόσδοση μικρών ποσοτήτων θερμότητας (Γαλανοπούλου, 2012).

Βιοχημικές

- ✓ Η ζύμωση χρησιμοποιείται για την παραγωγή αιθανόλης από βιομάζα που περιέχει ζάχαρη. Συνήθως η ζάχαρη εξάγεται από την καλλιέργεια βιομάζας με σύνθλιψη, αναμιγνύεται με νερό και μαγιά και διατηρείται ζεστή σε μεγάλες δεξαμενές. Η μαγιά διασπά τη ζάχαρη και την μετατρέπει σε μεθανόλη. Απαιτείται μια απόσταξη για την απομάκρυνση του νερού και άλλων προσμίξεων στο αραιωμένο προϊόν. Η συγκεντρωμένη αιθανόλη (95% κατ' όγκο με ένα μόνο βήμα απόσταξης) συγκεντρώνεται και συμπυκνώνεται σε υγρή μορφή (Γαλανοπούλου, 2012).
- ✓ Η αναερόβια χώνευση είναι η μετατροπή βιομάζας σε βιοαέριο, που αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα μέσω βακτηριακής δράσης απουσία οξυγόνου. Είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται ευρέως για τη διαχείριση βιομάζας με υψηλή περιεκτικότητα υγρασίας όπως για παράδειγμα τα αστικά λύματα ή τα απόβλητα ζώων (Γαλανοπούλου, 2012).
- ✓ Αλκοολική ζύμωση είναι μια διαδικασία που εφαρμόζεται σε εμπορική κλίμακα για την παραγωγή αιθανόλης από τη ζύμωση σακχαρούχων (ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευλα) και αμυλούχων καλλιεργειών (καλαμπόκι, σιτάρι). Η βιομάζα αλέθεται και το άμυλο μετατρέπεται από ένζυμα σε σάκχαρα και στη συνέχεια σε αλκοόλη. Η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο κίνησης (Γαλανοπούλου, 2012).

Η επιλογή της κατάλληλης διεργασίας επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως είναι ο τύπος και η ποσότητα της βιομάζας, η παραγωγή ενέργειας και οι εφαρμογές τελικής χρήσης της ενέργειας που θα παραχθεί, τα περιβαλλοντικά δεδομένα και οι οικονομικές συνθήκες.

### 3.6. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Οι κυριότερες εφαρμογές παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα είναι οι εξής:



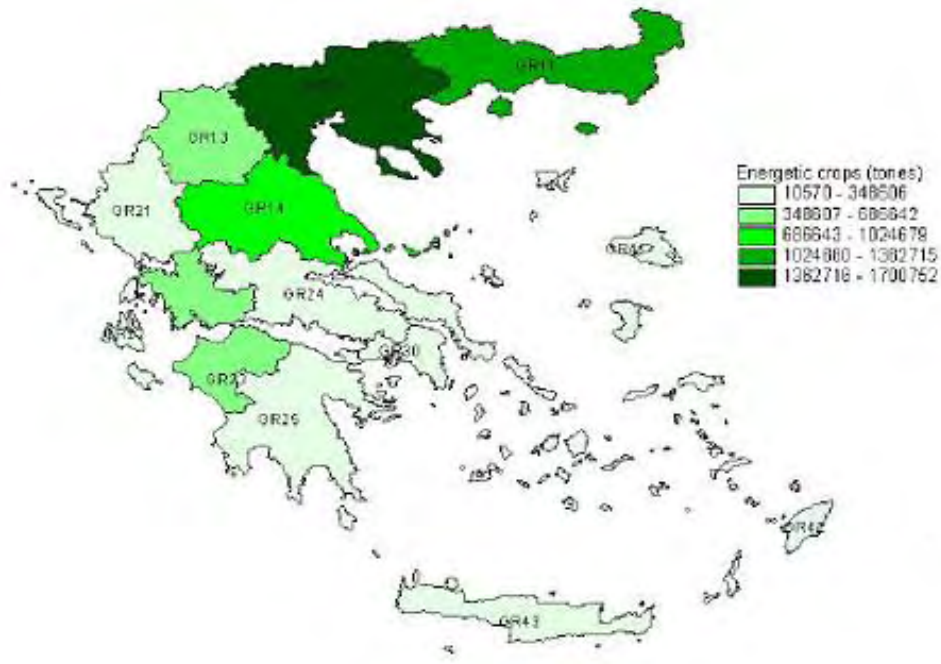
- Θέρμανση θερμοκηπίων: Σε περιοχές της χώρας όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες διαθέσιμης βιομάζας, χρησιμοποιείται η βιομάζα σαν καύσιμο σε κατάλληλους λέβητες για τη θέρμανση θερμοκηπίων.
- Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες: Σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση κτιρίων ατομικοί/κεντρικοί λέβητες πυρηνόξυλου.
- Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες: Βιομάζα για παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιείται από γεωργικές βιομηχανίες στις οποίες η βιομάζα προκύπτει σε σημαντικές ποσότητες σαν υπόλειμμα ή υποπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας και έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα. Εκκοκκιστήρια, πυρηνελαιουργεία, βιομηχανίες ρυζιού καθώς και βιοτεχνίες κονσερβοποίησης καίουν τα υπολείμματά τους (υπολείμματα εκκοκκισμού, πυρηνόξυλο, φλοιοί και κουκούτσια, αντίστοιχα) για την κάλυψη των θερμικών τους αναγκών ή/και μέρος των αναγκών τους σε ηλεκτρική ενέργεια.
- Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου: Τα υπολείμματα βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου (πριονίδι, πούδρα, ξακρίδια κλπ) χρησιμοποιούνται για τη κάλυψη των θερμικών αναγκών της διεργασίας καθώς και για την θέρμανση των κτιρίων.
- Τηλεθέρμανση: είναι η προμήθεια θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται με προμονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια.
- Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ): Το βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια χώνευση των υγρών αποβλήτων σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού, και των απορριμμάτων σε ΧΥΤΑ καίγεται σε μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα μπορεί να αξιοποιείται η θερμική ενέργεια των καυσαερίων και του ψυκτικού μέσου των μηχανών για να καλυφθούν ανάγκες της διεργασίας ή/και άλλες ανάγκες θέρμανσης (πχ θέρμανση κτιρίων).

### 3.7. ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Όπως έχουμε αναφέρει η χώρα μας διαθέτει σημαντικό δυναμικό για σχεδόν όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το ίδιο ακριβώς ισχύει για την βιομάζα, και στο υποκεφάλαιο αυτό θα προσπαθήσουμε να παρατηρήσουμε το διαθέσιμο δυναμικό της βιομάζας στην Ελλάδα αλλά και το διαθέσιμο δυναμικό από τις διάφορες πηγές από τις οποίες μπορούμε να αξιοποιήσουμε την βιομάζα. Σύμφωνα με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) ως δυναμικό βιομάζας μπορεί κανείς να θεωρήσει την απολήψιμη ποσότητα φυτικών, δασικών υλών, ζωικών και αστικών λυμάτων, υποπροϊόντων βιομηχανικής επεξεργασίας ή δημοτικών στερεών απορριμμάτων.

#### 3.7.1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Οι ενεργειακές καλλιέργειες τα τελευταία χρόνια έχουν σημειώσει σημαντική αύξηση (ως προς τις εκτάσεις που καλλιεργούνται) σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια και αυτό διότι οι καλλιεργητές με την ενημέρωση που τους παρείχαν αλλά και με την νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) έπρεπε να στραφούν σε νέες καλλιέργειες. Στον χάρτη 1 παρουσιάζεται το θεωρητικό δυναμικό από τις ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα. Οι ενεργειακές καλλιέργειες στην παρούσα εκτίμηση αφορούν το σύνολο της βιομάζας που παράγεται στις καλλιεργούμενες εκτάσεις ([www.cres.gr](http://www.cres.gr)). Όπως παρατηρούμε το υψηλότερο δυναμικό το παρουσιάζει η Περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας ενώ η περιφέρειας Θεσσαλίας που εξετάζουμε στην παρούσα εργασία είναι στην τρίτη θέση.

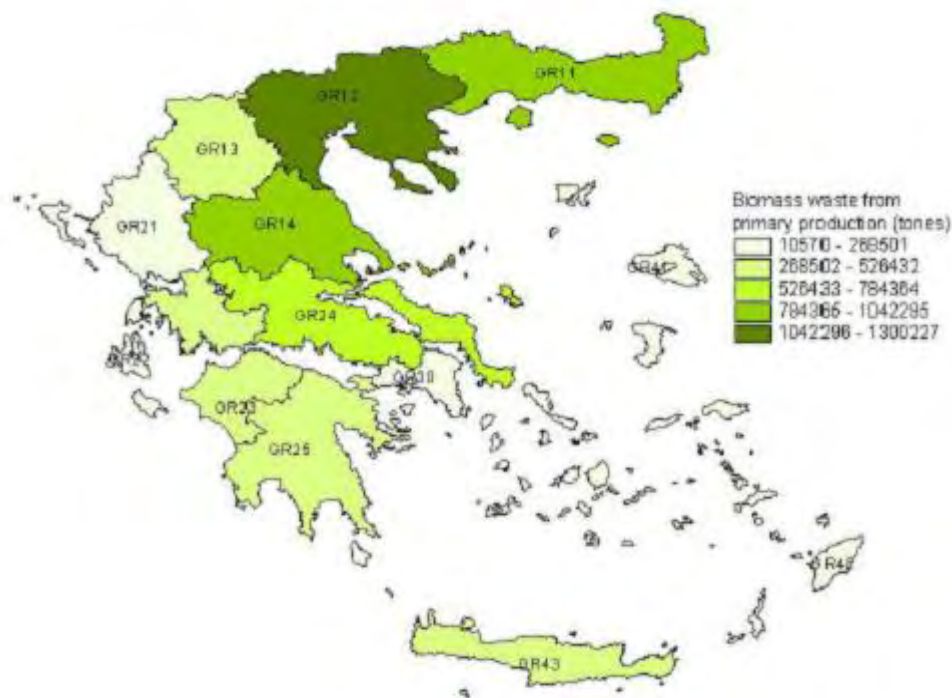


Χάρτης 1 Δυναμικό πρώτης ύλης προερχόμενο από ενεργειακές καλλιέργειες ([www.cres.gr](http://www.cres.gr))

### 3.7.2. ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ

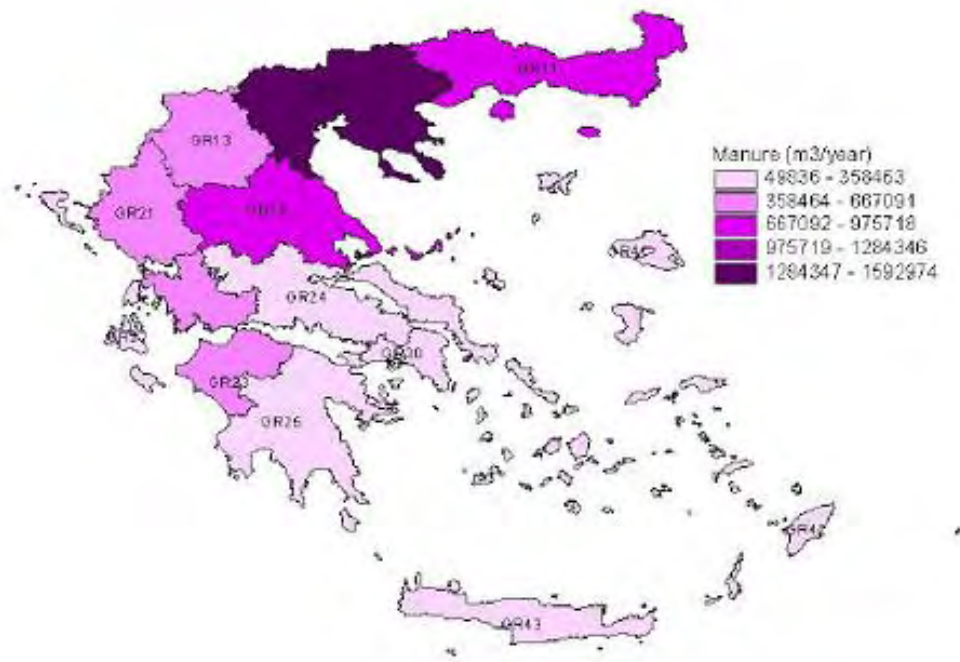
Τα γεωργικά υπολείμματα δεν είναι όλα τεχνικά διαθέσιμα για την αξιοποίησή τους και την παραγωγή ενέργειας από αυτά. Αυτά που είναι διαθέσιμα στην Ελλάδα είναι τα υπολείμματα από ετήσιες καλλιέργειες (βαμβάκι, δημητριακά, καλαμπόκι κ.α.), ελαιόδεντρα και αμπέλια ([www.cres.gr](http://www.cres.gr)). Το θεωρητικό δυναμικό των γεωργικών υπολειμμάτων ανά εκτάριο παρουσιάζεται στον χάρτη 2.





Χάρτης 2 Αγροτικά υπολείμματα από την πρωτογενή παραγωγή (γεωργία) ([www.cres.gr](http://www.cres.gr))

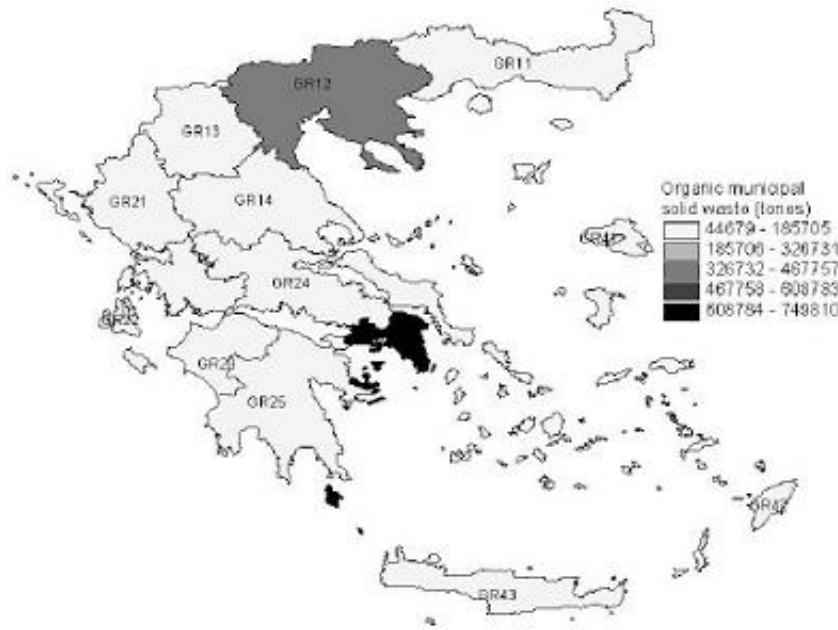
Εκτός από τα αγροτικά υπολείμματα έχουμε και τα ζωικά απόβλητα. Ο υπολογισμός του δυναμικού από τα ζωικά απόβλητα έγινε λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά είδη και βάρος των ζώων και την παραγωγή αποβλήτων τους ανά έτος σε λίτρα. Τα βοοειδή, τα πτηνά και οι χοίροι είναι τα πιο σημαντικά είδη που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του δυναμικού ([www.cres.gr](http://www.cres.gr)). Αυτό συμβαίνει διότι αυτά τα ζώα είναι συνήθως μέσα στις κτηνοτροφικές μονάδες ενώ άλλα ζώα όπως τα πρόβατα και οι αίγες σκορπίζονται στις βοσκούμενες εκτάσεις (εκτατική κτηνοτροφία). Στο σημείο αυτό πρέπει να πούμε ότι το δυναμικό από τα ζωικά απόβλητα θα ήταν μεγαλύτερο και αυτό διότι στην Ελλάδα υπάρχουν πολλές παράνομες κτηνοτροφικές μονάδες και επομένως δεν έχουν δηλωθεί και επομένως δεν υπολογίζονται. Στον χάρτη 3 παρουσιάζεται το θεωρητικό δυναμικό από την κτηνοτροφία.



Χάρτης 3 Αγροτικά απόβλητα από την δευτερογενή παραγωγή (κτηνοτροφία) ([www.cres.gr](http://www.cres.gr))

### 3.7.3. ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

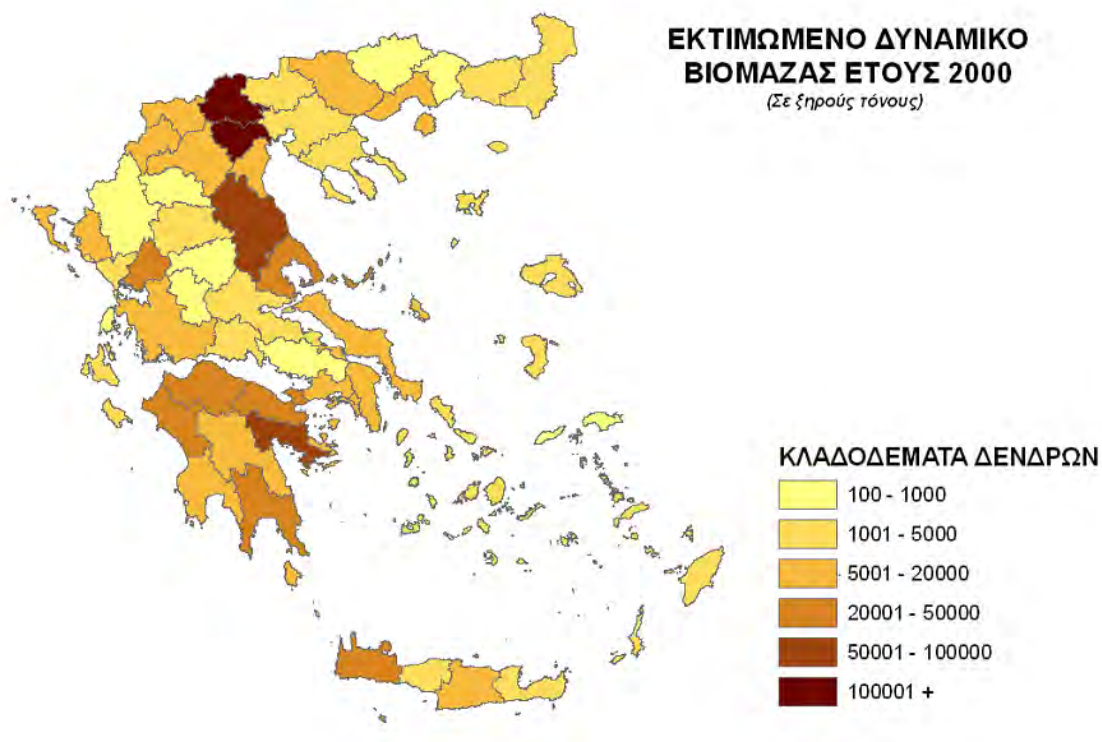
Συμφώνα με την βιβλιογραφία ένας κάτοικος της Ελλάδας παράγει 1,14kg απορρίμματα ανά ημέρα για το έτος 2001 (ΚΥΑ 50910/2727/23.12.2003). Το ίδιο ακριβώς θεωρήθηκε και για τους τουρίστες που επισκέπτονται την Ελλάδα έτσι ώστε να μπορέσουν να υπολογίσουν το θεωρητικό δυναμικό της βιομάζας από αστικά απόβλητα ([www.cres.gr](http://www.cres.gr)). Στον χάρτη 4 παρουσιάζεται η παραγωγή οργανικών αποβλήτων. Όπως παρατηρούμε πρώτη είναι η Περιφέρεια της Αττικής και μετά η Περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας. Αυτό είναι αναμενόμενο διότι σε αυτές τις περιφέρειες ζει το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού της χώρας.



Χάρτης 4 Οργανικά δημοτικά στερεά απόβλητα ([www.cres.gr](http://www.cres.gr))

#### 3.7.4. ΔΑΣΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ

Οι κύριες πηγές της δασικής βιομάζας είναι το ξύλο, τα υπολείμματα δασικής ξυλείας (φλοιοί, κλαδιά, φύλλα και πριονίδια), τα δέντρα, οι θάμνοι και τα υπολείμματα του δασικού κύκλου. Στον χάρτη 5 παρουσιάζεται το δυναμικό της βιομάζας από το κλάδεμα των δέντρων ανά Περιφερειακή Ενότητα για το έτος 2000. Όπως παρατηρούμε η Π.Ε. Λάρισας παρουσιάζει υψηλό δυναμικό τόσο στην Περιφέρεια Θεσσαλίας αλλά και είναι και από τις πρώτες Π.Ε. στην Ελλάδα.



Χάρτης 5 Κλαδοδέματα δέντρων (www.cres.gr)

### 3.8. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Αν και στην Ελλάδα δεν υπάρχουν πολλά παραδείγματα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα, τα τελευταία χρόνια παρατηρούμε μία στροφή προς την αξιοποίηση της βιομάζας από διάφορους φορείς και όχι μόνο.

Ένα από τα πρώτα παραδείγματα είναι η ίδρυση της Ενεργειακής Συνεταιριστικής Εταιρείας Καρδίτσας (ΕΣΕΚ). Η ίδρυση της ΕΣΕΚ πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο το 2010. Η ΕΣΕΚ θα παράγει κυρίως ηλεκτρική ενέργεια και θερμική ενέργεια από την καύση της βιομάζας. Η μονάδα παραγωγής θα έχει ισχύ 500kw. Ο χώρος που έχει επιλεγεί είναι γύρω στα 30.000 τ.μ. και βρίσκεται κοντά στο χωριό Αγιοπηγή 6 χιλιόμετρα από την πόλη της Καρδίτσας. Η πρώτη ύλη που θα χρησιμοποιεί η ΕΣΕΚ είναι αγροτική βιομάζα (υπολειμματική αγροτική αλλά και γεωργική αγροτική βιομάζα), δασική βιομάζα όπως επίσης και αστική. Σε επικοινωνία που είχαμε με τον γενικό γραμματέα της ΕΣΕΚ κ. Μπέλλη τα έργα κατασκευής θα αρχίσουν μέσα στο 2013.

Ένα άλλο παράδειγμα αξιοποίησης της βιομάζας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι αυτό από την Συνεταιριστική Ένωση Καπνοπαραγωγών Ελλάδος (ΣΕΚΕ). Τα σχέδια της ΣΕΚΕ είναι η εγκατάσταση μονάδας παραγωγής ενέργειας ισχύος 2,5mw στο 2 χλμ Ξάνθης – Πετεινού όπου βρίσκονται οι εγκαταστάσεις της εταιρείας. Ένας από τους λόγους που στράφηκε προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η ΣΕΚΕ είναι διότι για την επεξεργασία των φύλλων καπνού χρειάζονται μεγάλες ποσότητες ρεύματος κάτι που σημαίνει ότι η μονάδα ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα θα προκαλέσει σημαντική μείωση του ενεργειακού κόστους της εταιρείας. Η μονάδα θα τροφοδοτείται κυρίως με υπολείμματα καλαμποκιού (με φύλλα και κορμούς που απομένουν μετά την αρχική επεξεργασία τους) καθώς και υπολείμματα αγριαγκινάρας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μία προσπάθεια ώστε να δούμε πως η παγκόσμια κοινότητα αντιμετώπισε το θέμα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Επίσης, θα παρατηρήσουμε τι πολιτικές και κανόνες όρισε η Ευρωπαϊκή ένωση για τις ΑΠΕ αλλά και πως η χώρα υιοθέτησε αυτούς τους κανόνες ώστε να πετύχει τους στόχους που έχουν ανατεθεί στην χώρα μας .

### 4.1. ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Η συνεισφορά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ευρώπης είναι ιδιαίτερα μικρή σε σχέση με το συνολικά διαθέσιμο τεχνικό δυναμικό. Σήμερα οι ΑΠΕ αντιπροσωπεύουν περίπου το 6% του ευρωπαϊκού εφοδιασμού, από το οποίο το 2% προέρχεται αποκλειστικά από υδροηλεκτρική ενέργεια (Πετροχίλου, 2011). Οι ευρωπαϊκές χώρες που κάνουν συστηματική χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι λίγες. Ορισμένες από αυτές είναι η Πορτογαλία, η Φινλανδία, η Αυστρία και η Σουηδία (Γιαννακά, 2010).

Ωστόσο υπάρχουν ενδείξεις ότι η κατάσταση αυτή σταδιακά αλλάζει. Τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί σημαντική τεχνολογική πρόοδος στις τεχνολογίες των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, το κόστος τους έχει μειωθεί σημαντικά και η νοοτροπία του κόσμου υπέρ αυτών των μορφών ενέργειας έχει βελτιωθεί σημαντικά (Νάκου, 2007).

Οι κινητήριες δυνάμεις προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ευρώπη είναι η πολιτική αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, η καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, η διατήρηση των φυσικών πόρων, καθώς και η ενίσχυση της απασχόλησης και της βιομηχανικής ανάπτυξης (Πετροχίλου, 2011).

Επίσης μια από τις βασικές προτεραιότητες της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η αντιμετώπιση της αυξανόμενης εξάρτησης της κοινότητας από εισαγωγές ενέργειας από άλλες περιοχές της υφελίου. Σήμερα το

50% της ενέργειας που χρειάζεται η Ευρωπαϊκή Ένωση το εισάγει, και προβλέπεται ότι ως το 2030 το ποσοστό αυτό θα φτάσει το 70% (Μπαίλας, 2008).

#### 4.1.1. ΣΥΜΒΑΣΗ – ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΗΝΩΜΕΝΩΝ ΕΘΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Τον Ιούνιο του 1992 υπεγράφη από 154 χώρες και την Ευρωπαϊκή Ένωση η σύμβαση - πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές αλλαγές στο Ρίο, κατά τη διάρκεια της συνόδου κορυφής για το περιβάλλον και την ανάπτυξη. Η σύμβαση αυτή δεν έθεσε νομικά δεσμευτικές υποχρεώσεις για τα κράτη - μέρη αλλά καθόρισε τις γενικές αρχές και τις διαδικασίες για τη μετέπειτα υιοθέτηση δεσμεύσεων από τις τακτικές συνόδους των κρατών. Η σύμβαση προβλέπει για όλα τα κράτη - μέρη τα ακόλουθα:

- την ανάπτυξη, την τακτική ενημέρωση καθώς και τη δημοσιοποίηση εθνικών απογραφών των ανθρωπογενών εκπομπών βάσει συγκρίσιμων μεθοδολογιών,
- τη δημοσίευση, την αναθεώρηση και την εφαρμογή εθνικών προγραμμάτων για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών.
- την υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων με στόχο την επαναφορά των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στα επίπεδα του έτους 1990 μέχρι το 2000 για τα ανεπτυγμένα κράτη. Ο στόχος αυτός είναι δυνατόν να επιτευχθεί από κάθε κράτος ξεχωριστά ή από κοινού με άλλα.

Η Διάσκεψη των Συμβαλλομένων Μερών (Conference of the Parties - COP) είναι η υψηλότερη αρχή της λήψης αποφάσεων και ευθύνεται για την υιοθέτηση αποφάσεων σχετικά με την εφαρμογή και την περαιτέρω εξέλιξη της Σύμβασης. Καταγράφει την πορεία εφαρμογής της σύμβασης και εξετάζει τις δεσμεύσεις των μερών, τα νέα επιστημονικά δεδομένα και την αποκτηθείσα εμπειρία. Βασικά της καθήκοντα είναι η αναθεώρηση των εθνικών εκθέσεων και των απογραφών των εκπομπών που υποβάλλονται από τα μέρη και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των μέτρων και της προόδου που σημειώνεται στην επίτευξη του απώτερου στόχου της Σύμβασης (Πετροχίλου, 2011).



#### 4.1.2. ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ

Ως ένα πρώτο βήμα προς μια στρατηγική προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την Πράσινη Βίβλο στις 20 Νοεμβρίου 1996. Μια ευρεία δημόσια συζήτηση έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια των πρώτων μηνών του 1997 με επίκεντρο το είδος και τη φύση των μέτρων προτεραιότητας που θα μπορούσαν να αναληφθούν σε επίπεδο κοινότητας και κρατών μελών. Δηλώθηκε η σημασία ανάληψης επαρκούς δράσης στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με στόχο την επίτευξη αειφόρου οικονομικής ανάπτυξης, μέσω της προώθησης μιας στρατηγικής που οδηγεί σε βελτιωμένο ανταγωνισμό και ουσιαστική κατανομή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε βάθος χρόνου (Πετροχίλου, 2011). Το Συμβούλιο επισήμανε ότι μια τέτοια συνολική στρατηγική πρέπει να βασίζεται σε ορισμένες βασικές προτεραιότητες: εναρμόνιση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας με τα πρότυπα, κατάλληλα ρυθμιστικά μέτρα για την τόνωση της αγοράς, επενδυτικές ενισχύσεις σε συγκεκριμένες περιπτώσεις και διάδοση πληροφοριών για αύξηση της εμπιστοσύνης των πελατών (<http://europa.eu>).

#### 4.1.3. ΛΕΥΚΗ ΒΙΒΛΟΣ

Με τη Λευκή Βίβλο «Ενέργεια για το μέλλον: Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας», η οποία δημοσιεύτηκε το 1997, η ευρωπαϊκή επιτροπή θέτει ως στόχο την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στην ακαθάριστη εγχώρια ενεργειακή κατανάλωση της ένωσης από 6% (το 1997) στο 12% μέχρι το 2010. Αυτή η αύξηση αναμένεται να ενισχύσει σημαντικά την απασχόληση, να δώσει νέα κίνητρα και να οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, οι οποίες θα μπορούσαν να εξαχθούν προς τις αναπτυσσόμενες χώρες. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, στη λευκή βίβλο παρουσιάζεται μια συνολική κοινοτική στρατηγική και ένα σχέδιο δράσης (<http://www.fao.org/sard/static/leader/gr/biblio/energy.pdf>).

#### 4.1.4. ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Το πρωτόκολλο του Κιότο, που υπογράφηκε το 1997 και τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005, είναι ίσως το σημαντικότερο νομικό εργαλείο που αναγνώρισε



την ανάγκη ανάληψης δράσης για τον περιορισμό των κλιματικών αλλαγών. Ο βασικότερος στόχος που τέθηκε ήταν η μείωση των εκπομπών των έξι κυρίων αερίων (διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>, μεθάνιο CH<sub>4</sub>, υποξείδιο του αζώτου N<sub>2</sub>O, υδροφθοράνθρακες HFC, πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες PFC και εξαφθοριούχο θείο SF<sub>6</sub>) του θερμοκηπίου στην ευρωπαϊκή ένωση κατά 8% το διάστημα 2008 - 2012 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 (Πετροχίλου, 2011).

Το πρωτόκολλο αυτό προέκυψε από τη Σύμβαση - Πλαίσιο για τις κλιματικές αλλαγές που είχε υπογραφεί στη διάσκεψη του Ρίο τον Ιούνιο του 1992 και η εισαγωγή του στο διεθνές δίκαιο υπήρξε ένα απαραίτητο πρώτο βήμα για την καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος και για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Ορφανού-Νικολάου, 2010).

Στο πλαίσιο του γενικού στόχου κάθε βιομηχανική χώρα ανέλαβε διαφορετικό ποσοστό μείωσης εκπομπών και δημιουργήθηκαν οι παρακάτω «ευέλικτοι μηχανισμοί»:

- Εμπόριο Δικαιωμάτων Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου: Δίδεται το δικαίωμα στις χώρες που εκπέμπουν μικρότερες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου από το ανώτατο όριο εκπομπών που της αναλογούν να πουλήσουν το αχρησιμοποίητο μέρος των εκπομπών της σε άλλες χώρες που έχουν ξεπεράσει το δικό τους επιτρεπτό ανώτατο όριο εκπομπών (Πετροχίλου, 2011).
- Μηχανισμοί Καθαρής Ανάπτυξης: Οι βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση των εκπομπών μία φτωχότερη χώρα και οι μειώσεις που επιτυγχάνονται με αυτόν τον τρόπο προσμετρούνται προς την επίτευξη του στόχου της βιομηχανοποιημένης χώρας. Έτσι οι εκβιομηχανισμένες χώρες έχουν μεγαλύτερη ευελιξία στην εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου του Κιότο και η αναπτυσσόμενη χώρα κερδίζει τα οφέλη της επένδυσης, δηλαδή τη χρήση νέων τεχνολογιών και τη μείωση των ρύπων (Πετροχίλου, 2011).
- Κοινή Υλοποίηση: Με αυτό το μηχανισμό δίδεται η δυνατότητα στις ανεπτυγμένες χώρες και στις χώρες που η οικονομία τους βρίσκεται σε

μεταβατικό στάδιο να εφαρμόσουν από κοινού στο έδαφος της μίας προγράμματα μείωσης της εκπομπής αερίων θερμοκηπίου και έπειτα να μοιραστούν το αποτέλεσμα αυτών των προγραμμάτων, δηλαδή τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων (Πετροχίλου, 2011).

Παρότι το Πρωτόκολλο του Κιότο δεν περιέχει δεσμευτικούς στόχους για τις αναπτυσσόμενες χώρες, παροτρύνονται και αυτές να λάβουν μέτρα για τη μείωση των εκπομπών τους (<http://climate.wwf.gr>).

Στις 31 Μαΐου 2002, η Ευρωπαϊκή Ένωση που τότε αποτελείτο από 15 κράτη - μέλη επικύρωσε το Πρωτόκολλο του Κιότο και δεσμεύτηκε έτσι να μειώσει τις συνολικές της εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 8% κατά την περίοδο 2008 - 2012. Ο διακανονισμός των επιμέρους υποχρεώσεων κάθε χώρας στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποτέλεσε αντικείμενο διαπραγματεύσεων μεταξύ των 15 κρατών - μελών. Κάποια κράτη δεσμεύτηκαν να μειώσουν τους εκπεμπόμενους ρύπους τους, άλλες να περιορίσουν την αύξησή τους και άλλες να τις κρατήσουν σταθερές σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 (Πετροχίλου, 2011).

Το πρωτόκολλο του Κιότο αρχικά ενσωματώθηκε στην κοινοτική νομοθεσία μέσα από την Οδηγία 2003/87/EK με στόχο τη δημιουργία ενός συστήματος εμπορίας ρύπων. Αργότερα η οδηγία αυτή αντικαταστάθηκε από την οδηγία 2004/101/EK. Σύμφωνα με αυτές τις οδηγίες, η πρώτη περίοδος του ευρωπαϊκού συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών είναι η τριετία 2005-2007, ενώ οι επόμενες περίοδοι ταυτίζονται με τις πενταετείς περιόδους που προβλέπονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο (2008-2012, 2013-2017, κ.ο.κ.). Τα κράτη μέλη οφείλουν μέσα σε συγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα να εκπονήσουν εθνικά σχέδια κατανομής (ΕΣΚ), στα οποία πρέπει μεταξύ άλλων να προβλέπονται:

- η συνολική ποσότητα δικαιωμάτων,
- η κατανομή σε επίπεδο δραστηριότητας (κατά περίπτωση),
- η κατανομή σε επίπεδο εγκατάστασης,
- οι νεοεισερχόμενοι και η μεθοδολογία κατανομής (μαθηματικοί τύποι, διάφορες ειδικές διατάξεις, κτλ).

#### 4.1.5. ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ

Αυτή η οδηγία αποσκοπούσε στην προαγωγή της αύξησης της συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και στη δημιουργία της βάσης για τη δημιουργία ενός κοινοτικού πλαισίου σε αυτόν τον τομέα (Πετροχίλου, 2011).

Τα κράτη μέλη όφειλαν να δημοσιεύουν ανά διετία μια έκθεση που περιέχει αναλυτική εξέταση της επίτευξης των εθνικών ενδεικτικών στόχων, λαμβάνοντας υπόψη, μεταξύ άλλων, τους κλιματικούς παράγοντες που ενδεχομένως επιδρούν στην υλοποίηση των στόχων αυτών (Πετροχίλου, 2011).

Στην οδηγία τέθηκε ως στόχος στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, να φθάνει το 22,1 % της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην κοινότητα έως το 2010 (<http://eur-lex.europa.eu>).

#### 4.1.6. Η ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΔΙΑΣΚΕΨΗ ΤΟΥ ΓΙΟΧΑΝΕΣΜΠΟΥΡΓΚ

Το Σεπτέμβριο 2002 πραγματοποιήθηκε στο Γιοχάνεσμπουργκ η παγκόσμια διάσκεψη για την αειφόρο ανάπτυξη με επίκεντρο της την αναγνώριση της ανάγκης καταπολέμησης της φτώχειας. Ένα από τα αποτελέσματα της διάσκεψης ήταν η διαπίστωση ότι η ανάπτυξη των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και η μετάδοση τεχνογνωσίας μπορούν να συμβάλλουν καθοριστικά στο μετριασμό της φτώχειας, στην αναβάθμιση του επιπέδου ζωής των φτωχών χωρών και στην επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης (Μπάιλας, 2008).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση δεσμεύτηκε να αναλάβει δράση με την πρωτοβουλία της «Ενέργεια για την εξάλειψη της φτώχειας και την αειφόρο ανάπτυξη» καθώς και με το συνασπισμό του Γιοχάνεσμπουργκ για την ανανεώσιμη ενέργεια». Με το πρόγραμμα COOPENER που δρομολόγησε, προώθησε την προσφορά σύγχρονων ενεργειακών υπηρεσιών στις αναπτυσσόμενες χώρες για την αντιμετώπιση της φτώχειας (Μπάιλας, 2008).

#### 4.1.7. ΣΤΟΧΟΙ 20 – 20 – 20

Έως τώρα το πιο αποτελεσματικό ρυθμιστικό πλαίσιο για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει πραγματοποιηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Μαρτίου 2007 υιοθέτησε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κλιματική και ενεργειακή πολιτική με στόχο την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και τη διασφάλιση της ενεργειακής ασφάλειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τονώνοντας παράλληλα την ανταγωνιστικότητα της και την μετατροπή της σε μια ιδιαίτερα αποδοτική από ενεργειακή άποψη οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα (Πετροχίλου, 2011). Οι δεσμεύσεις που υιοθετήθηκαν από τους αρχηγούς κρατών και κυβερνήσεων ήταν οι ακόλουθες:

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.
- Διασφάλιση ότι το 20% της κατανάλωσης ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές.
- Μείωση κατά 20% στη χρήση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα επίπεδα μέσω τη βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Οι παραπάνω απαιτήσεις είναι γνωστές ως στόχοι 20-20-20. Τα κράτη οφείλουν να παρακολουθούν τις εκπομπές τους και να υποβάλλουν ετήσιες εκθέσεις. Εάν ένα κράτος υπερβεί τις επιτρεπόμενες ποσότητες, η κοινότητα μπορεί να κινήσει διαδικασίες για παράβαση. Το άρθρο 226 της συνθήκης ΕΚ εξουσιοδοτεί την επιτροπή να προσφύγει στο δικαστήριο και να επιβάλλει χρηματικό πρόστιμο στο κράτος που δε συμμορφώνεται στις επιταγές της επιτροπής.

Τον Ιανουάριο του 2008 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε δεσμευτική νομοθεσία για την υλοποίηση των στόχων 20-20-20, τη γνωστή ως «δέσμη για το κλίμα και την ενέργεια». Αυτή συμφωνήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο τον Δεκέμβριο του 2008 και έγινε νόμος τον Ιούνιο του 2009 και περιλαμβάνει τα ακόλουθα νομοθετήματα:

- Την Οδηγία 2009/29/EK «για τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/EK με στόχο τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας»
- Την απόφαση 406/2009/EK «περί των προσπαθειών των κρατών μελών να μειώσουν τις οικείες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, ώστε να τηρηθούν οι δεσμεύσεις της Κοινότητας για μείωση των εκπομπών αυτών μέχρι το 2020». Για να είναι οικονομικά συμφέρουσα η επιδιωκόμενη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20% έναντι των επιπέδων του 1990 μέχρι το 2020, θα πρέπει όλοι οι τομείς της οικονομίας να συμβάλουν στον περιορισμό των εκπομπών. Επομένως, τα κράτη μέλη υποχρεώνονται να εφαρμόσουν πρόσθετες πολιτικές και μέτρα έτσι ώστε να μειωθούν περαιτέρω οι εκπομπές θερμοκηπίου από τις πηγές που δεν καλύπτονται από την οδηγία 2003/87/EK.
- Οδηγία 2009/28/EK «σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές». Δεσμευτικοί εθνικοί στόχοι αποβλέπουν σε συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κατά 20% στην ενεργειακή κατανάλωση σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι στόχοι θα συμβάλουν στον περιορισμό της εξάρτησης της Ευρώπης από τις εισαγωγές ενέργειας και στην ελάττωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου.
- Οδηγία 2009/31/EK «σχετικά με την αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς». Πρόκειται για ένα νομικό πλαίσιο για την προώθηση της ανάπτυξης και την ασφαλή χρήση της δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS). Ως το 2015 σχεδιάζεται να δημιουργηθεί ένα δίκτυο μονάδων επίδειξης CCS για να εξεταστεί η βιωσιμότητά του, έτσι ώστε μέχρι το 2020 να είναι δυνατή η εμπορική εφαρμογή της.

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης γίνεται μέσω του σχεδίου δράσης για την ενεργειακή απόδοση της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

#### 4.1.8. Η ΔΙΑΣΚΕΨΗ ΤΟΥ ΚΑΝΚΟΥΝ

Από τις 29 Νοεμβρίου έως και τις 10 Δεκεμβρίου 2010 πραγματοποιήθηκε στο Κανκούν του Μεξικού η Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή. Σε αυτή συμφωνήθηκαν οι στόχοι για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής,

όμως, δεν καθορίστηκαν συγκεκριμένα μέτρα που πρέπει να ληφθούν από τις κυβερνήσεις των χωρών (Πετροχίλου, 2011).

Επίσης αποφασίστηκε η δημιουργία ενός πράσινου ταμείου χρηματοδότησης των αναπτυσσόμενων χωρών από το πλουσιότερα κράτη, ουσιαστικά για να στραφούν σε καθαρότερες πηγές ενέργειας. Η δημιουργία ενός ετήσιου πράσινου χρηματοδοτικού ταμείου ύψους 100 δις δολαρίων από το 2020 είναι ένα ιδιαίτερο θετικό βήμα για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής (Πετροχίλου, 2011).

#### 4.1.9. ΕΥΡΩΠΑΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕ

Ένα από τα προγράμματα για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι το Intelligent Energy Europe (IEE). Το πρόγραμμα αυτό στοχεύει στην αντιμετώπιση των τεχνολογικών δυσκολιών, στη διάδοση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Υποστηρίζει τη μετάδοση της τεχνογνωσίας, την ανταλλαγή εμπειριών, τη διάδοση καλών πρακτικών, τη βελτίωση των διοικητικών δομών, τη συνεχή επιμόρφωση καθώς και τη δημιουργία προτύπων και προδιαγραφών. Με αυτό τον τρόπο διευκολύνει σημαντικά την εφαρμογή της οδηγίας 2009/28/EK για την προώθηση της χρήσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (<http://ec.europa.eu/energy/intelligent>).

Επιπλέον, με το πρόγραμμα χρηματοδότησης «NER-300» της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα, οι επενδυτές του ιδιωτικού τομέα καθώς και τα κράτη - μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενθαρρύνονται να κάνουν επενδύσεις σε έργα επίδειξης σε εμπορική κλίμακα για την δέσμευση και αποθήκευση CO<sub>2</sub> σε γεωλογικούς σχηματισμούς, αλλά και έργα επίδειξης καινοτόμων ενεργειακών τεχνολογιών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ([www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)).

## 4.2. ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Ο Ν.1559/85 αποτέλεσε την πρώτη προσπάθεια ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη χώρα μας. Με αυτόν δόθηκε η δυνατότητα σε ιδιώτες και σε οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης να παράγουν και να διαθέτουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και να πωλούν την περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ. Στα πλαίσια αυτού του νόμου, η ΔΕΗ εγκατέστησε 24MW, οι ΟΤΑ περιορίστηκαν στα 3MW ως το 1995, ενώ ο ιδιωτικός τομέας δεν ασχολήθηκε. Στην εφαρμογή του νόμου παρουσιάστηκαν τεχνικές δυσκολίες και η συμβολή του στην ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ήταν περιορισμένη. Τα κυριότερα προβλήματα ήταν η χαμηλή τιμή αγοράς της ενέργειας από την ΔΕΗ και οι πολύπλοκες διαδικασίες αδειοδότησης (Μπάιλας, 2008).

Ακολούθησε ο Ν.2244/1994 που αποτέλεσε την απαρχή για την ουσιαστική ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα καθώς εναρμονίστηκε με τις διατάξεις που ίσχυαν σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ο νόμος αυτός άλλαξε σημαντικά το τοπίο δίνοντας σε ιδιώτες τη δυνατότητα να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ως ανεξάρτητοι παραγωγοί. Επίσης καθόρισε σταθερές τιμές πώλησης ανανεώσιμης ενέργειας για το διασυνδεδεμένο σύστημα της χώρας σε επίπεδα ίσα με το 90% του γενικού τιμολογίου στη μέση τάση και υποχρέωσε τη ΔΕΗ να την αγοράσει. Ακόμα προώθησε επενδύσεις σε τεχνολογίες συμπαραγωγής. Μέσω αυτού του νόμου, αλλά και μέσω αναπτυξιακών κινήτρων- όπως π.χ. το επιχειρησιακό πρόγραμμα ενέργειας- σημειώθηκε ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αλλά όχι σε ικανοποιητικό επίπεδο. Τα βασικότερα εμπόδια ήταν οι χρονοβόρες διαδικασίες έκδοσης αδειών εγκατάστασης, η έλλειψη κτηματολογίου και γενικότερου σχεδιασμού χρήσεων γης, αλλά και η ανάγκη επέκτασης του δικτύου σε περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό, όπως η ν. Εύβοια και η Λακωνία (Νάκου, 2007).

Έπειτα, με τον Ν.2773/1999 καθορίστηκε το βασικό πλαίσιο ρύθμισης της απελευθερωμένης αγοράς που άρχισε να ισχύει από το 2001 σύμφωνα με την οδηγία 96/92 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Με τις διατάξεις του καθιερώθηκε η άδεια παραγωγής και προβλέφθηκε η απόδοση προτεραιότητας απορρόφησης της



παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ. Επίσης δηλώθηκε ότι οι οριζόμενες τιμές αγοράς ενέργειας ΑΠΕ είναι οι μέγιστες και υπάρχει δυνατότητα μείωσής τους κατά τη χορήγηση της άδειας με απόφαση του υπουργείου ανάπτυξης, έπειτα από γνωμοδότηση της ρυθμιστικής αρχής ενέργειας, η οποία συστάθηκε στα πλαίσια αυτού του νόμου ως ανεξάρτητη διοικητική αρχή. Ακόμα, με υπουργική απόφαση επιβλήθηκε στους παραγωγούς τέλος 2% των ακαθάριστων εσόδων το οποίο αποδίδεται στους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης (Πετροχίλου, 2011).

Με το Ν.2941/2001 οι ηλιακοί σταθμοί και οι ανεμογεννήτριες εξαιρούνται από την απαίτηση έκδοσης οικοδομικής άδειας (μόνο θεώρηση από αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία), ενώ για τα υδροηλεκτρικά έργα, οικοδομική άδεια χρειάζεται μόνο για το κτίριο του σταθμού. Επιπλέον, τα έργα ανανεώσιμης ηλεκτροπαραγωγής χαρακτηρίζονται ως έργα δημόσιας ωφέλειας, ανεξαρτήτως του φορέα υλοποίησής τους. Επιπροσθέτως με τις διατάξεις του νόμου 2941/2001 εισάγονται ρυθμίσεις για την εγκατάσταση σταθμών ΑΠΕ εντός δασικών εκτάσεων. Καθορίζεται τέλος ότι αρμόδιες για την έκδοση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας είναι οι οικείες περιφέρειες (<http://nomothesia.ependyseis.gr>).

Στη συνέχεια με το Ν.3017/2002 «Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος», η Ελλάδα δεσμεύτηκε να μειώσει τις εκπομπές αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Μπάιλας, 2008).

Με το Ν. 3010/2002 τροποποιήθηκαν οι διατάξεις του Ν. 1650/1986 «Για την προστασία του περιβάλλοντος», ο οποίος είχε εισαγάγει το θεσμικό πλαίσιο για την εκ των προτέρων περιβαλλοντική αξιολόγηση έργων και δραστηριοτήτων και την επιβολή περιβαλλοντικών όρων σύμφωνα με τις επιταγές του άρθρου 24 παρ. 1 Συντ., αλλά και με τις δεσμεύσεις που απέρρεαν από την Οδηγία 85/337/ΕΟΚ για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων δημόσιων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον. Οι νέες ρυθμίσεις του Ν. 3010/2002 στοχεύουν στην αντιμετώπιση των αδυναμιών που διαπιστώθηκαν κατά την δεκαπενταετή εφαρμογή του Ν. 1650/1986, καθώς και στη συμμόρφωση της εθνικής νομοθεσίας στις νεότερες Οδηγίες: α) 97/11/ΕΕ για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημόσιων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον και β) 96/61/ΕΕ για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης. Τέλος, με τις διατάξεις του εξεταζόμενου νόμου



αναπροσαρμόζονται τα διοικητικά πρόστιμα που προβλέπονται από τον Ν. 1650/1986 για τις περιπτώσεις ρύπανσης ή υποβάθμισης του περιβάλλοντος ([www.nomosphysis.org.gr](http://www.nomosphysis.org.gr)).

Ειδικά για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, η Υπουργική Απόφαση 1726/2003, καθόρισε τις προϋποθέσεις έκδοσης της πράξης με την οποία διενεργείται προκαταρκτική περιβαλλοντική εκτίμηση και αξιολόγηση, καθώς και τις προϋποθέσεις έγκρισης περιβαλλοντικών όρων και επέμβασης ή παραχώρησης δάσους ή δασικής έκτασης, στα πλαίσια της έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ειδικότερα από αιολική ενέργεια και ενέργεια από μικρά υδροηλεκτρικά έργα. Όρισε με τις ρυθμίσεις της τις αδειοδοτούσες υπηρεσίες, τους γνωμοδοτούντες φορείς, το ακριβές και ρητώς προσδιοριζόμενο αντικείμενο γνωμοδότησης κάθε φορέα, τις προθεσμίες αδειοδότησης και τις αποκλειστικές προθεσμίες γνωμοδότησης. (<http://nomothesia.ependyseis.gr>).

Ακολούθησε ο Ν.3175/2003, που στόχευε στη δημιουργία προϋποθέσεων για την αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού της χώρας. Ωστόσο ο κύριος σκοπός του ήταν η αναθεώρηση του Ν.2773/1999 ώστε να ενδυναμωθεί η διαδικασία απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρισμού, να αντιμετωπιστεί η βραδύτητα που υπήρχε και να ενσωματωθούν οι τροποποιήσεις που προβλέπονταν από την οδηγία 2003/54/ΕΚ. Επίσης ο νόμος αυτός εισήγαγε απλουστευμένες διαδικασίες σχετικά με τις απαλλοτριώσεις που ήταν απαραίτητες για την επέκταση των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, υποβοηθώντας έτσι την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Μπάιλας, 2008).

Με την κοινή υπουργική απόφαση Δ6/Φ1/οικ.19500/4.11.2004, οι εγκαταστάσεις ανανεώσιμης ηλεκτροπαραγωγής μικρού μεγέθους μετατάχθηκαν στην κατηγορία μηδενικής όχλησης, με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η ένταξη τους στον οικιστικό ιστό (Μπάιλας, 2008).

Ο Ν.3426/2005 τροποποιεί το Ν. 2773/1999, που αφορά την «απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας», ώστε να επιτευχθεί η διαδικασία απελευθέρωσης της εν λόγω αγοράς. Αποβλέπει στη δημιουργία μιας απολύτως λειτουργικής και

ανταγωνιστικής εσωτερικής αγοράς, διασφαλίζοντας τη χωρίς διακρίσεις, διαφανή και οικονομικά προσιτή πρόσβαση στα δίκτυα (Μπάιλας, 2008).

Ακολούθησε ο Ν.3468/2006, με τον οποίο ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία η οδηγία 2001/77/ΕΚ «για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας». Ο νόμος αυτός οργάνωσε και συστηματοποίησε το νομοθετικό πλαίσιο αδειοδότησης των σταθμών παραγωγής ενέργειας από μονάδες ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ και ενίσχυσε το ευνοϊκό καθεστώς τιμολόγησης τους, αυξάνοντας τις τιμές στη περίπτωση των φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 60% υψηλότερα σε σχέση με τις προηγούμενες. Επίσης απλοποίησε και επιτάχυνε τις διαδικασίες αδειοδότησης ιδιαίτερα για τα μικρά έργα (εξαιρέσεις, απαλλαγές), δημιούργησε σύστημα έκδοσης πιστοποιητικών προέλευσης ανανεώσιμης ενέργειας και εισήγαγε καθεστώς αυστηρής παρακολούθησης των κατόχων αδειών. Επίσης βελτίωσε τους όρους των συμβάσεων πώλησης ανανεώσιμης ενέργειας και αύξησε το όριο ισχύος των μικρών υδροηλεκτρικών έργων που εντάσσονται στο νόμο από 10 σε 15 MW. Τέλος με το νόμο αυτό λήφθηκε υπόψη η περιβαλλοντική διάσταση της έργων ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ σε αρχικό στάδιο, αφού προβλέφθηκε η έκδοση άδειας παραγωγής μόνο έπειτα από Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση και Αξιολόγηση (Π.Π.Ε.Α) (<http://www.ypan.gr/ape/files/KAPAGIANNIDIS.pdf>).

Ο Ν.3734/2009 περιλαμβάνει τροπολογίες των άρθρων 3, 8, 25 και 27 του Ν.3468/2006 και 7 του Ν.3199/2003 σχετικά με ουσιαστικές βελτιώσεις της αδειοδοτικής διαδικασίας έργων ΑΠΕ (απορριπτικές γνωμοδοτήσεις ΡΑΕ, άδειες παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας) και διασφάλιση του καθεστώτος αδειοδότησης μικρών υδροηλεκτρικών έργων. Επίσης εισάγει ειδικές ρυθμίσεις για τη διευκόλυνση σύνδεσης στο σύστημα σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, καθώς και ρυθμίσεις για την ορθολογική ανάπτυξη φωτοβολταϊκών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και τη διευκόλυνση εγκατάστασής τους σε κτίρια (<http://www.dei.gr/Images/GEORGALAS.pdf>).

Ο Ν. 3851/2010 θέσπισε το πλαίσιο των αδειοδοτικών διαδικασιών, όσο και την τιμολογιακή πολιτική ανάπτυξης επενδυτικών σχεδίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Στόχοι ήταν η μείωση των γραφειοκρατικών διαδικασιών και η επίτευξη του στόχου για συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% και για συμμετοχή της

ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε. στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 40%. Ο νόμος αυτός απλοποίησε τη διαδικασία έκδοσης της άδειας παραγωγής έργων ΑΠΕ, αναβάθμισε το ρόλο της ΡΑΕ και μείωσε τη διάρκεια της σχετικής αδειοδοτικής διαδικασίας. Οι μικρές εγκαταστάσεις ΑΠΕ, εξαιρέθηκαν από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής και προωθήθηκαν διεσπαρμένες εφαρμογές ΑΠΕ που αφορούν χιλιάδες μικρομεσαίους επενδυτές. Αξιοσημείωτο είναι ότι δεν είναι πια απαραίτητη η Άδεια Παραγωγής για φωτοβολταϊκούς και ηλιοθερμικούς σταθμούς ισχύος έως 1 MW. Επίσης συμπύχθηκε η προηγούμενη διαδικασία της έκδοσης προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης (ΠΠΕΑ) και στη συνέχεια της έγκρισης περιβαλλοντικών όρων (ΕΠΟ) σε μία διαδικασία με την απαίτηση πλέον για έκδοση μόνο ΕΠΟ. Ευνοϊκά μέτρα λήφθηκαν για τη διασύνδεση με τα νησιά του Αιγαίου και το ηπειρωτικό σύστημα, και προβλέφθηκαν κίνητρα ανάπτυξης αιολικών έργων ακόμα και σε μέρη με χαμηλό αιολικό δυναμικό. Τέλος, η τιμολόγηση έγινε περισσότερο ορθολογική και ενισχύθηκαν τα τιμολόγια της βιομάζας του βιοαερίου και των μικρών ανεμογεννητριών (Χασικίδη, 2010).

Ο νόμος 4001/2011 ψηφίστηκε τον Αύγουστο του 2011. Δρομολογεί σημαντικές αλλαγές στη διάρθρωση και στον τρόπο λειτουργίας της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς προβλέπει τη σύσταση ανεξάρτητων διαχειριστών για τα συστήματα μεταφοράς και διανομής, και επιπλέον ανεξάρτητου λειτουργού της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΛΑΓΗΕ), στον οποίο θα ανατεθεί η άσκηση των δραστηριοτήτων σύναψης συμβάσεων και αγοροπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, που μέχρι τώρα ήταν ευθύνη του ΔΕΣΜΗΕ (Πετροχίλου, 2011).

Στις 14 Οκτωβρίου 2011 υπεγράφη από τον υφυπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Γιάννη Μανιάτη, η υπουργική απόφαση για το νέο κανονισμό αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α., με τον οποίο ολοκληρώθηκε το βασικό ρυθμιστικό πλαίσιο που διέπει τη διαδικασία έκδοσης άδειας παραγωγής. Οι βασικές ρυθμίσεις του είναι οι ακόλουθες:

- Απλοποιεί τη διαδικασία υποβολής και δημόσιας γνωστοποίησης των αιτήσεων για άδεια παραγωγής στη ΡΑΕ.

- Θεσπίζει διαφανή διαδικασία αδειοδότησης για τις περιοχές στις οποίες τα δίκτυα έχουν κορεστεί.
- Σχετικά με τη διαδικασία δημοσιοποίησης των αιτήσεων, η ΡΑΕ ανέλαβε την υποχρέωση να ενημερώνει τους δήμους, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η πιο αποτελεσματική ενημέρωση των τοπικών κοινωνιών.
- Ενσωματώνονται τα νέα κριτήρια αξιολόγησης που προβλέπονται στο νόμο, δηλαδή η συμμόρφωση με το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού για τις ΑΠΕ, καθώς και η συμβατότητα των έργων με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης.
- Αποσαφηνίζει το καθεστώς ανανέωσης της Άδειας Παραγωγής.
- Απλουστεύει τη διαδικασία τροποποίησης της Άδειας εξαιτίας αλλαγής στην εταιρική σύνθεση του αδειούχου.
- Εισάγει ρύθμιση για την υποχρέωση γνωστοποίησης της αλλαγής στοιχείων της άδειας, για την οποία δε χρειάζεται η τήρηση της διαδικασίας τροποποίησης.
- Εισάγει επίσης εξειδικευμένες ρυθμίσεις για τεχνολογίες ΑΠΕ που έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται δυναμικά, έπειτα από την παροχή σχετικών κινήτρων στο Ν.3851/2010, όπως για παράδειγμα για σταθμούς ΑΠΕ που συνδυάζονται με αφαλάτωση στα νησιά, για ηλιοθερμικούς σταθμούς κ.ά.
- Θεσπίζει λεπτομερή διαδικασία ανάκλησης των Αδειών Παραγωγής.

#### 4.3. ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Από το Δεκέμβριο του 2008 η Ελλάδα απέκτησε Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Λαμβάνοντας υπόψη την κοινοτική οδηγία 2001/77/ΕΚ και τους νόμους 3299/2004 και 3468/2006, διαμορφώνει πολιτικές χωροθέτησης έργων ΑΠΕ ανά κατηγορία δραστηριότητας και χώρου και καθορίζει τους βασικούς κανόνες και τα κριτήρια για

τη χωροθέτηση έργων ΑΠΕ στο σύνολο του εθνικού χώρου. Αποτελεί το νομικό πλαίσιο στο οποίο στηρίζεται η χωροθέτηση των ΑΠΕ στην Ελλάδα και στοχεύει στην επίτευξη των παρακάτω στόχων :

- Στη δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ
- Στην αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον
- Στη συμμόρφωση στους στόχους των ευρωπαϊκών και των εθνικών πολιτικών, μέσω της επίτευξης ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ
- Στην παροχή ενός σαφέστερου πλαισίου στις αδειοδοτούσες αρχές και στις ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις, ώστε να γνωρίζουν:
  1. τις κατηγορίες περιοχών στις οποίες αποκλείεται, συνολικά ή εν μέρει, η χωροθέτηση έργων ΑΠΕ,
  2. τις κατάλληλες περιοχές για την υποδοχή των ΑΠΕ,
  3. τις ειδικότερες ανά κατηγορία ΑΠΕ χωροταξικές προϋποθέσεις εγκατάστασης, ιδίως σε συνάρτηση με τη φυσιογνωμία, τη φέρουσα ικανότητα και το περιβάλλον των περιοχών εγκατάστασης.

Έτσι μπορούν να προσανατολιστούν σε περιοχές εγκατάστασης που είναι κατάλληλες από χωροταξικής άποψης και περιορίζονται οι συγκρούσεις χρήσεων γης.

Καθορίζονται περιοχές αποκλεισμού και ζώνες ασυμβατότητας, που διακρίνονται σε πέντε κατηγορίες:

1. Περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος (περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης, πυρήνες εθνικών δρυμών, αισθητικά δάση, οικότοποι του δικτύου ΦΥΣΗ 2000, αμμώδεις ακτές και καθιερωμένες ακτές κολύμβησης)
2. Περιοχές οικιστικής δραστηριότητας (εντός σχεδίου πόλης, όρια οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2000 κατοίκων, άτυπα διαμορφωμένες τουριστικές και οικιστικές περιοχές στο πλαίσιο της εκτός σχεδίου δόμησης)

3. Περιοχές πολιτιστικής κληρονομιάς (κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς, άλλα μνημεία μείζονος σημασίας, οριοθετημένες αρχαιολογικές ζώνες προστασίας)
4. Δίκτυα τεχνικής υποδομής
5. Ζώνες παραγωγικών δραστηριοτήτων (περιοχές οργανωμένης ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα, τουριστικοί λιμένες, λατομικές περιοχές, μεταλλευτικές και εξορυκτικές ζώνες)

Προνομακές περιοχές για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο είναι οι χώροι που βρίσκονται πλησίον:

- Χώρων υγειονομικής ταφής απορριμμάτων
- Εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων
- Μεγάλων κτηνοτροφικών ή πτηνοτροφικών μονάδων
- Γεωργικών εκμεταλλεύσεων
- Γεωργικών ή κτηνοτροφικών βιομηχανιών
- Μονάδων παραγωγής χαρτοπολτού κ.ά.

Οι εγκαταστάσεις φυσικά πρέπει να βρίσκονται εκτός των ζωνών αποκλεισμού και σε κατάλληλες αποστάσεις από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης.

#### 4.4. ΘΕΣΜΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

Το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), που ιδρύθηκε το 1987, είναι ο εθνικός φορέας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την ορθολογική χρήση ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας και είναι ο επίσημος σύμβουλος της πολιτείας σε αυτά τα θέματα. Με το Ν.2244/94 για τη ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και το Ν.2702/99 ορίστηκε ως το εθνικό συντονιστικό κέντρο στους τομείς που δραστηριοποιείται. Έχει οικονομική και διοικητική αυτοτέλεια και εποπτεύεται από το ΥΠΕΚΑ ([www.cres.gr](http://www.cres.gr)).

Κύρια αποστολή του είναι η προώθηση των εφαρμογών ΑΠΕ/ΟΧΕ/ΕΞΕ και η υποστήριξη τεχνολογικών, ερευνητικών, συμβουλευτικών και επενδυτικών δραστηριοτήτων. Έτσι, εκτελεί εφαρμοσμένη έρευνα για τις νέες ενεργειακές τεχνολογίες, υποστηρίζει τεχνικά την αγορά για τη διείσδυση και εφαρμογή των νέων ενεργειακών τεχνολογιών, μελετά ζητήματα ενεργειακού σχεδιασμού και πολιτικής για τις ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας, αναπτύσσει την απαραίτητη υποδομή για την υποστήριξη της υλοποίησης επενδυτικών προγραμμάτων ΑΠΕ και ΕΞΕ και συμμετέχει σε τεχνικά και επιστημονικά σεμινάρια και εκπαιδευτικά προγράμματα.

Διοικείται από εκπροσώπους της γενικής γραμματείας έρευνας και τεχνολογίας, της ΔΕΗ καθώς και του ΣΕΒ -Συνδέσμου Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών και διαθέτει ένα επιτελείο εξειδικευμένων επιστημόνων.

Στις εγκαταστάσεις του περιλαμβάνονται εξειδικευμένα εργαστήρια ενεργειακών τεχνολογιών, μηχανουργείο, αίθουσες συνεδριάσεων, βιβλιοθήκη και σημαντική υπολογιστική υποδομή. Επιπλέον έχει εγκαταστήσει στον λόφο Σταυραετού Κερατέας, επιδεικτικό Αιολικό Πάρκο, καθώς και Πάρκο Ενεργειακής Αγωγής.

Οι οικονομικοί του πόροι προέρχονται κυρίως από Εθνικά, Ευρωπαϊκά και Διεθνή προγράμματα ([www.cres.gr](http://www.cres.gr)).

Η ρυθμιστική αρχή ενέργεια (ΡΑΕ) ιδρύθηκε με το Ν.2773/1999 και αποτελεί ανεξάρτητη διοικητική αρχή επιφορτισμένη με την παρακολούθηση της λειτουργίας της αγοράς ενέργειας στην ελληνική αγορά μονοσήμαντα, αλλά και σε σχέση με ξένες αγορές.

Η ΡΑΕ πλέον δεν έχει μόνο γνωμοδοτική αρμοδιότητα, όπως παλιότερα, αλλά και αποφασιστική αρμοδιότητα στην χορήγηση αδειών παραγωγής από ΑΠΕ, καθώς μία σημαντική αρμοδιότητά της είναι η συμβολή στην επίτευξη του στόχου της Ε.Ε. για την αύξηση της ένταξης σταθμών από ΑΠΕ (Πετροχίλου, 2011).

Επιπλέον, είναι επιφορτισμένη με την παρακολούθηση της εξέλιξης της υλοποίησης έργων ΑΠΕ μέσω τριμηνιαίων δελτίων και εισηγείται την εκκαθάριση του χώρου από επενδυτές που επιδεικνύουν αδικαιολόγητη βραδύτητα (Πετροχίλου, 2011).



Ακόμα αξιολογεί τις αιτήσεις για επενδύσεις σε ΑΠΕ, με την τεχνική υποστήριξη του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σύμφωνα με τα κριτήρια του άρθρου 9 του Κανονισμού Αδειών, ο οποίος εκδόθηκε σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν.2773/1999.

Είναι επιπλέον υπεύθυνη για την παρακολούθηση της διασφάλισης πρόσβασης τρίτων στο δίκτυο της χώρας, για τη λειτουργία του διασυνδεδετικού εμπορίου εισαγωγών και εξαγωγών, αλλά και για τον έλεγχο της ομαλής λειτουργίας της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (Πετροχίλου, 2011).

Τέλος γνωμοδοτεί για τη χορήγηση αδειών για τη προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας, έχοντας ως προτεραιότητα τη διασφάλιση της προστασίας του καταναλωτή και έχει τη δυνατότητα να εκκινήσει διαδικασίες επιβολής κυρώσεων, όταν διαπιστώνεται η παραβίαση αυτών των διατάξεων (Κυριτσάκη, 2009).

Ο Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ), συστάθηκε με το νόμο 2773/1999, στα πλαίσια της πολιτικής απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και της δημιουργίας συνθηκών ανταγωνισμού στην παραγωγή και διάθεση του ρεύματος. Πρόκειται για ανώνυμη εταιρία που κατά 51% ανήκει στο κράτος και κατά 49% στη ΔΕΗ και σε εταιρίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Πετροχίλου, 2011).

Στοχεύει στη διασφάλιση του εφοδιασμού της χώρας με ηλεκτρική ενέργεια, με ασφαλή, οικονομικό και αξιόπιστο τρόπο. Έτσι ασχολείται με τη λειτουργία, την εκμετάλλευση, τη συντήρηση και την ανάπτυξη του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρη τη χώρα, καθώς και των διασυνδέσεων του με τα άλλα δίκτυα. Επιπλέον φροντίζει την εκκαθάριση των συναλλαγών, όταν υπάρχουν στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας περισσότεροι παραγωγοί και προμηθευτές (Πετροχίλου, 2011).

Ακόμα ο ΔΕΣΜΗΕ αγοράζει την ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ σε περιοχές της χώρας που είναι διασυνδεδεμένες με το εθνικό δίκτυο ηλεκτροδότησης. Στα μη-διασυνδεδεμένα νησιά, ο αντίστοιχος φορέας είναι η ΔΕΗ ΑΕ (Κυριτσάκη, 2009)

#### 4.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΑΠΕ

Τα βήματα που απαιτούνται για την αδειοδότηση της κατασκευής και της λειτουργίας ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είναι τα ακόλουθα (Πετροχίλου, 2011):

A) Έκδοση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία χορηγείται με απόφαση της ΡΑΕ, για 25 χρόνια. Αίτηση μπορούν να υποβάλλουν φυσικά πρόσωπα με υπηκοότητα κράτους της ΕΕ, καθώς και νομικά πρόσωπα και κοινοπραξίες που εδρεύουν σε αυτήν. Επιπροσθέτως κατατίθενται μελέτες σκοπιμότητας, και περιληπτικές παρουσιάσεις των σχεδίων. Πιο συγκεκριμένα για την βιομάζα δεν απαιτείται έκδοση άδειας αν η ισχύ του σταθμού είναι 100 kw όπως και για τις άλλες ΑΠΕ που έχουν χαμηλή ισχύ. Σύμφωνα με τον Ν.3851/2010 δεν απαιτείται πλέον προμελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ούτε και αίτηση για προκαταρκτική περιβαλλοντική εκτίμηση και αξιολόγηση. Εντός δύο μηνών η ΡΑΕ αποφασίζει αν θα χορηγήσει άδεια παραγωγής, αφού εξετάσει αν ικανοποιούνται τα απαραίτητα κριτήρια. Η απόφαση της αναρτάται στην επίσημη σελίδα της στο διαδίκτυο, κοινοποιείται στο ΥΠΕΚΑ και δημοσιεύεται σε ημερήσια εφημερίδα πανελλαδικής κυκλοφορίας. Εντός 20 ημερών ο υπουργός εξετάζει τη νομιμότητά της, ελέγχοντας και τις τυχόν προσφυγές κατ' αυτής. Στις περιοχές των οποίων το δίκτυο έχει κορεστεί ισχύει ειδικό καθεστώς ([www.desmie.gr](http://www.desmie.gr)).

B) Ακολουθούν οι αιτήσεις για:

- Διατύπωση προσφοράς σύνδεσης του σταθμού παραγωγής στο Σύστημα ή σε Δίκτυο, πριν από την αίτηση του επενδυτή για Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων. Ο κάτοχος άδειας παραγωγής υποβάλλει αίτηση στον αρμόδιο Διαχειριστή (ΔΕΗ ή ΔΕΣΜΗΕ) που του την χορηγεί εντός τεσσάρων μηνών. Η ισχύς είναι για δύο έτη και έπειτα μπορεί να ανανεωθεί. Στη συνέχεια ο προτεινόμενος τρόπος σύνδεσης αποτυπώνεται σε τοπογραφικό διάγραμμα και υποβάλλεται για θεώρηση στο διαχειριστή.
- Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) ή Απαλλαγή από αυτήν, με υποβολή αίτησης στην αρμόδια διεύθυνση της οικείας Περιφέρειας. Με την κατάργηση της προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης με τον

N.3851/2010, τα αντίστοιχα περιβαλλοντικά κριτήρια εξετάζονται πλέον στα πλαίσια της ΕΠΟ. Έπειτα από τον έλεγχο επιπτώσεων του έργου στο περιβάλλον και των προτεινόμενων μέτρων πρόληψης και αποκατάστασης, αποφασίζεται εντός τεσσάρων μηνών εάν θα χορηγηθεί Ε.Π.Ο. Η ισχύς της είναι 10 έτη.

- Άδεια επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση, εφόσον είναι απαραίτητο ([www.desmie.gr](http://www.desmie.gr))

Γ) Στη συνέχεια γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες για:

Έκδοση Άδειας Εγκατάστασης που εκδίδεται είτε από το γενικό γραμματέα της περιφέρειας εντός 15 ημερών, είτε με απόφαση του υπουργού ανάπτυξης ανάλογα με την υποκατηγορία του έργου. Σε αυτήν ενσωματώνεται και η Ενιαία Άδεια Χρήσης Νερού και Εκτέλεσης Έργων στην περίπτωση που πρόκειται για μικρό υδροηλεκτρικό σταθμό.

Έκδοση Οικοδομικών Αδειών για την ανέγερση κτισμάτων ή βεβαίωση της πολεοδομίας ότι δε χρειάζεται έκδοση τέτοιας άδειας.

Υπογραφή Σύμβασης Σύνδεσης στο Σύστημα ή σε Δίκτυο: Έπειτα από την απόκτηση της άδειας εγκατάστασης, γίνεται υποβολή Αίτησης Σύνδεσης στον αρμόδιο Διαχειριστή και στη συνέχεια υπογράφεται από τους ενδιαφερόμενους η Σύμβαση Σύνδεσης:

Υπογραφή Σύμβασης Αγοραπωλησίας Ηλεκτρικής Ενέργειας, ώστε να ενταχθούν οι σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Σύστημα ή σε Δίκτυο. Οι αρμόδιοι διαχειριστές, δηλαδή ο ΔΕΣΜΗΕ (εφόσον οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδέονται στο Σύστημα) ή η ΔΕΗ (εφόσον οι εγκαταστάσεις είναι συνδεδεμένες με το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών), πρέπει να υπογράψουν σύμβαση αγοραπωλησίας ηλεκτρικής ενέργειας με τον κάτοχο της άδειας παραγωγής της ([www.desmie.gr](http://www.desmie.gr)).

Δ) Προσωρινή σύνδεση - Δοκιμαστική Περίοδος και έκδοση Άδειας Λειτουργίας: Έπειτα από την ηλεκτρίση του σταθμού και τη διενέργεια των απαραίτητων ελέγχων των εγκαταστάσεων από παραγωγό και Διαχειριστή, και υπό την προϋπόθεση ότι ο

σταθμός λειτουργήσει ομαλά για δεκαπέντε ημέρες δίδεται στον παραγωγό βεβαίωση για την επιτυχή περάτωση της δοκιμαστικής αυτής φάσης.

Η άδεια λειτουργίας χορηγείται -έπειτα από αίτηση- από την αρχή που χορήγησε και την άδεια εγκατάστασης, ύστερα από εξέταση από τους αρμόδιους της τήρησης των όρων της άδειας εγκατάστασης και έπειτα από έλεγχο που διενεργεί το ΚΑΠΕ για την εξασφάλιση των απαραίτητων χαρακτηριστικών του εξοπλισμού. Μέσα σε 15 ημέρες από την επιτυχή περάτωση των ελέγχων εκδίδεται η άδεια λειτουργίας. Η ισχύει της άδειας είναι είκοσι έτη και στη συνέχεια υπάρχει η δυνατότητα ανανέωσης μέχρι ίσο χρονικό διάστημα ([www.desmie.gr](http://www.desmie.gr)).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ



Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφέρουμε συνοπτικά τις μεθόδους και τις τεχνικές που θα χρησιμοποιήσουμε στο επόμενο κεφάλαιο όπου ασχολούμαστε με την εφαρμογή για την επίλυση τους προβλήματος μας που είναι η ανεύρεση των κατάλληλων περιοχών προς χωροθέτηση για παραγωγή ενέργειας από βιομάζα.

### 5.1. ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η Πολυκριτηριακή Ανάλυση είναι μια μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για να χειριστεί την πολλαπλή διάσταση των φυσικών και κοινωνικοοικονομικών φαινομένων που χαρακτηρίζουν τα χωρικά και τα φυσικά συστήματα. Όπως και άλλα εργαλεία, η πολυκριτηριακή ανάλυση καλείται να συμβάλει στην εκτίμηση πολιτικών και στη λήψη αποφάσεων (Cavallaro και Ciruolo, 2005). Ο κύριος σκοπός της πολυκριτηριακής ανάλυσης είναι η δημιουργία ενός εργαλείου ενίσχυσης για τους αποφασίζοντες που συμμορφώνεται στους στόχους τους και στις προτεραιότητες τους.

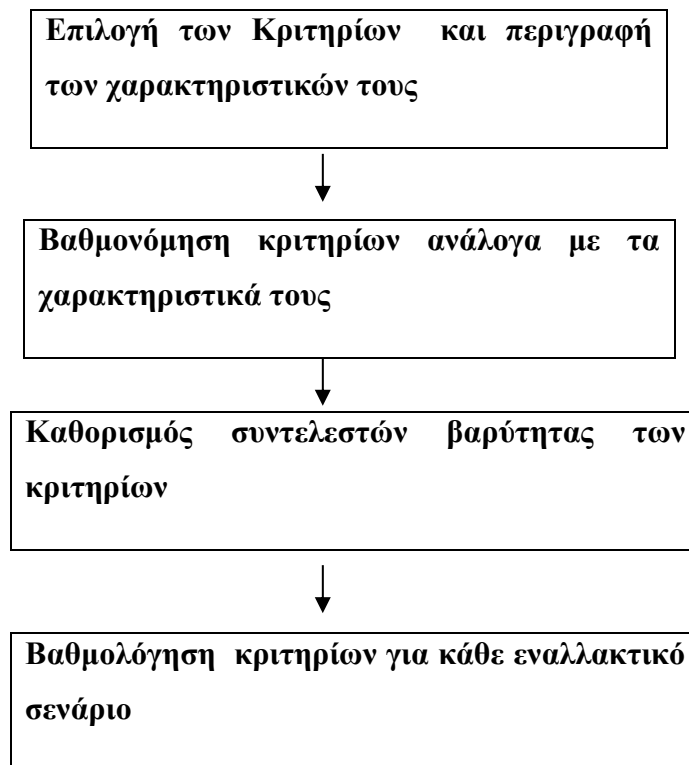
Όσον αφορά στην ταυτοποίηση προβλημάτων πολυκριτηριακής ανάλυσης επισημαίνεται το εξής: Κάθε πρόβλημα προσδιορίζεται από ορισμένα δομικά χαρακτηριστικά, που απορρέουν είτε από την ίδια τη φύση του προβλήματος είτε από τις απόψεις και τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Η ταυτοποίηση του αντικειμένου της πολυκριτηριακής ανάλυσης ως προς τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελεί ένα πρώτο στάδιο της αναλυτικής διαδικασίας, που διευκολύνει την κατανόηση του προβλήματος και επιτρέπει την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επίλυσης. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται:

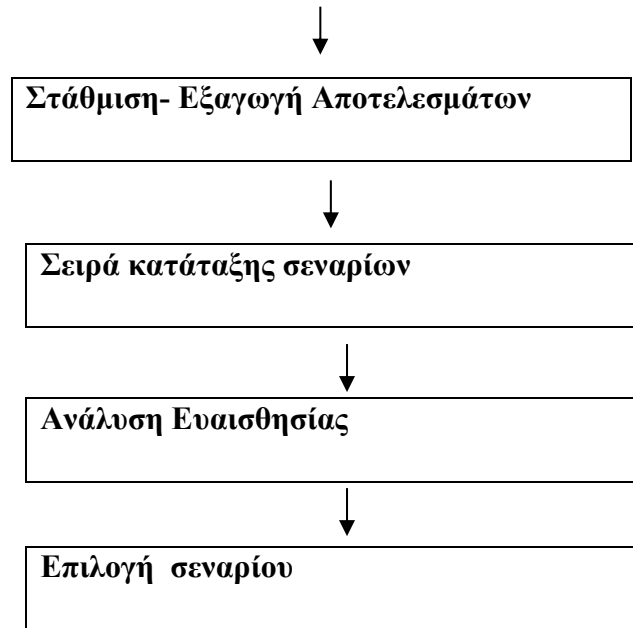
#### 1. Στο στάδιο δόμησης του προβλήματος:

-  Ο καθορισμός του προβλήματος και επιλογή των πιθανών εναλλακτικών σεναρίων,
-  Η επιλογή των κριτηρίων,

- ✚ Η μέτρηση των επιδόσεων και ταξινόμηση των κριτηρίων,
  - ✚ Η εκτίμηση της βαρύτητας του κάθε κριτηρίου,
  - ✚ Η δημιουργία του μοντέλου αξιολόγησης,
  - ✚ Ο καθορισμός των πιθανών περιοριστικών παραμέτρων ανάλογα με το αντικείμενο του εξεταζόμενου προβλήματος,
  - ✚ Η τελική ταξινόμηση των εξεταζόμενων σεναρίων κατά σειρά βαθμολογίας με βάση τα χαρακτηριστικά του μοντέλου που θα επιλεγεί (το σενάριο με την υψηλότερη βαθμολογία αντιστοιχεί στην ευνοϊκότερη περίπτωση).
2. Στο στάδιο ανάλυσης των αποτελεσμάτων:
- ✚ Η ανάλυση ευαισθησίας της λύσης,
  - ✚ Ο προσδιορισμός της σύγκρουσης των κριτηρίων.

Τα κύρια στάδια που σχετίζονται με την δόμηση ενός πολυκριτηριακού προβλήματος απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 2).





Σχήμα 2 Στάδια της πολυκριτηριακής ανάλυσης

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, εφαρμόστηκε η κλασσική μέθοδος των πολλαπλών κριτηρίων για ένα στόχο με λογικούς περιορισμούς. Πρόκειται για την πιο συνηθισμένη περίπτωση ανάλυσης, όπου χρησιμοποιούνται συνήθως τεχνικές επικάλυψης (overlying) μεταξύ πολλαπλών επιθεμάτων για την ανεύρεση της κοινής περιοχής που ορίζουν τα κριτήρια ή της περιοχής που αποκλείουν τα κριτήρια (η αναζήτηση της λύσης γίνεται με σταδιακό χαρτογραφικό "φιλτράρισμα" βάσει των επιθεμάτων για να βρεθεί η περιοχή που ικανοποιεί όλα τα επιθυμητά κριτήρια).

## 5.2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Τα ΓΣΠ δέχονται δεδομένα από πολλαπλές πηγές οι οποίες μπορεί να έχουν πολλές διαφορετικές τυποποιήσεις και δομές. Στους διαφορετικούς τύπους δεδομένων συμπεριλαμβάνονται χάρτες, εικόνες, φωτογραφίες, ψηφιακά προϊόντα, σήματα /μετρήσεις GPS, κείμενα, πίνακες δεδομένων. Τα ΓΣΠ συνδυάζουν δεδομένα και συνεργάζονται με ένα μεγάλο αριθμό άλλων επιστημονικών κατευθύνσεων, όπως τη Γεωγραφία, τη Χαρτογραφία, τη Φωτογραμμετρία, την Τηλεπισκόπηση, τη Γεωδαισία, την Τοπογραφία, την Επιστήμη του Πολιτικού Μηχανικού, τη Στατιστική, την Πληροφορική, την Επιχειρησιακή έρευνα, την Τεχνητή Νοημοσύνη κλπ.



Αποστολή των ΓΣΠ είναι να εφοδιάσουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων με τις απαραίτητες πληροφορίες. Οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται, είτε για να αναγνωρίσουν και να επισημάνουν την ύπαρξη και τη θέση ενός προβλήματος, είτε για να ανιχνεύσουν και να αναλύσουν τις διάφορες εναλλακτικές λύσεις ή και για να βοηθήσουν στην εκτέλεση μιας απόφασης.

Σύμφωνα με ένα ευρύ ορισμό του Goodchild (1985) «Γ.Σ.Π. είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απεικόνισης πληροφοριών σχετικών με ζητήματα γεωγραφικής φύσης» (Μωράκος, 2009).

Σύμφωνα με τον Carter (1989) «Γ.Σ.Π. είναι όλα εκείνα τα πληροφοριακά συστήματα τα οποία εστιάζουν σε χωρικά ενδιαφέροντα και φαινόμενα σε κλίμακες από όλη τη γη μέχρι τη μοναδιαία ιδιοκτησία (land parcel)» (Μωράκος 2009).

Σύμφωνα με έναν άλλο ορισμό (Μανιάτης, 1996) ένα Γ.Σ.Π. δεν είναι απλά ένα μέσο με το οποίο παράγονται χάρτες, διαγράμματα ή κατάλογοι ποιοτικών χαρακτηριστικών, αλλά μία νέα ολοκληρωμένη τεχνολογία απαραίτητη για την ανάλυση και μελέτη του χώρου καθώς και τη λήψη αποφάσεων (Decision Making) που αφορούν τη γη, το περιβάλλον και τον άνθρωπο (Κωνσταντόπουλος, 2011).

Ένας ακριβέστερος ορισμός δόθηκε από την F.I.G. (Federation Internationale des Geometres). Σύμφωνα με αυτόν «Σύστημα Πληροφοριών Γης είναι ένα εργαλείο για λήψη αποφάσεων νομικής, διοικητικής και οικονομικής υφής και ένα όργανο για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη, το οποίο αποτελείται από μια Βάση Δεδομένων που περιέχει για μια έκταση στοιχεία προσδιορισμένα στο χώρο, τα οποία σχετίζονται με τη γη και από διαδικασίες και τεχνικές για τη συστηματική συλλογή, ενημέρωση, επεξεργασία και διανομή των στοιχείων. Η βάση ενός Γ.Σ.Π. είναι ένα ενιαίο σύστημα (γεωγραφικής) αναφοράς, το οποίο επίσης διευκολύνει τη σύνδεση των στοιχείων μεταξύ τους καθώς και με άλλα συστήματα που περιέχουν στοιχεία για τη γη» (Μωράκος, 2009).

Η οργάνωση ενός ΓΣΠ στηρίζεται σε πέντε βασικές συνιστώσες, οι οποίες αποτελούν τα στάδια ανάπτυξής του και είναι:

1. Αναγνώριση και συλλογή των απαραίτητων δεδομένων για τη συγκεκριμένη εφαρμογή (Data Acquisition)

2. Προεπεξεργασία, δηλαδή προετοιμασία των συλλεχθέντων στοιχείων, έτσι ώστε να μπορούν να εισαχθούν στον υπολογιστή, και εισαγωγή τους σ' αυτόν (Preprocessing)
3. Διαχείριση Δεδομένων με τη δημιουργία της Βάσης Δεδομένων (Data Management)
4. Επεξεργασία και Ανάλυση Δεδομένων (Manipulation and Analysis) με διάφορες μεθόδους
5. Παραγωγή Αποτελεσμάτων σε έντυπη (hard copy) ή μη έντυπη (soft copy) μορφή (Product Generation)

Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 3) φαίνονται τα στάδια και οι διαδικασίες σε ένα ΓΣΠ.



Σχήμα 3 Στάδια και διαδικασίες σε ένα ΓΣΠ (Νάκου, 2007)

### 5.3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Η τεχνολογία των ΓΣΠ χρησιμοποιείται σε πλήθος εφαρμογών για κάθε ζήτημα ανάλυσης και σχεδιασμού όπου η παράμετρος «γεωγραφικός χώρος» υπεισέρχεται άμεσα ή έμμεσα. Είναι δεδομένο πως ο χώρος, και η κάθε είδους πληροφορία που τον περιγράφει, είναι συνδεδεμένοι με ένα μεγάλο κομμάτι ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ενώ σε επίπεδο οργάνωσης και λήψης αποφάσεων σχετικά με αυτές, σχεδόν κάθε

επιλογή έχει άμεσο ή έμμεσο συσχετισμό με κάποιου είδους χωρική ανάλυση και σχεδιασμό (Νάκου, 2007).

Η απαίτηση για βελτιστοποίηση των διαδικασιών λήψης απόφασης σε προβλήματα τα οποία σχετίζονται με γεωγραφικά δεδομένα, οδήγησε στην ανάπτυξη εφαρμογών ΓΣΠ για ένα ευρύτατο φάσμα παραγωγικών τομέων. Έτσι, συστήματα ΓΣΠ χρησιμοποιούνται σε τομείς όπως η δημόσια διοίκηση, η βιομηχανία, η έρευνα, το περιβάλλον η διαχείριση των φυσικών πόρων και γενικότερα σχεδόν σε κάθε δραστηριότητα η οποία περιλαμβάνει γεωγραφικό περιεχόμενο (Νάκου, 2007).

#### 5.4. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

Από την ανάλυση τις βιβλιογραφίας παρατηρήσαμε ότι υπάρχουν πολλά παραδείγματα συνδυασμού της πολυκριτηριακής ανάλυσης με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Τα τελευταία χρόνια έχουμε μία αύξηση τέτοιων παραδειγμάτων και στην Ελλάδα αλλά τα παραδείγματα που θα αναφέρουμε είναι από το εξωτερικό που υπάρχουν πληθώρα τέτοιων παραδειγμάτων.

Ένα από τα πάρα πολλά παραδείγματα είναι αυτό της ανεύρεσης των κατάλληλων περιοχών για την παραγωγή βιοκαυσίμων από δασική βιομάζα στην Δυτική Βιρτζίνια. Για να επιλύσουν αυτό το πρόβλημα συνδύασαν την πολυκριτηριακή ανάλυση με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Αρχικά, δημιούργησαν ένα τεχνικό μοντέλο (model builder) σε περιβάλλον ΓΣΠ. Το μοντέλο αποτελούνταν από 15 κριτήρια τα οποία τα χώρισαν σε τρεις ομάδες. Τα κριτήρια που χρησιμοποίησαν ήταν αφορούσαν αποστάσεις από αυτοκινητόδρομους, από σιδηρόδρομους, από αεροδρόμια, από τις περιοχές που είχαν σημαντικό δυναμικό δασικής βιομάζας. Επίσης, χρησιμοποίησαν κριτήρια καταλληλότητας όπως είναι περιοχές που παρουσίαζαν ήπια κλίση και υψόμετρο όχι πάνω από τα 700 μ. και περιοχές με δασικά υπολείμματα. Επιπλέον, χρησιμοποίησαν και κριτήρια αποκλεισμού όπως περιοχές με βιοποικιλότητα, περιοχές στις οποίες ζούσαν σπάνια είδη κ.α..

Ύστερα όρισαν τα βάρη για τα κριτήρια με την μέθοδο της ασάφειας (fuzzy logic) τα οποία είχαν τρεις διαβαθμίσεις:

- Υψηλό βαθμό καταλληλότητας
- Χαμηλό βαθμό καταλληλότητας
- Μη κατάλληλα

Στην συνέχεια εντόπισαν τις προτεινόμενες περιοχές, οι οποίες ήταν 10 στο σύνολο. Τέλος, έγινε ανάλυση ευαισθησίας στις 10 τελικές περιοχές.

Ένα άλλο παράδειγμα είναι αυτό της χωροθέτησης σταθμού παραγωγής ενέργειας από βιομάζα στην Γρανάδα της Ισπανίας. Και σε αυτό το παράδειγμα χρησιμοποίησαν την πολυκριτηριακή ανάλυση και τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών για την επίλυση του προβλήματος. Στο παράδειγμα αυτό τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μόνο τέσσερα και αφορούσαν το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας στην γύρω περιοχή, την διαθεσιμότητα της βιομάζας, την προσβασιμότητα από το οδικό δίκτυο και τις ζώνες αποκλεισμού από τις προστατευμένες περιοχές. Στα παραπάνω κριτήρια προστέθηκε μία διαβάθμιση ώστε να υπολογιστούν αργότερα τα βάρη για το καθένα κριτήριο και ανάλογα το αποτέλεσμα (οι περιοχές με την υψηλότερη βαθμολογία) να επιλεγούν ως οι πιο κατάλληλες.

Στην συνέχεια και αφού εντόπιζαν τις κατάλληλες περιοχές χρησιμοποίησαν τέσσερα επιπλέον κριτήρια ώστε από τις ήδη προτεινόμενες περιοχές να εντοπίζουν την καλύτερη δυνατή λύση για το πρόβλημα τους. Τα επιπλέον κριτήρια που χρησιμοποίησαν ήταν: αν στις περιοχές που επιλέχθηκαν υπήρχε ήδη κάποια μονάδα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα, οι περιοχές που βρίσκονταν πιο κοντά στο ηλεκτρικό δίκτυο ήταν πιο κατάλληλες, αν υπήρχε διαθεσιμότητα νερού στην γύρω περιοχή και το τελευταίο κριτήριο ήταν η επίδραση επιρροής του εργοστασίου παραγωγής ενέργειας.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΩΝ ΓΣΠ**

Στο κεφάλαιο αυτό θα προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε τις περιοχές που θα είναι κατάλληλες για την χωροθέτηση των σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Η προσπάθεια αυτή θα επιτευχθεί μετά από την δημιουργία ενός μοντέλου στο οποίο θα εισαχθούν διάφορα κριτήρια και τελικά θα καταλήξουμε σε ορισμένες περιοχές που θα είναι κατάλληλες για χωροθέτηση των σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα.

Η Ελλάδα είναι μία περιοχή η οποία θα μπορούσε να είχε επάρκεια όσον αφορά την ενέργεια διότι είναι μία από τις πιο ευνοημένες στο κόσμο, αλλά δυστυχώς δεν έχει αξιοποιήσει σε μεγάλο βαθμό τις διάφορες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που υπάρχουν.

Όσον αφορά την περιοχή μελέτης, που είναι η περιφέρεια Θεσσαλίας, δείχνει να είναι μία από τις περιφέρειες που έχει σημαντικό δυναμικό για τις διάφορες μορφές της βιομάζας. Επομένως, η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα ασχοληθεί με την χωροθέτηση των σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα ώστε να εντοπίσουμε ποιες περιοχές είναι νόμιμες και βιώσιμες ως προς την χωροθέτηση των συγκεκριμένων σταθμών.

Για τον προσδιορισμό των περιοχών χωροθέτησης σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα εφαρμόζεται η μέθοδος των πολλαπλών κριτηρίων, μέσα από την οποία θα εντοπιστούν οι κατάλληλες περιοχές που θα ικανοποιούν κάποια συγκεκριμένα κριτήρια. Η διαδικασία της πολυκριτηριακής ανάλυσης για την χωροθέτηση των σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα πραγματοποιείται σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και συγκεκριμένα στο λογιστικό πρόγραμμα της ESRI το ArcGis 10.

Τα κριτήρια τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό των κατάλληλων περιοχών, είναι τα κριτήρια που προσδιορίζονται μέσα από το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΕΠΧΣΑΑ – ΑΠΕ).

## 6.1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, η περιοχή μελέτη στην οποία θα εφαρμοστεί η πολυκριτηριακή ανάλυση χωροθέτησης σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα είναι η Περιφέρεια Θεσσαλίας. Ο λόγος της επιλογής αυτής είναι από προσωπικό ενδιαφέρον του ίδιου το μελετητή αλλά και διότι σύμφωνα με την ανάλυση διαφόρων στοιχείων παρατηρήσαμε ότι η Περιφέρεια Θεσσαλίας είναι μία από τις Περιφέρειες της Ελλάδος που παρουσιάζει σημαντικό δυναμικό της βιομάζας ως προς τις υπολειμματικές μορφές αλλά και επειδή στην Περιφέρεια Θεσσαλίας βρίσκεται η μεγαλύτερη πεδιάδα της Ελλάδος και τα τελευταία χρόνια οι αγρότες έχουν στραφεί προς την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών και είναι ένα σημαντικό στοιχείο ως προς την επιλογής της συγκεκριμένης περιοχής.

## 6.2. Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η Θεσσαλία βρίσκεται σε κεντρική-ανατολική θέση του ηπειρωτικού κορμού της Ελλάδας, με έκταση ίση με 10,6% της συνολικής επικράτειας. Διέρχεται από αυτήν ο βασικός αναπτυξιακός και μεταφορικός άξονας της χώρας ΠΑΘΕ (N-B), η απόστασή της από τους δύο μεγάλους αναπτυξιακούς πόλους Αθήνας και Θεσσαλονίκης είναι, αντίστοιχα, 350-150 χλμ. και 3-1,5 ώρες (που επιτρέπουν αυθημερόν μετάβαση και επιστροφή), και σε σχετικά μικρή απόσταση από το βόρειο όριο της διέρχεται η Εγνατία οδός, που αποτελεί μείζονα άξονα ανάπτυξης Ανατολής-Δύσης.

Συνεπώς, βρίσκεται σε στρατηγική και εύκολα προσπελάσιμη γεωγραφική θέση. Η μορφολογία της, με εκτεταμένο πεδινό τμήμα που περιβάλλεται από ορεινούς όγκους και, προς τα Ανατολικά, η επαφή με το Αιγαίο Πέλαγος, διευκολύνει την εσωτερική συνοχή και χωροταξική ολοκλήρωση της περιφέρειας. Το οικιστικό της δίκτυο είναι, εξάλλου, συνεκτικό και με ισχυρές μεσαίες προς μεγάλες πόλεις, συνολικά 20 περίπου αστικών και τουριστικών οικιστικών κέντρων. Οι Ορεινοί όγκοι, ο μεγάλος κάμπος, τα ποτάμια, οι τεχνητές λίμνες η θάλασσα και το νησιωτικό σύμπλεγμα συνθέτουν ένα περιβάλλον υψηλής αναπτυξιακής.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της τελευταίας απογραφής πληθυσμού, η Θεσσαλία, με πάνω από 746.714<sup>2</sup> κατοίκους (6,9% της χώρας) αποτελεί, κατά αύξουσα σειρά, την Τρίτη περιφερειακή ενότητα της Ελλάδας μετά από την Αττική (34,3%) και την Ανατολική Μακεδονία-Θράκη (17%).δυναμικής.

Με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης του πληθυσμού μικρότερο από 0,3%, η περιφέρεια Θεσσαλίας χαρακτηρίζεται από σταθεροποίηση του πληθυσμού της, ενώ παράλληλα η πυκνότητα του πληθυσμού είναι σημαντικά μικρότερη από το μέσο εθνικό όρο (53,7 αντί 82,9 κάτοικοι / τ. χλμ). Η μικρή αύξηση του πληθυσμού οφείλεται αποκλειστικά στη μετανάστευση, δεδομένου ότι, από το 1992 και μετά, η φυσική κίνηση παρουσιάζει έλλειμμα, το οποίο ως ποσοστό του συνολικού πληθυσμού είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο από τον αντίστοιχο της χώρας.

### 6.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Όπως έχει προαναφερθεί, σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η ανεύρεση των πιθανών περιοχών, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας, για την χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Για να μπορέσουμε να εντοπίσουμε αυτές τις περιοχές κρίθηκε σκόπιμο να δημιουργήσουμε ένα μοντέλο (model builder) με την βοήθεια του λογισμικού προγράμματος ArcGis 10 της εταιρείας ESRI. Στο μοντέλο που θα δημιουργήσουμε θα εισάγουμε τα διάφορα κριτήρια που ισχύουν σύμφωνα με την νομοθεσία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Έτσι, με αυτό τον τρόπο η διαδικασία για την ανεύρεση των κατάλληλων περιοχών προς χωροθέτηση των σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα θα γίνει πιο εύκολη και ταυτόχρονα πιο γρήγορη. Επίσης, οι διάφοροι ενδιαφερόμενοι για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και πιο συγκεκριμένα για την βιομάζα θα μπορούν εύκολα και γρήγορα να γνωρίζουν ποιες περιοχές τηρούν όλα τα κριτήρια και είναι κατάλληλες προς χωροθέτηση.

---

<sup>2</sup> Σύμφωνα με την απογραφή του 2011



Για να μπορέσουμε να αποδώσουμε χωρικά τα κριτήρια εισάγουμε σε περιβάλλον GIS μία σειρά από υπόβαθρα και δημιουργούμε μία βάση δεδομένων (γεωβάση) που περιέχει<sup>3</sup>:

1. Εθνικοί δρυμοί
2. Αισθητικά δάση
3. Δίκτυο Natura 2000
4. Ακτές κολύμβησης
5. Ζώνες ειδικής προστασίας
6. Χώροι παγκόσμιας κληρονομιάς Unesco
7. Λοιποί αρχαιολογικοί χώροι
8. Αρχαιολογικά μνημεία
9. Οριοθετημένοι οικισμοί
10. Μη οριοθετημένοι οικισμοί
11. Παραδοσιακοί οικισμοί
12. Ιερές μονές
13. Οδικό δίκτυο
14. Σιδηροδρομικό δίκτυο
15. Δίκτυο τάσης της ΔΕΗ
16. Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας
17. Λιμενικές εγκαταστάσεις και δραστηριότητες
18. Λατομικές και εξορυκτικές ζώνες
19. Ζώνες οικιστικού έλεγχου

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί ότι για κάποια κριτήρια επειδή δεν υπήρχαν ή δεν καταφέραμε να έχουμε πρόσβαση σε αυτά, ψηφιοποιήθηκαν με βάση διάφορα υπόβαθρα από τον ίδιο τον εισηγητή της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Αν και κατά την ψηφιοποίηση προσπαθήσαμε να έχουμε όσο γινόταν μεγαλύτερη ακρίβεια, ενδέχεται να παρουσιάζουν κάποια μέτρα απόκλιση από την πραγματικότητα.

---

<sup>3</sup> Τα δεδομένα τα βρήκαμε από το [www.geodata.gov.gr](http://www.geodata.gov.gr), το [www.oikoskopio.gr](http://www.oikoskopio.gr), από το εργαστήριο χωρικής ανάλυσης GIS και θεματικής χαρτογραφίας και από την διπλωματική του Κωνσταντοπούλου, 2011.

Τα κριτήρια τα οποία ψηφιοποιήθηκαν είναι οι ιερές μονές αφού πρώτα βρήκαμε στοιχεία στην ιστοσελίδα της Εκκλησίας και τα λατομεία και οι εξορυκτικές ζώνες που ψηφιοποιήθηκαν έχοντας ως υπόβαθρο τον online χάρτη του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ).

Αφού λοιπόν έχουμε προσδιορίσει προηγουμένως το πρόβλημα που θα ασχοληθεί η παρούσα διπλωματική εργασία και αφού έχουμε συλλέξει τα απαιτούμενα δεδομένα τα οποία τα εισάγαμε στην βάση δεδομένων που δημιουργήσαμε, είμαστε στο στάδιο όπου θα δημιουργήσουμε το μοντέλο σύμφωνα με τους περιορισμούς που έχουν προσδιοριστεί στο ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ. Σύμφωνα με την νομοθεσία υπάρχουν κάποιες περιοχές οι οποίες είναι περιοχές προτεραιότητας για την χωροθέτηση των σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα αλλά και κάποιες περιοχές στις οποίες η χωροθέτηση δεν επιτρέπεται και πρέπει να τηρούνται κάποιες αποστάσεις από αυτές τις περιοχές.

#### 6.4. ΖΩΝΕΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

Όπως αναφέραμε παραπάνω, το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ ορίζει κάποιες περιοχές στις οποίες απαγορεύεται η χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα για διάφορους λόγους όπως είναι η αλλοίωση του τοπίου, του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος, η υποβάθμιση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου κ.α., οι οποίες μέσα στην νομοθεσία αναφέρονται ως ζώνες αποκλεισμού.

Ως ζώνες αποκλεισμού για τη χωροθέτηση εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο, δηλαδή ζώνες στις οποίες πρέπει να αποκλείεται η εγκατάστασή τους, ορίζονται οι περιοχές:

- Των κηρυγμένων διατηρητέων μνημείων της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και των άλλων μνημείων μείζονος σημασίας της παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του ν. 3028/2002, καθώς και των οριοθετημένων αρχαιολογικών ζωνών προστασίας Α που έχουν καθοριστεί κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του ν. 3028/2002.

- Των περιοχών απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης που καθορίζονται κατά τις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του ν. 1650/1986.
- Των ορίων των Υγροτόπων Διεθνούς Σημασίας (Υγρότοποι Ραμσάρ).
- Των πυρήνων των εθνικών δρυμών και των κηρυγμένων μνημείων της φύσης και των αισθητικών δασών που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της περιπτώσεως β' του παρόντος άρθρου.
- Των οικοτόπων προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί ως τόποι κοινοτικής σημασίας στο δίκτυο ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).
- Των εντός σχεδίων πόλεων και ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2.000 κατοίκων περιοχών.
- Των Π.Ο.Τ.Α. του άρθρου 29 του ν. 2545/97, των Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα του άρθρου 10 του ν. 2742/99, των θεματικών πάρκων και των τουριστικών λιμένων.
- Των ατύπως διαμορφωμένων, στο πλαίσιο της εκτός σχεδίου δόμησης, τουριστικών και οικιστικών περιοχών. Ως ατύπως διαμορφωμένες τουριστικές και οικιστικές περιοχές για την εφαρμογή του παρόντος νοούνται οι περιοχές που περιλαμβάνουν 5 τουλάχιστον δομημένες ιδιοκτησίες με χρήση τουριστική ή κατοικία, οι οποίες ανά δύο βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 100 μέτρων, και συνολική δυναμικότητα 150 κλίνες τουλάχιστον. Για τον υπολογισμό της δυναμικότητας κάθε δομημένη ιδιοκτησία με χρήση κατοικίας θεωρείται ισοδύναμη με 4 κλίνες ανεξαρτήτως εμβαδού.
- Των ακτών κολύμβησης που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- Των τμημάτων των λατομικών περιοχών και μεταλλευτικών και εξορυκτικών ζωνών που λειτουργούν επιφανειακά.
- Άλλων περιοχών ή ζωνών που υπάγονται σήμερα σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, βάσει του οποίου δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων και για όσο χρόνο ισχύουν.

Τα κριτήρια χωροθέτησης που ορίζονται σύμφωνα με τον Χωροταξικό σχεδιασμό για τις ΑΠΕ αφορούν τις κύριες εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα. Οι όροι χωροθέτησης των συνοδευτικών έργων πρέπει να καθορίζονται, κατά περίπτωση, στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, σύμφωνα με τα γενικά κριτήρια της νομοθεσίας και τους τυχόν ειδικούς κανονισμούς και πρότυπα που έχουν θεσμοθετηθεί για ορισμένες κατηγορίες των συνοδευτικών έργων (πχ. Γραμμές μεταφοράς ΥΤ).

Οι εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο πρέπει να τηρούν τις ελάχιστες αποστάσεις από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής. Με βάση την κείμενη νομοθεσία δημιουργούμε τις ζώνες αποκλεισμού και ορίζουμε τους παρακάτω περιορισμούς:

Περιοχές Natura 2000: Οι προτεινόμενες εκτάσεις θα πρέπει να βρίσκονται τουλάχιστον 200 μ. μακριά από τις προστατευόμενες περιοχές Natura. Επομένως δημιουργούμε μια ζώνη 200 μ. από τα όρια των περιοχών Natura συμπεριλαμβάνοντας και την ίδια την περιοχή.

Περιοχές ΖΕΠ: Οι προτεινόμενες εκτάσεις θα πρέπει να βρίσκονται τουλάχιστον 200 μ. μακριά από τις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ). Επομένως δημιουργούμε μια ζώνη 200 μ. από τα όρια των περιοχών ΖΕΠ συμπεριλαμβάνοντας και την ίδια την περιοχή.

Χώροι Παγκόσμιας Κληρονομιάς: Οι εκτάσεις πρέπει να βρίσκονται τουλάχιστον 3 χλμ μακριά από αυτούς, σύμφωνα με την υφιστάμενη Νομοθεσία. Δημιουργούμε έτσι μια ζώνη 3 χλμ από τα όρια των περιοχών Παγκόσμιας Κληρονομιάς (μνημεία UNESCO) συμπεριλαμβάνοντας και την ίδια την περιοχή.

Λοιποί Αρχαιολογικοί Χώροι και αρχαιολογικά μνημεία: Οι εκτάσεις πρέπει να βρίσκονται τουλάχιστον 500 μ. μακριά από τους αρχαιολογικούς χώρους και μνημεία. Δημιουργούμε μια ζώνη προστασίας 500 μ. από τα όρια, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές.

Οριοθετημένοι οικισμοί: Κατηγοριοποιούμε τους οικισμούς βάσει του πληθυσμού τους. Σύμφωνα με το υφιστάμενο νομοθετικό πλαίσιο, για οικισμούς όπου ο πληθυσμός τους υπερβαίνει τα 10000 άτομα η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων

παραγωγής ενέργειας από βιομάζα οριοθετείται σε απόσταση άνω των 1000 μ.. Για πληθυσμούς μεταξύ 2000 μέχρι 1000 ατόμων 700 μ. και για οικισμούς με πληθυσμό μικρότερο των 2000 ατόμων, η ελάχιστη απόσταση οριοθέτησης είναι τα 500 μ. από τα όρια.

Μη οριοθετημένοι οικισμοί: Δημιουργούμε μια ζώνη 500 μ. γύρω από τους οικισμούς. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούμε μια ζώνη προστασίας 500 μ. από τα όρια των οικισμών, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές.

Παραδοσιακοί οικισμοί: Δημιουργούμε μια ζώνη 1500 μέτρα γύρω από τους παραδοσιακούς οικισμούς. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούμε μια ζώνη προστασίας 1500 μ. από τα όρια των παραδοσιακών οικισμών, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές.

Εθνικοί Δρυμοί: Δημιουργούμε μία ζώνη προστασίας 200 μέτρων από τα όρια, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούμε μια ζώνη προστασίας 200 μ. από τα όρια των εθνικών δρυμών, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές.

Αισθητικά Δάση: Δημιουργούμε μία ζώνη προστασίας 200 μέτρων από τα όρια, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούμε μια ζώνη προστασίας 200 μ. από τα όρια των αισθητικών δασών, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές.

Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου: Δημιουργούμε μία ζώνη προστασίας 500 μέτρων από τα όρια, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούμε μια ζώνη προστασίας 500 μ. από τα όρια των ΖΟΕ, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές.

Λατομεία & εξορυκτικές περιοχές: Δημιουργούμε μία ζώνη προστασίας 500 μέτρων από τα όρια, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές σύμφωνα με την νομοθεσία

Ακτές κολύμβησης: Δημιουργούμε μία ζώνη προστασίας 1000 μέτρων από τα όρια, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές

Ιερές Μονές: Δημιουργούμε μία ζώνη προστασίας 500 μέτρων από τα όρια, που περιλαμβάνει και τις ίδιες τις περιοχές σύμφωνα με την νομοθεσία.

Σιδηροδρομικό δίκτυο: Δημιουργούμε μία ζώνη προστασίας 10 μ. η οποία αντιπροσωπεύει το πλάτος της σιδηροδρομικής γραμμής.

Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας: Δημιουργούμε μία ζώνη η οποία δεν θα περιλαμβάνει τις εγκαταστάσεις ή τις δραστηριότητες της αεροπλοΐας διότι δεν αναφέρεται κάποια ελάχιστη απόσταση στην νομοθεσία.

Λιμενικές εγκαταστάσεις: Δημιουργούμε μία ζώνη η οποία δεν θα περιλαμβάνει τις λιμενικές εγκαταστάσεις διότι δεν αναφέρεται κάποια ελάχιστη απόσταση στην νομοθεσία.

#### 6.5. ΖΩΝΕΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ

Σύμφωνα με το ΕΠΧΣΑΑ- ΑΠΕ επιδιώκεται κατά περίπτωση η αναγνώριση περιοχών που παρίστανται ως καταρχήν κατάλληλες για την εγκατάσταση παραγωγής ενέργειας από βιομάζα με βασικό κριτήριο τη διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων. Σύμφωνα με τα παραπάνω έχουμε:

Οι προνομιακές περιοχές χωροθέτησης εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα ή βιοαέριο, θεωρούνται ενδεικτικά οι χώροι που ευρίσκονται πλησίον γεωργικών εκμεταλλεύσεων παραγωγής της πρώτης ύλης, ΧΥΤΑ, εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων, μεγάλων κτηνοτροφικών ή πτηνοτροφικών μονάδων, μονάδων παραγωγής χαρτοπολτού, μονάδων παραγωγής χυμών και τοματοπολτού, πάσης φύσεως γεωργικών ή κτηνοτροφικών βιομηχανιών, ζωοτροφών κλπ.

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας χωροθέτησης είναι η παρουσία δικτύου ηλεκτροδότησης για τη διοχέτευση της παραγόμενης ισχύος. Για να δημιουργήσουμε μια ζώνη καταλληλότητας γύρω από το δίκτυο ηλεκτροδότησης, ορίζουμε μια μέγιστη απόσταση από τα όρια του δικτύου στα 3 χλμ για το δίκτυο υψηλής τάσης και 2 χλμ για το δίκτυο μέσης τάσης. Η απόσταση αυτή ορίζεται θεωρώντας ότι οποιαδήποτε δραστηριότητα πέρα από αυτό το όριο θεωρείται οικονομικά ασύμφορη γιατί θα χρειαστεί κατασκευή δρόμων και τοποθέτηση στύλων της ΔΕΗ. Από την ανάλυση της βιβλιογραφίας προέκυψε ότι για κάθε μέτρο μακριά από το δίκτυο της τάσης στοιχίζει 100 ευρώ περίπου. Επίσης σε επικοινωνία με την ΔΕΣΜΗΕ η μέγιστη

απόσταση μπορεί να φτάσει και τα 5 χλμ αλλά έχουμε σημαντικές απώλειες ενέργειας.

Άλλη μία ζώνη καταλληλότητας για την χωροθέτηση βιομάζας είναι το κύριο οδικό δίκτυο και το λοιπό. Επομένως δημιουργήσαμε μία ζώνη για το κύριο οδικό δίκτυο από τα 200 μέτρα έως τα 3000 μέτρα και για το λοιπό οδικό δίκτυο μία ζώνη έως 000 μέτρα. Αυτές οι ζώνες θα βοηθήσουν ώστε η προσβασιμότητα στους σταθμούς παραγωγής ενέργειας από βιομάζα να είναι εύκολη και να μην χρειαστεί να ξοδέψουμε σημαντικά ποσά για την προσβασιμότητα στην τελική περιοχή που θα επιλέξουμε.

Τέλος, σύμφωνα με το ΕΠΧΣΑΑ- ΑΠΕ κατάλληλες περιοχές για χωροθέτηση βιομάζας είναι οι ΒΕΠΕ εφόσον είναι εντός οριοθετημένης ζώνης.

## 6.6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### ΓΣΠ

Η εφαρμογή των κριτηρίων για την χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα στην περιφέρεια Θεσσαλίας, με στόχο την γρηγορότερη και ευκολότερη ανεύρεσή τους, πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό πρόγραμμα της ESRI, ArcGIS 10. Μέσω της δημιουργίας ενός μοντέλου στην εργαλειοθήκη του προγράμματος, στο οποίο μπόρεσε να εισαχθεί όλη η υπάρχουσα Νομοθεσία για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα αλλά και τα κριτήρια βιωσιμότητας και καταλληλότητας που δόθηκαν από την ομάδα εργασίας, έγινε εφικτή η αναζήτηση και η ανεύρεση όλων των κατάλληλων περιοχών σε υπερβολικά μικρό χρονικό διάστημα σε σχέση με την εφαρμογή οποιασδήποτε άλλης μεθόδου.

Η λογική που εφαρμόστηκε στην μέθοδο ανεύρεσης των περιοχών εγκατάστασης ήταν η αναζήτηση, αρχικά, όλων εκείνων των περιοχών που κρίνονται κατάλληλες, είτε απομονώνοντας τις περιοχές οι οποίες σύμφωνα με την Νομοθεσία έπρεπε να αποκλειστούν, είτε αναδεικνύοντας εκείνες που στο εσωτερικό τους και μόνο μπορούσε να γίνει η οποιαδήποτε χωροθέτηση. Εν συνεχεία, βρέθηκε η τομή όλων αυτών των περιοχών με αποτέλεσμα την ανάδειξη των κατάλληλων περιοχών στις οποίες εφαρμόζονταν όλα τα κριτήρια. Σε αυτήν, λοιπόν, την ενότητα θα αναλυθεί ο



τρόπος χρησιμοποίησης του λογισμικού προγράμματος ArcGIS με στόχο την εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης.

Στο μοντέλο που δημιουργήθηκε, εν συντομία, εισήχθησαν όλα τα παρακάτω κριτήρια, που καθένα από αυτά επεξεργάστηκε ξεχωριστά:

1. Εθνικοί δρυμοί
2. Αισθητικά δάση
3. Δίκτυο Natura 2000
4. Ακτές κολύμβησης
5. Ζώνες ειδικής προστασίας
6. Χώροι παγκόσμιας κληρονομιάς Unesco
7. Λοιποί αρχαιολογικοί χώροι
8. Αρχαιολογικά μνημεία
9. Οριοθετημένοι οικισμοί
10. Μη οριοθετημένοι οικισμοί
11. Παραδοσιακοί οικισμοί
12. Ιερές μονές
13. Οδικό δίκτυο
14. Σιδηροδρομικό δίκτυο
15. Δίκτυο τάσης της ΔΕΗ
16. Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας
17. Λιμενικές εγκαταστάσεις και δραστηριότητες
18. Λατομικές και εξορυκτικές ζώνες
19. Ζώνες οικιστικού έλεγχου
20. Περιοχή μελέτης

Στην συνέχεια αφού είχαμε δημιουργήσει την γεωβάση με όλα τα παραπάνω δεδομένα άρχισε η επεξεργασία τους. Έτσι ανάλογα με το κάθε κριτήριο κάθε φορά δημιουργήσαμε και την ζώνη καταλληλότητας ή αποκλεισμού. Για να μπορέσει να γίνει περισσότερο κατανοητή η διαδικασία κάτω από την οποία λειτουργεί το πρόγραμμα ανεύρεσης των κατάλληλων περιοχών εγκατάστασης σταθμών παραγωγής από βιομάζα κρίθηκε σκόπιμο να αναφερθεί περιληπτικά ο τρόπος επεξεργασίας κάθε κριτηρίου, που αναφέρονται παραπάνω, ξεχωριστά και σε περιβάλλον ArcGIS.

Στο σημείο αυτό, για να γίνει πιο εύκολο κατανοητό ο τρόπος που λειτουργεί το μοντέλο θα αναφέρουμε περιληπτικά ποιες εντολές χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του μοντέλου αλλά και ποια είναι ακριβώς η χρήση της κάθε εντολής, δηλαδή τι κάνει η κάθε εντολή:

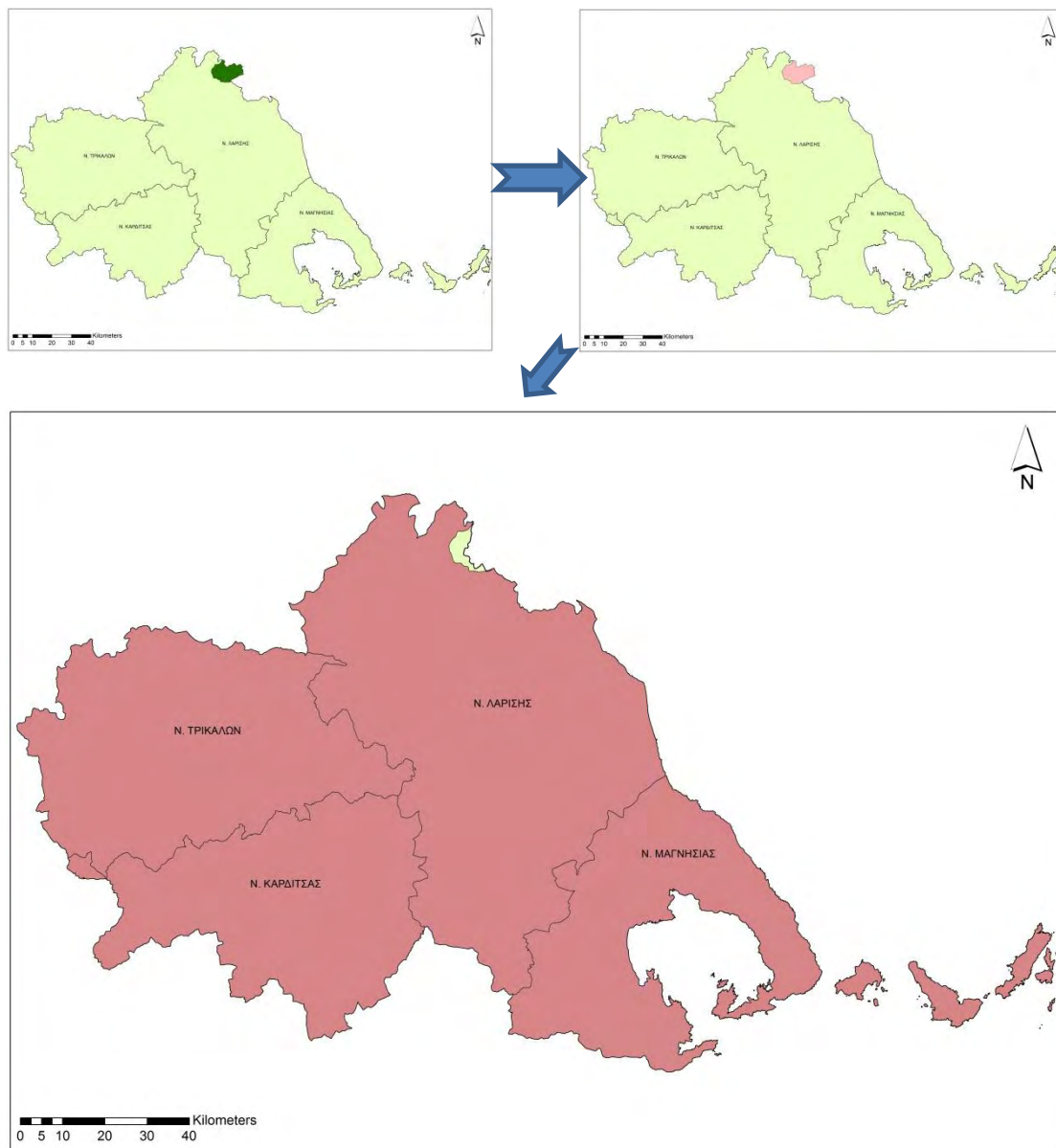
1. **Select:** Η εντολή αυτή επιλέγει τις εγγραφές από ένα αρχείο ανάλογα κάθε φορά με το τι ζητάμε.
2. **Buffer:** Η εντολή αυτή δημιουργεί ζώνες επιρροής γύρω από πολυγωνικά, σημειακά και γραμμικά δεδομένα.
3. **Merge:** Η εντολή αυτή είναι δύο ή περισσότερα αρχεία σε ένα ενιαίο ώστε να μπορούμε να το επεξεργαστούμε καλύτερα.
4. **Erase:** Η εντολή αυτή διαγράφει μία περιοχή η οποία πρέπει να αφαιρεθεί μέσα από μία άλλη.
5. **Intersect:** Η εντολή αυτή βρίσκει την κοινή περιοχή από δύο ή και περισσότερα δεδομένα.
6. **Dissolve:** Η εντολή αυτή αφαιρεί τις γραμμές είτε αυτές βρίσκονται εντός μία ενιαίας περιοχής είτε αυτές βρίσκονται μεταξύ γειτονικών περιοχών.
7. **Multipart to singlepart:** Η εντολή αυτή διαχωρίζει περιοχές που αναγνωρίζονται σαν μία, ενώ είναι διαφορετικές και απομονωμένες, σε ξεχωριστές.

#### 6.6.1. ΣΤΑΔΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω με την δημιουργία του μοντέλου σε περιβάλλον ΓΣΠ απλοποιούμε την διαδικασία εύρεσης των κατάλληλων περιοχών εγκατάστασης σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Για να μπορέσει όμως να γίνει περισσότερο κατανοητή η όλη διαδικασία θα αναφέρουμε παρακάτω το κάθε κριτήριο ξεχωριστά αλλά και ο τρόπος που επεξεργαστήκαμε το καθένα ξεχωριστά μέχρι να καταλήξουμε στις τελικές περιοχές χωροθέτησης.

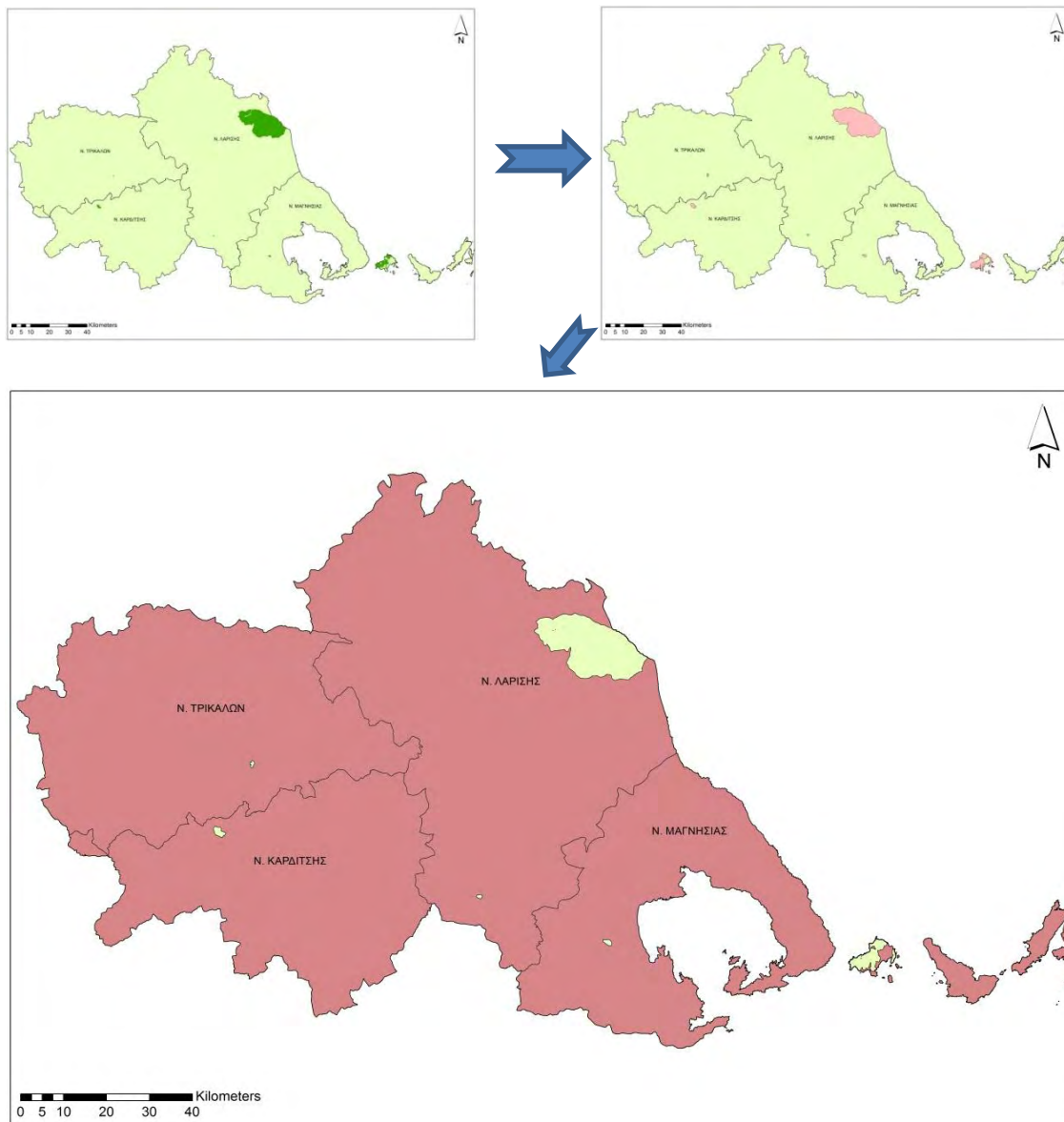
### 6.6.1.1. ΕΘΝΙΚΟΙ ΔΡΥΜΟΙ

Δημιουργήθηκε μία ζώνη 200 μέτρων γύρω από τους εθνικούς δρυμούς, με την βοήθεια της εντολής Buffer. Εν συνεχεία, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από τους εθνικούς δρυμούς.



### 6.6.1.2. ΑΙΣΘΗΤΙΚΑ ΔΑΣΗ

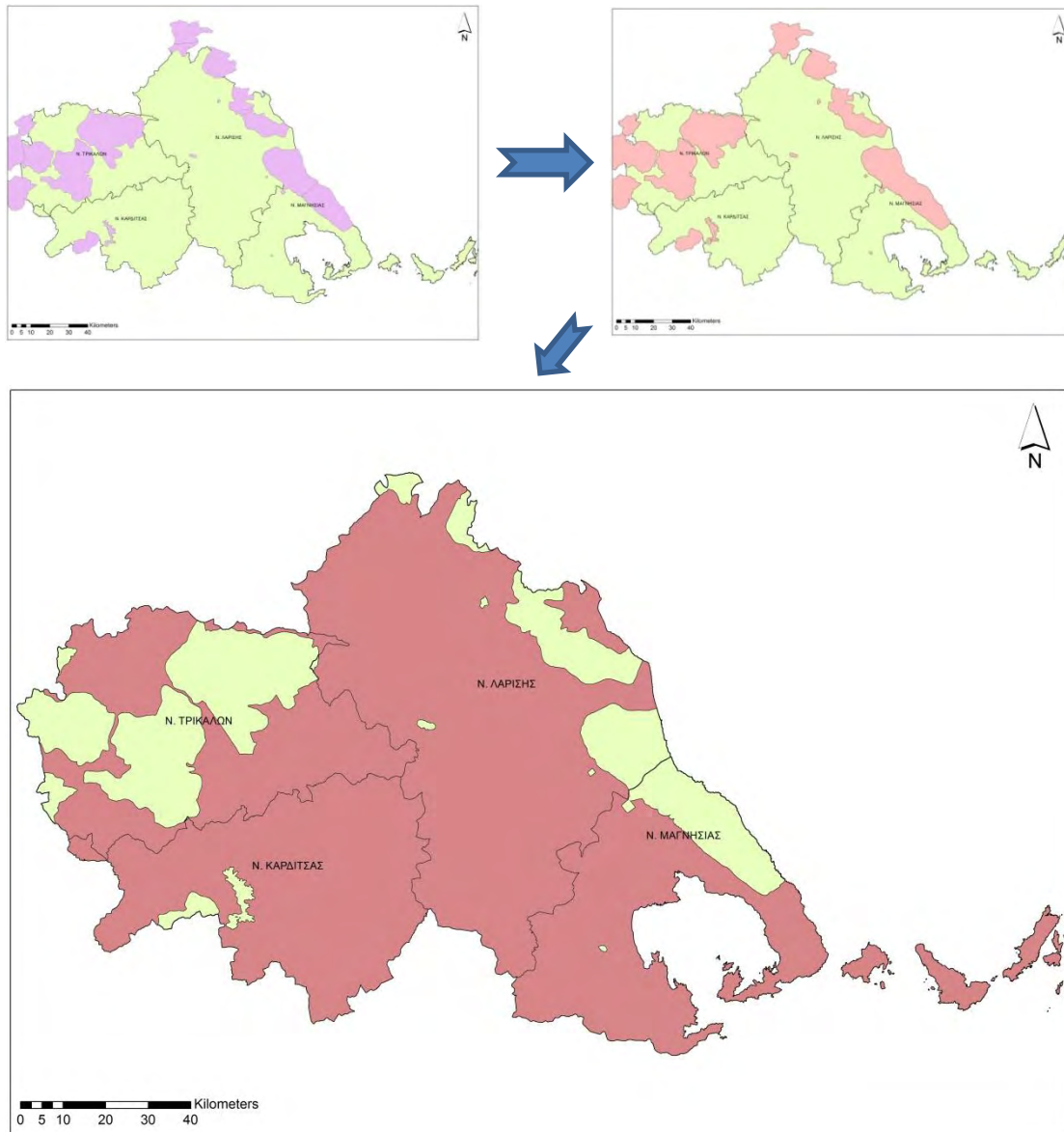
Δημιουργήθηκε μία ζώνη 200 μέτρων γύρω από τα αισθητικά δάση, με την βοήθεια της εντολής Buffer. Εν συνεχεία, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από τα αισθητικά δάση.



### 6.6.1.3. ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000

Δημιουργήθηκε μία ζώνη 200 μέτρων γύρω από τις περιοχές, με την βοήθεια της εντολής Buffer, στην οποία περιλαμβάνονται και οι ίδιες οι περιοχές του δικτύου

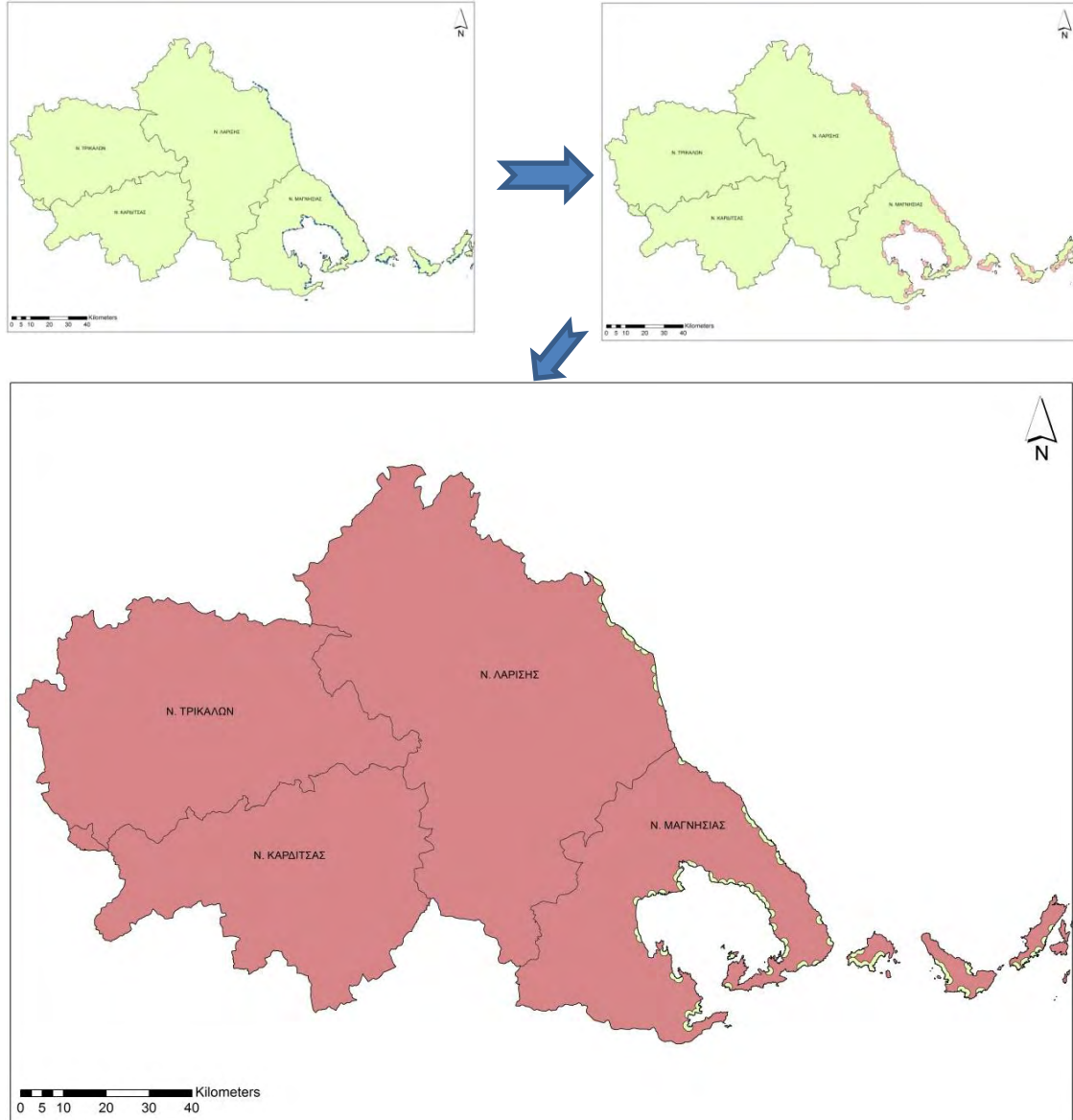
Natura 2000. Εν συνεχεία, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από τις περιοχές Natura 2000.



#### 6.6.1.4. ΑΚΤΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ

Δημιουργήθηκε μία ζώνη 1000 μέτρων γύρω από τους ακτές κολύμβησης, που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., με την βοήθεια της εντολής Buffer. Εν συνεχεία, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής

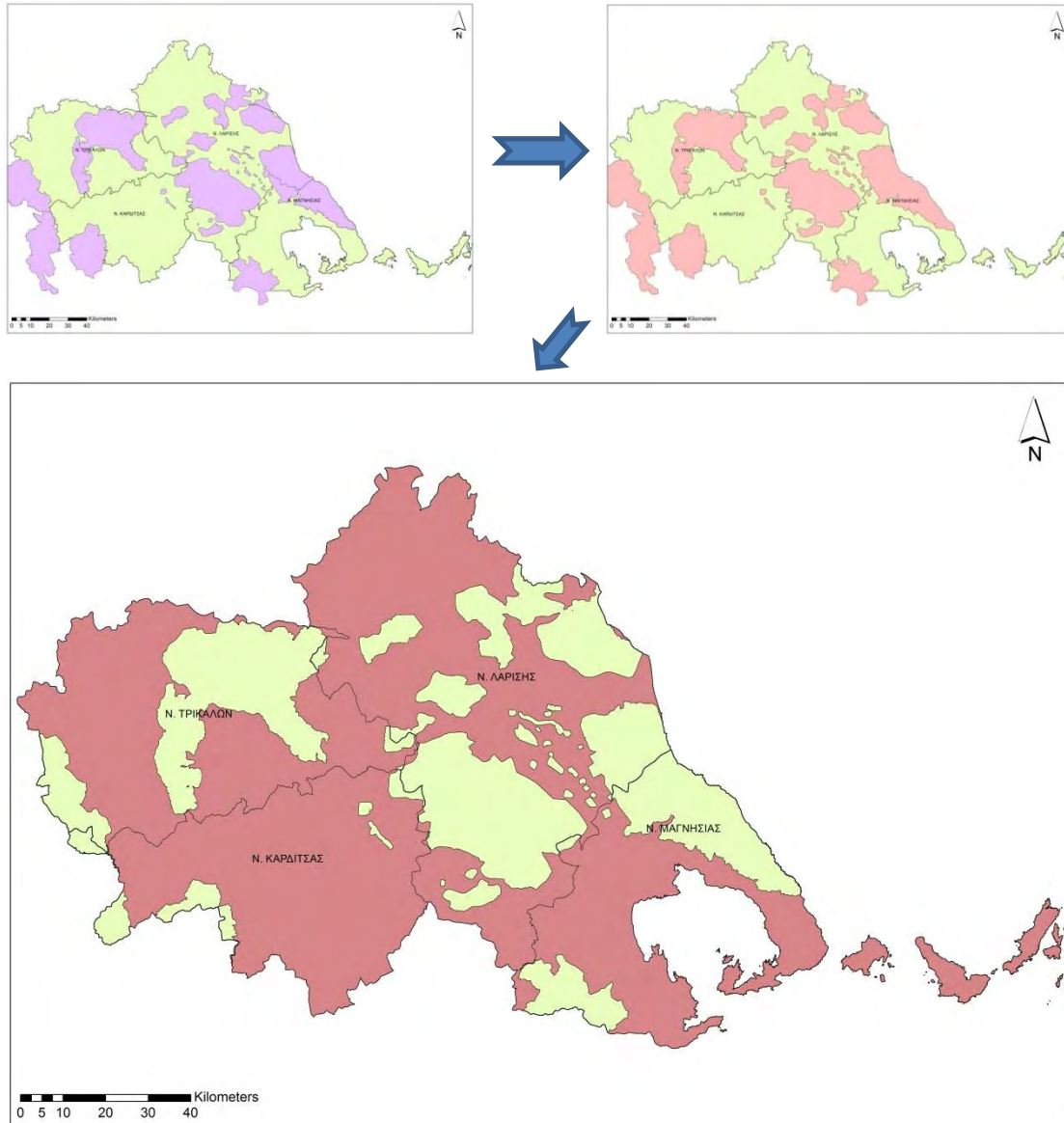
μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από τους ακτές κολύμβησης.



#### 6.6.1.5. ΖΩΝΗ ΕΙΔΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΟΡΝΙΘΟΠΙΑΝΙΑΔΑΣ

Δημιουργήθηκε μία ζώνη 200 μέτρων γύρω από τις περιοχές, με την βοήθεια της εντολής Buffer, στην οποία περιλαμβάνονται και οι ίδιες οι περιοχές του. Εν συνέχεια, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από τις Ζώνες Ειδικής Προστασίας.

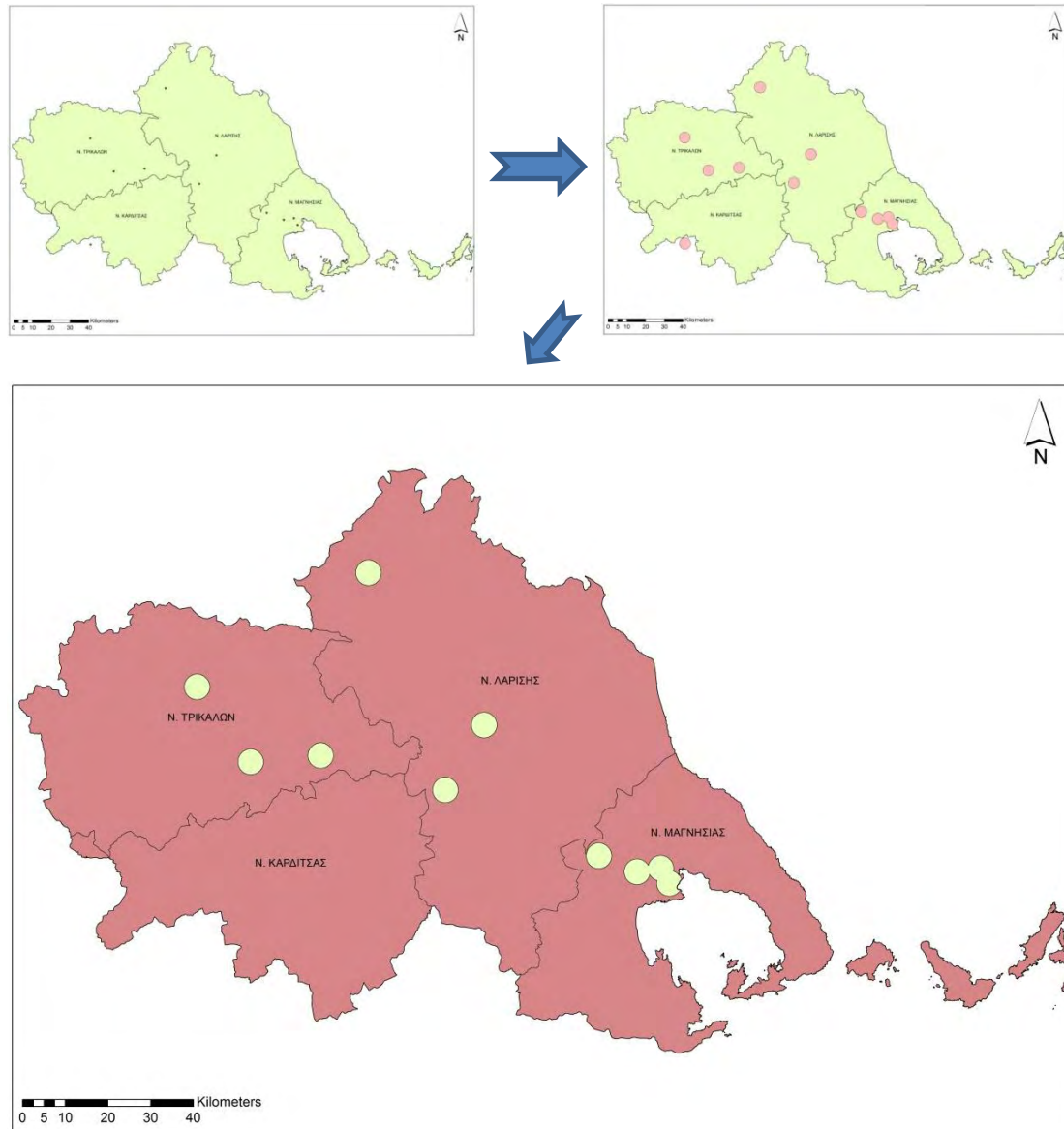




#### 6.6.1.6. ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ UNESCO

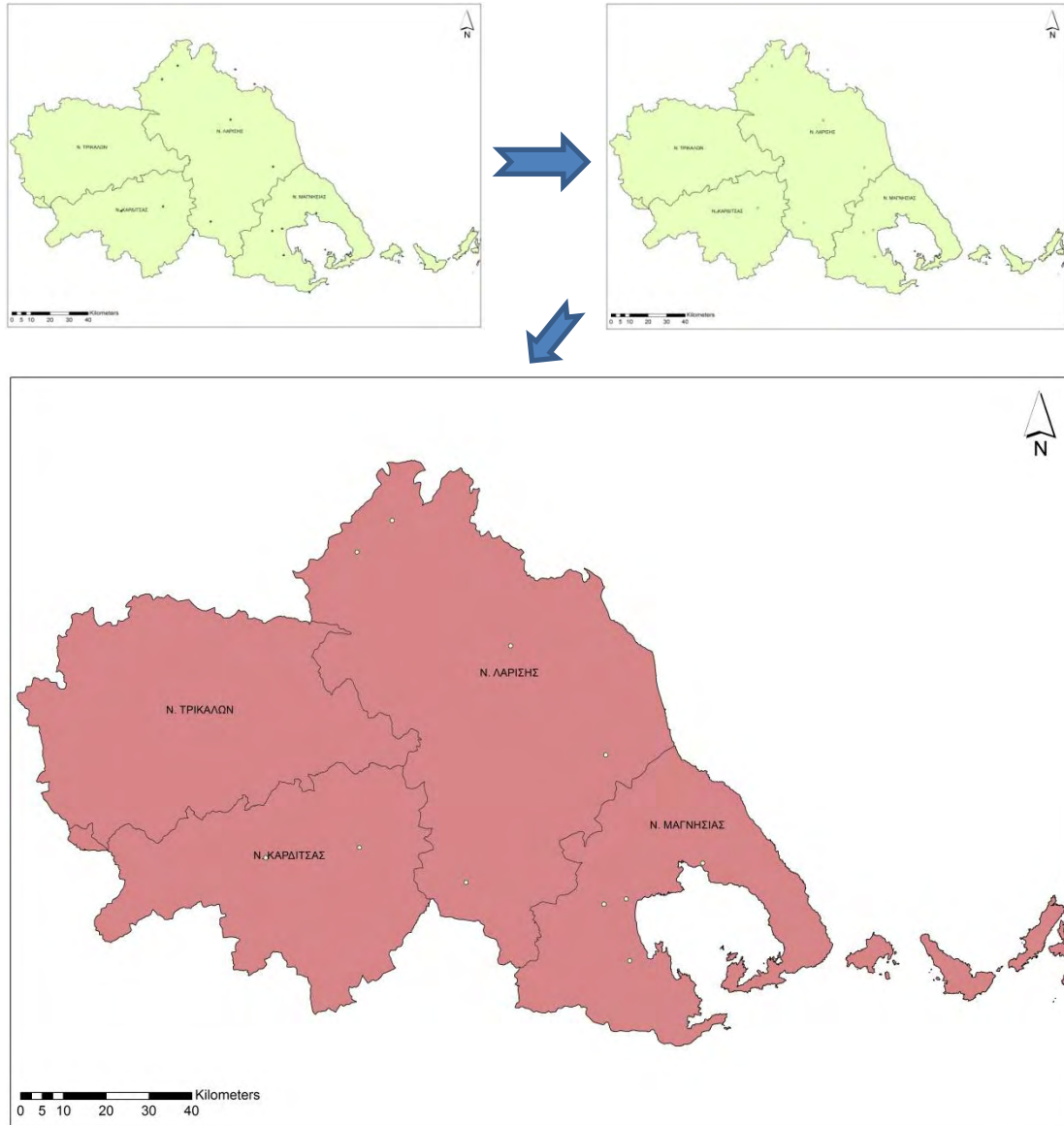
Δημιουργήθηκε μία ζώνη 3000 μέτρων γύρω από τους αρχαιολογικούς χώρους παγκόσμιας κληρονομιάς, με την βοήθεια της εντολής Buffer. Εν συνεχεία, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από αρχαιολογικούς χώρους παγκόσμιας σημασίας.





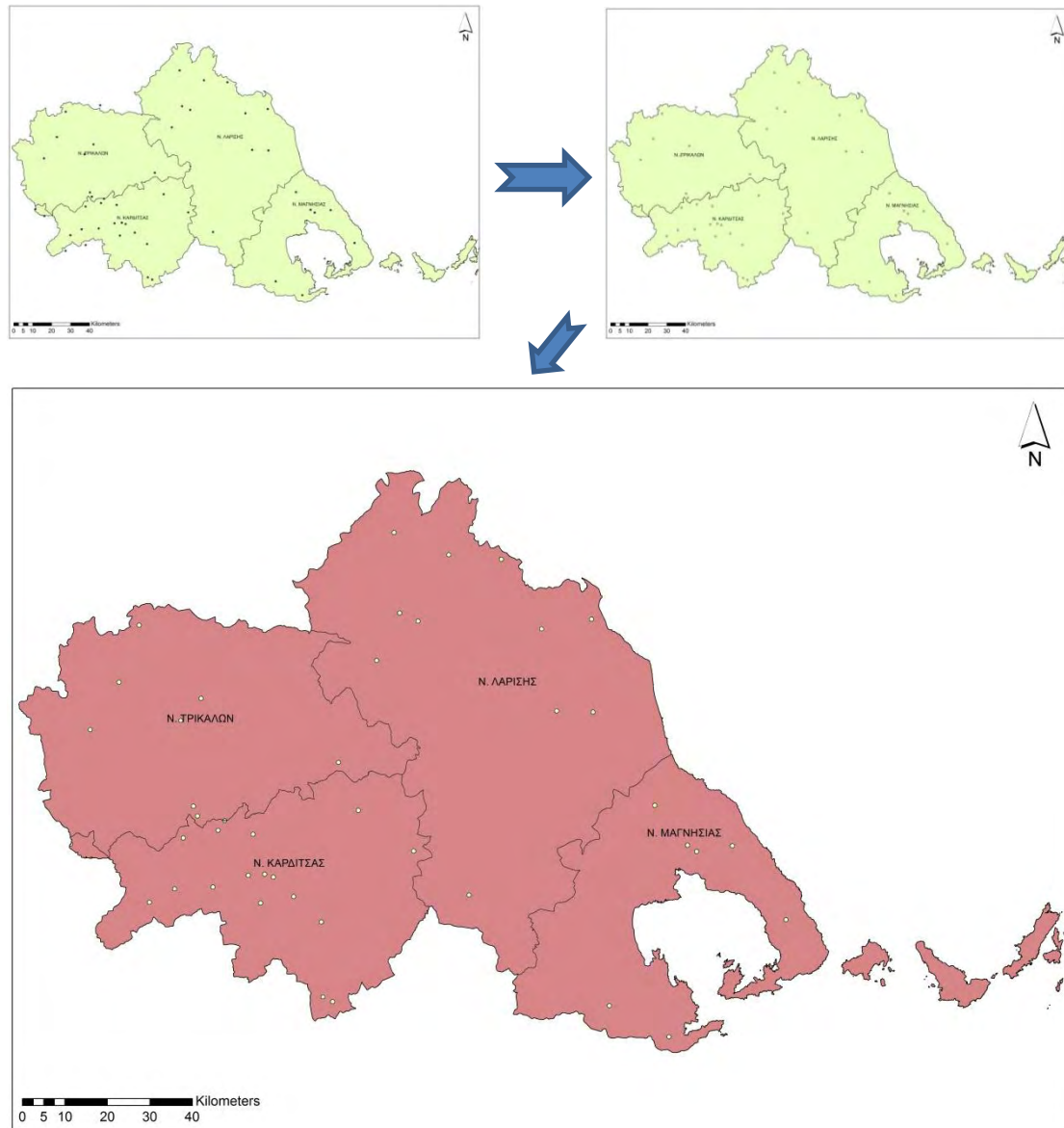
#### 6.6.1.7. ΛΟΙΠΟΙ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ

Δημιουργήθηκε μία ζώνη 500 μέτρων γύρω από τους υπόλοιπους αρχαιολογικούς χώρους, με την βοήθεια της εντολής Buffer. Εν συνεχεία, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από αρχαιολογικούς χώρους.



#### 6.6.1.8. ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΑ ΜΝΗΜΕΙΑ

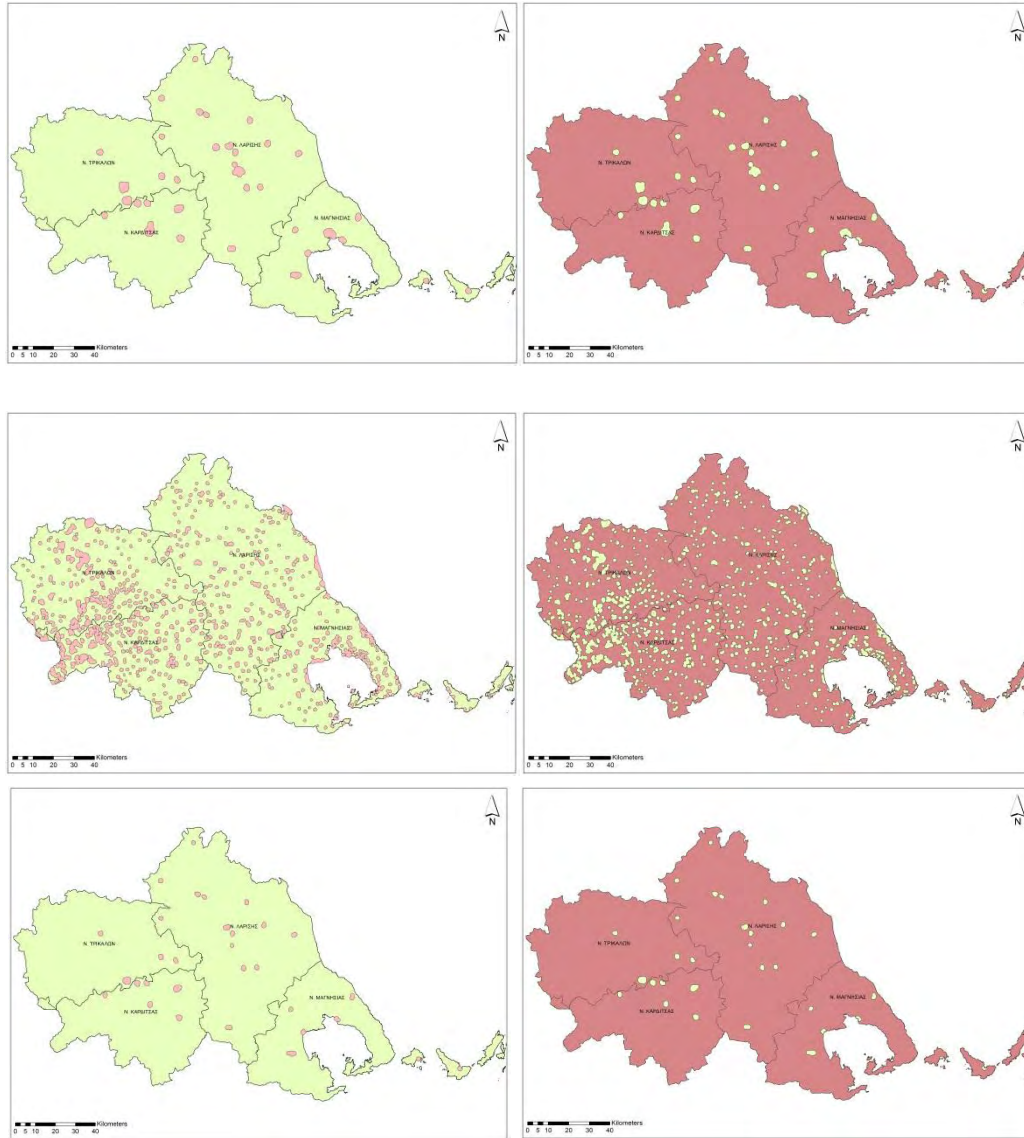
Δημιουργήθηκε μία ζώνη 500 μέτρων γύρω από τα αρχαιολογικά μνημεία, με την βοήθεια της εντολής Buffer. Εν συνεχεία, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από αρχαιολογικά μνημεία.



#### 6.6.1.9. ΟΡΙΟΘΕΤΗΜΕΝΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ

Αρχικά, από το layer των οριοθετημένων οικισμών επιλέγονται οι οικισμοί, οι οποίοι έχουν πληθυσμό κάτω των 2000 κατοίκων, με την βοήθεια της εντολής *Select by an Attribute*, και δημιουργείται μία ζώνη 500 μέτρων περιμετρικά από τα όρια τους, με την βοήθεια της εντολής *buffer*. Εν συνεχεία, επιλέγονται οι οικισμοί, οι οποίοι έχουν πληθυσμό μεταξύ 2000 μέχρι 10000 κατοίκων, με την βοήθεια της εντολής *Select by an Attribute*, και δημιουργείται μία ζώνη 700 μέτρων περιμετρικά από τα όρια τους, με την βοήθεια της εντολής *buffer*. Στην συνέχεια από το layer των οριοθετημένων οικισμών επιλέγονται οι οικισμοί που έχουν πληθυσμό πάνω από 10000 κατοίκων, με την βοήθεια της εντολής *Select by an Attribute*, και δημιουργείται μία ζώνη 1000

μέτρων περιμετρικά από τα όρια τους, με την βοήθεια της εντολής buffer. Τέλος, αφαιρούνται οι περιοχές αυτές από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από τους οριοθετημένους οικισμούς.

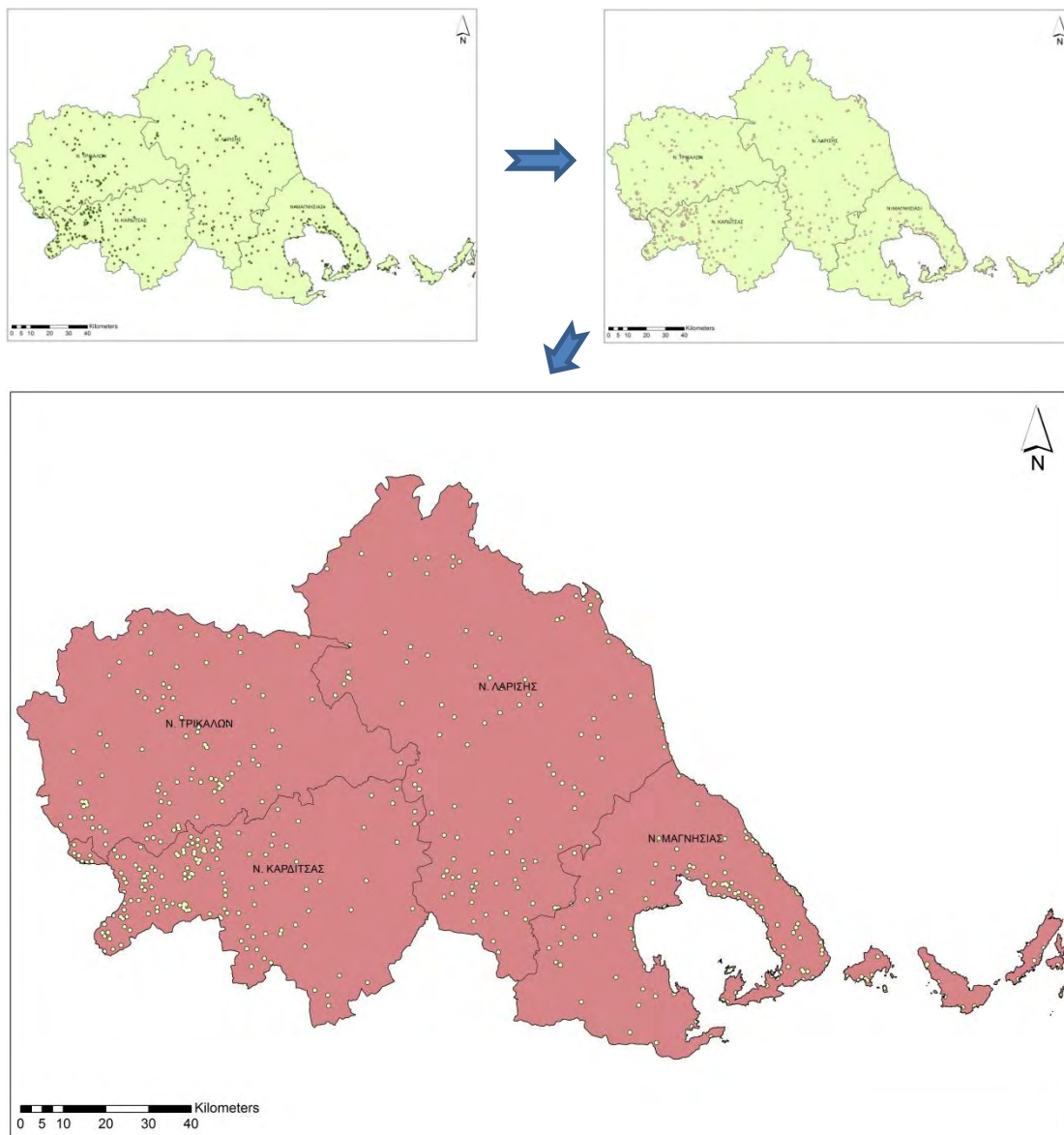


#### 6.6.1.10. ΜΗ ΟΡΙΟΘΕΤΗΜΕΝΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ

Δημιουργήθηκε μία ζώνη 500 μέτρων γύρω από τους μη οριοθετημένους οικισμούς, με την βοήθεια της εντολής Buffer. Εν συνεχεία, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase.

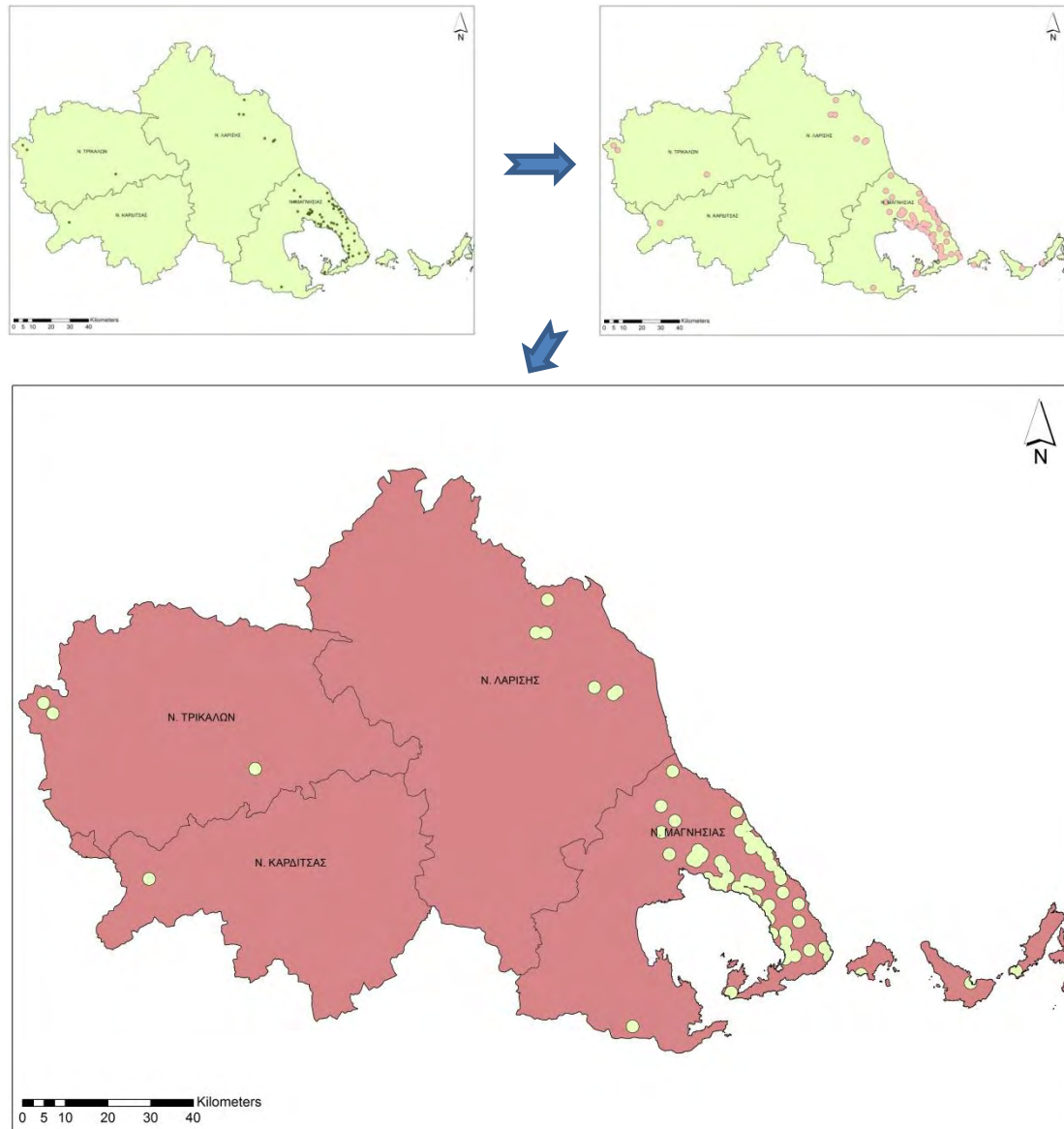


Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από τους μη οριοθετημένους οικισμούς.



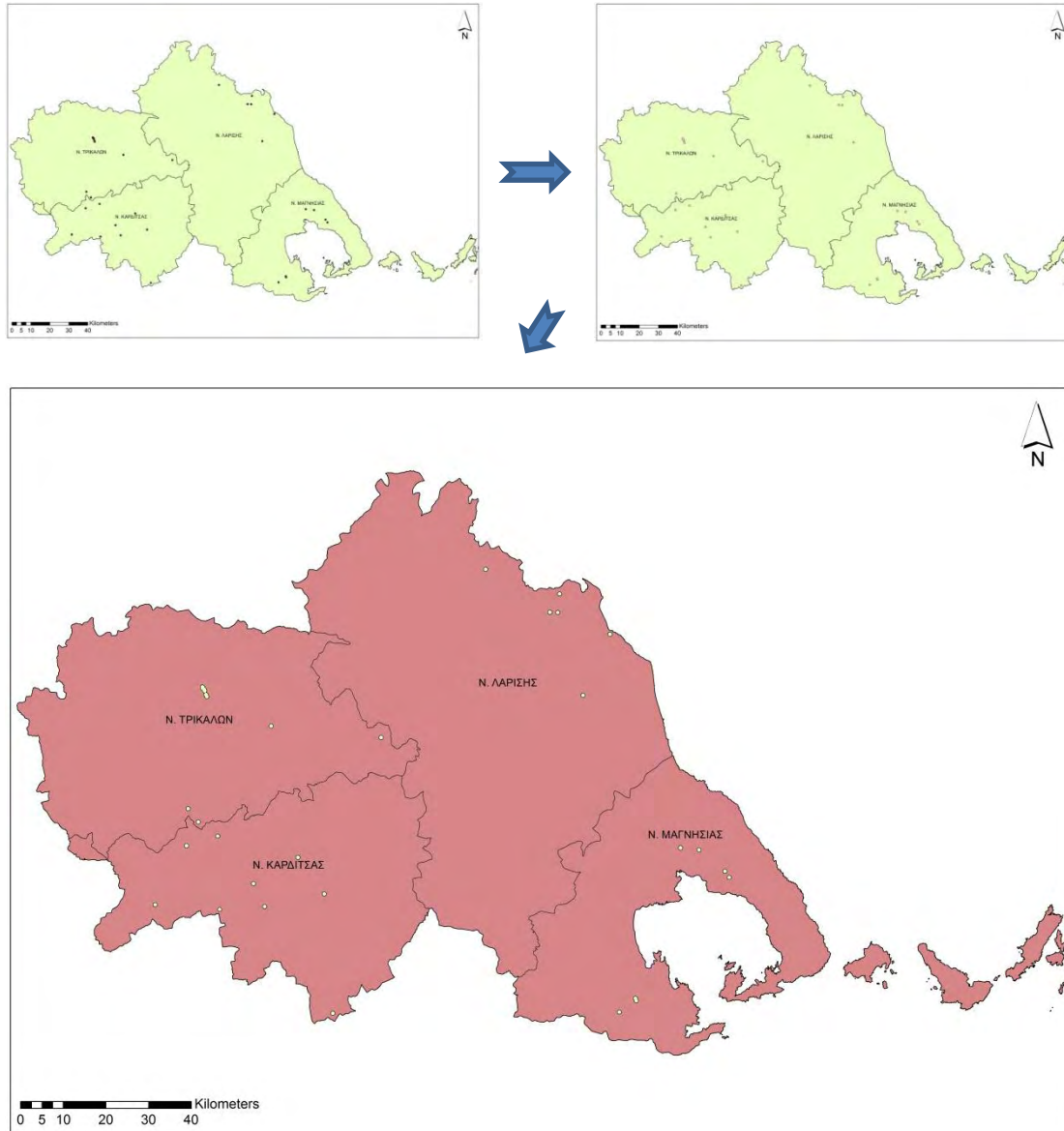
#### 6.6.1.11. ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ

Δημιουργήθηκε μία ζώνη 1500 μέτρων γύρω από τους παραδοσιακούς οικισμούς, με την βοήθεια της εντολής Buffer. Εν συνέχεια, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από τους παραδοσιακούς οικισμούς.



#### 6.6.1.12. ΙΕΡΕΣ ΜΟΝΕΣ

Δημιουργήθηκε μία ζώνη 500 μέτρων γύρω από τις ιερές μονές, με την βοήθεια της εντολής Buffer. Εν συνέχεια, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από ιερές μονές.

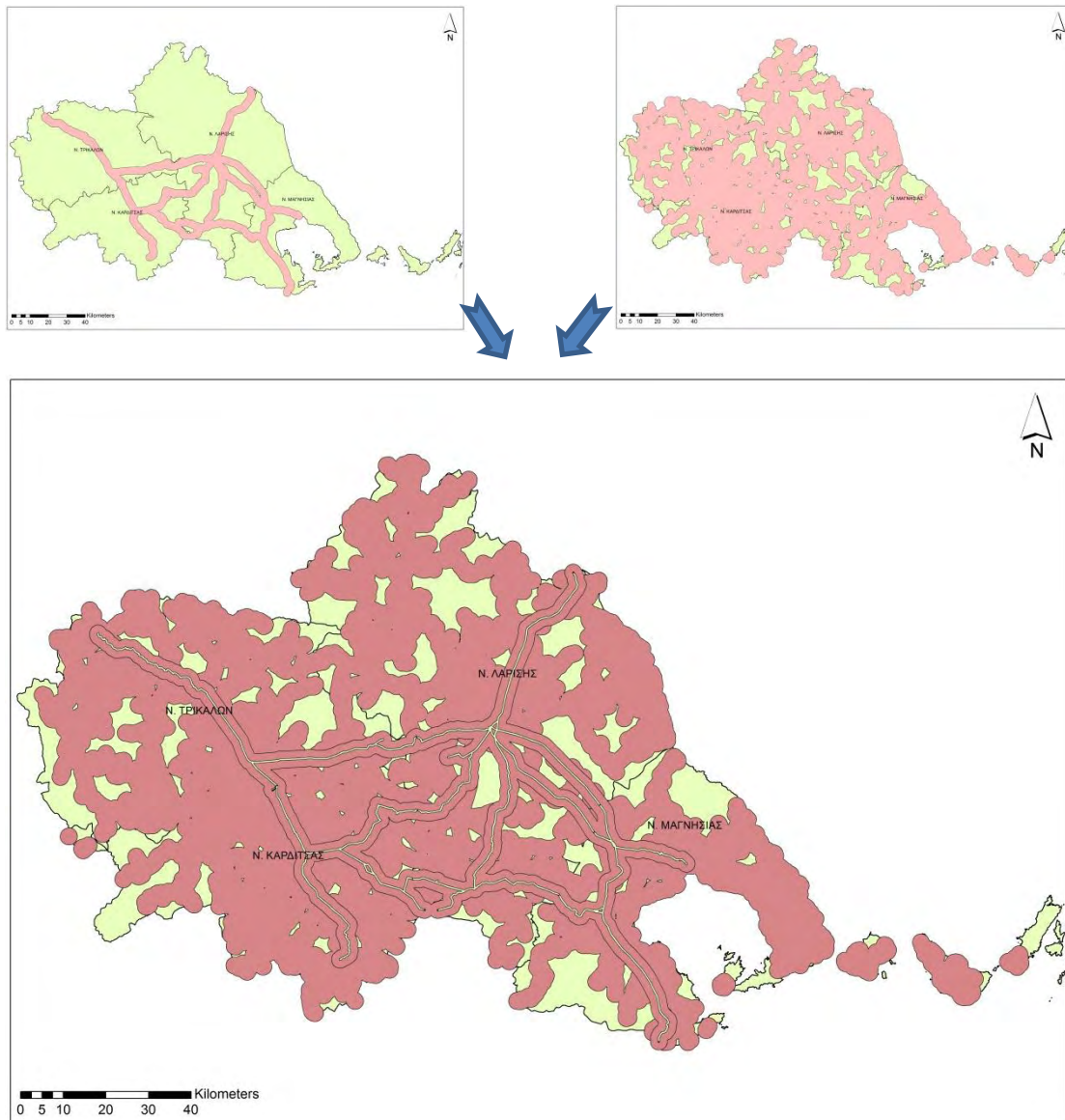


#### 6.6.1.13. ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Σε πρώτη φάση, από το layer οδικού δικτύου επιλέγεται το κύριο οδικό δίκτυο, με την βοήθεια της εντολής *Select by an Attribute*. Στην συνέχεια, δημιουργείται μία ζώνη 2000 μέτρων γύρω από αυτό, με την βοήθεια της εντολής *Buffer*. Σε δεύτερη φάση, επιλέγεται το λοιπό οδικό δίκτυο, με την βοήθεια της εντολής *Select by an Attribute*. Ύστερα, δημιουργείται όπως και παραπάνω μία ζώνη 2000 μέτρων γύρω από αυτό. Στην συνέχεια, με την εντολή *merge* ενώνουμε τις δύο παραπάνω ζώνες ως μία ενιαία. Αλλά επειδή θέλουμε μία απόσταση ασφαλείας από το κύριο οδικό δίκτυο με την εντολή *Intersect* αφαιρούμε την ζώνη των 200 μέτρων και έτσι έχουμε την ζώνη που θέλουμε για το κύριο οδικό δίκτυο. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η



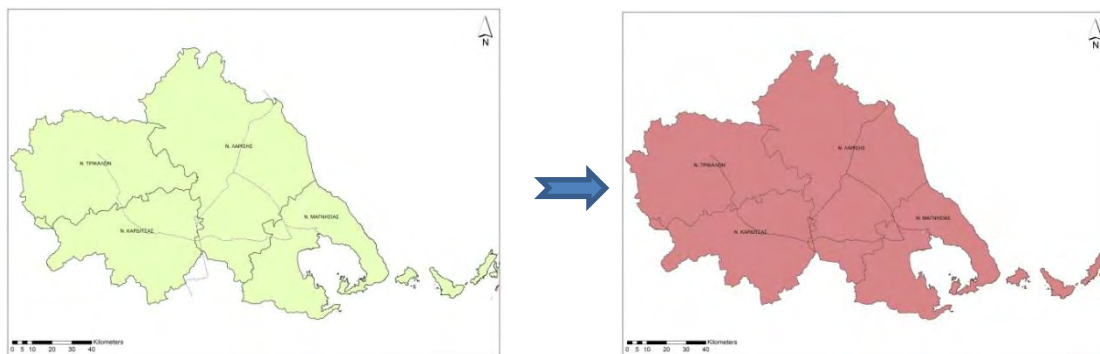
ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από το οδικό δίκτυο.



#### 6.6.1.14. ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

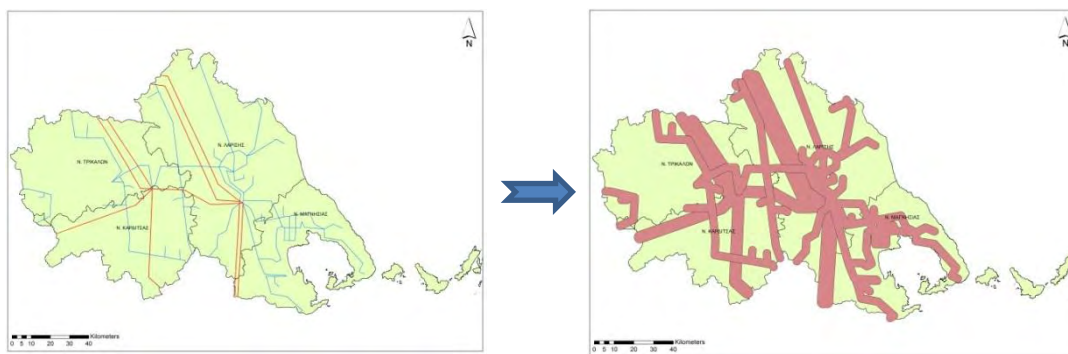
Αν και δεν αναφέρεται ρητά κάποια απόσταση από το σιδηροδρομικό δίκτυο, με την εντολή buffer δημιουργούμε μία ζώνη 10 μέτρων ώστε να αντιπροσωπεύει το πλάτος της γραμμής αφού σύμφωνα με τον Οργανισμό Σιδηρόδρομων Ελλάδος (ΟΣΕ) το πλάτος της σιδηροδρομικής γραμμής στην Θεσσαλία είναι 1 μέτρο. Εν συνέχεια, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των

περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από το σιδηροδρομικό δίκτυο.



#### 6.6.1.15. ΔΙΚΤΥΟ ΤΑΣΗΣ

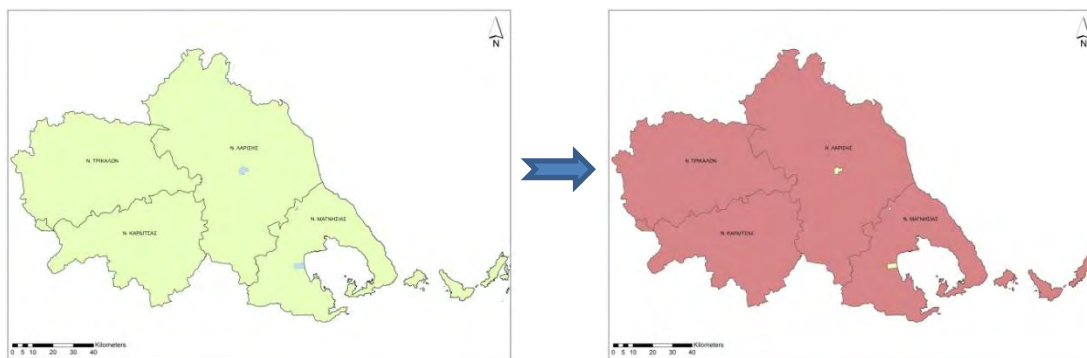
Σε πρώτη φάση, από το layer δίκτυο τάσης επιλέγεται η υψηλή τάση, με την βοήθεια της εντολής Select by an Attribute. Στην συνέχεια, δημιουργείται μία ζώνη 3000 μέτρων γύρω από αυτό, με την βοήθεια της εντολής Buffer. Σε δεύτερη φάση, επιλέγεται η μέση τάση, με την βοήθεια της εντολής Select by an Attribute. Ύστερα, δημιουργείται όπως και παραπάνω μία ζώνη 2000 μέτρων γύρω από αυτό. Στην συνέχεια, με την εντολή merge ενώνουμε τις δύο παραπάνω ζώνες ως μία ενιαία. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από το δίκτυο Υψηλής και Μέσης τάσης της Δ.Ε.Η..



#### 6.6.1.16. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ Ή ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΑΕΡΟΠΛΟΪΑΣ

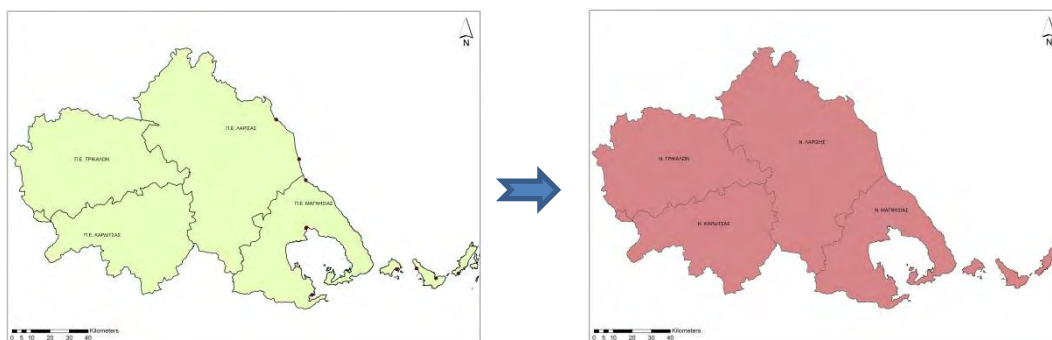
Για τις εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας δεν ορίζεται σε πρώτη φάση κάποια ζώνη γύρω από την περιοχή αυτή διότι δεν αναφέρεται μέσα στο χωροταξικό για τις ΑΠΕ κάποια απόσταση ασφαλείας. Επομένως, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν,

χωρίς να λάβουμε κάποια απόσταση, από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας.



#### 6.6.1.17. ΛΙΜΕΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

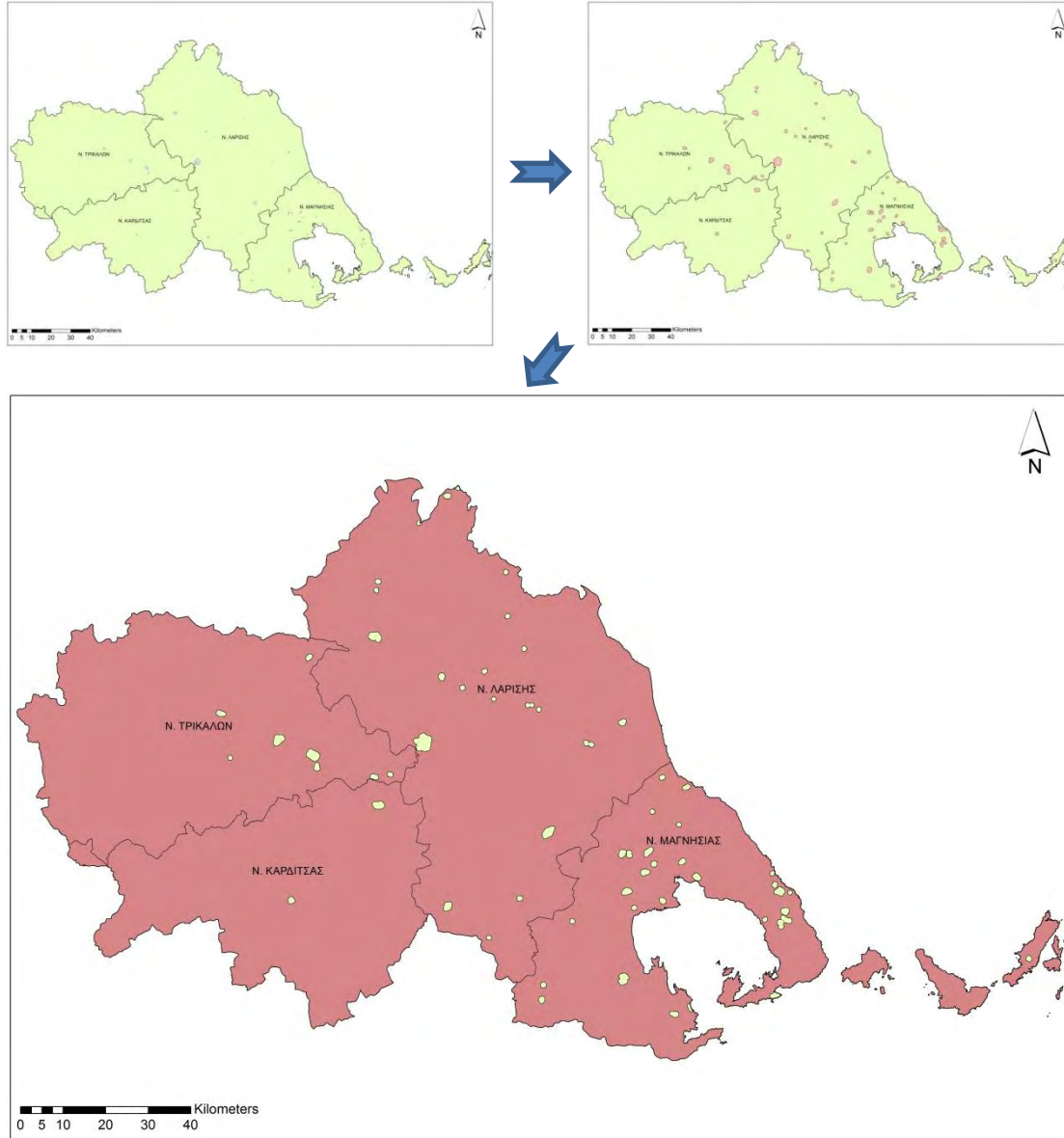
Για τις λιμενικές εγκαταστάσεις και δραστηριότητες δεν ορίζεται σε πρώτη φάση κάποια ζώνη γύρω από την περιοχή αυτή διότι δεν αναφέρεται μέσα στο χωροταξικό για τις ΑΠΕ κάποια απόσταση ασφαλείας. Επομένως, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν, χωρίς να λάβουμε κάποια απόσταση, από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από τις λιμενικές εγκαταστάσεις και δραστηριότητες.



#### 6.6.1.18. ΛΑΤΟΜΙΚΕΣ & ΕΞΟΡΥΚΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Δημιουργήθηκε μία ζώνη 500 μέτρων γύρω από τα λατομεία και τις εξορυκτικές ζώνες που βρίσκονται στην περιοχή μελέτης, με την βοήθεια της εντολής Buffer. Εν συνέχεια, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης

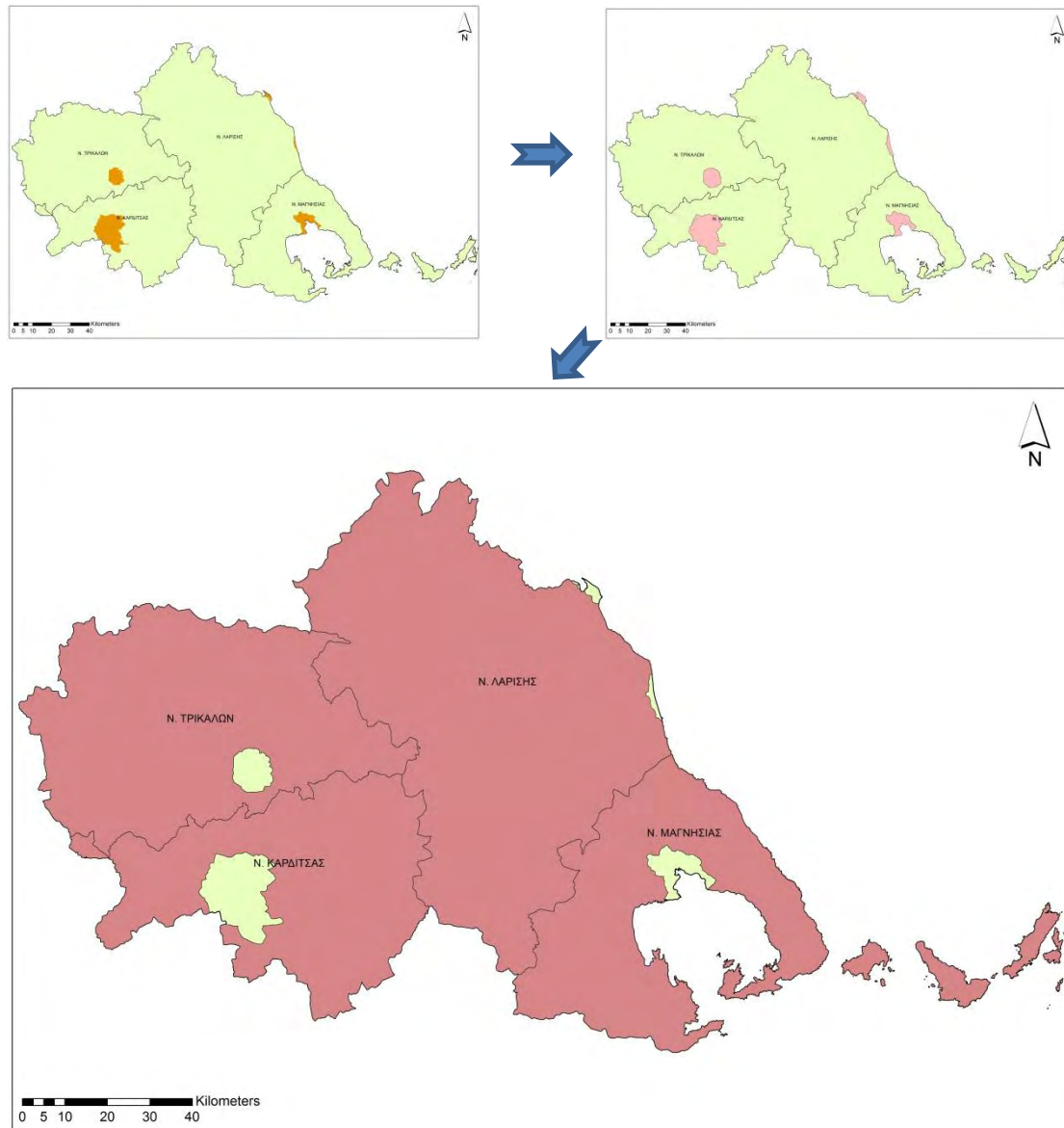
(Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από τα λατομεία και τις εξορυκτικές ζώνες.



#### 6.6.1.19. ΖΩΝΕΣ ΟΙΚΙΣΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Δημιουργήθηκε μία ζώνη 500 μέτρων γύρω από την ζώνη οικιστικού ελέγχου, με την βοήθεια της εντολής Buffer. Εν συνεχεία, οι περιοχές αυτές αφαιρέθηκαν από το layer της περιοχής μελέτης (Θεσσαλία), με την βοήθεια της εντολής erase. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η ανάδειξη των περιοχών εκείνων που πληρούν το κριτήριο της κατάλληλης απόστασης από την ζώνη οικιστικού ελέγχου.

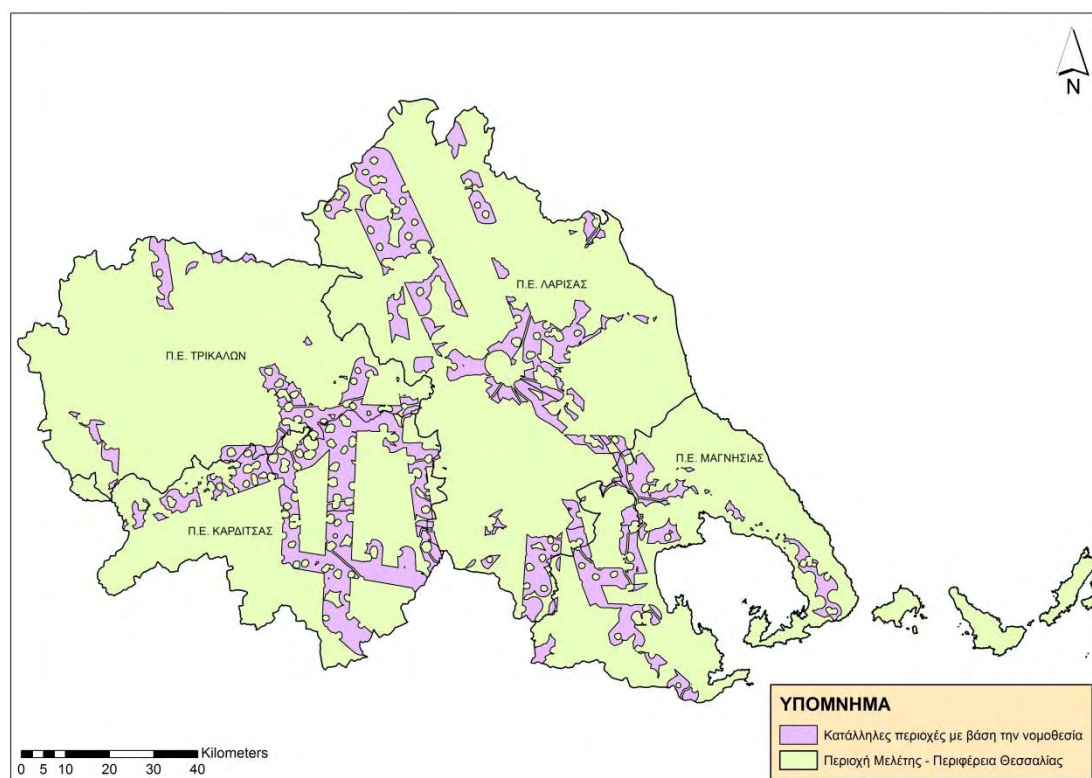




#### 6.6.1.20. ΑΝΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ ΤΕΛΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΠΡΟΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ

Για την ανεύρεση των τελικών περιοχών, που πληρούν όλα τα κριτήρια, που δόθηκαν, πραγματοποιείται η διαδικασία της τομής όλων των περιοχών, οι οποίες βρέθηκαν παραπάνω. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με την βοήθεια της εντολής Intersect. Επειδή, όμως, στις περιοχές που προέκυψαν από την τομή, παρεμβάλλονται γραμμές, ως αποτέλεσμα της τομής πολλών περιοχών, πραγματοποιείται η διαγραφή αυτών, με την βοήθεια της εντολής Dissolve. Εν συνέχεια, χρησιμοποιείται το εργαλείο Multipart to Singlepart για να διαχωριστούν οι περιοχές της τομής, επειδή λόγω της εντολής Dissolve, εμφανίζονται σαν μία εγγραφή.

Με αυτό τον τρόπο αφού τρέξουμε το μοντέλο σε περιβάλλον ΓΣΠ και για το κάθε ένα κριτήριο εκτελεστούν οι κατάλληλες εντολές όπως περιγράψαμε παραπάνω θα δημιουργηθεί ένα επίπεδο πληροφορίας το οποίο θα πληροί όλα τα κριτήρια που αναφέρονται στο Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΕΠΙΧΣΑΑ – ΑΠΕ). Στον χάρτη που ακολουθεί φαίνονται οι περιοχές που είναι κατάλληλες προς χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα στην περιφέρεια Θεσσαλίας όπως προέκυψαν μέσα από την νομοθεσία.



**Χάρτης 6 Κατάλληλες περιοχές προς χωροθέτηση με βάση την νομοθεσία**

Από όλη την παραπάνω ανάλυση που περιγράψαμε ώστε να καταλήξουμε στις τελικές περιοχές που είναι κατάλληλες για χωροθέτηση εντοπίστηκαν 138 περιοχές αφού πρώτα ορίσαμε ότι το ελάχιστη έκταση για να χωροθετηθεί μία μονάδα είναι τα 4 στρέμματα. Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας ) περιγράφουμε πόσα στρέμματα αντιστοιχούν σε κάθε περιφερειακή ενότητα ξεχωριστά και τι ποσοστό από την συνολική έκταση που είναι κατάλληλη για χωροθέτηση. Για την Π.Ε. Καρδίτσας η τελική έκταση που επιτρέπεται η χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα είναι 703.303 στρ. και η έκταση αυτή αντιστοιχεί στο 31% επί της συνολικής έκτασης. Για την Π.Ε. Λάρισας εντοπίστηκαν 872.222 στρ. και η έκταση αυτή

αντιστοιχεί στο 39%. Για την Π.Ε. Μαγνησίας εντοπίστηκαν 394.081 στρ. και η έκταση αυτή αντιστοιχεί στο 18% και στην Π.Ε. Τρικάλων εντοπίστηκαν 264.677 στρ. και αυτή η έκταση αντιστοιχεί στο 12%. Παρατηρούμε ότι Π.Ε. Λάρισας έρχεται πρώτη και η Π.Ε. Τρικάλων τελευταία.

| Περιφερειακή Ενότητα | Έκταση (στρ.) | % Επι συνολικής εκτάσεως |
|----------------------|---------------|--------------------------|
| Καρδίτσας            | 703303,198    | 31%                      |
| Λαρίσης              | 872222,60     | 39%                      |
| Μαγνησίας            | 394081,57     | 18%                      |
| Τρικάλων             | 264677,39     | 12%                      |
| Σύνολο               | 2234284,76    | 100%                     |

Πίνακας 1 Κατάλληλες εκτάσεις προς χωροθέτηση με βάση την νομοθεσία

#### 6.7. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ ΤΕΛΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΠΡΟΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ

Όπως έχουμε αναφέρει και παραπάνω σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η ανεύρεση των κατάλληλων περιοχών για χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Πιο πάνω δείξαμε ποιες είναι αυτές οι περιοχές στην Περιφέρειας Θεσσαλίας σύμφωνα με τα κριτήρια που υπάρχουν στο ΕΠΧΣΑΑ- ΑΠΕ. Παρακάτω θα αναλύσουμε δύο άλλους τρόπους για την ανεύρεση των κατάλληλων περιοχών προς χωροθέτηση οι οποίοι είναι:

1. Προσθήκη επιπλέον κριτηρίων στα ήδη υπάρχοντα από την νομοθεσία και σε κάποια κριτήρια πιο αυστηρές ελάχιστες αποστάσεις ώστε η χωροθέτηση να είναι πιο βιώσιμη.
2. Προσθήκη βαρών στα υπάρχοντα κριτήρια της νομοθεσίας.

Με αυτό τον τρόπο θα προσπαθήσουμε να εξετάσουμε κατά πόσο θα είναι διαφορετικές οι τελικές περιοχές προς χωροθέτηση ως προς τον αριθμό αλλά και ως προς την έκταση έχοντας ως μέτρο σύγκρισης τις περιοχές που αναδείχθηκαν έχοντας ως βάση την νομοθεσία.



### 6.7.1. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ

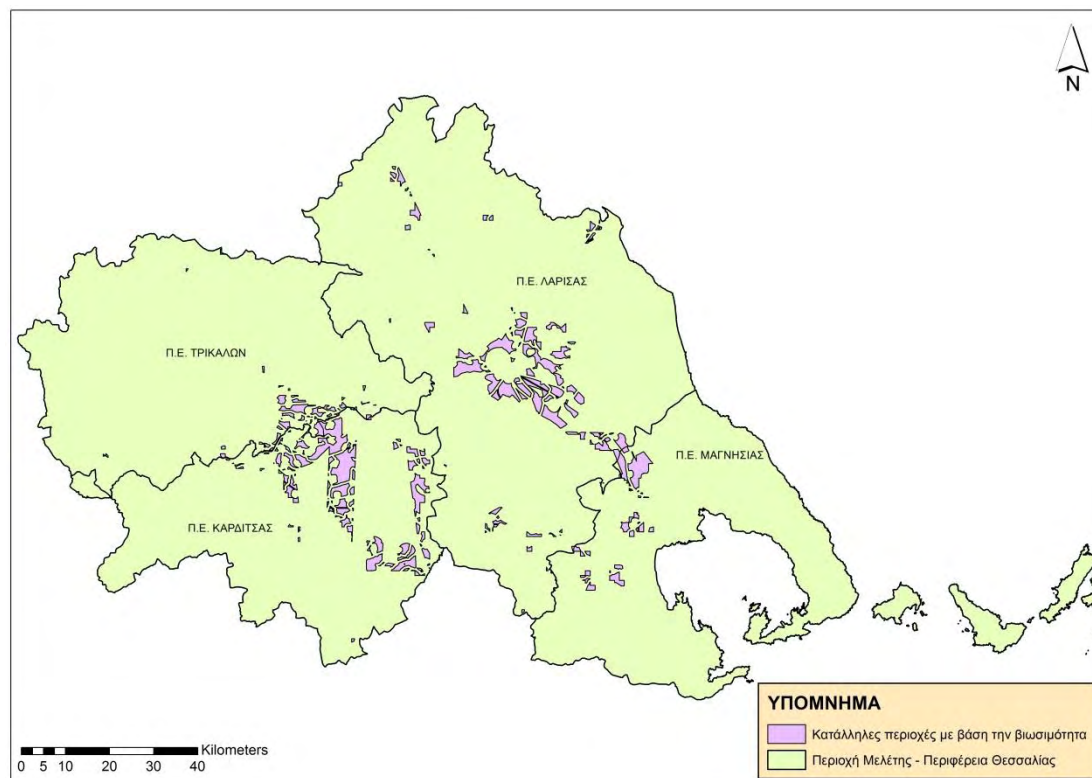
Σε αυτόν τον πρώτο εναλλακτικό τρόπο στο ήδη υπάρχον τεχνικό μοντέλο που είχαμε δημιουργήσει θα προσθέσουμε μερικά ακόμα κριτήρια και σε κάποια από τα ήδη υπάρχοντα θα αυξήσουμε τις ελάχιστες αποστάσεις ώστε να πετύχουμε το σκοπό που έχουμε θέσει για αυτό τον τρόπο που δεν είναι άλλος από την βιωσιμότητα. Τα κριτήρια τα από προσθέσαμε είναι:

1. Οι δασικές εκτάσεις
2. Τα εθνικά πάρκα
3. Η ακτογραμμή
4. Τα ποτάμια
5. Οι λίμνες
6. Οι κλίσεις

Στα παραπάνω κριτήρια ορίσαμε κάποιες ελάχιστες αποστάσεις (όχι για όλα τα κριτήρια) αφού πρώτα αναλύσαμε την ξενόγλωσση βιβλιογραφία ώστε να μπορέσουμε να δούμε ποια κριτήρια χρησιμοποιούν στις δικές τους περιπτώσεις όπως επίσης και τι ελάχιστες αποστάσεις ορίζουν για κάθε κριτήριο. Έτσι για τα ποτάμια ορίσαμε ελάχιστη απόσταση τα 300 μ., για τις λίμνες τα 500 μ., για την ακτογραμμή τα 1000 μ., ενώ για τις δασικές εκτάσεις και τα εθνικά πάρκα δεν ορίσαμε κάποια ελάχιστη απόσταση αλλά αυτές οι περιοχές εξαιρέθηκαν από αυτές που μπορούν να επιλεγούν ως προς χωροθέτηση. Όσον αφορά το κριτήριο για τις κλίσεις δεν είχαμε κάποια ελάχιστη απόσταση αλλά έγινε επιλογή εκείνων των περιοχών που παρουσίαζαν ήπια κλίση.

Όπως είχαμε αναφέρει παραπάνω εκτός από τα επιπλέον κριτήρια σε κάποια από τα ήδη υπάρχοντα ορίσαμε μεγαλύτερες ελάχιστες αποστάσεις και τα οποία είναι: το σιδηροδρομικό δίκτυο που ορίσαμε ως ελάχιστη απόσταση τα 100 μ., οι λιμενικές εγκαταστάσεις που ορίσαμε ελάχιστη απόσταση τα 500 μ., οι εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας που ορίσαμε ελάχιστη απόσταση τα 500 μ. και αυξήσαμε και την ελάχιστη απόσταση από το κύριο οδικό δίκτυο στα 300 μ. από τα 200 μ.. Η αύξηση των ελάχιστων αποστάσεων σε αυτά τα κριτήρια έγινε ώστε να είναι πιο βιώσιμος αυτός ο τρόπος αλλά και επειδή σε ορισμένες περιπτώσεις σε παραδείγματα άλλων χωρών χρησιμοποίησαν αυτές τις αποστάσεις.

Στο σημείο αυτό κάλο είναι να επισημάνουμε ότι τα δεδομένα για τα επιπλέον κριτήρια προστέθηκαν στην γεωβάση που είχαμε δημιουργήσει αρχικά με τα κριτήρια από την νομοθεσία γιατί δεν κρίθηκε σκόπιμο να δημιουργηθεί νέα από την αρχή.



**Χάρτης 7 Κατάλληλες περιοχές προς χωροθέτηση με βάση την βιωσιμότητα**

Σε αυτόν τον εναλλακτικό τρόπο βρέθηκαν 250 περιοχές που είναι κατάλληλες για χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Σε σύγκριση με τις περιοχές που βρέθηκαν με βάση την νομοθεσία παρατηρούμε σημαντική αύξηση αφού είχαμε βρει 138 περιοχές. Αυτό συμβαίνει κυρίως διότι παρόλο που προσθέσαμε παραπάνω κριτήρια και κάναμε πιο αυστηρό το μοντέλο για την χωροθέτηση είχε ως αποτέλεσμα οι περιοχές αυτές που βρέθηκαν να είναι πιο πολλές αλλά μικρότερες σε έκταση αφού διχοτομηθήκαν από τα παραπάνω κριτήρια. Πιο καλά θα το καταλάβουμε στον πίνακα 2 όπου παρουσιάζονται οι τελικές εκτάσεις που βρέθηκαν για αυτό τον εναλλακτικό τρόπο.

| Περιφερειακή Ενότητα | Έκταση (στρ.) | % Επι συνολικής εκτάσεως | Σύγκριση με εκτάσεις από νομοθεσία |
|----------------------|---------------|--------------------------|------------------------------------|
| Καρδίτσας            | 175089,24     | 38%                      | 402%                               |
| Λαρίσης              | 198547,49     | 43%                      | 439%                               |
| Μαγνησίας            | 56378,40      | 12%                      | 699%                               |
| Τρικάλων             | 36230,36      | 8%                       | 731%                               |

|        |           |      |      |
|--------|-----------|------|------|
| Σύνολο | 466245,49 | 100% | 479% |
|--------|-----------|------|------|

Πίνακας 2 Κατάλληλες εκτάσεις προς χωροθέτηση με βάση την βιωσιμότητα

Όπως παρατηρούμε στον παραπάνω πίνακα για την Π.Ε. Καρδίτσας βρέθηκαν 175.089 στρ. κατάλληλα προς χωροθέτηση και αντιστοιχεί σε 38% επί της συνολικής έκτασης που βρέθηκε με αυτό τον τρόπο. Για την Π.Ε. Λάρισας βρέθηκαν 198.547 στρ. και αντιστοιχούν στο 43%. Για την Π.Ε. Μαγνησίας βρέθηκαν 56.378 και αντιστοιχούν στο 12% ενώ για την Π.Ε. Τρικάλων βρέθηκαν 36.230 και αντιστοιχούν σε 8%. Βλέπουμε και σε αυτό τον τρόπο πρώτη είναι η Π.Ε. Λάρισας και η Π.Ε. Καρδίτσας ακολουθεί από κοντά Τρίτη είναι Π.Ε. Μαγνησίας και στην τελευταία θέση η Π.Ε. Τρικάλων.

Άμα τώρα συγκρίνουμε τις εκτάσεις που βρέθηκαν με την νομοθεσία και τις εκτάσεις που βρέθηκαν με αυτό τον τρόπο παρατηρούμε ότι έχουμε σημαντική μείωση των εκτάσεων σε όλες τις Περιφερειακές Ενότητες της περιοχής μελέτης. Πιο συγκεκριμένα για την Π.Ε. Καρδίτσας έχουμε μείωση 402% στις εκτάσεις, για την Π.Ε. Λάρισας έχουμε μείωση 439%, για την Π.Ε. Μαγνησίας έχουμε μείωση 699%, για την Π.Ε. Τρικάλων έχουμε μείωση 731% και συνολικά για την περιοχή μελέτης έχουμε μείωση 479%.

#### 6.7.2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΒΑΡΩΝ ΣΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

Αφού αναλύσαμε τον πρώτο εναλλακτικό τρόπο υπολογισμού των κατάλληλων περιοχών προς χωροθέτηση και συγκρίναμε τους παραπάνω τρόπους, τώρα θα προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε αυτές τις περιοχές με ένα πιο διαφορετικό τρόπο σε σχέση με τους δύο παραπάνω.

Αυτή την φορά θα προσθέσουμε βάρη στα κριτήρια που θέτει το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ. Τα βάρη που επιλέχθηκαν για κάθε κριτήριο αν και δεν υπάρχει κάποιο κείμενο της νομοθεσίας ώστε να τα ορίζει δεν έγινε με τυχαίο τρόπο. Τα βάρη για το κάθε κριτήριο υπολογίστηκε βάσης της ανάλυσης της βιβλιογραφίας όπου είδαμε σε παρόμοια προβλήματα χωροθέτησης (κυρίως στο εξωτερικό) τι βάρη χρησιμοποίησαν οι ίδιοι για το κάθε ένα κριτήριο. Στο σημείο αυτό καλό είναι να τονίζουμε ότι από την ανάλυση της βιβλιογραφίας παρατηρήσαμε ότι δεν

χρησιμοποιούσαν τόσα κριτήρια όσα υπάρχουν στην ελληνικά νομοθεσία και επομένως ήταν πιο εύκολα διαχειρίσιμα.

Για να αντιμετωπίσουμε αυτό το πρόβλημα με τον συγκεκριμένο τρόπο δημιουργήσαμε ένα νέο τεχνικό μοντέλο στο GIS και χρησιμοποιήσαμε τα δεδομένα που είχαμε εισάγει στην γεωβάση από τους προηγούμενους τρόπους εντοπισμού των κατάλληλων περιοχών. Για τον δημιουργία του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν κάποιες επιπλέον εντολές από αυτές που ήδη χρησιμοποιήσαμε όταν φτιάχναμε το αρχικό μοντέλο. Αυτές οι επιπλέον εντολές είναι:

1. Feature to raster.
2. Reclassify.
3. Weighted sum.

Με την εντολή Feature to raster χρησιμοποιήσαμε τις επιτρεπόμενες περιοχές για χωροθέτηση του κάθε κριτηρίου που είχαμε βρει στον πρώτο τρόπο υπολογισμού (με βάση την νομοθεσία) και μετατρέψαμε τα αρχεία αυτά σε raster δεδομένα. Στην συνέχεια αφού είχαμε μετατρέψει όλα τα αρχεία σε raster δεδομένα με την εντολή reclassify στο κάθε raster αρχείο δημιουργήσαμε δύο νέες εγγραφές, η μία είναι η Data=1 όπου αυτές είναι οι εγγραφές όπου επιτρέπεται η χωροθέτηση και η άλλη είναι η Data=2 όπου σε αυτές τις εγγραφές δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση και αυτή η διαδικασία έγινε για όλα τα κριτήρια. Τέλος, με την εντολή weighted sum δώσαμε βάρη σε κάθε ένα κριτήριο ώστε να βρούμε τις πιο κατάλληλες περιοχές προ χωροθέτηση σταθμών παραγωγής από βιομάζα. Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας ) παρουσιάζονται τα κριτήρια και τι βάρη δώσαμε για το καθένα.

| <b>Κριτήριο</b>           | <b>Βάρος</b> | <b>Κριτήριο</b>              | <b>Βάρος</b> |
|---------------------------|--------------|------------------------------|--------------|
| Αισθητικά δάση            | 5%           | Περιοχές Unesco              | 5%           |
| Natura 2000               | 5%           | Αρχαιολογικοί Χώροι          | 3%           |
| Περιοχές ΖΕΠ              | 5%           | Αρχαιολογικά Μνημεία         | 3%           |
| Εθνικοί δρυμοί            | 5%           | Οδικό δίκτυο                 | 16%          |
| Οριοθετημένοι οικισμοί    | 5%           | Δίκτυο τάσης                 | 22%          |
| Μη οριοθετημένοι οικισμοί | 5%           | Ιερές μονές                  | 2%           |
| Παραδοσιακοί Οικισμοί     | 5%           | Λατομεία                     | 2%           |
| Σιδηροδρομικό δίκτυο      | 1%           | Εγκαταστάσεις της αεροπλοΐας | 2%           |
| Λιμενικές εγκαταστάσεις   | 2%           | ZOE                          | 5%           |

|                 |    |        |      |
|-----------------|----|--------|------|
| Αξιόλογες ακτές | 2% | Σύνολο | 100% |
|-----------------|----|--------|------|

Πίνακας 3 Βαρύτητα κριτηρίων

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι το οδικό δίκτυο και το δίκτυο τάσης είναι τα δύο κριτήρια τα οποία παρουσιάζουν υψηλή βαρύτητα όπως αναδείχτηκε από την βιβλιογραφία. Αυτό είναι λογικά γιατί είναι δύο κριτήρια τα οποία τα οποία επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό συνολικά την χωροθέτηση διότι μπορούν να αυξήσουν σημαντικά όλο κόστος.

Αφού δημιουργήσαμε το νέο τεχνικό μοντέλο με βάση τα βάρη που θέσαμε πιο πάνω το “τρέξαμε” σε περιβάλλον ΓΣΠ ώστε να εντοπίσουμε με αυτόν τον διαφορετικό τρόπο ποιες θα είναι οι κατάλληλες περιοχές προς χωροθέτηση. Στον χάρτη ταδε φαίνονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από όλη την παραπάνω διαδικασία.



Χάρτη 8 Κατάλληλες περιοχές με βάση την βαρύτητα

Από τον παραπάνω χάρτη παρατηρούμε ότι οι περιοχές που είναι πιο σκουρόχρωμες έχουμε πιο υψηλές τιμές και επομένως πιο κατάλληλες προς χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Τα αποτελέσματα είναι λογικά διότι οι περιοχές που είναι πιο κατάλληλες από τις υπόλοιπες είναι η περιοχές που βρίσκονται κοντά

στο δίκτυο τάσης της ΔΕΗ και ακολουθούν οι περιοχές που είναι εύκολες προσπελάσιμες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χωροθέτηση έργων ΑΠΕ είναι πλέον ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα που θα ασχοληθεί η επιστημονική κοινότητα τα επόμενα χρόνια. Η χωροθέτηση αυτών των έργων και πιο συγκεκριμένα των σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα που ασχολήθηκε η συγκεκριμένη διπλωματική θα πρέπει να αποτελεί προϊόν ευρύτερου χωροταξικού σχεδιασμού, έτσι ώστε να δημιουργούνται βιώσιμες εγκαταστάσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, με ταυτόχρονη τήρηση των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, επιχειρήθηκε η ανάδειξη εκείνων των περιοχών που θα ήταν κατάλληλες για χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα στην Περιφέρεια Θεσσαλίας με βάση τα κριτήρια και τους κανόνες που θέτει το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ. Η όλη αυτή προσπάθεια έγινε με την βοήθεια της πολυκριτηριακής ανάλυσης και με την βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Στην προσπάθεια για την ανάδειξη των κατάλληλων περιοχών παρουσιάστηκαν κάποιες δυσκολίες. Ορισμένα από τα κριτήρια τίθενται κατά περίπτωση μετά από την εκπόνηση της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και σε ορισμένα άλλα δεν ορίζονταν ελάχιστη απόσταση. Επίσης, κάποια κριτήρια ήταν δύσκολο να τα χρησιμοποιήσουμε στην συγκεκριμένη εργασία γιατί ήταν αδύνατο να βρεθούν όπως οι τουριστικές υποδομές, οι μεμονωμένες κατοικίες και οι τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις διότι ο Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών Ελλάδος δεν ήταν πρόθυμος να μας παρέχει τα στοιχεία.

Ο πρωταρχικός στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν να εντοπιστούν εκείνες οι περιοχές που ήταν κατάλληλες για χωροθέτηση με τα κριτήρια από την νομοθεσία. Κατά την διάρκεια όμως, κρίθηκε σκόπιμο να προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε αυτές τις περιοχές με διαφορετικούς τρόπους (προσθήκη κριτηρίων και προσθήκη βαρών) ώστε να δώσουμε μία άλλη διάσταση στην επίλυση του προβλήματος.

Η χρησιμοποίηση των Γ.Σ.Π. όχι μόνο αποδεικνύει τη χρησιμότητα ως εργαλείο της ολοκληρωμένης χωρικής προσέγγισης αλλά και μέσω της λειτουργίας του Model



Builder αναδεικνύει ένα εργαλείο αυτοματοποίησης της χωρικής αναλυτικής διαδικασίας, όπου είναι δυνατός ο πλήρης έλεγχος των διαδικασιών και των δεδομένων, ειδικά όταν οι αναλυτικές διαδικασίες προς εκτέλεση είναι πολυάριθμες και απαιτούν πειραματισμό με τις παραμέτρους. Με αυτό τον τρόπο το τεχνικό μοντέλο που δημιουργήσαμε θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάθε περιοχή της Ελλάδας ώστε να εντοπίσουμε τις κατάλληλες περιοχές για την χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα.

Αν και η προσπάθεια που έγινε για την επίλυση του προβλήματος προσεγγίστηκε και με άλλους τρόπους και δεν σταθήκαμε μόνο στα κριτήρια που θέτει η νομοθεσία θα μπορούσαμε να χρησιμοποιούσαμε και άλλους τρόπους. Ένας από αυτούς τους τρόπους θα ήταν να προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε αυτές τις περιοχές με την λογική της ασάφειας (fuzzy logic). Βέβαια, ένας από τους εναλλακτικούς τρόπους που χρησιμοποιήσαμε ήταν η προσθήκη βαρών στα κριτήρια αλλά χρησιμοποιήσαμε την δυαδική λογική (Boolean logic) και όχι την λογική της ασάφειας. Με αυτό τον τρόπο το κάθε κριτήριο θα έχει την δικιά του διαβάθμιση αφού στην φύση τίποτα δεν είναι η μαύρο ή άσπρο και υπάρχουν και ενδιάμεσα χρώματα. Η χρήση της ασαφής λογικής είναι σωστότερη διότι ένα από τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι μπορεί να επιλύει πολυδιάστατα προβλήματα όπως είναι η χωροθέτηση έργων ΑΠΕ.

Επιπλέον, απώτερος σκοπός και μελλοντική πρόταση είναι η παρούσα διπλωματική εργασία να αποτελεί τη βάση για ένα επόμενο στάδιο ανάλυσης στα πλαίσια των περιοχών που υποδεικνύονται από αυτή στο οποίο θα συμπεριλαμβάνονται πρόσθετα κριτήρια, όπως είναι κλιματολογικά (π.χ. ανεμολογικά) αλλά και αισθητικά ώστε να μην έχουμε αλλοίωση του τοπίου στο οποίο θα χωροθετηθεί τελικά ένα σταθμός παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Αυτό θα έχει ως στόχο η χωροθέτηση πέρα από χωροταξικά και περιβαλλοντικά αποδεκτή να είναι και τεχνικά και οικονομικά βιώσιμη.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γαλανοπούλου, Α. (2012) 'Ανάλυση Κόστους Καλλιέργειας, Συγκομιδής και Μεταφοράς Βιομάζας για χρήση ως βιοκαύσιμο σε Μονάδα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας', Βόλος.
- Γεωργιάδης, Α. και Σωτηρίου, Σ. (2011) 'Αξιοποίηση της Βιομάζας στον Ελλαδικό Χώρο για την Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας μέσω Συστημάτων Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας, Αθήνα
- Γεωργόπουλος, Α. (2004) 'Γη, Ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης', Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.
- Γιαννακά, Γ. (2010) 'Χαρακτηριστικά αιολικής ενέργειας - Περιγραφή και χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων', Θεσσαλονίκη.
- Δημητρακοπούλου, Ν. (2009) 'Η συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη βιώσιμη ανάπτυξη της Πάτρας', Αθήνα.
- Ζερβός, Α. (2008) 'Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, Αθήνα.
- Καλδέλλης, Ι. και Καββαδίας, Κ. (2001) 'Εργαστηριακές εφαρμογές ήπιων μορφών ενέργειας', Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Κουτελιδάκης, Κ. (2010) 'Εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε στρατόπεδο', Αθήνα.
- Κυριτσάκη, Ο. (2009) 'Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Ελλάδα', Κοζάνη.
- Λιάπης, Π. (2010) 'Εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο 301 εργοστάσιο βάσης', Αθήνα.
- Κωνσταντόπουλος, Δ. (2011) 'Πολυκριτηριακή ανάλυση χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων σε περιβάλλον ΓΣΠ: Η περίπτωση της Περιφέρειας Θεσσαλίας
- Μανιάτης, Ι. (1996) 'Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών Γης – Κτηματολογίου', Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Μπάιλας, Ε. (2008) 'Πολυκριτηριακή ανάλυση των ΑΠΕ στην Ελλάδα', Αθήνα.
- Μωράκος, Ι. (2009) 'Χωροθέτηση ζωνών προτεραιότητας για την προστασία του εθνικού δρυμού Σουνίου με χρήση GIS και των πολυκριτηριακών μεθόδων OWA και AHP', Αθήνα.

- Νάκου, Ε. (2007) 'Διπλωματική εργασία: «Χωροθέτηση αιολικού πάρκου στο νομό Φωκίδας με τη λογική της ασάφειας και γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών», Αθήνα.
- Νίκου, Α. (2010) 'Διερεύνηση ενεργειακής απόδοσης οικισμού ZED KIM για εφαρμογή σε κτίρια', Ξάνθη.
- Ορφανού – Νικολαίου, Σ.Σ. (2010) 'Αναπτυξιακοί στόχοι και χωροθέτηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην ελληνική ύπαιθρο: Μελέτη περίπτωσης με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών', Αθήνα.
- Πετροχίλου, Β. (2011) 'Χωροθέτηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Η ελληνική πραγματικότητα', Θεσσαλονίκη.
- Χασικίδη, Ε. (2010) 'Αιολική ενέργεια σε Ελλάδα και Ευρώπη', Πάτρα.

#### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cavallaro, F. Ciraolo, L. (2005) 'A multicriteria approach to evaluate wind energy plants on an Italian island', Energy Policy, 33, pp. 235-244
- Cuff DJ, Young WJ.,(1980): 'US energy atlas', New York: Free Press/McMillan;
- Demirbas A., (1998): 'Fuel properties and calculation of higher heating values of vegetable oils', Fuel 1998; 77:117-1120.
- Demirbas A., (1998): "Determination of combustion heat of fuels by using non-calorimetric experimental data." Energy Edu Sci Technol 1998;1:7-12.
- Demirbas A., (2000): 'Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals'.
- Garg HP, Datta G., (1998): 'Global Status on Renewable Energy', International Workshop, Iran University of Science and Technology.
- Herrera-Seara, M.A. και Aznar Dols, F. και Zamorano, M. και Alameda-Hernandez, E. (2010) 'Optimal location of a biomass power plant in the province of Granada analyzed by multi-criteria evaluation using appropriate Geographic Information System according to the Analytic Hierarchy Process', Department of Civil Engineering, Granada
- Mihalakakou, G. et al, (2002), 'Application of renewable energy sources in the Greek islands of the South Aegean Sea', Renewable Energy, vol 26 (2002), pp.1-19.
- Twidell J.,(1998): 'Biomass energy. Renew Energy World 1998'; 38-9.

Wu, J. και Wang, J. και Strager, M. (2011) 'A two-stage GIS-based suitability model for siting biomass to biofuel plants and its application in West Virginia', Division of Forestry and Natural Resources, West Virginia University

#### ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

<http://www.cres.gr> [πρόσβαση 05/10/2012]

<http://micro-kosmos.uoa.gr/gr/gr-index.htm> [πρόσβαση /10/2012]

<http://www.oikoenergeia.gr/> [πρόσβαση 05/10/2012]

<http://climate.wwf.gr/> [πρόσβαση 05/10/2012]

[www.ener-supply.eu](http://www.ener-supply.eu) [πρόσβαση 05/10/2012]

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=285&language=el-GR> [πρόσβαση 05/10/2012]

<http://nomothesia.ependyseis.gr> [πρόσβαση 10/11/2012]

<http://www.ypan.gr/ape/files/KAPAGIANNIDIS.pdf> [πρόσβαση 05/10/2012]

<http://www.ypeka.gr> [πρόσβαση 05/10/2012]

<http://europa.eu> [πρόσβαση 010/11/2012]

<http://www.fao.org/sard/static/leader/gr/biblio/energy.pdf> [πρόσβαση 05/10/2012]

<http://eur-lex.europa.eu> [πρόσβαση 05/10/2012]

<http://www.oikoskopio.gr/> [πρόσβαση 05/10/2012]

<http://www.geodata.gov.gr/> [πρόσβαση 05/10/2012]

<http://www.statistics.gr/> [πρόσβαση 15/10/2013]

<http://www.nanowerk.com/spotlight/id74242.jpg> [πρόσβαση 20/10/2012]

#### NOMΟΘΕΤΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ

N.1559/85 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις»

N.2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις»

N.2773/1999 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις»

N.2941/2001 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. "ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ" και άλλες διατάξεις»

N.3017/2002 «Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος»

N. 3010/2002 «Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11 Ε. Ε. και 96/61 Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις»

Υ.Α.1726/2003 ««Διαδικασία προκαταρκτικής περιβαλλοντικής εκτίμησης και αξιολόγησης, έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, καθώς και έγκρισης επέμβασης ή παραχώρησης δάσους ή δασικής έκτασης στα πλαίσια της έκδοσης άδειας εγκατάστασης σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας»

N.3175/2003 «Αξιοποίηση του γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις»

Κοινή υπουργική απόφαση Δ6/Φ1/οικ.19500/4.11.2004 «Τροποποίηση και συμπλήρωση της 13727/724/2003 κοινής υπουργικής απόφασης ως προς την αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία»

N.3426/2005 «Επιτάχυνση της διαδικασίας για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας»

N.3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις»

N.3734/2009 «Προώθηση της συμπαγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το Υδροηλεκτρικό Έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις»

N. 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής»

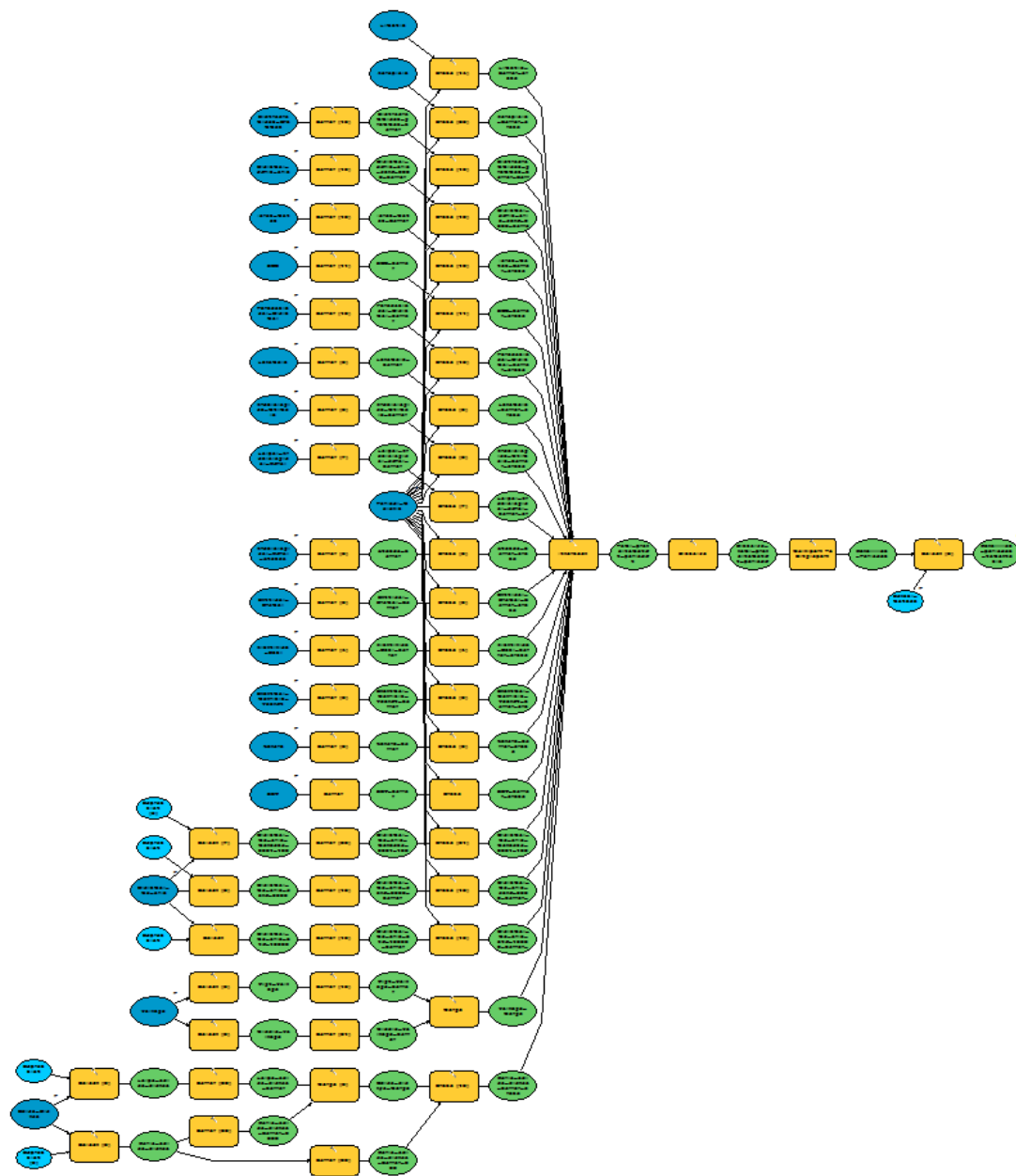
N.4001/2011 «Για τη λειτουργία ενεργειακών αγορών ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου, για έρευνα, παραγωγή και δίκτυα μεταφοράς υδρογονανθράκων και άλλες ρυθμίσεις»

Υπουργική απόφαση Φ1/14810 «Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.)»

Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές ενέργειας

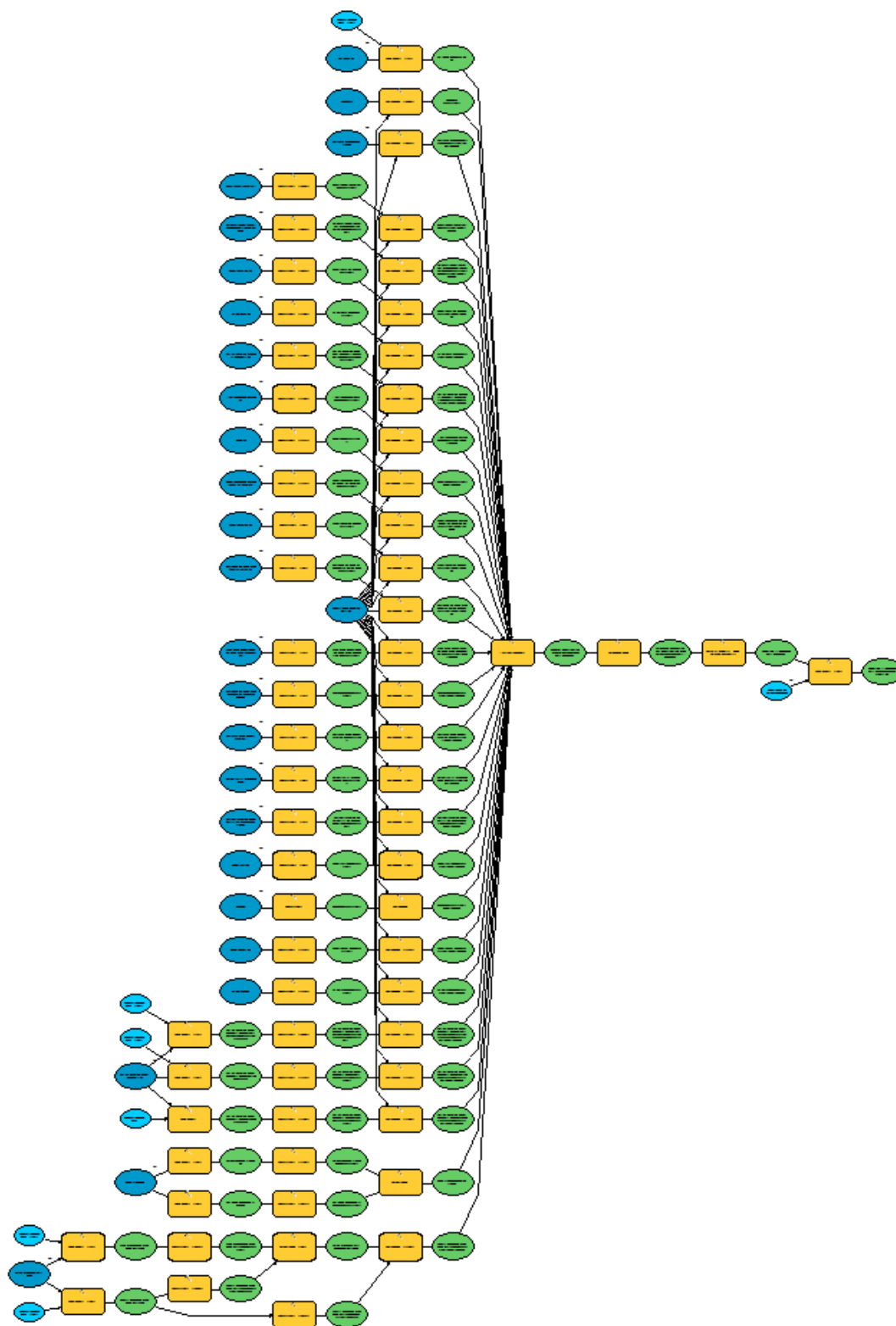
ΚΥΑ 50910/2727/23.12.2003

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

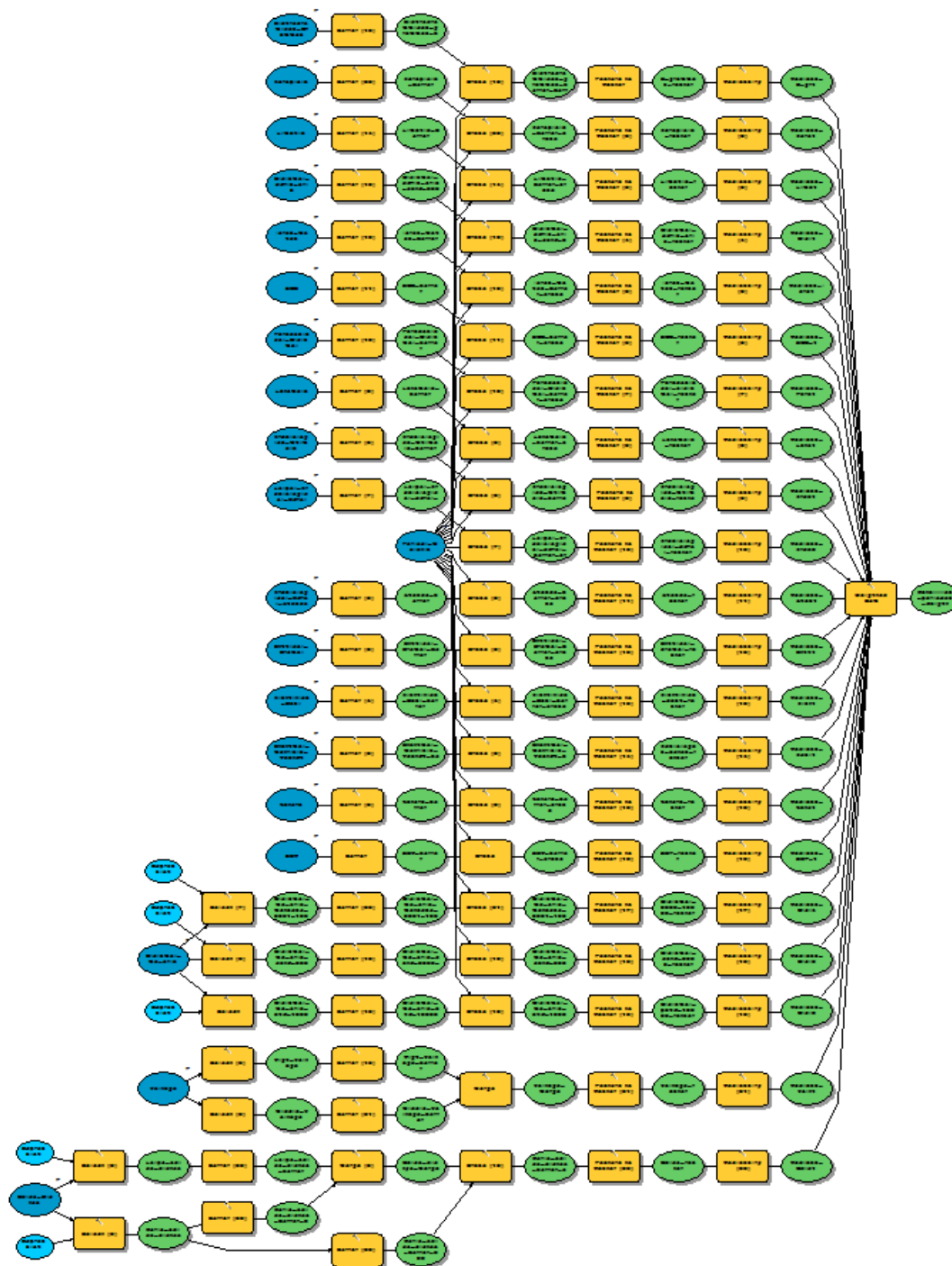


Εικόνα 3 Τεχνικό μοντέλο ανεύρεσης των κατάλληλων περιοχών με βάση την νομοθεσία





Εικόνα 4 Τεχνικό μοντέλο ανεύρεσης των κατάλληλων περιοχών με βάση την βιωσιμότητα



Εικόνα 5 Τεχνικό μοντέλο ανεύρεσης των κατάλληλων περιοχών με βάση την βαρύτητα