



ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

*Τοπολογία των περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας
με βάση τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*

Παναγιώτης Τσιάλης

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Γαρύφαλλος Αραμπατζής

Αύγουστος, 2015

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

*Τοπολογία των περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας με βάση τις
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*

Παναγιώτης Τσιάλης

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Γαρύφαλλος Αραμπατζής

Αύγουστος, 2015

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	v
Summary	vii
Ευχαριστίες.....	ix
Πίνακες – Διαγράμματα – Εικόνες – Σχήματα.....	x
Κεφάλαιο Πρώτο	1
Εισαγωγή	1
1.1 Ανάπτυξη ΑΠΕ.....	1
1.1.1 Παγκόσμια ανάπτυξη ΑΠΕ	1
1.1.2 Ανάπτυξη ΑΠΕ στην ΕΕ.....	2
1.1.3 Ανάπτυξη ΑΠΕ στην Ελλάδα.....	12
1.2 Καταγραφή Προβλήματος.....	13
1.2.1 Ενέργεια και Κλιματική Αλλαγή.....	13
1.2.2 Παράγοντες Κλιματικής Αλλαγής	16
1.2.3 Αέρια του Θερμοκηπίου και Αερολύματα.....	17
1.3 Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης.....	19
1.3.1 Η διαφοροποίηση της ανάπτυξης των ΑΠΕ από τους στόχους.....	19
1.3.2 Η αντίστοιχη υφιστάμενη στρατηγική.....	21
1.4 Σκοποί και Στόχοι	24
1.5 Διασαφηνίσεις – προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών	25
1.5.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).....	25
1.5.2 Ονοματολογία των εδαφικών στατιστικών μονάδων (NUTS).....	27
1.5.3 Μέθοδοι συσταδοποίησης δεδομένων (τυπολογίες).....	29
Κεφάλαιο Δεύτερο	31
Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....	31
2.1 Εισαγωγή.....	31
2.2 Στρατηγική ανάπτυξης ΑΠΕ στην Ελλάδα και την ΕΕ	32
2.2.1 Νομοθετικό πλαίσιο της ΕΕ.....	32
2.2.1 Νομοθετικό πλαίσιο της Ελλάδας.....	37
2.3 Διαχρονική εξέλιξη της διείσδυσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα της Ελλάδας	46
2.3.1 Προβλήματα διείσδυσης των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα	49
2.4 Κατανομή των μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ ανά περιφέρεια της Ελλάδας.....	53
2.5 Υφιστάμενη κατάσταση και διαφοροποιήσεις από τους στόχους για την εγκατάσταση ΑΠΕ.....	57
2.6 Η χρησιμότητα των τυπολογιών για την περιφερειακή ανάπτυξη.....	61

2.6.1 Η έννοια της περιφέρειας και της περιφερειακής διαφοροποίησης	61
2.6.2 Διαδικασία Τυπολογίας – Ομαδοποίησης Περιοχών.....	62
2.6.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση μελετών τυπολογίας.....	63
2.6.4 Εφαρμογές τυπολογίας	65
2.6.4.1 Ευρωπαϊκή και διεθνής πραγματικότητα	65
2.6.4.2 Ελληνική πραγματικότητα	70
2.6.4.3 Συμπεράσματα.....	75
Κεφάλαιο Τρίτο	76
Μεθοδολογία	76
3.1 Σκοπός και Στόχοι.....	76
3.2 Ερευνητικά ερωτήματα.....	77
3.3 Δεδομένα.....	78
3.4 Μεθοδολογία.....	81
3.4.1 Επεξεργασία δεδομένων.....	83
3.4.2 Αξιολόγηση δεδομένων.....	83
3.4.3 Αλγόριθμος ομαδοποίησης	86
3.4.4 Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων	89
Κεφάλαιο Τέταρτο	90
Αποτελέσματα.....	90
4.1 Εισαγωγή.....	90
4.2 Αποτελέσματα ομαδοποίησης περιφερειακών ενοτήτων	90
4.2.1 Αποτελέσματα 1ης ομαδοποίησης.....	90
4.2.2 Αποτελέσματα 2ης ομαδοποίησης.....	100
4.2.3 Αποτελέσματα 3ης ομαδοποίησης.....	113
4.3 Σύγκριση συστάδων συνολικής (3ης) ομαδοποίησης δεδομένων	131
Κεφάλαιο Πέμπτο	135
Συζήτηση-Συμπεράσματα-Εισηγήσεις	135
5.1 Συζήτηση.....	135
5.2 Συμπεράσματα	138
5.3 Εισηγήσεις	146
Βιβλιογραφία.....	148

Περίληψη

Η Ελλάδα διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο εκμεταλλεύσιμο δυναμικό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) και έχει λάβει αποφάσεις και δράσεις για την αξιοποίησή του. Όσον αφορά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ως μέλος της Διακυβερνητικής Ομάδας για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel for Climate Change - IPCC), η Ελλάδα έχει εκπληρώσει την πρώτη περίοδο δέσμευσης (Πρωτόκολλο του Κιότο) και ξεκίνησε μια δεύτερη περίοδος δέσμευσης (Doha Amendment), αρχής γενομένης από την 1^η Ιανουαρίου 2013 έως το 2020.

Σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/EK για τις ΑΠΕ και το Ν.3851/2010 έχουν τεθεί υψηλοί στόχοι για την εισαγωγή των ΑΠΕ στη συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας έως το 2020. Ο κύριος στόχος αφορά την εισαγωγή των ανανεώσιμων πηγών σε ποσοστό 20%, το οποίο θα επιτευχθεί με συνδυασμό μέτρων για την ενεργειακή απόδοση καθώς και την ενίσχυση της διείσδυσης των τεχνολογιών ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στην παροχή θερμότητας και στις μεταφορές. Ειδικά για τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής ο στόχος που τέθηκε είναι 40% έως το 2020.

Ο σκοπός της έρευνας αυτής είναι να διερευνήσει την ανομοιογενή ανάπτυξη των επιμέρους τεχνολογιών ΑΠΕ σε χωρικό επίπεδο περιφερειακής ενότητας στην Ελλάδα και συγκεκριμένα τη διείσδυση των ΑΠΕ παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με την αντίστοιχη χωρική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, με απώτερο στόχο την τυπολογία των περιφερειακών ενοτήτων, η οποία δύναται να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με πολιτικές ΑΠΕ στην Ελλάδα και κατ' επέκταση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ).

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από του αρμόδιους φορείς (ΥΠΕΚΑ, Ρ.Α.Ε., ΕΛ.ΣΤΑΤ., ΑΔΗΜΙΕ, ΔΕΔΔΗΕ, ΛΑΓΗΕ), και περιελάμβαναν στοιχεία των εγκατεστημένων ΑΠΕ, καθώς και της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για οικιακή, εμπορική, βιομηχανική και γεωργική χρήση ανά περιφερειακή ενότητα της Ελλάδας. Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή για την ομαδοποίηση των περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας σε ομάδες με ομοιογενή χαρακτηριστικά είναι η τεχνική της ιεραρχικής ανάλυσης συστάδων, στην οποία ο αριθμός των ομάδων δεν είναι γνωστός από την αρχή της μελέτης.

Αρχικά η 1η ομαδοποίηση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας 4 μεταβλητές της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και δημιουργήθηκαν 4 ομάδες-συστάδες. Ακολούθως χρησιμοποιήθηκαν 16 μεταβλητές της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και δημιουργήθηκαν 5 συστάδες.

Τέλος στην 3η ομαδοποίηση χρησιμοποιήθηκαν όλες οι προηγούμενες μεταβλητές και δημιουργήθηκαν 4 συστάδες. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν 24 περιφερειακές ενότητες, στη δεύτερη 16 περιφερειακές ενότητες, στην τρίτη 9 περιφερειακές ενότητες και στην τέταρτη ομάδα 2 περιφερειακές ενότητες της Ελλάδας. Η μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εμφανίζεται στη συστάδα 4 κυρίως για οικιακή, εμπορική και βιομηχανική χρήση, η οποία περιλαμβάνει τις περιφερειακές ενότητες Αττικής (περιφέρεια) και Βοιωτίας. Όσον αφορά τη μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, αυτή εμφανίζεται στη συστάδα 3, όπου ο λόγος κατανάλωσης ενέργειας προς εγκατεστημένη ισχύ είναι $\text{GWh/MW} = 1,65$ στοιχείο που δείχνει ότι οι ενεργειακές ανάγκες των περιφερειακών ενοτήτων που ανήκουν στη συστάδα αυτή καλύπτονται σχεδόν πλήρως από την παραγόμενη ενέργεια από μονάδες ΑΠΕ, ήτοι σε ποσοστό 85,72%. Αντιθέτως η ενεργειακά φτωχότερη ομάδα είναι η συστάδα 4 με λόγο $\text{GWh/MW} = 23,26$ (ήτοι ποσοστό παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ 7,91%) γεγονός που δείχνει ότι οι ενεργειακές ανάγκες των περιφερειακών ενοτήτων που βρίσκονται σε αυτή την ομάδα καλύπτονται από συμβατικές πηγές ενέργειας. Ανάμεσα στις δύο ενδιάμεσες συστάδες 1 και 2, ενεργειακά πλουσιότερη είναι η συστάδα 1 με λόγο $\text{GWh/MW} = 4,52$ (ήτοι ποσοστό 42,27%) και η φτωχότερη η συστάδα 2 με λόγο $\text{GWh/MW} = 9,44$ (ήτοι ποσοστό 16,12%).

Συμπερασματικά, θα πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα από την πλευρά της πολιτείας προκειμένου να ενισχυθούν οι περιφερειακές ενότητες που εντάσσονται στις συστάδες 2 και 4, έτσι ώστε να αυξηθεί το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ και να μειωθεί χωρικά ο βαθμός ανομοιογένειας.

Λέξεις κλειδιά: ΑΠΕ, Ανάλυση Συστάδων, Ιεραρχικές Μέθοδοι Ομαδοποίησης, Τυπολογία, Ελλάδα, Ηλεκτροπαραγωγή.

Summary

Greece has extremely rich exploitable potential of renewable energy sources (RES) and has taken decisions and actions for utilization. Regarding the greenhouse gas emissions, as a member of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Intergovernmental Panel for Climate Change - IPCC), Greece has fulfilled the first commitment period (Kyoto Protocol) and launched a second commitment period (Doha Amendment), starting from January 1st 2013 to 2020.

According to the Directive 2009/28 /EC for renewable energy and the Law no. 3851/2010 high targets have been set up for the introduction of renewable energy sources in total final energy consumption up to 2020. The main target is the introduction of renewable sources at a rate 20%. This will be achieved through a combination of measures for energy efficiency, strengthening also the penetration of RES technologies in electricity generation, in heat supplement and in transportation. Especially for the power generation sector, the target is 40% up to 2020.

The main aim of this master thesis is to investigate the uneven growth of individual RES technologies in spatial level of regional unit in Greece and mainly the penetration of RES in electricity production compared with the corresponding spatial electricity consumption with a view to typology of county, which can be used as a tool for decisions on RES policies in Greece and also in the European Union (EU).

The data collected from the competent bodies and included elements of renewable energy installed (RES) and electricity consumption for residential, commercial, industrial and agricultural use by prefecture (regional section) of Greece. The methodology used in this thesis, for the classification of prefectures and regions in groups with homogeneous characteristics is the process of hierarchical cluster analysis in which the number of groups is not known from the beginning of the study.

Initially the first classification-grouping was performed using 4 variables of electricity consumption and four groups-clusters were created. Following, 16 variables of electricity from RES were used and five clusters were created.

Finally in the third grouping were used all previous variables and four clusters were created. The first cluster consists of 24 counties, the second has 16 counties, the third has 9 counties and the fourth cluster has 2 prefectures of Greece. The greatest electricity consumption occurs in cluster 4 mainly for domestic,

commercial and industrial use. This cluster includes the prefectures of Attica and Viotia. As for the largest energy production from RES, it appears in the cluster 3, where the ratio of electricity consumption to installed capacity is $\text{GWh/MW} = 1,65$. This evidence shows that the energy needs of the county belonging to the cluster is covered almost completely from the energy produced by RES units at a rate 85,72%. On the other hand, the poorest energy group is the cluster 4, where the ratio GWh/MW is 23,26 (power percentage from renewable sources 7,91%). These results show (indicate) that the energy needs of the county that are in this group are covered by conventional energy sources. Between the two intermediate blocks 1 and 2, the richest cluster energy is the one with ratio $\text{GWh/MW} = 4,52$ (percentage 42,27%) and the poorest the block two with ratio $\text{GWh/MW} = 9,44$ (percentage 16,12%).

In conclusion, appropriate measures should be taken in terms of state in order to strengthen the counties included in clusters 2 and 4, in order to increase the penetration of RES and reduce the degree of spatial heterogeneity.

Key words: RES, Cluster Analysis, Hierarchical clustering, Typology, Hellas, Electricity Generation.

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος» του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διατριβής, οι οποίοι με βοήθησαν και με στήριξαν σε όλη τη διάρκεια εκπόνησής της. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Γαρούφαλλο Αραμπατζή, για την πολύτιμη βοήθειά του, τη διαρκή υποστήριξή του, τις χρήσιμες συμβουλές του και την καθοδήγησή του καθ' όλα τα στάδια της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και στήριξη σε όλα τα βήματα και προ πάντων για την κατανόηση και την ανοχή της καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

Πίνακες – Διαγράμματα – Ευκόνες – Σχήματα

Πίνακας 1.1: Παγκόσμια ζήτηση ενέργειας σε Mtoe (Kaygusuz, 2012).....	1
Πίνακας 1.2: Παγκόσμιο σενάριο ανάπτυξης των ΑΠΕ έως το 2040 (Panwar, Kaushik and Kothari, 2011).	2
Πίνακας 1.3: Πρωτογενής παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ στην ΕΕ τα έτη 2002 και 2012 (Eurostat, 2014a).	6
Πίνακας 1.4: Ποσοστό (%) συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας το 2012 (Eurostat, 2014a).	8
Διάγραμμα 1.1: Συμμετοχή (%) των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και οι στόχοι για τη συμμετοχή των ΑΠΕ για το έτος 2020 (Eurostat, 2014a).....	9
Διάγραμμα 1.2: Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για το 2012 (% της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας) (Eurostat, 2014a).	9
Διάγραμμα 1.3: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ την περίοδο 2002-2012 (Eurostat, 2014a).	10
Διάγραμμα 1.4: Ποσοστό (%) συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση καυσίμων του τομέα μεταφορών 2012 (Eurostat, 2014a).	10
Διάγραμμα 1.5: Ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-28 το 2012, από τους διάφορους τομείς της οικονομίας (Eurostat, 2014b).	11
Διάγραμμα 1.6: Εθνικός Στόχος (Διείσδυση) ΑΠΕ για το 2020 (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2010).....	12
Διάγραμμα 1.7: Σενάριο σταθεροποίησης της συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου στα 450ppm (Marchal, et al., 2011).	14
Διάγραμμα 1.8: Σενάρια Μείωσης εκπομπών σύμφωνα με το Πρότυπο Primes (Capros, 2010).....	15
Διάγραμμα 1.9: Διακυμάνσεις της θερμοκρασίας της Γης (Hansen, et al., 2013).	17
Διάγραμμα 1.10: Συγκεντρώσεις CO ₂ σε παγετώδεις περιόδους και στη σύγχρονη εποχή (Rhode, 2011).	18
Διάγραμμα 1.11: Εξέλιξη ποσοστού ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας ως το 2020 (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2010).....	21
Πίνακας 1.5: Εκτιμώμενο πλεόνασμα και/ή έλλειμμα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ σε σύγκριση με την ενδεικτική πορεία που θα μπορούσε να μεταβιβαστεί προς/από άλλα Κράτη Μέλη (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2010).	21
Πίνακας 2.1: Όρια εγκατεστημένου ισχύος (MW) ανά τεχνολογία ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2014α).	41
Πίνακας 2.2: Πρόσφατο θεσμικό πλαίσιο ΑΠΕ από το 2010 έως το 2014 (ΥΠΕΚΑ, 2014α).	42

Διάγραμμα 2.1: Εγκατεστημένη ισχύς Μονάδων ΑΠΕ Διασυνδεδεμένου Συστήματος (ΛΑΓΗΕ, 2014; ΣΕΦ, 2013).....	47
Διάγραμμα 2.2: Συνολική εγχώρια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (ενεργειακό μείγμα) το 2012 (OECD/IEA, 2014).	48
Διάγραμμα 2.3: Σύνολο εγκατεστημένης αιολικής ισχύος στις Περιφέρειες της Ελλάδας (ΕΕΕΑΕ, 2013).	54
Πίνακας 2.3: Γεωγραφική κατανομή φωτοβολταϊκών συστημάτων ανά περιφέρεια (ΣΕΦ, 2013).	55
Πίνακας 2.4: Κατανομή της εγκατεστημένης ισχύος των μικρών και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών ανά περιφέρεια (Ασημακόπουλος, 2007).	56
Πίνακας 2.5: Πλήθος και εγκατεστημένη ισχύς σταθμών Βιομάζας (Χαραλαμπίδης, 2011).	57
Πίνακας 2.6: Η αύξουσα πορεία των μονάδων ΑΠΕ κατά τα τελευταία έτη στην Ελλάδα (σύνολο εγκατεστημένης ισχύος στο σύστημα για τα έτη 2004-2012) (ΥΠΕΚΑ, 2012; ΑΔΜΗΕ, 2014; ΛΑΓΗΕ, 2014; ΔΕΔΔΗΕ, 2014).	58
Διάγραμμα 2.4: Εγκατεστημένη ισχύς μονάδων ΑΠΕ κατά τα τελευταία έτη στην Ελλάδα (ΥΠΕΚΑ, 2012; ΑΔΜΗΕ, 2014; ΛΑΓΗΕ, 2014; ΔΕΔΔΗΕ, 2014).	59
Διάγραμμα 2.5: Διείσδυση ΑΠΕ στην ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (%), εθνικός στόχος ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή για το 2020 (%) και ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (TWh) για τα έτη 1990-2013 (British Petroleum, 2014).....	60
Πίνακας 2.7: Εγκατεστημένη ισχύς μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα (Μάρτιος 2013) (ΛΑΓΗΕ, 2014).	60
Διάγραμμα 2.6: Ποσοστά (%) διείσδυσης των μονάδων στο σύνολο της Εγκατεστημένης Ισχύος του Διασυνδεδεμένου Συστήματος, (Μάρτιος, 2013) (ΛΑΓΗΕ, 2014).	61
Πίνακας 2.8: Πίνακας μεταβλητών ομαδοποίησης των Περιφερειών της Ευρώπης στο πρόγραμμα RERISK (Kalogirou, 2009).....	66
Σχήμα 2.1: Διάγραμμα Ροής σταδίων μεθοδολογίας ομαδοποίησης των περιφερειών της Ευρώπης στο πρόγραμμα RERISK (Kalogirou, 2009).	67
Πίνακας 2.9: Εγκατεστημένη ισχύς ανά τεχνολογία και διοικητική περιφέρεια με δεδομένα Δεκεμβρίου 2013 (ΛΑΓΗΕ, 2014; ΔΕΔΔΗΕ, 2014).	71
Εικόνα 2.1: Α. Αιολικό δυναμικό από ύψος 80, Β. Πυκνότητα Αιολικών Εγκαταστάσεων, Γ. Αιολικοί σταθμοί, Δ. Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί. Ε. Γεωργικά υπολείμματα, Ζ. Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (ΡΑΕ, 2014).....	73
Πίνακας 3.1: Δεδομένα Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας (σε χιλιάδες kWh) 2012 (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2014).	78

Πίνακας 3.2: Δεδομένα Αριθμού και Ισχύος Σταθμών παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2014β).....	80
Σχήμα 3.1: Διάγραμμα ροής σταδίων μεθοδολογίας ομαδοποίησης των Περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας	82
Πίνακας 3.3: Αποτελέσματα ισχυρής συσχέτισης ορισμένων μεταβλητών/δεικτών.....	84
Σχήμα 4.1: Δενδροδιάγραμμα συσταδοποίησης των μεταβλητών κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.....	93
Πίνακας 4.1: Διαδικασία σχηματισμού των ομάδων (1η Ομαδοποίηση).....	94
Πίνακας 4.2: Περιγραφικά χαρακτηριστικά των συστάδων και του συνόλου (1η Ομαδοποίηση).....	96
Διάγραμμα 4.1: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κάθε συστάδας (1η Ομαδοποίηση).....	98
Σχήμα 4.2: Δενδροδιάγραμμα συσταδοποίησης των μεταβλητών μονάδων παραγωγής ενέργειας ΑΠΕ.....	102
Πίνακας 4.3: Διαδικασία σχηματισμού των ομάδων (2η Ομαδοποίηση).....	103
Πίνακας 4.4: Περιγραφικά χαρακτηριστικά των συστάδων και του συνόλου (2η Ομαδοποίηση).....	105
Διάγραμμα 4.2: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της εγκατεστημένης ισχύς ΑΠΕ-I (2η Ομαδοποίηση).....	108
Διάγραμμα 4.3: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της εγκατεστημένης ισχύς ΑΠΕ-II (2η Ομαδοποίηση).....	109
Σχήμα 4.3: Δενδροδιάγραμμα συσταδοποίησης όλων των μεταβλητών.....	115
Πίνακας 4.5: Διαδικασία σχηματισμού των ομάδων (3η Ομαδοποίηση).....	116
Πίνακας 4.6: Περιγραφικά χαρακτηριστικά των συστάδων και του συνόλου (3η Ομαδοποίηση).....	118
Διάγραμμα 4.4: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κάθε συστάδας (3η Ομαδοποίηση).....	123
Διάγραμμα 4.5: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της εγκατεστημένης ισχύς ΑΠΕ-I (3η Ομαδοποίηση).....	124
Διάγραμμα 4.6: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της εγκατεστημένης ισχύς ΑΠΕ-II (3η Ομαδοποίηση).....	125
Διάγραμμα 4.7: Μερίδιο κατανάλωσης ενέργειας (%) ανά χρήση και συστάδα.....	126
Διάγραμμα 4.8: Εγκατεστημένη ισχύς σε MW ανά τεχνολογία ΑΠΕ και συστάδα.....	127
Πίνακας 4.7: Ετήσιος συντελεστής απόδοσης ανά τεχνολογία ΑΠΕ.....	132
Πίνακας 4.8: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ στις συστάδες της συνολικής (3ης) ομαδοποίησης.....	132
Διάγραμμα 4.9: Σύγκριση συστάδων 3ης Ομαδοποίησης (με τα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά).....	133

Διάγραμμα 4.10: Σύγκριση συστάδων 3ης ομαδοποίησης (χωρίς τα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά)..... 133

Κεφάλαιο Πρώτο

Εισαγωγή

Η ταχέως παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη είχε ως αποτέλεσμα την αντίστοιχη και ανάλογη αύξηση της ζήτησης για ενέργεια. Ωστόσο, τα συμβατικά καύσιμα, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, τα οποία αποτελούν μια βασική πηγή ενέργειας από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, αντιμετωπίζουν τον κίνδυνο της εξάντλησης. Το αξιοσημείωτο όμως ταυτόχρονα είναι ότι προκαλούν σοβαρές αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον και ευθύνονται για την κλιματική αλλαγή με τις μεγάλες ποσότητες CO₂ που εκλύουν. Συνεπώς η περαιτέρω ανάπτυξη των ανανεώσιμων (ήπιων) πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), όπως η αιολική και η ηλιακή, είναι επιτακτική και επίκαιρη (Leung and Yang, 2012).

1.1 Ανάπτυξη ΑΠΕ

1.1.1 Παγκόσμια ανάπτυξη ΑΠΕ

Σύμφωνα με τον πίνακα 1 η παγκόσμια ζήτηση ενέργειας έχει αυξηθεί από 9.208 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΠΙ) το 1980 σε 14.475 Mtoe το 2008, ενώ προβλέπεται να αυξηθεί σε 16.785 Mtoe το 2020. Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην πρωτογενή παραγωγή ενέργειας, ενώ έχει αυξηθεί ως απόλυτο μέγεθος από 909 Mtoe 1980 σε 1.552 Mtoe το 2008 (αύξηση ≈71%), ως ποσοστό στη συνολική ζήτηση ενέργειας αυξήθηκε μόνο από 10% σε 11% αντίστοιχα. Το 35% περίπου από την αύξηση της ζήτησης ενέργειας θα προέλθει από τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Η αιεφόρος παραγωγή ενέργειας με την ταυτόχρονη μείωση του CO₂ θα επιτευχθεί με την αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στις νέες εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής (Kaygusuz, 2012).

Πίνακας 1.1: Παγκόσμια ζήτηση ενέργειας σε Mtoe (Kaygusuz, 2012).

Ενεργειακή πηγή (Mtoe)	1980	2000	2008	2020
Άνθρακας	1.792	2.292	3.286	4.124
Πετρέλαιο	3.107	3.655	4.320	4.654
Φυσικό Αέριο	1.234	2.085	2.586	3.046
Πυρηνική	186	676	723	920
Υδροηλεκτρική	148	225	276	389
Βιομάζα και απόβλητα	749	1.031	1.194	1.436
Άλλες ανανεώσιμες	12	55	82	196
Σύνολο	9.208	12.019	14.475	16.785

Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται ένα σενάριο παγκόσμιας ανάπτυξης των ΑΠΕ έως το 2040. Το 2010 η συμμετοχή των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας ήταν 16,6%, ενώ για το 2040 προβλέπεται το 47,7% (η μισή περίπου παραγωγή ενέργειας) να προέρχεται από τις ΑΠΕ (Panwar, Kaushik and Kothari, 2011).

Πίνακας 1.2: Παγκόσμιο σενάριο ανάπτυξης των ΑΠΕ έως το 2040 (Panwar, Kaushik and Kothari, 2011).

Έτος	2001	2010	2020	2030	2040
Συνολική κατανάλωση ενέργειας (Mtoe)	10.040,0	10.550,0	11.430,0	12.350,0	13.310,0
Βιομάζα	1.080,0	1.313,0	1.791,0	2.483,0	3.271,0
Μεγάλα υδροηλεκτρικά	22,7	266,0	309,0	341,0	358,0
Γεωθερμία	43,2	86,0	186,0	333,0	493,0
Μικρά υδροηλεκτρικά	9,5	19,0	49,0	106,0	189,0
Αιολική	4,7	44,0	266,0	542,0	688,0
Ηλιοθερμική	4,1	15,0	66,0	244,0	480,0
Φωτοβολταϊκά	0,1	2,0	24,0	221,0	784,0
Ηλιακή θερμική ηλεκτρική ενέργεια	0,1	0,4	3,0	16,0	68,0
Ενέργεια ωκεανών	0,1	0,1	0,4	3,0	20,0
Συνολική ΑΠΕ	1.365,5	1.745,5	2.964,4	4.289,0	6.351,0
Ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ (%)	13,6	16,6	23,6	34,7	47,7

1.1.2 Ανάπτυξη ΑΠΕ στην ΕΕ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) με την οδηγία 2009/28/ΕΚ έθεσε ως στόχο τη συμβολή των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% έως το 2020. Το ποσοστό αυτό εξειδικεύεται στους τομείς της ηλεκτρικής ενέργειας, των μεταφορών, της θέρμανσης και της ψύξης. Προκειμένου να επιτευχθεί η συμμετοχή των ΑΠΕ στο στόχο του 20% μέχρι το 2020, η ΕΕ πρέπει να διπλασιάσει το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ από 16% το 2006 σε πάνω από 30% και ταυτόχρονα θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι το μερίδιο της ενέργειας από ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών το 2020 θα είναι τουλάχιστον 10% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές σε κάθε κράτος μέλος. Επίσης αναφέρονται μέτρα για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την αύξηση της αξιοποίησης των ΑΠΕ, καθώς και στοιχεία για τις βασικές διοικητικές δομές που θα επιταχύνουν τη διεύθυνση αυτή. Κάθε κράτος μέλος θεσπίζει ένα εθνικό σχέδιο δράσης για τις ΑΠΕ με καθεστώτα στήριξης και μέτρα συνεργασίας μεταξύ τους ή με τρίτες χώρες (στατιστική μεταβίβαση, κοινά έργα) (Jäger-Waldau, 2011).

Η «Ενεργειακή Πολιτική για την Ευρώπη», όπως ορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, καθορίζει ένα μελλοντικό πρόγραμμα, προτείνοντας και αντίστοιχο πλαίσιο δράσεων για την επίτευξη των κύριων ενεργειακών στόχων της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, που αφορούν στην αειφορία, στην ανταγωνιστικότητα και στην ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού. Τα δέκα μέτρα του Ευρωπαϊκού Σχεδίου Δράσης για την Ενέργεια είναι τα εξής (Μαθιουδάκης, κ.α., 2012):

1. Καλύτερη λειτουργία της Εσωτερικής Αγοράς Ενέργειας.
2. Διευκόλυνση των κρατών-μελών για ανάπτυξη αλληλεγγύης στην περίπτωση ενεργειακών κρίσεων ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής τροφοδοσία με πετρέλαιο, φυσικό αέριο και ηλεκτρική ενέργεια.
3. Βελτίωση του Κοινοτικού Μηχανισμού Εμπορίας Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου ώστε να μετατραπεί σε πραγματικό καταλύτη για τη μείωση εκπομπών CO₂ και τις επενδύσεις για καθαρή ενέργεια.
4. Ανάπτυξη προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας σε Ευρωπαϊκό, εθνικό και διεθνές επίπεδο.
5. Αύξηση της χρήσης ΑΠΕ.
6. Ανάπτυξη Στρατηγικής για την Ενεργειακή Τεχνολογία.
7. Ανάπτυξη τεχνολογιών μετατροπής ορυκτών καυσίμων με χαμηλές εκπομπές CO₂.
8. Ανάπτυξη θεμάτων ασφάλειας και προστασίας από την χρήση της πυρηνικής ενέργειας.
9. Συμφωνία για μια διεθνή ενεργειακή πολιτική με κοινούς στόχους όπου θα ακολουθήσουν όλα τα κράτη μέλη.
10. Βελτίωση της κατανόησης των ενεργειακών θεμάτων από τους Ευρωπαίους πολίτες-καταναλωτές.

Η πολιτική της ΕΕ σε σχέση με τις ΑΠΕ μπορεί να συνοψιστεί στο λεγόμενο 20-20-20 που σημαίνει μείωση των αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με το 1990, αύξηση της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ στο 20% και βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 20% έως το 2020.

Το σχέδιο δράσης της ΕΕ αποτελεί τον πυρήνα της Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής σε σχέση με τον προαναφερόμενο στόχο και περιγράφει τα συγκεκριμένα μέτρα που θα πρέπει να παρθούν για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός.

Επίσης οι Andourea, et all., (2010) επισημαίνουν πως οι 4 βασικοί στόχοι του Ευρωπαϊκού Σχεδίου Δράσης για την Ενέργεια είναι οι ακόλουθοι:

- Εξοικονόμηση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20% σε σχέση με τις προβλέψεις για το 2020.
- Αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στο 20%, ως προς την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, έως το 2020.
- Αύξηση του ποσοστού των βιοκαυσίμων, τα οποία χρησιμοποιούνται στα καύσιμα των μεταφορών (βενζίνη και πετρέλαιο), στο 10% κατ' ελάχιστο έτσι ώστε να επιτευχθεί εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά 20%.
- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με το 1990 κατά 20% έως το 2020.

Οι κύριοι στόχοι της Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής μπορούν να συνοψιστούν στους ακόλουθους τρεις άξονες:

- Ανταγωνιστικότητα
- Αειφορία και
- Ενεργειακή ασφάλεια

Για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι έχει θεσπιστεί ένα καινούριο νομοθετικό και θεσμικό πλαίσιο το οποίο ευνοεί τις επενδύσεις σε ενεργειακές υποδομές, έχουν τεθεί σαφείς και προβλέψιμοι στόχοι για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, ενισχύεται η έρευνα σε καινούριες τεχνολογίες οι οποίες θα είναι ενεργειακά αποδοτικές, ενώ θεσπίζονται και νέοι κανόνες για την εσωτερική αγορά.

Πιο συγκεκριμένα η ΕΕ έχει θεσπίσει το Climate and Energy Package (CEP) μέσω του οποίου προβλέπεται να λειτουργήσει ο μηχανισμός εμπορίας αδειών εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα από μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις και μονάδες ηλεκτροπαραγωγής, καθώς και από αεροπορικές εταιρίες. Επιπροσθέτως μέσω του CEP καθορίζονται οι στόχοι για κάθε κράτος-μέλος για μείωση των εκπομπών αερίων εκτός των προαναφερόμενων εκπομπών, ενώ καθορίζονται και οι στόχοι για την διείσδυση των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας (Kulovesi, Morgera and Muñoz, 2011).

Τον Νοέμβριο του 2010 ανακοινώθηκε το πρόγραμμα «Ενέργεια 2020» όπου και προσδιορίζονται οι ενεργειακές προτεραιότητες για την δεκαετία 2010-2020, αναφέρονται και οι δράσεις και οι ενέργειες που θα πρέπει να αναληφθούν προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι που αναφέρονται στην Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική, ενώ τον Μάρτιο του 2011 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανέπτυξε ένα

σχέδιο δράσης για τις ενεργειακές αποδόσεις με συμπληρωματικά μέτρα προκειμένου να καταστεί εφικτός ο στόχος για το 2020 (European Commission, 2011).

Οι Wesselink, et al. (2010) αναφέρουν πως τα συγκεκριμένα μέτρα για το επικαιροποιημένο σχέδιο δράσης, είναι ξεχωριστά για κάθε άξονα πολιτικής και για κάθε διαφορετικό τομέα εφαρμογής σε ότι αφορά την ενεργειακή απόδοση και το σχέδιο δράσης.

Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου σύμφωνα και με τον οδικό χάρτη που δημοσιεύτηκε τον Δεκέμβριο του 2011 θα πρέπει να μειωθούν κατά 80% έως το 2050 σε σύγκριση με το έτος σύγκρισης που είναι το 1990. Αυτός ο στόχος θα πρέπει να επιτευχθεί λαμβάνοντας υπόψη την ενεργειακή ασφάλεια του εφοδιασμού και την ανταγωνιστικότητα της κοινής Ευρωπαϊκής Αγοράς καθώς επίσης και την επίτευξη χαμηλών εκπομπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ο οδικός χάρτης για την ενέργεια 2050 αποτελεί την βάση προκειμένου να επιτευχθεί ένα μακροπρόθεσμο ευρωπαϊκό πλάνο για τον ενεργειακό τομέα σε συνεργασία με τους φορείς της ελεύθερης αγοράς και τα κράτη μέλη (European Commission, 2012).

Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος μέχρι το 2050 θα πρέπει τα κράτη-μέλη της ΕΕ να προωθήσουν τις παρακάτω ενέργειες σύμφωνα και με τον Οδικό Χάρτη 2050:

- Να αυξηθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα του ιδιωτικού τομέα.
- Να δοθεί η βέλτιστη προτεραιότητα στην επίτευξη των στόχων για το 2020.
- Να επιταχυνθούν οι διαδικασίες διείσδυσης των ΑΠΕ.
- Η προώθηση καινοτόμων τεχνολογιών έτσι ώστε να αξιοποιηθούν οι νέες τεχνολογίες και εμπορικά.
- Θα πρέπει να γίνουν προσπάθειες να αποφευχθεί η ενεργειακή φτώχεια και το κόστος της ενέργειας να αντανάκλα το πραγματικό κόστος του ενεργειακού συστήματος.
- Να γίνει πλήρως αντιληπτή και κατανοητή από τα κράτη μέλη η ανάγκη για ανάπτυξη νέων ενεργειακών υποδομών προκειμένου να αυξηθούν οι δυνατότητες αποθήκευσης ενέργειας.
- Η θέσπιση ενός κανονιστικού και θεσμικού πλαισίου μέχρι το 2030 το οποίο θα λειτουργεί σαν ορόσημο.
- Να γίνει προσπάθεια για ενίσχυση των δράσεων για το κλίμα μέσα σε ένα διεθνές πλαίσιο.

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζεται συνοπτικά η διάρθρωση του ενεργειακού τομέα στην ΕΕ και ειδικότερα των ανανεώσιμων (ήπιων) πηγών ενέργειας.

Στον παρακάτω πίνακα 1.3 παρουσιάζεται η πρωτογενής παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ στην ΕΕ των 28 χωρών για το έτος 2012. Η παραγωγή αυτή ισούται με 177,3 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου που με την σειρά της ισούται με το 22,3% της συνολικής παραγωγής ενέργειας από όλες τις πηγές. Σύμφωνα με τον προαναφερόμενο πίνακα την δεκαετία 2002-2012 η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ αυξήθηκε στην ΕΕ των 28 χωρών κατά 81,3% και σύμφωνα με την Eurostat (2014a) ισούται με μια μέση αύξηση κατά 6,1% κάθε χρόνο.

Πίνακας 1.3: Πρωτογενής παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ στην ΕΕ τα έτη 2002 και 2012 (Eurostat, 2014a).

	Πρωτογενής παραγωγή (1 000 toe)		Μερίδιο επί του συνόλου, 2012 (%)				
	2002	2012	Ηλιακή ενέργεια	Βιομάζα & απόβλητα	Γεωθερμική ενέργεια	Υδροηλεκτρική	Αιολική ενέργεια
ΕΕ-28	97.755	177.269	5,1	65,5	3,2	16,2	10,0
Ευρωζώνη (ΕΑ-18)	67.353	125.603	6,8	62,7	4,4	15,4	10,8
Βέλγιο	576	2.816	7,1	83,3	0,2	1,1	8,4
Βουλγαρία	832	1.638	5,2	69,4	2,0	16,9	6,4
Τσεχική Δημοκρατία	1.594	3.247	6,1	87,2	0,0	5,6	1,1
Δανία	1.991	3.114	1,2	70,1	0,2	0,0	28,4
Γερμανία	10.783	32.913	8,6	72,3	0,3	5,5	13,2
Εσθονία	568	1.056	0,0	96,1	0,0	0,3	3,5
Ιρλανδία	261	744	1,4	43,0	0,0	9,3	46,3
Ελλάδα	1.393	2.275	14,5	53,3	1,0	16,6	14,6
Ισπανία	6.894	14.488	16,6	41,7	0,1	12,2	29,4
Γαλλία	15.025	20.766	2,0	66,4	0,9	24,3	6,2
Κροατία	757	1.181	0,6	62,6	0,6	33,8	2,4
Ιταλία	9.249	17.894	9,9	36,7	27,7	19,2	6,4
Κύπρος	45	106	62,5	21,2	1,4	0,0	15,0
Λετονία	1.575	2.331	0,0	85,9	0,0	13,7	0,4
Λιθουανία	773	1.198	0,0	92,8	0,3	3,0	3,9
Λουξεμβούργο	38	94	5,3	78,9	0,0	8,9	6,8
Ουγγαρία	877	1.965	0,3	89,9	5,5	0,9	3,4
Μάλτα	1	6	36,1	63,9	0,0	0,0	0,0
Ολλανδία	1.618	3.779	1,3	86,9	0,3	0,2	11,3
Αυστρία	6.491	9.623	2,1	56,2	0,4	39,1	2,2
Πολωνία	4.141	8.478	0,2	92,8	0,2	2,1	4,8
Πορτογαλία	3.552	4.358	2,3	63,3	3,1	11,1	20,2
Ρουμανία	3.749	5.242	0,0	75,4	0,4	19,8	4,3
Σλοβενία	715	990	2,4	60,5	3,3	33,8	0,0
Σλοβακία	744	1.434	2,9	72,0	0,4	24,6	0,0
Φινλανδία	7.826	9.931	0,0	85,0	0,0	14,6	0,4
Σουηδία	13.123	18.508	0,1	59,9	0,0	36,7	3,3
Ηνωμένο Βασίλειο	2.566	7.095	3,6	66,2	0,0	6,4	23,7

Το 2012 η Γερμανία ήταν ο μεγαλύτερος παραγωγός από ΑΠΕ με συνολική παραγωγή που άγγιξε το 18,6% με την Γαλλία και την Σουηδία να την ακολουθούν με παραγωγή 11,7% και 10,4% αντίστοιχα.

Οι τεχνολογίες των ΑΠΕ που κυριαρχούν σε κάθε χώρα διαφέρουν χαρακτηριστικά και αυτό οφείλεται στις καιρικές και κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στα διάφορα κράτη της ΕΕ, όπως και στους αντίστοιχους φυσικούς πόρους τους. Για παράδειγμα, στην Αυστρία και στην Σλοβενία η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι αυτή που κυριαρχεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ την ίδια στιγμή που στην Κύπρο το 60% της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια, ενώ η αιολική ενέργεια φαίνεται να κυριαρχεί στην Ιρλανδία με ποσοστό 46,3% επί του συνόλου της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ (Eurostat, 2014a).

Η βιομάζα και τα απόβλητα συμμετείχαν με το μεγαλύτερο ποσοστό 65,5% στην πρωτογενή παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ στην ΕΕ-28 το έτος 2012 ακολουθούμενα κατά φθίνουσα σειρά από την υδροηλεκτρική ενέργεια (16,2%), την αιολική ενέργεια (10,0%), την ηλιακή ενέργεια (5,1%) και την γεωθερμική ενέργεια (3,2%).

Η παραγωγή των ΑΠΕ στη Μάλτα αυξήθηκε με μέσο ετήσιο ρυθμό 22,7% μεταξύ 2002 και 2012, αν και το απόλυτο επίπεδο της παραγωγής παρέμεινε μακράν το χαμηλότερο ποσοστό στην ΕΕ-28. Κατά την ίδια περίοδο, καταγράφηκαν ετήσιες αυξήσεις κατά μέσο όρο άνω του 10,0% για το Βέλγιο, τη Γερμανία, την Ιρλανδία και το Ηνωμένο Βασίλειο, με το Λουξεμβούργο και την Κύπρο ακριβώς κάτω από αυτό το επίπεδο (Eurostat, 2014a).

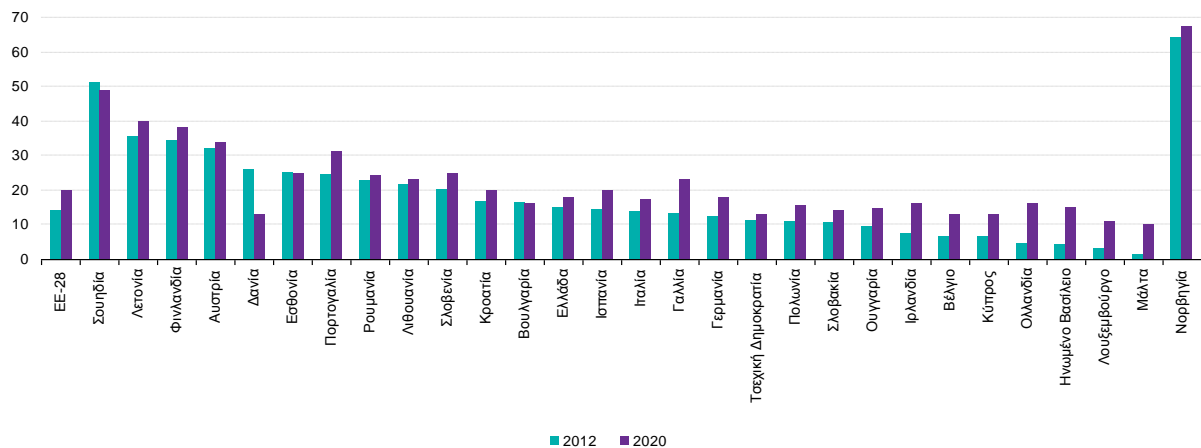
Οι ΑΠΕ σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 αντιπροσωπεύουν ένα μερίδιο 11,0% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ-28 το 2012. Πάνω από το ένα τρίτο της ενέργειας που καταναλώνεται στη Σουηδία (37,2%) και στη Λετονία (36,4%) προέρχεται από ΑΠΕ, ενώ η συνεισφορά των ΑΠΕ ήταν επίσης υψηλή στην Αυστρία (30,1%), τη Φινλανδία (29,2%) και τη Δανία (23,3%) (Eurostat, 2014a).

Πίνακας 1.4: Ποσοστό (%) συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας το 2012 (Eurostat, 2014a).

	Σύνολο ΑΠΕ%	Βιομάζα & απόβλητα	Υδροηλεκτρική	Γεωθερμική ενέργεια	Αιολική ενέργεια	Ηλιακή ενέργεια
ΕΕ-28	11,0	7,3	1,7	0,3	1,1	0,5
Ευρωζώνη (ΕΑ-18)	11,1	7,1	1,6	0,5	1,2	0,7
Βέλγιο	5,9	5,1	0,1	0,0	0,4	0,4
Βουλγαρία	8,9	6,2	1,5	0,2	0,6	0,5
Τσεχική Δημοκρατία	7,5	6,5	0,4	0,0	0,1	0,5
Δανία	23,3	18,2	0,0	0,0	4,9	0,2
Γερμανία	10,4	7,5	0,6	0,0	1,4	0,9
Εσθονία	14,1	13,4	0,1	0,0	0,6	0,0
Ιρλανδία	5,9	2,9	0,5	0,0	2,5	0,1
Ελλάδα	9,6	5,6	1,4	0,1	1,2	1,2
Ισπανία	12,6	5,9	1,4	0,0	3,3	1,9
Γαλλία	8,2	5,5	2,0	0,1	0,5	0,2
Κροατία	12,1	6,7	4,9	0,1	0,3	0,1
Ιταλία	12,7	5,7	2,1	3,0	0,7	1,1
Κύπρος	5,1	1,8	0,0	0,1	0,6	2,6
Λετονία	36,4	29,2	7,0	0,0	0,2	0,0
Λιθουανία	16,4	15,2	0,5	0,1	0,7	0,0
Λουξεμβούργο	3,1	2,7	0,2	0,0	0,1	0,1
Ουγγαρία	7,5	6,7	0,1	0,5	0,3	0,0
Μάλτα	1,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2
Ολλανδία	4,3	3,7	0,0	0,0	0,5	0,1
Αυστρία	30,1	17,5	11,2	0,1	0,6	0,6
Πολωνία	8,8	8,2	0,2	0,0	0,4	0,0
Πορτογαλία	19,8	12,6	2,2	0,6	4,0	0,5
Ρουμανία	14,7	11,0	2,9	0,1	0,6	0,0
Σλοβενία	14,8	9,3	4,8	0,5	0,0	0,3
Σλοβακία	8,1	5,7	2,1	0,0	0,0	0,3
Φινλανδία	29,2	24,8	4,3	0,0	0,1	0,0
Σουηδία	37,2	22,3	13,6	0,0	1,2	0,0
Ηνωμένο Βασίλειο	4,1	3,0	0,2	0,0	0,8	0,1

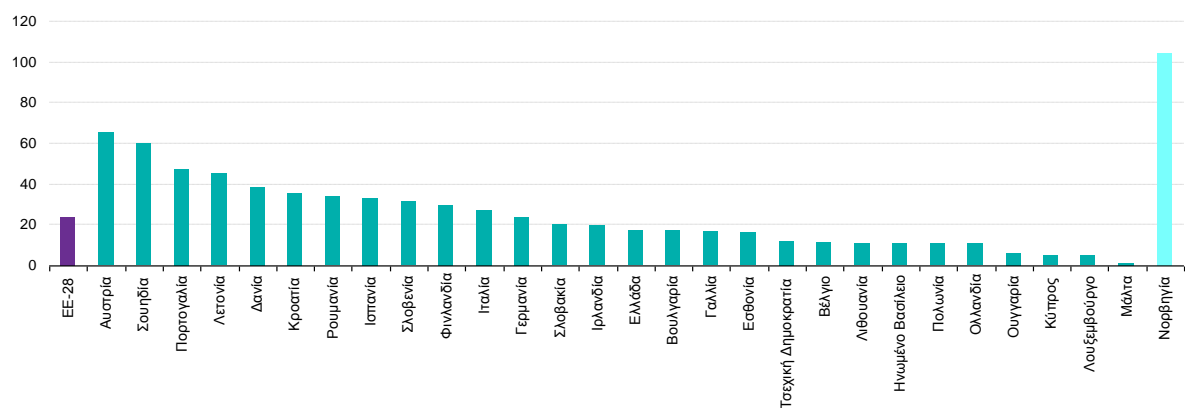
Για το 2020, όπως έχει προαναφερθεί, ο στόχος της ΕΕ είναι να έχουν οι ΑΠΕ 20% μερίδιο στην τελική κατανάλωση ενέργειας. Ο στόχος αυτός κατανέμεται στο βαθμό που τους αναλογεί σε όλα τα κράτη μέλη μέσω των εθνικών σχεδίων δράσεων. Στο διάγραμμα 1.1 παρουσιάζεται η διείσδυση των ΑΠΕ στην κατανάλωση ενέργειας σε κάθε κράτος μέλος καθώς και τον τελικό στόχο που έχει τεθεί για το 2020.

Το 2012 η διείσδυση των ΑΠΕ σε όλες τις χώρες-μέλη της ΕΕ ήταν 14,1% με τις προβλέψεις να δείχνουν πως θα αυξηθεί στο 21% μέχρι το 2020 και στο 24% μέχρι το 2030. Το 2014 σύμφωνα και με την European Commission (2014) η ΕΕ παρήγαγε ηλεκτρικό ρεύμα σε ποσοστό 44% από ΑΠΕ.



Διάγραμμα 1.1: Συμμετοχή (%) των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και οι στόχοι για τη συμμετοχή των ΑΠΕ για το έτος 2020 (Eurostat, 2014a).

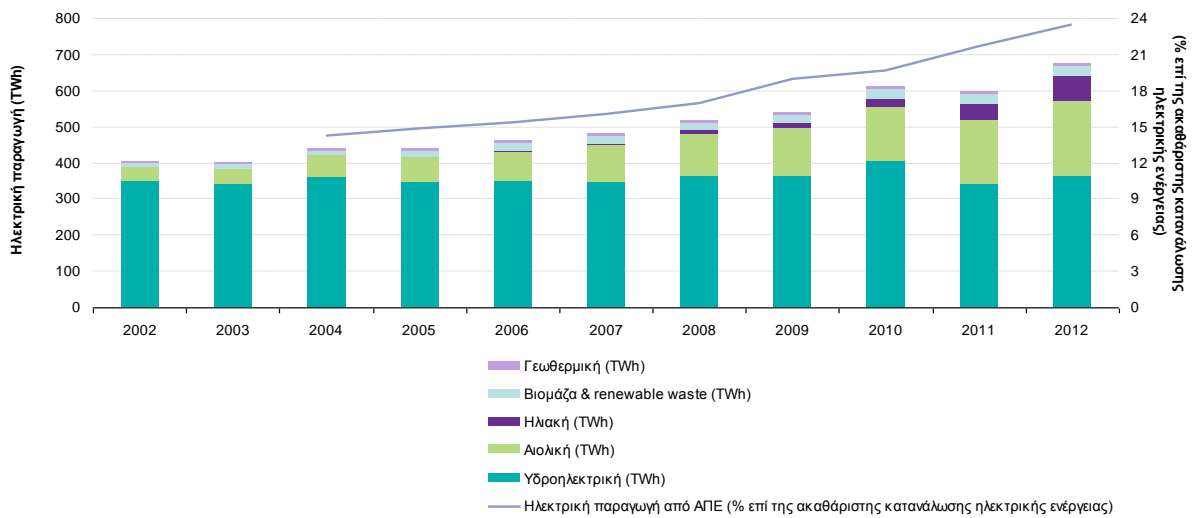
Από το παραπάνω διάγραμμα 1.1 φαίνεται πως η Σουηδία κρατάει τα σκήπτρα στη συμμετοχή της ενέργειας από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση με ποσοστό 51%. Δηλαδή από την συνολική κατανάλωση ενέργειας στη Σουηδία το 2012, το 51% προήλθε από ΑΠΕ. Ακολουθούν η Φινλανδία, η Αυστρία και η Λετονία με 30%, ενώ η Ολλανδία και η Μεγάλη Βρετανία θα πρέπει να αυξήσουν το μερίδιο συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση κατά 10%. Αντίθετα η Δανία, η Σουηδία, η Βουλγαρία και η Εσθονία έχουν ήδη ξεπεράσει τους στόχους τους για το 2020 (Eurostat, 2014a).



Διάγραμμα 1.2: Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για το 2012 (% της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας) (Eurostat, 2014a).

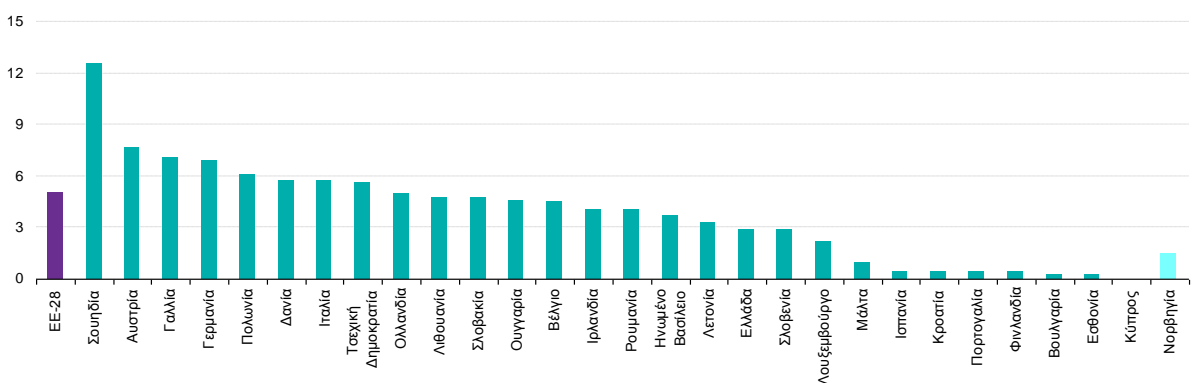
Στο διάγραμμα 1.2 και σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία για το έτος 2012 η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είχε μια συμβολή της τάξης του 23,5% στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρη την ΕΕ. Με μοχλούς ανάπτυξης των ΑΠΕ τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια και την βιομάζα η

Σουηδία με ποσοστό 60% και η Αυστρία με ποσοστό 65% είναι οι χώρες με τα μεγαλύτερα ποσοστά κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας προερχόμενη από ΑΠΕ (Eurostat,2014).



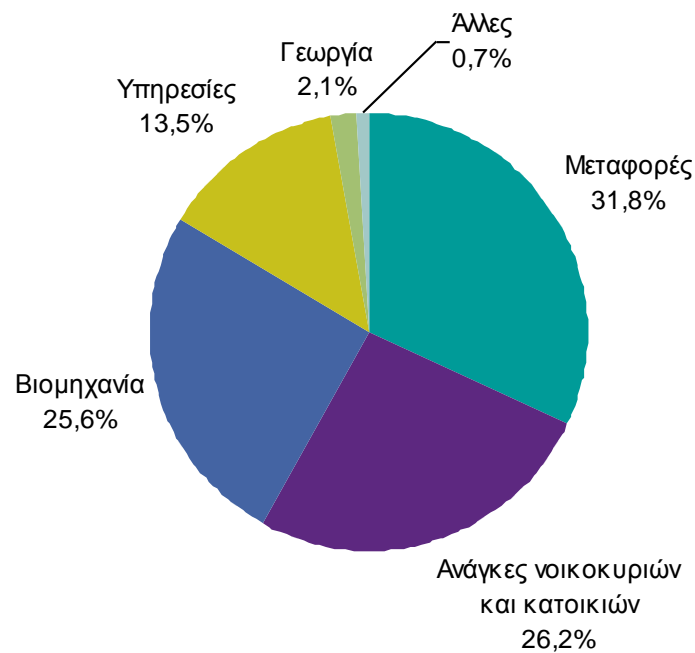
Διάγραμμα 1.3: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ την περίοδο 2002-2012 (Eurostat, 2014a).

Στο διάγραμμα 1.3 φαίνεται η ετήσια διείσδυση των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για περίοδο 2002-2012. Η ηλιακή και η αιολική ενέργεια είναι οι κυρίαρχες πηγές ΑΠΕ καθώς η αιολική παραγωγή αυξήθηκε από 36,3 TWh σε 205,8 TWh και η ηλιακή παραγωγή αυξήθηκε από 0,3 TWh σε 71,0 TWh. Η παραγωγή από βιομάζα περίπου διπλασιάστηκε, ενώ αυτή της υδροηλεκτρικής παρέμεινε σταθερή με μικρές αυξομειώσεις (Eurostat, 2014a).



Διάγραμμα 1.4: Ποσοστό (%) συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση καυσίμων του τομέα μεταφορών 2012 (Eurostat, 2014a).

Στο τέλος του 2008, η ΕΕ συμφώνησε να θέσει ένα στόχο για κάθε κράτος μέλος, έτσι ώστε οι ΑΠΕ (συμπεριλαμβανομένων των βιοκαυσίμων, υδρογόνου ή «πράσινης» ηλεκτρικής ενέργειας) να αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 10% του συνόλου των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στον τομέα των μεταφορών μέχρι το 2020. Το ποσοστό των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση καυσίμων για τις μεταφορές σε όλη την ΕΕ-28 (Διάγραμμα 1.4), ήταν το 2012 5,1%, που κυμαίνονται από το υψηλότερο ποσοστό 12,6% στη Σουηδία έως το χαμηλότερο 0,5% στην Ισπανία, Κροατία, Πορτογαλία, Φινλανδία, Βουλγαρία, Εσθονία και Κύπρο (Eurostat, 2014a).



Διάγραμμα 1.5: Ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-28 το 2012, από τους διάφορους τομείς της οικονομίας (Eurostat, 2014b).

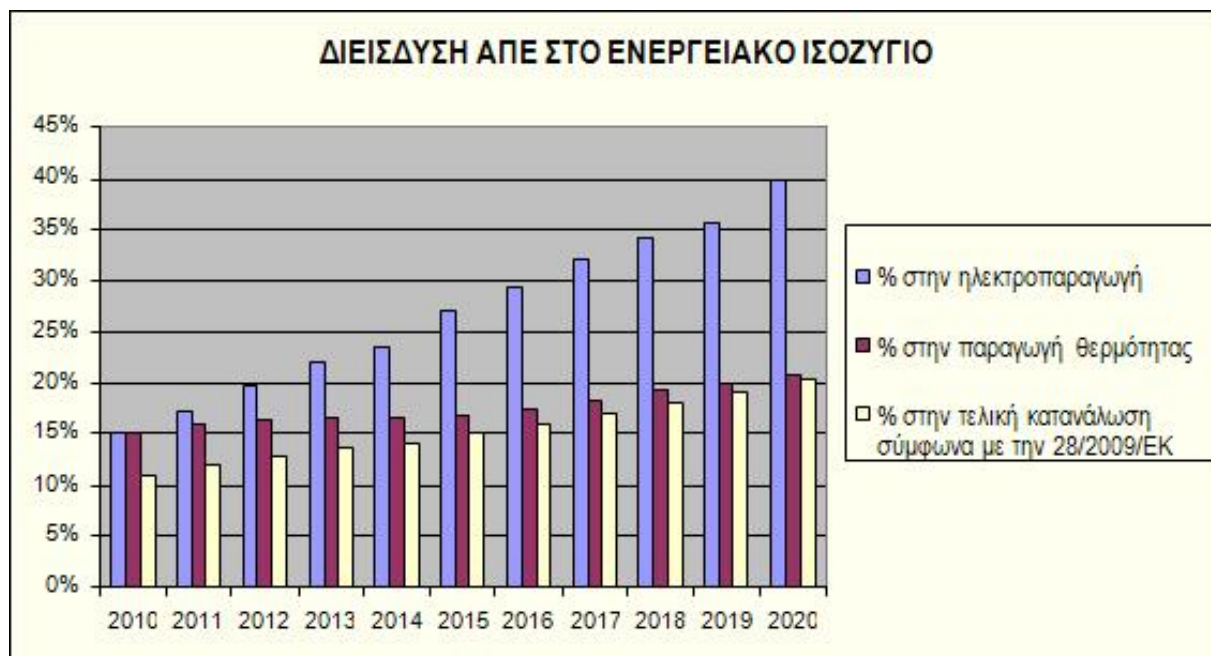
Η ανάλυση της ενεργειακής κατανάλωσης στην ΕΕ-28 το 2012 δείχνει ότι τρεις τομείς καταναλώνουν το 82,6% της ολικής κατανάλωσης, ήτοι ο τομέας των μεταφορών (31,8%), τα νοικοκυριά (26,2%) και η βιομηχανία (25,6%) (Διάγραμμα 1.5). Η συνολική κατανάλωση ενέργειας στο σύνολο των μεταφορών στην ΕΕ-28 ανήλθε σε 351,1 Mtoe το 2012. Υπήρξε μια σημαντική αλλαγή στην εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας για τις μεταφορές μετά το 2007. Μέχρι το 2007 η κατανάλωση ενέργειας για τις μεταφορές αυξανόταν, ενώ από το 2008 και μετά εξαιτίας της χρηματοπιστωτικής και οικονομικής κρίσης η κατανάλωση ενέργειας για τις μεταφορές άρχισε να μειώνεται. Η πρώτη πτώση έγινε μεταξύ των ετών 2007 και 2008, και ήταν της τάξης του 1,2%. Η πτώση αυτή εντάθηκε το 2009 (-3,5%), συνεχίστηκε με πιο υποτονικό ρυθμό το 2010 (-0,4%) και το 2011 (-0,5%), και μειώθηκε

περισσότερο πιο έντονα και πάλι το 2012 (-3.0%). Συνολικά, από το 2007 έως το 2012, η κατανάλωση ενέργειας για τις μεταφορές στην ΕΕ-28 μειώθηκε κατά 8,4% (Eurostat, 2014b).

1.1.3 Ανάπτυξη ΑΠΕ στην Ελλάδα

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλο δυναμικό για αιολική και ηλιακή ενέργεια και έχει αποφασίσει να αξιοποιήσει αυτό το δυναμικό. Όσον αφορά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ως μέλος της Διακυβερνητικής Ομάδας για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel for Climate Change - IPCC), η Ελλάδα έχει εκπληρώσει την πρώτη περίοδο δέσμευσης (Πρωτόκολλο του Κιότο) και ξεκίνησε μια δεύτερη περίοδο δέσμευσης (Doha Amendment), αρχής γενομένης από την 1η Ιανουαρίου 2013 έως το 2020.

Επίσης, σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ για τις ΑΠΕ και το Ν. 3851/2010, η Ελλάδα έχει θέσει ως στόχο τη συμμετοχή κατά 20% ΑΠΕ στην συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας το 2020 (Διάγραμμα 1.6), που θα επιτευχθεί με συνδυασμό μέτρων για την ενεργειακή απόδοση, καθώς και την ενίσχυση της διείσδυσης των τεχνολογιών ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, παροχή θερμότητας και μεταφορές (τριπλοί στόχοι της 20-20-20 δέσμης μέτρων) (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2010).



Διάγραμμα 1.6: Εθνικός Στόχος (Διείσδυση) ΑΠΕ για το 2020 (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2010).

Σύμφωνα με στατιστικά δεδομένα των μονάδων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις διάφορες Περιφέρειες της Ελλάδας, γίνεται φανερό ότι για κάθε τύπο ανανεώσιμης πηγής ενέργειας η κατανομή τόσο των μονάδων παραγωγής όσο και της εγκατεστημένης ισχύος διαφέρει από Περιφέρεια σε Περιφέρεια (ΛΑΓΗΕ, 2014; ΣΕΦ, 2013; ΕΕΕΑΕ, 2013). Η μεταβλητή των ΑΠΕ συνιστούσε μία εκ των έξι μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στην ταξινόμηση των 287 περιφερειών της Ευρώπης, στα πλαίσια του προγράμματος ReRisk, που είχε ως στόχο τον καθορισμό των περισσότερο ευάλωτων αναπτυξιακά περιφερειών της Ευρώπης. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα ReRisk ήταν κλιματικά δεδομένα, οικονομική δομή, ενεργειακή εξάρτηση στον τομέα των μεταφορών, κοινωνική διάσταση, ΑΠΕ και φυσικά χαρακτηριστικά (μέγεθος/επιφάνεια περιφερειών) (Καλογήρου, Γιαουτζή και Μπίσκα, 2011).

1.2 Καταγραφή Προβλήματος

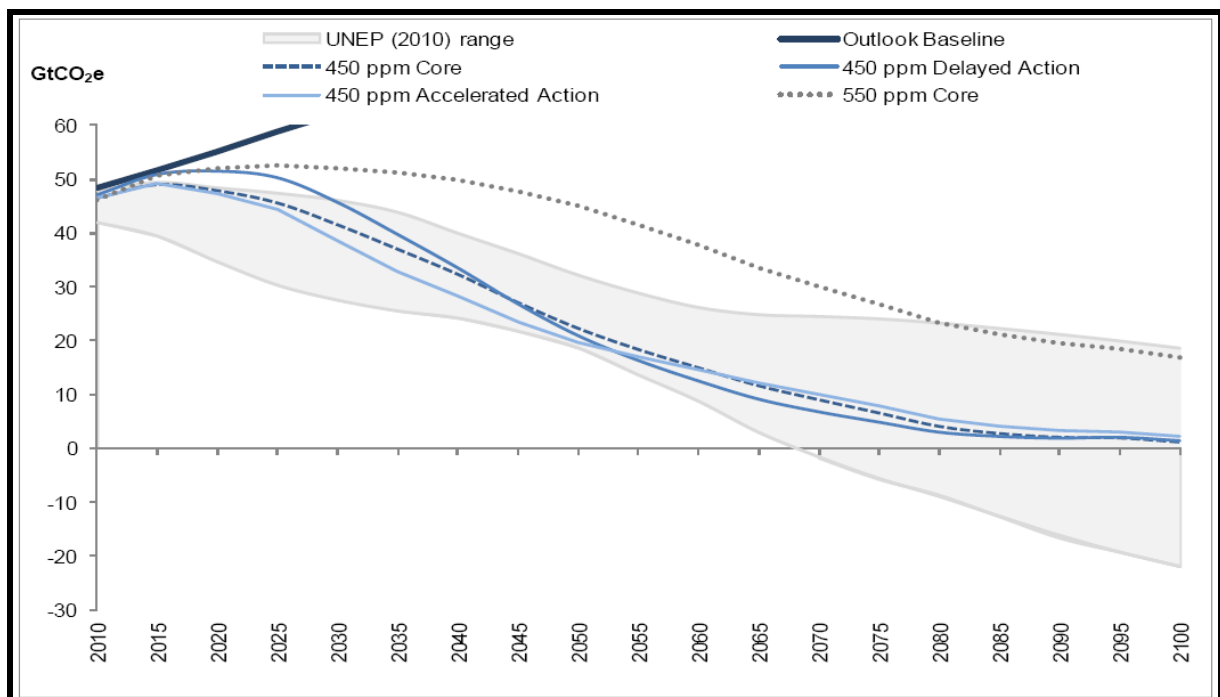
1.2.1 Ενέργεια και Κλιματική Αλλαγή

Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής αποτελεί μια πραγματικότητα, κοινά αποδεκτή τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Η αντιμετώπιση του φαινομένου αποτελεί παγκόσμια προτεραιότητα και καθορίζει όλες τις αποφάσεις οι οποίες έχουν σχέση με την εκμετάλλευση, παραγωγή και διαχείριση των ενεργειακών πόρων, ενώ παράλληλα δεν αφήνει ανεπηρέαστες τις αποφάσεις που αφορούν την ανάπτυξη του θεσμικού πλαισίου αλλά και τις επενδύσεις, οι οποίες με την σειρά τους επηρεάζουν τους μηχανισμούς της κοινής αγοράς.

Η θεσμική εξέλιξη της διεθνούς κλιματικής πολιτικής είχε κάνει την εμφάνισή της από τις αρχές της δεκαετίας του '90. Τα σημαντικότερα γεγονότα με χρονολογική σειρά είναι: Το 1998 ιδρύεται η επιτροπή για την κλιματική αλλαγή (IPCC) και το 1990 δημοσιεύεται η 1η Έκθεση IPCC και συμπληρωματική Έκθεση το 1992. Ακολούθως το 1992 υπογράφεται η σύμβαση πλαίσιο για την κλιματική αλλαγή (UN/FCCC) στο Ρίο η οποία τέθηκε σε ισχύ το 1994. Το 1995 πραγματοποιείται η 1η Σύνοδος των Μερών στο Βερολίνο (Conference of the Parties /COP-1-1995) και δημοσιεύεται η 2η Έκθεση του IPCC. Το 1997 ψηφίζεται το πρωτόκολλο του Κιότο και το 2001 πραγματοποιείται η 6η Συνάντηση των Μελών στη Βόννη και η δήλωση των ΗΠΑ (Μάρτιος) περί μη κύρωσης του Πρωτοκόλλου (έναρξη περιόδου «ψυχρού πολέμου» στη «κλιματική διπλωματία» μεταξύ ΗΠΑ και ΕΕ). Η περίοδος από το 2001 και μετά χαρακτηρίζεται από άρση επιστημονικών αβεβαιοτήτων,

θεσμική στασιμότητα (π.χ. στάση ΗΠΑ, καθυστέρηση και αναποτελεσματική εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο, αδιέξοδο στην Κοπεγχάγη) (Μαυρογένης και Πασπάτη, 2012).

Η μετάβαση σε μια αναπτυξιακή οικονομία που θα βασίζεται στην πολύ χαμηλή κατανάλωση του άνθρακα και συνεπακόλουθα στη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα μέσω των αλλαγών και των συνηθειών στην κατανάλωση και την παραγωγή ενέργειας, θα έχει ως αποτέλεσμα σε παγκόσμιο επίπεδο την πλήρη αναδιάρθρωση του ενεργειακού τομέα. Τα κράτη μέλη του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών έθεσαν στόχο τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2 °C σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή. Ο στόχος αυτός δύναται να επιτευχθεί όταν και εφόσον η συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σταθεροποιηθεί στα 450 ppm. Αυτό μεταφράζεται στο ότι θα πρέπει σε παγκόσμιο πλέον επίπεδο οι εκπομπές να μειωθούν δραστικά, ούτως ώστε μέχρι το 2050 να περιοριστούν στο 50% περίπου του αντίστοιχου επιπέδου του 1990 (Διάγραμμα 1.7) (Marchal, et al., 2011).



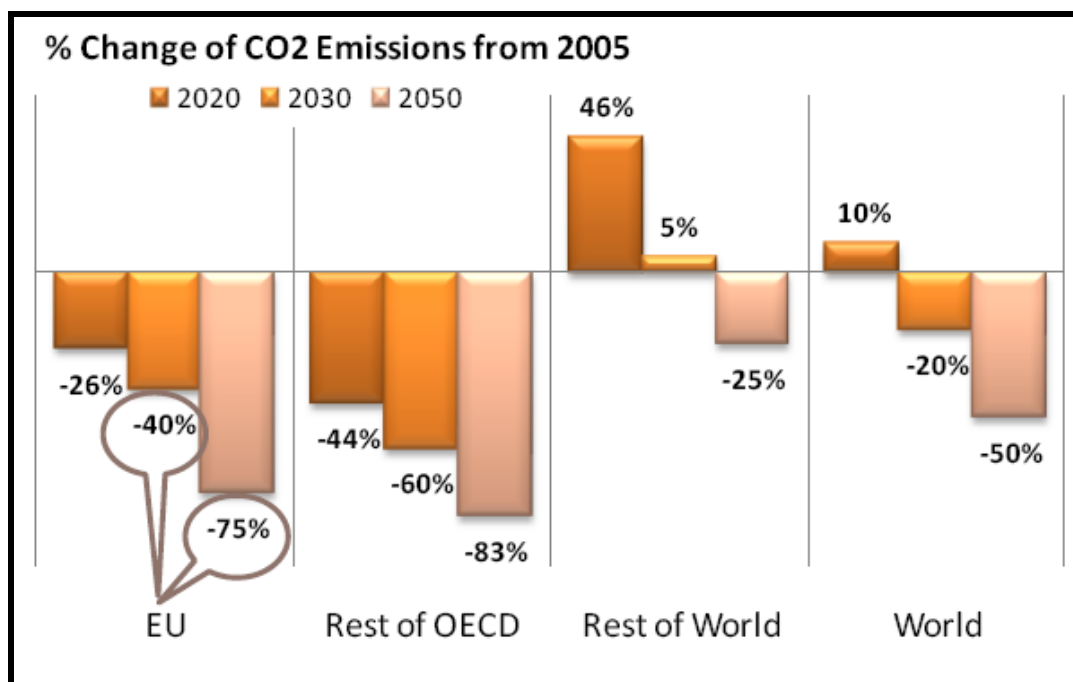
Διάγραμμα 1.7: Σενάριο σταθεροποίησης της συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου στα 450ppm (Marchal, et al., 2011).

Ο παγκόσμιος αυτός στόχος δεν κατανέμεται ισάριθμα για όλες τις περιοχές. Λαμβανομένου υπόψη της τάσης για σημαντική αύξηση των εκπομπών από τις αναπτυσσόμενες οικονομίες όπως της Κίνας, της Ινδίας, κ.λπ., η ανάλυση των παγκόσμιων ενεργειακών προτύπων (Prometheus του ΕΜΠΙ-Ε3MLab, POLES του ΙPTS και WEO του ΙΕΑ), έδειξε ότι η υποχρέωση μείωσης των εκπομπών από τις χώρες

του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης πρέπει να διαμορφωθεί στο 80% το 2050 συγκριτικά με το 1990. Επίσης αναφέρεται και η επίτευξη του στόχου μείωσης των εκπομπών κατά 25% το 2050 από τις αναπτυσσόμενες οικονομίες, στόχος ο οποίος αντιστοιχεί στο 80% των εκπομπών τους το 2050 στο πλαίσιο των τρεχουσών τάσεων ανάπτυξης (Κάπρος, κ.α., 2011).

Στο πλαίσιο του στόχου της ΕΕ, που έθεσε με τον οδικό χάρτη για μια αναπτυξιακή οικονομία με πολύ χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050, οι εναπομείναντες ενεργειακοί πόροι θα πρέπει να έχουν υψηλή αποδοτικότητα. Ο οδικός χάρτης προτείνει συγκεκριμένους τρόπους και στρατηγικές για την επίτευξη αυτού του στόχου και συνεπακόλουθα της βιώσιμης ανάπτυξης έως το 2050 (European Commission, 2011).

Η ΕΕ θέτει ως στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 75% το 2050 σε σύγκριση με το επίπεδο του 2005. Επίσης θέτει έναν ενδιάμεσο στόχο μείωσης των εκπομπών κατά 40% το 2030 έναντι του 2005. Η μείωση αυτή πρέπει να επιτευχθεί εντός της Ευρώπης. Σύμφωνα με το ενεργειακό μοντέλο πρότυπο PRIMES (EMΠΙ-E3MLab), ο στόχος μείωσης των εκπομπών για τις υπόλοιπες χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης, εκτός της ΕΕ, τέθηκε 83% για το 2050 και 60% για το 2030, έναντι του 2005, ενώ η παγκόσμια μείωση τέθηκε κατά 50% και 20% έναντι του 2005 (Διάγραμμα 1.8) (Capros, 2010).



Διάγραμμα 1.8: Σενάρια Μείωσης εκπομπών σύμφωνα με το Πρότυπο Primes (Capros, 2010).

Δεδομένου ότι ο ενεργειακός τομέας ευθύνεται περίπου για το 80% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Marchal, et al., 2011), καθώς και ότι η δραστική μείωση των εκπομπών (μεθανίου) σε ορισμένους τομείς όπως ο αγροτικός είναι ιδιαίτερα δύσκολη (COM(2011) 112 τελικό) ο στόχος που τίθεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για τη μείωση των εκπομπών από τον τομέα της ενέργειας είναι τουλάχιστον ίσος με το γενικό στόχο, δηλαδή -80% μέχρι το 2050 και -40% μέχρι το 2030.

1.2.2 Παράγοντες Κλιματικής Αλλαγής

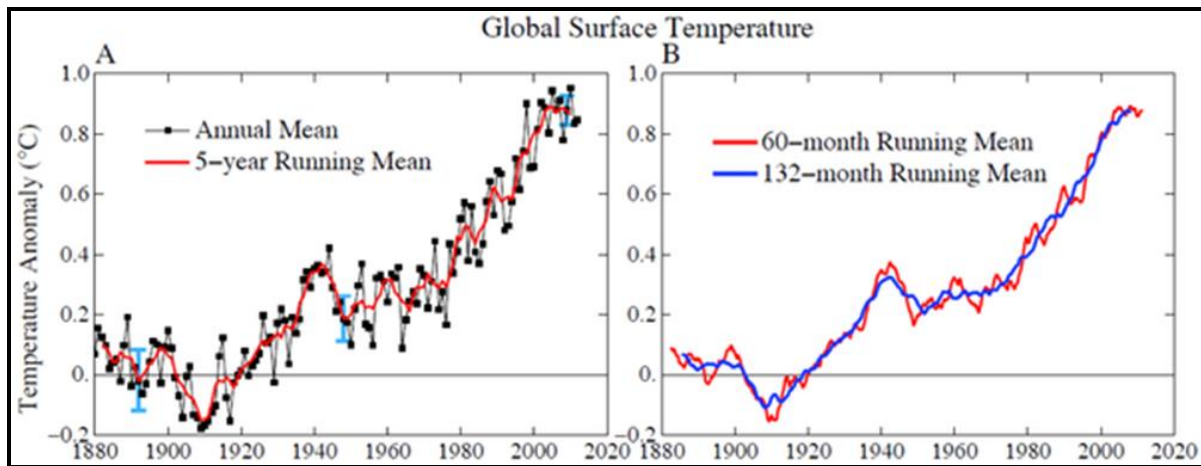
Αν και οι αλλαγές στο κλίμα στο παρελθόν ήταν αποκλειστικά αποτέλεσμα φυσικών αιτιών, οι επιστήμονες έχουν παρατηρήσει πως η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει γίνει μια κυρίαρχη δύναμη και είναι υπεύθυνη για το μεγαλύτερο ποσοστό της υπερθέρμανσης που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια. Υπάρχει πληθώρα μελετών που δείχνουν πως το κλίμα ήδη αλλάζει και πολλαπλές επιπτώσεις γίνονται εμφανείς ανά τον κόσμο (IPCC, 2001a, Hare, 2003, ACIA, 2004, EEA, 2004, WHO-ECEH, 2003). Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την κλιματική αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), υπάρχουν νέα και εντονότερα στοιχεία για το γεγονός ότι η υπερθέρμανση που παρατηρείται τα τελευταία 50 χρόνια μπορεί να αποδοθεί κυρίως στις ανθρώπινες δραστηριότητες, και συγκεκριμένα στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gases-GHG) (IPCC, 2001b).

Η διαφορά των αλλαγών που οφείλονται στον άνθρωπο από εκείνες τις αλλαγές που προέρχονται από τη φύση είναι ότι η ανθρώπινη παρέμβαση πιθανότατα οδηγεί σε μονότονη αλλά και ραγδαία αποσταθεροποίηση. Αντίθετα, οι φυσικές κλιματικές αλλαγές παρουσιάζουν γενικά μακροχρόνιες διακυμάνσεις (Hansen, et al., 2013).

Η ανθρώπινη δραστηριότητα συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή μέσω κυρίως των αλλαγών που προκαλεί στην ατμόσφαιρα της γης, και συγκεκριμένα στις ποσότητες των αερίων του θερμοκηπίου και των αερολυμάτων. Η καύση στερεών καυσίμων, η οποία απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα, αποτελεί τον πιο σημαντικό επιβαρυντικό παράγοντα. Τα αέρια του θερμοκηπίου και τα μικροσωματίδια επηρεάζουν το κλίμα τροποποιώντας την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία και την εξερχόμενη θερμική ακτινοβολία, οι οποίες είναι μέρος του ενεργειακού ισοζυγίου της γης. Η μεταβολή της ποσότητας ή των ιδιοτήτων αυτών των αερίων και σωματιδίων μπορεί να οδηγήσει σε μια θέρμανση ή ψύξη του κλιματικού συστήματος. Από την έναρξη της βιομηχανικής εποχής και μετά (χρονικό μεταίχμιο της οποίας θεωρείται το 1970), η συνολική επίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητας στο κλίμα οδήγησε στην υπερθέρμανση. Η ανθρώπινη επίδραση στο κλίμα κατά τη διάρκεια αυτής της εποχής ξεπερνά κατά πολύ την αντίστοιχη λόγω φυσικών διεργασιών, όπως είναι οι

ηλιακές αλλαγές και οι εκρήξεις ηφαιστείων. Η ενίσχυση της υπερθέρμανσης που προκαλεί ο ανθρώπινος παράγοντας ονομάζεται «ενισχυμένο» ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου (IPCC, 2001a).

Ο πιο χαρακτηριστικός δείκτης της ανθρώπινης παρεμβολής στην κλιματική αλλαγή είναι η άνοδος της θερμοκρασίας. Έχει διαπιστωθεί πως η αύξηση της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο την τελευταία 50ετία είναι η μεγαλύτερη της χιλιετίας. Οι μετρήσεις που λαμβάνονται από το 1880 έως σήμερα δείχνουν πως η θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά $0,6^{\circ}\text{C}$. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας είναι πιο έντονη κατά τους θερινούς μήνες στις ηπειρωτικές περιοχές του βορείου ημισφαιρίου (Διάγραμμα 1.9) (IPCC, 2007; Hansen, et al., 2013).



Διάγραμμα 1.9: Διακυμάνσεις της θερμοκρασίας της Γης (Hansen, et al., 2013).

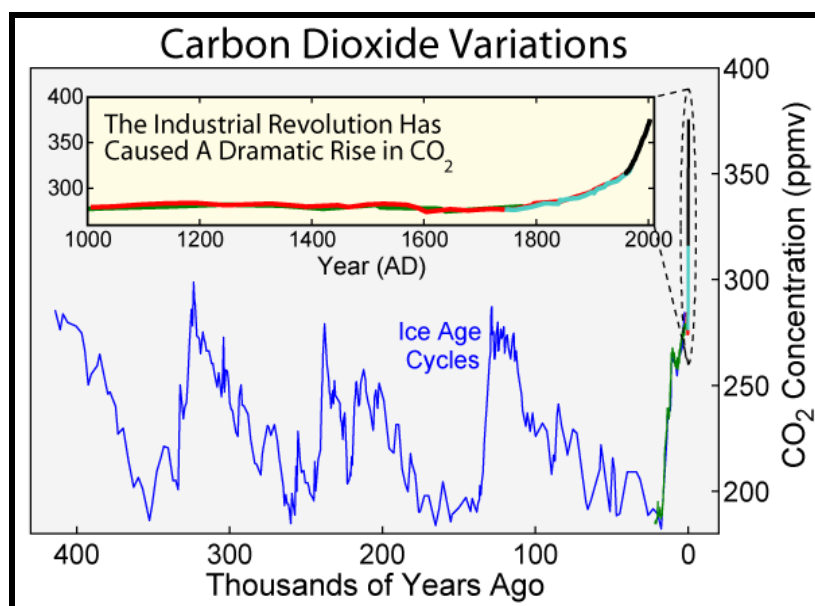
1.2.3 Αέρια του Θερμοκηπίου και Αερολύματα

Στα μέσα της δεκαετίας του 70 έγινε αντιληπτό πως το CO_2 δεν ήταν το μόνο μόριο που συνεισέφερε σημαντικά στο φαινόμενο θερμοκηπίου. Για παράδειγμα βρέθηκε ότι η προσθήκη ενός μορίου χλωριοφθοράνθρακα στην ατμόσφαιρα ήταν ισοδύναμο με δέκα χιλιάδες μόρια CO_2 . Το μεθάνιο (CH_4), με συγκέντρωση σήμερα 1,8 μόρια σε κάθε εκατομμύριο μόρια αέρα, έχει διπλασιαστεί συγκρινόμενο με την προ βιομηχανικής επανάστασης εποχή και συνεισφέρει σημαντικά στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, μια που το μόριό του είναι οκτώ φορές πιο ενεργό (ικανό στην απορρόφηση υπέρυθρης ακτινοβολίας) από εκείνο του CO_2 . Το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) έχει αυξηθεί κατά 16% περίπου μετά το 1850 κυρίως λόγω της αύξησης χρήσης λιπασμάτων. Το όζον στην τροπόσφαιρα και οι αλογονάνθρακες απορροφούν υπέρυθη ακτινοβολία, (παγιδεύουν θερμότητα) σε μήκη κύματος στην περιοχή που είναι γνωστή ως ατμοσφαιρικό παράθυρο στο υπέρυθρο, απ' όπου η

γη μπορούσε να διώξει θερμότητα ανεμπόδιστα. Έτσι σήμερα υπολογίζεται ότι ένα 40% του φαινομένου θερμοκηπίου οφείλεται σε αέρια διαφορετικά από το CO₂ (Ramanathan and Feng, 2009).

Τα πιο σημαντικά αέρια του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το οξείδιο του αζώτου (N₂O), το όζον (O₃), και οι αλογονάνθρακες. Οι σημαντικότερες πηγές αερίων του θερμοκηπίου που οφείλονται στις ανθρώπινες δραστηριότητες είναι: η καύση ορυκτών καυσίμων (υγρά καύσιμα όπως βενζίνη και πετρέλαιο, στερεά καύσιμα όπως άνθρακας, αέρια καύσιμα όπως φυσικό αέριο), η αποψίλωση των δασών, η χρήση χλωροφθορανθράκων (CFC) κατά την ψύξη συστημάτων και η έντονη γεωργική δραστηριότητα με τη χρήση λιπασμάτων (Pachauri and Reisinger, 2007).

Η περιεκτικότητα των αερίων του θερμοκηπίου πριν την βιομηχανική επανάσταση ήταν σταθερή. Από το 1750 οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν αυξήσει την συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Ενώ οι φυσικές πηγές έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα είναι 20 φορές μεγαλύτερες από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, τα ποσά διοξειδίου του άνθρακα και των υπολοίπων αερίων που εκλύονταν στην ατμόσφαιρα ισορροπούσαν τις περιεκτικότητές τους στην ατμόσφαιρα με φυσικές μεθόδους και διεργασίες με αποτέλεσμα η ατμοσφαιρική περιεκτικότητα του διοξειδίου του άνθρακα να διατηρείτο στα επίπεδα του 260 έως 280 ppm για 10.000 χρόνια (Διάγραμμα 1.10) (Rhode, 2011), από την έναρξη της περιόδου των παγετώνων μέχρι την έναρξη της βιομηχανικής περιόδου. Αξιοσημείωτο είναι να αναφερθεί ότι οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα δύναται να αυξηθούν 100 ppm από το 2030 έως το 2100, δηλαδή 10,7 ppm ανά έτος (Hansen, et al., 2013).



Διάγραμμα 1.10: Συγκεντρώσεις CO₂ σε παγετώδεις περιόδους και στη σύγχρονη εποχή (Rhode, 2011).

Πέραν από τα αέρια του θερμοκηπίου, το κλίμα επηρεάζεται σημαντικά και από τα μικρά στερεά σωματίδια (0.1μm-10μm) που αιωρούνται στον αέρα (αερολύματα). Τα αερολύματα δύναται να είναι είτε φυσικής προέλευσης (σκόνη από την επιφάνεια της γης, άλατα από τους ωκεανούς ή σωματίδια που εκλύονται κατά τις ηφαιστειακές εκρήξεις), είτε ανθρωπογενούς προέλευσης (μόλυνση του αέρα από βιομηχανικές εκπομπές). Μέχρι το 2000 η μόλυνση του αέρα αντιμετωπιζόταν σαν ένα τοπικό πρόβλημα με συνέπειες σε θέματα υγείας, τελευταία δεδομένα όμως έχουν δείξει ότι μικροσωματίδια στον αέρα μεταφέρονται από ήπειρο σε ήπειρο και παίζουν σημαντικό ρόλο στην αλλαγή του κλίματος τόσο σε τοπικό επίπεδο όσο και σε ολόκληρη τη γη (Houghton, 2009). Τα αερολύματα επηρεάζουν άμεσα τη ροή ηλιακής ακτινοβολίας καθώς την σκεδάζουν κι έτσι προκαλούν ψύξη του συστήματος γης-ατμόσφαιρας (IPCC, 2001a; Spracklen, Bonn and Carslaw, 2008).

1.3 Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης

1.3.1 Η διαφοροποίηση της ανάπτυξης των ΑΠΕ από τους στόχους

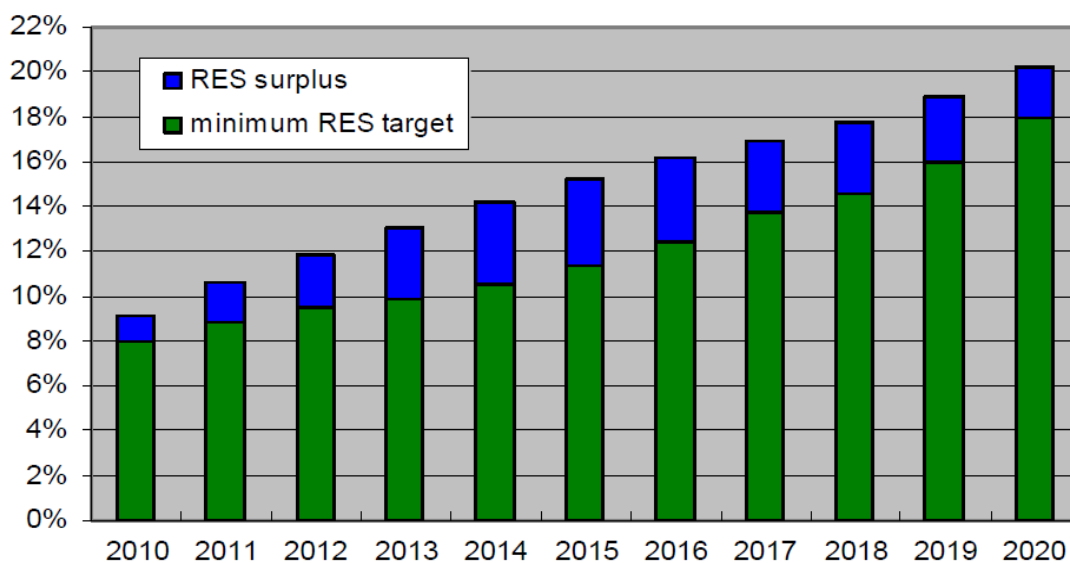
Ο κοινοτικός στόχος του 20% μέχρι το 2020 για τη συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας θα πρέπει να επιμεριστεί σε συγκεκριμένους στόχους για κάθε κράτος μέλος καθώς κάθε χώρα ξεκινάει από διαφορετικό σημείο εκκίνησης και είναι ανάλογο του δυναμικού των κρατών μελών. Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2009/28/EK ο επιμερισμός αυτός θα πρέπει να γίνει με μια δίκαιη κατανομή της αύξησης των ΑΠΕ με βάση την ίση αύξηση του μεριδίου για κάθε κράτος μέλος, αυξομειούμενη με έναν τρόπο που θα αντικατοπτρίζει το σημείο εκκίνησης και υπολογίζοντας την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (Οδηγία 2009/28/EK).

Αντιστρόφως, κρίνεται σκόπιμο ο στόχος του 10% για τις ΑΠΕ στις μεταφορές να τεθεί στο ίδιο επίπεδο για κάθε κράτος μέλος, προκειμένου να διασφαλιστεί συνέπεια των προδιαγραφών για τα καύσιμα κίνησης και τη διαθεσιμότητα των καυσίμων. Επειδή είναι εύκολη η εμπορία καυσίμων κίνησης, τα κράτη μέλη με χαμηλό πλούτο σχετικών πόρων θα μπορούν εύκολα να προμηθευτούν από άλλες χώρες βιοκαύσιμα. Ενώ τεχνικά είναι δυνατό η Κοινότητα να επιτύχει το στόχο της για τη χρήση ανανεώσιμης ενέργειας στις μεταφορές αποκλειστικά από εγχώρια παραγωγή, είναι πιθανό όσο και επιθυμητό ο στόχος στην πραγματικότητα να επιτευχθεί με συνδυασμό εγχώριας παραγωγής και εισαγωγών (Οδηγία 2009/28/EK).

Προκειμένου να διασφαλισθεί η επίτευξη των δεσμευτικών εθνικών συνολικών στόχων, τα κράτη μέλη θα πρέπει να εργαστούν προς μια ενδεικτική πορεία, δρομολογώντας την επίτευξη των τελικών δεσμευτικών στόχων τους και να θεσπίσουν εθνικό σχέδιο δράσης για την ανανεώσιμη ενέργεια, το οποίο θα περιλαμβάνει ενημέρωση για τους τομεακούς στόχους. Παράλληλα θα λαμβάνουν υπόψη ότι υπάρχουν διαφορετικές χρήσεις της βιομάζας και συνεπώς, είναι ουσιαστικό να αξιοποιηθούν νέοι πόροι βιομάζας. Επιπλέον, κάθε κράτος μέλος θα πρέπει να θεσπίσει δικά του μέτρα για την επίτευξη των εν λόγω στόχων και να εκτιμά, κατά την αξιολόγηση της αναμενόμενης οικείας ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας στο πλαίσιο του εθνικού σχεδίου δράσης, κατά πόσον τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας μπορούν να συμβάλουν στην επίτευξη των εθνικών του στόχων. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη το βέλτιστο συνδυασμό τεχνολογιών ενεργειακής απόδοσης και ΑΠΕ (Οδηγία 2009/28/EK).

Κάθε κράτος μέλος εφαρμόζει μέτρα στήριξης των επενδύσεων σε ΑΠΕ που αφορούν όμως τις ΑΠΕ που παράγονται μέσα στην επικράτεια τους. Για να είναι εύρυθμη η λειτουργία των μέτρων στήριξης που λαμβάνει κάθε κράτος, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα αντίστοιχα δυναμικά παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ όπως αιολικό δυναμικό, ηλιακό δυναμικό κ.λπ. Η οδηγία 2009/28/EK έχει σαν στόχο την διευκόλυνση της διασυνοριακής υποστήριξης των ΑΠΕ χωρίς όμως να θίγονται τα συμφέροντα των εθνικών μέτρων στήριξης. Σύμφωνα με την οδηγία αυτή παρέχεται η δυνατότητα ανάπτυξης μηχανισμών συνεργασίας οι οποίοι θα παρέχουν στήριξη από το ένα κράτος στο άλλο σε ότι αφορά την παραγωγή ενέργειας από ήπιες πηγές (Οδηγία 2009/28/EK).

Στο Διάγραμμα 1.11, τα ελάχιστα ποσοστά ΑΠΕ, που ορίζονται στην οδηγία 2009/28/EK, παρουσιάζονται με πράσινες στήλες και το πλεόνασμα με βάση τον εθνικό στόχο ΑΠΕ, όπως ορίζεται στο νόμο 3851/2010, παρουσιάζεται με μπλε στήλες. Στον πίνακα 1.5 παρουσιάζεται το εκτιμώμενο πλεόνασμα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ το οποίο δύναται να μεταβιβασθεί σε άλλα Κράτη Μέλη σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης 20-20-20 (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2010).



Διάγραμμα 1.11: Εξέλιξη ποσοστού ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας ως το 2020 (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2010).

Πίνακας 1.5: Εκτιμώμενο πλεόνασμα και/ή έλλειμμα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ σε σύγκριση με την ενδεικτική πορεία που θα μπορούσε να μεταβιβαστεί προς/από άλλα Κράτη Μέλη (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2010).

ktoe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Πρόβλεψη πλεονάσματος							110	114	286	402	482
Πρόβλεψη πλεονάσματος στο NREAP	257	408	513	686	812	856	842	737	743	683	529
Πρόβλεψη ελλείμματος											
Πρόβλεψη ελλείμματος στο NREAP											

1.3.2 Η αντίστοιχη υφιστάμενη στρατηγική

Η υδροηλεκτρική ενέργεια ήταν ανέκαθεν σημαντική για την ελληνική οικονομία, ενώ τα τελευταία χρόνια και οι αγορές αιολικής ενέργειας και ενεργητικών ηλιακών θερμικών συστημάτων έχουν αναπτυχθεί. Η γεωθερμική ενέργεια είναι επίσης μια δημοφιλής πηγή ενέργειας. Η Ελλάδα έχει δημιουργήσει ένα ευρύτερο μηχανισμό στήριξης, ωστόσο η υιοθέτηση από την αγορά των ΑΠΕ στην Ελλάδα είναι μικρότερη από την αναμενόμενη, κυρίως λόγω μακράς αδειοδότησης, διοικητικών διαδικασιών και θεμάτων που σχετίζονται με το δίκτυο (Metaxas and Tsinisizelis, 2013). Υπάρχει επίσης ιδιαίτερη μνεία στα υβριδικά συστήματα για την αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής

ενέργειας από ΑΠΕ στο νόμο, κυρίως στα μη διασυνδεδεμένα νησιά. Τα ηλιακά θερμικά συστήματα (κυρίως οικιακά συστήματα ζεστού νερού) είναι μια επιτυχημένη ιστορία από το 1980 (η Ελλάδα είναι ένας από τους ηγέτες της ΕΕ), αλλά η αγορά δεν αυξάνεται τόσο γρήγορα τα τελευταία χρόνια. Η άφθονη Ελληνική ηλιακή ενέργεια είναι πολύ κατάλληλη για νησιά, αγροτικές και τουριστικές εφαρμογές, είτε ως stand-alone λύσεις ή PV υβριδικά συστήματα (EREC, 2009).

Η νομοθεσία που ισχύει σήμερα για τις ΑΠΕ καθορίζεται από το Νόμο 3851/2010, που εγκρίθηκε από το Ελληνικό Κοινοβούλιο το Μάιο του 2010 και τέθηκε σε ισχύ στις 4 Ιουνίου 2010. Στο Ν. 3851/2010 καθορίζονται φιλόδοξοι εθνικοί στόχοι για τις ΑΠΕ και απλοποιήθηκαν ορισμένες από τις διαδικασίες του προηγούμενου καθεστώτος αδειοδότησης. Ο νόμος προχώρησε στην αύξηση του εθνικού στόχου συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο 20%, ο οποίος και εξειδικεύεται σε 40% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή 20% στον τομέα της θέρμανσης-ψύξης και 10% στις μεταφορές (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2010).

Ορισμένες διατάξεις του προαναφερθέντος νόμου σχετικά με τη διαδικασία αδειοδότησης τροποποιήθηκαν με το Νόμο 4001/2011, ο οποίος ισχύει από τις 22 του Αυγούστου 2011 (ενσωμάτωση οδηγιών 2009/72/EK και 2009/73/EK). Ο νόμος αυτός προβλέπει επίσης, μεταξύ άλλων, ειδικές εκτεταμένες αρμοδιότητες της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) και τον πλήρη διαχωρισμό των δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (Metaxas and Tsinisizelis, 2013).

Επιπλέον, οι προβλέψεις που περιλαμβάνονται στο Νόμο 3851/2010 επίσης συμπληρώθηκαν ή τροποποιήθηκαν από το άρθρο 39 του Νόμου αρ 4062/2012 (σε ισχύ από τις 30 Μαρτίου 2012), ο οποίος ενσωματώνει πλήρως την οδηγία 2009/28/EK. Ο νόμος αυτός προέβλεπε επίσης επιπλέον προσαύξηση έως 10% στις εγγυημένες τιμές-Feed-in-tariff (FIT) (Metaxas and Tsinisizelis, 2013).

Εκτός από τα ανωτέρω υπάρχουν και πιο γενικές διατάξεις, όπως οι ειδικές διαδικασίες που προβλέπονται στον κανονισμό άδειας από την Εθνική Ρυθμιστική Αρχή (ΡΑΕ), η Υπουργική Απόφαση 9154/14-04-2011 σχετικά με τις προϋποθέσεις για την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού σταθμού σε γήπεδα, οικόπεδα και κτίρια και η εγκύκλιος ΥΑΠΕ/Φ1/οικ.26928/16-12-2010 «Εφαρμογή των διατάξεων του ν.3851/2010 σχετικών με την εξέταση αιτημάτων για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας, συμπεριλαμβανομένης της κατηγορίας των επαγγελματιών αγροτών» (Metaxas and Tsinisizelis, 2013).

Τα στάδια αδειοδότησης για παράδειγμα ενός φωτοβολταϊκού σταθμού άνω του 1 MW, περιλαμβάνουν: την υποβολή αίτησης στη ΡΑΕ για άδεια παραγωγής, την αίτηση στην αρμόδια υπηρεσία της Περιφέρειας για την άδεια εγκατάστασης, την άδεια εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από το Τμήμα Πολεοδομίας, την αίτηση στον Διαχειριστή του Συστήματος για τη σύνδεση στο δίκτυο, την υπογραφή της σύμβασης με τον Διαχειριστή του Συστήματος για την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο και τέλος, μετά την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος την αίτηση στην αρμόδια υπηρεσία της Περιφέρειας για την άδεια λειτουργίας (Metaxas and Tsinisizelis, 2013).

Η άδεια παραγωγής εκδίδεται από τη ΡΑΕ, η οποία εξετάζει εάν πληρούνται τα κριτήρια που προβλέπονται στο νόμο (άρθρο 2 του Ν. 3851/2010) και αποφασίζει εάν θα εκδώσει ή όχι άδεια παραγωγής εντός 2 μηνών από την ημερομηνία υποβολής της αίτησης, υπό την προϋπόθεση ότι ο φάκελος της αίτησης είναι πλήρης. Η άδεια παραγωγής ισχύει για έως και 25 χρόνια και μπορεί να ανανεωθεί για άλλα 25 χρόνια. Αν η άδεια εγκατάστασης δεν εκδοθεί εντός 30 μηνών από την έκδοση της άδειας παραγωγής, η τελευταία ακυρώνεται αυτόματα.

Εξαιρέσεις μπορεί να γίνουν για φωτοβολταϊκούς σταθμούς έως 100 kW από κατ' επάγγελμα αγρότες, καθώς και για τους σταθμούς που έχουν εξαιρεθεί από την υποχρέωση άδειας παραγωγής. Επιπλέον, σύμφωνα με το Νόμο (Ν. 3851/2010), η άδεια παραγωγής ή άλλη διαπιστωτική απόφαση (γνωστή ως «εξαιρέση») δεν απαιτείται πλέον για φωτοβολταϊκά συστήματα έως 1 MW και για αιολικά πάρκα έως 100 kW.

Στην Ελλάδα η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ καθορίζεται σύμφωνα με το άρθρο 27α του Ν. 3734/2009 καθώς επίσης και από τις διατάξεις του Ν. 3851/2010. Ενώ προβλεπόταν μια αναπροσαρμογή κάθε χρόνο με βάση του δείκτη τιμών του καταναλωτή όπως αυτός οριζόταν από την Τράπεζα της Ελλάδος, η υπουργική απόφαση Φ1/2262/31.1.2012 μείωσε τις εγγυημένες τιμές για την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκά πάρκα και σε συνδυασμό με ένα νέο φόρο που επιβλήθηκε στους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ το 2014 ουσιαστικά οι τιμές μειώθηκαν περαιτέρω (ΥΠΕΚΑ, 2014α).

Ο πιο πρόσφατος νόμος Ν. 4254/2014 καθόρισε καινούριες μειωμένες τιμές, οι οποίες στην περίπτωση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά πάρκα αγγίζει και το 40% στην μείωση, ενώ η μείωση αυτή αφορά και τις τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας που παρήχθη από ΑΠΕ και το 2013 (ΥΠΕΚΑ, 2014α). Η ασυνεπής πολιτική της χώρας στο τομέα των ΑΠΕ επιβράδυνε τις

επενδύσεις, ειδικά όσον αφορά τα φωτοβολταϊκά και δημιούργησε μείζον πρόβλημα στους υφιστάμενους επενδυτές.

1.4 Σκοποί και Στόχοι

Ο σκοπός της έρευνας αυτής είναι να διερευνήσει την ανομοιογενή ανάπτυξη των επιμέρους τεχνολογιών ΑΠΕ σε χωρικό επίπεδο περιφερειακής ενότητας στην Ελλάδα και συγκεκριμένα τη διείσδυση των ΑΠΕ παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με την αντίστοιχη χωρική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, όπως και την ενεργειακή εξάρτησή τους.

Βασικός στόχος της εργασίας, είναι η τυπολόγηση των περιφερειακών ενότητων της Ελλάδας σε σχέση με τις ΑΠΕ και ειδικότερα η ανάλυση σε συστάδες (cluster analysis). Επιμέρους στόχος είναι να εξεταστεί κατά πόσο οι περιφερειακές ενότητες της Ελλάδας «ομοιάζουν» μεταξύ τους, βάσει ενεργειακών δεδομένων και συγκεκριμένα σύμφωνα με την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Οι περιφερειακές ενότητες της Ελλάδας θα ομαδοποιηθούν με βάση την ενεργειακή τους δυναμικότητα, όσον αφορά στις μονάδες παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων αυτών και θα δημιουργηθούν συστάδες-ομάδες που θα περιέχουν τις περιφερειακές ενότητες με τα περισσότερο ομοιογενή χαρακτηριστικά. Απώτερος στόχος της εργασίας είναι η ιεράρχηση των έργων ΑΠΕ τόσο σε επίπεδο τεχνολογίας όσο και σε περιφερειακό επίπεδο λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των μονάδων παραγωγής και την εγκατεστημένη ισχύ αυτών έτσι ώστε να συμβάλει στη χάραξη διαφορετικών πολιτικών για την ανάπτυξη των ΑΠΕ. Οι δράσεις και τα μέτρα θα πρέπει να είναι διαφορετικά και αναλογικά με τα χαρακτηριστικά της κάθε ομάδας-συστάδας με στόχο την ισόρροπη ανάπτυξη των ΑΠΕ σε όλη την Ελληνική Επικράτεια.

1.5 Διασαφηνίσεις – προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών

1.5.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Ως Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (ΑΠΕ) ορίζεται η ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές, όπως η αιολική, η ηλιακή, η αεροθερμική, η γεωθερμική, η υδροθερμική, η ενέργεια των ωκεανών, η υδροηλεκτρική και η βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από τα αέρια που παράγονται σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων και από τα βιοαέρια (Άρθρο 2, Οδηγία 2009/28/EK).

Η ενέργεια που παράγεται από τον ήλιο (ηλιακή ακτινοβολία) μετατρέπεται άμεσα σε θερμότητα ή έμμεσα σε ηλεκτρισμό. Για την άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ενέργεια χρησιμοποιούνται ηλιακοί θερμοσίφωνες, παθητικά ηλιακά συστήματα και ηλιακές δεξαμενές, ενώ για την έμμεση μετατροπή της τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (Bakos, 2009; Danchev, Maniatis and Tsakanikas, 2010).

Η αιολική ενέργεια προέρχεται από τις κινήσεις των εναέριων μαζών της ατμόσφαιρας λόγω της επίδρασης της συνεχόμενης μεταβολής της ατμοσφαιρικής πίεσης και το αποτέλεσμα της κίνησης αυτής είναι ο άνεμος. Ουσιαστικά δύο βασικά φαινόμενα, η άνιση κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της γης και η περιστροφή της γης, συντελούν στη δημιουργία των ανέμων. Η μετατροπή της αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική συντελείται με τις ανεμογεννήτριες και η παραγόμενη ισχύς εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου (Κορωναίος, 2012).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η ενέργεια που παράγεται από την μετατροπή της δυναμικής και κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών και λιμνών σε ηλεκτρική με τη χρήση υδροστροβίλων. Προέρχεται και αυτή έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία συμβάλει στον κύκλο του νερού. Η Ελλάδα έχει το μικρότερο συντελεστή αξιοποίησης του εκμεταλλεύσιμου υδροδυναμικού στην Ευρώπη και έναν από τους μικρότερους παγκοσμίως (Κορωναίος, 2012).

Η βιομάζα συνιστά το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των προϊόντων, τα οποία προέρχονται από απόβλητα και υπολείμματα της γεωργίας και της δασοκομίας. Επιπλέον η βιομάζα αποτελεί το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων, όπως για παράδειγμα ο πυρήνας της ελιάς, υπολείμματα ξυλείας ή άλλων γεωργικών προϊόντων, το παραγόμενο

βιοαέριο από λύματα κ.ο.κ. Η βιομάζα λοιπόν συνιστά τα υπολείμματα διαφόρων διεργασιών που προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο τα οποία χρησιμοποιούνται για θέρμανση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και για κίνηση. Η πηγή αυτών των υπολειμμάτων μπορεί να είναι τα αστικά στερεά απόβλητα, υπολείμματα αγροτικής δραστηριότητας (υπολείμματα ξυλείας, σοδειάς, ζωικά απόβλητα) καθώς και υποπροϊόντα της βιομηχανίας (π.χ. από επεξεργασία τροφίμων ή οργανικών υλών). Χρησιμοποιώντας κατάλληλη επεξεργασία, η βιομάζα δύναται να μετατραπεί σε καύσιμο αέριο (biofuel). Με την καύση του αερίου αυτού παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, με μεγάλη απόδοση αλλά και παράλληλα μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Junginger, et al., 2010).

Η γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η θερμική ενέργεια που εγκλείεται από το εσωτερικό της Γης και μεταφέρεται με τα γεωθερμικά ρευστά στην επιφάνεια του εδάφους μετά από τις ανάλογες τεκτονικές κινήσεις. Τα γεωθερμικά ρευστά δημιουργούνται από τη μίξη νερού, ατμού και φυσικών αερίων. Ανάλογα με το ενεργειακό περιεχόμενο του ρευστού (ενθαλπία-θερμοκρασία και πίεση) καθορίζεται και η εκμετάλλευσή του. Τα ρευστά με υψηλή ενθαλπία χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ειδικούς στροβίλους, ενώ αυτά με χαμηλή ενθαλπία κυρίως για γεωργικές χρήσεις (θέρμανση θερμοκηπίων, ιχθυοκαλλιέργεια-τεχνητή θέρμανση του νερού εκτροφής, ξήρανση γεωργικών προϊόντων κ.α.). Παρόλο που τα γεωθερμικά ρευστά δεν αποτελούν ανανεώσιμο πόρο, η γεωθερμική ενέργεια μελετάται ως ανεξάντλητη πηγή καθώς το ετήσιο ποσό θερμότητας που χάνεται είναι πολύ μικρό (Κορωνάιος, 2012).

Η χρήση των ΑΠΕ συνιστά μια ελπιδοφόρα προοπτική για το μέλλον ως εναλλακτική λύση ενάντια στη χρήση συμβατικής ενέργειας (İncecik, et al., 2011). Αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την αντιμετώπιση σημαντικών περιβαλλοντικών προβλημάτων, όπως είναι η κλιματική αλλαγή και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, δίνοντας λύση στο πρόβλημα της ενεργειακής εξάρτησης και συμβάλλοντας σημαντικά στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Η αυξημένη χρήση των ΑΠΕ λειτουργεί θετικά στον ενεργειακό εφοδιασμό (Chalvatzis and Hooper, 2009). Παρόλα αυτά η εφαρμογή διαφόρων τύπων ανανεώσιμων πηγών σε διαφορετικές χώρες και περιοχές δύναται να εμφανίζει διαφορές ως προς το κόστος επένδυσης, τις επιπτώσεις στο τοπίο, την άγρια ζωή και την αέρια ρύπανση. Επιπρόσθετα οι επιμέρους ενεργειακές στρατηγικές κάθε χώρας διαφοροποιούνται ανάλογα με τους τομείς απασχόλησης και τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας (Bergmann, Hanley and Wright, 2006).

Σύμφωνα με πλήθος ερευνητών τα πλεονεκτήματα από τη χρήση των ΑΠΕ είναι πολυάριθμα. Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα της χρήσης των ΑΠΕ είναι (Longo, Markandya and Petrucci, 2008; Bakos, 2009; del Rio and Burguillo, 2009; José and Niaz, 2013; Bakar and Ariffin, 2014):

1. Αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προβλημάτων, όπως το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής.
2. Το χαμηλό λειτουργικό κόστος δεν επηρεάζεται από τις τιμές των συμβατικών καυσίμων και την κατάσταση της διεθνούς οικονομίας.
3. Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.
4. Βελτίωση της ποιότητας ζωής, μείωση των κινδύνων για την υγεία.
5. Διαχρονική εξάλειψη της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.
6. Αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας και εφοδιασμού.
7. Αύξηση της τουριστικής δραστηριότητας.
8. Προστασία του φυσικού πλούτου της περιοχής.
9. Μείωση των ποσοστών ρύπανσης.
10. Ανάπτυξη της περιοχής σε τοπικό επίπεδο.

Πέραν όμως από τα πλεονεκτήματα της χρήσης ΑΠΕ υπάρχουν και μειονεκτήματα, ορισμένα εκ των οποίων είναι (del Rio and Burguillo, 2009; Hall, et al., 2012):

1. Η οπτική όχληση από τις εγκαταστάσεις ΑΠΕ και οι πιθανές αλλαγές στην αισθητική του τοπίου.
2. Οι αλλαγές στη χλωρίδα και τη πανίδα της περιοχής.
3. Ακουστική όχληση-ηχορύπανση προερχόμενη από τους σταθμούς παραγωγής αιολικής ενέργειας.
4. Το υψηλό κόστος εγκατάστασης.

1.5.2 Ονοματολογία των εδαφικών στατιστικών μονάδων (NUTS)

Η NUTS (ονοματολογία εδαφικών μονάδων για στατιστικές) κατάταξη περιοχών για τα Κράτη Μέλη της ΕΕ παρέχει μια εναρμονισμένη ιεράρχηση των περιφερειών σε τρία γεωγραφικά επίπεδα. Η NUTS κατάταξη υποδιαιρεί κάθε Κράτος Μέλος στα επίπεδα NUTS 1, 2 και 3, και κατ' αντιστοιχία από μεγαλύτερες σε μικρότερες περιοχές. Εάν είναι διαθέσιμες χρησιμοποιούνται διοικητικές δομές για τα διάφορα NUTS επίπεδα. Σε Κράτη Μέλη όπου δεν υπάρχει διοικητικό επίπεδο για ένα δεδομένο NUTS επίπεδο δημιουργούνται τεχνητές περιοχές αθροίζοντας μικρότερες διοικητικές περιοχές.

Ο κανονισμός NUTS (Κανονισμός Ν° 1059/2003 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου) εγκρίθηκε το Μάιο του 2003 και τέθηκε σε ισχύ τον Ιούλιο του 2003, έκτοτε έχει τροποποιηθεί δύο φορές και συμπληρωθεί δύο φορές με νέα κράτη μέλη (10 νέα Κράτη Μέλη το 2004 και δύο νέα Κράτη Μέλη το 2008). Η δεύτερη τακτική τροπολογία (ΕΕ Ν° 31/2011) εγκρίθηκε τον Ιανουάριο του 2011 και τέθηκε σε ισχύ από την 1η Ιανουαρίου 2012 και αναφέρεται ως NUTS 2010 (Eurostat, 2013).

Σύμφωνα με την Eurostat (2013) οι NUTS 2 περιοχές της Ελλάδας είναι:

1. EL11 Ανατολική Μακεδονία, Θράκη/Anatoliki Makedonia, Thraki
2. EL12 Κεντρική Μακεδονία/Kentriki Makedonia
3. EL13 Δυτική Μακεδονία/Dytiki Makedonia
4. EL14 Θεσσαλία/Thessalia
5. EL21 Ήπειρος/Ipeiros
6. EL22 Ιόνια Νησιά/Ionia Nisia
7. EL23 Δυτική Ελλάδα /Dytiki Ellada
8. EL24 Στερεά Ελλάδα/Stereia Ellada
9. EL25 Πελοπόννησος/Peloponnisos
10. EL30 Αττική/Attiki
11. EL41 Βόρειο Αιγαίο/Voreio Aigaiο
12. EL42 Νότιο Αιγαίο/Notio Aigaiο
13. EL43 Κρήτη/Kriti

Τις περιοχές NUTS 3 αποτελούν οι 51 Νομοί (νυν Περιφερειακές Ενότητες σύμφωνα με τον Νόμο 3852/2010 «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης-Πρόγραμμα Καλλικράτης») της Ελλάδας και είναι: Αττικής, Εύβοιας, Ευρυτανίας, Φωκίδας, Φθιώτιδας, Βοιωτίας, Χαλκιδικής, Ημαθίας, Κιλκίς, Πέλλας, Πιερίας, Σερρών, Θεσσαλονίκης, Χανίων, Ηρακλείου, Λασιθίου, Ρεθύμνης, Δράμας, Έβρου, Καβάλας, Ροδόπης, Ξάνθης, Άρτας, Ιωαννίνων, Πρέβεζας, Θεσπρωτίας, Κέρκυρας, Κεφαλληνίας, Λευκάδας, Ζακύνθου, Χίου, Λέσβου, Σάμου, Αρκαδίας, Αργολίδας, Κορινθίας, Λακωνίας, Μεσσηνίας, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Καρδίτσας, Λάρισας, Μαγνησίας, Τρικάλων, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Ηλείας, Φλώρινας, Γρεβενών, Καστοριάς και Κοζάνης (Σκούρας και Ψαλτόπουλος, 2011).

1.5.3 Μέθοδοι συσταδοποίησης δεδομένων (τυπολογίες)

Η ανάλυση σε συστάδες συνιστά μια περιγραφική μέθοδο η οποία στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υποστηρίζεται από κάποιο ισχυρό θεωρητικό πλαίσιο της Επαγωγικής Στατιστικής (Coakes and Steed, 2005). Στη βιβλιογραφία την ανάλυση κατά συστάδες την συναντάμε και με άλλες ονομασίες όπως Q ανάλυση, κατασκευή τυπολογίας, ανάλυση ταξινόμησης και αριθμητική ταξινόμηση (Mair, et al., 1998; Hair and Black, 2000). Η ανάλυση κατά συστάδες προέρχεται από την ανθρωπολογία και συγκεκριμένα από τους Driver and Kroeber το 1932, και εισήχθη στην ψυχολογία από τον Zubin το 1938 και τον Robert Tryon το 1939 (Bailey, 1994). Ο σχηματισμός των ομάδων-συστάδων στηρίζεται σε απλές υπολογιστικές πρακτικές οι οποίες, αν και έχουν αξιοσημείωτες μαθηματικές ιδιότητες, ωστόσο δεν αποτελούν τίποτε άλλο από έξυπνους αλγόριθμους, το αποτέλεσμα των οποίων ερμηνεύεται κυρίως με τη βοήθεια πρακτικών κανόνων. Η ανάλυση σε συστάδες βρίσκει εφαρμογή σε πολλά επιστημονικά πεδία και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται τόσο στο υπολογιστικό μέρος της ανάλυσης όσο και στο ερμηνευτικό (Hartuv and Shamir, 2000; Αγγελόπουλος, κ.α., 2007).

Μια σειρά προβλημάτων που σχετίζονται με τυπολογίες γεωδημογραφικού έχουν περιγραφεί σε σχετική βιβλιογραφία (Birkin and Clarke 1998; Feng and Flowerdew, 1998; Harris, 1998; Openshaw, Blake and Wymer, 1995; Openshaw and Wymer, 1995). Ανάμεσα σε αυτές υπάρχουν προβλήματα τα οποία είναι αναπόφευκτα, αλλά υπάρχουν και δυσκολίες που μπορεί να μετριαστούν όσο πιο σωστές προσεγγίσεις γίνονται και όσο καλύτερα διαθέσιμα εργαλεία χρησιμοποιούνται. Σε ορισμένες μελέτες έχουν προταθεί παραδείγματα νευροπληροφορικής (Ultsch and Siemon, 1990; Openshaw, Blake and Wymer, 1995; Openshaw and Wymer 1995), τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα και την ευελιξία για τη βελτίωση της συνολικής ποιότητας των ταξινομήσεων μεγάλου όγκου δεδομένων. Επίσης έχουν προταθεί οι ασαφείς μέθοδοι ομαδοποίησης ως ένα βήμα προς τα εμπρός στην πολυπλοκότητα των γεωδημογραφικών ταξινομήσεων (Feng and Flowerdew, 1998).

Οι τεχνικές ομαδοποίησης (clustering) περιφερειών, περιφερειακών περιοχών κ.λπ., έχουν ως σκοπό το διαχωρισμό ενός συνόλου υποκειμένων-αντικειμένων σε ομάδες. Κάτω από ιδανικές συνθήκες και εφόσον οι μεταβλητές που εξετάζονται είναι λιγιστές, για την ομαδοποίηση των υποκειμένων-αντικειμένων είναι αρκετή η οπτική απεικόνιση ενός γραφήματος. Στην πραγματικότητα όμως τα πράγματα δεν είναι τόσο απλά με αποτέλεσμα τα τελευταία 25 χρόνια να δημιουργηθεί πλήθος τέτοιων τεχνικών. Σήμερα έχουν επικρατήσει τρεις διαφορετικές μέθοδοι εφαρμογής τεχνικών ομαδοποίησης (Καμαριανάκης και Κοντός, 2004):

1. Ιεραρχικές τεχνικές όπου η ομαδοποίηση είναι πολυβηματική και μπορεί να γίνει είτε «συσσωρευτικά», δηλαδή αρχικά το κάθε υποκείμενο-αντικείμενο αποτελεί από μόνο του μια ομάδα, σε δεύτερο στάδιο ενώνονται οι δύο πλησιέστερες ομάδες, στη συνέχεια οι επόμενες δύο κ.ο.κ., είτε «διαιρετικά» όπου ένα σύνολο παρατηρήσεων διαμερίζεται σε ομοιογενή υποσύνολα. Το πιο βασικό στοιχείο διαφοροποίησης των ιεραρχικών τεχνικών μεταξύ τους είναι ο ορισμός της απόστασης μεταξύ των ομάδων.
2. Βελτιστοποιητικές τεχνικές όπου στόχος είναι η μεγιστοποίηση κριτηρίων (προκαθορισμένα μέτρα) ομαδοποίησης. Κύρια διαφορά τους σε σχέση με τις προηγούμενες είναι το ότι επιτρέπεται η επανατοποθέτηση των υπό ομαδοποίηση μεταβλητών.
3. Τεχνικές πυκνότητας όπου αναζητούνται περιοχές μεγάλης πυκνότητας στο μετρικό χώρο που ορίζουν οι μεταβλητές υπό ομαδοποίηση.

Σύμφωνα με τους Καλογήρου, Γιαουτζή και Μπίσκα (2011) οι δύο κυριότερες κατηγορίες αλγόριθμων προκειμένου να εφαρμοστεί η μέθοδος της ομαδοποίησης είναι:

- Stepwise, top-down methods: Ο αλγόριθμος της κατηγορίας αυτής εξετάζει όλους τους πιθανούς χωρικούς συνδυασμούς όλων των οντοτήτων σε ομάδες και καταλήγει σε ένα σταθερό αριθμό ομάδων οι οποίες και ερμηνεύονται κατάλληλα.
- Iterative location - reallocation methods: Στον αλγόριθμο της κατηγορίας αυτής ο αριθμός των ομάδων έχει οριστεί από πριν και ο αλγόριθμος κατανέμει όλες τις χωρικές οντότητες εξασφαλίζοντας ότι η διακύμανση μέσα σε μια ομάδα ελαχιστοποιείται.

Στην πρώτη κατηγορία η μέθοδος Ward's, με μέτρο ομοιότητας-ανομοιότητας το τετράγωνο της ευκλείδειας απόστασης (Squared Euclidean distance), είναι η πιο διαδομένη επειδή παρέχει ευαισθησία σε ασυνήθη δεδομένα και εξασφαλίζει τις όσο το δυνατό μεγαλύτερες ομοιογενείς ομάδες (Ward, 1963; Sibson, 1973; Johnston 1976; Milligan, 1980; Everitt, Landau and Leese, 2001; Καμαριανάκης και Κοντός, 2004; Αραμπατζής, κ.α., 2005, Αραμπατζής, κ.α., 2009; Σκούρας και Ψαλτόπουλος, 2012; Madry, et al., 2013).

Ο αλγόριθμος της δεύτερης κατηγορίας χρησιμοποιήθηκε για την ομαδοποίηση των Ευρωπαϊκών Περιφερειών RERISK και αφορά την τεχνική ομαδοποίησης k-means Cluster analysis (Hartigan, 1975; Bradley, et al., 1998; Kumar, et al., 2011), σχετικά με την ενεργειακή φτώχεια λαμβάνοντας υπόψη πολλές μεταβλητές.

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Η Ελλάδα χάρη στην προνομιακή γεωγραφική της θέσης συνιστά ιδανικό μέρος για την εκμετάλλευση των ΑΠΕ. Παρόλο που επικρατούν ιδιαίτερα ευνοϊκές συνθήκες το ενεργειακό δυναμικό της όμως δεν έχει αξιοποιηθεί επαρκώς, με αποτέλεσμα τα έργα από ΑΠΕ να μην καταλαμβάνουν μεγάλο μερίδιο στο ενεργειακό μείγμα της χώρας και να μην ανταποκρίνονται στις κοινοτικές δεσμεύσεις (Diakoulaki and Karangelis, 2007). Η γεωγραφία και οι αντίστοιχες επικρατούσες καιρικές συνθήκες της Ελλάδας ευνόησαν σημαντικά την ανάπτυξη της αιολικής και ηλιακής ενέργειας (Koundouri, Kontouris and Remondou, 2009). Επιπλέον υπάρχουν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξης της ενέργειας από βιομάζα, της υδροηλεκτρικής ενέργειας και της γεωθερμίας.

Οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές διαφοροποιούνται γεωγραφικά σε σύγκριση τόσο με την εγκατεστημένη ισχύ όσο και με την τεχνολογία παραγωγής. Αυτό οφείλεται στις διαφορετικές πολιτικές και προτεραιότητες των τοπικών φορέων, αλλά και στις επιμέρους καιρικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν την εκάστοτε περιοχή. Η διαφοροποίηση αυτή της κατανομής των έργων ΑΠΕ είναι ορατή και στην Ελληνική Επικράτεια (Αρταβάνη, 2013; ΛΑΓΗΕ, 2014; ΔΕΔΔΗΕ, 2014).

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η ομαδοποίηση-τυπολογία των περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας ανάλογα με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (οικιακή, εμπορική, βιομηχανική και γεωργική χρήση), τον αριθμό των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και της αντίστοιχης παραγόμενης ισχύος αυτών. Ως τυπολογία ορίζεται η μελέτη ή η συστηματική ταξινόμηση των τύπων με κοινά χαρακτηριστικά. Εναλλακτικά ο όρος «τυπολογία» ορίζεται ως η αντιστοίχιση μεταξύ τύπων και της πραγματικότητας που οι εν λόγω τύποι εμπεριέχουν (Σκούρας και Ψαλτόπουλος, 2012). Για τον καθορισμό ομοειδών χωρικών ενοτήτων και τη διαμόρφωση του χάρτη των Περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας με βάση την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μεθοδολογία της ανάλυσης σε συστάδες (cluster analysis). Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται διαχωρισμός ενός συνόλου παρατηρήσεων ή αντικειμένων σε ομοειδή σύνολα (Aldenderfer and Blashfield, 1984; Kaufmann and Rousseeuw, 1990; Gries, 2007;).

Ο ενεργειακός τομέας βρίσκεται τα τελευταία χρόνια σε μια μεταβατική καμπή προς ένα διαφορετικό μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης, το οποίο στηρίζεται στις αρχές και στο όραμα της «βιώσιμης ανάπτυξης». Παρόλο που η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης δεν έχει αποκτήσει μέχρι και σήμερα μια ενιαία και ξεκάθαρη στόχευση για το σύνολο της οικονομίας, έχει επηρεάσει όμως σημαντικά τις εξελίξεις στον ενεργειακό τομέα. Πέραν των καθυστερήσεων και υπαναχωρήσεων, βασικά στοιχεία που σηματοδότησαν την προηγούμενη 20ετία είναι αναμφισβήτητα η διεθνής προσπάθεια για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και σε άμεση συσχέτιση με αυτή την προσπάθεια, η μεταβολή του μείγματος καυσίμων και τεχνολογιών. Ταυτόχρονα με τον πυλώνα της αειφορίας, - ιδιαίτερα στις ανεπτυγμένες και στην πλειοψηφία ενεργειακά εξαρτημένες χώρες - υπάρχουν δύο ακόμη πυλώνες ενεργειακής πολιτικής: η απελευθέρωση των αγορών και η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Οι τρεις αυτοί πυλώνες - στόχοι είναι αλληλένδετοι, δεδομένου ότι παρουσιάζουν σημαντικές θετικές συνέργειες (Διακουλάκη, 2014).

Ο στόχος να αυξηθεί το ποσοστό των ΑΠΕ στο ευρωπαϊκό ενεργειακό μείγμα σε 20% μέχρι το 2020 (European Commission, 2011) έχει προκαλέσει διπλασιασμό της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο μεταξύ 2002 και 2007 (Romo-Fernandez, et al., 2011), αλλά και προώθηση της χρήσης νέων τεχνολογιών στο βιομηχανικό τομέα.

Παρ' όλα αυτά, η ανάγκη ενσωμάτωσης ενός μεγαλύτερου ποσοστού των διαφόρων τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ στο πλαίσιο των νέων δομών της παραγωγής και διανομής ενέργειας στις περιφέρειες και τις πόλεις καθιστά την τοπική συμμετοχή όλο και πιο σημαντική από άποψη βιομηχανικής ανάπτυξης. Η αύξηση των επενδύσεων στον τομέα των ΑΠΕ σε περιφερειακό ή ακόμη και τοπικό επίπεδο θα επιφέρει σημαντικά οφέλη στην οικονομία, καθώς και δημιουργία νέων οργανωτικών δομών (Marques and Fuinhas, 2011).

2.2 Στρατηγική ανάπτυξης ΑΠΕ στην Ελλάδα και την ΕΕ

2.2.1 Νομοθετικό πλαίσιο της ΕΕ

Σημαντικό σταθμό για την ΕΕ, όσον αφορά στην εξέλιξη των ΑΠΕ, συνιστούν οι διάφορες σύνοδοι σε παγκόσμιο επίπεδο, όπως η συνδιάσκεψη στο Ρίο το 1992 και το Πρωτόκολλο του Κιότο το 1997, όπου συμμετείχε ενεργά και σε πολλές περιπτώσεις φαίνεται να ηγείται. Χαρακτηριστικό σημείο αποτελεί η νέα ενεργειακή πολιτική της ΕΕ και οι διάφοροι πράσινοι και λευκοί Βίβλοι που εκδίδονται κατά

περιόδους με συνέπεια να αποτυπώνονται οι προβληματισμοί σχετικά με την ανάπτυξη των ΑΠΕ (European Commission, 2001; European Commission, 2009; Caro and Ruth, 2011;).

Πέραν των εκάστοτε μέτρων και δράσεων που εφαρμόζονται στο εσωτερικό της ΕΕ, όπως με το Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Ρύπων και τις ΑΠΕ, οι Οδηγίες προσδιορίζουν τους στόχους που πρέπει να επιτευχθούν από τα κράτη-μέλη. Το κάθε κράτος-μέλος όμως έχει την διακριτική ευχέρεια για την επιλογή της πολιτικής διαμέσου της οποίας θα επιτευχθούν οι στόχοι. Γενικός στόχος είναι μια ενιαία ενεργειακή πολιτική, που με την πάροδο του χρόνου να επιτύχει όσο το δυνατόν περισσότερο μείωση των εισαγωγών ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών της, γεγονός το οποίο αποτελεί οικονομικό πλήγμα για την ΕΕ (Directive 96/92/EC; Caro and Ruth, 2011). Πιο κάτω γίνεται παράθεση του σημαντικότερου νομοθετικού πλαισίου της ΕΕ για τις ΑΠΕ:

Οδηγία 96/92/ΕΚ «Κοινοί κανόνες για την εσωτερική αγορά ενέργειας»: Η Οδηγία αυτή θεσπίζει κοινούς κανόνες που αφορούν την παραγωγή, τη μεταφορά, τη διανομή και την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας. Ορίζει τους κανόνες σχετικά με την οργάνωση και λειτουργία του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, την πρόσβαση στην αγορά, τα κριτήρια και τις διαδικασίες που ισχύουν για τις προσκλήσεις προς υποβολή προσφορών και τη χορήγηση αδειών καθώς και για την εκμετάλλευση των δικτύων. (Directive 96/92/EC).

Οδηγία 2001/77/ΕΚ «Προώθηση της ηλεκτρικής ενέργειας, που παράγεται από ΑΠΕ, στην εσωτερική αγορά ενέργειας»: Ο σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι να προωθήσει την αύξηση της συμβολής των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και η δημιουργία βάσης για ένα μελλοντικό κοινοτικό πλαίσιο στον εν λόγω τομέα. Επιπλέον θεσπίστηκαν πενταετείς εκθέσεις με εναρκτήριο έτος το 2002, στις οποίες θέτονταν οι στόχοι δεκαετίας για τα κράτη-μέλη όσον αφορά στην κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ, ενώ από το 2003 και έπειτα θεσπίστηκαν διετείς εκθέσεις με στόχο την αξιολόγηση της προόδου και της εναρμόνισης των κρατών μελών με τους εθνικούς και κοινοτικούς στόχους (Directive 2001/77/EC).

Οδηγία 2002/91/ΕΚ περί εξοικονόμησης ενέργειας στις κατοικίες και τα κτίρια. Σύμφωνα με αυτή την οδηγία υπολογίζεται με ένα κοινό τρόπο η ενεργειακή απόδοση των κατοικιών και των κτιρίων. Για κάθε κτίριο εκδίδεται ενεργειακό πιστοποιητικό το οποίο παρουσιάζει την ενεργειακή του συμπεριφορά. Η οδηγία αυτή είναι ο «οδηγός» των αλλαγών που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν στα κτίρια και τις κατοικίες για την εξοικονόμηση ενέργειας σε αυτά (Directive 2002/91/EC).

Οδηγία 2003/30/EK για την προώθηση εναλλακτικών μορφών καυσίμων στις μεταφορές καθώς και την προώθηση των βιοκαυσίμων. Σύμφωνα με την οδηγία αυτή προωθείται η αντικατάσταση της βενζίνης και του πετρελαίου κίνησης από τα βιοκαύσιμα και άλλες μορφές ενέργειας ως μέτρο συμμόρφωσης του πρωτοκόλλου του Κιότο (Directive 2003/30/EC).

Οδηγία 2003/54/EK σχετικά με τους κοινούς κανόνες εσωτερικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, που καταργεί παράλληλα την Οδηγία 96/92/EK που είχε αντίστοιχο αντικείμενο και έκλεισε το κύκλο της (Directive 2003/54/EC).

Ανακοίνωση της Επιτροπής Com (2004) 366 «Το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας της ΕΕ», όπου γίνεται αξιολόγηση του αντίκτυπου των νομοθετικών πράξεων και άλλων κοινοτικών πολιτικών στην εξέλιξη της συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ΕΕ και προτάσεις για συγκεκριμένες δράσεις (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2004).

Ανακοίνωση της Επιτροπής Com (2006) 545 «Σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση: αξιοποίηση του δυναμικού», στην οποία τέθηκε ο στόχος της βελτίωσης κατά 20% της ενεργειακής απόδοσης έως το 2020 με υπολογισμένα τεράστια οικονομικά οφέλη για την Ένωση και τα κράτη-μέλη της (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2006α).

Ανακοίνωση της Επιτροπής Com (2006) 848 «Χάρτης πορείας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας τον 21ο αιώνα: συμβολή στην ενίσχυση της αειφορίας». Ο χάρτης πορείας των ΑΠΕ ο οποίος υιοθετήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2006, και θέτει ως στόχο έως το έτος 2020, το 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ να προέρχεται από ΑΠΕ (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2006β).

Ανακοίνωση της Επιτροπής Com (2008) 30 «Δύο φορές το 20 έως το 2020. Η κλιματική αλλαγή και η ευκαιρία της Ευρώπης». Το ευρωπαϊκό συμβούλιο παρουσίασε το σχέδιο «20-20-20» στο οποίο τέθηκαν τρεις στόχοι: 20% αύξηση της προσφοράς των ΑΠΕ, βελτίωση κατά 20% της ενεργειακής αποδοτικότητας και μείωση κατά 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2008α).

Ανακοίνωση της Επιτροπής Com (2008) 768 «Υπεράκτια Αιολική Ενέργεια: Ανάγκη ανάληψης δράσης για την επίτευξη των στόχων ενεργειακής πολιτικής με ορίζοντα το 2020 και έπειτα». Πόρισμα της εν λόγω ανακοίνωσης ήταν το γεγονός ότι η υπεράκτια αιολική ενέργεια συνιστά έναν εγχώριο

πόρο ηλεκτροπαραγωγής με τεράστιες δυνατότητες, οι οποίες παραμένουν σε μεγάλο βαθμό ανεκμετάλλευτες. Η υπεράκτια αιολική ενέργεια μπορεί και πρέπει να συμβάλει ουσιαστικά στην επίτευξη των στόχων της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ με σημαντικότερη αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος (έως 30-40 φορές μεγαλύτερη μέχρι το 2020 και εκατονταπλάσια μέχρι το 2030 σε σύγκριση με τη σήμερα εγκατεστημένη ισχύ) (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2008β).

Οδηγία 2009/28/ΕΚ «Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές». Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα με την οδηγία αυτή θέσπισε ένα κοινό πλαίσιο για την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ. Στην οδηγία αυτή καθορίζονται υποχρεωτικοί εθνικοί στόχοι για κάθε χώρα-μέλος ΕΕ όσον αφορά το συνολικό μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στις μεταφορές με τελικό σκοπό την επίτευξη του στόχου «20-20-20». Παράλληλα καθορίζονται κανόνες για τη στατιστική μεταβίβαση μεταξύ κρατών μελών, για κοινά έργα μεταξύ κρατών μελών και με τρίτες χώρες, τις εγγυήσεις προέλευσης, τις διοικητικές διαδικασίες, την πληροφόρηση και την εκπαίδευση, καθώς και την πρόσβαση στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας για ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές. Επίσης καθιερώνονται κριτήρια αειφορίας σχετικά με τα βιοκαύσιμα και τα βιορευστά. Κάθε κράτος-μέλος μεριμνά ώστε το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας το 2020 να αντιστοιχεί τουλάχιστον στον εθνικό συνολικό στόχο του όσον αφορά το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Η χώρα-μέλος ΕΕ ανά δύο έτη υποβάλλει στην Επιτροπή έκθεση σχετικά με την πρόοδο όσον αφορά την προώθηση και τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Οδηγία 2009/28/ΕΚ).

Ανακοίνωση της Επιτροπής Com (2010) 2020 «Ευρώπη 2020 Στρατηγική για έξυπνη, διατηρήσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη». Στην Ανακοίνωση αυτή όσον αφορά στις ΑΠΕ και την κλιματική αλλαγή θέτονται οι στόχοι της έξυπνης, βιώσιμης χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2010).

Ανακοίνωση της Επιτροπής Com (2011) 31 «Η πρόοδος προς την επίτευξη του στόχου για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές το 2020». Στην Ανακοίνωση αυτή αξιολογείται η πρόοδος των κρατών μελών ως προς τους ενδεικτικούς στόχους για το 2010 για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές στους τομείς της ηλεκτρικής ενέργειας και των μεταφορών. Η επιτροπή κάλεσε τα κράτη-μέλη στην παρούσα ανακοίνωση (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011β):

- να υλοποιήσουν τα εθνικά σχέδια δράσης για τις ΑΠΕ,

- να περιορίσουν τις καθυστερήσεις στις διαδικασίες προγραμματισμού της υποδομής, τηρώντας όμως την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία της ΕΕ, και να προσπαθούν να συμμορφώνονται με τις βέλτιστες πρακτικές,
- να επιταχύνουν την πρόοδο ανάπτυξης του διασυνδεδεμένου δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να εξισορροπούνται υψηλότερα μερίδια ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές,
- να αναπτύξουν μηχανισμούς συνεργασίας και να αρχίσουν να ενσωματώνουν στην ευρωπαϊκή αγορά την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές,
- να διασφαλίζουν ότι τυχόν μεταρρυθμίσεις των υφιστάμενων εθνικών καθεστώτων στήριξης θα εγγυώνται τη σταθερότητα για τους επενδυτές, αποφεύγοντας αναδρομικές αλλαγές.

Ανακοίνωση Com (2012) 595 «Πρόταση Οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τροποποίηση της οδηγίας 98/70/EK σχετικά με την ποιότητα των καυσίμων βενζίνης και ντίζελ και για τροποποίηση της οδηγίας 2009/28/EK σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές». Στόχος της πρότασης είναι η προώθηση της χρήσης ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ και ειδικότερα των βιοκαυσίμων, ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να περιοριστούν τα συμβατικά βιοκαύσιμα. Σύμφωνα με αυτό τα μέτρα που πρόκειται να ληφθούν στην προτεινόμενη Οδηγία, θα τεθούν υπό επανεξέταση το 2017 ως προς την αποτελεσματικότητά τους, υπό το πρίσμα πιο πρόσφατων επιστημονικών στοιχείων (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2012). Στόχος της ανακοίνωσης ήταν να ξεκινήσει η μετάβαση σε βιοκαύσιμα τα οποία να μειώνουν σημαντικά τα αέρια θερμοκηπίου και όταν συνυπολογίζονται οι έμμεσες εκπομπές λόγω αλλαγής της χρήσης γης. Επιμέρους στόχοι της Ευρωπαϊκής Επιτροπής είναι (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2012):

- να περιοριστεί η συμβολή των συμβατικών βιοκαυσίμων στους στόχους για τις ΑΠΕ,
- να βελτιωθούν οι επιδόσεις των διεργασιών παραγωγής βιοκαυσίμων όσον αφορά τα αέρια θερμοκηπίου με την ταυτόχρονη προστασία των λειτουργούντων εγκαταστάσεων την 1η Ιουλίου 2014,
- να ενθαρρυνθεί ευρύτερη διείσδυση στην αγορά προηγμένων βιοκαυσίμων τα οποία θα συμβάλουν περισσότερο στους στόχους για τις ΑΠΕ,
- να βελτιωθεί η αναφορά των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων μέσω εκθέσεων σχετικά με τις εκτιμώμενες εκπομπές βιοκαυσίμων λόγω της προκληθείσης έμμεσης αλλαγής της χρήσης γης.

Η πρόταση επίσης έχει ως στόχο την προστασία έως το 2020 των υφιστάμενων επενδύσεων.

Πράσινη Βίβλος Com (2013) 169 «Το πλαίσιο για το κλίμα και την ενεργειακή πολιτική για το 2030». Στην πράσινο βίβλο αντιπαραβάλλονται οι γενικοί στόχοι που τέθηκαν για το 2020 και σύμφωνα με τα

αποτελέσματα του χάρτη πορεία για την ενέργεια με ορίζοντα το 2050, δημιουργείται ένα τελικό πλαίσιο για το κλίμα και την ενεργειακή πολιτική για το 2030. Οι στόχοι της πράσινης βίβλου συμπίπτουν με αυτούς του σχεδίου «20-20-20» που ήταν: μείωση αερίων του θερμοκηπίου, αύξηση της αποδοτικότητας και αύξηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2013α; Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2013β).

2.2.1 Νομοθετικό πλαίσιο της Ελλάδας

Δεδομένου ότι η Ελλάδα συνιστά κράτος-μέλος της ΕΕ για πάνω από 30 χρόνια, συμμετέχει ενεργά σε όλες τις σύγχρονες Οδηγίες σχετικά με τις ΑΠΕ. Έτσι, η εθνική νομοθεσία και τα σχέδια δράσης, ενσωματώνουν διαρκώς ένα μεγάλο τμήμα της κοινοτικής πολιτικής στο εθνικό θεσμικό πλαίσιο προσαρμοσμένο στα μέτρα, τις διαφοροποιήσεις και τις συνθήκες της Ελλάδας. Παρακάτω παρουσιάζεται το σημαντικότερο νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την Ελλάδα σχετικά με τις ΑΠΕ.

Νόμος 1559/1985 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις». Είναι επί της ουσίας ο πρώτος νόμος που εισήγαγε τις ΑΠΕ στην χώρα μας και βάση αυτού του νόμου η ΔΕΗ κατασκεύασε μικρά αιολικά και φωτοβολταϊκά πάρκα συνολικής ισχύς 24 MW και προσδιορίστηκαν οι διαδικασίες αδειοδότησης των ΑΠΕ. Ο ιδιωτικός τομέας δεν είχε κατασκευάσει κανένα σταθμό έτσι ώστε να εκμεταλλευτεί τις ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ΥΠΕΚΑ, 2009; Κορωναίος, 2012).

Νόμος 2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις». Ο αναφερόμενος νόμος, που ως βάση είχε τον τότε ισχύοντα αντίστοιχο γερμανικό νόμο (Stromeinspeisungsgesetz), έθεσε τα θεμέλια για την ουσιαστική ανάπτυξη και την εξέλιξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα. Για το διασυνδεδεμένο και μη σύστημα τις χώρας καθορίστηκαν σταθερές τιμές πώλησης ανανεώσιμης ενέργειας και υποχρεώθηκε η ΔΕΗ στην αγορά της. Για πρώτη φορά παρέχεται ένα σταθερό επιχειρησιακό περιβάλλον με τη σύναψη συμβολαίων αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας δεκαετούς ισχύος (ΥΠΕΚΑ, 2009; Κορωναίος, 2012).

Νόμος 2773/1999 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας- Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις». Με το νόμο αυτό ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο η οδηγία 96/92/ΕΚ και καθορίστηκαν τα πρώτα βήματα για τον εκσυγχρονισμό των ενεργειακών αγορών. Συστάθηκε η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε) και ο διαχειριστής του ελληνικού συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ ΑΕ), ενώ η δημόσια επιχείρηση ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) μετατράπηκε σε

ανώνυμη εταιρεία. Παράλληλα διατηρήθηκε το ευνοϊκό τιμολογιακό καθεστώς των ΑΠΕ και δόθηκε προτεραιότητα στη σύνδεση αυτών με το δίκτυο (ΥΠΕΚΑ, 2009; Κορωναίος, 2012).

Νόμος 2941/2001 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ και άλλες διατάξεις». Ο συγκεκριμένος νόμος αντιμετώπισε δραστικά τα προβλήματα της χωροθέτησης και εγκατάστασης των ΑΠΕ εντός των δασικών εκτάσεων και δασών με διατάξεις αποδεκτές από το Συμβούλιο της Επικρατείας. Επίσης καλύφθηκαν τα κενά του νομοθετικού πλαισίου και αντιμετωπίστηκε η παθογένεια του αδειοδοτικού καθεστώτος (ΥΠΕΚΑ, 2009; Κορωναίος, 2012).

Νόμος 3017/2002 «Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στην Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος». Επικυρώθηκαν με το συγκεκριμένο νόμο από την Ελληνική Βουλή οι δεσμεύσεις της χώρας μας έναντι του Πρωτοκόλλου του Κιότο που σαν στόχο έχουν τον περιορισμό της αύξησης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της κλιματικής αλλαγής γενικότερα (Κορωναίος, 2012).

Νόμος 3175/2003 «Αξιοποίηση γεωθερμικού δυναμικού, τηλεθέρμανση και άλλες διατάξεις». Στον νόμο αυτό, καθιερώνεται για πρώτη φορά ένα ενιαίο κανονιστικό πλαίσιο για την ορθολογική εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα. Το νέο πλαίσιο είναι εναρμονισμένο με το κοινοτικό δίκαιο, το οποίο θεωρεί τη γεωθερμική ενέργεια ανανεώσιμη που συμβάλει στην βιώσιμη ανάπτυξη. Παράλληλα για την ταχύτερη ανάπτυξη των ΑΠΕ θεσπίστηκαν σύντομες και απλουστευμένες διαδικασίες σχετικά με την απαλλοτριώση εκτάσεων που είναι αναγκαίες για την επέκταση και ενίσχυση του δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΥΠΕΚΑ, 2009; Κορωναίος, 2012).

Ο Νόμος 3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις» εισάγει διατάξεις που στοχεύουν αποκλειστικά στη ρύθμιση θεμάτων ανάπτυξης, ένταξης στο Σύστημα/Δίκτυο και τιμολόγησης έργων ΑΠΕ και Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ). Οι κύριοι άξονες της νομοθετικής παρέμβασης παρουσιάζονται παρακάτω και είναι (ΥΠΕΚΑ, 2009):

- Θεσμοθέτηση του εθνικού στόχου για τη συμμετοχή της ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ το έτος 2010 σε ποσοστό 20,1% και το 2020 σε 29% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Καθορισμός προθεσμιών μέσα στις οποίες θα πρέπει να έχουν χορηγηθεί εγκρίσεις ή διατυπωθεί συναινέσεις υπηρεσιών και φορέων που εμπλέκονται στα διάφορα στάδια της αδειοδοτικής διαδικασίας. Ειδικότερα, γίνεται πρόβλεψη ότι εάν οι άδειες εγκατάστασης δεν εκδοθούν μέσα σε 15 ημέρες από το Γενικό Γραμματέα της οικείας Περιφέρειας, η αρμοδιότητα αυτή περιέρχεται στον αρμόδιο Υπουργό.
- Διαφοροποίηση του προηγούμενου ενιαίου τιμολογιακού καθεστώτος, κυρίως επ' ωφελεία των φωτοβολταϊκών συστημάτων, ώστε να ενισχυθούν οι επενδύσεις στον εν λόγω τομέα που εμφάνιζε σημαντική καθυστέρηση. Οι τιμές του νόμου αναπροσαρμόζονται ετησίως με απόφαση του αρμόδιου Υπουργού μετά από γνώμη της ΠΑΕ, στη βάση του σταθμικού μέσου όρου των αυξήσεων των τιμολογίων της Δ.Ε.Η. Α.Ε., ενώ η προσαρμογή θα γίνεται στο 80% του δείκτη τιμών του καταναλωτή όπως αυτή ορίζεται από την Τράπεζα της Ελλάδος μετά την απελευθέρωση της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Αδειοδότηση χωρίς διαγωνισμό και άμεση τιμολόγηση της ενέργειας που παράγεται από τους υβριδικούς σταθμούς ενέργειας που προβλέπεται να εγκατασταθούν σε αυτόνομα νησιωτικά συστήματα, κυρίως με το κόστος που εξοικονομείται από τη λειτουργία συμβατικών μονάδων τους οποίους υποκαθιστούν οι υβριδικοί σταθμοί ώστε να διασφαλίζεται η οικονομική βιωσιμότητα των εν λόγω σταθμών.
- Ολοκλήρωση της εναρμόνισης του εθνικού δικαίου με τις απαιτήσεις του άρθρου 5 παρ. 5 της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ σχετικά με τη θεσμοθέτηση δημιουργίας συστήματος εκδόσεως εγγυήσεων προέλευσης της ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Βελτίωση των όρων αγοραπωλησίας της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με σκοπό τη διευκόλυνση της τραπεζικής χρηματοδότησης των έργων. Ειδικότερα, η αρχική δεκαετής διάρκεια των συμβάσεων μπορεί να παραταθεί κατά ίσο χρόνο απλώς με μονομερή δήλωση του παραγωγού προς τον οικείο Διαχειριστή.
- Ανασχεδιασμός και νομοθετική κατοχύρωση του υπέρ ΟΤΑ τέλους επί των ακαθάριστων εσόδων από την πώληση ανανεώσιμης ενέργειας (με εξαίρεση τη φωτοβολταϊκή ενέργεια) που αυξάνει από 2% σε 3%.
- Διεύρυνση του ορίου εγκατεστημένης ισχύος μέχρι το οποίο δεν απαιτείται η έκδοση αδειών παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας.

- Αύξηση του ορίου μέχρι του οποίου ένα υδροηλεκτρικό έργο χαρακτηρίζεται ως μικρό από 10 MW σε 15 MW, με συνέπεια εφεξής περισσότερα έργα να υπάγονται σε καθεστώς εγγυημένης τιμής πώλησης ενέργειας και προτεραιότητας κατά την κατανομή φορτίου.
- Άρση του προηγούμενου περιορισμού εγκατεστημένης ισχύος σε επίπεδο 50 MW μέχρι του οποίου υπήρχε υποχρέωση του αρμόδιου διαχειριστή να δίνει προτεραιότητα κατά την κατανομή φορτίου.

Ο Νόμος 3851/2010 αποτελεί την τελευταία νομοθετική προσπάθεια του σχεδίου με τίτλο «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής». Μέσα από τα 19 άρθρα του γίνεται μια προσπάθεια καθορισμού των εθνικών στόχων καθώς και απλοποίησης των ενεργειών που απαιτούνται για την αδειοδότηση έργων ΑΠΕ. Ο νόμος αυτός έχει σημαντικές αλλαγές στην διαδικασία αδειοδότησης των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν απαιτείται οικοδομική άδεια αλλά έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από την αρμόδια Διεύθυνση Πολεοδομίας. Παράλληλα καθορίστηκε νέα τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τις ΑΠΕ εκτός από τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς. Ο νόμος αυτός αποτέλεσε τον κορμό του Εθνικού Σχεδίου Δράσης για τις ΑΠΕ, το οποίο καταρτίστηκε στα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής, ώστε να μπορεί να «διαδραματίζει το ρόλο ενός δυναμικού εργαλείου παρακολούθησης των εθνικών ενεργειακών στόχων» (ΥΠΕΚΑ, 2014α).

Στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας έχουν καταρτιστεί δύο Σχέδια Δράσης Ενεργειακής Αποδοτικότητας για εξοικονόμηση σε ποσοστό 9% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας μέχρι το 2016 σύμφωνα με την Οδηγία 2006/32/EK και τον Νόμο 3855/2010. Στα σχέδια αυτά προβλέπονται συγκεκριμένα μέτρα και έχουν ποσοτικοποιηθεί τα ενεργειακά τους οφέλη, ώστε να επιτευχθεί ο τιθέμενος εθνικός στόχος (ΥΠΕΚΑ, 2014α).

Με την υπουργική απόφαση Α.Υ./Φ1/οικ.19598/01.10.2010 ορίστηκε η εγκατεστημένη ισχύς ανά τεχνολογία ΑΠΕ όπως αυτή φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 2.1 για τα έτη 2014 και 2020. Από τον παρακάτω πίνακα απουσιάζει τελείως η γεωθερμική ενέργεια η οποία έχει απελευθερωθεί πλήρως για τα επόμενα χρόνια (ΥΠΕΚΑ, 2014α).

Πίνακας 2.1: Όρια εγκατεστημένης ισχύος (MW) ανά τεχνολογία ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2014α).

Τεχνολογία Αναναώσιμης Πηγής Ενέργειας	2014	2020
Υδροηλεκτρικά	3.700	4.650
Μικρά (0-15MW)	300	350
Μεγάλα (>15MW)	3.400	4.300
Φωτοβολταϊκά	1.500	2.200
Εγκαταστάσεις από επαγγελματίες αγρότες (Ν. 3851/2010)	500	750
Λοιπές Εγκαταστάσεις	1.000	1.450
Ηλιοθερμικά	120	250
Αιολικά (περιλαμβανομένων θαλασσίων)	4.000	7.500
Βιομάζα	200	350

Το 2011, με την κοινή διυπουργική απόφαση Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.28287/12.12.2011, καθιερώθηκε ένα ειδικό τέλος στην αξία πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ, το οποίο ορίστηκε στο 1% επί της αξίας πώλησης προ Φ.Π.Α. Ο αρμόδιος διαχειριστής της ηλεκτρικής ενέργειας παρακρατεί αυτό το ποσό και το αποδίδει στον κάτοχο άδειας προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας που προμηθεύει τους οικιακούς καταναλωτές. Το ποσό αυτό, πιστώνεται μετά στους οικιακούς καταναλωτές μέσω των λογαριασμών της ΔΕΗ (ΥΠΕΚΑ, 2014α).

Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από μικρούς φωτοβολταϊκούς σταθμούς οι οποίοι εγκαθίστανται σε στέγες κτιρίων και κατοικιών καθορίζεται από τις Υπουργικές αποφάσεις Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.2262/30.01.2012 και Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.2266/30.01.2012. (ΥΠΕΚΑ, 2014α)

Νόμος 4062/2012: Ενσωμάτωση της κοινοτικής οδηγίας 2009/28/EK – Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ. Με τον νόμο αυτό καθορίζονται τα κριτήρια αειφορίας των βιοκαυσίμων, ενώ στις διατάξεις του νόμου αυτού αναφέρεται η σύσταση της εταιρίας που έχει τον διακριτικό τίτλο «Πρόγραμμα Ήλιος» και έχει σαν στόχο την ανάπτυξη, την παραγωγή και την εξαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, που παράγεται από την ηλιακή ακτινοβολία στην Ελλάδα στο πλαίσιο υλοποίησης συνεργασιών μεταξύ της χώρας μας και άλλων κρατών-μελών (ΥΠΕΚΑ, 2014α).

Οι ισχύουσες τιμές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ (για το έτος 2014) καθορίζονται από το Ν. 4250/2014 με τον οποίο επήλθαν σημαντικές μειώσεις και ειδικότερα στους φωτοβολταϊκούς σταθμούς με το ποσοστό μείωσης να προσεγγίζει το 40% και την κοινή υπουργική απόφαση Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1289/9012/30.04.2013 (ΥΠΕΚΑ, 2014α).

Το πρόσφατο θεσμικό πλαίσιο των ΑΠΕ αναφέρεται συνοπτικά στον πίνακα 2.2 (ΥΠΕΚΑ, 2014α).

Πίνακας 2.2: Πρόσφατο θεσμικό πλαίσιο ΑΠΕ από το 2010 έως το 2014 (ΥΠΕΚΑ, 2014α).

Ημερομηνία	Τίτλος	Αριθμός	Πράξη	Διεύθυνση
02.10.2014	Κύρωση της από 30.12.2013 Σύμβασης μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και των εταιρειών ΚΑΒΑΛΑ OIL ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ, ENERGEAN OIL AND GAS - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΙΓΑΙΟΥ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ και της ως εκ τρίτου συμβαλλομένης ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Ε. με την οποία τροποποιείται η από 23.11.1999 Σύμβαση για την εκμετάλλευση Υδρογονανθράκων στη θαλάσσια περιοχή του Θρακικού Πελάγους μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και της ΚΑΒΑΛΑ OIL Α.Ε., η οποία κυρώθηκε με το ν.2779/1999 (Α' 296) (ΑΡΘΡΑ ΠΕΜΠΤΟ – ΟΓΛΟΟ)	N.4296/2014 (ΦΕΚ Α' 214/02.10.2014)	ΝΟΜΟΣ	ΥΠΕΚΑ
07.04.2014	Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του ν. 4046/2012 και άλλες διατάξεις	N. 4254/2014 (ΦΕΚ Α' 85/07.04.2014)	ΝΟΜΟΣ	ΥΠΕΚΑ
01.11.2013	Ρυθμίσεις θεμάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και άλλες διατάξεις	N. 4203/2013 (ΦΕΚ Α' 235/01.11.2013)	ΝΟΜΟΣ	ΥΠΕΚΑ
30.5.2013	Συμπλήρωση της υπ' αριθμ. Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1289/9012/30.04.2013 κοινής υπουργικής απόφασης (Β' 1103/02.05.2013) με την οποία τροποποιήθηκε το Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1506/οικ. 10662 (ΦΕΚ Β' 1310)	Κοινή Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
9.5.2013	Επείγοντα μέτρα εφαρμογής των νόμων 4046/2012, 4093/2012 και 4027/2013 (Παράγραφος Ι' - Ρυθμίσεις θεμάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας).	N. 4152/2013 (Α'107/9.5.2013)	Νόμος	ΥΠΕΚΑ
2.5.2013	Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1289/9012 (ΦΕΚ Β'/1103)	Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
2.5.2013	Τροποποίηση της υπ' αριθμ. Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.2262/31.01.2012 (Β' 97/31.01.2012) απόφασης του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με θέμα «Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς», όπως ισχύει.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/1288/9011 (ΦΕΚ Β'/1103)	Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
12.11.2012	Έγκριση μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013 – 2016 – Επείγοντα Μέτρα Εφαρμογής του ν.4046/2012 και του Μεσοπρόθεσμου Πλαισίου Δημοσιονομικής Στρατηγικής 2013 – 2016 (Παράγραφος Ι.2 – Ρυθμίσεις ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ)	N.4093/2012(Α'22/12.11.2012)	Νόμος	ΥΠΕΚΑ
10.8.2012	Αναστολή διαδικασίας αδειοδότησης και χορήγησης προσφορών σύνδεσης για φωτοβολταϊκούς σταθμούς, λόγω κάλυψης των στόχων που έχουν τεθεί με την απόφαση Α.Υ./Φ1/οικ.19598/01.10.2010 του Υπουργού	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2300/οικ.16932 (ΦΕΚ Β' 2317)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.

Ημερομηνία	Τίτλος	Αριθμός	Πράξη	Διεύθυνση
	Π.Ε.Κ.Α.			
10.8.2012	Τροποποίηση της απόφασης με αριθμό Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2262/ 31.1.2012 (Β'97) σχετικά με την τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2301/οικ.16933 (ΦΕΚ Β' 2317)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
10.8.2012	Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2302/οικ.16934 (ΦΕΚ Β' 2317)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
10.8.2012	Προσδιορισμός ποσοστού της εισφοράς υπέρ της Ε.Ρ.Τ. Α.Ε. του άρθρου 14 του ν.1730/1987, το οποίο αποτελεί πόρο του Ειδικού Λογαριασμού του άρθρου 40 του ν.2773/1999.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/2303/οικ.16935 (ΦΕΚ Β' 2317)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
30.3.2012	Αξιοποίηση του πρώην Αεροδρομίου Ελληνικού – Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ – Προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/28/ΕΚ) – Κριτήρια Αειφορίας Βιοκαυσίμων και Βιορευστών (Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/30/ΕΚ)	Ν. 4062/2012 (ΦΕΚ Α' 70/30.3.2012)	ΝΟΜΟΣ	ΥΠΕΚΑ
31.1.2012	Τροποποίηση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.2266 (ΦΕΚ Β' 97)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
31.1.2012	Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.2262 (ΦΕΚ Β' 97)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
28.12.2011	Ειδικό τέλος και παροχή κινήτρων στους οικιακούς καταναλωτές στις περιοχές όπου εγκαθίστανται Α.Π.Ε.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ.28287/12.12.2011 (ΦΕΚ Β' 3005)	Κοινή Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
25/10/2011	Κανονισμός Αδειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.).	ΥΑΠΕ/Φ1/14810/04.10.2011(ΦΕΚ Β'/2373/25.10.2011)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
23.09.2011	Τροποποίηση της υπ' αρ. πρωτ. Δ6/Φ1/οικ.19500/4.11.2004 (Β'1671) κοινής υπουργικής απόφασης με την οποία τροποποιήθηκε η υπ'αρ. πρωτ. 13727/724/24.7.2003 (Β'1087) κοινή υπουργική απόφαση ως προς την αντιστοίχιση δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ. 18018 (ΦΕΚ Β' 2132)	Υπουργική απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε.
02.05.2011	Προσδιορισμός του αγροτικού εισοδήματος	Αριθμ.134430 ΦΕΚ 392 Β 14.03.2011	Κοινή Υπουργική Απόφαση	Υπουργείο Οικονομικών Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
28.04.2011	Διαδικασία και προθεσμίες εγγραφής και ενημέρωσης του ΜΑΑΕ, όργανα και διαδικασία προσωρινής ή οριστικής διαγραφής από το Μητρώο, αναγκαία επαγγελματική κατάρτιση των φυσικών	Αριθμ.134416 ΦΕΚ 273 Β 21.02.2011	Υπουργική Απόφαση	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων

Ημερομηνία	Τίτλος	Αριθμός	Πράξη	Διεύθυνση
	προσώπων-επαγγελματιών αγροτών που εγγράφονται στο Μητρώο, διαδικασία και αρμόδιες υπηρεσίες έκδοσης των σχετικών με το ΜΑΑΕ πιστοποιητικών. Η απόφαση «Ορισμός διαδικασίας για την έκδοση πιστοποιητικών σχετικών με το Μητρώο Αγροτών και Αγροτικών Εκμεταλλεύσεων, ΥΑ 249565/ΦΕΚ Β 1722/03-11-2010», καταργείται.			
14.04.2011	Τροποποιήσεις ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα, οικόπεδα και κτίρια.	Υ.Α. 9154 ΦΕΚ 583 Β 14.04.2011	Υπουργική Απόφαση	Διεύθυνση Οικοδομικών και Κτιριοδομικών Κανονισμών Υπηρεσία για την Εξυπηρέτηση Επενδυτών για Έργα ΑΠΕ
01.02.2011	Τροποποίηση της με αριθμ. 168040/03-09-2010 κοινής απόφασης των Υπουργών Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων «Καθορισμός κριτηρίων με τα οποία διαβαθμίζεται η αγροτική γη σε ποιότητες και κατατάσσεται σε κατηγορίες παραγωγικότητας»	Αρ. 072528 ΦΕΚ 102 Β 01.02.2011	Κοινή Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
31.12.2010	Τροποποίηση της Δ6/Φ1/οικ. 8684/24.4.2007 (ΦΕΚ Β' 694) απόφασης του Υπουργού Ανάπτυξης, όπως τροποποιήθηκε με την Δ6/Φ1/οικ.15450/18.7.2007 (ΦΕΚ Β' 1276) απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, για την Έγκριση Α' Φάσης του κατ' άρθρο 14 παρ. 1 του ν. 3468/2006 Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Σταθμών.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ. 27904 ΦΕΚ 2143 Β 31.12.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
16.12.2010	Ερμηνευτική εγκύκλιος διατάξεων ν.3851/2010 σχετικών με την εξέταση αιτημάτων για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. σε γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας, συμπεριλαμβανομένης της κατηγορίας των επαγγελματιών αγροτών.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ. 26928	Εγκύκλιος	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
03.12.2010	Τήρηση Μητρώου Αδειών και υποβολή στοιχείων και πληροφοριών στην Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για έργα Α.Π.Ε. από κατόχους μονάδων Α.Π.Ε.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ. 24840 ΦΕΚ 1900 Β 03.12.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
25.11.2010	Εγγυοδοσία για την υπογραφή Συμβάσεων Σύνδεσης στα δίκτυα διανομής σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση Α.Π.Ε. που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής.	Υ.Α.Π.Ε./Φ1/οικ. 24839 ΦΕΚ 1901 Β 03.12.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.
21.10.2010	Κατάργηση της απόφασης του Υπουργού Ανάπτυξης με αριθμ. Δ6/Φ1/οικ.7037/24.03.2008.	ΑΥ/Φ1/οικ.19384 ΦΕΚ 1674 Β 21.10.2010 Αποφ. Δ6/Φ1/οικ.7037/24.03.2008	Υπουργική Απόφαση	Αυτοτελής Υπηρεσία ΑΠΕ
01.10.2010	Απόφαση για την επιδιωκόμενη αναλογία	Αποφ. Φ1	Υπουργική	

Ημερομηνία	Τίτλος	Αριθμός	Πράξη	Διεύθυνση
	εγκατεστημένης ισχύος και την κατανομή της στο χρόνο μεταξύ των διαφόρων τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.	οικ.19598 ΦΕΚ 1630 B 11.10.2010	Απόφαση	
20.09.2010	Συμπλήρωση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις. Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτηρίων.	A.Υ./Φ1/οικ.1851 3 ΦΕΚ 1557 B 22.09.2010 ΦΕΚ B 1079/04.06.2010.	Κοινή Υπουργική Απόφαση	
03.09.2010	Καθορισμός κριτηρίων με τα οποία διαβαθμίζεται η αγροτική γη σε ποιότητες και κατατάσσεται σε κατηγορίες παραγωγικότητας.	Απ. Αρ. 168040 ΦΕΚ 1528 B 07.09.2010	Κοινή Υπουργική Απόφαση	
30.08.2010	Τύπος και περιεχόμενο συμβάσεων πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και μέσω Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης στο Σύστημα και το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο και στο Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νήσων, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 12 παρ. 3 του Ν. 3468/2006, όπως ισχύει, πλην ηλιοθερμικών και υβριδικών σταθμών.	A.Υ/Φ1/οικ.1714 9 ΦΕΚ 1497 B 06.09.2010	Υπουργική Απόφαση	
25.08.2010	Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικοπέδα εντός σχεδίου περιοχών, και σε οικισμούς.	Απ. Αρ. 36720 ΦΕΚ 376 ΑΑΠ 06.09.2010	Υπουργική απόφαση	Οικοδομικών & κτιριοδομικών κανονισμών
25.08.2010	Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και ηλιακών συστημάτων σε γήπεδα και κτίρια σε εκτός σχεδίου περιοχές.	Απ. Αρ. 40158 ΦΕΚ 1556 B 22.09.2010	Υπουργική απόφαση	Πολεοδομικού σχεδιασμού Οικοδομικών & κτιριοδομικών κανονισμών
19.07.2010	Οδηγίες εφαρμογής διατάξεων του Ν. 3851/2010 σχετικά με το άρθρο 2 παρ. 1 – κριτήριο ι) και το άρθρο 15 παρ. 3, προς την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας.	ΑΥ/Φ1/οικ.14586		Αυτοτελής Υπηρεσία ΑΠΕ-ΥΠΕΚΑ
12.07.2010	Διαδικασίες ορισμού των επαγγελματιών αγροτών για την υποβολή αιτήσεων για επενδύσεις στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).	ΦΕΚ 1049 B 12.07.2010	Υπουργική Απόφαση	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
22.12.2010	Ενοποίηση των διατάξεων του Ν. 3468/2006 όπως τροποποιήθηκαν από τους Ν. 3734/2009, Ν. 3851/2010, Ν. 3889/2010 και λοιπών διατάξεων νόμων	Ενοπ. Ν.3468/2006	Ενοποίηση διατάξεων Ν 3468/2006 μετά τις πρόσφατες τροποποιήσεις	Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα Α.Π.Ε.»
14.10.2010	Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις.(Άρθρο 30 "Λοιπές διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής", Άρθρο 29 "Θέματα Υπηρεσίας Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας")	Νόμος 3889 ΦΕΚ 182 Α 14.10.2010	Νόμος	ΥΠΕΚΑ
04.06.2010	Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων	Νόμος 3851	Νόμος	ΥΠΕΚΑ

Ημερομηνία	Τίτλος	Αριθμός	Πράξη	Διεύθυνση
	Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Accelerating the development of Renewable Energy Sources to deal with climate change and other regulations addressing issues under the authority of the Ministry of Environment, Energy and Climate Change.	ΦΕΚ 85 Α 04.06.2010 Law 3851/2010		

Τέλος, η Ελλάδα από το 2014 είναι πλήρες μέλος του συμβουλίου του Διεθνούς Οργανισμού ΑΠΕ IRENA και ανήκει στα 75 ιδρυτικά μέλη τα οποία έχουν επικυρώσει τον καταστατικό χάρτη λειτουργίας το 2009. Ο IRENA είναι ο πρώτος παγκόσμιος διακυβερνητικός οργανισμός που συστήθηκε για την προώθηση των ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2013).

2.3 Διαχρονική εξέλιξη της διείσδυσης των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα της Ελλάδας

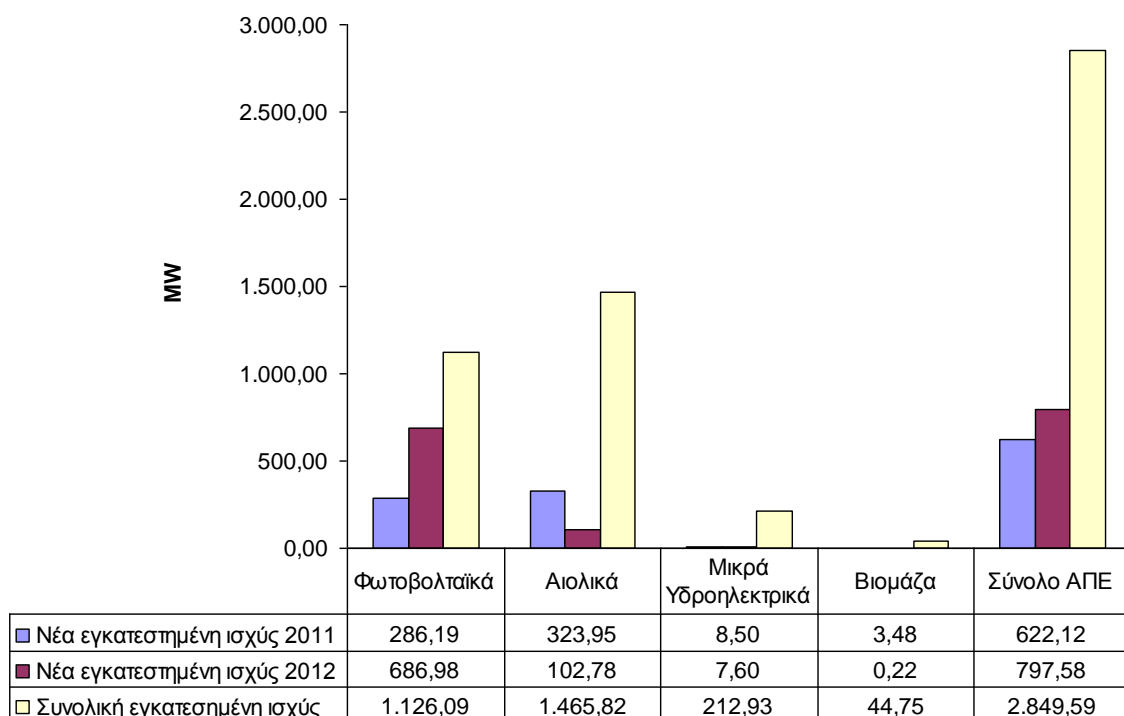
Με το νόμο 2244/1994 η Ελλάδα είχε προχωρήσει άμεσα και πιο νωρίς σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, τη θεσμική και νομική κατοχύρωση του ρόλου των ΑΠΕ και την υιοθέτηση του μέτρου των εγγυημένων τιμών (Feed-in-Tariffs), προκειμένου να ενθαρρυνθούν σχετικές επενδύσεις. Παρόλα αυτά δεν κατάφερε να αξιοποιήσει τόσο το θεσμικό πλεονέκτημά της όσο και άλλα πλεονεκτήματά, όπως η θέση και το κλίμα της, τα οποία θα την είχαν φέρει σε πλεονεκτική θέση τόσο σε περιφερειακό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο (Σταμπολής, κ.α., 2013; Διακουλάκη, 2014).

Η διείσδυση των ΑΠΕ στο ελληνικό ηλεκτρικό σύστημα είχε αρχικά βραδείς ρυθμούς ανάπτυξης μέχρι το 2010 κάτι το οποίο ερχόταν σε αντιπαράθεση τόσο με το διαθέσιμο δυναμικό της χώρας όσο και το ιδιαίτερα υψηλό επενδυτικό ενδιαφέρον που είχε εκδηλωθεί, από την έναρξη απελευθέρωσης της αγοράς το 2000. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 2000-2010, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων ΑΠΕ αυξήθηκε από 278 MW στα 1.734 MW, μια αύξηση περίπου 150 MW κατά έτος, ως επί το πλείστον αιολικών πάρκων (Διακουλάκη, 2014).

Ο ρυθμός ανάπτυξης δεν είχε προβληματίσει ιδιαίτερα την πολιτεία με αποτέλεσμα αυτή να μη δώσει την πέπουσα σημασία στη διερεύνηση των παραγόντων καθυστέρησης. Αντιθέτως ψήφισε το Ν. 3851/2010 θέτοντας ακόμα πιο αισιόδοξους στόχους για το 2020 από αυτούς που είχε ορίσει η ΕΕ για τις χώρες μέλη. Στην πράξη ορίστηκε ο στόχος του 20% της διείσδυσης των ΑΠΕ στο σύνολο της ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης σε σχέση με το στόχο του 18% που είχε θέση η ΕΕ, με επιμέρους

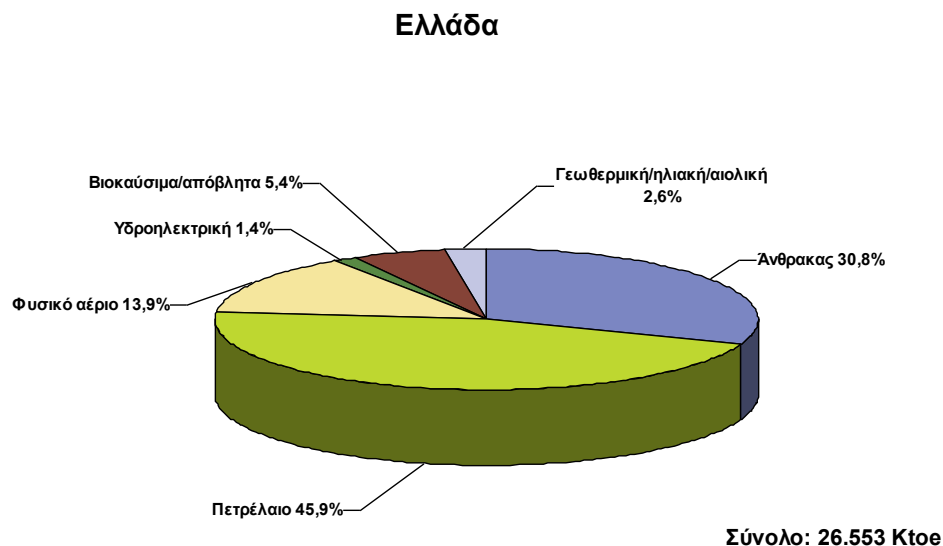
στόχους για την ηλεκτροπαραγωγή (40%), τη θέρμανση-ψύξη (20%) και τις μεταφορές (10%). Είναι λοιπόν εμφανές, ότι για την επίτευξη των παραπάνω στόχων είναι απαραίτητο ένα μεγάλο ύψος επενδύσεων, το οποίο εκτιμάται να κυμανθεί γύρω στα 22,5 δις. € για το διάστημα 2010-2020 (Chaviaropoulos, 2011). Επιπλέον απαιτείται καθοριστικής σημασίας αναδιάρθρωση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος, δεδομένου ότι η προβλεπόμενη διείσδυση των ΑΠΕ θα πρέπει να συνοδεύεται και από αναβαθμισμένα δίκτυα μεταφοράς ενέργειας, επέκτασή τους και προώθηση των διασυνδέσεων των νησιών καθώς και των συστημάτων αποθήκευσης. Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ΕΕ έχει θέσει ως στρατηγικό στόχο την οικονομία χαμηλού άνθρακα και για την περίοδο μετά από το 2020, η αύξηση του ύψους των επενδύσεων κρίνεται απαραίτητη και αναγκαία.

Μετά την ψήφιση του Ν. 3851/2010 ακολούθησε η περίοδος της οικονομικής ύφεσης με τις επακόλουθες επιπτώσεις (σημαντικότερη η χρηματοδοτική στενότητα) και με ταυτόχρονες ανατροπές στο ρυθμό διείσδυσης των ΑΠΕ. Στο παρακάτω διάγραμμα 2.1, διαπιστώνεται ότι μέσα στα επόμενα δύο χρόνια η εγκατεστημένη ισχύς διπλασιάζεται, κάτι το οποίο οφείλεται κατά κύριο λόγο στην αύξουσα πορεία της ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών συστημάτων (όπου από τα μέσα του 2013 είχε ήδη υπερκαλυφθεί ο στόχος του 2020), ενώ παράλληλα η ανάπτυξη των υπόλοιπων τεχνολογιών είναι χαμηλή (ΛΑΓΗΕ, 2014; ΣΕΦ, 2013).



Διάγραμμα 2.1: Εγκατεστημένη ισχύς Μονάδων ΑΠΕ Διασυνδεδεμένου Συστήματος (ΛΑΓΗΕ, 2014; ΣΕΦ, 2013).

Το 2010 οι ΑΠΕ παρείχαν 2 Μτοε ή 7,5% της συνολικής πρωτογενούς παροχής ενέργειας (TPES), ενώ το 2012 οι ΑΠΕ παρείχαν 2,5 Μτοε ή 9,4% (Διάγραμμα 2.2) της TPES στην Ελλάδα (OECD/IEA, 2011; OECD/IEA, 2014). Το μερίδιο των ΑΠΕ στη συνολική πρωτογενή παροχή ενέργειας ήταν σταθερό 5% έως 6% για τις δύο τελευταίες δεκαετίες, ενώ αυξήθηκε σημαντικά το έτος 2010. Οι ΑΠΕ αντιπροσωπεύουν το 21% της συνολικής παραγωγής ενέργειας. Η βιομάζα και τα απόβλητα (συμπεριλαμβάνονται τα καυσόξυλα, τα φυτικά απόβλητα και τα υγρά βιοκαύσιμα) παρήγαγαν από τις ΑΠΕ τη μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας για το 2009, ήτοι 1.261 Ktoe. (OECD/IEA, 2011). Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί αντίστοιχα παρήγαγαν 6,6 TWh και με μερίδιο 15,85% στην συνολική παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ. Την τελευταία δεκαετία το μερίδιο της υδροηλεκτρικής ενέργειας στην συνολική πρωτογενή παροχή ενέργειας αυξήθηκε κατά μέσο στο 1,3%, και κυμαίνεται από 0,6% έως 2,1%, ανάλογα με τις υδρολογικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής (OECD/IEA, 2011).



Διάγραμμα 2.2: Συνολική εγχώρια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (ενεργειακό μείγμα) το 2012 (OECD/IEA, 2014).

Η ηλιακή ενέργεια (solar energy) χρησιμοποιείται κυρίως για την άμεση θέρμανση του νερού, ενώ το ποσοστό χρησιμοποίησής της για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ μικρό. Η ετήσια παραγωγή θερμικής ενέργειας για το χρονικό διάστημα 1999-2005 ήταν περίπου 0,1 Μτοε, ενώ το 2010 έφτασε περίπου 0,2 Μτοε ή το 0,8% της συνολικής πρωτογενούς παροχής ενέργειας. Το ποσοστό αυτό είναι το μεγαλύτερο για την ηλιακή ενέργεια μεταξύ των χωρών μελών του ΙΕΑ, ενώ ακολουθούν η Ισπανία με 0,6% και η Αυστρία με τη Γερμανία σε ποσοστό 0,5% (OECD/IEA, 2011). Στην Ελλάδα το

40% της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ καταναλώνεται για την παραγωγή οικιακής θερμότητας, ενώ το ίδιο περίπου ποσοστό χρησιμοποιείται στην ηλεκτροπαραγωγή. Το υπολειπόμενο μερίδιο της παραγόμενης ενέργειας των ΑΠΕ καταναλώνεται από την βιομηχανία και τη γεωργία (OECD/IEA, 2011).

Το 2010, στην Ελλάδα, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ έφτασε το 15% της συνολικής παραγωγής, ενώ ο μέσος όρος των υπόλοιπων κρατών μελών του ΙΕΑ ήταν 17,7%. Σύμφωνα όμως με τους OECD και ΙΕΑ (2011) η χώρα μας έχει μεγάλο αιολικό και ηλιακό δυναμικό που δεν το έχει εκμεταλλευτεί μέχρι σήμερα.

2.3.1 Προβλήματα διείσδυσης των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα

Η χώρα μας έχει ένα από τα υψηλότερα δυναμικά ΑΠΕ, όπως προαναφέρθηκε, αλλά δεν έχει αξιοποιηθεί ανάλογα για την ηλεκτροπαραγωγή σε σύγκριση με τα υπόλοιπα κράτη της Ε.Ε. Η επιβαλλόμενη γραφειοκρατία με τις άνευ ουσίας χρονοβόρες διαδικασίες αδειοδότησης των μονάδων και ο μεγάλος αριθμός νόμων και Υπουργικών Αποφάσεων έχουν δημιουργήσει στρεβλώσεις στην αγορά, ενισχύοντας την εμπορία αδειών και αυξάνοντας το κόστος των επενδύσεων. Η γραφειοκρατία είχε ως αποτέλεσμα την υπερπαραγωγή «Αδειών Παραγωγής», με επακόλουθη την αύξηση της εμπορίας των αδειών το οποίο συνεπάγεται με επιβάρυνση των επενδύσεων κατά 20% με 25%. Επίσης οι υψηλές δαπάνες για την σύνδεση στο δίκτυο και οι καθυστερήσεις κατέστησαν ακόμη πιο ακριβές τις επενδύσεις στις ΑΠΕ (Psomas, 2011).

Από την άλλη πλευρά η θέσπιση υψηλών τιμών στην Ευρώπη για την πληρωμή της παραγόμενης ενέργειας από τις ΑΠΕ (feed-in tariff) για μεγάλο χρονικό διάστημα (20 με 25 χρόνια) είχε ως αποτέλεσμα η ανάπτυξη των ΑΠΕ να επιβαρύνει τον ηλεκτρικό τομέα με τους καταναλωτές και την οικονομία του εκάστοτε κράτους να έρχονται αντιμέτωποι με τις επιπλέον πρόσθετες επιβαρύνσεις (Beck and Martinot, 2013). Γενικότερα στην Ελλάδα, το μήνυμα της πολιτικής ηγεσίας προς τους επενδυτές μέχρι τώρα ήταν η προτροπή για επενδύσεις παρέχοντας τις υψηλότερες τιμές της Ευρώπης, παρά την ευνοϊκή εξέλιξη σχετικά με τις νέες τεχνολογίες με μείωση του κόστους, χωρίς να έχουν εκτιμηθεί οι επιπτώσεις αυτών των αποφάσεων στην οικονομία και στους καταναλωτές μακροπρόθεσμα. Αποτέλεσμα αυτού είναι η υπερβολική επιβάρυνση του ηλεκτρικού τομέα και για μεγάλο χρονικό διάστημα και η συσσώρευση μεγάλων ελλειμμάτων στον ΛΑΓΗΕ (Λειτουργός της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) με πολύ σοβαρά προβλήματα στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (Σταμπολής, κ.α., 2013).

Ο εθνικός στόχος για τις ΑΠΕ το 2020, στον οποίο δεσμεύεται η χώρα, όπως καθορίστηκε από την ΕΕ (Οδηγία 2009/28), είναι 18% συμμετοχή στην τελική κατανάλωση ενέργειας (στο 11,6% στο τέλος του 2011 σύμφωνα με την Eurostat). Όμως, με το νόμο 3851/2010 τέθηκε ακόμη πιο φιλόδοξος στόχος στο 20%, χωρίς να έχει γίνει κάποια σοβαρή μελέτη για την επίτευξή του και τις επιπτώσεις του στην οικονομία. Ειδικότερα, για τον προβλεπόμενο στόχο 40% διείσδυσης των ΑΠΕ στον ηλεκτρικό τομέα με τις υψηλές τιμές feed-in tariff, δεν πραγματοποιήθηκε η απαραίτητη μελέτη των τεχνικών προβλημάτων και των οικονομικών επιπτώσεων, κυρίως σε επίπεδο ταμειακών ροών του ΛΑΓΗΕ, ο οποίος καλείται να κάνει την εκκαθάριση και να πληρώνει τους παραγωγούς κάθε μήνα (Μαθιουδάκης, κ.α., 2012).

Το ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα θα αλλάξει ως συνέπεια της προσπάθειας για επίτευξη των στόχων του Εθνικού Σχεδίου για το 2020. Ο στόχος της συμμετοχής των ΑΠΕ στις μεταφορές με ένα ποσοστό 10% αναμένεται να επιτευχθεί με πιο έντονη χρήση των βιοκαυσίμων και αύξηση της ηλεκτροκίνησης, ιδιαίτερα στα συστήματα σταθερής τροχιάς (Μαθιουδάκης, κ.α., 2012).

Οι Σταμπολής, κ.α. (2013) σημειώνουν πως η επίτευξη του στόχου για εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 9% για το 2016 σε σύγκριση με την τετραετία 2001-2005 θα συμβάλει στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Όσον αφορά τις ενεργειακές επενδύσεις στην Ελλάδα παρουσιάζουν πτωτική πορεία τα τελευταία χρόνια γεγονός που οφείλεται στον περιορισμό της τραπεζικής χρηματοδότησης, στην ελάττωση των διαθέσιμων εγχώριων ιδιωτικών κεφαλαίων και στις ανακοπές των ξένων επενδυτών εξαιτίας της οικονομική ύφεσης που έχει πλήξει την Ελλάδα. Παρά ταύτα οι αιτίες των μεγάλων καθυστερήσεων στην αξιοποίηση του φυσικού και ενεργειακού πλούτου της χώρας, θα πρέπει να αναζητηθούν στα προβλήματα της ενεργειακής αγοράς και της δημόσιας διοίκησης που δεν επέτρεψαν την έγκαιρη υιοθέτηση μίας αποτελεσματικής διαδικασίας απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρισμού, αλλά και σε παράγοντες που έχουν να κάνουν με την επιχειρηματική κουλτούρα και τις κοινωνικές συμπεριφορές. Εάν δεν ξεπεραστούν τα εμπόδια αυτά δεν θα υπάρξει η αναγκαία αύξηση και αξιοποίηση των ευκαιριών στο τομέα της ενέργειας, ιδιαίτερα στο ποσοστό της διείσδυσης των ΑΠΕ δεδομένου ότι αποτελούν μια σημαντική συνιστώσα ανάπτυξης που μπορεί να συμβάλει ακόμα και στην οικονομική ανάκαμψη της χώρας (IOBE-EMΠ, 2012).

Ο σημαντικότερος παράγοντας που αναστέλλει την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα είναι η απουσία ενός ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού, ο οποίος να θέτει μακροπρόθεσμους και σαφείς στόχους και η έλλειψη σχεδιασμού μιας τακτικής που πρέπει να ακολουθηθεί προς την επίτευξη των στόχων αυτών. Η δημοσιοποίηση διαφόρων σχεδίων και δράσεων, κατά καιρούς, συνιστούν απλά μια ελλιπή αποτύπωση δίχως μελέτη των πραγματικών συνθηκών και προϋποθέσεων. Θα πρέπει λοιπόν τα όποια σχέδια ή δράσεις να προέρχονται από μια επαναληπτική και σφαιρική ανάλυση, θέτοντας μακροπρόθεσμες προοπτικές, να γίνεται συνεχής παρακολούθηση της εφαρμογής τους και να λαμβάνονται έγκαιρα οι κατάλληλες αποφάσεις για διορθωτικές ενέργειες. Παραδείγματος χάριν η ανάπτυξη των ΑΠΕ, στο επίπεδο που προβλέπει το Εθνικό Σχέδιο Δράσης, χρειάζεται την ενίσχυση των υφιστάμενων δικτύων, την προώθηση των διασυνδέσεων των νησιωτικών συστημάτων και την ενίσχυση της αποθηκευτικής ικανότητας του συστήματος (Αναγνωστόπουλος και Παπαντώνης, 2013).

Από την άλλη πλευρά, η δημόσια διοίκηση χαρακτηρίζεται από σημαντικές αγκυλώσεις, ενώ οι θεσμικές παρεμβάσεις που προωθεί είτε έρχονται με μεγάλη καθυστέρηση, είτε χαρακτηρίζονται από αποσπασματικότητα και απουσία κεντρικού ενεργειακού σχεδιασμού. Επιπλέον η γραφειοκρατία που εξακολουθεί να συνοδεύει την αδειοδοτική διαδικασία, ο ανεπαρκής χωροταξικός σχεδιασμός, η έλλειψη Δασολογίου-Κτηματολογίου, καθώς και η συστηματική και συχνά ατεκμηρίωτη προσφυγή στο Συμβούλιο της Επικρατείας, συνδιαμορφώνουν ένα εχθρικό περιβάλλον που γίνεται αποτρεπτικό για την προσέλκυση νέων επενδύσεων ΑΠΕ (IOBE-EMΠ, 2012). Παρόλες τις συνεχείς νομοθετικές παρεμβάσεις με στόχο την απλοποίηση της αδειοδοτικής διαδικασίας (με την πιο πρόσφατη Ν. 4203/2013), τα γραφειοκρατικά εμπόδια είναι πολλαπλά. Αξιοσημείωτο είναι να αναφερθεί η επί χρόνια έλλειψη χωροταξικού πλαισίου για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, για την προστασία του χαρακτήρα της ελληνικής υπαίθρου και των νησιών, ταλαιπώρησε για πολλά χρόνια επενδυτές και τις τοπικές αρχές κατά τη διαδικασία της περιβαλλοντικής αδειοδότησης. Με τη θέσπιση του ειδικού χωροταξικού πλαισίου για τις ΑΠΕ, το 2008, στο οποίο καθορίζονται οι χωροταξικοί όροι για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας και των ΑΠΕ γενικότερα, καλύφθηκε το κενό που είχε δημιουργηθεί (Κάραλης, 2013). Παρά ταύτα οι χωροταξικοί όροι που τέθηκαν δεν είναι πάντα ικανοποιητικοί, αφήνοντας ακόμα και σήμερα περιθώρια για επιπλέον προβλήματα και περιορισμούς στην υλοποίηση των επενδύσεων.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Ευρωβαρόμετρου η γενικότερη εικόνα σχετικά με τις ΑΠΕ στην Ελλάδα είναι θετική (Eurobarometer, 2007). Πρακτικά όμως πολλές επενδυτικές προτάσεις έρχονται

αντιμέτωπες με αντιδράσεις της τοπικής κοινωνίας (Φαινόμενο NIMBY¹). Οι αιτίες του φαινομένου είναι πιθανοί φόβοι υποβάθμισης τουριστικού προϊόντος, ενδεχόμενοι περιορισμοί στην εκτός σχεδίου οικιστική δόμηση, αποδοχή της συμβατότητας με άλλες χρήσεις/ οπτική ενόχληση, άλλοι παράγοντες, όπως άγνοια, μικροπολιτικά συμφέροντα και φόβοι για επιπτώσεις στην υγεία κυρίως λόγω των γραμμών μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας (Τσαλέμης, 2012). Οι αντιδράσεις της τοπικής κοινωνίας έχουν ως επακόλουθο προσφυγές στο Συμβούλιο της Επικρατείας, με αποτέλεσμα επιπλέον καθυστερήσεις στην αδειοδοτική διαδικασία των μονάδων ΑΠΕ, δημιουργώντας αβεβαιότητα στους μελλοντικούς επενδυτές. Επίσης τα κενά στη νομοθεσία και η αδυναμία εκτέλεσης των απαραίτητων ενεργειών από την πολιτεία και τους αρμόδιους φορείς οδηγούσαν πολλές φορές σε αποφάσεις που απέτρεπαν μεν τις μη συμβατές περιβαλλοντικά επενδύσεις, αλλά και επενδύσεις που θεωρούνταν χρήσιμες αναπτυξιακές παρεμβάσεις και η πιθανή υλοποίησή τους θα οδηγούσε σε σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη.

Ένα άλλος παράγοντας που στάθηκε εμπόδιο στην ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα με αποτέλεσμα να συμβάλλει καθοριστικά στις καθυστερήσεις, ήταν το πνεύμα του εύκολου και γρήγορου κέρδους. Δημιουργήθηκε παράλληλα μία αγορά αδειών, η οποία οδήγησε σε ένα άτυπο χρηματιστήριο αξιών, που στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών συστημάτων ενθαρρύνθηκε από τις υψηλές τιμές των εγγυημένων τιμολογίων (feed in tariffs) που ίσχυαν μέχρι πρόσφατα (Σταμπολής, κ.α., 2013; Διακουλάκη, 2014).

Τα δεδομένα της μελέτης του Fouquet, (2009), αναδεικνύουν το πρόβλημα του ΛΑΓΠΕ και συγκεκριμένα το ύψος των εγγυημένων τιμολογίων για τις φωτοβολταϊκές μονάδες, το οποίο ήταν εξ αρχής ιδιαίτερα υψηλό σε σύγκριση και με τις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες. Επιπλέον δεν δημιουργήθηκε εκ των προτέρων ένας αξιόπιστος μηχανισμός αναπροσαρμογής των εγγυημένων τιμών σύμφωνα με το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων, το οποίο τα τελευταία χρόνια έχει κατακόρυφη πτώση εξαιτίας της τεχνολογικής εξέλιξης αλλά και εξαιτίας της συνεχούς αύξησης της συμμετοχής της Κίνας στην παγκόσμια κατασκευαστική βιομηχανία. Προσπάθειες αναπροσαρμογής έχουν αρχίσει από το 2009 με το Ν. 3734/2009 και ακολούθως το 2012 με σχετικές υπουργικές αποφάσεις που ταυτόχρονα έχουν αναστείλει την αδειοδότηση νέων έργων επιβάλλοντας και τεράστιες εισφορές στις ήδη λειτουργούσες μονάδες. Σύμφωνα με πρόσφατες υπουργικές αποφάσεις τα εγγυημένα τιμολόγια των φωτοβολταϊκών μειώνονται σε οριακό επίπεδο, ενώ οι εισφορές επί των

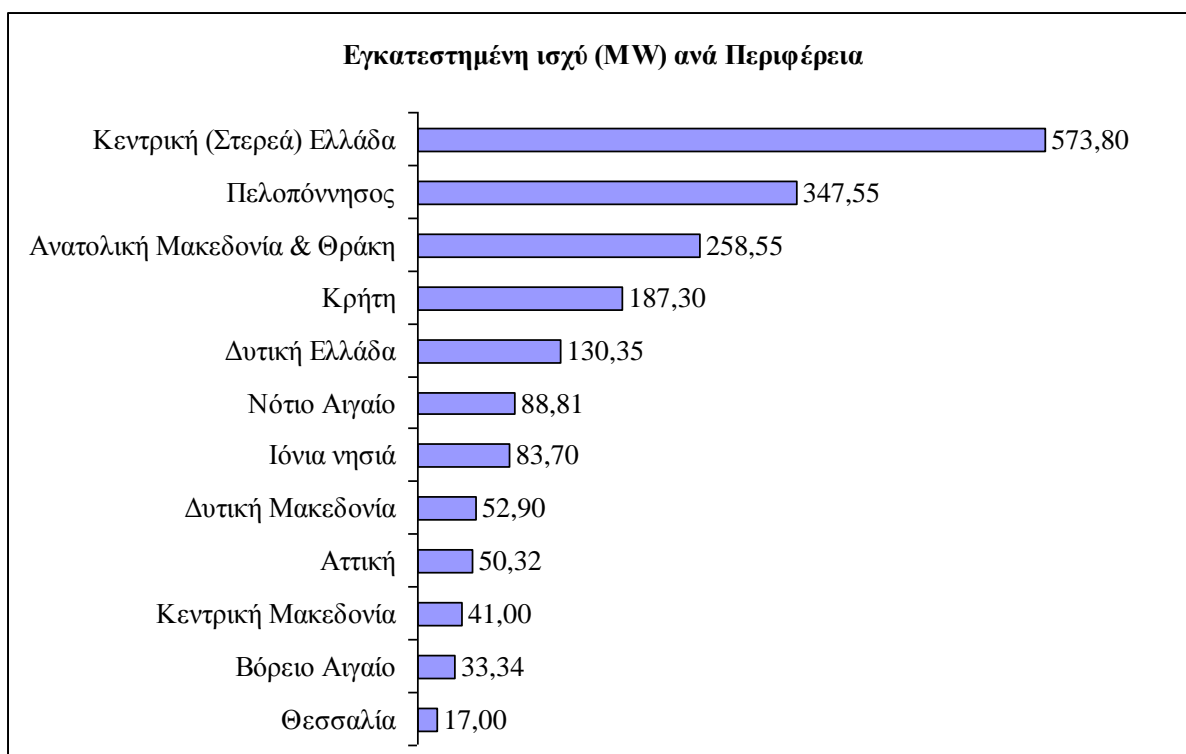
¹ NIMBY – Not In My Backyard: Αρνητική στάση με το σκεπτικό ότι θα επέλθουν δραματικές αρνητικές αλλαγές στην ποιότητα ζωής και στο φυσικό περιβάλλον.

εσόδων αυξάνουν μέχρι και 40% (Energy Press, 2014). Συνεπακολούθως οι επενδύσεις των ΑΠΕ και ιδιαίτερα των φωτοβολταϊκών συστημάτων διακόπηκαν πλήρως.

Στην παραγωγή φωτοβολταϊκών οι ελληνικές βιομηχανίες του κλάδου έχουν ήδη να επιδείξουν ένα σημαντικό μέγεθος που δυνητικά επαρκεί για την κάλυψη της εγχώριας ζήτησης, ενώ στην περίπτωση των αιολικών είναι εμφανής η απουσία της ελληνικής κατασκευαστικής βιομηχανίας. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι και στους δύο αυτούς τομείς, σήμερα πλέον, οι δυσκολίες για την ανάπτυξη εγχώριας κατασκευαστικής βιομηχανίας δεν συνδέονται μόνο με την έλλειψη πολιτικού σχεδιασμού και τα διαρθρωτικά προβλήματα της αγοράς, αλλά και με τον ισχυρό ανταγωνισμό, κυρίως από τις χώρες της Νοτιοανατολικής Ασίας. Ο ανταγωνισμός αυτός σε συνθήκες δημοσιονομικής κρίσης και έλλειψης ρευστότητας γίνεται ακόμη πιο έντονος, καθώς με την εισαγωγή του εξοπλισμού διευκολύνεται και η χρηματοδότηση της επένδυσης (IOBE-ΕΜΠ, 2012).

2.4 Κατανομή των μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ ανά περιφέρεια της Ελλάδας

Η ανάλυση της συνολικής εγκατεστημένης αιολικής ισχύος της Ελλάδας ανά Περιφέρεια, δείχνει ότι η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο της παραγωγής με 573,80 MW εγκατεστημένης ισχύος. Οι Περιφέρειες Πελοποννήσου, Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Κρήτης και Δυτικής Ελλάδας έπονται στη σειρά κατάταξης με εγκατεστημένη ισχύ πάνω από 100 MW. Οι λοιπές Περιφέρειες έχουν εγκατεστημένη ισχύ κάτω από 100 MW με τελευταία την Περιφέρεια Θεσσαλίας η οποία έχει 17 MW εγκατεστημένης αιολικής ισχύος (Διάγραμμα 2.3) (ΕΕΕΑΕ, 2013).



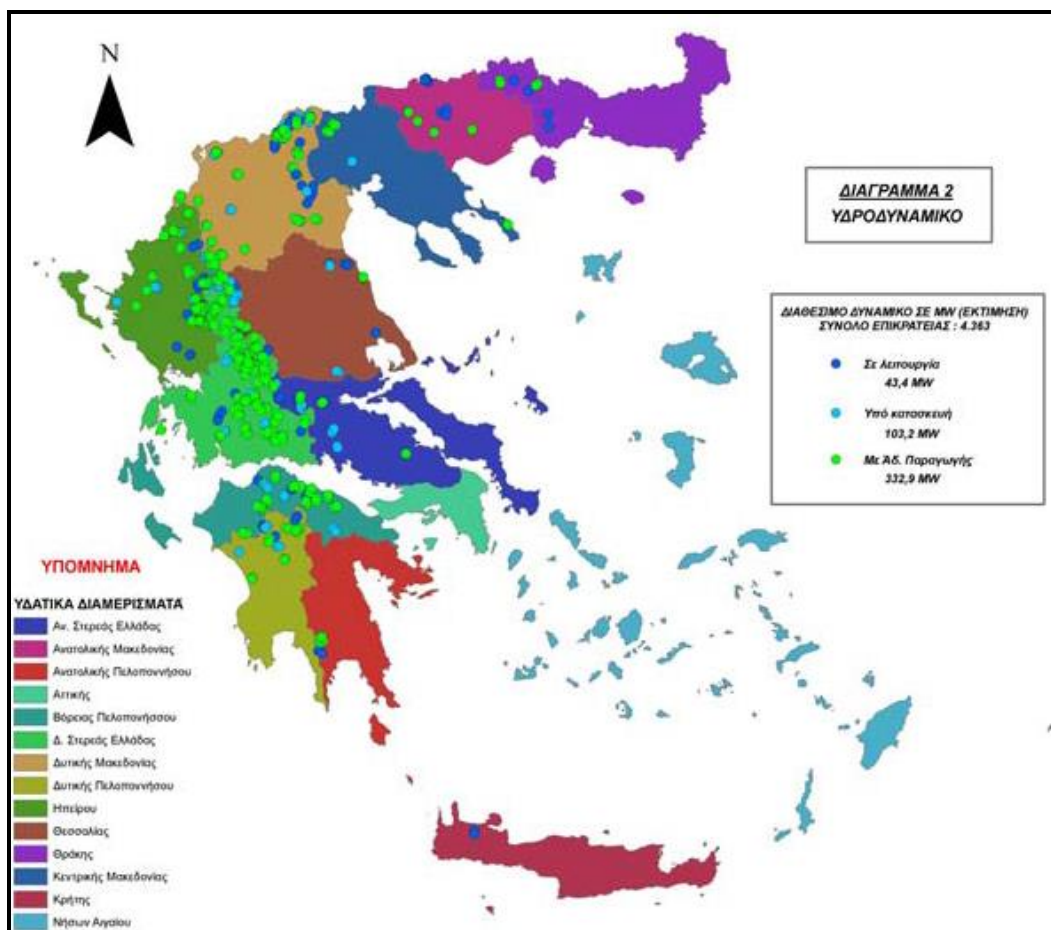
Διάγραμμα 2.3: Σύνολο εγκατεστημένης αιολικής ισχύος στις Περιφέρειες της Ελλάδας (ΕΕΕΑΕ, 2013).

Από την ανάλυση της κατανομής της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος από φωτοβολταϊκά συστήματα για το έτος 2013 στις Περιφέρειες της Ελλάδας, παρατηρείται ότι η Κεντρική Μακεδονία πρωτοπορεί με τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ (427 MW), ενώ η Στερεά Ελλάδα (337 MW) και η Πελοπόννησος (334 MW) ακολουθούν. Χαμηλά στην κατάταξη βρίσκονται τα Ιόνια νησιά, η Δυτική Μακεδονία και η Ήπειρος (ΣΕΦ, 2013) (Πίνακας 2.3). Αντίθετα, στη συνολική εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών συστημάτων σε στέγες κατοικιών, την πρώτη θέση κατέχει η Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης με 91,2 MW και ακολουθούν οι περιοχές της Πελοποννήσου με 48,1 MW και της Κεντρικής Ελλάδας με 41 MW (ΛΑΓΗΕ, 2014).

Πίνακας 2.3: Γεωγραφική κατανομή φωτοβολταϊκών συστημάτων ανά περιφέρεια (ΣΕΦ, 2013).

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)			
	Χαμηλή Τάση	Μέση Τάση	Υψηλή Τάση	Σύνολο
Ανατολική Μακεδονία & Θράκη	113	128	-	241
Κεντρική Μακεδονία	277	128	22	427
Δυτική Μακεδονία	63	55	-	118
Ήπειρος	68	61	-	129
Θεσσαλία	110	169	10	289
Ιόνια νησιά	27	-	-	27
Δυτική Ελλάδα	145	156	4	305
Στερεά Ελλάδα	131	199	7	337
Πελοπόννησος	171	149	14	334
Αττική	89	123	-	212
Νησιά Αιγαίου & Κρήτη	158	2	-	160
Σύνολο	1.352	1.170	57	2.579

Σχετικά με την υδροηλεκτρική ενέργεια ανά υδατικό διαμέρισμα της χώρας γίνεται ορατή η δυναμικότητα που υφίσταται στο κεντροδυτικό τμήμα της Ελλάδας (χάρτης 2.1). Σύμφωνα με τα τελευταία στατιστικά στοιχεία του ΛΑΓΗΕ (2014) σχετικά με τη γεωγραφική κατανομή εγκατεστημένης ισχύος μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών στην Ελλάδα, η Κεντρική Μακεδονία καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη ισχύ 48,65 MW, με την Ήπειρο (48,27 MW) και τη Δυτική Ελλάδα (42,38 MW) να ακολουθούν. Πιο πίσω στην κατάταξη βρίσκονται οι Περιφέρειες: Στερεάς Ελλάδας, Θεσσαλίας, Δυτικής Μακεδονίας, Πελοποννήσου, Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης και τέλος της Αττικής. Η κατανομή της εγκατεστημένης ισχύος των μικρών και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών ανά περιφέρεια της Ελλάδας περιγράφεται αναλυτικά στον πίνακα 2.4.



Χάρτης 2.1: Κατανομή Υδροηλεκτρικών Σταθμών στις Περιφέρειες της Ελλάδας (Ασημακόπουλος, 2007).

Πίνακας 2.4: Κατανομή της εγκατεστημένης ισχύος των μικρών και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών ανά περιφέρεια (Ασημακόπουλος, 2007).

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	Μικρά Υδροηλεκτρικά	Μεγάλα Υδροηλεκτρικά	Σύνολο
Ανατολική Μακεδονία & Θράκη	2,2	500	502,2
Κεντρική Μακεδονία	45,2	492	537,2
Δυτική Μακεδονία	4,5	375	379,5
Ήπειρος	45,2	543,6	588,8
Θεσσαλία	20,8	130	150,8
Ιόνια νησιά	0	0	0
Δυτική Ελλάδα	26,5	907,2	933,7
Στερέα Ελλάδα	31,8	0	31,8
Πελοπόννησος	3	70	73,0
Αττική	0,6	0	0,6
Νησιά Αιγαίου & Κρήτη	0,6	0	0,6
Σύνολο (MW)	180,4	3.017,8	3.198,2

Όσον αφορά την εγκατεστημένη ισχύ από βιομάζα στις Περιφέρειες της Ελλάδας στον πίνακα 2.5 παρουσιάζεται η παρούσα κατάσταση, καθώς και η αντίστοιχη δυναμική ανάπτυξής της. Εγκαταστάσεις βιομάζας λειτουργούν μόνο στις Περιφέρειες Αττικής, Θεσσαλίας, Κεντρικής Μακεδονίας και Κρήτης, ενώ αιτήσεις για άδεια παραγωγής υφίστανται για όλες τις Περιφέρειες. Η πρώτη ύλη των σταθμών βιομάζας προέρχεται κυρίως από την καύση ενεργειακών καλλιεργειών, υπολειμμάτων ξυλείας-καλλιεργειών και αστικών αποβλήτων, ενώ των σταθμών βιοαερίου προέρχεται από σταθμούς βιολογικού καθαρισμού, χώρους υγειονομικής ταφής και κτηνοτροφικά-αγροτικά υπολείμματα (Χαραλαμπίδης, 2011).

Πίνακας 2.5: Πλήθος και εγκατεστημένη ισχύς σταθμών Βιομάζας (Χαραλαμπίδης, 2011).

Περιφέρεια	Τεχνολο- γία	Με Άδεια Λειτουργίας		Με Άδεια Εγκατάστασης		Με ΕΠΟ		Με Άδεια Παραγωγής		Με Αίτηση για Άδεια Παραγωγής	
		Πλήθος	Σύνολο Ισχύος (MW)	Πλήθος	Σύνολο Ισχύος (MW)	Πλήθος	Σύνολο Ισχύος (MW)	Πλήθος	Σύνολο Ισχύος (MW)	Πλήθος	Σύνολο Ισχύος (MW)
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	Βιομάζα	0	0,0	1	9,5	0	0,0	2	11,7	13	353,2
Αττική	Βιομάζα	3	34,7	1	9,7	0	0,0	4	37,7	9	131,7
Βόρειο Αιγαίο	Βιομάζα	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	25,0
Δυτική Ελλάδα	Βιομάζα	0	0,0	2	3,6	0	0,0	3	7,0	11	234,3
Δυτική Μακεδονία	Βιομάζα	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	27,3	6	29,0
Ήπειρος	Βιομάζα	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	21,6	12	52,0
Θεσσαλία	Βιομάζα	3	2,7	0	0,0	0	0,0	20	170,9	36	354,6
Ιόνια νησιά	Βιομάζα	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	6,9
Κεντρική Μακεδονία	Βιομάζα	3	11,6	3	1,6	0	0,0	8	17,8	25	146,3
Κρήτη	Βιομάζα	1	0,2	0	0,0	0	0,0	2	0,4	6	24,2
Νότιο Αιγαίο	Βιομάζα	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5
Πελοπόννησος	Βιομάζα	0	0,0	0	0,0	1	5,0	4	41,2	13	104,2
Στερεά Ελλάδα	Βιομάζα	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	2,6	11	70,1
Σύνολο Χώρας		10	49,2	7	24,4	1	5,0	53	338,2	147	1.532,0

2.5 Υφιστάμενη κατάσταση και διαφοροποιήσεις από τους στόχους για την εγκατάσταση ΑΠΕ

Οι ΑΠΕ καταγράφουν σημαντική αύξηση κατά τα τελευταία έτη στην Ελλάδα ως προς τα ποσοστά διείσδυσής τους στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Κάποιες τεχνολογίες έχουν κατακτήσει μεγαλύτερη μερίδα του επενδυτικού ενδιαφέροντος (αιολικά και Φ/Β), ενώ κάποιες τεχνολογίες απέχουν σημαντικά από τα ποσοστά διείσδυσης που έχουν τεθεί ως στόχοι για το 2020.

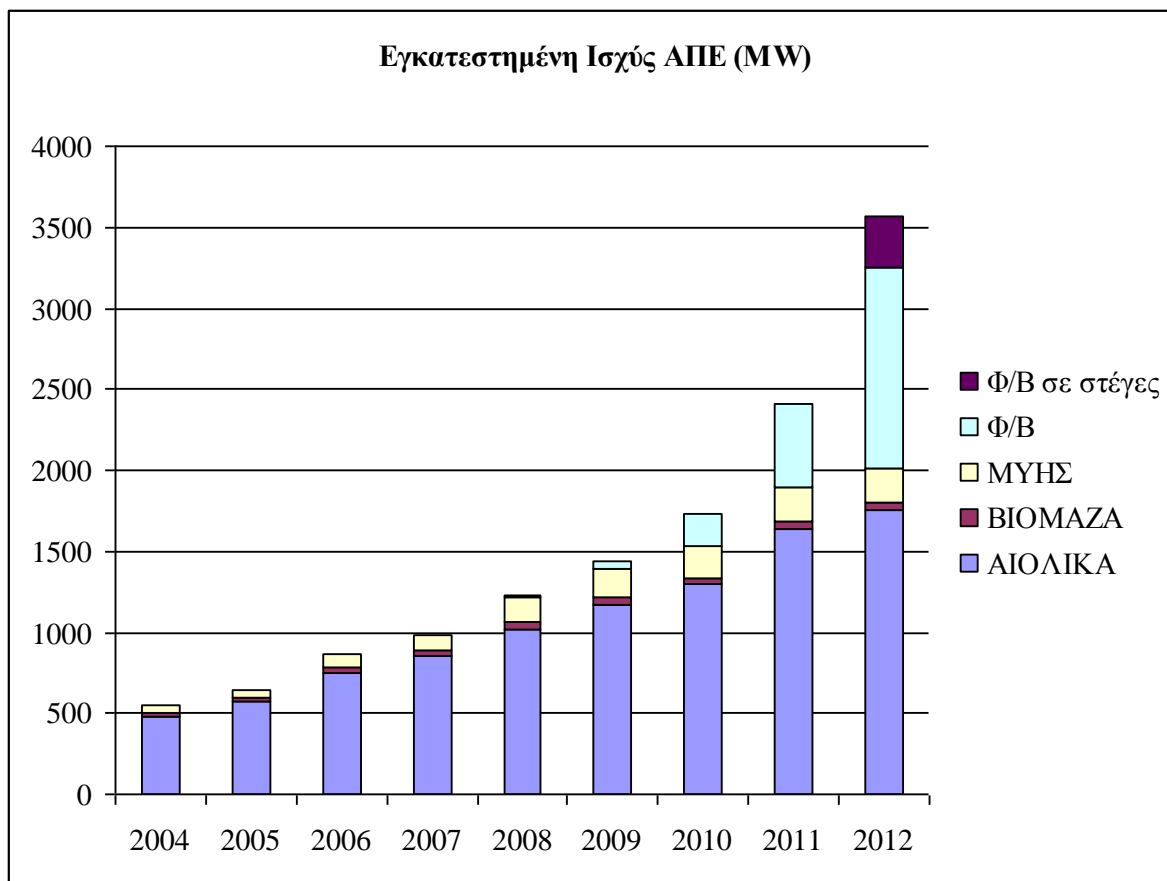
Στον Πίνακα 2.6 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά μεγέθη της εγκατεστημένης ισχύος των μονάδων ΑΠΕ κατά τα έτη 2004 – 2012 (Διασυνδεδεμένο και Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα). Παρατηρείται:

- ραγδαία αύξηση της ισχύος των αιολικών μονάδων (σχεδόν τετραπλάσια αιολική εγκατεστημένη ισχύς το 2012, αύξηση της τάξεως 250%),
- ραγδαία αύξηση της ισχύος των μονάδων ΜΥΗΣ (πενταπλάσια εγκατεστημένη ισχύς το 2012, αύξηση της τάξεως 400%),
- από σχεδόν μηδενική ισχύ Φ/Β συστημάτων έως και το 2007 έχουμε εκτίναξη της εγκατεστημένης ισχύος τους σε 1.520 MW κατά τη διάρκεια της πενταετίας 2008-2012,
- διπλασιασμός της εγκατεστημένης ισχύος μονάδων βιοαερίου-βιομάζας.

Πίνακας 2.6: Η αύξουσα πορεία των μονάδων ΑΠΕ κατά τα τελευταία έτη στην Ελλάδα (σύνολο εγκατεστημένης ισχύος στο σύστημα για τα έτη 2004-2012) (ΥΠΕΚΑ, 2012; ΑΔΜΗΕ, 2014; ΛΑΓΗΕ; 2014; ΔΕΔΔΗΕ, 2014).

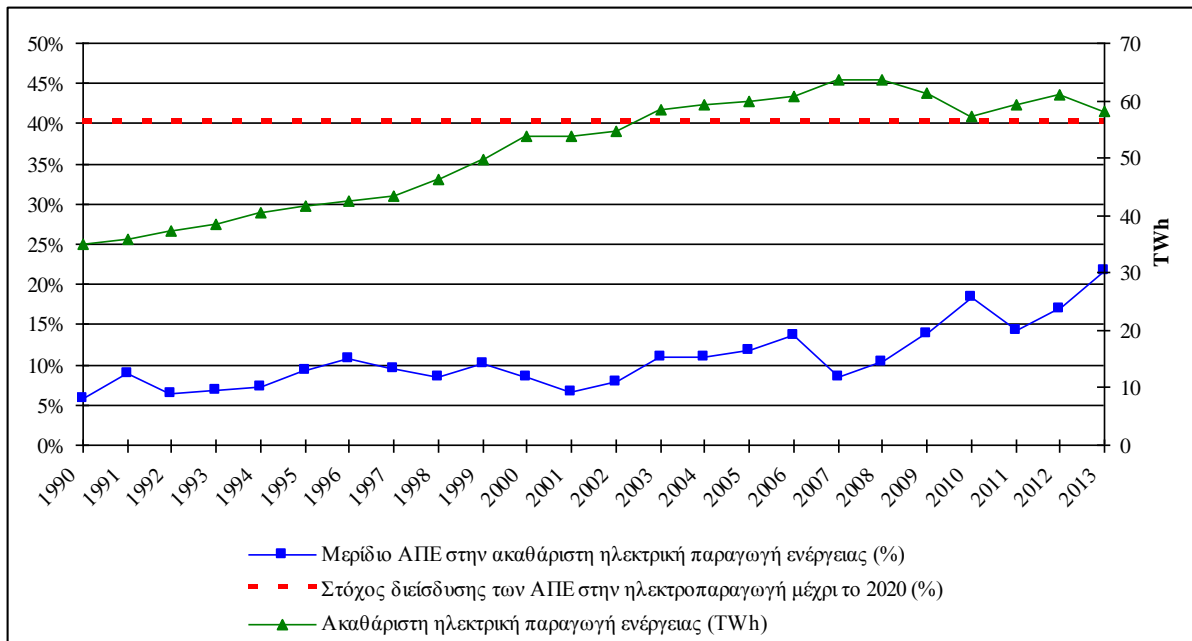
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΠΕ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW)								
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ΑΙΟΛΙΚΑ	480,4	576,1	749,3	853,6	1.019,26	1.171,11	1.297,75	1.640,06	1.753,14
ΒΙΟΜΑΖΑ	20,5	20,5	37,6	37,6	39,40	40,8	41,05	44,53	44,75
ΜΥΗΣ	43,3	48,2	73,7	95,5	158,42	182,61	197,13	205,63	213,23
Φ/Β	0,3	0,5	0,7	0,7	11,98	48,14	191,09	521,85	1.238,50
Φ/Β σε στέγες	-	-	-	-	-	-	-	-	317,55
ΣΥΝΟΛΟ	544,5	645,3	861,2	987,4	1.291,71	1.547,40	1.816,09	2.501,14	3.657,24

Στο Διάγραμμα 2.4 παρουσιάζεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς μονάδων ΑΠΕ στην Ελλάδα κατά τα τελευταία έτη. Η αυξανόμενη τους πορεία καταγράφεται σταθερή και εντυπωσιακή.



Διάγραμμα 2.4: Εγκατεστημένη ισχύς μονάδων ΑΠΕ κατά τα τελευταία έτη στην Ελλάδα (ΥΠΕΚΑ, 2012; ΑΔΜΗΕ, 2014; ΛΑΓΗΕ; 2014; ΔΕΔΔΗΕ, 2014).

Στο Διάγραμμα 2.5 παρουσιάζεται η ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και το μερίδιο της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ για τα ετήσια χρονικά διαστήματα από το 1990 έως το 2013. Με την κόκκινη διακεκομμένη γραμμή παρουσιάζεται ο εθνικός στόχος διείσδυσης των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή έως το 2020, ήτοι ποσοστό 40%. Η διείσδυση ΑΠΕ κατά το έτος 1990 κυμαινόταν σε επίπεδα της τάξης του 6% και το έτος 2013 ανήλθε σε ποσοστό περίπου 22% (αύξηση ~ 370%). Σε αυτό συνέβαλε και η συνολική μείωση της ηλεκτροπαραγωγής από 63,75 TWh το 2008 σε 58,28 TWh το 2013. Για την επίτευξη του στόχου για μερίδιο των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή έως το 2020 σε 40% επιβάλλεται να διαφοροποιηθούν οι πολιτικές και να ληφθούν νέες δράσεις για την αύξηση των επενδύσεων σε έργα ΑΠΕ.

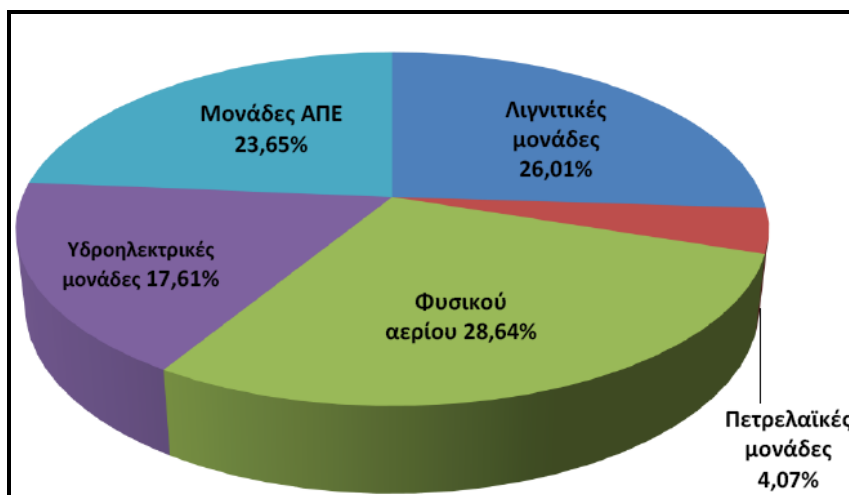


Διάγραμμα 2.5: Διείσδυση ΑΠΕ στην ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (%), εθνικός στόχος ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή για το 2020 (%) και ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (TWh) για τα έτη 1990-2013 (British Petroleum, 2014).

Στον Πίνακα 2.7 και στο Διάγραμμα 2.6 παρουσιάζονται στοιχεία του ΛΑΓΗΕ για την κατανομή της ηλεκτροπαραγωγής ανάμεσα σε όλες τις υπάρχουσες μονάδες παραγωγής για το Διασυνδεδεμένο Σύστημα.

Πίνακας 2.7: Εγκατεστημένη ισχύς μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα (Μάρτιος 2013) (ΛΑΓΗΕ, 2014).

Μονάδες	Καθαρή ισχύς (MW)
Θερμικές	10.060,0
Λιγνιτικές	4.456,0
Πετρελαϊκές	698,0
Φυσικού Αερίου	4.906,0
ΑΠΕ & Υδροηλεκτρικές	7.068,9
Υδροηλεκτρικές	3.017,7
ΑΠΕ	4.051,2
ΣΥΝΟΛΟ	17.128,9



Διάγραμμα 2.6: Ποσοστά (%) διείσδυσης των μονάδων στο σύνολο της Εγκατεστημένης Ισχύος του Διασυνδεδεμένου Συστήματος, (Μάρτιος, 2013) (ΛΑΓΗΕ, 2014).

Το ελληνικό ενεργειακό ισοζύγιο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στηρίζεται στο φυσικό αέριο και στο εγχώριο ορυκτό καύσιμο, τον λιγνίτη. Παρατηρείται σημαντική εγκατεστημένη ισχύ των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών σε ποσοστό 17,61%. Το ποσοστό διείσδυσης των μονάδων ΑΠΕ χωρίς τις μεγάλες υδροηλεκτρικές μονάδες σύμφωνα με τα στοιχεία του Μαρτίου 2013 είναι 23,65%, ενώ το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος των ΑΠΕ που συμμετέχουν στην ηλεκτροπαραγωγή προσεγγίζει το 42%.

2.6 Η χρησιμότητα των τυπολογιών για την περιφερειακή ανάπτυξη

2.6.1 Η έννοια της περιφέρειας και της περιφερειακής διαφοροποίησης

Η περιφέρεια συνιστά μια βασική χωρική έννοια με καθορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία (κοινωνικά, οικονομικά, πολιτισμικά και άλλα) τα οποία τη διαφοροποιούν εντελώς από τις άλλες χωρικές έννοιες, όπως ο χώρος, ο τόπος, η ζώνη και η περιοχή (Richardson, 1978; Κόνσολας, 1997).

Τα δύο βασικότερα συστατικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν την περιφέρεια είναι η ολοκληρωμένη δομή που αναφέρεται στα οικονομικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά της έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργεί ανεξάρτητα και αυτόνομα από τους άλλους χώρους. Μια περιφέρεια μπορεί να είναι μικρότερη αλλά και μεγαλύτερη από ένα έθνος ή να διαπερνά τα σύνορα των κρατών και συστήνεται από μικρότερους όμορους χώρους (Richardson, 1978; Κόνσολας, 1997).

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι ορισμού των περιφερειών οι οποίες ταξινομούνται σε τρεις γενικές κατηγορίες (Boudeville, 1966; Κόνσολας, 1997; Σαπουντζάκη και Σκορδίλη, 2003):

- Ομοιογενείς περιφέρειες (Homogenous Regions). Η κατηγορία αυτή των περιφερειών με βάση το κριτήριο της ομοιογένειας αποτελεί την πιο διαδεδομένη πρακτική. Οι ομοιογενείς περιφέρειες ορίζονται περιγραφικά με στόχο την ελαχιστοποίηση των διαφορών. Το κριτήριο της ομοιογένειας μπορεί να προσδιορίζεται με βάση οικονομικά μεγέθη, το κλίμα, το ανάγλυφο του εδάφους κ.α.
- Πολικές περιφέρειες (Polar Regions). Η πολική περιφέρεια δύναται να οριστεί ως το σύνολο των ιεραρχικά διαρθρωμένων ετερογενών χωρικών μονάδων (πόλεις, κωμοπόλεις, χωριά) που έχουν λειτουργική συνεκτικότητα και αλληλεξάρτηση μεταξύ τους, με σειρά σχέσεων και ροών που επηρεάζονται από έναν πόλο, δηλαδή αστικό κέντρο που λειτουργεί σαν περιφερειακή πρωτεύουσα.
- Περιφέρειες Προγραμματισμού. Οι περιφέρειες αυτές επιλέγονται με κριτήριο την εφαρμογή κάποιου συγκεκριμένου προγράμματος περιφερειακής ανάπτυξης, π.χ. γεωργικές περιφέρειες, παραμεθόριες περιφέρειες, περιφέρειες υψηλής ανεργίας, περιφέρειες μεγάλης διείδυσης των ΑΠΕ.

2.6.2 Διαδικασία Τυπολογίας – Ομαδοποίησης Περιοχών

Η τυπολόγηση γεωγραφικών περιοχών συνιστά συνηθισμένη πρακτική για τις Περιφέρειες της Ευρώπης όσον αφορά ζητήματα όπως η κοινωνική συνοχή, το περιβάλλον και η κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη (Vickers, Rees, and Birkin, 2007; Copus, et al., 2008; Biska and Giaoutzi, 2012; Lennert, et al., 2013). Σκοπός της τυπολόγησης είναι η ομαδοποίηση των γεωγραφικών περιοχών που ορίζονται από διοικητικά όρια σε ομάδες σύμφωνα με κάποια κοινά χαρακτηριστικά με απώτερο στόχο να διευκολυνθεί η ανάδειξη των ιδιοτήτων κάθε ομάδας. Αναλόγως του ερευνητικού ερωτήματος που θα πρέπει να απαντηθεί θα πρέπει να επιλέγονται αντίστοιχα διαφορετικά κριτήρια.

Οι Σκούρας και Ψαλτόπουλος (2012) όρισαν την τυπολογία η οποία είναι η μελέτη και η συστηματική ταξινόμηση τύπων με κοινά χαρακτηριστικά. Η τυπολογία δημιουργήθηκε από την ανάγκη μείωσης του πλήθους των δεδομένων που με την σειρά της οδήγησε στις τεχνικές ομαδοποίησης-τυπολογίας των περιοχών με γνώμονα διάφορα κοινά χαρακτηριστικά που οι περιοχές αυτές έχουν.

Η ταξινόμηση και η τυπολογία έχει σαν βάση, σύμφωνα με τους Καλογήρου, Γιαουτζή και Μπίσκα (2011), την ύπαρξη ομοιογενών στοιχείων που μπορούν να μελετηθούν ενιαία παίρνοντας υπόψη πάντα

κάποιες υποθέσεις. Στόχος της κάθε ομαδοποίησης είναι να παραχθεί το βέλτιστο σύνολο ομάδων που θα επιτρέψει να επιτευχθούν οι εκάστοτε σκοποί της μελέτης. Σε πρώτη φάση θα πρέπει να επιλεχθούν τα κριτήρια και να γίνουν οι κατάλληλες παραδοχές, βάσει των οποίων θα πραγματοποιηθεί η ταξινόμηση και στη συνέχεια να τοποθετηθούν αυτά τα κριτήρια στις διάφορες ομάδες.

Για τους σκοπούς της παρούσης εργασίας και της μελέτης που πραγματοποιήθηκε, η εφαρμογή της ιεραρχικής ομαδοποίησης ήταν η πιο ενδεδειγμένη, επειδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ακατέργαστα και μη συνηθισμένα δεδομένα και σύμφωνα με τους Madry, et al. (2013), Σκούρα και Ψαλτόπουλο (2012) μπορεί να δώσει ομοιογενείς ομάδες. Η μέθοδος αυτή (Ward's) μπορεί να υποστηριχτεί από διάφορα λογισμικά στατιστικής του εμπορίου και ένα από αυτά, το οποίο και χρησιμοποιήθηκε, είναι το IBM SPSS Statistics 19.

2.6.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση μελετών τυπολογίας

Η τυπολόγηση περιοχών και γενικότερα η ομαδοποίηση παρατηρήσεων με βάση διάφορα κριτήρια συνιστά μια διαδεδομένη πρακτική με πλήθος δημοσιεύσεων στη διεθνή βιβλιογραφία (Milligan and Cooper, 1988; Kuhn and Culhane, 1998; Fotheringham, et al., 2002; Fotheringham, et al., 2004; Harris, Sleight and Webber, 2005; Kalogirou, 2005; Young, Grundy, and Kalogirou, 2005; Huth R., et al., 2008). Αξιοσημείωτες έρευνες αποτελούν και αυτές των Moser and Scott (1961), Imber (1977), Webber and Craig (1978), Prastacos and Hootkins (1984) και Jolliffe, et al., (1986). Τα συμπεράσματα της τυπολόγησης περιοχών δύναται να χρησιμοποιηθούν σε ένα μεγάλο εύρος πεδίων όπως για παράδειγμα στο σχεδιασμό πολιτικών παρέμβασης, δειγματοληπτικών μελετών, για πρόγνωση πωλήσεων, επιλογή χώρου εγκατάστασης και ποιοτικών χαρακτηριστικών καταστημάτων κ.α. (Καμαριανάκης και Πραστάκος, 2001; Challis, et al., 2006).

Η ανάγκη για την χρησιμοποίηση τεχνικών για την ελαχιστοποίηση του πλήθους των δεδομένων αποτελεί χρήσιμο εργαλείο προκειμένου η πραγματική πληροφορία που «περιέχουν» οι διάφορες μεταβλητές, να εκφραστούν με πολύ λιγότερες, λόγω της ύπαρξης εσωτερικών δομών συσχέτισης (Καμαριανάκης και Πραστάκος, 2001; Καμαριανάκης και Κοντός, 2004). Η μέθοδος της τυπολογίας βρίσκει εφαρμογή σε διάφορους κλάδους και επιστήμες όπως στην οικολογία (Freedman, et al., 1998; Freedman, 1999), τη κοινωνιολογία, τη ψυχολογία (Kuhn and Culhane, 1998), τη βιολογία (Dragomirescu, 1986), τη στατιστική, την πληροφορική (Ultsch and Siemon, 1999), την ιατρική, στο μάρκετινγκ, σε ρομποτικά πεδία, στη μαθηματική χημεία (Liu, Sun and Zeng, 1993), την κλιματολογία (Gerstengarbe, Werner and Fraedrich, 1999), τη φυσική γεωγραφία κ.α. Η επεξεργασία πλήθους

δεδομένων συμβάλει στην μείωση των δεδομένων, στην παραγωγή και τον έλεγχο μίας υπόθεσης και στην πραγματοποίηση μίας πρόβλεψης βασισμένη στις συστάδες. Τα συμπεράσματα από μελέτες τυπολογίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ευρύ φάσμα πεδίων όπως: σχεδιασμός πολιτικής, δειγματοληπτικές μελέτες, προγνώσεις πωλήσεων, προώθηση προϊόντων, επιλογή χώρου εγκατάστασης και ποιοτικών χαρακτηριστικών καταστημάτων κ.α. (Καμαριανάκης και Πραστάκος, 2001, Καμαριανάκης και Κοντός, 2004).

Στην Ελλάδα ωστόσο παρατηρείται περιορισμένη χρήση της σχετικής μεθοδολογίας και ως επί το πλείστον η ταξινόμηση πραγματοποιείται με ποιοτικά και όχι με ποσοτικά χαρακτηριστικά και κριτήρια. Τέτοιου είδους μελέτες είναι: των Καμαριανάκη και Πραστάκου (2001) και Καμαριανάκη και Κοντού (2004) που αφορούν την ταξινόμηση των δήμων της Ελλάδας σύμφωνα με κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά από τις απογραφές πληθυσμού του 1991 και 2001, η εργασία των Θεοδωρά και Λουκάκη (2005) που αφορά την τυπολόγηση των ελληνικών πόλεων με κριτήρια περιφερειακής εμβέλειας, η εργασία των Ανάγνου και Αραμπατζή (2000) που αφορά στην εφαρμογή της Cluster analysis στην τυπολογία των γεωργοδοσιακών εκμεταλλεύσεων, η εργασία των Αραμπατζή κ.α., (2005) που αφορά στην τυπολογία της κτηνοτροφικής δραστηριότητας του νομού Θεσσαλονίκης, η εργασία των Αραμπατζή κ.α., (2009) που αφορά στη τυπολογία της τουριστικής ανάπτυξης στην Ελλάδα την περίοδο 1975 – 2006, η εργασία του Καλογήρου (2010) που αφορά την τυπολόγηση των περιοχών της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων σύμφωνα με εισοδηματικά και δημογραφικά κριτήρια και τέλος μία πολύ πρόσφατη εργασία των Σκούρα και Ψαλτόπουλου (2012) που αφορά στην τυπολογία αγροτικών περιοχών στην Ελλάδα.

Ως εκ τούτου δεν υπάρχουν στη βιβλιογραφία αντίστοιχες μελέτες που να αφορούν τυπολόγηση περιοχών, περιφερειακών ενοτήτων ή περιφερειών της Ελλάδας με δεδομένα από τον ενεργειακό κλάδο και ειδικότερα με δεδομένα παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ. Η έλλειψη λοιπόν τέτοιου είδους μελετών αποτέλεσε το έναυσμα για την έναρξη εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Η δημιουργία συστάδων κερδίζει συνεχώς έδαφος, ιδιαίτερα στον τομέα των ΑΠΕ, όχι μόνο για τη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της αειφορίας που επιβάλλονται από τις κυβερνητικές οργανώσεις, αλλά και για να επιτευχθεί περιφερειακή ή τοπική οικονομική ανάπτυξη. Η ανταγωνιστικότητα ενός κλάδου μπορεί να μετρηθεί με τις συστάδες του. Αυτές οι συστάδες με τη σειρά τους μπορούν να αναλυθούν με πολλές μεθόδους προκειμένου να ταξινομηθούν οι περιφέρειες ή περιοχές με τα ίδια χαρακτηριστικά γνωρίσματα (Latuscain, et al., 2013).

Οι μέθοδοι της συσταδοποίησης έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα κατά καιρούς από διάφορες επιστημονικές κοινότητες και κλάδους προκειμένου να ταξινομηθούν κράτη, περιφέρειες και τοπικές κοινότητες σύμφωνα με κάποιο χαρακτηριστικό, δραστηριότητα, κλάδο κ.λπ. Όσον αφορά στη χρήση του κλάδου των ΑΠΕ έχει χρησιμοποιηθεί κατά τη εκπόνηση της μελέτης του προγράμματος RERISK, στόχος του οποίου ήταν η μελέτη των επιπτώσεων από την αύξηση των τιμών της ενέργειας στις περιφέρειες της Ευρώπης και ο καθορισμός των περιφερειών που έχουν μικρότερες αναπτυξιακές δυνατότητες. Ειδικότερα σκοπός του προγράμματος ήταν ο καθορισμός των περιφερειών που η παραγωγική τους βάση και η αναπτυξιακή τους προοπτική εμφανίζεται να απειλείται από την αύξηση των τιμών της ενέργειας. Απώτερος στόχος ήταν να δημιουργηθούν διάφορες ομάδες περιοχών με κοινά αναπτυξιακά χαρακτηριστικά και διαχείριση των περιοχών αυτών με κοινές πολιτικές και αναπτυξιακές στρατηγικές παρέμβασης. Ένα από τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα αυτό ήταν μεταξύ άλλων και η συμβολή του κλάδου των ΑΠΕ κάθε περιφέρειας στην αναπτυξιακή τους πορεία (Καλογήρου, Γιαουτζή και Μπίσκα, 2011; Lennert, et al., 2013).

2.6.4 Εφαρμογές τυπολογίας

Στα επόμενα δύο υποκεφάλαια της βιβλιογραφικής ανασκόπησης γίνεται μια σύντομη αναφορά στις μελέτες που έχουν γίνει σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο αλλά και στην Ελλάδα με στόχο την ομαδοποίηση-τυπολόγηση περιοχών σύμφωνα με το δυναμικό παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

2.6.4.1 Ευρωπαϊκή και διεθνής πραγματικότητα

Όπως προαναφέρθηκε έχει πραγματοποιηθεί πλήθος μελετών τυπολογίας περιοχών τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό σε σχέση με διάφορες μεταβλητές είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με άλλες. Στην έρευνα τυπολόγησης των Περιφερειών της Ευρώπης οι οποίες ήταν 287 στο πλαίσιο του προγράμματος RERISK οι μεταβλητές που λήφθηκαν υπόψη ήταν (Καλογήρου, Γιαουτζή και Μπίσκα, 2011):

- Οικονομική δομή.
- Κλιματικά δεδομένα.
- Κοινωνική διάσταση.
- Ενεργειακή εξάρτηση του τομέα μεταφορών.
- ΑΠΕ.
- Μέγεθος και επιφάνεια των περιφερειών.

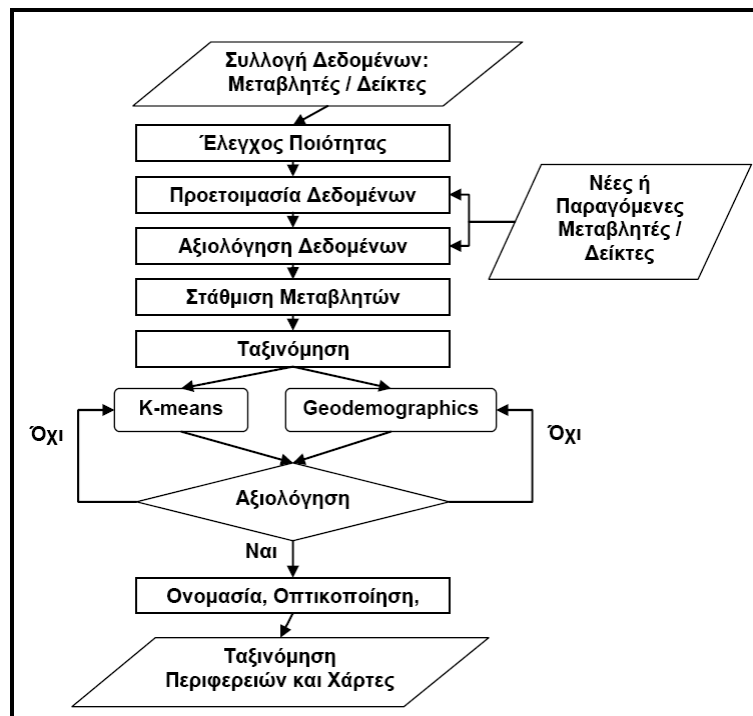
Τα χαρακτηριστικά αυτά παρουσιάζονται και στον πίνακα 2.8. Η βάση των περισσότερων μεταβλητών ήταν το έτος 2005, ενώ τα κλιματικά δεδομένα αφορούσαν την περίοδο 1994-2008 και ήταν μέσες ετήσιες και μηνιαίες τιμές. Όλα τα δεδομένα αναφέρονται πάντως σε χρονολογίες που βρίσκονται μέσα στην δεκαετία 2000-2010 αλλά υπάρχουν και οι περιπτώσεις που τα δεδομένα αφορούν διαφορετικές χρονολογίες για κάθε χώρα, όπως είναι για παράδειγμα η μέση ηλικία των αυτοκινήτων.

Η Eurostat (Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία) για τα έτη 2007, 2009 και 2010 και η Ευρωπαϊκή Διεύθυνση Περιφερειακής Ανάπτυξης (DG Regio, 2008) ήταν οι κύριες πηγές άντλησης των δεδομένων, ενώ τα κλιματικά στοιχεία συλλέχθηκαν από το Κέντρο Κοινών Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (JRC - European Commission). Τα δεδομένα που αφορούν τη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές προέρχονταν από τη Μονάδα ΑΠΕ του Κέντρου Κοινών Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (JRC Renewable Energies Unit European Commission) και το Ευρωπαϊκό Κέντρο Ερευνών για την Ατμοσφαιρική και Κλιματική αλλαγή (European Topic Centre on Air and Climate Change-ETC/ACC). Τέλος υπήρξαν και δεδομένα που συλλέχθηκαν από προηγούμενα ερευνητικά προγράμματα ESPON (Kalogirou, 2009).

Πίνακας 2.8: Πίνακας μεταβλητών ομαδοποίησης των Περιφερειών της Ευρώπης στο πρόγραμμα RERISK (Kalogirou, 2009).

ΚΥΡΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ
Οικονομική δομή	% της απασχόλησης σε κλάδους με υψηλές ενεργειακές αγορές % του ΑΕΠ σε κλάδους με υψηλές ενεργειακές αγορές Ιδιωτική χρήση ενέργειας
Κλιματικά δεδομένα	Η μέση μέγιστη θερμοκρασία τον Ιούλιο Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία τον Ιανουάριο Η μέση ετήσια θερμοκρασία Η μέση μέγιστη ετήσια θερμοκρασία Η μέση ελάχιστη ετήσια θερμοκρασία
Κοινωνική διάσταση	Δείκτης μακροχρόνιας ανεργίας Κατά κεφαλήν διαθέσιμο εισόδημα στα νοικοκυριά Δείκτη εξάρτησης των ηλικιωμένων Ποσοστό Οικονομικής δραστηριότητας
Ενεργειακή εξάρτηση στον τομέα των μεταφορών	Οι δαπάνες για καύσιμα μεταφοράς εμπορευμάτων ως % του ΑΕΠ Πληθυσμός μετακίνησης σε άλλες περιοχές / πληθυσμού που εργάζονται στην ίδια περιοχή Η απασχόληση στον τομέα των μεταφορών ως % της συνολικής απασχόλησης Ηλικία του χώρου στάθμευσης αυτοκινήτων (Μέσος όρος ηλικίας των αυτοκινήτων) Αριθμός επιβατών που ταξιδεύουν αεροπορικώς / συνολικός πληθυσμός
ΑΠΕ	Αιολικό δυναμικό (Αιολική ενέργεια) Δυναμικό φωτοβολταϊκών συστημάτων
Μέγεθος και επιφάνεια των περιφερειών	Εμβαδόν περιοχής

Η μεθοδολογία ομαδοποίησης που εφαρμόστηκε στα πλαίσια του προγράμματος ReRisk περιλαμβάνει μια σειρά από διαδοχικά βήματα τα οποία παρουσιάζονται στο διάγραμμα ροής του σχήματος 2.1. Η τεχνική ομαδοποίησης που ακολουθήθηκε στο τελικό στάδιο είναι η k-means (Hartigan, 1975; Kalogirou, 2009).



Σχήμα 2.1: Διάγραμμα Ροής σταδίων μεθοδολογίας ομαδοποίησης των περιφερειών της Ευρώπης στο πρόγραμμα RERISK (Kalogirou, 2009).

Στη μελέτη των Archer and Jacobson (2005) επιχειρήθηκε ο ποσοτικός προσδιορισμός του αιολικού δυναμικού της γης για πρώτη φορά από τα 80 μέτρα ύψος και επιχειρήθηκε η ταξινόμηση των περιοχών σε ομάδες σύμφωνα με δεδομένα μετρήσεων της ταχύτητας του ανέμου. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η ευρωπαϊκή ήπειρος έχει πολύ υψηλό μέσο αιολικό δυναμικό, γεγονός που ώθησε την καθιέρωση της αιολικής ενέργειας από νωρίς στις πρώτες θέσεις των ΑΠΕ. Οι μέγιστες τιμές της ταχύτητας του ανέμου (> 9,4 m/s) βρίσκονται στις βορειοανατολικές ακτές και ειδικότερα στη Γαλλία, στην Ολλανδία, το Βέλγιο, στη Γερμανία και στη Δανία. Αντίστοιχα υψηλό δυναμικό εντοπίζεται στις ακτές του Ηνωμένου Βασιλείου και στα νησιά της Βορείου Θάλασσας. Η Ευρώπη έχει ταυτόχρονα το πυκνότερο δίκτυο αιολικών σταθμών από όλες τις ηπείρους με δείκτη κάλυψης 206 σταθμών ανά εκατομμύριο km².

Ανάλογη προσπάθεια έγινε για την ταξινόμηση της ηλιακής ακτινοβολίας ετησίως ανά τον κόσμο. Οι περιοχές της νότιας Ευρώπης παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας και έχουν τη

δυνατότητα μεγάλης παραγωγής ηλιακής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι μεσογειακές χώρες που βρίσκονται στη νότια Ευρώπη (Πορτογαλία, Γαλλία, Ισπανία, Μάλτα, Μονακό, η Ιταλία, Αλβανία και Ελλάδα) εμφανίζουν αντίστοιχα το υψηλότερο ηλιακό δυναμικό. Οι χώρες της κεντρικής Ευρώπης ακολουθούν με σημαντικό ηλιακό δυναμικό, ενώ οι χώρες της βόρειας Ευρώπης εμφανίζουν χαμηλό δυναμικό με τιμές μικρότερες από 1.000 kWh/m² (Huld, Müller and Gambardella, 2012).

Αντίστοιχη μελέτη καταγραφής του υδροηλεκτρικού δυναμικού ανά τον κόσμο πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο GENI (Global Energy Network Institute). Όσον αφορά στην Ευρώπη το μεγαλύτερο υδροηλεκτρικό δυναμικό (> 3.000 MWh/km²a) εμφανίζεται στην Ελβετία καθώς η οροσειρά των Άλπεων έχει έντονο τοπογραφικό ανάγλυφο. Το δυναμικό της Νορβηγίας, της Ισλανδίας, της Ιταλίας, της Βοσνίας-Ερζεγοβίνης και της Αλβανίας κυμαίνεται από 1.000 MWh/km²a έως 3.000 MWh/km²a και κατατάσσονται στο δεύτερο επίπεδο δυναμικότητας. Στο τρίτο επίπεδο με τιμές από 300 MWh/km²a έως 1.000 MWh/km²a οικονομικά εκμεταλλεύσιμες, βρίσκονται η Σουηδία, η Γερμανία, η Γαλλία, η Αυστρία, η Πορτογαλία, η Σερβία, η Πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας (Π.Γ.Δ.Μ.) και η Ελλάδα. Τα υπόλοιπα κράτη-μέλη της ΕΕ παρουσιάζουν πολύ μικρό υδροδυναμικό (Trinnaman and Clarke, 2004; GENI, 2014).

Επιπλέον έρευνα πραγματοποιήθηκε για την καταγραφή του δυναμικού της γεωθερμικής ενέργειας ανά τον κόσμο και την Ευρώπη. Η ΕΕ διαθέτει σχετικά υψηλό γεωθερμικό δυναμικό, με τις υψηλότερες τιμές να εμφανίζονται σε τρία κράτη-μέλη, στην Ισλανδία, στην Ιταλία και στην Ελλάδα. Στη Γερμανία, στο Βέλγιο, στην Ολλανδία, στη Γαλλία, στην Αυστρία, στην Ουγγαρία, στην Ισπανία, την Ελβετία, τη Σερβία και την Πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας οι τιμές του γεωθερμικού δυναμικού είναι μικρότερες αλλά παρατηρούνται σε μεγαλύτερες εκτάσεις. Οι μικρότερες τιμές εμφανίζονται στη Σουηδία, στο Ηνωμένο Βασίλειο, στην Πορτογαλία και στις λοιπές χώρες της Ευρώπης (GENI, 2014).

Στην Ιταλία είναι εγκατεστημένη περίπου το 95% της γεωθερμικής ισχύος για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ, ενώ το υπόλοιπο 5% είναι κυρίως στην Πορτογαλία, στη Γαλλία, στη Γερμανία και στην Αυστρία. Στην Ευρώπη δεύτερη χώρα σε εγκατεστημένη ισχύ, μετά την Ιταλία, είναι η Ισλανδία (Bertani, 2012; Karytsas and Mendrinou, 2013).

Αντίθετα, σε επίπεδο γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, η Σουηδία είναι πρώτη με διαφορά και ακολουθούν η Γερμανία και η Γαλλία. Τέλος όσον αφορά τη γεωθερμική τηλεθέρμανση η Ισλανδία είναι πρώτη με μεγάλη διαφορά (REN21, 2012).

Η παραγωγή και αξιοποίηση της βιομάζας φαίνεται να αποτελεί σημαντική επένδυση τόσο παγκόσμια όσο και στην ΕΕ, η οποία έχει καταγραφεί και αποτυπωθεί σε πλήθος χαρτών. Δεδομένου ότι η παραγωγή βιομάζας, τόσο παγκοσμίως όσο και στην ΕΕ, είναι ανάλογη της πανίδας ένας τρόπος αξιολόγησης του δυναμικού είναι ο δείκτης παραγωγής ανά μονάδα έκτασης. Οι περιοχές που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές στην ΕΕ, κατά φθίνουσας σειρά, είναι η Σουηδία, η Φινλανδία και η Σλοβενία, ενώ ακολουθούν Ρωσία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Λευκορωσία, Τσεχία, Σλοβακία, Αυστρία, Πορτογαλία, Ιταλία, Κροατία, Βοσνία Ερζεγοβίνη, Αλβανία, Πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας και Βουλγαρία (GENI, 2014).

Η ΕΕ έχει επενδύσει με πολυάριθμους τρόπους στην παραγωγή και αξιοποίηση της βιομάζας εδώ και αρκετά χρόνια, καθότι καλύπτει πολλαπλές ανάγκες σε πολλές περιοχές. Το δυναμικό της παραγωγής εναπόκειται σε πολλούς παράγοντες και διαφέρει σημαντικά από κράτος σε κράτος. Η θέρμανση είναι ο σημαντικότερος τομέας χρήσης της Βιοενέργειας αυτή τη στιγμή στην Ευρώπη καλύπτοντας περισσότερο από το 72% της συνολικής κατανάλωσης. Η ηλεκτροπαραγωγή με χρήση της βιομάζας έχει μια σταθερή ανάπτυξη της τάξης του 13,5% κάθε χρόνο την τελευταία δεκαετία (European Biomass Association, 2013).

Μια προσπάθεια ταξινόμησης της εγκατεστημένης ισχύος βιομάζας έγινε για την Αυστρία το 2011, η οποία είναι και η πρωτοπόρος στην ΕΕ και τέταρτη σε κατάταξη στον κόσμο, μετά τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Βραζιλία και την Κίνα. Επιπλέον βρίσκεται στην πέμπτη και τέταρτη θέση στην Ευρώπη σχετικά με την έγχυση μεθανίου στο δίκτυο φυσικού αερίου και τη χρήση στερεής βιομάζας για τηλεθέρμανση αντιστοίχως. Στο εσωτερικό της χώρας η ενέργεια από βιομάζα αποτελεί μαζί με την υδροηλεκτρική ενέργεια τις σημαντικότερες ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια (Schilcher and Schmidl, 2009; REN21, 2012).

Τέλος αξιοσημείωτη είναι και η κυματική ενέργεια η οποία παράγεται από τις θάλασσες και τους ωκεανούς. Οι πιο ενεργειακά πλούσιες ακτές βρίσκονται στις περιοχές με δυτική έκθεση στο Νότιο Ωκεανό (Χιλή, Νότια Αυστραλία, νοτιοδυτικές ακτές στο νότιο νησί της Νέας Ζηλανδίας, τμήματα της Δυτικής Ευρώπης κυρίως Ιρλανδία-Σκωτία-Ισλανδία, καθώς και του δυτικού Καναδά και της Νότιας Αφρικής). Οι περιοχές αυτές που έχουν το υψηλότερο δυναμικό δεν συνεπάγεται ταυτόχρονα ότι έχουν τις μεγαλύτερες δυνατότητες εκμετάλλευσης της κυματικής ενέργειας καθώς εμπλέκονται πολλοί παράγοντες (GENI, 2014).

2.6.4.2 Ελληνική πραγματικότητα

Στις ΑΠΕ η Ελλάδα βρίσκεται σε σχετικά υψηλό επίπεδο αξιοποίησης του δυναμικού, κυρίως στις πιο διαδεδομένες μορφές, ακολουθώντας την παγκόσμια και ευρωπαϊκή τάση αλλά και δημιουργώντας μια εθνική στρατηγική. Στο πλαίσιο της ομαδοποίησης-τυπολόγησης των μονάδων και της ισχύος παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ σε διάφορους περιφερειακές ενότητες της Ελλάδας έχουν πραγματοποιηθεί διάφορες μελέτες με τη βοήθεια των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) όπου οπτικοποιήθηκαν τα αποτελέσματα. Παρατηρώντας και αναλύοντας τους οπτικοποιημένους χάρτες των ΑΠΕ συμπεραίνεται σε ποιες περιφερειακές ενότητες ή σε ποιες περιφέρειες είναι εγκατεστημένοι οι περισσότεροι σταθμοί ΑΠΕ, τι είδους τεχνολογία έχει εγκατασταθεί αλλά και τι μέγεθος παραγόμενης ισχύς διαθέτει η κάθε περιφερειακή ενότητα.

Σύμφωνα με τους ΔΕΔΔΗΕ και ΛΑΓΗΕ (2014) συντάχθηκε ο πίνακας 2.9 όπου φαίνονται ανά περιφέρεια οι εγκαταστάσεις ΑΠΕ ανά τεχνολογία ΑΠΕ και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς. Οι τρεις περιφέρειες με την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ σε μονάδες ΑΠΕ είναι με φθίνουσα σειρά: η περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας και Εύβοιας, η περιφέρεια Πελοποννήσου και η περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Επιμερίζοντας την εγκατεστημένη ισχύ ανά τεχνολογία ανανεώσιμης ενέργειας φαίνεται να υπάρχει διαφοροποίηση στις περιφέρειες με την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ. Όσον αφορά στα αιολικά η εικόνα είναι παρόμοια με τη συνολική ταξινόμηση των περιφερειών όπου πρώτη στην εγκατεστημένη ισχύ είναι η περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας και Εύβοιας και ακολουθούν η περιφέρεια Πελοποννήσου και η περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης. Στις μονάδες υδροηλεκτρικής ενέργειας πρωτοπόρος είναι η περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και ακολουθούν οι περιφέρειες Ηπείρου και Δυτικής Ελλάδας, ενώ στη βιομάζα πρωτοπόρος είναι η περιφέρεια Αττικής και ακολουθούν οι περιφέρειες της Θεσσαλίας και της Ηπείρου. Τέλος η μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύς από φωτοβολταϊκούς σταθμούς βρίσκεται στην περιφέρεια της Πελοποννήσου και ακολούθως στην περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας και Εύβοιας και στην Κεντρικής Μακεδονίας.

Πίνακας 2.9: Εγκατεστημένη ισχύς ανά τεχνολογία και διοικητική περιφέρεια με δεδομένα Δεκεμβρίου 2013 (ΛΑΓΗΕ, 2014; ΔΕΔΔΗΕ, 2014).

Περιφέρεια	Τεχνολογία (MW) (Εγκατεστημένα) (Δεκέμβριος 2013)						
	Αιολικά	ΜΥΗΕ	Βιομάζα	Γεωθερμία	Φ/Β	Ηλιοθερμικά	Σύνολο ΑΠΕ
Ανατολική Μακεδονία & Θράκη	240,00	3,0	0,000	0	99,852	0	342,85
Αττική	34,06	1,0	33,900	0	95,768	0	164,73
Βόρειο Αιγαίο	31,52	0,0	0,000	0	13,670	0	45,19
Δυτική Ελλάδα	113,35	42,0	0,000	0	136,075	0	291,43
Δυτική Μακεδονία	24,00	6,0	0,000	0	47,815	0	77,82
Ήπειρος	0,00	48,0	1,000	0	44,623	0	93,62
Θεσσαλία	17,00	27,0	2,203	0	121,410	0	167,61
Ιόνια νησιά	83,70	0,0	0,000	0	2,895	0	86,60
Κεντρική Μακεδονία	41,00	49,0	8,000	0	154,603	0	252,60
Κρήτη	183,54	0,3	0,000	0	71,880	0	255,72
Νότιο Αιγαίο	72,26	0,0	0,000	0	23,150	0	95,41
Πελοπόννησος	340,75	4,0	0,000	0	196,472	0	541,22
Στερεά Ελλάδα & Εύβοια	552,98	33,0	0,000	0	157,469	0	743,45
Σύνολο Περιφερειών	1.734,16	213,3	45,103	0	1.165,682	0	3.158,25
Στόχος 2020	7.500,0	600,0	250,0	120,0	2.200,0	880,0	11.550,0

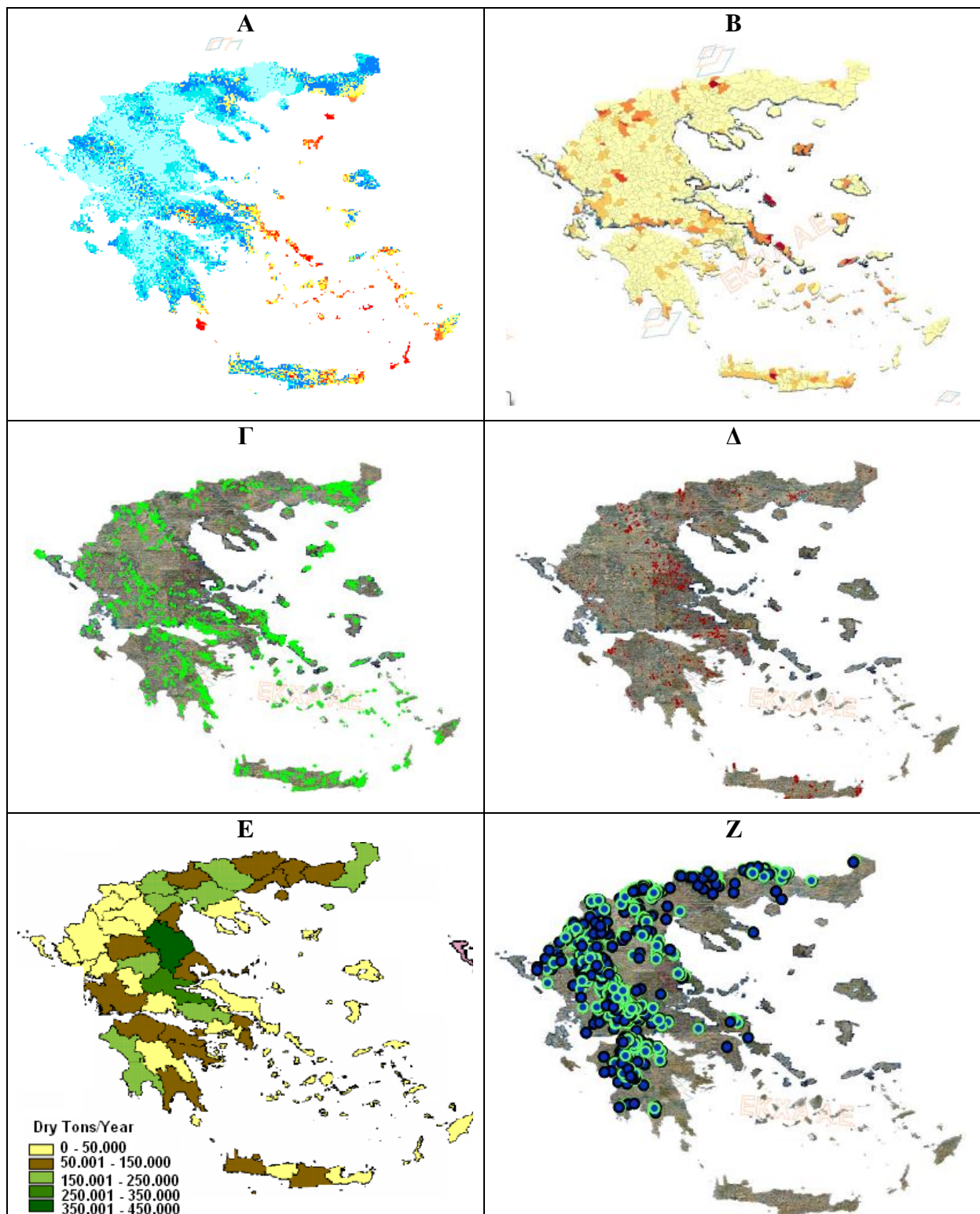
Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της νέας ευρωπαϊκής πολιτικής για τις ΑΠΕ μέχρι το 2020, οι οποίοι είναι: βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 20%, την αύξηση της διεισδυτικότητας των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% και την αύξηση του ποσοστού των βιοκαυσίμων στις μεταφορές στο 10% (Εθνικός Ενεργειακός Σχεδιασμός, Οδικός Χάρτης για το 2050), πολλές οργανώσεις και σύνδεσμοι της Ελλάδας μετέχουν στην εθνική στρατηγική για τις ΑΠΕ συμβάλλοντας με προτάσεις, έρευνες, εκτιμήσεις, στατιστική ανάλυση δεδομένων κ.α. με μοναδικό στόχο την εξέλιξη και την ευρωστία του κλάδου αυτού.

Την πιο σύγχρονη ταξινόμηση - απεικόνιση της υφιστάμενης κατάστασης του δυναμικού των διαφόρων ΑΠΕ και της κατανομής των εγκατεστημένων μονάδων στην Ελλάδα αποτελεί ο νέος Γεωπληροφοριακός Χάρτης της ΡΑΕ, ο οποίος συνιστά μια διαδικτυακή εφαρμογή που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο υλοποίησης της Υποδομής Γεωχωρικών Πληροφοριών της ΡΑΕ. Ο Γεωπληροφοριακός Χάρτης είναι εναρμονιζόμενος με τις σύγχρονες επιταγές και το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο (Ν. 3882/2010 – Οδηγία INSPIRE) και αποτελεί μια από τις πρώτες προσπάθειες διάθεσης γεωχωρικών δεδομένων Δημόσιας Αρχής. Ακολουθώντας τη σύγχρονη τάση η εφαρμογή αναπτύχθηκε με χρήση

ελεύθερων λογισμικών ανοικτού κώδικα. Έχουν δημιουργηθεί χάρτες κατανομής με τα ακόλουθα θεματικά επίπεδα:

- ✓ Αιολικό δυναμικό από ύψος 80, 100 και 120 μέτρων
- ✓ Πυκνότητα Αιολικών Εγκαταστάσεων (φέρουσα ικανότητα)
- ✓ Σταθμοί βιομάζας
- ✓ Αιολικοί σταθμοί
- ✓ Γεωθερμικοί σταθμοί
- ✓ Μικροί Υδροηλεκτρικοί σταθμοί
- ✓ Ανεμογεννήτριες Αιολικών και Υβριδικών Σταθμών
- ✓ Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί με απόφαση εξαίρεσης
- ✓ Ηλιοθερμικοί σταθμοί
- ✓ Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί
- ✓ Υβριδικοί Σταθμοί κ.α.

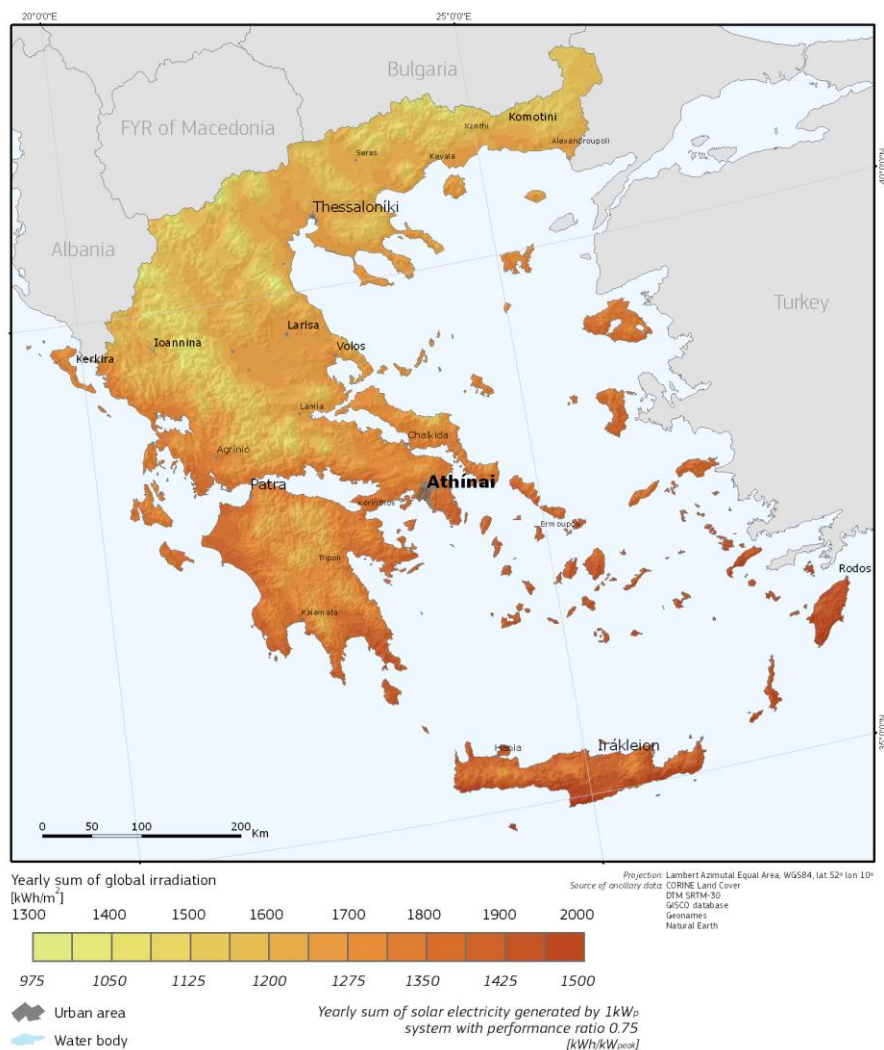
Στην Εικόνα 2.1 φαίνονται ορισμένοι από τους παραγόμενους χάρτες κατανομής του δυναμικού των ΑΠΕ και των εγκατεστημένων μονάδων στην Ελλάδα.



Εικόνα 2.1: Α. Αιολικό δυναμικό από ύψος 80, Β. Πυκνότητα Αιολικών Εγκαταστάσεων, Γ. Αιολικοί σταθμοί, Δ. Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί. Ε. Γεωργικά υπολείμματα, Ζ. Μικροί Υδροηλεκτρικοί Σταθμοί (ΡΑΕ, 2014).

Σημαντική και καθοριστικής σημασίας ήταν και η προσπάθεια του Ευρωπαϊκού Κέντρου Ερευνών PVGIS στην καταγραφή του ηλιακού δυναμικού των χωρών της ΕΕ και ως εκ τούτου και της Ελλάδας.

Το ηλιακό δυναμικό της Ελλάδας είναι ένα από τα καλύτερα στην ΕΕ, όπως και των υπόλοιπων μεσογειακών χωρών. Η θέση της βρίσκεται μεταξύ του 34ου και του 42ου παραλλήλου του βορείου ημισφαιρίου με μεγάλη ηλιοφάνεια σχεδόν σε όλο το χρόνο. Συνδυαζόμενη με το ήπιο μεσογειακό κλίμα δημιουργεί ιδιαίτερες κατάλληλες συνθήκες για συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Το μέγιστο ετήσιο ηλιακό δυναμικό σε οριζόντιο επίπεδο (kWh/m^2), όπως και η αντίστοιχη ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 1 kW_p ($\text{kWh/kW}_{\text{peak}}$), εντοπίζεται στα Δωδεκάνησα, στις Κυκλάδες, στην Κρήτη, στις Σποράδες, στα Νησιά Ανατολικού Αιγαίου, στην Αττική, στην νότια Στερεά Ελλάδα και την Εύβοια, στην ανατολική Πελοπόννησο και την Δυτική Μακεδονία (χάρτης 2.2). Αντιθέτως οι χαμηλότερες τιμές εντοπίζονται στα βόρεια και συγκεκριμένα στην ανατολική Μακεδονία και στη Θράκη (Huld, Müller and Gambardella, 2012).



Χάρτης 2.2: Ετήσιο ηλιακό δυναμικό Ελλάδας στο οριζόντιο επίπεδο (kWh/m^2) και ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά ($\text{kWh/kW}_{\text{peak}}$) (Huld, Müller and Gambardella, 2012).

2.6.4.3 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αντιληπτή η αναγκαιότητα υλοποίησης μιας μελέτης στα πλαίσια της τυπολόγησης των ΑΠΕ στην Ελλάδα αφενός για την ομαδοποίηση του μεγάλου όγκου δεδομένων και τη σωστή ταξινόμησή τους και αφετέρου για να καταστεί πιο εύκολη και αποτελεσματική η παρακολούθηση του ενεργειακού σχεδιασμού της χώρας και η επίτευξη των στόχων, όσον αφορά το μερίδιο διείσδυσης των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας.

Η ομαδοποίηση των περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας θα αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο στη μελέτη της κατανομής του συνόλου των μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, καθώς και της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος για την περαιτέρω χάραξη της αναπτυξιακής δυναμικής των περιφερειακών ενοτήτων στον τομέα των ΑΠΕ. Μπορεί επίσης να βοηθήσει τους φορείς λήψης αποφάσεων των εκάστοτε Περιφερειών να κατανοήσουν την υφιστάμενη εικόνα σε θέματα ανάπτυξης και ενεργειακής παραγωγής, ώστε να υποστηριχθεί η χάραξη των κατάλληλων πολιτικών δράσεων για την ενίσχυση περιοχών με μεγαλύτερη ενεργειακή εξάρτηση.

Η εμπειρία της έρευνας στα πλαίσια του προγράμματος ReRisk αποτέλεσε το έναυσμα για την έναρξη της παρούσας διπλωματικής. Τα αποτελέσματα της ομαδοποίησης του προγράμματος ReRisk έδειξαν ότι είναι ευαίσθητα σε αλλαγές των δεδομένων των μεταβλητών (Kalogirou, 2009). Η ομαδοποίηση των περιφερειών της Ευρώπης που πραγματοποιήθηκε επίσης στο άρθρο των Καλογήρου, Γιαουτζή και Μπίσκα (2011) επιτρέπει την όσο το δυνατό καλύτερη εκτίμηση του κινδύνου της φτώχειας σε περίπτωση ενεργειακής κρίσης σε επίπεδο περιφερειών της Ευρώπης. Η ομαδοποίηση αυτή θεωρείται σαν εργαλείο για την κατανόηση των επιδόσεων και της αναπτυξιακής δυναμικής της κάθε περιοχής βάσει των διαφορετικών κριτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν και κυρίως αυτών που αφορούν την ενέργεια.

Στα πλαίσια λοιπόν της μελέτης των Καλογήρου, Γιαουτζή και Μπίσκα (2011) θα επιχειρηθεί να γίνει ομαδοποίηση των περιφερειακών ενοτήτων (νομών) της Ελλάδας με στόχο την κατανόηση της ενεργειακής δυναμικής της κάθε περιφερειακής ενότητας βάσει του κριτηρίου των ΑΠΕ.

Μεθοδολογία

3.1 Σκοπός και Στόχοι

Ο σκοπός της έρευνας αυτής είναι να διερευνήσει τη διείσδυση των τεχνολογιών ΑΠΕ σε χωρικό επίπεδο (περιφερειακή ενότητα) στην Ελλάδα και την ανάπτυξη τυπολογίας με βάση συγκεκριμένες μεταβλητές.

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η συμμετοχή των περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας στην παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ σε συνδυασμό με την κατανάλωση ενέργειας από διάφορους οικονομικούς τομείς, με απώτερο στόχο την ομαδοποίηση των περιφερειακών ενοτήτων ανάλογα με την ενεργειακή φτώχεια (εξάρτηση) όσον αφορά στις ΑΠΕ. Πιο συγκεκριμένα, η εργασία αποβλέπει στον καθορισμό της διαφοροποίησης-ομαδοποίησης των περιφερειακών ενοτήτων ανάλογα με το εάν η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ είναι αυξημένη ή μειωμένη, σε συνδυασμό με την αντίστοιχη κατανάλωση ενέργειας από διάφορους τομείς οικονομικής δραστηριότητας (οικιακός, βιομηχανικός, εμπορικός και γεωργικός). Στην εργασία υιοθετείται μια μεθοδολογία συσταδοποίησης των διαθέσιμων δεδομένων, η οποία ομαδοποιεί τις περιφερειακές ενότητες μέσα από μια σειρά μεταβλητών, οι οποίες μεταβλητές αναφέρονται στην αντίστοιχη γεωγραφική περιοχή. Η ομαδοποίηση-συσταδοποίηση των περιφερειακών ενοτήτων στις επιμέρους ομάδες υποδηλώνει τη διαδικασία καθορισμού ομοιογενών ομάδων με βάση τις επιλεγθείσες μεταβλητές.

Βασικός στόχος της εργασίας είναι η τυπολογία των περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας σε σχέση με τις ΑΠΕ και ειδικότερα η ανάλυση σε συστάδες (cluster analysis). Επιμέρους στόχος είναι να εξεταστεί κατά πόσο οι περιφερειακές ενότητες της Ελλάδας «ομοιάζουν» μεταξύ τους, βάσει ενεργειακών δεδομένων και συγκεκριμένα σύμφωνα με την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ. Απώτερος στόχος της εργασίας είναι η ιεράρχηση των έργων ΑΠΕ τόσο σε επίπεδο τεχνολογίας όσο και σε περιφερειακό επίπεδο λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των μονάδων παραγωγής και την εγκατεστημένη ισχύ αυτών έτσι ώστε να συμβάλλει στη χάραξη διαφορετικών πολιτικών για την ανάπτυξη των ΑΠΕ. Οι δράσεις και τα μέτρα θα πρέπει να είναι διαφορετικά και αναλογικά με τα χαρακτηριστικά της κάθε ομάδας-συστάδας με σκοπό την ισόρροπη ανάπτυξη των ΑΠΕ σε όλη την Ελληνική Επικράτεια.

Επιπλέον επιχειρείται η καταγραφή της εγκατεστημένης ισχύς των ΑΠΕ στην Ελλάδα ανά περιφερειακή ενότητα και της αντίστοιχης τεχνολογίας τους, η οποία θα υποστηρίξει τον Εθνικό Προγραμματισμό των ΑΠΕ (μελλοντική εκμετάλλευση) και κατ' αναλογία τον Ευρωπαϊκό Προγραμματισμό των ΑΠΕ.

Οι ΑΠΕ οι οποίες ως επί το πλείστον αποτελούν αντικείμενο εκμετάλλευσης είναι οι ακόλουθες: (i) ηλιακή ακτινοβολία (φωτοβολταϊκά), (ii) αιολική (ανεμογεννήτριες), (iii) υδροηλεκτρική (υδροστρόβιλοι), (iv) βιοενέργεια (βιομάζα), (v) γεωθερμική, (vi) παλιρροϊκή (πλημμυρίδα και άμπωτη), και (vii) κυματική (ενέργεια θαλάσσιων κυμάτων). Στην παρούσα εργασία τα δεδομένα για την ομαδοποίηση αφορούν τις μονάδες παραγωγής ενέργειας από τα αιολικά πάρκα, τα φωτοβολταϊκά πάρκα συμπεριλαμβανομένων και των οικιακών φωτοβολταϊκών (στέγες), τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα και τις μονάδες παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας (μικροί και μεγάλοι σταθμοί).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω η τυπολόγηση-ομαδοποίηση των περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας σύμφωνα με την εγκατεστημένη ισχύ και τον αριθμό των μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, θα αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο διερεύνησής τους και ειδικότερα αυτών με τη χαμηλότερη εγκατεστημένη ισχύ. Η πολιτεία θα πρέπει να λάβει τα απαραίτητα μέτρα έτσι ώστε να αυξομειώσει αναλογικά τις επιδοτήσεις των ΑΠΕ και ειδικότερα στις περιοχές που θα αναδειχθούν ότι υστερούν στο μερίδιο ηλεκτροπαραγωγής. Οι νέες επενδύσεις για εγκαταστάσεις ΑΠΕ σε αυτές τις περιοχές θα πρέπει να αυξηθούν για να πετύχει η χώρα τους στόχους που έχει θέσει.

3.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα της παρούσας εργασίας αφορά στη διερεύνηση των στοιχείων και των πτυχών εκείνων που διαφοροποιούν τις περιοχές της Ελλάδας σε επίπεδο περιφερειακής ενότητας σχετικά με την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας και την αντίστοιχη παραγωγική ισχύ των ΑΠΕ στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής.

Τα επιμέρους ερωτήματα που τίθενται είναι:

- Είναι ισόρροπη γεωγραφικά η ανάπτυξη των ΑΠΕ σε σύγκριση με την εγκατεστημένη ισχύ και την αντίστοιχη ηλεκτροπαραγωγή τους;
- Υπάρχει ενεργειακή ασφάλεια σε κάποιες ομάδες-συστάδες και ποιος είναι ο βαθμός ενεργειακής εξάρτησης της κάθε συστάδας;

- Έχουν επιτευχθεί σε κάποιες συστάδες-ομάδες οι στόχοι του εθνικού σχεδίου δράσης για τις ΑΠΕ που έχουν τεθεί για το 2020 σχετικά με την ηλεκτροπαραγωγή;
- Πρέπει να διαφοροποιηθεί η πολιτική των ΑΠΕ για την επίτευξη των στόχων και ως προς ποιες γεωγραφικές περιοχές;

3.3 Δεδομένα

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από το Μητρώο Πληροφοριών Λειτουργούντων Σταθμών (ΜΠΛΣ) της Υπηρεσίας Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα ΑΠΕ του ΥΠΕΚΑ (<http://www.resoffice.gr/>) και την ΕΛ.ΣΤΑΤ. Στο ΜΠΛΣ καταχωρούνται τα στοιχεία των λειτουργούντων σταθμών, βάσει των στοιχείων της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), του Ανεξάρτητου Διαχειριστή Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΔΜΗΕ Α.Ε.), του Λειτουργού της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΛΑΓΗΕ Α.Ε.), και του Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.) και περιλαμβάνουν όλες τις εγκαταστάσεις των ΑΠΕ στην Ελλάδα ανά περιφερειακή ενότητα. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (Πίνακας 3.1) αφορούν τα τελευταία διαθέσιμα για το έτος 2012 και για τις ΑΠΕ (Πίνακας 3.2) αφορούν τα τελευταία διαθέσιμα έως τις 31-04-2014 (ΥΠΕΚΑ, 2014β, ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2014). Τα τελικά δεδομένα που αντλήθηκαν από τις ηλεκτρονικές βάσεις περιλαμβάνουν μόνο τις ΑΠΕ που συμμετέχουν στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, καθώς δεν κατέστη εφικτό να συλλεχθούν όλα τα δεδομένα για τις ΑΠΕ που συμμετέχουν στους άλλους τομείς της ενέργειας για κάθε περιφερειακή ενότητα.

Πίνακας 3.1: Δεδομένα Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας (σε χιλιάδες kWh) 2012 (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2014).

Περιφερειακή Ενότητα (Νομός)	Οικιακή χρήση	Εμπορική χρήση	Βιομηχανική χρήση	Γεωργική χρήση
Αιτωλίας και Ακαρνανίας	296.441,65	160.890,20	50.412,34	93.989,06
Αργολίδας	228.142,97	168.514,09	55.354,56	125.200,14
Αρκαδίας	141.276,31	96.080,98	37.458,57	27.830,32
Άρτας	122.082,20	63.551,54	26.410,77	49.132,81
Αττική	7.476.845,69	5.590.834,52	2.141.935,25	73.850,96
Αχαΐας	522.113,50	384.011,60	285.258,44	49.327,19
Βοιωτίας	162.349,99	133.794,41	3.246.107,27	160.638,25
Γρεβενών	40.133,55	29.985,56	32.773,52	7.719,45
Δράμας	143.788,73	99.066,96	44.148,04	53.005,39
Δωδεκανήσου	340.892,67	640.080,15	21.726,28	8.197,71
Έβρου	199.360,22	133.416,72	81.534,97	39.721,83
Εύβοιας	410.303,56	279.695,01	537.785,96	95.671,81
Ευρυτανίας	21.842,78	15.990,09	634,04	853,68

Περιφερειακή Ενότητα (Νομός)	Οικιακή χρήση	Εμπορική χρήση	Βιομηχανική χρήση	Γεωργική χρήση
Ζακύνθου	66.376,55	93.644,98	3.552,84	654,10
Ηλείας	218.186,65	134.793,69	26.737,27	89.922,77
Ημαθίας	208.907,16	140.192,83	112.124,56	59.768,36
Ηρακλείου	444.502,84	536.087,24	120.059,79	77.943,44
Θεσπρωτίας	62.263,36	69.601,62	6.407,26	23.732,90
Θεσσαλονίκης	1.866.820,34	1.480.419,58	1.147.985,00	89.289,62
Ιωαννίνων	215.801,82	241.957,20	127.382,46	33.459,97
Καβάλας	221.303,57	176.608,47	160.200,47	44.105,68
Καρδίτσας	158.935,11	93.861,83	32.555,62	104.724,47
Καστοριάς	72.280,11	50.165,73	9.519,25	11.037,07
Κέρκυρας	182.330,79	227.744,79	10.622,21	1.785,77
Κεφαλληνίας	70.468,24	64.845,88	19.540,10	2.511,93
Κιλκίς	107.661,48	80.799,60	158.676,24	46.133,46
Κοζάνης	232.658,03	126.432,99	27.387,34	44.116,24
Κορινθίας	301.143,19	195.652,41	198.550,08	62.192,08
Κυκλάδων	214.891,88	270.220,74	54.398,33	10.326,60
Λακωνίας	149.334,45	97.348,09	22.502,24	86.110,71
Λάρισας	387.752,11	316.759,04	217.757,62	316.180,25
Λασιθίου	121.054,24	158.452,51	8.816,39	46.090,58
Λέσβου	160.183,55	101.005,77	12.733,30	12.931,58
Λευκάδας	51.923,66	55.658,92	8.457,43	13.036,53
Μαγνησίας	319.341,28	235.340,66	931.789,30	76.528,41
Μεσσηνίας	250.821,86	184.708,50	40.085,57	28.297,68
Ξάνθης	143.359,13	103.115,88	122.925,65	39.356,59
Πέλλης	191.452,57	129.862,54	108.536,39	96.025,77
Περίας	191.142,44	159.439,42	101.057,40	41.224,61
Πρεβέζης	54.106,92	41.077,72	7.681,19	16.158,12
Ρεθύμνης	112.490,31	148.995,48	28.088,33	16.722,44
Ροδόπης	136.135,25	96.130,52	135.088,64	60.416,62
Σάμου	72.301,07	62.257,23	3.536,36	1.306,34
Σερρών	243.136,68	155.634,63	94.525,19	71.243,19
Τρικάλων	184.709,62	134.504,86	59.521,27	63.459,00
Φθιώτιδας	246.269,20	161.256,47	1.343.859,43	116.391,08
Φλωρίνης	67.483,62	40.278,50	23.976,47	37.488,46
Φοκίδας	55.016,08	30.859,30	16.385,09	9.019,29
Χαλκιδικής	210.070,92	236.914,85	95.723,85	52.978,98
Χανίων	254.386,11	291.121,35	36.455,63	33.952,21
Χίου	102.013,23	62.648,74	5.495,65	5.691,99

Πίνακας 3.2: Δεδομένα Αριθμού και Ισχύος Σταθμών παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (ΥΠΕΚΑ, 2014β).

α/α	Αιολικά		Βιομάζα		Μεγάλα Υδροηλεκτρικά		Μικρά Υδροηλεκτρικά		Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών)		Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών		Συνολικός αριθμός σταθμών 2014	Συνολική ισχύς (MW) 2014
	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)		
Αιτωλίας	3	61,00	1	0,50	3	907,2	4	16,3	82	109,8	1,30	12,1	2,13	1.107,0
Αργολίδας	8	176,0	0	0,00	0	0,00	1	2,00	23	46,04	626	5,86	874	229,96
Αρκαδίας	6	115,4	0	0,00	1	70,00	1	0,99	25	44,10	537	5,05	803	235,54
Αρτας	0	0,00	0	0,00	2	333,6	6	18,3	16	30,72	740	7,09	916	389,73
Αττική	9	102,4	3	34,4	0	0,00	1	0,63	80	167,1	5,15	43,4	5,97	348,09
Αχαΐας	4	69,35	0	0,00	0	0,00	7	18,2	53	49,38	1,44	12,7	1,99	149,69
Βοιωτίας	17	257,2	0	0,00	0	0,00	4	4,51	75	199,7	701	6,64	1,47	468,15
Γρεβενών	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	10,0	27	7,33	245	2,21	275	19,59
Δράμας	1	19,80	0	0,00	2	500,0	2	2,03	32	37,51	1,43	13,5	1,75	572,89
Δωδεκανήσο	13	67,50	0	0,00	0	0,00	0	0,00	32	28,44	407	1,97	749	97,91
Έβρου	7	117,4	0	0,00	0	0,00	0	0,00	25	38,09	1,09	10,2	1,36	165,74
Εύβοιας	29	215,5	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10	10,53	627	5,59	760	231,62
Ευρυτανίας	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	9,61	23	1,55	106	0,99	134	12,15
Ζακύνθου	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	83	8,09	79	0,70	162	8,79
Ηλείας	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	7,89	32	116,9	881	8,19	1,20	133,00
Ημαθίας	2	38,00	2	0,50	3	798,0	7	15,7	29	62,54	958	9,09	1,26	923,91
Ηρακλείου	7	41,42	0	0,00	0	0,00	0	0,00	44	32,07	982	8,78	1,43	82,27
Θεσπρωτίας	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,20	18	31,73	539	5,17	728	41,10
Θεσσαλονίκη	0	0,00	1	2,50	0	0,00	1	6,60	42	58,35	3,16	28,1	3,59	95,64
Ιωαννίνων	0	0,00	1	0,22	1	210,0	11	24,9	23	22,72	568	6,66	811	264,57
Καβάλας	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,94	20	34,23	995	8,93	1,20	44,09
Καρδίτσας	0	0,00	0	0,00	1	129,9	3	16,9	26	60,01	532	4,82	803	211,68
Καστοριάς	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	15	21,01	431	4,02	583	25,03
Κέρκυρας	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	15	15,15	66	0,54	219	15,69
Κεφαλληνίας	5	83,70	0	0,00	0	0,00	0	0,00	34	3,25	43	0,35	82	87,30
Κιλκίς	1	10,00	0	0,00	0	0,00	1	1,53	35	42,37	1,01	9,67	1,36	63,57
Κοζάνης	2	38,00	0	0,00	1	151,0	0	0,00	43	40,94	856	8,07	1,29	238,01
Κορινθίας	2	28,05	0	0,00	0	0,00	1	2,00	22	25,21	1,09	10,0	1,32	65,26
Κυκλάδων	14	20,80	0	0,00	0	0,00	0	0,00	11	10,35	546	2,82	673	33,98
Λακωνίας	4	32,30	0	0,00	0	0,00	1	1,00	42	104,5	724	6,69	1,15	144,55
Λάρισας	0	0,00	1	0,60	0	0,00	4	2,90	54	115,0	939	8,73	1,49	127,27
Λασιθίου	19	94,25	0	0,00	0	0,00	0	0,00	25	19,35	226	2,09	500	115,69
Λέσβου	9	17,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00	16	10,67	45	0,21	218	27,89
Λευκάδας	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	0,42	128	1,19	133	1,61
Μαγνησίας	1	17,00	1	1,25	0	0,00	1	0,75	22	54,48	704	5,87	936	79,35
Μεσσηνίας	1	6,80	0	0,00	0	0,00	0	0,00	44	72,36	1,13	10,5	1,57	89,74
Ξάνθης	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	16	71,02	616	5,76	780	76,79
Πέλλης	0	0,00	0	0,00	1	19,00	16	15,4	39	37,10	915	8,57	1,32	80,06
Πιερίας	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1,14	40	40,86	1,40	13,2	1,81	55,25
Πρεβέζης	0	0,00	1	0,98	0	0,00	0	0,00	11	24,15	270	2,53	385	27,67
Ρεθύμνης	3	14,40	0	0,00	0	0,00	0	0,00	24	18,87	205	1,83	455	35,10
Ροδόπης	8	183,0	1	0,25	0	0,00	0	0,00	19	29,96	877	8,27	1,07	221,48
Σάμου	8	8,66	0	0,00	0	0,00	0	0,00	66	4,77	21	0,10	95	13,54

α/α	Αιολικά		Βιομάζα		Μεγάλα Υδροηλεκτρικά		Μικρά Υδροηλεκτρικά		Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών)		Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών		Συνολικός αριθμός σταθμών 2014	Συνολική ισχύς (MW) 2014
	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)	Αριθμός σταθμών	Ισχύς (MW)		
Σερρών	1	17,00	1	5,05	0	0,00	4	7,61	46	50,79	1,67	15,7	2,14	96,22
Τρικάλων	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	6,13	28	34,64	531	4,92	822	45,69
Φθιώτιδας	3	33,00	0	0,00	0	0,00	8	14,7	65	93,61	1,22	11,3	1,88	152,71
Φλωρίνης	1	28,90	0	0,00	1	50,00	4	3,19	25	28,98	539	5,00	804	116,07
Φωκίδας	3	70,00	0	0,00	0	0,00	3	12,3	51	8,96	198	1,87	255	93,12
Χαλκιδικής	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,70	34	34,10	985	8,78	1,33	43,57
Χανίων	6	29,04	0	0,00	0	0,00	1	0,30	10	8,02	480	4,29	592	41,65
Χίου	13	9,17	0	0,00	0	0,00	0	0,00	54	5,08	325	1,59	392	15,83

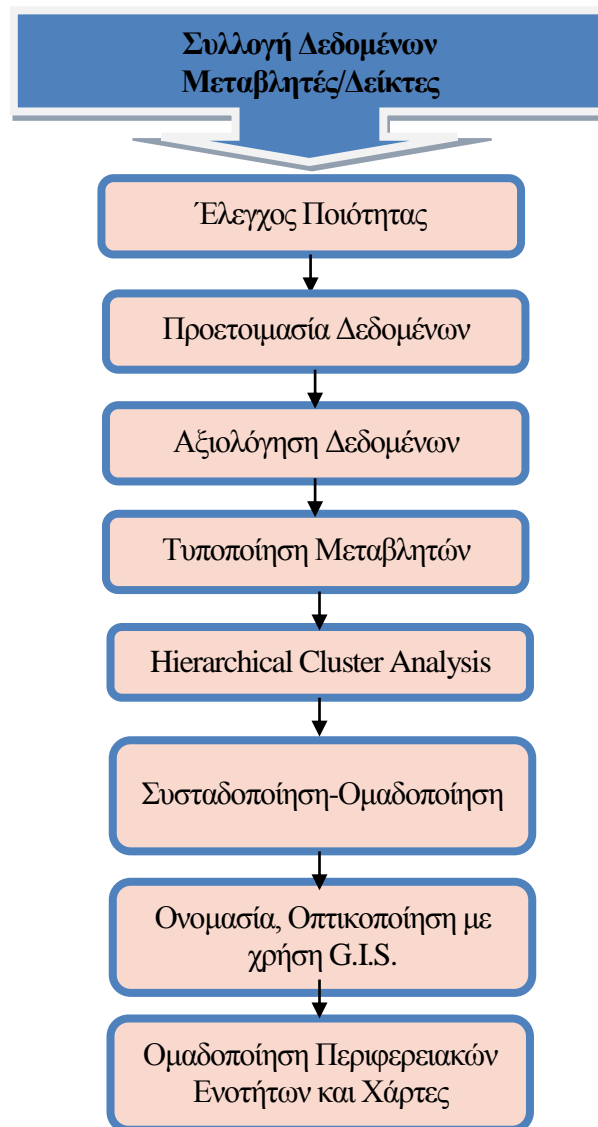
Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για κάθε περιφερειακή ενότητα στην στατιστική ανάλυση είναι:

1. Η κατανάλωση ενέργειας για τους παρακάτω τομείς δραστηριότητας:
 - Οικιακή χρήση
 - Εμπορική χρήση
 - Βιομηχανική χρήση και
 - Γεωργική χρήση
2. Ο αριθμός και η εγκατεστημένη ισχύς των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ ανά Περιφερειακή ενότητα για τις παρακάτω τεχνολογίες:
 - Αιολικά
 - Βιομάζα
 - Μεγάλα Υδροηλεκτρικά
 - Μικρά Υδροηλεκτρικά
 - Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών)
 - Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών

3.4 Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία ομαδοποίησης που εφαρμόστηκε περιλαμβάνει μια σειρά από διαδοχικά βήματα το διάγραμμα ροής των οποίων παρουσιάζεται στο σχήμα 3.1 που ακολουθεί. Η τεχνική ομαδοποίησης που χρησιμοποιήθηκε στο τελικό στάδιο είναι η ιεραρχική ομαδοποίηση (Ward, 1963; Sibson, 1973; Johnston, 1976; Behme, Brandt and Strube, 1993; Καμαριανάκης και Κοντός, 2004; Αραμπατζής, κ.α., 2005, Αραμπατζής, κ.α., 2009; Σκούρας και Ψαλτόπουλος, 2012; Madry, et al., 2013).

Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ιεραρχικής ομαδοποίησης γιατί θεωρείται καταλληλότερη για μικρά δείγματα ($n < 250$), ενώ όσο αυξάνεται το μέγεθος του δείγματος η χρήση του αλγορίθμου της ιεραρχικής ομαδοποίησης γίνεται λιγότερη αποτελεσματική. Στην ιεραρχική ομαδοποίηση οι συστάδες δεν αλληλοαποκλείονται με συνέπεια ο ερευνητής να είναι σε διακριτική θέση να επιλέξει την έκταση του αριθμού των συστάδων ή τον ακριβή αριθμό των ομάδων που πρόκειται να δημιουργηθούν (Milligan, 1980; I2SARE, 2010; Figueiredo, et al., 2014).



Σχήμα 3.1: Διάγραμμα ροής σταδίων μεθοδολογίας ομαδοποίησης των Περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας.

3.4.1 Επεξεργασία δεδομένων

Η επεξεργασία των δεδομένων γίνεται ακολουθώντας κάποια βήματα τα οποία ορίζονται ως εξής:

- Συλλογή των δεδομένων.
- Έλεγχος της ποιότητας τους.
- Εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό IBM SPSS Statistics 19.

Ο έλεγχος ποιότητας πραγματοποιείται για τον προσδιορισμό ορισμένων μεταβλητών στις οποίες δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν τιμές, για λανθασμένους τύπους δεδομένων καθώς και για πιθανά συστηματικά σφάλματα μετρήσεων (Νικήτα, 2012).

3.4.2 Αξιολόγηση δεδομένων

Με τη βοήθεια της περιγραφικής στατιστικής γίνεται μια ανάλυση των δεδομένων κατά το στάδιο της αξιολόγησης, ενώ οι διαθέσιμες μεταβλητές εξετάζονται ως προς την καταλληλότητα τους για να συμπεριληφθούν στην ομαδοποίηση ή να απορριφθούν. Η καταλληλότητα των δεδομένων ελέγχεται ως προς:

- Ισχυρή συσχέτιση με άλλες μεταβλητές.
- Ελλιπείς τιμές.
- Ασύμμετρη κατανομή και ύπαρξη ακραίων τιμών.

Στον πίνακα 3.3 παρουσιάζεται η ισχυρή συσχέτιση μεταξύ κάποιων μεταβλητών, ενώ στον πίνακα 3.4 παρουσιάζονται οι συντελεστές ασυμμετρίας και κύρτωσης. Οι συντελεστές ασυμμετρίας και κύρτωσης λαμβάνουν τιμές από -3 έως 3, με τις τιμές από -1 έως 1 να δηλώνουν την ύπαρξη κανονικής κατανομής και τις τιμές από -1 έως -3 ή από 1-3 να δηλώνουν τη μη ύπαρξη κανονικής κατανομής. Όσο πλησιέστερα είναι οι συντελεστές ασυμμετρίας και κύρτωσης στο 0, τόσο πιθανότερο είναι μια συνεχής μεταβλητή να ακολουθεί την κανονική κατανομή. Όταν οι συντελεστές ασυμμετρίας και κύρτωσης λαμβάνουν τιμές <-3 ή >3 , τότε υπάρχει ισχυρή ένδειξη ότι η συνεχής μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή. Παρατηρείται λοιπόν ότι ο συντελεστής ασυμμετρίας για ορισμένες μεταβλητές είναι πολύ ισχυρός.

Πίνακας 3.3: Αποτελέσματα ισχυρής συσχέτισης ορισμένων μεταβλητών/δεικτών.

Ζεύγη Μεταβλητών/Δεικτών	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
Οικιακή χρήση Vs Βιομηχανική χρήση	0,996	0,000
Οικιακή Χρήση Vs Εγκατεστημένη Ισχύς από Βιομάζα	0,973	0,000
Εμπορική Χρήση Vs Εγκατεστημένη Ισχύς από Βιομάζα	0,963	0,000
Εγκατεστημένη Ισχύς από Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Vs Αριθμός Εγκατεστημένων Μεγάλων Υδροηλεκτρικών σταθμών	0,943	0,000
Εγκατεστημένη Ισχύς από Μικρά Υδροηλεκτρικά Vs Αριθμός Εγκατεστημένων Μικρών Υδροηλεκτρικών σταθμών	0,829	0,000

Πίνακας 3.4: Αποτελέσματα Ασυμμετρίας-Κύρτωσης μεταβλητών.

Μεταβλητή	N	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (χιλ.kWh) 2012 Οικιακή χρήση	51	6,553	0,333	44,689	0,656
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (χιλ.kWh) 2012 Εμπορική χρήση	51	6,387	0,333	42,998	0,656
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (χιλ.kWh) 2012 Βιομηχανική χρήση	51	3,850	0,333	16,124	0,656
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (χιλ.kWh) 2012 Γεωργική χρήση	51	2,689	0,333	11,496	0,656
Αιολικά Αριθμός σταθμών	51	2,135	0,333	5,387	0,656
Αιολικά Ισχύς (MW)	51	2,053	0,333	3,997	0,656
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	51	2,833	0,333	9,193	0,656
Βιομάζα Ισχύς (MW)	51	6,860	0,333	48,078	0,656
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	51	2,575	0,333	6,263	0,656
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	51	3,603	0,333	13,024	0,656
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	51	2,426	0,333	7,157	0,656
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	51	1,469	0,333	1,100	0,656
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	51	,996	0,333	,861	0,656
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	51	1,907	0,333	4,211	0,656
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	51	3,425	0,333	15,826	0,656
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	51	3,019	0,333	12,874	0,656
Valid N (listwise)	51				

Πίνακας 3.5: Περιγραφικά δεδομένα των μεταβλητών.

Μεταβλητές	Σύνολο Δείγματος (51 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Οικιακή Χρήση (σε χιλ. kWh)	21.842,78	7.476.845,69	18.454.589,22	361.854,69	1.048.708,36
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εμπορική Χρήση (σε χιλ. kWh)	15.990,09	5.590.834,52	14.782.312,36	289.849,26	788.507,01
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Βιομηχανική Χρήση (σε χιλ. kWh)	634,04	3.246.107,27	12.202.237,20	239.259,55	580.613,32
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Γεωργική Χρήση (σε χιλ. kWh)	654,10	316.180,25	2.727.453,45	53.479,48	52.720,18
Αιολικά Αριθμός σταθμών	0,00	29,00	210,00	4,12	5,99
Αιολικά Ισχύς (MW)	0,00	257,20	2.022,16	39,65	59,96
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	0,00	3,00	13,00	0,25	0,59
Βιομάζα Ισχύς (MW)	0,00	34,46	46,31	0,91	4,86
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	3,00	16,00	0,31	0,73
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	907,20	3.168,70	62,13	185,24
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	16,00	108,00	2,12	3,17
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	24,96	229,73	4,50	6,54
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	5,00	820,00	14.419,00	282,73	196,88
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	0,42	199,79	2.223,20	43,59	41,25
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	21,00	5.153,00	41.335,00	810,49	824,93
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	0,10	43,40	372,77	7,31	7,20

Στον πίνακα 3.5 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι, οι τυπικές αποκλίσεις, οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές, καθώς και το άθροισμα και των δεκαέξι μεταβλητών. Κανονικά θα έπρεπε κάποιες από τις μεταβλητές να αποκλειστούν από την επεξεργασία των δεδομένων αλλά επειδή αφορούσαν πολύτιμες πληροφορίες προκειμένου να διαπιστωθεί η ενεργειακή εξάρτηση των περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδος, παρόλη την ισχυρή συσχέτιση μεταξύ κάποιων μεταβλητών, την ύπαρξη ακραίων τιμών και την πολύ ασύμμετρη κατανομή που παρατηρήθηκε σε κάποιες από αυτές, επιλέχθηκαν όλες οι μεταβλητές για

την ανάλυση συστάδων (Καλογήρου, Γιαουτζή και Μπίσκα, 2011). Επειδή όμως υπάρχουν σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους, στις τυπικές αποκλίσεις και γενικά το εύρος διακύμανσης των τιμών είναι μεγάλο ταυτόχρονα με την στατιστική ανάλυση οι μεταβλητές υποβλήθηκαν σε τυποποίηση z-scores. Με την τυποποίηση των μεταβλητών εξασφαλίζεται ο ίδιος συντελεστής βαρύτητας για όλες τις μεταβλητές που συμμετέχουν στην ομαδοποίηση και απαλείφεται η επίδραση των διαφορετικών μονάδων μέτρησης (Williams, 1971; Green and Carroll 1978; Χαλικιάς, 2007; Κόλλιας 2007; SPSS, 2010).

3.4.3 Αλγόριθμος ομαδοποίησης

Η ανάλυση συστάδων/cluster analysis καλύπτει ένα σύνολο τεχνικών με τις οποίες επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός ενός συνόλου παρατηρήσεων ή αντικειμένων σε ομοειδή υποσύνολα. Ο σχηματισμός των ομάδων-συστάδων στηρίζεται σε ad-hoc απλές υπολογιστικές ρουτίνες, οι οποίες αν και έχουν αξιοσημείωτες μαθηματικές ιδιότητες, ωστόσο δεν αποτελούν τίποτε άλλο παρά έξυπνους αλγόριθμους το αποτέλεσμα των οποίων ερμηνεύεται κυρίως με τη βοήθεια πρακτικών κανόνων και ευρετικών που είναι κατά κανόνα υποκειμενικές (Πολύζος, 2006).

Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της ιεραρχικής μεθόδου είναι ότι ο αριθμός των ομάδων δεν είναι γνωστός από την αρχή της μελέτης. Κάθε παρατήρηση αποτελεί μια ομάδα αρχικά και σε κάθε βήμα ο ερευνητής ενώνει σε ομάδες τις παρατηρήσεις που είναι πιο κοντά. Υπάρχουν δύο τύποι μεθόδων με τις οποίες επεξεργάζεται ο μελετητής τα δεδομένα και είναι οι εξής (Labib and Vemuri, 2005; Lior and Maimon, 2005):

- Η συσσωρευτική (agglomerative) μέθοδος η οποία συνιστά και την πιο διαδεδομένη. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος που ξεκινά με κάθε παρατήρηση σαν μια ομάδα και ενώνουμε τις πιο κοντινές παρατηρήσεις-ομάδες.
- Η διαιρετική (divisive) μέθοδος που είναι στην ουσία αντίστροφη της μεθόδου agglomerative, όπου ο ερευνητής δουλεύει αντίστροφα, δηλαδή αρχίζει με όλες τις παρατηρήσεις σε μια ομάδα και η παρατήρηση που βρίσκεται πιο μακριά από τις υπόλοιπες φεύγει από την ομάδα και σχηματίζει μόνη της μια νέα ομάδα. Ακολουθώντας περνάει στη δεύτερη πιο μακριά παρατήρηση και την βγάζει είτε για να αποτελέσει μια νέα ομάδα είτε για να προστεθεί στην πρώτη ομάδα και έτσι συνεχίζει μέχρι να μετακινηθούν όλες οι παρατηρήσεις της μελέτης. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι απαιτεί πολύ χρόνο και μεγάλη υπολογιστική ισχύ ακόμα και στα

πακέτα ηλεκτρονικών υπολογιστών που διατίθενται στην αγορά, ειδικότερα δε για μεγάλα σετ δεδομένων.

Τα σημαντικότερα βήματα που ακολουθεί ο ερευνητής κατά την ιεραρχική ομαδοποίηση των δεδομένων είναι τα εξής:

Βήμα 1: Κατασκευάζει τον πίνακα αποστάσεων για όλες τις ομάδες.

Βήμα 2: Βρίσκει τις μικρότερες αποστάσεις μεταξύ των παρατηρήσεων και ενώνει τις παρατηρήσεις σε νέες ομάδες, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Βήμα 3: Στην περίπτωση που δεν έχουν καταταχτεί όλες οι παρατηρήσεις σε μια ομάδα επαναλαμβάνει τη διαδικασία από το βήμα 1.

Υπάρχουν πολλές επιλογές προκειμένου να υπολογιστεί η απόσταση μεταξύ των παρατηρήσεων και θα αναφέρουμε παρακάτω μερικές από αυτές (Han and Kamber, 2006):

Η μέθοδος του κοντινότερου γείτονα ή της μοναδικής ένωσης (or single linkage): υπολογίζει την απόσταση ανάμεσα σε ζεύγη συστάδων ως τη μικρότερη απόσταση από μια παρατήρηση μέσα στη μια ομάδα με τη παρατήρηση στην άλλη ομάδα. Η μέθοδος αυτή δημιουργεί μη συμπαγείς ομάδες καθώς και μερικές πολύ μεγάλες και πολύ μικρές ομάδες, αλλά δημιουργεί χρήσιμες μαθηματικές ιδιότητες.

Η μέθοδος του μακρύτερου γείτονα ή της πλήρους σύνδεσης (complete linkage): αυτή είναι η αντίθετη μέθοδος από την παραπάνω και υπολογίζει την απόσταση μεταξύ δύο ομάδων ως τη μέγιστη απόσταση από μια παρατήρηση μιας ομάδας και μια παρατήρηση μιας άλλης ομάδας. Δημιουργεί συμπαγείς ομάδες, σε αντίθεση με την προηγούμενη μέθοδο, αλλά αδυνατεί να δημιουργήσει μια μικρή συμπαγή ομάδα.

Η μέθοδος της ένωσης με βάση το μέσο όρο (average linkage): θεωρείται η απόσταση μεταξύ δύο ομάδων ίση με τη μέση απόσταση μιας παρατήρησης μιας ομάδας και μιας άλλης παρατήρησης της δεύτερης ομάδας.

Η μέθοδος του κεντροειδούς (centroid clustering): υπολογίζεται η απόσταση των κέντρων των ομάδων. Σε αυτή την περίπτωση δημιουργούνται συμπαγείς και ελλειπτικές ομάδες με καλές ιδιότητες.

Η μέθοδος του Ward: ελαχιστοποιεί τη διακύμανση μέσα στις ομάδες, εξασφαλίζει ομάδες με παρόμοιο αριθμό παρατηρήσεων και παράγει αποτελέσματα με πολύ καλές ιδιότητες και γι' αυτό χρησιμοποιείται εκτενέστερα στην πράξη.

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής εφαρμόστηκε η τεχνική της agglomerative ιεραρχικής ανάλυσης συστάδων (hierarchical cluster analysis) και ως κριτήριο απόστασης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των ελαχίστων διακυμάνσεων του Ward. Η μέθοδος του Ward χρησιμοποιεί τεχνικές ανάλυσης διακύμανσης για να υπολογίσει τις αποστάσεις ανάμεσα στις κλάσεις. Ουσιαστικά ο Ward (1963) θέλοντας να ελαχιστοποιήσει την απώλεια πληροφορίας που συνοδεύει κάθε ομαδοποίηση, πρότεινε μια διαδικασία συσταδοποίησης σε κάθε στάδιο της οποίας συνενώνονται οι κλάσεις με το μικρότερο άθροισμα τετραγώνων των σφαλμάτων (ESS), όπου το άθροισμα των τετραγώνων λειτουργεί ως κριτήριο της απώλειας. Γενικά η μέθοδος του Ward θεωρείται ιδιαίτερα αποτελεσματική, όμως έχει την τάση να δημιουργεί συστάδες μικρού μεγέθους.

Η μέθοδος Ward (1963) συνιστά μία πολύ σημαντική μέθοδο της κατηγορίας των ιεραρχικών ομάδων συσταδοποίησης, η οποία έχει βελτιωθεί υπολογιστικά από τον Wishart (1969). Η μέθοδος σε κάθε βήμα του αλγορίθμου της ελαχιστοποιεί την απώλεια πληροφορίας μεταξύ του εκάστοτε βήματος και του προηγούμενου. Ως απώλεια πληροφορίας θεωρείται η διαφορά του εντός των ομάδων αθροίσματος τετραγώνων των ομαδοποιήσεων δύο διαδοχικών βημάτων του αλγορίθμου. Είναι γνωστό ότι το άθροισμα τετραγώνων ενός συνόλου δεδομένων δίνει μία εικόνα του πόσο συγκεντρωμένα ή διεσπαρμένα είναι τα δεδομένα αυτά γύρω από το μέσο όρο τους. Επομένως η τιμή του μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο ομοιογένειας αυτού του συνόλου.

Εάν όμως σε αυτό το σύνολο δεδομένων επιδράσει κάποιος αλγόριθμος ομαδοποίησης, που λαμβάνει το άθροισμα τετραγώνων ως μέτρο συνοχής, τα δεδομένα μπορούν να θεωρηθούν ότι έχουν ομαδοποιηθεί κατά τον καλύτερο τρόπο όταν το εντός των ομάδων άθροισμα τετραγώνων είναι ελάχιστο. Σε κάθε βήμα του ιεραρχικού αλγορίθμου πρέπει να υπάρχει μία βέλτιστη κατάσταση. Στην προκειμένη περίπτωση το άθροισμα τετραγώνων θα πρέπει να είναι ελάχιστο. Επειδή δε, σε κάθε βήμα ενός ιεραρχικού αλγορίθμου το εντός των ομάδων άθροισμα τετραγώνων μεταβάλλεται η πορεία του αλγορίθμου θα είναι ικανοποιητική εάν η μεταβολή του αθροίσματος τετραγώνων είναι ελάχιστη.

Επομένως, η μέθοδος του Ward είναι σχεδιασμένη να ελαχιστοποιεί τη διακύμανση μέσα στις ομάδες. Τέλος αναφέρουμε ότι η συγκεκριμένη μέθοδος έχει μερικές πολύ καλές ιδιότητες και συνήθως

δημιουργεί ομάδες με παρόμοιο αριθμό παρατηρήσεων γι' αυτό και χρησιμοποιείται στην πράξη πολύ συχνά (Madry, et al., 2013).

3.4.4 Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα της τυπολόγησης αποτυπώνονται σε χάρτες στους οποίους οι περιφερειακές ενότητες με τα ίδια κάθε φορά χαρακτηριστικά (συστάδα) εμφανίζονται με το ίδιο χρώμα. Η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της τυπολόγησης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και συγκεκριμένα με το λογισμικό QGIS 2.6.0.

Κεφάλαιο Τέταρτο

Αποτελέσματα

4.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα της ομαδοποίησης των περιφερειακών ενοτήτων σε συστάδες. Παράλληλα περιλαμβάνονται οπτικοποιημένα τα αποτελέσματα της τυπολόγησης των περιοχών.

Η ανάλυση συστάδων πραγματοποιήθηκε για τρία διαφορετικά ζεύγη μεταβλητών προκειμένου να βρεθούν οι διαφοροποιήσεις στις παραγόμενες ομοειδείς ομάδες. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

1η Ομαδοποίηση: Μεταβλητές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για οικιακή, εμπορική, βιομηχανική και γεωργική χρήση.

2η Ομαδοποίηση: Μεταβλητές αριθμού και ισχύος σταθμών παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ {αιολικά, βιομάζα, μεγάλα υδροηλεκτρικά, μικρά υδροηλεκτρικά, φωτοβολταϊκά (πλην στεγών), φωτοβολταϊκά στεγών}.

3η Ομαδοποίηση: Όλες οι μεταβλητές της 1ης και 2ης Ομαδοποίησης.

4.2 Αποτελέσματα ομαδοποίησης περιφερειακών ενοτήτων

4.2.1 Αποτελέσματα 1ης ομαδοποίησης

Το πρώτο βήμα της διαδικασίας ομαδοποίησης-συσταδοποίησης των δεδομένων ήταν η επιλογή ενός δείκτη υπολογισμού της απόστασης/ομοιότητας μεταξύ των 51 παρατηρήσεων. Επιλέχθηκε η Ευκλείδεια απόσταση υψωμένη στο τετράγωνο, αφού προηγουμένως είχε επιλεγεί η μέθοδος Ward, η οποία όπως αναφέρθηκε πλεονεκτεί έναντι των άλλων μεθόδων. Ταυτόχρονα τυποποιήθηκαν (Standardize: Z scores) οι μεταβλητές λόγω πολύ μεγάλων τυπικών αποκλίσεων και διακυμάνσεων των τιμών τους. Η ανάλυση συστάδων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό IBM SPSS Statistics 19, ενώ η οπτικοποίηση των συστάδων δημιουργήθηκε στο λογισμικό QGIS 2.6.0.

Το σχήμα 4.1 δείχνει το δενδρόγραμμα της ανάλυσης που βασίζεται στα δεδομένα της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τους διάφορους τομείς δραστηριότητας. Οι συστάδες ξεχωρίζουν εκεί που υπάρχει ένας σαφής διαχωρισμός με την απόσταση που χρειάζονται για να ενωθούν με μια άλλη συστάδα.

Ο πίνακας 4.1 περιγράφει τις ενέργειες που πραγματοποιούνται σε κάθε βήμα της διαδικασίας σχηματισμού των ομάδων από την στιγμή που οι πρώτες δύο πιο κοντινές παρατηρήσεις δημιούργησαν την πρώτη ομάδα. Η στήλη «coefficient» μας δίνει την τιμή της Ευκλείδειας απόστασης υψωμένη στο τετράγωνο. Η στήλη «stage cluster 1st appears» μας δείχνει σε ποιο στάδιο δημιουργείται για πρώτη φορά μία συστάδα από πολλές περιπτώσεις (περιφερειακές ενότητες). Η στήλη «next stage» μας δείχνει το βήμα όπου θα βρούμε κάποια από τις εγγραφές στις στήλες cluster 1 και cluster 2. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον βρίσκεται στη στήλη με τις αποστάσεις μεταξύ των παρατηρήσεων.

Η μικρότερη απόσταση είναι ανάμεσα στις παρατηρήσεις 25 και 43 (μπλε χρώμα-Πίνακας 4.1) που δημιούργησαν στο πρώτο στάδιο μια ομάδα σε αντίθεση με τις υπόλοιπες παρατηρήσεις (49), οι οποίες συνεχίζουν η καθεμιά τους να αποτελεί μια ξεχωριστή ομάδα. Άρα συμπερασματικά, μετά το πρώτο στάδιο υπάρχουν 50 ομάδες. Κάτω από τη στήλη Coefficients παρουσιάζεται η απόσταση ανάμεσα στις 2 παρατηρήσεις που ενώθηκαν με τιμή 0,001. Επιπλέον, για κάθε παρατήρηση σε κάθε στάδιο παρατηρείται σε ποιο στάδιο ξαναχρησιμοποιείται η παρατήρηση για την δημιουργία μιας άλλης ομάδας. Η τιμή της απόστασης όπως φαίνεται στην αντίστοιχη στήλη μεγαλώνει σε κάθε στάδιο. Όταν όμως η τιμή αυτή γίνει απότομα πολύ μεγάλη «άλμα», είναι μια ισχυρή ένδειξη (και κριτήριο) για την παύση της διαδικασίας ομαδοποίησης σε συστάδες. Συγκεκριμένα, μετά τη δημιουργία μίας ομάδας-συστάδας η τιμή της απόστασης αυξάνεται απότομα και αυτό οδηγεί άμεσα στο συμπέρασμα ότι οι παρατηρήσεις-ομάδες είναι μακριά η μια από την άλλη και άρα δεν εξηγείται περαιτέρω ομαδοποίηση (Κόλλιας, 2007; Σκούρας και Ψαλτόπουλος, 2011). Στον πίνακα 4.1 μετά τις 4 ομάδες που έχουν δημιουργηθεί η τιμή της απόστασης «κάνει άλμα» από 13,368 σε 22,534 (ερυθρό χρώμα-Πίνακας 4.1). Συνεπώς από την ιεραρχική ομαδοποίηση των μεταβλητών της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας προέκυψαν 4 συστάδες-ομάδες των Περιφερειακών Ενοτήτων της Ελλάδας:

ΣΥΣΤΑΔΑ 1η.

Περιφερειακές Ενότητες: Γρεβενών, Δωδεκανήσου, Ευρυτανίας, Ζακύνθου, Καστοριάς, Κέρκυρας, Κεφαλληνίας, Κυκλάδων, Λέσβου, Λευκάδας, Πρεβέζης, Ρεθύμνης, Σάμου, Φωκίδας και Χίου.

ΣΥΣΤΑΔΑ 2η.

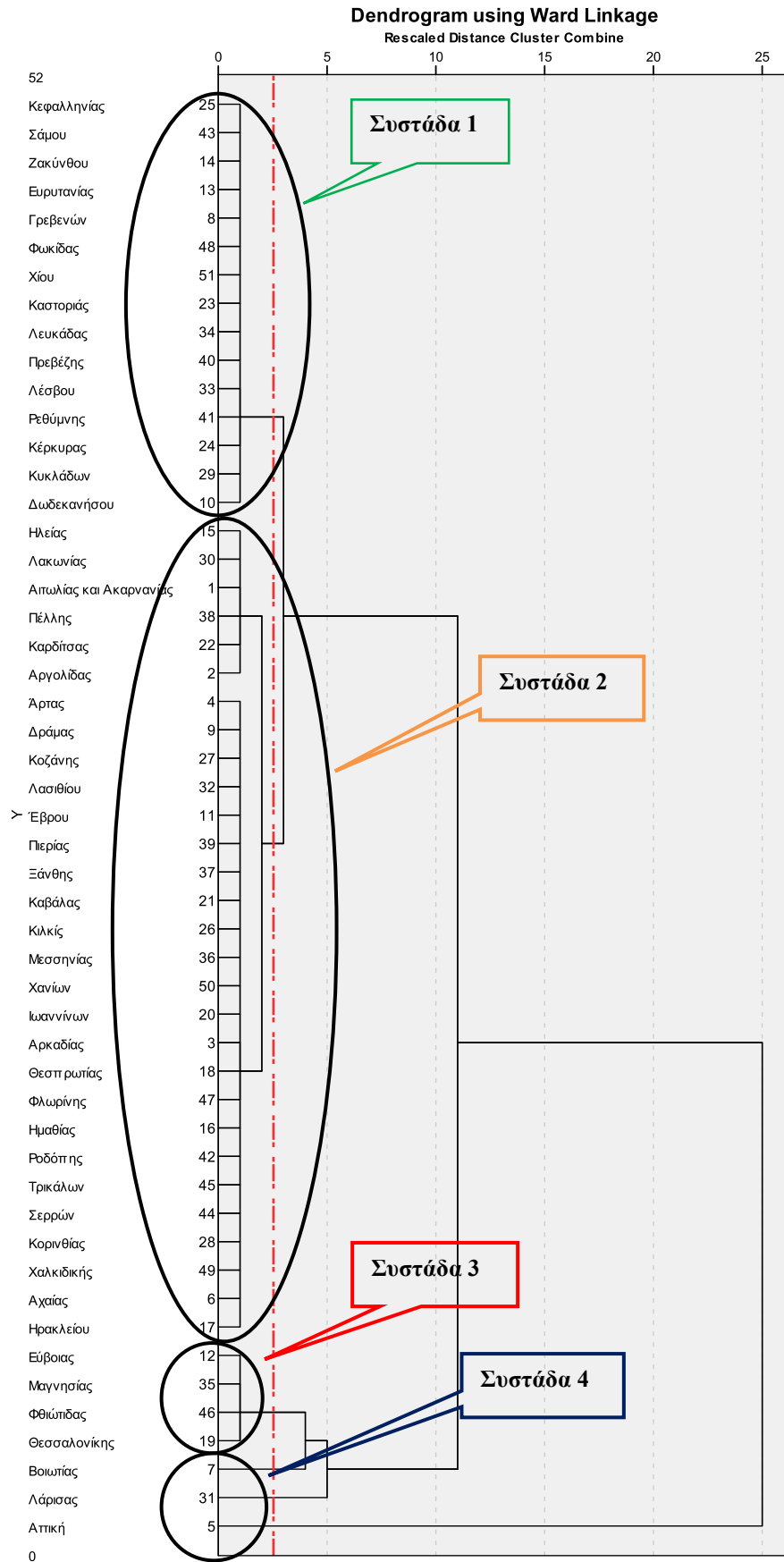
Περιφερειακές Ενότητες: Αιτωλίας και Ακαρνανίας, Αργολίδας, Αρκαδίας, Άρτας, Αχαΐας, Δράμας, Έβρου, Ηλείας, Ημαθίας, Ηρακλείου, Θεσπρωτίας, Ιωαννίνων, Καβάλας, Καρδίτσας, Κιλκίς, Κοζάνης, Κορινθίας, Λακωνίας, Λασιθίου, Μεσσηνίας, Ξάνθης, Πέλλης, Πιερίας, Ροδόπης, Σερρών, Τρικάλων, Φλωρίνης, Χαλκιδικής και Χανίων.

ΣΥΣΤΑΔΑ 3η.

Περιφερειακές Ενότητες: Εύβοιας, Θεσσαλονίκης, Μαγνησίας και Φθιώτιδας.

ΣΥΣΤΑΔΑ 4η.

Περιφερειακές Ενότητες: Αττικής (περιφέρεια), Βοιωτίας και Λάρισας.



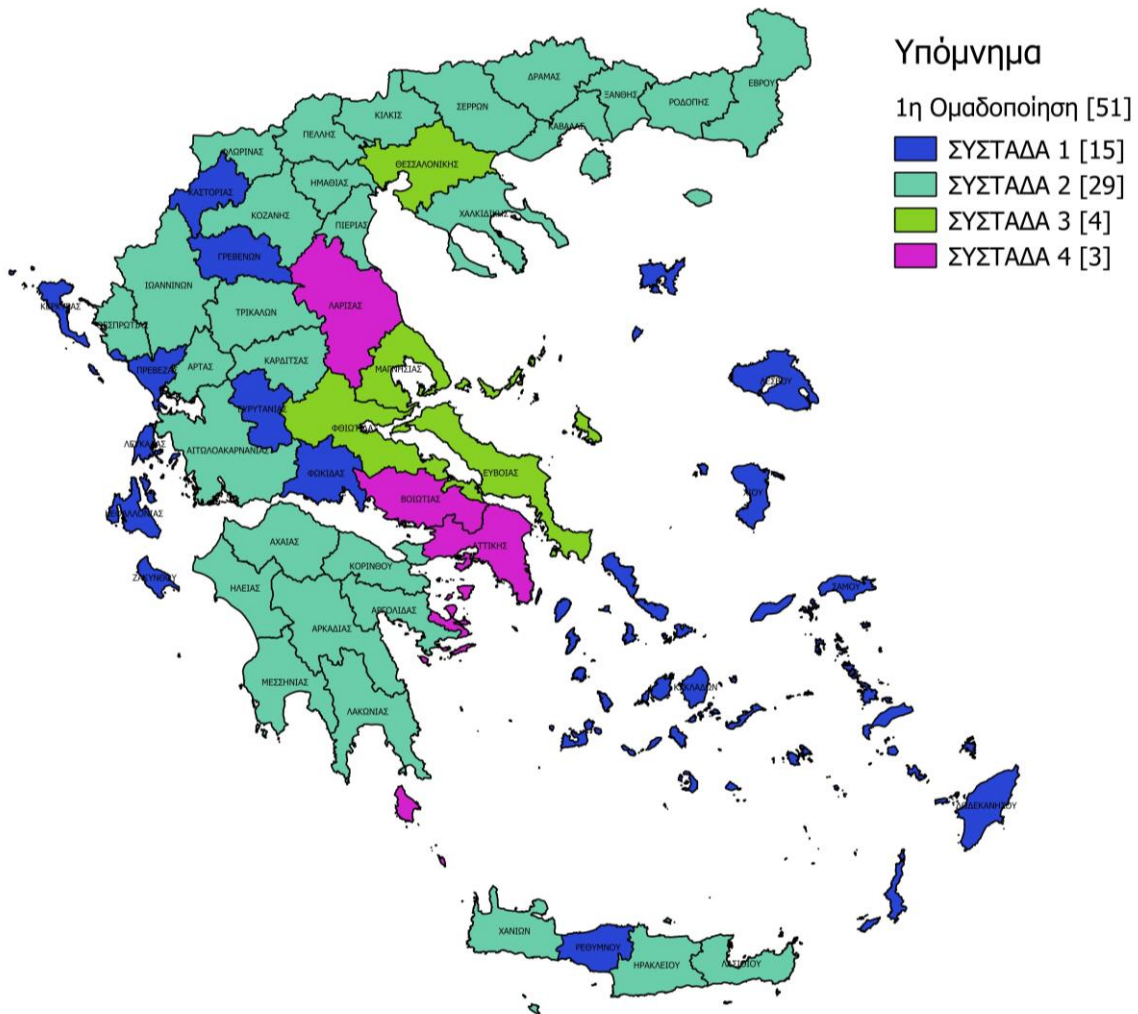
Σχήμα 4.1: Δενδροδιάγραμμα συσταδοποίησης των μεταβλητών κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 4.1: Διαδικασία σχηματισμού των ομάδων (1η Ομαδοποίηση).

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	25	43	,001	0	0	4
2	8	48	,001	0	0	9
3	23	34	,002	0	0	6
4	14	25	,004	0	1	11
5	11	39	,005	0	0	12
6	23	40	,010	3	0	22
7	4	9	,014	0	0	23
8	16	42	,019	0	0	16
9	8	51	,024	2	0	25
10	33	41	,030	0	0	22
11	13	14	,036	0	4	25
12	11	37	,042	5	0	24
13	15	30	,048	0	0	26
14	27	32	,055	0	0	23
15	3	18	,063	0	0	28
16	16	45	,075	8	0	27
17	1	38	,086	0	0	26
18	21	26	,100	0	0	24
19	36	50	,115	0	0	20
20	20	36	,133	0	19	34
21	24	29	,151	0	0	35
22	23	33	,170	6	10	33
23	4	27	,191	7	14	32
24	11	21	,214	12	18	32
25	8	13	,239	9	11	33
26	1	15	,270	17	13	31
27	16	44	,302	16	0	30
28	3	47	,337	15	0	34
29	28	49	,373	0	0	30
30	16	28	,420	27	29	40
31	1	22	,475	26	0	38
32	4	11	,569	23	24	37
33	8	23	,680	25	22	35
34	3	20	,793	28	20	37
35	8	24	,918	33	21	41
36	6	17	1,127	0	0	40
37	3	4	1,399	34	32	43
38	1	2	1,691	31	0	45
39	12	35	1,993	0	0	42
40	6	16	2,345	36	30	43
41	8	10	2,853	35	0	46
42	12	46	3,825	39	0	44
43	3	6	5,042	37	40	45
44	12	19	8,674	42	0	47
45	1	3	13,368	38	43	46
46	1	8	22,534	45	41	49
47	7	12	36,300	0	44	48
48	7	31	53,094	47	0	49
49	1	7	95,844	46	48	50
50	1	5	200,000	49	0	0

Ο χάρτης 4.1 δίνει μια απεικόνιση των συστάδων, ενώ ο πίνακας 4.2 παρουσιάζει την ελάχιστη τιμή, τη μέγιστη τιμή, το άθροισμα, το μέσο όρο και την τυπική απόκλιση των συστάδων καθώς και όλων των περιφερειακών ενοτήτων (51). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν τα κέντρα των μεταβλητών (μέσος όρος) για κάθε ομάδα τα οποία παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.1 (Καλογιού, 2009; Καλογιού, Γιαουτζή και Μπίσκα, 2011).



Χάρτης 4.1: Συστάδες από την ιεραρχημένη ομαδοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας (1η Ομαδοποίηση).

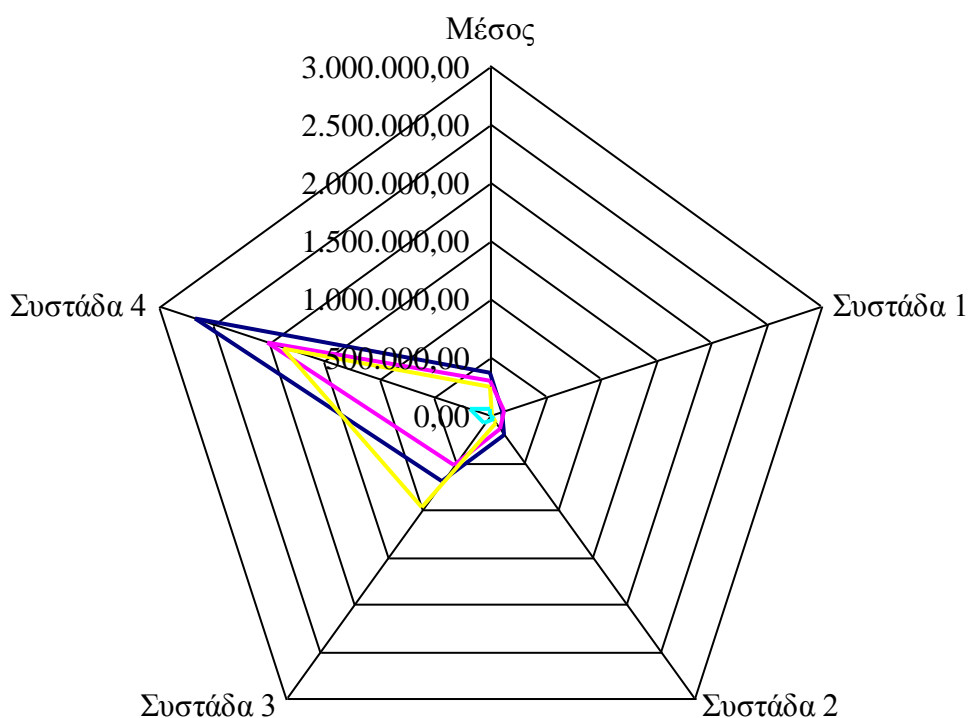
Πίνακας 4.2: Περιγραφικά χαρακτηριστικά των συστάδων και του συνόλου (1η Ομαδοποίηση).

Μεταβλητές	Σύνολο Δείγματος (51 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Οικιακή Χρήση (σε χιλ. kWh)	21.842,78	7.476.845,69	18.454.589,22	361.854,69	1.048.708,36
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εμπορική Χρήση (σε χιλ. kWh)	15.990,09	5.590.834,52	14.782.312,36	289.849,26	788.507,01
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Βιομηχανική Χρήση (σε χιλ. kWh)	634,04	3.246.107,27	12.202.237,20	239.259,55	580.613,32
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Γεωργική Χρήση (σε χιλ. kWh)	654,10	316.180,25	2.727.453,45	53.479,48	52.720,18
Μεταβλητές	Συστάδα 1 (15 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Οικιακή Χρήση (σε χιλ. kWh)	21.842,78	340.892,67	1.617.251,38	107.816,76	84.745,53
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εμπορική Χρήση (σε χιλ. kWh)	15.990,09	640.080,15	1.895.181,08	126.345,41	159.849,96
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Βιομηχανική Χρήση (σε χιλ. kWh)	634,04	54.398,33	235.143,92	15.676,26	14.167,93
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Γεωργική Χρήση (σε χιλ. kWh)	654,10	16.722,44	117.952,57	7.863,50	5.553,23
Μεταβλητές	Συστάδα 2 (29 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Οικιακή Χρήση (σε χιλ. kWh)	62.263,36	522.113,50	5.967.655,68	205.781,23	97.919,73
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εμπορική Χρήση (σε χιλ. kWh)	40.278,50	536.087,24	4.689.031,59	161.690,74	101.687,66
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Βιομηχανική Χρήση (σε χιλ. kWh)	6.407,26	285.258,44	2.399.873,45	82.754,26	64.422,38
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Γεωργική Χρήση (σε χιλ. kWh)	23.732,90	125.200,14	1.680.950,50	57.963,81	25.552,72

Μεταβλητές	Συστάδα 3 (4 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Οικιακή Χρήση (σε χιλ. kWh)	246.269,20	1.866.820,34	2.842.734,37	710.683,59	773.673,03
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εμπορική Χρήση (σε χιλ. kWh)	161.256,47	1.480.419,58	2.156.711,72	539.177,93	629.393,61
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Βιομηχανική Χρήση (σε χιλ. kWh)	537.785,96	1.343.859,43	3.961.419,69	990.354,92	345.476,13
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Γεωργική Χρήση (σε χιλ. kWh)	76.528,41	116.391,08	377.880,92	94.470,23	16.640,46
Μεταβλητές	Συστάδα 4 (3 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Οικιακή Χρήση (σε χιλ. kWh)	162.349,99	7.476.845,69	8.026.947,78	2.675.649,26	4.159.485,17
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εμπορική Χρήση (σε χιλ. kWh)	133.794,41	5.590.834,52	6.041.387,97	2.013.795,99	3.099.156,74
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Βιομηχανική Χρήση (σε χιλ. kWh)	217.757,62	3.246.107,27	5.605.800,14	1.868.600,05	1.532.566,31
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Γεωργική Χρήση (σε χιλ. kWh)	73.850,96	316.180,25	550.669,46	183.556,49	122.779,50

Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας

— Οικιακή Χρήση
 — Εμπορική Χρήση
 — Βιομηχανική Χρήση
 — Γεωργική Χρήση



Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (σε χιλ. kWh)	Οικιακή Χρήση	Εμπορική Χρήση	Βιομηχανική Χρήση	Γεωργική Χρήση
Μέσος	361.854,69	289.849,26	239.259,55	53.479,48
Συστάδα 1	107.816,76	126.345,41	15.676,26	7.863,50
Συστάδα 2	205.781,23	161.690,74	82.754,26	57.963,81
Συστάδα 3	710.683,59	539.177,93	990.354,92	94.470,23
Συστάδα 4	2.675.649,26	2.013.795,99	1.868.600,05	183.556,49

Διάγραμμα 4.1: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κάθε συστάδας (1η Ομαδοποίηση).

Χαρακτηριστικά Συστάδων 1ης Ομαδοποίησης

Συστάδα 1: Η συστάδα 1 χαρακτηρίζεται από περιφερειακές ενότητες με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, δεδομένου ότι περιλαμβάνει τις ελάχιστες τιμές κατανάλωσης ενέργειας για όλες τις δραστηριότητες σε επίπεδο όλης της χώρας. Επιπλέον η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας παρατηρείται στον εμπορικό κλάδο (1.895.181,08 χιλ. kWh), ενώ η ελάχιστη κατανάλωση στο γεωργικό κλάδο (117.952,57 χιλ. kWh). Συγκρίνοντας το άθροισμα των τιμών κατανάλωσης ενέργειας με το άθροισμα κατανάλωσης ενέργειας των αντίστοιχων κλάδων στο σύνολο της χώρας, παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας κατά φθίνουσα σειρά γίνεται για εμπορική (12,82%), οικιακή

(8,76%), γεωργική (1,93%) και βιομηχανική χρήση (1,93%). Σύμφωνα με το λόγο του μέσου όρου των τιμών κατανάλωσης ενέργειας των κλάδων δραστηριότητας της συστάδας 1 προς το μέσο όρο αντίστοιχα της χώρας παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αφορά τον εμπορικό κλάδο (43,59%) και κατά φθίνουσα σειρά τον οικιακό (29,80%), τον γεωργικό (14,70%) και το βιομηχανικό κλάδο (6,55%). Ο μέσος όρος της κατανάλωσης ενέργειας που αφορά στην εμπορική δραστηριότητα κυμαίνεται λίγο πιο κάτω από το 1/2 του αντίστοιχου εθνικού μέσου όρου, ο μέσος όρος της οικιακής δραστηριότητας κυμαίνεται περίπου στο 1/3 του αντίστοιχου εθνικού μέσου όρου, ενώ οι μέσοι όροι της γεωργικής και της βιομηχανικής δραστηριότητας κυμαίνονται πολύ χαμηλότερα, περίπου στο 1/10 των αντίστοιχων εθνικών μέσων όρων.

Συστάδα 2: Η συστάδα 2 χαρακτηρίζεται από περιφερειακές ενότητες με μέτρια κατανάλωση ενέργειας στους αντίστοιχους κλάδους. Αριθμητικά, η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας παρατηρείται για οικιακή (5.967.655,68 χιλ. kWh) και εμπορική χρήση (4.689.031,59 χιλ. kWh). Συγκρινόμενο το άθροισμα των τιμών κατανάλωσης ενέργειας με το άθροισμα κατανάλωσης ενέργειας των αντίστοιχων κλάδων στο σύνολο της χώρας παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας κατά φθίνουσα σειρά γίνεται για γεωργική (61,63%), οικιακή (32,34%), εμπορική (31,72%) και βιομηχανική χρήση (19,67%). Σύμφωνα με το λόγο του μέσου όρου των τιμών κατανάλωσης ενέργειας των κλάδων δραστηριότητας της συστάδας 2 προς το μέσο όρο αντίστοιχα της χώρας, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αφορά τον γεωργικό κλάδο (108,39%) και κατά φθίνουσα σειρά τον οικιακό (56,87%), τον εμπορικό (55,87%) και το βιομηχανικό κλάδο (34,59%). Στη συστάδα αυτή ο μέσος όρος της κατανάλωσης ενέργειας, που αφορά στη γεωργική δραστηριότητα, κυμαίνεται λίγο πιο πάνω από τον αντίστοιχο εθνικό μέσο όρο, οι μέσοι όροι της οικιακής και της εμπορικής δραστηριότητας κυμαίνονται λίγο πιο πάνω από το 1/2 των αντίστοιχων εθνικών μέσων όρων, ενώ ο μέσος όρος της βιομηχανικής δραστηριότητας κυμαίνεται χαμηλότερα περίπου στο 1/3 του αντίστοιχου εθνικού μέσου όρου.

Συστάδα 3: Η συστάδα 3 χαρακτηρίζεται γενικά από περιφερειακές ενότητες με υψηλή κατανάλωση ενέργειας στο σύνολο. Την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας έχει ο βιομηχανικός κλάδος (3.961.419,69 χιλ. kWh), ακολουθούν με περίπου ίδιες τιμές κατανάλωσης ο οικιακός και εμπορικός κλάδος και τέλος ο γεωργικός. Συγκρινόμενο το άθροισμα των τιμών κατανάλωσης ενέργειας με το άθροισμα κατανάλωσης ενέργειας των αντίστοιχων κλάδων στο σύνολο της χώρας παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας κατά φθίνουσα σειρά γίνεται για βιομηχανική (32,46%), οικιακή (15,40%), εμπορική (14,46%) και γεωργική χρήση (13,85%). Σύμφωνα με το λόγο του μέσου όρου των

τιμών κατανάλωσης ενέργειας των κλάδων δραστηριότητας της συστάδας 3 προς το μέσο όρο αντίστοιχα της χώρας, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αφορά τον βιομηχανικό κλάδο (413,92%) και κατά φθίνουσα σειρά τον οικιακό (196,40%), τον εμπορικό (186,02%) και τον γεωργικό κλάδο (176,65%). Στη συστάδα αυτή παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος της βιομηχανικής δραστηριότητας είναι περίπου στο τετραπλάσιο του αντίστοιχου εθνικού μέσου όρου, ενώ οι μέσοι όροι της οικιακής, της εμπορικής και της γεωργικής δραστηριότητας είναι περίπου στο διπλάσιο των αντίστοιχων εθνικών μέσων όρων.

Συστάδα 4: Η συστάδα 4 χαρακτηρίζεται από περιφερειακές ενότητες με πάρα πολύ υψηλή κατανάλωση ενέργειας στο σύνολό τους. Η μεγαλύτερη κατανάλωση παρατηρείται για οικιακή χρήση (8.026.947,78 χιλ. kWh) και ακολουθούν, με επίσης υψηλές τιμές κατανάλωσης ενέργειας, ο εμπορικός και βιομηχανικός κλάδος. Συγκρινόμενο το άθροισμα των τιμών κατανάλωσης ενέργειας με το άθροισμα κατανάλωσης ενέργειας των αντίστοιχων κλάδων στο σύνολο της χώρας παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας κατά φθίνουσα σειρά γίνεται για βιομηχανική (45,90%), οικιακή (43,50%), εμπορική (40,87%) και γεωργική χρήση (20,19%). Σύμφωνα με το λόγο του μέσου όρου των τιμών κατανάλωσης ενέργειας των κλάδων δραστηριότητας της συστάδας 1 προς το μέσο όρο αντίστοιχα της χώρας, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αφορά τον βιομηχανικό κλάδο (780,99%) και κατά φθίνουσα σειρά τον οικιακό (739,43%), τον εμπορικό (694,77%) και τον γεωργικό κλάδο (343,23%). Ο μέσος όρος της κατανάλωσης ενέργειας που αφορά τη βιομηχανική δραστηριότητα κυμαίνεται περίπου στο οκταπλάσιο του αντίστοιχου εθνικού μέσου όρου, οι μέσοι όροι της οικιακής και της εμπορικής δραστηριότητας κυμαίνονται περίπου στο επταπλάσιο των αντίστοιχων εθνικών μέσων όρων, ενώ ο μέσος όρος της γεωργικής δραστηριότητας είναι περίπου στο τριπλάσιο του αντίστοιχου εθνικού μέσου όρου.

4.2.2 Αποτελέσματα 2ης ομαδοποίησης

Με την ίδια διαδικασία διενεργήθηκε και η ιεραρχική ομαδοποίηση των περιφερειακών ενοτήτων σύμφωνα με τις μεταβλητές που αφορούν στον αριθμό και την ισχύ των μονάδων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Το σχήμα 4.2 δείχνει το δενδρόγραμμα της ανάλυσης που βασίζεται στα δεδομένα αυτά. Ο πίνακας 4.3 περιγράφει τις ενέργειες που πραγματοποιούνται σε κάθε βήμα της διαδικασίας σχηματισμού των ομάδων. Όπως και στην προηγούμενη ομαδοποίηση το μεγαλύτερο ενδιαφέρον βρίσκεται στη στήλη με τις αποστάσεις μεταξύ των παρατηρήσεων.

Η μικρότερη απόσταση είναι ανάμεσα στις παρατηρήσεις 26 και 49 (μπλε χρώμα-Πίνακας 4.3), οι οποίες δημιούργησαν στο πρώτο στάδιο μια ομάδα σε αντίθεση με τις υπόλοιπες παρατηρήσεις (49) που συνεχίζουν η καθεμιά τους να αποτελεί μια ξεχωριστή ομάδα. Κάτω από τη στήλη Coefficients παρουσιάζεται η απόσταση ανάμεσα στις 2 παρατηρήσεις που ενώθηκαν με τιμή 0,065. Επιπλέον, για κάθε παρατήρηση σε κάθε στάδιο παρατηρείται σε ποιο στάδιο ξαναχρησιμοποιείται η παρατήρηση για την δημιουργία μιας άλλης ομάδας. Η τιμή της απόστασης όπως φαίνεται στην αντίστοιχη στήλη μεγαλώνει σε κάθε στάδιο. Όταν όμως η τιμή αυτή γίνει ξαφνικά πολύ μεγάλη, είναι μια ισχυρή ένδειξη (και κριτήριο) για τη παύση της διαδικασίας συσταδοποίησης. Συγκεκριμένα, στον πίνακα 4.3 μετά τις 5 ομάδες που έχουν δημιουργηθεί η τιμή της απόστασης «κάνει άλμα» από 235,401 σε 285,259 (ερυθρό χρώμα-Πίνακας 4.3). Αυτό άμεσα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι παρατηρήσεις – ομάδες είναι μακριά η μια από την άλλη και άρα δεν εξηγείται περαιτέρω ομαδοποίηση. Συνεπώς, από την ιεραρχική ομαδοποίηση των μεταβλητών των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ προέκυψαν 5 συστάδες-ομάδες των περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας:

ΣΥΣΤΑΔΑ 1η.

Περιφερειακές ενότητες: Αχαΐας, Ηλείας, Ηρακλείου, Θεσπρωτίας, Θεσσαλονίκης, Καβάλας, Κιλκίς, Κοζάνης, Κορινθίας, Λακωνίας, Λάρισας, Μεσσηνίας, Ξάνθης, Πιερίας, Σερρών, Τρικάλων, Φθιώτιδας, Φλωρίνης και Χαλκιδικής.

ΣΥΣΤΑΔΑ 2η.

Περιφερειακές ενότητες: Γρεβενών, Δωδεκανήσου, Ευρυτανίας, Ζακύνθου, Καστοριάς, Κέρκυρας, Κεφαλληνίας, Κυκλάδων, Λασιθίου, Λέσβου, Λευκάδας, Μαγνησίας, Πρεβέζης, Ρεθύμνης, Σάμου, Φωκίδας, Χανίων και Χίου.

ΣΥΣΤΑΔΑ 3η.

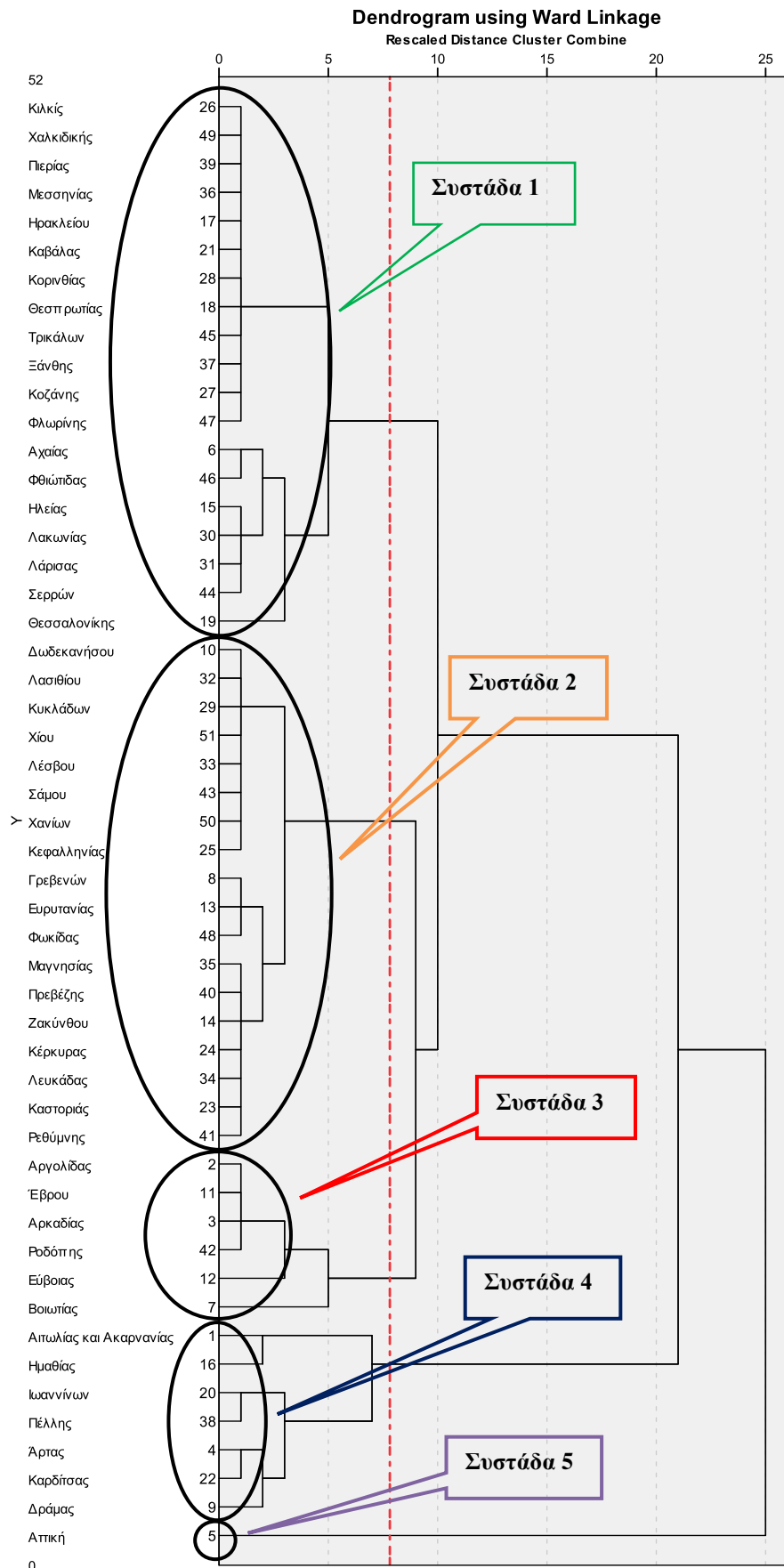
Περιφερειακές ενότητες: Αργολίδας, Αρκαδίας, Βοιωτίας, Έβρου, Εύβοιας και Ροδόπης.

ΣΥΣΤΑΔΑ 4η.

Περιφερειακές ενότητες: Αιτωλίας και Ακαρνανίας, Άρτας, Δράμας, Ημαθίας, Ιωαννίνων, Καρδίτσας και Πέλλης.

ΣΥΣΤΑΔΑ 5η.

Περιφερειακή ενότητα: Αττικής (περιφέρεια).



Σχήμα 4.2: Δενδροδιάγραμμα συσταδοποίησης των μεταβλητών μονάδων παραγωγής ενέργειας ΑΠΕ.

Πίνακας 4.3: Διαδικασία σχηματισμού των ομάδων (2η Ομαδοποίηση).

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	26	49	,065	0	0	10
2	14	24	,143	0	0	8
3	29	51	,279	0	0	26
4	33	43	,438	0	0	11
5	21	28	,663	0	0	19
6	18	45	,891	0	0	19
7	8	13	1,131	0	0	22
8	14	34	1,407	2	0	15
9	23	41	1,763	0	0	15
10	26	39	2,203	1	0	12
11	33	50	2,852	4	0	20
12	26	36	3,560	10	0	23
13	10	32	4,280	0	0	33
14	35	40	5,079	0	0	34
15	14	23	5,908	8	9	34
16	2	11	6,867	0	0	25
17	6	46	8,052	0	0	39
18	15	30	9,252	0	0	35
19	18	21	10,460	6	5	21
20	25	33	11,678	0	11	26
21	18	37	12,912	19	0	30
22	8	48	14,170	7	0	38
23	17	26	15,726	0	12	30
24	27	47	17,403	0	0	31
25	2	3	19,196	16	0	29
26	25	29	21,107	20	3	33
27	4	22	23,567	0	0	37
28	31	44	26,481	0	0	35
29	2	42	29,476	25	0	40
30	17	18	33,069	23	21	31
31	17	27	37,559	30	24	44
32	20	38	42,353	0	0	43
33	10	25	47,330	13	26	42
34	14	35	52,535	15	14	38
35	15	31	58,136	18	28	39
36	1	16	64,720	0	0	46
37	4	9	72,300	27	0	43
38	8	14	81,983	22	34	42
39	6	15	92,592	17	35	41
40	2	12	105,252	29	0	45
41	6	19	118,540	39	0	44
42	8	10	134,860	38	33	47
43	4	20	151,714	37	32	46
44	6	17	175,098	41	31	48
45	2	7	199,217	40	0	47
46	1	4	235,401	36	43	49
47	2	8	285,259	45	42	48
48	2	6	339,796	47	44	49
49	1	2	456,890	46	48	50
50	1	5	600,000	49	0	0

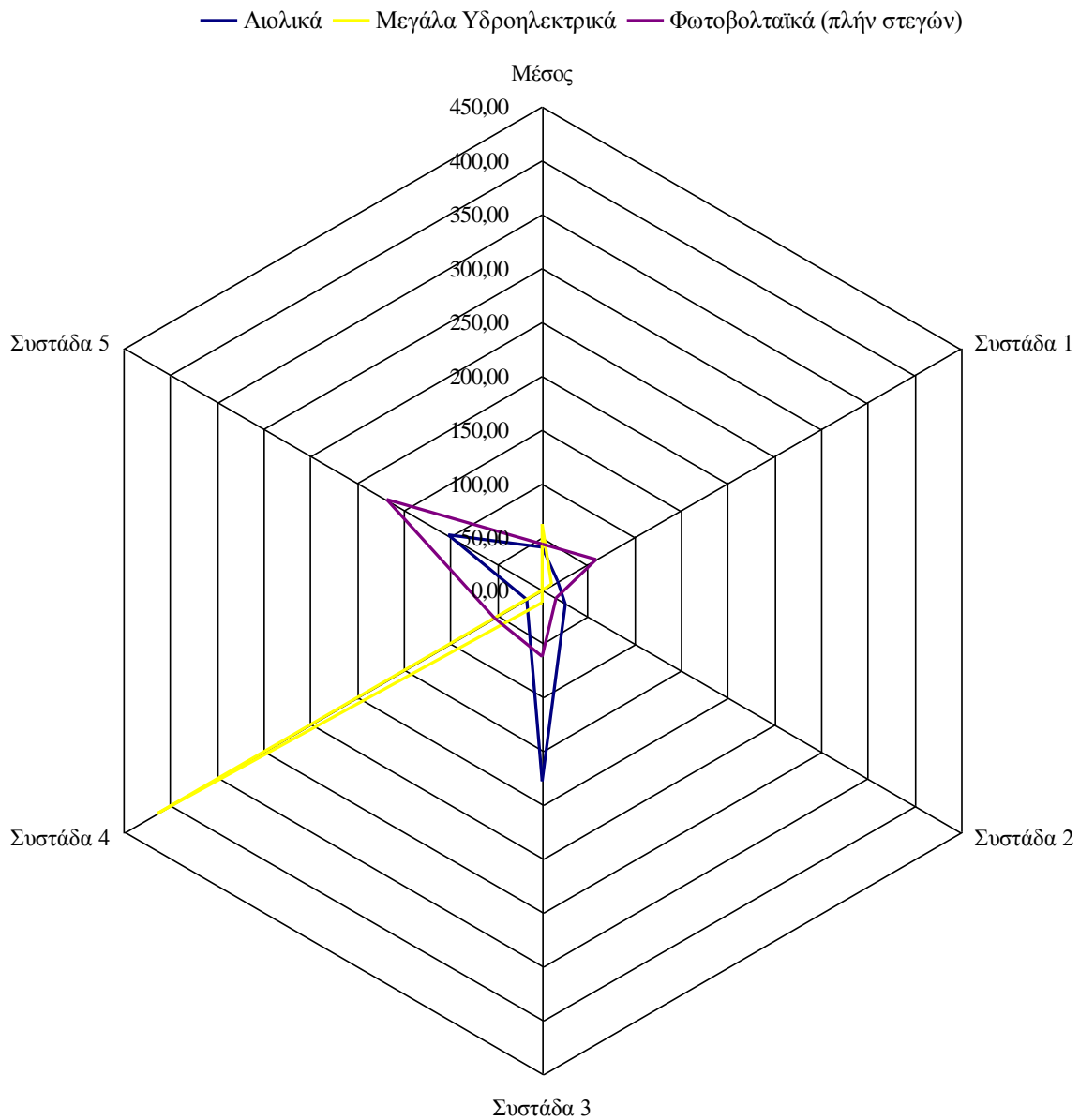
Πίνακας 4.4: Περιγραφικά χαρακτηριστικά των συστάδων και του συνόλου (2η Ομαδοποίηση).

Μεταβλητές	Σύνολο Δείγματος (51 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Αιολικά Αριθμός σταθμών	0,00	29,00	210,00	4,12	5,99
Αιολικά Ισχύς (MW)	0,00	257,20	2.022,16	39,65	59,96
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	0,00	3,00	13,00	0,25	0,59
Βιομάζα Ισχύς (MW)	0,00	34,46	46,31	0,91	4,86
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	3,00	16,00	0,31	0,73
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	907,20	3.168,70	62,13	185,24
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	16,00	108,00	2,12	3,17
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	24,96	229,73	4,50	6,54
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	5,00	820,00	14.419,00	282,73	196,88
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	0,42	199,79	2.223,20	43,59	41,25
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	21,00	5.153,00	41.335,00	810,49	824,93
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	0,10	43,40	372,77	7,31	7,20
Μεταβλητές	Συστάδα 1 (19 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Αιολικά Αριθμός σταθμών	0,00	7,00	26,00	1,37	1,92
Αιολικά Ισχύς (MW)	0,00	69,35	304,82	16,04	20,09
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	0,00	1,00	3,00	0,16	0,37
Βιομάζα Ισχύς (MW)	0,00	5,05	8,15	0,43	1,26
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	1,00	2,00	0,11	0,32
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	151,00	201,00	10,58	35,88
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	8,00	39,00	2,05	2,32
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	18,22	78,80	4,15	5,11
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	164,00	652,00	7.123,00	374,89	132,36
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	25,21	116,92	1.077,18	56,69	30,21
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	531,00	3.168,00	20.743,00	1.091,74	593,59
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	4,92	28,19	190,57	10,03	5,27

Μεταβλητές	Συστάδα 2 (18 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Αιολικά Αριθμός σταθμών	0,00	19,00	94,00	5,22	6,08
Αιολικά Ισχύς (MW)	0,00	94,25	431,53	23,97	31,83
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	0,00	1,00	2,00	0,11	0,32
Βιομάζα Ισχύς (MW)	0,00	1,25	2,23	0,12	0,36
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	5,00	13,00	0,72	1,45
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	12,30	33,01	1,83	4,09
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	5,00	329,00	2.204,00	122,44	92,75
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	0,42	54,48	249,93	13,88	12,92
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	21,00	704,00	4.525,00	251,39	195,75
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	0,10	5,87	35,19	1,95	1,54
Μεταβλητές	Συστάδα 3 (6 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Αιολικά Αριθμός σταθμών	6,00	29,00	75,00	12,50	9,01
Αιολικά Ισχύς (MW)	115,40	257,20	1.064,55	177,43	55,31
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	0,00	1,00	1,00	0,17	0,41
Βιομάζα Ισχύς (MW)	0,00	0,25	0,25	0,04	0,10
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	1,00	1,00	0,17	0,41
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	70,00	70,00	11,67	28,58
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	4,00	6,00	1,00	1,55
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	4,51	7,50	1,25	1,79
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	104,00	750,00	1.798,00	299,67	228,13
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	10,53	199,79	368,52	61,42	69,00
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	537,00	1.097,00	4.465,00	744,17	207,18
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	5,05	10,25	41,67	6,95	1,97

Μεταβλητές	Συστάδα 4 (7 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Αιολικά Αριθμός σταθμών	0	3	6	,86	1,215
Αιολικά Ισχύς (MW)	0	61	119	16,97	24,293
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	0	2	4	,57	,787
Βιομάζα Ισχύς (MW)	,0	,5	1,2	,175	,2367
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	1	3	13	1,86	,900
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	19,0	907,2	2897,7	413,957	337,3713
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	2	16	49	7,00	4,967
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	2,03	24,96	109,78	15,6833	6,85011
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	168	820	2490	355,71	216,645
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	22,721630	109,824558	360,423825	51,48911786	29,606851845
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	532	1433	6449	921,29	345,968
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	4,8203	13,5554	61,9463	8,849471	3,0892289
Μεταβλητές	Συστάδα 5 (1 Περιφερειακή ενότητα)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Αιολικά Αριθμός σταθμών	9,00	9,00	9,00	9,00	.
Αιολικά Ισχύς (MW)	102,46	102,46	102,46	102,46	.
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	3,00	3,00	3,00	3,00	.
Βιομάζα Ισχύς (MW)	34,46	34,46	34,46	34,46	.
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	0,00	0,00	0,00	.
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	0,00	0,00	0,00	.
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	1,00	1,00	1,00	1,00	.
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,63	0,63	0,63	0,63	.
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	804,00	804,00	804,00	804,00	.
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	167,14	167,14	167,14	167,14	.
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	5.153,00	5.153,00	5.153,00	5.153,00	.
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	43,40	43,40	43,40	43,40	.

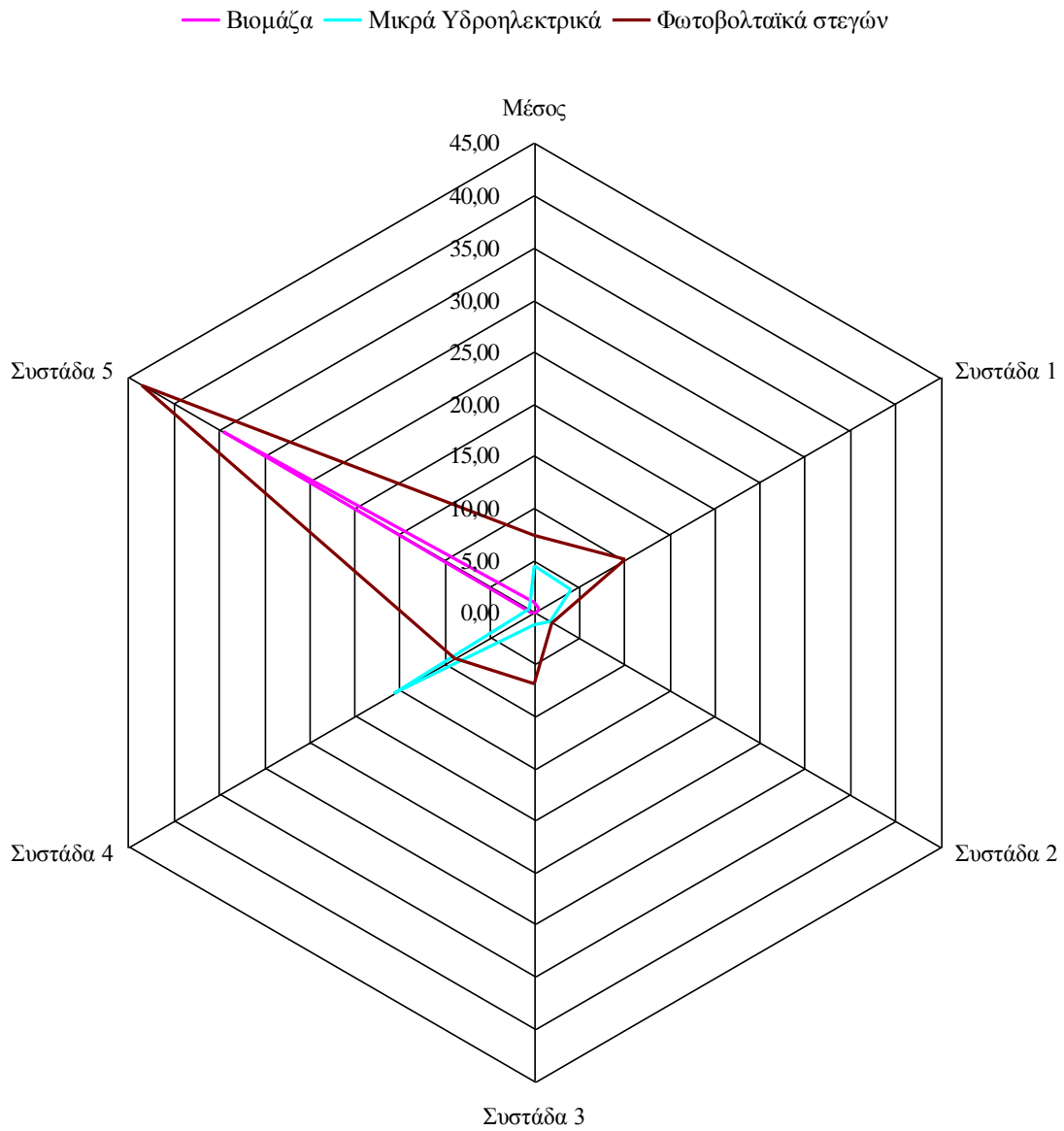
Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ-Ι



Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ-Ι (MW)	Αιολικά	Μεγάλα Υδροηλεκτρικά	Φωτοβολταϊκά (πλην στεγών)
Μέσος	39,65	62,13	43,59
Συστάδα 1	16,04	10,58	56,69
Συστάδα 2	23,97	0,00	13,88
Συστάδα 3	177,43	11,67	61,42
Συστάδα 4	16,97	413,96	51,49
Συστάδα 5	102,46	0,00	167,14

Διάγραμμα 4.2: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της εγκατεστημένης ισχύς ΑΠΕ-Ι (2η Ομαδοποίηση).

Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ II



Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ-II (MW)	Βιομάζα	Μικρά Υδροηλεκτρικά	Φωτοβολταϊκά στεγών
Μέσος	0,91	4,50	7,31
Συστάδα 1	0,43	4,15	10,03
Συστάδα 2	0,12	1,83	1,95
Συστάδα 3	0,04	1,25	6,95
Συστάδα 4	0,17	15,68	8,85
Συστάδα 5	34,46	0,63	43,40

Διάγραμμα 4.3: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της εγκατεστημένης ισχύς ΑΠΕ-II (2η Ομαδοποίηση).

Χαρακτηριστικά Συστάδων 2ης Ομαδοποίησης

Συστάδα 1: Η συστάδα 1 χαρακτηρίζεται από περιφερειακές ενότητες με το μεγαλύτερο αριθμό μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (27.936 μονάδες συνολικά) και σχετικά μεγάλη εγκατεστημένη ισχύ (1.860,52 MW). Ειδικότερα παρουσιάζει μεγάλο αριθμό φωτοβολταϊκών σταθμών τόσο σε οικόπεδα (652 σταθμοί, 116,92 MW) όσο και στις στέγες (3.168 σταθμοί, 28,19 MW). Επιπλέον στην ομάδα αυτή περιλαμβάνεται το 1/3 των μονάδων παραγωγής ενέργειας από μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς (39 σταθμοί, 78,80 MW), οι 3 από τους 13 σταθμούς παραγωγής ενέργειας από βιομάζα (8,15 MW) καθώς και οι 2 από τους 16 μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς της χώρας (201 MW). Σε αυτή τη συστάδα σε σύγκριση με τους αντίστοιχους εθνικούς μέσους όρους, παρατηρούμε ότι οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών (οικόπεδων και στεγών) κυμαίνονται πιο πάνω (130÷137%) από τους αντίστοιχους εθνικούς μέσους όρους, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στους αντίστοιχους εθνικούς μέσους όρους (96,70% και 92,22%), οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στο 1/3 (35,48%) και στο 1/5 (17,03%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των σταθμών βιομάζας κυμαίνονται περίπου στα 6/10 (64,00%) και στο 1/2 (47,25%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων και οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των αιολικών πάρκων κυμαίνονται περίπου στο 1/3 (33,25%) και στα 4/10 (40,45%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων.

Συστάδα 2: Η συστάδα 2 χαρακτηρίζεται από περιφερειακές ενότητες με μέτριο αριθμό μονάδων παραγωγής (6.838 μονάδες) ενέργειας από ΑΠΕ και με την 2^η χαμηλότερη συνολική εγκατεστημένη ισχύ (751,88 MW) σε σχέση με τις υπόλοιπες συστάδες. Ειδικότερα χαρακτηρίζεται από μεγάλο αριθμό αιολικών πάρκων (94 μονάδες) με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 431,53 MW, καθώς και από μεγάλο αριθμό φωτοβολταϊκών σταθμών, ήτοι 2.204 μονάδες σε οικόπεδα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 249,93 MW και 525 φωτοβολταϊκοί σταθμοί σε στέγες με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 35,19 MW. Επιπλέον στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται 2 μονάδες παραγωγής ενέργειας από βιομάζα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 2,23 MW και 13 μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 33,01 MW. Στη συγκεκριμένη συστάδα, και σε σύγκριση με τους αντίστοιχους εθνικούς μέσους όρους, παρατηρούμε ότι οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών στεγών κυμαίνονται περίπου στο 1/3 (31,02%) και στο 1/4 (26,68%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών (πλην στεγών) κυμαίνονται περίπου στα 4/10 (43,31%) και στο 1/3 (31,84%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών

κυμαίνονται περίπου στο 1/3 (33,96%) και στα 4/10 (40,67%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των σταθμών βιομάζας κυμαίνονται περίπου στα 4/10 (44,00%) και στο 1/10 (13,19%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των αιολικών πάρκων κυμαίνονται περίπου στα 13/10 (126,70%) και στα 6/10 (60,45%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, ενώ δεν υφίστανται μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί.

Συστάδα 3: Η συστάδα 3 χαρακτηρίζεται όπως και η συστάδα 2 από περιφερειακές ενότητες με μέτριο αριθμό μονάδων παραγωγής (6.346 μονάδες) ενέργειας από ΑΠΕ, αλλά με αρκετά μεγαλύτερη συνολική εγκατεστημένη ισχύ (1.552,5 MW). Ειδικότερα χαρακτηρίζεται από μεγάλο αριθμό αιολικών πάρκων (75 μονάδες) και με μεγάλη συνολική εγκατεστημένη ισχύ 1.064,55 MW, καθώς και από μεγάλο αριθμό φωτοβολταϊκών σταθμών, ήτοι 1.798 μονάδες σε οικόπεδα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 368,52 MW και 4.465 φωτοβολταϊκοί σταθμοί σε στέγες με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 41,67 MW. Αξιοσημείωτο είναι να αναφερθεί ότι περιλαμβάνεται και ένας από τους μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς συνολικής ισχύος 70 MW. Στη συγκεκριμένη συστάδα, και σε σύγκριση με τους αντίστοιχους εθνικούς μέσους όρους, παρατηρούμε ότι οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών στεγών κυμαίνονται αντίστοιχα περίπου στους εθνικούς μέσους όρους (91,82% και 95,08%), οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών (πλην στεγών) κυμαίνονται πιο πάνω (105,99% και 140,90%) αντίστοιχα από τους εθνικούς μέσους όρους, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στο 1/2 (47,17%) και στο 1/4 (27,78%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στο 1/2 (54,84%) και στο 1/5 (18,78%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των σταθμών βιομάζας κυμαίνονται περίπου στα 7/10 (68,00%) και στο 1/20 (4,40%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων και οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των αιολικών πάρκων κυμαίνονται περίπου στο τριπλάσιο (303,40%) και στο τετραπλάσιο (447,49%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων.

Συστάδα 4: Η συστάδα 4 χαρακτηρίζεται από αρκετά μεγάλο αριθμό μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (9.011 μονάδες) και από τη μεγαλύτερη συνολικά εγκατεστημένη ισχύ (3.549,88MW) σε σχέση με τις υπόλοιπες συστάδες. Ειδικότερα χαρακτηρίζεται από μεγάλο αριθμό μεγάλων και μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών, ήτοι 13 μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 2.897,7 MW και 49 μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 109,78 MW. Επιπλέον χαρακτηρίζεται από μεγάλο αριθμό φωτοβολταϊκών σταθμών, 2.490 σταθμοί σε οικόπεδα ισχύος 360,42 MW και 6.449 φωτοβολταϊκοί σταθμοί σε στέγες ισχύος 61,95 MW. Σε αυτή

τη συστάδα, σε σύγκριση με τους αντίστοιχους εθνικούς μέσους όρους, παρατηρούμε ότι οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών στεγών κυμαίνονται πιο πάνω (113,67% και 121,07%) αντίστοιχα από τους εθνικούς μέσους όρους, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών (πλην στεγών) κυμαίνονται πιο πάνω (125,81% και 118,12%) αντίστοιχα από τους εθνικούς μέσους όρους, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στο τριπλάσιο (330,19% και 348,44%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στο εξαπλάσιο (600,00%) και στο επταπλάσιο (666,28%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των σταθμών βιομάζας κυμαίνονται περίπου στο διπλάσιο (228,00%) και στο 1/5 (18,68%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων και οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των αιολικών πάρκων κυμαίνονται περίπου στο 1/5 (20,87%) και στα 4/10 (42,80%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων.

Συστάδα 5: Η συστάδα 5 περιλαμβάνει μόνο την περιφερειακή ενότητα (περιφέρεια) Αττικής. Τόσο ο αριθμός των εγκατεστημένων σταθμών παραγωγής ενέργειας, όσο και η εγκατεστημένη ισχύς είναι η μικρότερη σε σχέση με τις υπόλοιπες συστάδες, ήτοι 5.970 μονάδες και εγκατεστημένη ισχύς 348,09 MW. Το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής με φθίνουσα πορεία έχουν οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί σε οικόπεδα (804 μονάδες, 167,14 MW), τα αιολικά πάρκα (9 μονάδες, 102,46 MW), τα φωτοβολταϊκά στις στέγες (5.153 μονάδες, 43,40 MW) και οι μονάδες βιομάζας (3 μονάδες, 34,46 MW). Στην συστάδα αυτή και σε σύγκριση με τους αντίστοιχους εθνικούς μέσους όρους, παρατηρούμε ότι οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών κυμαίνονται περίπου στο εξαπλάσιο αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων (635,79% και 593,71% αντίστοιχα), οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών (πλην στεγών) κυμαίνονται περίπου στο τριπλάσιο (284,37%) και στο τετραπλάσιο (383,44%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στο 1/2 (47,17%) και στα 3/20 (14,00%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των σταθμών βιομάζας κυμαίνονται περίπου στο δωδεκαπλάσιο (1.200,00%) και στο τριανταοκταπλάσιο (3.786,81%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των αιολικών πάρκων κυμαίνονται περίπου στο διπλάσιο (208,45% και 258,41%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, ενώ δεν υφίστανται μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί.

4.2.3 Αποτελέσματα 3ης ομαδοποίησης

Ακολουθήθηκαν τα ίδια βήματα όπως και στις δύο προηγούμενες ταξινομήσεις για την ομαδοποίηση όλων των μεταβλητών. Το σχήμα 4.3 δείχνει το δενδρόγραμμα της ανάλυσης που βασίζεται στα δεδομένα της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τους διάφορους τομείς δραστηριότητας και στα δεδομένα του αριθμού και της ισχύος των μονάδων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Ο πίνακας 4.5 περιγράφει τις ενέργειες που πραγματοποιούνται σε κάθε βήμα της διαδικασίας σχηματισμού των ομάδων. Όπως και στις προηγούμενες ταξινομήσεις το μεγαλύτερο ενδιαφέρον βρίσκεται στη στήλη με τις αποστάσεις μεταξύ των παρατηρήσεων.

Η μικρότερη απόσταση είναι ανάμεσα στις παρατηρήσεις 14 και 24 (μπλε χρώμα-Πίνακας 4.5), οι οποίες δημιούργησαν στο πρώτο στάδιο μια ομάδα σε αντίθεση με τις υπόλοιπες παρατηρήσεις (49) που συνεχίζουν η καθεμιά τους να αποτελεί μια ξεχωριστή ομάδα. Κάτω από τη στήλη Coefficients παρουσιάζεται η απόσταση ανάμεσα στις 2 παρατηρήσεις που ενώθηκαν με τιμή 0,099. Επιπλέον, για κάθε παρατήρηση σε κάθε στάδιο παρατηρείται σε ποιο στάδιο ξαναχρησιμοποιείται η παρατήρηση για την δημιουργία μιας άλλης ομάδας. Η τιμή της απόστασης όπως φαίνεται στην αντίστοιχη στήλη μεγαλώνει σε κάθε στάδιο. Όταν όμως η τιμή αυτή γίνει ξαφνικά πολύ μεγάλη, είναι μια ισχυρή ένδειξη (και κριτήριο) για τη παύση της διαδικασίας συσταδοποίησης. Συγκεκριμένα, στον πίνακα 4.3 μετά τις 5 ομάδες που έχουν δημιουργηθεί η τιμή της απόστασης «κάνει άλμα» από 296,599 σε 355,669 (ερυθρό χρώμα-Πίνακας 4.5). Αυτό άμεσα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι παρατηρήσεις – ομάδες είναι μακριά η μια από την άλλη και άρα δεν εξηγείται περαιτέρω ομαδοποίηση. Συνεπώς, από την ιεραρχική ομαδοποίηση των μεταβλητών των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ προέκυψαν 4 συστάδες-ομάδες των περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας:

ΣΥΣΤΑΔΑ 1η:

Περιφερειακές Ενότητες: Αργολίδας, Αρκαδίας, Γρεβενών, Δωδεκανήσου, Έβρου, Εύβοιας, Ευρυτανίας, Ζακύνθου, Θεσπρωτίας, Καστοριάς, Κέρκυρας, Κεφαλληνίας, Κυκλάδων, Λασιθίου, Λέσβου, Λευκάδας, Ξάνθης, Πρεβέζης, Ρεθύμνης, Ροδόπης, Σάμου, Φωκίδας, Χανίων και Χίου.

ΣΥΣΤΑΔΑ 2η:

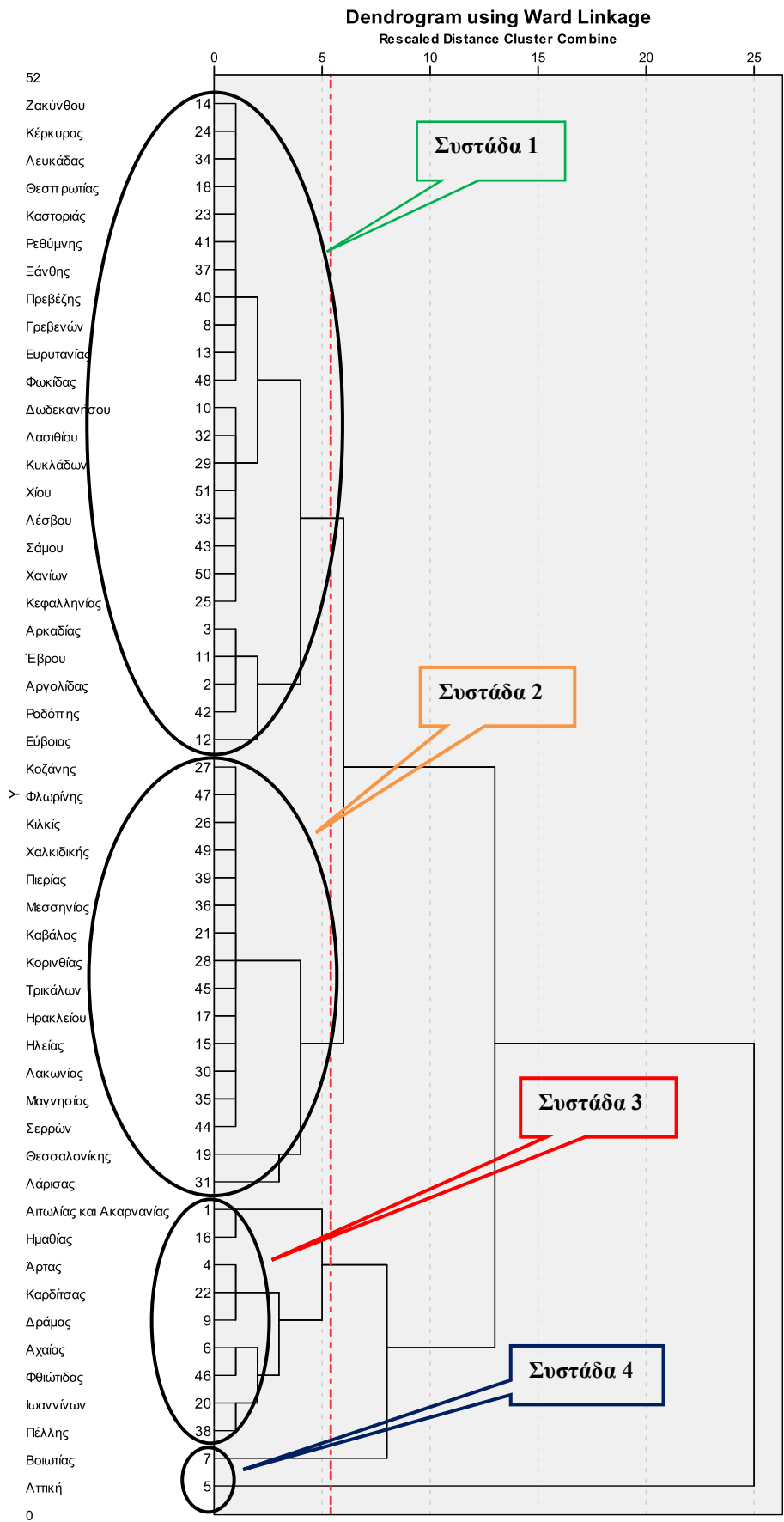
Περιφερειακές Ενότητες: Ηλείας, Ηρακλείου, Θεσσαλονίκης, Καβάλας, Κιλκίς, Κοζάνης, Κορινθίας, Λακωνίας, Λάρισας, Μαγνησίας, Μεσσηνίας, Πιερίας, Σερρών, Τρικάλων, Φλωρίνης και Χαλκιδικής.

ΣΥΣΤΑΔΑ 3η:

Περιφερειακές Ενότητες: Αιτωλίας και Ακαρνανίας, Άρτας, Αχαΐας, Δράμας, Ημαθίας, Ιωαννίνων, Καρδίτσας, Πέλλης και Φθιώτιδας.

ΣΥΣΤΑΔΑ 4η:

Περιφερειακές Ενότητες: Αττικής (περιφέρεια) και Βοιωτίας.



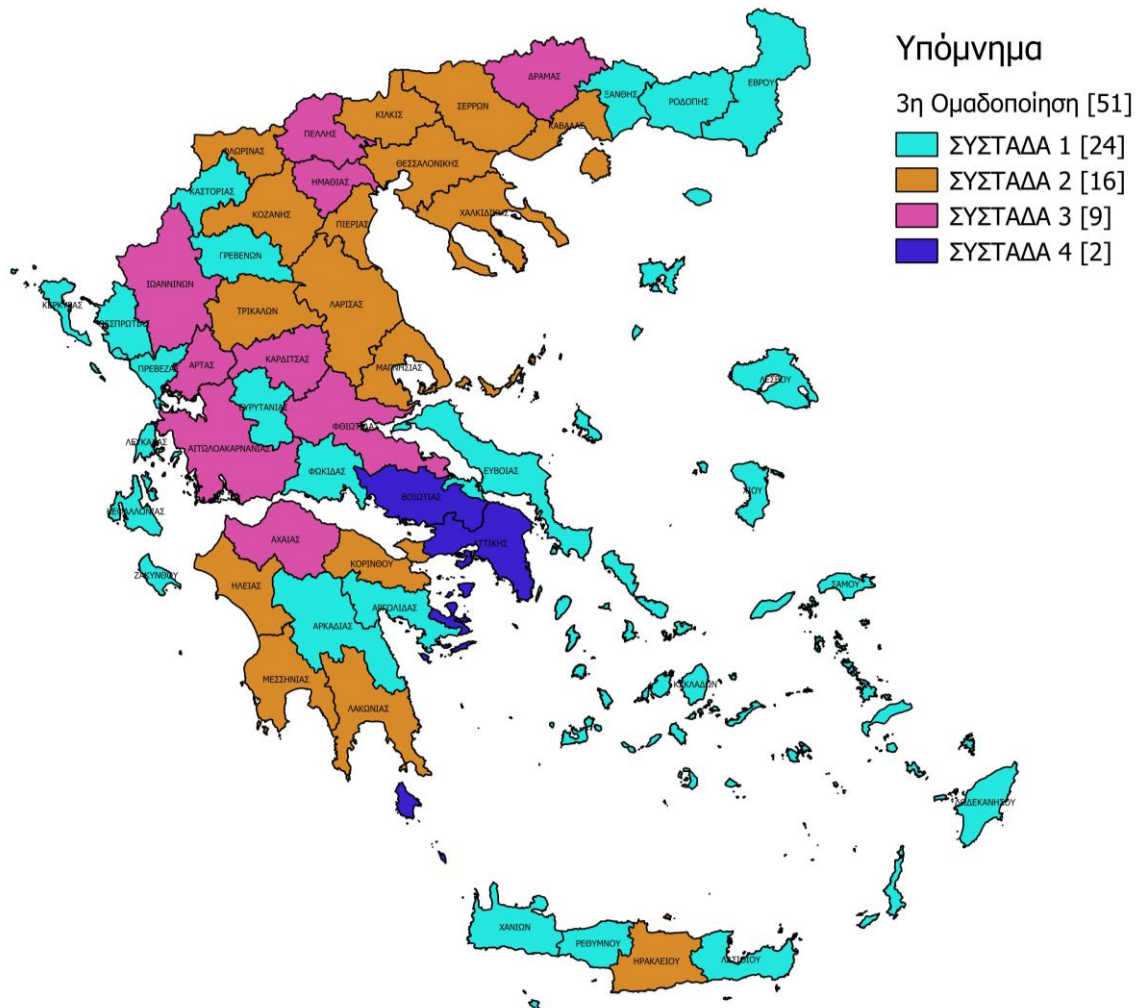
Σχήμα 4.3: Δενδροδιάγραμμα συσταδοποίησης όλων των μεταβλητών.

Πίνακας 4.5: Διαδικασία σχηματισμού των ομάδων (3η Ομαδοποίηση).

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	14	24	,099	0	0	7
2	26	49	,202	0	0	9
3	29	51	,387	0	0	21
4	33	43	,574	0	0	12
5	8	13	,824	0	0	16
6	21	28	1,114	0	0	13
7	14	34	1,438	1	0	23
8	18	23	1,796	0	0	10
9	26	39	2,254	2	0	11
10	18	41	2,855	8	0	18
11	26	36	3,675	9	0	22
12	33	50	4,557	4	0	17
13	21	45	5,705	6	0	22
14	10	32	6,892	0	0	32
15	15	30	8,099	0	0	34
16	8	48	9,362	5	0	38
17	25	33	10,645	0	12	21
18	18	37	11,993	10	0	23
19	3	11	13,599	0	0	28
20	27	47	15,302	0	0	30
21	25	29	17,227	17	3	32
22	21	26	19,244	13	11	24
23	14	18	21,517	7	18	26
24	17	21	23,843	0	22	30
25	2	42	26,341	0	0	28
26	14	40	28,893	23	0	38
27	4	22	31,911	0	0	36
28	2	3	35,616	25	19	40
29	6	46	39,346	0	0	39
30	17	27	43,888	24	20	37
31	35	44	48,608	0	0	34
32	10	25	53,893	14	21	41
33	20	38	59,402	0	0	39
34	15	35	66,025	15	31	37
35	1	16	72,829	0	0	46
36	4	9	80,547	27	0	42
37	15	17	88,267	34	30	44
38	8	14	97,829	16	26	41
39	6	20	111,299	29	33	42
40	2	12	124,834	28	0	45
41	8	10	142,221	38	32	45
42	4	6	162,976	36	39	46
43	19	31	184,742	0	0	44
44	15	19	214,846	37	43	47
45	2	8	251,556	40	41	47
46	1	4	296,599	35	42	48
47	2	15	355,669	45	44	49
48	1	7	426,162	46	0	49
49	1	2	552,734	48	47	50
50	1	5	800,000	49	0	0

Ο χάρτης 4.3 δίνει την οπτικοποίηση των συστάδων, ενώ ο πίνακας 4.6 παρουσιάζει την ελάχιστη τιμή, τη μέγιστη τιμή, το άθροισμα, το μέσο όρο και την τυπική απόκλιση των συστάδων καθώς και όλων των περιφερειακών ενοτήτων (51). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν τα κέντρα των μεταβλητών (μέσος όρος) για κάθε ομάδα τα οποία παρουσιάζονται στα διαγράμματα 4.4, 4.5 και 4.6.



Χάρτης 4.3: Συστάδες από την ιεραρχημένη ομαδοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας (3η Ομαδοποίηση).

Πίνακας 4.6: Περιγραφικά χαρακτηριστικά των συστάδων και του συνόλου (3η Ομαδοποίηση).

Μεταβλητές	Σύνολο Δείγματος (51 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Οικιακή Χρήση (σε χιλ. kWh)	21.842,78	7.476.845,69	18.454.589,22	361.854,69	1.048.708,36
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εμπορική Χρήση (σε χιλ. kWh)	15.990,09	5.590.834,52	14.782.312,36	289.849,26	788.507,01
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Βιομηχανική Χρήση (σε χιλ. kWh)	634,04	3.246.107,27	12.202.237,20	239.259,55	580.613,32
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Γεωργική Χρήση (σε χιλ. kWh)	654,10	316.180,25	2.727.453,45	53.479,48	52.720,18
Αιολικά Αριθμός σταθμών	0,00	29,00	210,00	4,12	5,99
Αιολικά Ισχύς (MW)	0,00	257,20	2.022,16	39,65	59,96
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	0,00	3,00	13,00	0,25	0,59
Βιομάζα Ισχύς (MW)	0,00	34,46	46,31	0,91	4,86
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	3,00	16,00	0,31	0,73
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	907,20	3.168,70	62,13	185,24
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	16,00	108,00	2,12	3,17
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	24,96	229,73	4,50	6,54
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	5,00	820,00	14.419,00	282,73	196,88
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	0,42	199,79	2.223,20	43,59	41,25
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	21,00	5.153,00	41.335,00	810,49	824,93
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	0,10	43,40	372,77	7,31	7,20

Μεταβλητές	Συστάδα 1 (24 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Οικιακή Χρήση (σε χιλ. kWh)	21.842,78	410.303,56	3.313.532,54	138.063,86	97.771,36
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εμπορική Χρήση (σε χιλ. kWh)	15.990,09	640.080,15	3.291.309,76	137.137,91	134.171,74
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Βιομηχανική Χρήση (σε χιλ. kWh)	634,04	537.785,96	1.256.971,54	52.373,81	109.504,90
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Γεωργική Χρήση (σε χιλ. kWh)	654,10	125.200,14	609.925,56	25.413,56	30.983,06
Αιολικά Αριθμός σταθμών	0,00	29,00	151,00	6,29	7,29
Αιολικά Ισχύς (MW)	0,00	215,50	1.221,88	50,91	66,95
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	0,00	1,00	2,00	0,08	0,28
Βιομάζα Ισχύς (MW)	0,00	0,98	1,23	0,05	0,20
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	1,00	1,00	0,04	0,20
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	70,00	70,00	2,92	14,29
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	5,00	15,00	0,63	1,28
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	12,30	39,45	1,64	3,63
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	5,00	329,00	3.375,00	140,63	90,37
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	0,42	71,02	466,94	19,46	17,23
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	21,00	1.097,00	8.740,00	364,17	281,79
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	0,10	10,25	75,27	3,14	2,66

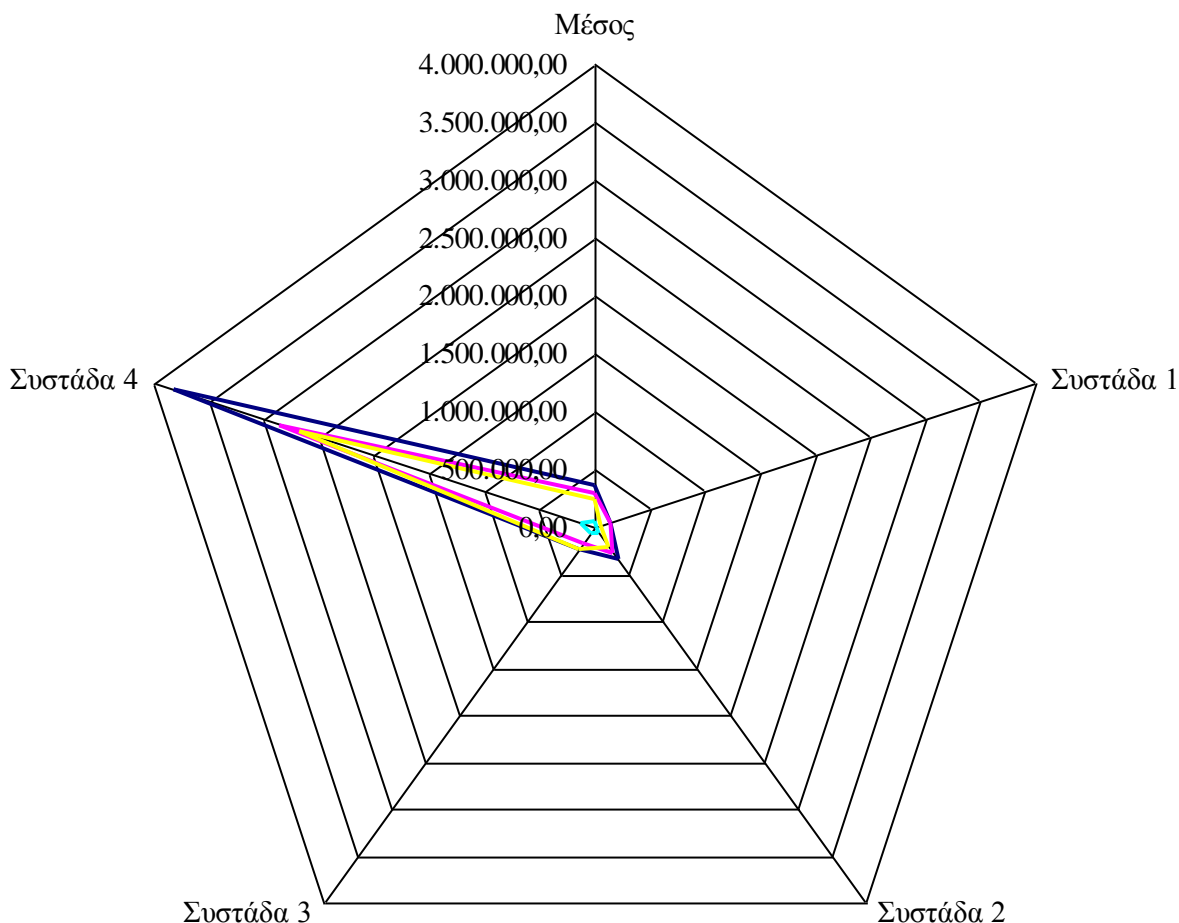
Μεταβλητές	Συστάδα 2 (16 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Οικιακή Χρήση (σε χιλ. kWh)	67.483,62	1.866.820,34	5.396.069,07	337.254,32	418.866,51
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εμπορική Χρήση (σε χιλ. kWh)	40.278,50	1.480.419,58	4.291.722,52	268.232,66	342.812,50
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Βιομηχανική Χρήση (σε χιλ. kWh)	22.502,24	1.147.985,00	3.426.535,09	214.158,44	330.694,53
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Γεωργική Χρήση (σε χιλ. kWh)	28.297,68	316.180,25	1.227.214,60	76.700,91	66.808,07
Αιολικά Αριθμός σταθμών	0,00	7,00	20,00	1,25	1,88
Αιολικά Ισχύς (MW)	0,00	41,42	219,47	13,72	15,36
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	0,00	1,00	4,00	0,25	0,45
Βιομάζα Ισχύς (MW)	0,00	5,05	9,40	0,59	1,37
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	1,00	2,00	0,13	0,34
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	151,00	201,00	12,56	38,97
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	4,00	24,00	1,50	1,37
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	7,89	42,37	2,65	2,81
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	205,00	548,00	5.810,00	363,13	100,54
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	25,21	116,92	885,91	55,37	30,72
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	531,00	3.168,00	17.629,00	1.101,81	622,88
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	4,92	28,19	161,43	10,09	5,58

Μεταβλητές	Συστάδα 3 (9 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Οικιακή Χρήση (σε χιλ. kWh)	122.082,20	522.113,50	2.105.791,93	233.976,88	120.482,57
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εμπορική Χρήση (σε χιλ. kWh)	63.551,54	384.011,60	1.474.651,16	163.850,13	97.119,21
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Βιομηχανική Χρήση (σε χιλ. kWh)	26.410,77	1.343.859,43	2.130.688,05	236.743,12	422.748,60
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Γεωργική Χρήση (σε χιλ. kWh)	33.459,97	116.391,08	655.824,08	72.869,34	29.849,88
Αιολικά Αριθμός σταθμών	0,00	4,00	13,00	1,44	1,59
Αιολικά Ισχύς (MW)	0,00	69,35	221,15	24,57	27,43
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	0,00	2,00	4,00	0,44	0,73
Βιομάζα Ισχύς (MW)	0,00	0,50	1,22	0,14	0,22
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	3,00	13,00	1,44	1,13
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	907,20	2.897,70	321,97	344,51
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	2,00	16,00	64,00	7,11	4,31
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	2,03	24,96	142,76	15,86	6,01
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	168,00	820,00	3.680,00	408,89	217,13
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	22,72	109,82	503,42	55,94	29,28
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	532,00	1.442,00	9.112,00	1.012,44	354,32
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	4,82	13,56	86,02	9,56	3,04

Μεταβλητές	Συστάδα 4 (2 Περιφερειακές ενότητες)				
	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Άθροισμα	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Οικιακή Χρήση (σε χιλ. kWh)	162.349,99	7.476.845,69	7.639.195,68	3.819.597,84	5.172.129,51
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Εμπορική Χρήση (σε χιλ. kWh)	133.794,41	5.590.834,52	5.724.628,93	2.862.314,46	3.858.710,06
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Βιομηχανική Χρήση (σε χιλ. kWh)	2.141.935,25	3.246.107,27	5.388.042,52	2.694.021,26	780.767,53
Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Γεωργική Χρήση (σε χιλ. kWh)	73.850,96	160.638,25	234.489,21	117.244,61	61.367,88
Αιολικά Αριθμός σταθμών	9,00	17,00	26,00	13,00	5,66
Αιολικά Ισχύς (MW)	102,46	257,20	359,66	179,83	109,42
Βιομάζα Αριθμός σταθμών	0,00	3,00	3,00	1,50	2,12
Βιομάζα Ισχύς (MW)	0,00	34,46	34,46	17,23	24,37
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μικρά Υδροηλεκτρικά Αριθμός σταθμών	1,00	4,00	5,00	2,50	2,12
Μικρά Υδροηλεκτρικά Ισχύς (MW)	0,63	4,51	5,14	2,57	2,74
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Αριθμός σταθμών	750,00	804,00	1.554,00	777,00	38,18
Φωτοβολταϊκά (πλην προγράμματος στεγών) Ισχύς (MW)	167,14	199,79	366,93	183,47	23,09
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Αριθμός σταθμών	701,00	5.153,00	5.854,00	2.927,00	3.148,04
Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών Ισχύς (MW)	6,64	43,40	50,04	25,02	25,99

Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας

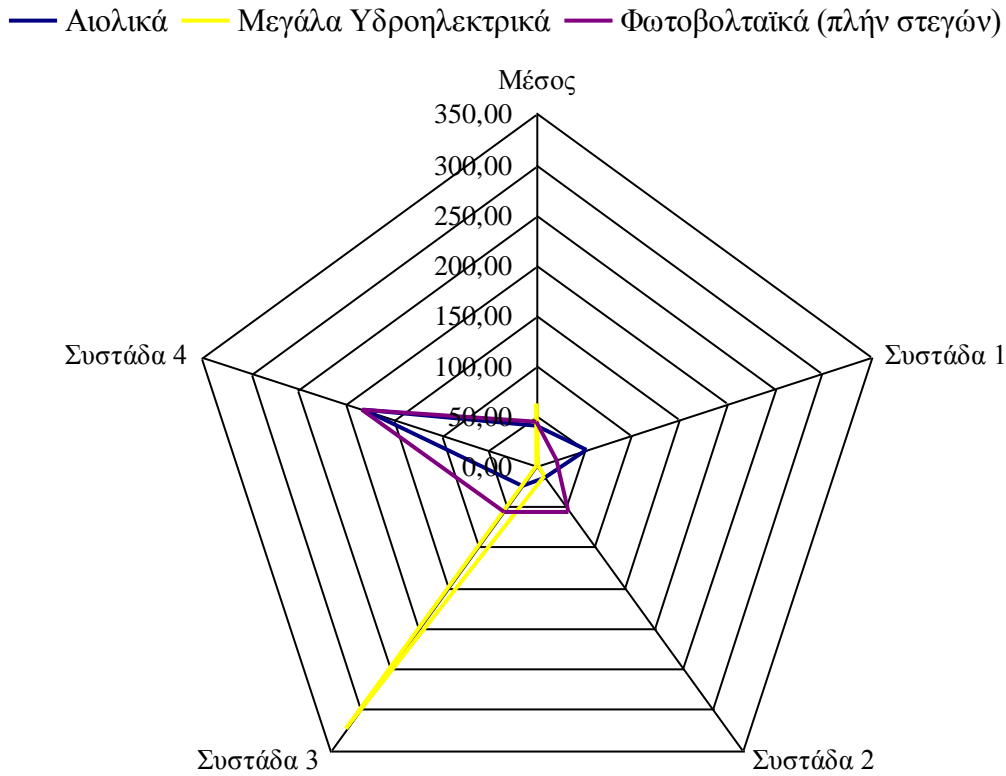
— Οικιακή Χρήση — Εμπορική Χρήση — Βιομηχανική Χρήση — Γεωργική Χρήση



Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (σε χιλ. kWh)	Οικιακή Χρήση	Εμπορική Χρήση	Βιομηχανική Χρήση	Γεωργική Χρήση
Μέσος	361.854,69	289.849,26	239.259,55	53.479,48
Συστάδα 1	138.063,86	137.137,91	52.373,81	25.413,56
Συστάδα 2	337.254,32	268.232,66	214.158,44	76.700,91
Συστάδα 3	233.976,88	163.850,13	236.743,12	72.869,34
Συστάδα 4	3.819.597,84	2.862.314,46	2.694.021,26	117.244,61

Διάγραμμα 4.4: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κάθε συστάδας (3η Ομαδοποίηση).

Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ-Ι

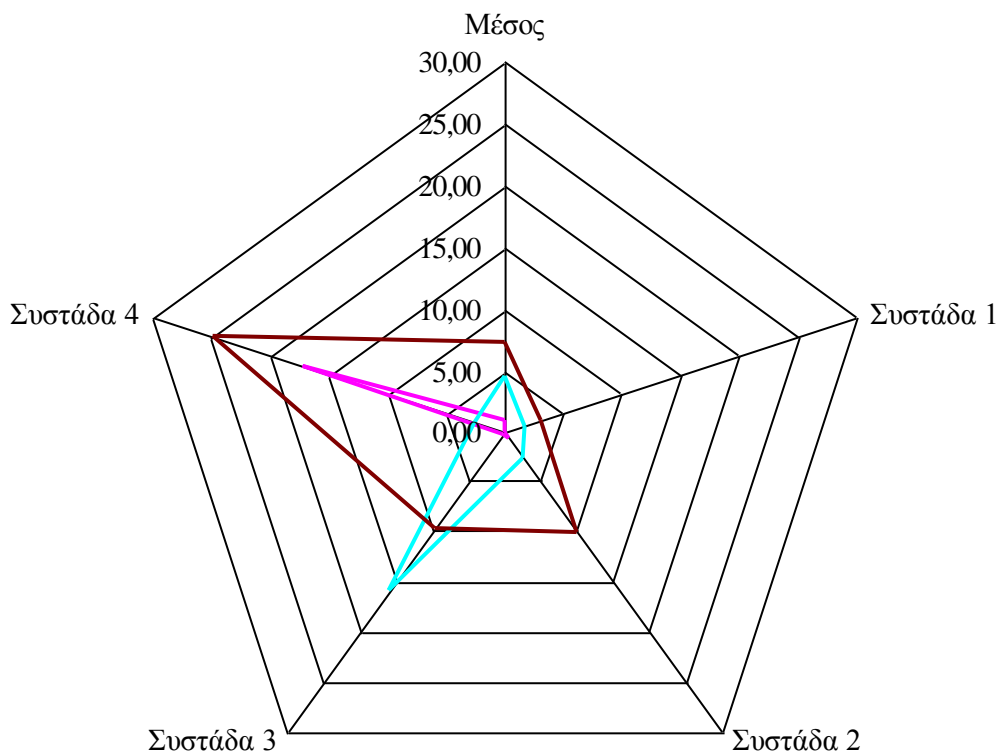


Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ (MW)	Αιολικά	Μεγάλα Υδροηλεκτρικά	Φωτοβολταϊκά (πλην στεγών)
Μέσος	39,65	62,13	43,59
Συστάδα 1	50,91	2,92	19,46
Συστάδα 2	13,72	12,56	55,37
Συστάδα 3	24,57	321,97	55,94
Συστάδα 4	179,83	0,00	183,47

Διάγραμμα 4.5: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της εγκατεστημένης ισχύς ΑΠΕ-Ι (3η Ομαδοποίηση).

Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ-II

— Βιομάζα — Μικρά Υδροηλεκτρικά — Φωτοβολταϊκά στεγών

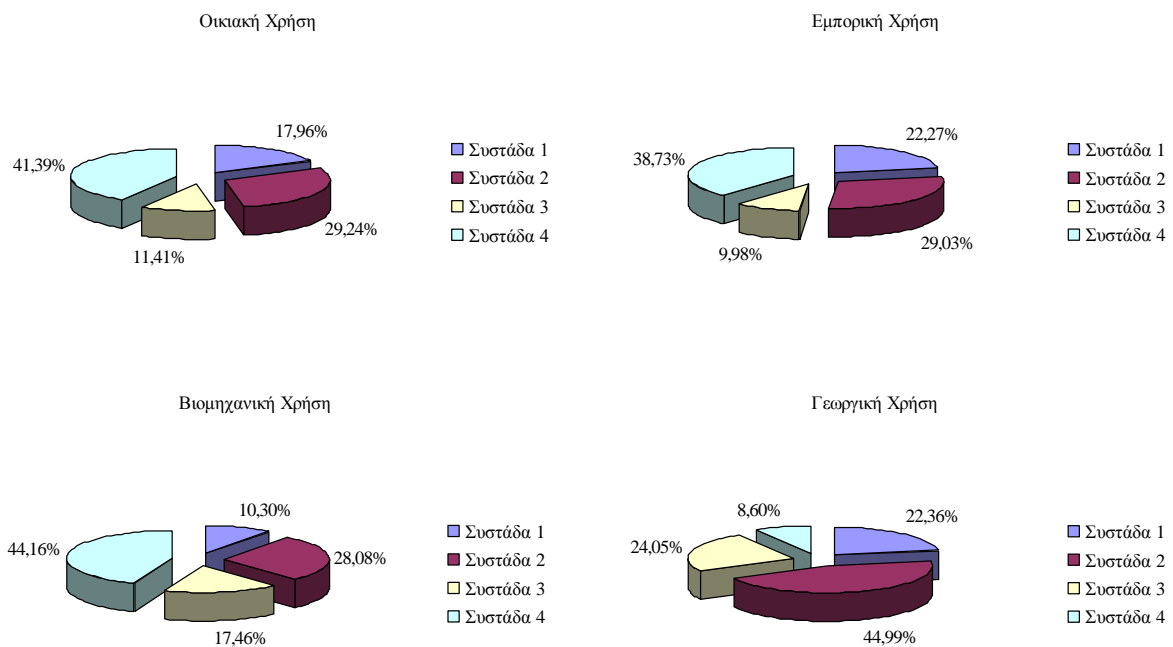


Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ (MW)	Βιομάζα	Μικρά Υδροηλεκτρικά	Φωτοβολταϊκά στεγών
Μέσος	0,91	4,50	7,31
Συστάδα 1	0,05	1,64	3,14
Συστάδα 2	0,59	2,65	10,09
Συστάδα 3	0,14	15,86	9,56
Συστάδα 4	17,23	2,57	25,02

Διάγραμμα 4.6: Κέντρα τιμών των μεταβλητών της εγκατεστημένης ισχύς ΑΠΕ-II (3η Ομαδοποίηση).

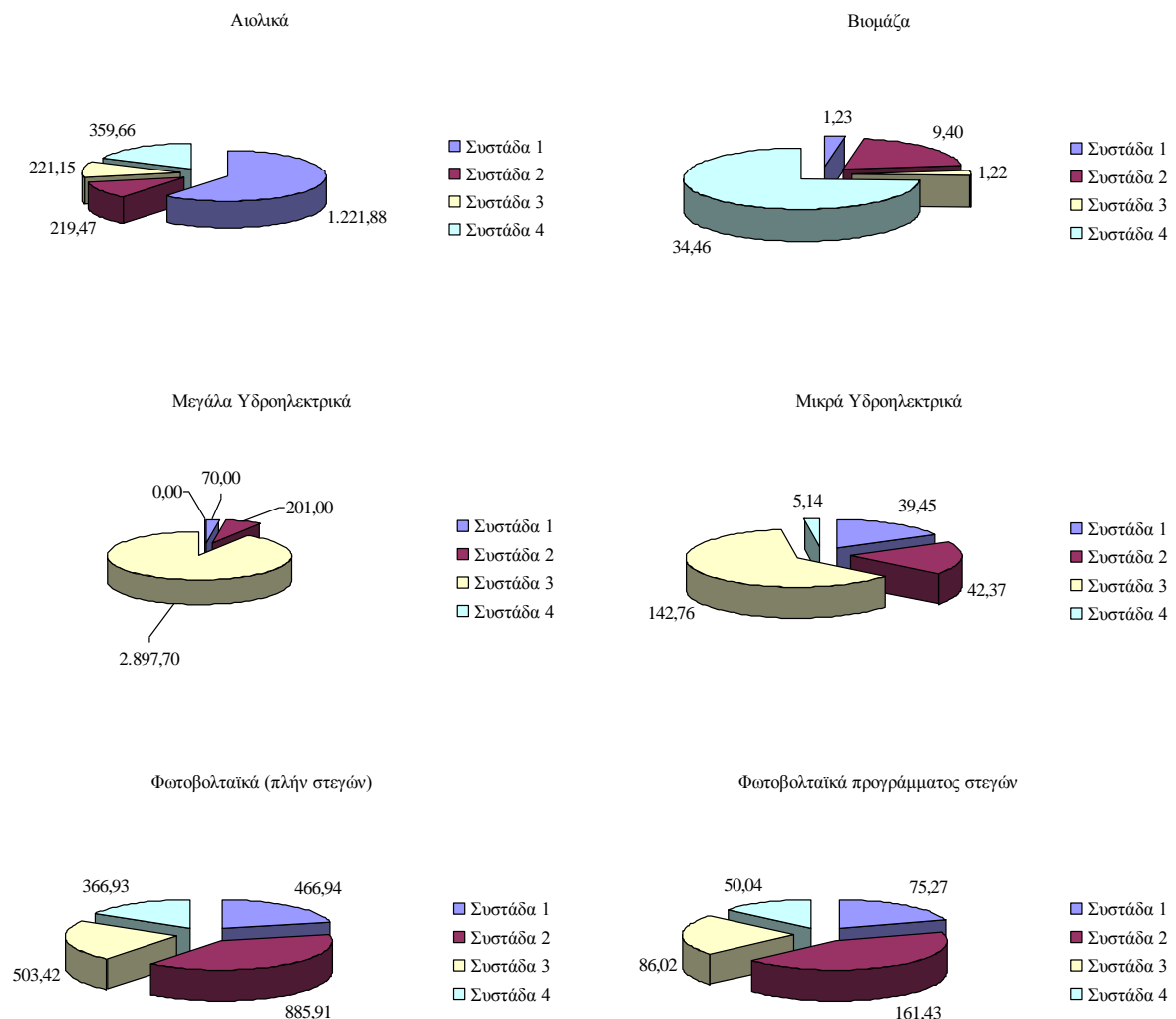
Χαρακτηριστικά Συστάδων 3ης Ομαδοποίησης

Στο διάγραμμα 4.7 παρουσιάζεται το ποσοστό συμμετοχής (%) της κάθε συστάδας στην συνολική κατανάλωση ενέργειας για κάθε χρήση, ήτοι: οικιακή, εμπορική, βιομηχανική και γεωργική.



Διάγραμμα 4.7: Μερίδιο κατανάλωσης ενέργειας (%) ανά χρήση και συστάδα.

Στο διάγραμμα 4.8 παρουσιάζεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε MW της κάθε συστάδας ανά τεχνολογία ΑΠΕ, ήτοι: αιολικά, βιομάζα, μεγάλα υδροηλεκτρικά, μικρά υδροηλεκτρικά, φωτοβολταϊκά (πλην στεγών) και φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών.



Διάγραμμα 4.8: Εγκατεστημένη ισχύς σε MW ανά τεχνολογία ΑΠΕ και συστάδα.

Συστάδα 1

Κατανάλωση Ενέργειας: Η συστάδα 1 χαρακτηρίζεται από περιφερειακές ενότητες με μέτρια έως χαμηλή συνολική κατανάλωση ενέργειας (8.471.739,39 χιλ. kWh) καταλαμβάνοντας το 17,59% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της χώρας. Η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας αριθμητικά παρατηρείται για οικιακή (3.313.532,54 χιλ. kWh) και εμπορική χρήση (3.291.309,76 χιλ. kWh), ενώ συγκρινόμενων των τιμών κατανάλωσης ενέργειας των εκάστοτε κλάδων με τη συνολική κατανάλωση

ενέργειας της χώρας στους κλάδους αυτούς, παρατηρείται ότι ο γεωργικός κλάδος καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό (22,36%), ακολουθεί ο εμπορικός (22,27%), ο οικιακός (17,96%) και ο βιομηχανικός κλάδος (10,30%). Σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας στη συγκεκριμένη συστάδα και σε σύγκριση με τους αντίστοιχους εθνικούς μέσους όρους, παρατηρούμε ότι οι μέσοι όροι της κατανάλωσης ενέργειας από τη γεωργική και την εμπορική δραστηριότητα κυμαίνονται περίπου στο 1/2 (47,52% και 47,31%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, ο μέσος όρος από την οικιακή δραστηριότητα κυμαίνεται περίπου στα 4/10 (38,15%) αντίστοιχα του εθνικού μέσου όρου και ο μέσος όρος της από την βιομηχανική δραστηριότητα κυμαίνεται περίπου στα 2/10 (21,89%) αντίστοιχα του εθνικού μέσου όρου.

Παραγωγή Ενέργειας από ΑΠΕ: Η συστάδα 1 χαρακτηρίζεται από περιφερειακές ενότητες με μέτριο αριθμό μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (12.844 μονάδες συνολικά) και σχετικά μεγάλη συνολική εγκατεστημένη ισχύ (1.874,77 MW). Ειδικότερα χαρακτηρίζεται από μεγάλο αριθμό αιολικών πάρκων (151 μονάδες) με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 1.221,88 MW, καθώς και από μεγάλο αριθμό φωτοβολταϊκών σταθμών, ήτοι 3.3754 μονάδες σε οικοπέδα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 466,94 MW και 8.740 φωτοβολταϊκά σε στέγες με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 75,27 MW. Οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών στεγών κυμαίνονται περίπου στα 4/10 (44,93% και 42,95%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών (πλην στεγών) κυμαίνονται περίπου στο 1/2 (49,74%) και στα 4/10 (44,64%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στο 1/3 (29,72% και 36,44%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στο 1/10 (12,90%) και στο 1/20 (4,70%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των σταθμών βιομάζας κυμαίνονται περίπου στο 1/3 (32,00%) και στο 1/20 (5,49%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων και οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των αιολικών πάρκων κυμαίνονται πιο πάνω (152,67% και 128,40%) αντίστοιχα από τους εθνικούς μέσους όρους.

Συστάδα 2

Κατανάλωση ενέργειας: Η συστάδα 2 χαρακτηρίζεται από περιφερειακές ενότητες με μεγάλη συνολική κατανάλωση ενέργειας (14.341.541,27 χιλ. kWh), καταλαμβάνοντας το 29,77% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της χώρας. Η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας αριθμητικά παρατηρείται για οικιακή (5.396.069,07 χιλ. kWh) και εμπορική χρήση (4.291.722,52 χιλ. kWh), ενώ συγκρινόμενων των

τιμών κατανάλωσης ενέργειας των εκάστοτε κλάδων με τη συνολική κατανάλωση ενέργειας της χώρας στους κλάδους αυτούς, παρατηρείται ότι ο γεωργικός κλάδος καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό (44,99%), ακολουθεί ο οικιακός (29,24%), ο εμπορικός (29,03%) και ο βιομηχανικός κλάδος (28,08%). Παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος της κατανάλωσης ενέργειας από τη γεωργική δραστηριότητα είναι πιο πάνω (143,42%) από τον αντίστοιχο εθνικό μέσο όρο, ενώ οι μέσοι όροι της κατανάλωσης ενέργειας από την οικιακή, την εμπορική και τη βιομηχανική δραστηριότητα κυμαίνονται περίπου στους αντίστοιχους εθνικούς μέσους όρους (93,20%, 92,54% και 89,51%).

Παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ: Η συστάδα 2 χαρακτηρίζεται από περιφερειακές ενότητες με το μεγαλύτερο σε άθροισμα αριθμό μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (23.489 μονάδες) και με μέτρια συνολική εγκατεστημένη ισχύ (1.519,58 MW) σε σχέση με τις υπόλοιπες συστάδες. Ειδικότερα παρουσιάζει μεγάλο αριθμό φωτοβολταϊκών σταθμών τόσο σε οικόπεδα (5.810 σταθμοί, 885,91 MW) όσο και στις στέγες (17.629 σταθμοί, 161,433 MW). Σημαντική συμμετοχή στην παραγωγή ενέργειας έχουν και τα αιολικά πάρκα τα οποία φθάνουν τα 20 με συνολική ισχύ 217,47 MW, καθώς και οι μεγάλοι (2 μονάδες, 201 MW) και μικροί υδροηλεκτρικοί σταθμοί (24 σταθμοί, 42,37 MW). Οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών στεγών κυμαίνονται πιο πάνω (135,94% και 138,03%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών (πλην στεγών) είναι πιο πάνω (128,44% και 127,02%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών είναι περίπου στα 7/10 (70,75%) και στα 6/10 (58,89%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στα 4/10 (41,49%) και στο 1/5 (20,22%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των σταθμών βιομάζας κυμαίνονται στον ίδιο (100,00%) και περίπου στα 6/10 (64,84%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων και οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των αιολικών πάρκων είναι περίπου στο 1/3 (30,34% και 34,60%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων.

Συστάδα 3

Κατανάλωση ενέργειας: Η συστάδα 3 χαρακτηρίζεται από περιφερειακές ενότητες με μικρή συνολική κατανάλωση ενέργειας (6.366.955,23 χιλ. kWh), καταλαμβάνοντας το 13,22% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της χώρας. Η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας αριθμητικά παρατηρείται για βιομηχανική χρήση (2.130.688,05 χιλ. kWh) και οικιακή χρήση (2.105.791,93 χιλ. kWh), ενώ συγκρινόμενων των τιμών κατανάλωσης ενέργειας των εκάστοτε κλάδων με τη συνολική κατανάλωση ενέργειας της χώρας στους κλάδους αυτούς, παρατηρείται ότι και πάλι ο γεωργικός κλάδος

καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό (24,05%), ακολουθεί ο βιομηχανικός (17,46%), ο οικιακός (11,41%) και ο εμπορικός κλάδος (9,98%). Ο μέσος όρος της κατανάλωσης ενέργειας από τη γεωργική δραστηριότητα είναι πιο πάνω (136,26%) από τον αντίστοιχο εθνικό μέσο όρο, ο μέσος όρος της κατανάλωσης ενέργειας από τη βιομηχανική δραστηριότητα κυμαίνεται περίπου στον αντίστοιχο μέσο εθνικό όρο (98,95%), ενώ οι μέσοι όροι της κατανάλωσης ενέργειας από την οικιακή και την εμπορική δραστηριότητα κυμαίνονται περίπου στα 6/10 (64,66% και 56,53%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων.

Παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ: Η συστάδα 3 χαρακτηρίζεται όπως και η συστάδα 1 από περιφερειακές ενότητες με μέτριο αριθμό μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (12.886 μονάδες) αλλά με αρκετά μεγαλύτερη συνολική εγκατεστημένη ισχύ (3.852,28 MW). Τη μεγαλύτερη συμμετοχή στην παραγωγή ενέργειας καταλαμβάνουν οι μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί, ήτοι 13 μονάδες με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 2.897,70 MW. Ακολουθώντας οι 3.680 φωτοβολταϊκοί σταθμοί παράγουν ενέργεια συνολικής ισχύος 503,40 MW, ενώ σημαντική είναι και η συμμετοχή των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών (64 μονάδες, 142,76 MW) και των φωτοβολταϊκών σταθμών στις στέγες (9.112 μονάδες, 86,02 MW). Οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών στεγών κυμαίνονται πιο πάνω (124,92% και 130,78%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών (πλην στεγών) κυμαίνονται πιο πάνω (144,62% και 128,33%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στο τριπλάσιο (335,38%) και στο τετραπλάσιο (352,44%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται περίπου στο πενταπλάσιο (464,52% και 518,22) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των σταθμών βιομάζας κυμαίνονται περίπου στο διπλάσιο (176,00%) και στο 1/5 (15,38%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων και οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των αιολικών πάρκων κυμαίνονται περίπου στο 1/3 (34,95%) και στα 6/10 (61,97) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων.

Συστάδα 4

Κατανάλωση ενέργειας: Η συστάδα 4 χαρακτηρίζεται από περιφερειακές ενότητες με τη μεγαλύτερη συνολική κατανάλωση ενέργειας (18.986.356,34χιλ. kWh), καταλαμβάνοντας το 39,42% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της χώρας. Η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας παρατηρείται για οικιακή χρήση, ακολούθως για εμπορική και βιομηχανική και τέλος για γεωργική χρήση. Τα αντίστοιχα ποσοστά συμμετοχής της κάθε χρήσης σε σύγκριση με τη συνολική κατανάλωση είναι κατά φθίνουσα

σειρά βιομηχανική (44,26%), οικιακή (41,39%), εμπορική (38,73%) και γεωργική χρήση (8,60%). Ο μέσος όρος της κατανάλωσης ενέργειας από τη γεωργική δραστηριότητα είναι περίπου στο διπλάσιο (219,23%) του αντίστοιχου εθνικού μέσου όρου, ενώ οι μέσοι όροι της κατανάλωσης ενέργειας από τη βιομηχανική, την οικιακή και την εμπορική δραστηριότητα κυμαίνονται περίπου στο δεκαπλάσιο (1125,98%, 1055,56%, 987,52%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων.

Παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ: Η συστάδα 4 χαρακτηρίζεται από το μικρότερο αριθμό μονάδων παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (7.442 μονάδες) όσο και από τη μικρότερη συνολικά εγκατεστημένη ισχύ (816,23 MW) σε σχέση με τις υπόλοιπες συστάδες. Το μεγαλύτερο μέρος της εγκατεστημένης ισχύος καλύπτεται από αιολικά πάρκα (26 μονάδες, 359,66 MW) και από φωτοβολταϊκούς σταθμούς σε οικόπεδα (1.554 μονάδες, 366,93 MW). Οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών στεγών είναι περίπου στο τετραπλάσιο (361,14%) και στο τριπλάσιο (342,27%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των φωτοβολταϊκών σταθμών (πλην στεγών) κυμαίνονται περίπου στο τριπλάσιο (274,82%) και στο τετραπλάσιο (420,90%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών κυμαίνονται πιο πάνω (117,92%) και περίπου στα 6/10 (57,11%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, οι μέσοι όροι του αριθμού και της ισχύος των σταθμών βιομάζας κυμαίνονται περίπου στο εξαπλάσιο (600,00%) και στο δεκαεννιπλάσιο (1893,41%) αντίστοιχα των εθνικών μέσων όρων, ενώ δεν υφίστανται μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί.

4.3 Σύγκριση συστάδων συνολικής (3ης) ομαδοποίησης δεδομένων

Το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ (%) στην ηλεκτροπαραγωγή θα προσεγγιστεί για κάθε συστάδα λαμβάνοντας υπόψη τη Μελέτη Επάρκειας Ισχύος 2013-2020 του ΑΔΜΗΕ (ΑΔΜΗΕ, 2013). Σύμφωνα με τα δεδομένα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του 2012 για κάθε τεχνολογία ΑΠΕ υπολογίζεται ο ετήσιος συντελεστής απόδοσης (GWh/MW) και στην συνέχεια η ηλεκτροπαραγωγή από τις ΑΠΕ σε κάθε συστάδα. Οι συντελεστές που προκύπτουν για κάθε τεχνολογία φαίνονται στον πίνακα 4.7 οι οποίοι συγκλίνουν με αυτούς που αναφέρονται στην υποπαράγραφο Π.4 του Ν.4254/2014 με μικρή απόκλιση (ΥΠΕΚΑ, 2014).

Πίνακας 4.7: Ετήσιος συντελεστής απόδοσης ανά τεχνολογία ΑΠΕ.

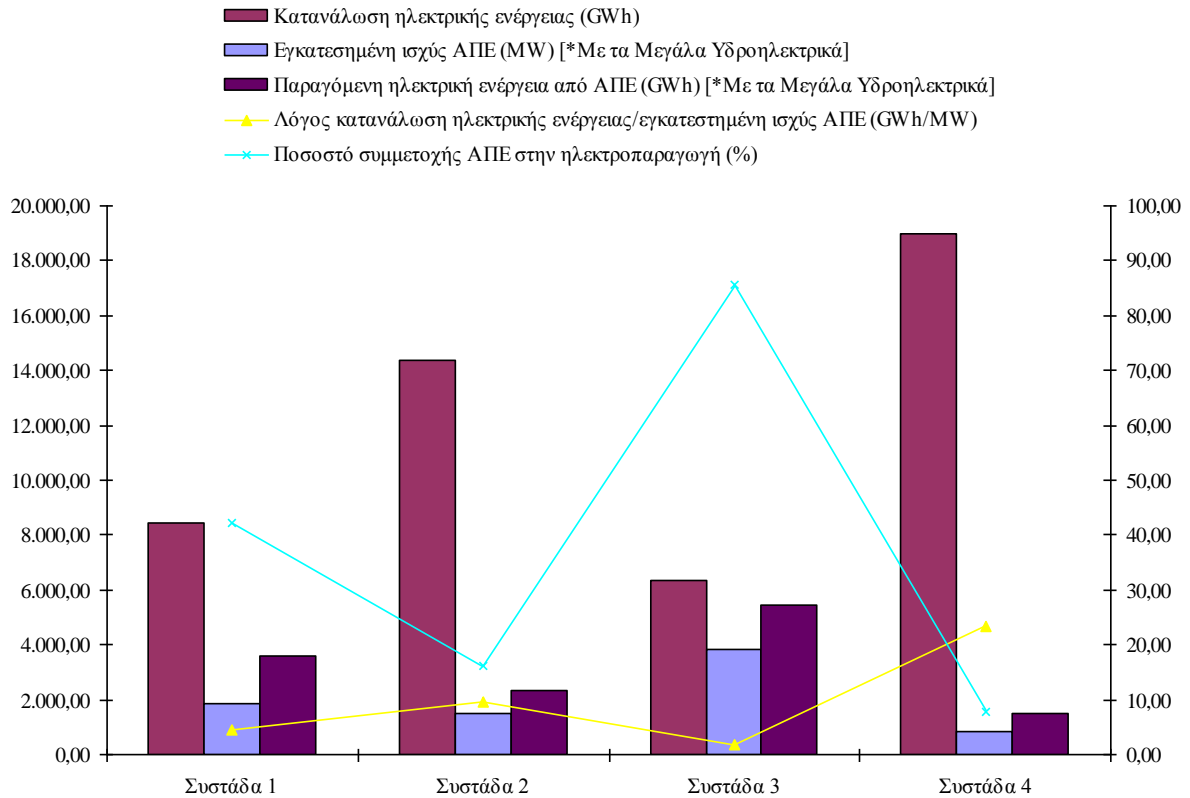
Τεχνολογία ΑΠΕ	Συντελεστής Απόδοσης (GWh/MW)
Αιολικά	2,16
Βιομάζα	4,38
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά*	1,29
Μικρά Υδροηλεκτρικά	3,14
Φωτοβολταϊκά	1,34
*Για συντελεστή χρησιμοποίησης ~15%	

Με βάση τα αποτελέσματα της τελευταίας ομαδοποίησης δημιουργήθηκε ο πίνακας 4.8 το διάγραμμα 4.9 και το διάγραμμα 4.10 στα οποία παρουσιάζεται και συγκρίνεται η συνολική κατανάλωση ενέργειας, η εγκατεστημένη ισχύς, η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, ο λόγος κατανάλωσης ενέργειας προς εγκατεστημένη ισχύ και το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην κατανάλωση ενέργειας για κάθε μία από τις συστάδες. Επισημαίνεται ότι στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας δεν συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση για Δημόσιες και Δημοτικές Αρχές και ο Φωτισμός οδών που αποτελούν ένα ποσοστό 5÷6% της συνολικής κατανάλωσης (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2014).

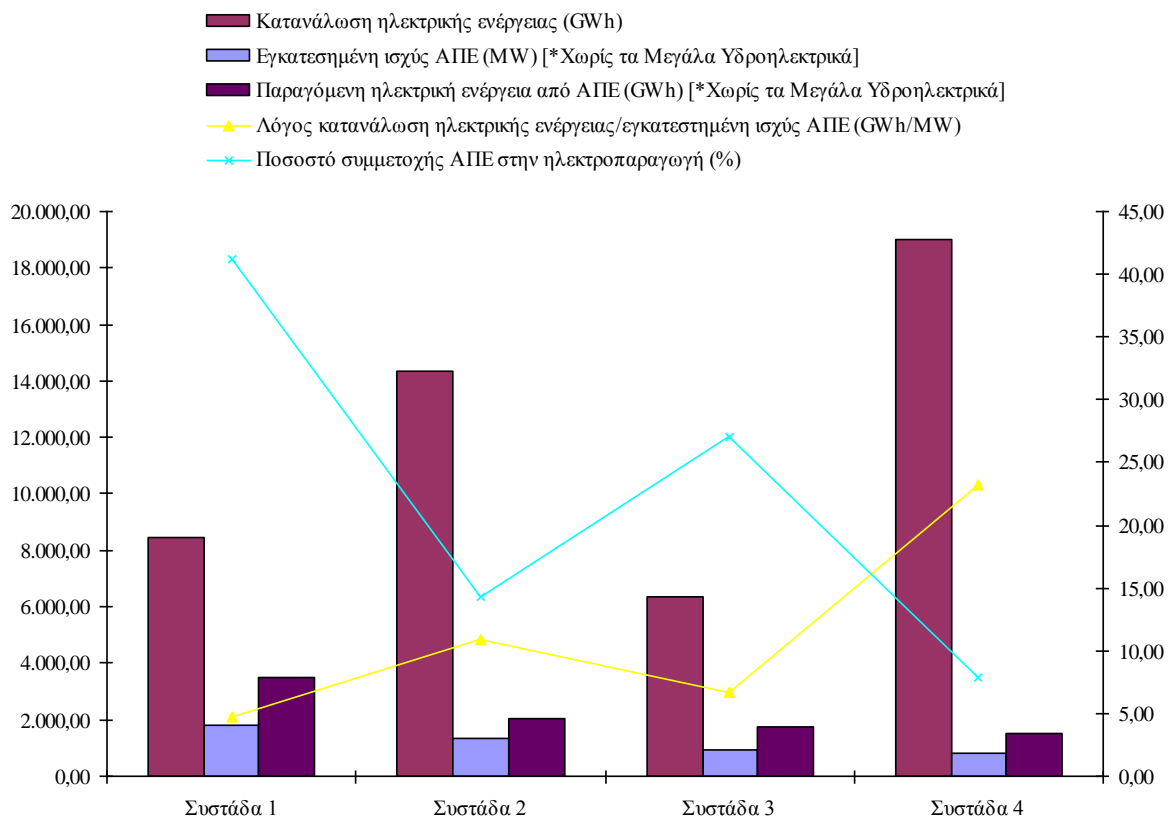
Πίνακας 4.8: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ στις συστάδες της συνολικής (3ης) ομαδοποίησης.

Αριθμός συστάδας	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (GWh)	Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ (MW)	Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (GWh)	Λόγος κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας / εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ (GWh/MW)	Ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή (%)
Συστάδα 1	8.471,74	1.874,77	3.581,32	4,52	42,27
		*1.804,77	*3.491,04	*4,69	*41,21
Συστάδα 2	14.341,54	1.519,58	2.311,18	9,44	16,12
		*1.318,58	*2.051,96	*10,88	*14,31
Συστάδα 3	6.366,96	3.852,28	5.457,99	1,65	85,72
		*954,58	*1.721,05	*6,67	*27,03
Συστάδα 4	18.986,36	816,23	1.501,68	23,26	7,91
		*816,23	*1.501,68	*23,26	*7,91

* Χωρίς τα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά



Διάγραμμα 4.9: Σύγκριση συστάδων 3ης Ομαδοποίησης (με τα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά).



Διάγραμμα 4.10: Σύγκριση συστάδων 3ης ομαδοποίησης (χωρίς τα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά).

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.8 και το διάγραμμα 4.9 γίνεται σαφές ότι κάποιες από τις συστάδες είναι περισσότερο ή λιγότερο ενεργειακά εξαρτημένες. Ειδικότερα η συστάδα 3 τείνει να γίνει ενεργειακά αυτάρκης δεδομένου ότι ο λόγος της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας προς εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ πλησιάζει τη μονάδα (1,65 GWh/MW) και αναλογικά το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή είναι 85,72%. Συγκρίνοντας την κατανάλωση ενέργειας με την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ γίνεται φανερό ποια από τις συστάδες είναι η ενεργειακά φτωχότερη ή ενεργειακά πλουσιότερη. Αντίθετα, με τη συστάδα 3 που είναι η ενεργειακά πλουσιότερη, η συστάδα 4 είναι η ενεργειακά φτωχότερη ομάδα με το μεγαλύτερο λόγο $GWh/MW = 23,26$. Το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή είναι μόλις 7,91% και αποδεικνύει τη μικρή διείσδυσή τους. Ταυτόχρονα είναι και η συστάδα με τη μεγαλύτερη ενεργειακή εξάρτηση και συνεπώς θα πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα και οι ανάλογες πολιτικές προκειμένου να αυξηθεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Ανάμεσα στις δύο ενδιάμεσες συστάδες 1 και 2, η ενεργειακά πλουσιότερη είναι η συστάδα 1 ($GWh/MW = 4,52$) με ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή 42,27% και φτωχότερη η συστάδα 2 ($GWh/MW = 9,44$) με ποσοστό ΑΠΕ 16,12%. Επισημαίνεται ότι, αν δεν υπολογιστεί η συμμετοχή των μεγάλων υδροηλεκτρικών στην ηλεκτροπαραγωγή, σύμφωνα και με το διάγραμμα 4.10, το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή κατέχει η συστάδα 1 με 41,21% και λόγο κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας προς εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ 4,69 GWh/MW.

Συζήτηση-Συμπεράσματα-Εισηγήσεις

5.1 Συζήτηση

Η ραγδαία οικονομική ανάπτυξη είχε ως αποτέλεσμα τη συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια (Leung and Yang, 2012). Ειδικότερα η αντίστοιχη αύξηση του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία αναμένεται έως το 2035 να διπλασιασθεί σε σύγκριση με την αντίστοιχη κατανάλωση του 2008 (Bagheri, et al., 2011). Συγχρόνως οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα περισσότερα κράτη έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο στις εκπομπές CO₂ σε σύγκριση με άλλα είδη παραγωγής ενέργειας (Dincer, 2011).

Η ΕΕ και άλλες 154 χώρες, οι οποίες έχουν υπογράψει το γνωστό Πρωτόκολλο του Κιότο, που σαν στόχο έχει τη μείωση των εκπομπών, χαράζουν πολιτικές για συνεχή και αυξανόμενη συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας. Το μερίδιο των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο προβλέπεται να αυξηθεί στο 47,7% το 2040 από 16,6% που ήταν το 2010 (Panwar, Kaushik and Kothari, 2011).

Η μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα θα συμβάλλει δραστικά στην αναδιάρθρωση του ενεργειακού τομέα με αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ, έτσι ώστε η οικονομική ανάπτυξη να συνδυαστεί με πολύ χαμηλή κατανάλωση του άνθρακα και κατά αλληλουχία με μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα μέσω των αλλαγών και των συνηθειών στην κατανάλωση και την παραγωγή ενέργειας. Τα κράτη μέλη του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών έθεσαν στόχο τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 2 °C σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή. Ο στόχος αυτός δύναται να επιτευχθεί όταν και εφόσον η συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σταθεροποιηθεί στα 450 ppm. Η σταθεροποίηση αυτή, σε παγκόσμιο επίπεδο, αντιστοιχεί σε μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο 50% περίπου έως το 2050 με βάση τα αντίστοιχα επίπεδα του 1990 (Marchal, et al., 2011).

Στο πλαίσιο του στόχου της ΕΕ, που τέθηκε με τον οδικό χάρτη για μια αναπτυξιακή οικονομία με πολύ χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050, οι εναπομείναντες ενεργειακοί πόροι θα πρέπει να έχουν υψηλή αποδοτικότητα. Δεδομένου ότι ο ενεργειακός τομέας ευθύνεται περίπου για το

80% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ο στόχος που τίθεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για τη μείωση των εκπομπών από τον τομέα της ενέργειας είναι τουλάχιστον ίσος με το γενικό στόχο (-80% μέχρι το 2050 και -40% μέχρι το 2030). Για να επιτευχθεί αυτό ο οδικός χάρτης προτείνει συγκεκριμένους τρόπους και στρατηγικές, οι οποίες θα έχουν ως επακόλουθο τη βιώσιμη ανάπτυξη έως το 2050 (Marchal, et al., 2011; European Commission, 2011).

Η ηλεκτρική ενέργεια αναμένεται να διαδραματίσει κυρίαρχο ρόλο στην οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Το ποσοστό συμμετοχής των τεχνολογιών χαμηλών επιπέδων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στο ενεργειακό μείγμα της ηλεκτροπαραγωγής προβλέπεται ότι θα αυξηθεί από το υφιστάμενο 45% περίπου (έτος 2001) σε 60% περίπου το 2020 και τελικώς σχεδόν σε 100% το 2050. Συνεπώς, ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας την ΕΕ θα διαφοροποιηθεί ακόμη περισσότερο με την εξάπλωση των νέων τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, οι οποίες θα αυξήσουν την ενεργειακή ασφάλεια και θα μειώσουν το βαθμό της ενεργειακής εξάρτησης (European Commission, 2011).

Η ΕΕ με την οδηγία 2009/28/ΕΚ έθεσε ως στόχο την αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% έως το 2020 το οποίο επιμερίζεται στην ηλεκτροπαραγωγή, στις μεταφορές και στη θέρμανση και ψύξη. Η επίτευξη του στόχου της αύξησης των ΑΠΕ έως το 2020 προϋποθέτει από τα κράτη-μέλη της ΕΕ το διπλασιασμό του μεριδίου των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και συγκεκριμένα από 16% το 2006 σε πάνω από 30% το 2020, ενώ ταυτόχρονα στις μεταφορές το μερίδιο θα πρέπει να αυξηθεί σε τουλάχιστον 10% έως το 2020. Κάθε κράτος μέλος θεσπίζει ένα εθνικό σχέδιο δράσης για τις ΑΠΕ με καθεστώτα στήριξης και μέτρα συνεργασίας μεταξύ τους ή με τρίτες χώρες (Jäger-Waldau, 2011).

Σύμφωνα με τα εθνικά σχέδια δράσης για τις ΑΠΕ των κρατών-μελών η αύξηση των ΑΠΕ θα γίνει με ταχύτερους ρυθμούς έως το 2020, σε σχέση με το παρελθόν και η ΕΕ θα υπερβεί τον στόχο του 20% για το 2020. Σχεδόν τα μισά από τα κράτη-μέλη προγραμματίζουν να υπερβούν τους στόχους τους και να είναι σε θέση να προσφέρουν πλεόνασμα για άλλα κράτη μέλη. Μόνο για δύο κράτη-μέλη (Ιταλία και Λουξεμβούργο) η εκπλήρωση των στόχων θα προέλθει από «εισαγωγές» ενέργειας από ΑΠΕ με τη μορφή στατιστικών μεταβιβάσεων από τα κράτη μέλη με πλεονάσματα ή από τρίτες χώρες, οι οποίες όμως εισαγωγές θα αφορούν ένα μικρό ποσοστό της συνολικής παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (Panwar, N. L., Kaushik, S. C. and Kothari, S., 2011).

Η Ελλάδα σχετικά με το εθνικό σχέδιο δράσης για τις ΑΠΕ έως το 2020, έθεσε πιο φιλόδοξους στόχους από αυτούς που προβλέπονται στην οδηγία 2009/28/ΕΚ. Συγκεκριμένα το μερίδιο συμμετοχής των

ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση από 18% αυξήθηκε σε 20%. Ο στόχος αυτός εξειδικεύεται περαιτέρω σε συμμετοχή των ΑΠΕ σε ποσοστό 40% στην ηλεκτροπαραγωγή, σε ποσοστό 20% στον τομέα της θέρμανσης και ψύξης και σε ποσοστό 10% στις μεταφορές (Μαθιουδάκης, κ.α., 2012).

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ. (2014) η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα το έτος 2012 ήταν 51.168 GWh (συμπεριλαμβάνεται η ηλεκτρική κατανάλωση σε δημόσιες και δημοτικές αρχές όπως και ο φωτισμός των οδών), ενώ η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ υπολογίζεται σε 12.852 GWh. Συνεπώς το ποσοστό διείσδυσης των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή σε επίπεδο χώρας προσεγγίζει το 25%.

Τα όρια της εγκατεστημένης ισχύος των επιμέρους τεχνολογιών ΑΠΕ παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που τέθηκαν από την Ελλάδα έως το 2020 είναι: α) για τους μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς 4.300 MW, β) για τους μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς 350 MW, γ) για τα φωτοβολταϊκά 2.200 MW, δ) για τα ηλιοθερμικά 250 MW, ε) για τα αιολικά 7.500 MW και στ) για τη βιομάζα 350 MW, ενώ η γεωθερμική ενέργεια έχει απελευθερωθεί πλήρως (ΥΠΕΚΑ, 2014α).

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΜΠΛΣ της Υπηρεσίας Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα ΑΠΕ του ΥΠΕΚΑ (<http://www.resoffice.gr/>), τα οποία αφορούν τους λειτουργούντες σταθμούς έως τις 31-04-2014 που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια (ΥΠΕΚΑ, 2014β), η εγκατεστημένη ισχύς ανά τεχνολογία ΑΠΕ είναι: α) για τους μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς 3.168,70 MW, β) για τους μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς 229,73 MW, γ) για τα φωτοβολταϊκά 2.595,97 MW, δ) για τα ηλιοθερμικά δεν ευρέθησαν στοιχεία, ε) για τα αιολικά 2.022,16 MW, στ) για τη βιομάζα 46,31 MW και ζ) για τη γεωθερμική ενέργεια δεν ευρέθησαν στοιχεία.

Παρατηρείται ότι: α) η εγκατεστημένη ισχύς των μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών υπολείπεται κατά 1.131,3 MW, ήτοι ποσοστό 26% περίπου σε σύγκριση με το αντίστοιχο όριο των 4.300 MW, β) η εγκατεστημένη ισχύς των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών υπολείπεται κατά 120,27 MW, ήτοι ποσοστό 34% περίπου σε σύγκριση με το αντίστοιχο όριο των 350 MW, γ) η εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών ήδη από το 2014 έχει υπερβεί κατά 395,97 MW, ήτοι ποσοστό 18% περίπου σε σύγκριση με το αντίστοιχο όριο των 2.200 MW, δ) η εγκατεστημένη ισχύς των αιολικών πάρκων υπολείπεται κατά 5.477,84 MW, ήτοι ποσοστό 73% περίπου σε σύγκριση με το αντίστοιχο όριο των 7.200 MW και ε) η εγκατεστημένη ισχύς των εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα υπολείπεται κατά 303,69 MW, ήτοι ποσοστό 87% περίπου σε σύγκριση με το αντίστοιχο όριο των 350 MW.

Ως προς τη γεωγραφική-περιφερειακή κατανομή της εγκατεστημένης ισχύς των εγκαταστάσεων ΑΠΕ παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παρατηρείται: α) στους μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς υπάρχει πολύ μεγάλος βαθμός ανομοιογένειας καθώς τέσσερις (4) Περιφέρειες (Δυτικής Ελλάδας, Κεντρικής Μακεδονίας, Ηπείρου και Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης) σε σύνολο δεκατριών (13) κατέχουν περίπου το 87,35% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος, β) στους μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς υπάρχει μεγάλος βαθμός ανομοιογένειας καθώς τέσσερις (4) Περιφέρειες (Κεντρικής Μακεδονίας, Ηπείρου, Δυτικής Ελλάδας και Στερεάς Ελλάδας) σε σύνολο δεκατριών (13) κατέχουν περίπου το 78,30% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος, γ) στα φωτοβολταϊκά τέσσερις (4) Περιφέρειες (Κεντρικής Μακεδονίας, Στερεάς Ελλάδας, Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας) σε σύνολο δεκατριών (13) κατέχουν περίπου το 53,93% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος, ο βαθμός ανομοιογένειας είναι πολύ μικρότερος από τις προηγούμενες τεχνολογίες με χαμηλή όμως συμμετοχή των Περιφερειών Κρήτης (3,67%), Νοτίου Αιγαίου (1,68%), Ιόνιων Νήσων (1,14%) και Βορείου Αιγαίου (0,86%), δ) στα αιολικά πάρκα τρεις (3) Περιφέρειες (Στερεάς Ελλάδας, Πελοποννήσου και Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης) σε σύνολο δεκατριών (13) κατέχουν περίπου το 62,04% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος, ο βαθμός ανομοιογένειας είναι παρόμοιος με αυτόν των φωτοβολταϊκών, ενώ στην Περιφέρεια Ηπείρου δεν λειτουργεί ούτε ένας αιολικός σταθμός και ε) στις εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα δύο (2) Περιφέρειες (Αττικής και Κεντρικής Μακεδονίας) σε σύνολο δεκατριών (13) κατέχουν περίπου το 91,79% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος, ο βαθμός ανομοιογένειας είναι ο μεγαλύτερος από όλες τις προηγούμενες τεχνολογίες ΑΠΕ, ενώ στις Περιφέρειες Βορείου Αιγαίου, Δυτικής Μακεδονίας, Ιόνιων Νήσων, Κρήτης, Νοτίου Αιγαίου, Πελοποννήσου και Στερεάς Ελλάδας δεν λειτουργεί ουδεμία εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα.

5.2 Συμπεράσματα

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή παρουσιάστηκε η διαδικασία ομαδοποίησης (συσταδοποίηση-τυπολόγηση) των περιφερειακών ενοτήτων (επίπεδο διοικητικής διαίρεσης NUTS III) της Ελλάδας σε ομάδες με παρόμοια χαρακτηριστικά σχετικά με τις ΑΠΕ. Η ομαδοποίηση των περιφερειακών ενοτήτων στις διάφορες συστάδες-ομάδες αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για τον εντοπισμό των περιοχών με αυξημένη ή μειωμένη κατανάλωση ενέργειας και των περιοχών με μεγάλη ή μικρή υιοθέτηση των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ομαδοποίηση αυτή δύναται να οδηγήσει στη χάραξη των απαραίτητων πολιτικών για την ενίσχυση των ενεργειακά φτωχών περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας, δηλαδή αυτών που η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ είναι ιδιαίτερα μειωμένη.

Αρχικά η ομαδοποίηση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας μόνο τις μεταβλητές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ακολούθως μόνο τις μεταβλητές της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και τέλος χρησιμοποιήθηκαν όλες τις μεταβλητές.

Σύμφωνα με την 1η ομαδοποίηση και τη χρήση των μεταβλητών κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, προέκυψαν τέσσερις ομάδες-συστάδες περιφερειακών ενοτήτων, ενώ από την 2η ομαδοποίηση και τη χρήση των μεταβλητών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ προέκυψαν πέντε ομάδες-συστάδες. Τέλος στην 3η ομαδοποίηση χρησιμοποιήθηκαν όλες οι μεταβλητές και προέκυψαν τέσσερις ομάδες-συστάδες.

Κύριος στόχος της μελέτης ήταν η καταγραφή του δυναμικού ΑΠΕ στην Ελλάδα ανά περιφερειακή ενότητα και η υφιστάμενη εκμετάλλευσή του σε σχέση με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Από τα διαθέσιμα τελευταία στατιστικά στοιχεία δημιουργήθηκε ένα σύνολο δεδομένων για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και για την ηλεκτροπαραγωγή από μονάδες ΑΠΕ. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο της ιεραρχικής ομαδοποίησης κατασκευάστηκαν τυπολογίες με απώτερο στόχο να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τις πολιτικές των ΑΠΕ στην Ελλάδα και κατ' επέκταση στην ΕΕ. Όσον αφορά τον κύριο σκοπό της διατριβής και αποτιμώντας τα αποτελέσματα τόσο της περιγραφικής ανάλυσης όσο και της ιεραρχική ομαδοποίησης τα κύρια χαρακτηριστικά των δεδομένων της κάθε ομάδας-συστάδας από τις τρεις τυπολογίες που δημιουργήθηκαν είναι:

I. Τυπολογία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Στην κατασκευή αυτής της τυπολογίας συμμετείχαν τέσσερις μεταβλητές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τέσσερις οικονομικούς τομείς (οικιακός, εμπορικός, βιομηχανικός και γεωργικός) της κάθε περιφερειακής ενότητας και σχηματίστηκαν τέσσερις συστάδες (ομάδες).

- Την 1^η ομάδα απαρτίζουν 15 περιφερειακές ενότητες οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο τη χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλους τους οικονομικούς τομείς. Σε αυτές τις περιφερειακές ενότητες το μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για εμπορική χρήση, ενώ το μικρότερο για γεωργική χρήση.
- Την 2^η ομάδα αποτελούν 29 περιφερειακές ενότητες οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλους τους οικονομικούς τομείς. Σε αυτές τις περιφερειακές

ενότητες το μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για οικιακή χρήση, ενώ το μικρότερο για γεωργική χρήση. Είναι γενικά περιοχές με πιο έντονη οικονομική δραστηριότητα από τις περιοχές της 1^{ης} ομάδας.

- Η 3^η ομάδα περιλαμβάνει 4 περιφερειακές ενότητες οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλους τους οικονομικούς τομείς. Σε αυτές τις περιφερειακές ενότητες το μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για βιομηχανική χρήση, ενώ το μικρότερο για γεωργική χρήση. Οι περιοχές αυτές εμφανίζουν εντονότερη οικονομική δραστηριότητα από τις περιοχές της 1^{ης} ομάδας και της 2^{ης} ομάδας.
- Την 4^η ομάδα απαρτίζουν 3 περιφερειακές ενότητες οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο τη μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλους τους οικονομικούς τομείς. Η κατανάλωση είναι περίπου επταπλάσια του μέσου όρου για οικιακή, εμπορική και βιομηχανική χρήση και τριπλάσια για γεωργική χρήση. Σε αυτές τις περιφερειακές ενότητες το μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για οικιακή χρήση, ενώ το μικρότερο για γεωργική χρήση. Η ομάδα αυτή αποτελείται από τις πιο δυναμικές οικονομικά περιφερειακές ενότητες.

Με βάση τις μεταβλητές της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τις οποίες ομαδοποιήθηκαν οι περιφερειακές ενότητες της χώρας καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα: α) η 1^η ομάδα αποτελείται από τις περιφερειακές ενότητες με τη μικρότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που ερμηνεύεται ως περιοχές χαμηλής οικονομικής δραστηριότητας, β) η 2^η ομάδα απαρτίζεται από τις περισσότερες περιφερειακές ενότητες με αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο γεωργικό τομέα και χαμηλή κατανάλωση στους άλλους τομείς που ερμηνεύεται ως περιοχές αγροτικής δραστηριότητας, γ) η 3^η ομάδα αποτελείται από περιφερειακές ενότητες με υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλους του οικονομικούς τομείς και ειδικότερα στο βιομηχανικό τομέα το οποίο ερμηνεύεται ως αυξημένη βιομηχανική δραστηριότητα και δ) η 4^η ομάδα απαρτίζεται από τις λιγότερες αριθμητικά περιφερειακές ενότητες με την υψηλότερη όμως κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλους τους τομείς και ειδικότερα στο βιομηχανικό, οικιακό και εμπορικό τομέα, το οποίο ερμηνεύεται ως περιοχές με πολλές βιομηχανίες, με μεγάλο πληθυσμό και έντονη επιχειρηματική δραστηριότητα.

II. Τυπολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ

Στην κατασκευή αυτής της τυπολογίας συμμετείχαν δώδεκα μεταβλητές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για έξι τεχνολογίες ΑΠΕ (αιολική, βιομάζα, μεγάλα υδροηλεκτρικά, μικρά υδροηλεκτρικά, φωτοβολταϊκά, φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών) της κάθε περιφερειακής ενότητας και σχηματίστηκαν πέντε συστάδες (ομάδες).

- Την 1^η ομάδα απαρτίζουν 19 περιφερειακές ενότητες οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο αυξημένη εγκατεστημένη ισχύ σε φωτοβολταϊκά τόσο των οικοπέδων όσο και των στεγών. Η εγκατεστημένη ισχύς από τους μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς κυμαίνεται στο μέσο όρο, ενώ από τα αιολικά, τη βιομάζα και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά είναι χαμηλότερη από το 1/2 του μέσου όρου. Η ομάδα αυτή έχει το μεγαλύτερο αριθμό εγκαταστάσεων ΑΠΕ και τη δεύτερη συνολικά εγκατεστημένη ισχύ σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες.
- Την 2^η ομάδα αποτελούν 18 περιφερειακές ενότητες οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο χαμηλή εγκατεστημένη ισχύ σε όλες τις τεχνολογίες των ΑΠΕ, ενώ δεν υφίστανται μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Αν και περιλαμβάνονται σχεδόν όλα τα νησιά της Ελλάδας σε αυτή την ομάδα, τα οποία έχουν υψηλό αιολικό και ηλιακό δυναμικό, η διείσδυση της εγκατεστημένης ισχύος των αιολικών κατά μέσο όρο είναι περίπου στο 60% και των φωτοβολταϊκών περίπου στο 30%. Η ομάδα αυτή έχει την τέταρτη (προτελευταία) συνολικά εγκατεστημένη ισχύ σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες.
- Η 3^η ομάδα περιλαμβάνει 6 περιφερειακές ενότητες οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ σε αιολικά. Η εγκατεστημένη ισχύς από τα φωτοβολταϊκά κυμαίνεται περίπου στο μέσο όρο, ενώ από τη βιομάζα και τα υδροηλεκτρικά είναι πολύ χαμηλότερη από το 1/2 του μέσου όρου. Η ομάδα αυτή έχει και συνολικά τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ από αιολικούς σταθμούς σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες και προσεγγίζει περίπου το 53% της συνολικής εγκατεστημένης αιολικής ισχύος στη χώρα.
- Την 4^η ομάδα απαρτίζουν 7 περιφερειακές ενότητες οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ σε μεγάλα και μικρά υδροηλεκτρικά. Η εγκατεστημένη ισχύς από τα φωτοβολταϊκά κυμαίνεται περίπου στο μέσο όρο, ενώ από τη βιομάζα και τα αιολικά είναι χαμηλότερη από το 1/2 του μέσου όρου. Η ομάδα αυτή έχει συνολικά τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες και ειδικότερα τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ από μεγάλους και μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς που προσεγγίζει περίπου το 89% της συνολικής εγκατεστημένης υδροηλεκτρικής ισχύος στη χώρα.
- Η 5^η ομάδα αποτελείται από 1 περιφερειακή ενότητα (περιφέρεια) η οποία έχει κατά μέσο όρο τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ σε βιομάζα και φωτοβολταϊκά. Αυξημένη είναι και η

εγκατεστημένη ισχύς από τα αιολικά πάρκα η οποία κυμαίνεται κατά μέσο όρο περίπου στο 250% του μέσου όρου. Η ομάδα αυτή έχει όμως συνολικά τη χαμηλότερη εγκατεστημένη ισχύ σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες.

Με βάση τις μεταβλητές της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ με τις οποίες ομαδοποιήθηκαν οι περιφερειακές ενότητες της χώρας καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα: α) η 1^η ομάδα αποτελείται από τις περιφερειακές ενότητες με υψηλή εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ και ειδικότερα δε των φωτοβολταϊκών και των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών, β) η 2^η ομάδα απαρτίζεται από τις περιφερειακές ενότητες με χαμηλή εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ τόσο κατά μέσο όρο όσο και συνολικά, γ) η 3^η ομάδα αποτελείται από τις περιφερειακές ενότητες με υψηλή εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ, ειδικότερα δε η εγκατεστημένη ισχύ των αιολικών σταθμών κατά μέσο όρο είναι περίπου τετραπλάσια, ενώ συνολικά είναι πάνω από το 50%, δ) η 4^η ομάδα αποτελείται από τις περιφερειακές ενότητες με την υψηλότερη συνολικά εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες, ειδικότερα δε η εγκατεστημένη ισχύ των μεγάλων και μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών κατά μέσο όρο είναι αντίστοιχα περίπου εξαπλάσια και τριπλάσια, ενώ συνολικά προσεγγίζει το 90% καθώς περιλαμβάνει τους 13 από τους 16 μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς της χώρας και ε) η 5^η ομάδα απαρτίζεται από 1 περιφερειακή ενότητα (περιφέρεια) με υψηλή κατά μέσο όρο εγκατεστημένη ισχύ, ειδικότερα δε η εγκατεστημένη ισχύ της βιομάζας κατά μέσο όρο είναι τριανταοκταπλάσια, ενώ συνολικά προσεγγίζει το 75%.

III. Τυπολογία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ

Στην κατασκευή αυτής της 3ης τυπολογίας συμμετείχαν όλες οι μεταβλητές των δύο προηγούμενων ομαδοποιήσεων, ήτοι τέσσερις μεταβλητές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τέσσερις οικονομικούς τομείς (οικιακός, εμπορικός, βιομηχανικός και γεωργικός) της κάθε περιφερειακής ενότητας και δώδεκα μεταβλητές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για έξι τεχνολογίες ΑΠΕ (αιολική, βιομάζα, μεγάλα υδροηλεκτρικά, μικρά υδροηλεκτρικά, φωτοβολταϊκά, φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών) της κάθε περιφερειακής ενότητας και σχηματίστηκαν τέσσερις συστάδες (ομάδες).

- Την 1^η ομάδα απαρτίζουν 24 περιφερειακές ενότητες οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο τη χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλους τους οικονομικούς τομείς. Σε αυτές τις περιφερειακές ενότητες το μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για γεωργική και εμπορική χρήση, ενώ το μικρότερο για βιομηχανική χρήση. Σχετικά με τις ΑΠΕ έχουν κατά

μέσο όρο αυξημένη εγκατεστημένη ισχύ σε αιολικά πάρκα. Η εγκατεστημένη ισχύς από τα φωτοβολταϊκά κυμαίνεται περίπου στο 1/2 του μέσου όρου, από τους μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς κυμαίνεται στο 1/3 του μέσου όρου, ενώ από τη βιομάζα και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά είναι περίπου στο 1/20 του μέσου όρου. Η ομάδα αυτή έχει τη δεύτερη συνολικά εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες και την πρώτη συνολικά εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ εάν δεν συμπεριληφθούν οι μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Οι περιφερειακές ενότητες που εντάσσονται σε αυτή την ομάδα είναι: Αργολίδας, Αρκαδίας, Γρεβενών, Δωδεκανήσου, Έβρου, Εύβοιας, Ευρυτανίας, Ζακύνθου, Θεσπρωτίας, Καστοριάς, Κέρκυρας, Κεφαλληνίας, Κυκλάδων, Λασιθίου, Λέσβου, Λευκάδας, Ξάνθης, Πρεβέζης, Ρεθύμνης, Ροδόπης, Σάμου, Φωκίδας, Χανίων και Χίου.

- Την 2^η ομάδα αποτελούν 16 περιφερειακές ενότητες (Ηλείας, Ηρακλείου, Θεσσαλονίκης, Καβάλας, Κιλκίς, Κοζάνης, Κορινθίας, Λακωνίας, Λάρισας, Μαγνησίας, Μεσσηνίας, Πιερίας, Σερρών, Τρικάλων, Φλωρίνης και Χαλκιδικής) οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο γεωργικό τομέα, ενώ στους υπόλοιπους οικονομικούς τομείς κατανάλωση κυμαίνεται περίπου στο μέσο όρο. Σε αυτές τις περιφερειακές ενότητες το μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για οικιακή και εμπορική χρήση, ενώ το μικρότερο για γεωργική χρήση. Σχετικά με τις ΑΠΕ έχουν κατά μέσο όρο αυξημένη εγκατεστημένη ισχύ στα φωτοβολταϊκά. Η εγκατεστημένη ισχύς από τους μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς και τη βιομάζα κυμαίνεται περίπου στο 60% του μέσου όρου, ενώ από τους αιολικούς σταθμούς κυμαίνεται περίπου στο 1/3 του μέσου όρου και από τους μεγάλους υδροηλεκτρικούς σταθμούς περίπου στο 1/5 του μέσου όρου. Η ομάδα αυτή έχει το μεγαλύτερο αριθμό εγκαταστάσεων ΑΠΕ και χαμηλή συνολικά εγκατεστημένη ισχύ σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες.
- Η 3^η ομάδα περιλαμβάνει 9 περιφερειακές ενότητες (Αιτωλίας και Ακαρνανίας, Άρτας, Αχαΐας, Δράμας, Ημαθίας, Ιωαννίνων, Καρδίτσας, Πέλλης και Φθιώτιδας) οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο γεωργικό τομέα, ενώ για βιομηχανική χρήση η κατανάλωση κυμαίνεται περίπου στο μέσο όρο. Σε αυτές τις περιφερειακές ενότητες το μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για βιομηχανική και οικιακή χρήση, ενώ το μικρότερο για γεωργική χρήση. Σχετικά με τις ΑΠΕ έχουν κατά μέσο όρο αυξημένη εγκατεστημένη ισχύ στους μεγάλους και μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς (518% και 352% αντίστοιχα) και στα φωτοβολταϊκά (128%÷130%). Η εγκατεστημένη ισχύς από αιολικούς σταθμούς κυμαίνεται περίπου στο 60% του μέσου όρου, ενώ από τη βιομάζα στο 15% του μέσου όρου. Η ομάδα αυτή έχει συνολικά τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες.

- Την 4^η ομάδα απαρτίζουν 2 περιφερειακές ενότητες (Αττικής και Βοιωτίας) οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο τη μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλους τους οικονομικούς τομείς. Η κατανάλωση είναι περίπου δεκαπλάσια του μέσου όρου για οικιακή, εμπορική και βιομηχανική χρήση και διπλάσια για γεωργική χρήση. Σε αυτές τις περιφερειακές ενότητες το μεγαλύτερο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για οικιακή χρήση, ενώ το μικρότερο για γεωργική χρήση. Σχετικά με τις ΑΠΕ έχουν κατά μέσο όρο τη μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ στους αιολικούς σταθμούς, τη βιομάζα και στα φωτοβολταϊκά (από 342% έως 1.893% αντίστοιχα). Η εγκατεστημένη ισχύς από μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς κυμαίνεται περίπου στο 57% του μέσου όρου, ενώ δεν περιλαμβάνονται μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί. Η ομάδα αυτή έχει όμως συνολικά τη χαμηλότερη εγκατεστημένη ισχύ σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες.

Με βάση τις μεταβλητές της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ με τις οποίες ομαδοποιήθηκαν οι περιφερειακές ενότητες της χώρας καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα: α) η 1^η ομάδα αποτελείται από τις περιφερειακές ενότητες με την κατά μέσο όρο τη χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλους τους οικονομικούς τομείς και τη γεωργία να εμφανίζει την εντονότερη δραστηριότητα. Η εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ σε αυτή την ομάδα κατά μέσο όρο είναι αυξημένη στους αιολικούς σταθμούς. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύ από όλες τις τεχνολογίες ΑΠΕ είναι η δεύτερη μεγαλύτερη, β) η 2^η ομάδα απαρτίζεται από τις περιφερειακές ενότητες με την κατά μέσο όρο αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο γεωργικό τομέα. Η εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ σε αυτή την ομάδα κατά μέσο όρο είναι αυξημένη στα φωτοβολταϊκά. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύ από όλες τις τεχνολογίες ΑΠΕ είναι χαμηλή, γ) η 3^η ομάδα αποτελείται από τις περιφερειακές ενότητες με την κατά μέσο όρο αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο γεωργικό τομέα. Η εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ σε αυτή την ομάδα κατά μέσο όρο είναι πολύ αυξημένη στους μεγάλους και μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύ από όλες τις τεχνολογίες ΑΠΕ είναι η μεγαλύτερη και δ) η 4^η ομάδα αποτελείται από τις περιφερειακές ενότητες με την κατά μέσο όρο αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε όλες τις οικονομικές δραστηριότητες. Η εγκατεστημένη ισχύ ΑΠΕ σε αυτή την ομάδα κατά μέσο όρο είναι πολύ αυξημένη στη βιομάζα, στα αιολικά και στα φωτοβολταϊκά. Η συνολική όμως εγκατεστημένη ισχύ από όλες τις τεχνολογίες ΑΠΕ είναι η χαμηλότερη.

Στη μελέτη αυτή παρουσιάστηκε η διαδικασία και τα αποτελέσματα της ιεραρχικής ομαδοποίησης των στατιστικών δεδομένων της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ στις 51 περιφερειακές ενότητες της Ελλάδος. Συμπερασματικά από την ιεραρχική ομαδοποίηση

προέκυψε ότι ορισμένες από τις συστάδες είναι περισσότερο ή λιγότερο ενεργειακά εξαρτημένες και ειδικότερα η συστάδα 3 φαίνεται να αποτελείται στο σύνολό της από περιφερειακές ενότητες που είναι ενεργειακά σχεδόν αυτόνομες και θεωρούνται ενεργειακά πλουσιότερες, δεδομένου ότι ο λόγος της κατανάλωσης ενέργειας προς την εγκατεστημένη ισχύ των σταθμών ΑΠΕ πλησιάζει τη μονάδα ($\text{GWh/MW} = 1,65$), γεγονός που σημαίνει ότι η κατανάλωση ενέργειας καλύπτεται σε μεγάλο ποσοστό από την παραγόμενη ενεργειακή ισχύ των ΑΠΕ και συγκεκριμένα σε ποσοστό 85,72% (συμπεριλαμβάνονται οι μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί). Αντιθέτως η ενεργειακά φτωχότερη ομάδα είναι η συστάδα 4 με λόγο $\text{GWh/MW} = 23,26$, γεγονός που μας δείχνει ότι οι ενεργειακές της ανάγκες δεν μπορούν να καλυφθούν μόνο με την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ (ποσοστό 7,91%), επομένως θα πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα από πλευράς της πολιτείας προκειμένου να ενισχυθούν οι περιφερειακές ενότητες που εντάσσονται στη συστάδα αυτή. Ανάμεσα στις δύο ενδιάμεσες συστάδες 1 και 2, η ενεργειακά πλουσιότερη είναι η συστάδα 1 ($\text{GWh/MW} = 4,52$) με ποσοστό ΑΠΕ 42,27% και η φτωχότερη η συστάδα 2 ($\text{GWh/MW} = 9,44$) με ποσοστό 16,12% ως προς τη συνολική ηλεκτροπαραγωγή της κάθε συστάδας.

Συγκρίνοντας τις παραγόμενες συστάδες από την ιεραρχική ομαδοποίηση, η μεγαλύτερη συνολική κατανάλωση ενέργειας λαμβάνει χώρα στις περιφερειακές ενότητες της συστάδας 4, ενώ η μεγαλύτερη παραγόμενη ισχύς από ΑΠΕ στις περιφερειακές ενότητες της συστάδας 3. Επιπλέον ως περισσότερο ενεργειακά φτωχότερη ομάδα αναδείχθηκε η συστάδα 4, ενώ η συστάδα 3 η ενεργειακά πλουσιότερη ομάδα. Η ομαδοποίηση αυτή των περιφερειακών ενοτήτων αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στη μελέτη των ενεργειακά φτωχών περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδας σε σχέση με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ.

Ο στόχος που έχει τεθεί από την πολιτεία για τη διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή σε ποσοστό 40% έως το 2020, σύμφωνα την οδηγία 2009/28/EK και το Ν.3851/2010, έχει επιτευχθεί από τις συστάδες 1 και 3 της 3ης ομαδοποίησης. Συνεπώς τα μέτρα και οι δράσεις ανάπτυξης των ΑΠΕ θα πρέπει να διαφοροποιηθούν σε επίπεδο χώρας για την ισόρροπη ανάπτυξή τους και ταυτόχρονα την αντίστοιχη επίτευξη των στόχων. Ακόμη και χωρίς αύξηση του υφιστάμενου προϋπολογισμού για την ανάπτυξη των ΑΠΕ θα πρέπει να δοθούν αναλογικά υψηλότερα κίνητρα στις περιφερειακές ενότητες των συστάδων 2 και 4 και χαμηλότερα στις περιφερειακές ενότητες των συστάδων 1 και 3. Επιπρόσθετα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και το οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό της κάθε τεχνολογίας ΑΠΕ και το αντίστοιχο ποσοστό κάλυψης από την εγκατεστημένη ισχύ.

Παρατηρείται ότι η ανάλυση συστάδων (cluster analysis) ταξινομεί τα δεδομένα σε ομάδες με τα περισσότερα όμοια χαρακτηριστικά. Αναδεικνύει τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των ομάδων και δείχνει την κατεύθυνση προς την οποία πρέπει να κινηθούν οι πολιτικές για την ομοιόμορφη ανάπτυξη και συγκεκριμένα στη παρούσα εργασία των ΑΠΕ. Η τυπολογία των περιφερειακών ενοτήτων με βάση τις ΑΠΕ αποτελεί για τις Αποκεντρωμένες Αυτοδιοικήσεις, τις διοικήσεις των Περιφερειακών Ενοτήτων και γενικότερα τα κέντρα λήψης πολιτικών αποφάσεων ένα χρησιμότερο και απαραίτητο εργαλείο για την εμβάθυνση της ενεργειακής εξάρτησης των περιφερειακών ενοτήτων, την υποστήριξή τους με κατάλληλες πολιτικές δράσεις και τη θωράκισή τους από μελλοντικές ενεργειακές κρίσεις.

5.3 Εισηγήσεις

Η καταγραφείσα διαφοροποίηση της ανάπτυξης των ΑΠΕ σε χωρικό επίπεδο NUTS 3 αποδεικνύει ότι τα μέτρα τα προώθησης των ΑΠΕ δεν μπορεί να είναι ενιαία (one size fits all) για όλη τη χώρα. Ο σχεδιασμός της προώθησης των ΑΠΕ θα πρέπει να έχει έκτος από τους συνολικούς ποσοτικούς στόχους της χώρας και στόχους σε επίπεδο περιφερειακής ενότητας, οι οποίοι θα αναθεωρούνται σε κατάλληλα χρονικά διαστήματα (Σκούρας και Ψαλτόπουλος, 2012).

Η ιεραρχική ομαδοποίηση που παρουσιάστηκε στην παρούσα εργασία θα πρέπει να θεωρηθεί ως εργαλείο για την κατανόηση των επιδόσεων και της αναπτυξιακής δυναμικής της εκάστοτε περιφερειακής ενότητας βάσει των διαφορετικών κριτηρίων που αφορούν την ενέργεια. Το είδος της έρευνας αυτής αποτελεί μια συνεχή διαδικασία. Μελλοντικές προσπάθειες ομαδοποίησης θα πρέπει να συμπεριλάβουν περισσότερους δείκτες αλλά και μεταβλητές από τους υπόλοιπους τομείς των ΑΠΕ. Μερικοί δείκτες/μεταβλητές που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στην ομαδοποίηση είναι:

A. ΑΠΕ-Θέρμανση & Ψύξη (RES Heating & Cooling)

- ✓ Βιομάζα (Biomass)
- ✓ Γεωθερμία (Geothermal)
- ✓ Ηλιακά Θερμικά Συστήματα (Solar Thermal)

B. ΑΠΕ-Μεταφορές (RES Transport)

- ✓ Βιοντίζελ (Biodiesel)
- ✓ Βιοαιθανόλη (Bioethanol)
- ✓ Άλλα Βιοκαύσιμα (Other Biofuels)

Γ. Επιμέρους δείκτες/μεταβλητές για κάθε Περιφερειακή ενότητα

- ✓ γεωγραφικό πλάτος, μήκος, υψόμετρο, έκταση, κ.α. κοινωνικοοικονομικά δεδομένα.

- ✓ μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου (m/s).
- ✓ μέση μηνιαία (averaged daily) ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο (kWh/m²).
- ✓ θέρμανση & ψύξη/μεταφορές κατανάλωση (heating & cooling/transport consumption) από βιόμαζα, βιοκαύσιμα, κ.λπ. σε toe.

Βιβλιογραφία

- Aldenderfer, M.S. and Blashfield, R.K., 1984. Cluster Analysis. Beverly Hills, CA: Sage Press.
- Andoura S., Hancher L. and Van Der Woude M., 2010. Policy Proposal by Jacques DELORS. Towards a European Energy Community: A Policy Proposal. [pdf] Available at: <http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/envi/dv/201/201006/20100602_envi_study_energy_policy_en.pdf> [Accessed Date 15 October 2014].
- Archer, C.L. and Jacobson, M.Z., 2005. Evaluation of global wind power. Journal of Geophysical Research - Atmosphere, 110(D12), doi:10.1029/2004JD005462.
- Arctic Climate Impact Assessment (ACIA), 2004. Impacts of a Warming Arctic: Arctic Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) 2007. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland. [pdf] Available at: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf> [Accessed Date 15 October 2014].
- Bagheri Moghaddam, N., Mousavi, S. M., Nasiri, M., Moallemi, E. A. and Yousefdehi, H., 2011. Wind energy status of Iran: Evaluating Iran's technological capability in manufacturing wind turbines. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(8), pp.4200-4211.
- Bailey, K.D., 1994. Typologies and taxonomies: An introduction to classification techniques (Sage University Paper series on Quantitative Application in the Social Sciences, series no 07-102). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Bakar, M.Y.A. and Ariffin, Z.Z., 2014. A conceptual paper: relationship between consumer's concern, knowledge, beliefs and attitude towards renewable energy among Malaysians resided in Klang Valley. 4th International Conference On Management (4th ICM 2014), 16 - 17 JUNE. Faculty of Defence Studies and Management National Defence University of Malaysia. [pdf] Available at: <http://www.internationalconference.com.my/proceeding/icm2014_proceeding/4thICM2014/004_057_4thICM2014_Proceeding_p017.pdf> [Accessed Date 15 October 2014].
- Bakos, C.G., 2009. Distributed Power Generation: A Case Study of Small Scale PV Power Plant in Greece. Applied Energy, 86(9), pp.1757-1766.
- Beck, F. and Martinot, E., 2013. Renewable Energy Policies and Barriers. Encyclopedia of energy, 5(7), pp.365-383.
- Behme, H., Brandt, W. D. and Strube, H. W., 1993. Speech Recognition by Hierarchical Segment Classification. In ICANN'93 (pp.416-419). London: Springer.

- Bergmann, A., Hanley, N., and Wright, R., 2006. Valuing the attributes of renewable energy investments. *Energy policy*, 34(9), pp.1004-1014.
- Bertani, R., 2012. Geothermal power generation in the world 2005–2010 update report. *Geothermics*, 41, pp.1-29.
- Birkin, M. and Clarke, G., 1998. GIS, geodemographics and spatial modeling in the UK financial service industry. *Journal of Housing Research*, 9(1), pp.87-111.
- Biska, A. and Giaoutzi, M., 2012. Typology of Emerging Patterns of The Mediterranean Area in the Energy Sector: A Two Tier Approach. *Regional Science Inquiry Journal*, 4(1), 2012, pp.53-61.
- Boudeville, J., 1966. *Problems of Regional Economic Planning*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Bradley, P. and Fayyad, U., 1998. Refining initial points for K-means clustering. In *Proceedings of the Fifteenth International Conference on Machine Learning (ICML' 98)*, pages 91–99, San Francisco, CA, 1998. Morgan Kaufmann.
- British Petroleum (BP), 2014. *Statistical review of world energy June 2014*. [online] Available at: <<http://www.bp.com/statisticalreview>> [Accessed Date 20 October 2014].
- Capros, P. 2010. Technical Presentation of PRIMES model, E3MLab National Technical University of Athens. [pdf] Available at: <[resultshttp://www.e3mlab.ntua.gr/e3mlab/presentations/Technical_Presentation_of_PRIMES_model_results.pdf](http://www.e3mlab.ntua.gr/e3mlab/presentations/Technical_Presentation_of_PRIMES_model_results.pdf)> [Accessed Date 15 October 2014].
- Caro, C.A. & Ruth, C., 2011. *From Kyoto to Durban-The European Union's Climate Policy*. KAS International Reports. [pdf] Available at: <http://www.kas.de/wf/doc/kas_22522-544-2-30.pdf?110413141450> [Accessed Date 15 October 2014].
- Challis, D., Clarkson, P. and Warburton, R., 2006. *Performance indicators in social care for older people*. Ashgate Publishing, Ltd..
- Chalvatzis, K.J. and Hooper, E., 2009. Energy security vs. climate change: Theoretical framework development and experience in selected EU electricity markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), pp.2703–2709.
- Chaviaropoulos, P. 2011. *Renewable Energy Programs of Greece*. Head of RES Office. Ministry of Environment, Energy and Climate Change. [pdf] Available at: <http://www.academyofathens.gr/Documents/solar_energy_concentrating_solar_power/renewable_energy_program_of_greece.pdf> [Accessed Date 15 October 2014].
- Coakes, S., and Steed, L., 2005. *SPSS. Analysis without Anguish. Version 12.0 for Windows*. Singapore: John Willey and Sons, Inc.

- Copus, A., Psaltopoulos, D., Skuras, D., Terluin, I. and Weingarten, P., 2008. Common Features of Diverse European Rural Areas: Review of Approaches to Rural Typology, Edited by T. Ratering and F. H. Giray. IPTS/JRC Technical Report series, EUR 23634 EN, pp.129.
- Danchev, S., Maniatis, G. and Tsakanikas, A., 2010. Returns on investment in electricity producing photovoltaic systems under de-escalating feed-in tariffs: The case of Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), pp.500-505.
- del Rio, P. and Burguillo, M., 2009. An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(6), pp.1314-1325.
- Diakoulaki, D. and Karangelis, F., 2007. Multi-criteria decision analysis and cost– benefit analysis of alternative scenarios for the power generation sector in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(4), pp.716-727.
- Dincer, F., 2011. The analysis on wind energy electricity generation status, potential and policies in the world. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(9), pp.5135-5142.
- Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market.
- Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings.
- Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport.
- Directive 2003/54/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 96/92/EC - Statements made with regard to decommissioning and waste management activities.
- Directive 96/92/EC of the European Parliament and of the Council of 19 December 1996 concerning common rules for the internal market in electricity.
- Dragomirescu, L., 1986. Considerations on the structure and application of cluster analysis in biology. *Extrait des <Travaux d’Museum d’Histoire naturelle Grigore Antipa>*, VOL. XXVIII, Bucarest.
- EEA, 2004. Impacts of Europe's changing climate. An indicator-based assessment. EEA Report No 2/2004. ISBN: 92-9167-692-6. Copenhagen: European Environment Agency.
- Energy Press, 2014. New Deal: Στο 11% το κούρεμα για αγροτικά φωτοβολταϊκά, 16% για στέγες-όλο το τελικό νομοσχέδιο. [διαδίκτυο] Διαθέσιμο στο:

- <<http://www.energypress.gr/news/New-Deal--Koyrema-mono-11-gia-agrotika-fwtoboltaika-16-gia-steges-olo-to-teliko-nomoshedio>> [Ανακτήθηκε 1 Οκτωβρίου 2014].
- EREC, 2009. European Renewable Energy Council Renewable. Energy Policy Review Greece. [online] Available at: <<http://www.erec.org/policy/national-policies.html>> [Accessed Date 15 October 2014].
- Eurobarometer, 2007. Energy technologies: Knowledge, perception, measures. Special Eurobarometer 262. Brussels, European Commission.
- European Biomass Association, 2013. Annual Report 2013. [pdf] Available at: <<http://www.aebiom.org/wp-content/uploads/2014/01/2013-AEBIOM-Annual-Report1.pdf>> [Accessed Date 25 October 2014].
- European Commission, 2009. Climate Change. [pdf] Available at: <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/climate_change.pdf> [Accessed Date 5 September 2014].
- European Commission, 2010. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Energy 2020 A strategy for competitive, sustainable and secure energy/* COM/2010/0639 final*/
- European Commission, 2011. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050/* COM/2011/0112 final */.
- European Commission, 2012. Energy roadmap 2050. [pdf] Available at: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012_energy_roadmap_2050_en.pdf> [Accessed Date 5 October 2014].
- European Commission, 2014. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030/* COM/2014/015 final */.
- Eurostat, 2013. Eurostat regional yearbook 2013.
- Eurostat, 2014a. Renewable energy statistics. Data from March 2014. [online] Available at: <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics#Further_Eurostat_information> [Accessed Date 15 October 2014].
- Eurostat, 2014b. Consumption of energy. Data from March 2014. [online] Available at: <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Consumption_of_energy> [Accessed Date 15 October 2014].

- Everitt, B. S. 1980. *Cluster Analysis*. Second Edition, Heinemann Educational Books. London.
- Everitt, B.S., Landau, S. and Leese, M., 2001. *Cluster Analysis*, 4th edn. London: Arnold.
- Feng, Z. and Flowerdew, R., 1998. Fuzzy geodemographics: a contribution from fuzzy clustering methods. *Innovations in GIS*, 5, pp.119-127.
- Figueiredo, D., Rocha, E., Batista, M., Paranhos, R. and Alexandre, J., 2014. Cluster analysis for political scientists. *Applied Mathematics*, 5(15), pp.2408-2415.
- Fotheringham, A.S., Barmby, T., Brunsdon, C., Champion, T., Charlton, M., Kalogirou, S., Tremayne, A., Rees, P., Eyre, H., Macgill, J., Stillwell, J., Bramley, G., and Hollis, J., 2002. *Development of a Migration Model: Analytical and Practical Enhancements*. London: Office of the Deputy Prime Minister. ISBN: 1 85112 583 3.
- Fotheringham, A.S., Rees, P., Champion, T., Kalogirou, S., and Tremayne, A.R., 2004. The Development of a Migration Model for England and Wales: Overview and Modelling Out-migration. *Environment and Planning A*, 36(9), pp.1633-1672.
- Fouquet, D., 2009. "Prices for Renewable Energies in Europe". European Renewable Energies Federation. Report 2009. European Renewable Energies Federation (EREF). [pdf] Available at: http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Documents/EREF%20Prices%20for%20Renewable%20Energies%20in%20Europe%20-%20Report%202009.pdf [Accessed Date 5 September 2014].
- Freedman, D.A., 1999. Ecological Inference and the Ecological Fallacy. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 6, pp.4027-4030.
- Freedman, D.A., Klein, S. P., Ostland, M. and Roberts, M.R., 1998. Review of A Solution to the Ecological Inference Problem, by G. Kink. *Journal of the American Statistical Association*, 93, pp.1518-1522.
- GENI, 2014. Global Energy Network Institute. Library. Renewable Energy Resource Maps. [online] Available at: <http://www.geni.org/globalenergy/library/renewable-energy-resources/index.shtml> [Accessed Date 15 October 2014].
- Gerstengarbe, F.W., Werner, P.C. and Fraedrich, K., 1999. Applying Non-Hierarchical Cluster Analysis Algorithms to Climate Classification: Some Problems and their Solution. *Theoretical and Applied Climatology*, 64(3-4), pp.143-150.
- Green, P. and Carroll, J., 1978. *Mathematical tools for applied multivariate analysis*. Academic Press: New York
- Gries, S.Th., 2007. *Cluster Analysis: A practical introduction with R*. [materials from workshop at the University of Sheffield, 21 May 2007]

- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L. and Black, W.C., 1998. *Multivariate data analysis*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. (5th ed.).
- Hall, N., Ashworth, P. and Shaw, H., 2012. *Exploring community acceptance of rural wind farms in Australia: a snapshot*. Brisbane: CSIRO Science into Society Group.
- Han, J. and Kamber, M., 2006. *Data Mining: Concepts and Techniques*, 2nd edition. The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems, Jim Gray, Series Editor Morgan Kaufmann Publishers. ISBN: 1-55860-901-6.
- Hansen, J., Kharecha, P., Sato, M., Masson-Delmotte, V., Ackerman, F., et al., 2013. Assessing “Dangerous Climate Change”: Required Reduction of Carbon Emissions to Protect Young People, Future Generations and Nature. *PLoS ONE*, 8(12), e81648. doi:10.1371/journal.pone.0081648.
- Hare, W., 2003. Assessment of Knowledge on Impacts of Climate Change – Contribution to the Specification of Article 2 of the UNFCCC: Impacts on Ecosystems, Food Production, Water and Socio-economic Systems. [pdf] Available at: <http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn2003/wbgu_sn2003_ex01.pdf> [Accessed Date 10 October 2014].
- Harris, R., 1998. Considering (mis-) representation in geodemographics and lifestyles. In 3rd International Conference on GeoComputation.
- Harris, R., Sleight, P. and Webber, R., 2005. *Geodemographics, GIS and Neighbourhood Targeting*. Chichester, Uk: John Wiley and Sons.
- Hartigan, J.A., 1975. *Clustering Algorithms*. New York: Wiley.
- Hartigan, J.A., and Wong, M.A., 1979. A K-means clustering algorithm. *Applied Statistics*, 28, pp.100-108.
- Hartuv, E. and Shamir, R., 2000. A clustering algorithm based on graph connectivity. *Information processing letters*, 76(4), pp.175-181.
- Houghton, J., 2009. *Global Warming, Climate Change and Sustainability*. John Ray Initiative Briefing Paper, 14, 2009.
- Huld, T., Müller, R. and Gambardella, A., 2012. A new solar radiation database for estimating PV performance in Europe and Africa. *Solar Energy*, 86(6), 1803-1815.
- Huth, R., Beck, C., Philipp, A., Demuzere, M., Ustrnul, Z., Cahynová M., et al., 2008. Classifications of atmospheric circulation patterns. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1146(1), pp.105-152.
- I2SARE, 2010. Development of a regional typology – Aim, methods and results. Work package 6 – Typology of regions in Europe November 2010. [pdf] Available at:

- <http://www.i2sare.eu/uploadedFiles/Report/Regional%20typology/I2SARE_WorkReport_WP6_final.pdf > [Accessed Date 10 October 2014].
- Imber, V., 1977. A classification of the English personal social services authorities. HM Stationery Office.
- İncecik, S., Kahya, C., Çalışkan, E. and Toros, H., 2011. An Overview of Wind and Solar Energies Usage in Turkey. Cost Action ES 1002: Workshop 22-23 March 2011, Nice France.
- IPCC, 2001a. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.
- IPCC, 2001b. Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O. Davidson, R. Swart and J. Pan, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, 760 pp.
- IPCC, 2007. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jäger-Waldau, A., Szabó, M., Scarlat, N. and Monforti-Ferrario, F., 2011. Renewable electricity in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(8), pp.3703-3716.
- Jain, A.K., 2010. Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31(8), pp.651-666.
- Johnston, R.J., 1976. *Classification in Geography. Concepts and techniques in modern geography* 6. Norwich.
- Jolliffe, I.T., 1986. *Principal Component Analysis*. New York: Springer-Verlag.
- Jolliffe, I.T., Jones, B. and Morgan, B.J.T., 1986. Comparison of cluster analyses of the English personal social services authorities. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A-Stat. Soc.*, 149(3), pp.253-270.
- José, R.P.M. and Niaz B.B., 2013. Renewable Energy and Sustainable Development. *Estudios de Economía Aplicada*, 31(1), pp.7-33.
- Junginger, M., van Dam, J., Alakangas, E., Virkkunen, M., Vesterinen, P. and Veijonen, K., 2010. Solutions to overcome barriers in bioenergy markets in Europe - D2.2. Resources, use and market analysis (EUBIONET III No. IEE/07/777/SI2. 499477).

- Kalogirou, S., 2003. The Statistical Analysis and Modelling of Internal Migration Flows Within England And Wales, PhD Thesis. School of Geography, Politics and Sociology, University of Newcastle upon Tyne, UK.
- Kalogirou, S., 2005, Examining and Presenting Trends of Internal Migration Flows within England and Wales. *Population, Space and Place*, 11(4), pp.283-297.
- Kalogirou, S., 2009. Updated Interim Report: Area Typologies – Clustering, ReRisk Regions at Risk of Energy Poverty, Applied Research Project 2013/1/5. Bilbao: ESPON & Innobasque.
- Karytsas, K. and Mendrinou, D., 2013. Global Geothermal Power Market. In European Geothermal Congress 2013. Pisa, Italy, 3-7 June 2013.
- Kaufmann, L. and Rousseeuw, P.J., 1990. *Finding Groups in Data*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Kaygusuz, K., 2012. Energy for sustainable development: A case of developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(2), pp.1116-1126.
- Koundouri, P., Kontouris, Y. and Remondou, K., 2009. Valuing a wind farm construction: A contingent valuation study in Greece. *Energy Policy*, 37(5), pp.1939-1944.
- Kuhn, R. and Culhane, D., 1998. Applying Cluster Analysis to Test a Typology of Homelessness by Pattern of Shelter Utilization: Results from the Analysis of Administrative Data. *American Journal of Community Psychology*, 26(2), pp.207-232.
- Kulovesi, K., Morgera, E. and Muñoz, M., 2011. Environmental integration and multifaceted international dimensions of EU law: unpacking the EU's 2009 Climate and Energy Package. *Common Market Law Review*, 48(3), pp.829-891.
- Kumar, J., Mills, R.T., Hoffman, F.M. and Hargrove, W.W., 2011. Parallel k-Means Clustering for Quantitative Ecoregion Delineation Using Large Data Sets. *Procedia Computer Science*, (4), pp.1602-1611.
- Labib, K. and Vemuri, V.R., 2005. Anomaly Detection Using S Language Framework: Clustering and Visualization of Intrusive Attacks on Computer Systems. Fourth Conference on Security and Network Architectures, SAR'05, Batz sur Mer, France, June.
- Larruscain, J., Río-Belver, R., Cilleruelo, E., Garechana, G. and Gavilanes-Trapote, J., 2013. Applying Cluster Analysis to Renewable Energy Emergent Sector at Local Level. 7th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management-XVII Congreso de Ingeniería de Organización.
- Lennert, M., et al., 2013. FOCI: Future Orientations for Cities. ESPON Final Report. ESPON, Luxembourg.

- Leung, D. Y. and Yang, Y., 2012. Wind energy development and its environmental impact: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), pp.1031-1039.
- Liu, X.M., Sun, H.X. and Zeng, X.W., 1993. Application of cluster analysis to chemical taxonomy of medicinal material maidong. *Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo zhongyao zazhi= China journal of Chinese materia medica*, 18(10), pp.585-7.
- Longo, A., Markandya, A., and Petrucci, M. 2008. The internalization of externalities in the production of electricity: willingness to pay for the attributes of a policy for renewable energy. *Ecological Economics*, 67(1), 140-152.
- Mądry, W., Mena, Y., Roszkowska-Mądra, B., Gozdowski, D., Hryniewski, R. and Castel, J.M., 2013. An overview of farming system typology methodologies and its use in the study of pasture-based farming system: a review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(2), pp.316-326.
- Marchal, V., Dellink, R., van Vuuren, D., Clapp, C., Château, J., Lanzi, E., Magné, B. and van Vliet, J., 2011. OECD Environmental Outlook to 2050, Chapter 3: Climate Change, Pre-Release Version. [pdf] Available at: <<http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/49082173.pdf>> [Accessed Date 15 October 2014].
- Marcu, M. 2011. Population grows in twenty EU Member States Population change in Europe in 2010: first results. Population and social conditions. Eurostat. [pdf] Available at: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-11-038/EN/KS-SF-11-038-EN.PDF [Accessed Date 10 September 2014].
- Marques, A.C. and Fuinhas, J.A., 2011. Are renewable energy effective in promoting growth? Evidence from 21 EU Members. *Renewable Energy - Trends and Applications*, Dr. Majid Nayeripour (Ed.). ISBN: 978-953-307-939-4. [pdf] InTech, Available at: <<http://www.intechopen.com/books/renewable-energy-trends-andapplications/are-renewables-effective-in-promoting-growth-evidence-from-21-eu-members>> [Accessed Date 15 October 2014].
- Metaxas, A. and Tsinisizelis, M., 2013. The Development of Renewable Energy Governance in Greece. Examples of a Failed (?) Policy. *Renewable Energy Governance, Lecture Notes in Energy*, 57, pp.155-168.
- Milligan, G.W., 1980. An examination of the effect of six types of error perturbation on fifteen clustering algorithms. *Psychometrika*, 45(3), pp.325-342.
- Milligan, G.W., and Cooper, M.C., 1988. A Study of Standardization of Variables in Cluster Analysis. *Journal of Classification*, 5(2), pp.181-204.
- Moser, C.A. and Scott, W., 1961. *British Towns*. Oliver and Boyd. Edinburgh.
- OECD, 1994. *Creating Rural Indicators for Shaping Territorial Policy*. Paris: OECD.

- OECD/IEA, 2011. Energy Policies of IEA Countries, Greece Review. Paris. [pdf] Available at:
 <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Greece2011_unsecured.pdf>
 [Accessed Date 15 October 2014].
- OECD/IEA, 2014. Share of total primary energy supply* in 2012. [pdf] Available at:
 <<http://www.iea.org/stats/WebGraphs/GREECE4.pdf>> [Accessed Date 20 December 2014].
- Openshaw, S. and Wymer, C., 1995. Classifying and regionalizing census data. Census Users Handbook. GeoInformation International, Cambridge, UK, pp.239-268.
- Openshaw, S., Blake, M. and Wymer, C., 1995. Using neurocomputing methods to classify Britain's residential areas. Innovations in GIS, 2 pp.97-111.
- Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.), 2007. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland. [pdf] Available at: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf> [Accessed Date 15 October 2014].
- Panwar, N. L., Kaushik, S. C. and Kothari, S., 2011. Role of renewable energy sources in environmental protection: a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(3), pp.1513-1524.
- Prastacos, P., and Hootkins, S., 1984. Social Area Analysis for the Counties of the Bay Area; 8 volumes, United Way of the Bay Area, San Francisco.
- Psomas, S., 2011. Reducing Bureaucracy for PV Deployment: A Feasible Task. Hellenic Association of Photovoltaic Companies. National Advisory Paper for Greece. March 2011. [pdf] Available at: <http://helapco.gr/pdf/advisory_paper_greece_mar2011_eng.pdf> [Accessed Date 15 October 2014].
- Ramanathan, V. and Feng, Y., 2009. Air pollution, greenhouse gases and climate change: Global and regional perspectives. Atmospheric Environment, 43(1), pp.37–50.
- REN21, 2012. Renewables 2012 Global Status Report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. [pdf] Available at:
 <http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR_2012%20highres.pdf>
 [Accessed Date 15 October 2014].
- Rhode, R.A., 2011. Global Warming Art. [online] Available at:
 <http://www.globalwarmingart.com/wiki/Carbon_Dioxide_Gallery> [Accessed Date 15 October 2014].
- Richardson, H., 1978. Regional and urban economics. Harmondsworth: Penguin Books.
- Rokach, L., and Maimon, O., 2005. Clustering methods. In Data mining and knowledge discovery handbook (pp. 321-352). Springer US.

- Romo-Fernández, L.M., López-Pujalte, C., Guerrero Bote, V.P., et al., 2011. Analysis of Europe's scientific production on renewable energies. *Renewable Energy* 36(9), pp.2529-2537.
- Schilcher, K. and Schmidl, J., 2009. Country Study on Political Framework and Availability of Biomass. Austrian Energy Agency. [pdf] Available at: <http://www.central2013.eu/fileadmin/user_upload/Downloads/outputlib/4biomass_country_study_Austria.pdf> [Accessed Date 15 October 2014].
- Sibson, R., 1973. SLINK: an optimally efficient algorithm for the single-link cluster method. *The Computer Journal* (British Computer Society), 16(1), pp.30-34.
- Spracklen, D.V., Bonn, B., Carslaw, K.S., 2008. Boreal forests, aerosols and the impacts on clouds and climate. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1885), pp.4613-4626.
- SPSS, I., 2010. IBM SPSS Statistics Base 19.
- Trinnaman, J. and Clarke, A. (Eds.), 2004. 2004 Survey of energy resources. Elsevier.
- Trovão, J.P., Pereirinha, P.G., Jorge, H.M., 2009. Design methodology of Energy Storage Systems for a Small Electric Vehicle. *World Electric Vehicle Journal*, 3, pp.1-12.
- Ultsch, A. and Siemon, H.P., 1990. Kohonen's Self-Organizing Neural Networks for Exploratory Data Analysis. *Intl. Neural Network Conf. INNC90*, Paris, 305-308.
- Vickers, D., Rees, P. and Birkin, M., 2007. Creating the National Classification of Census Output Areas: Data, Methods and Results. Working Paper 05/2. School of Geography, University of Leeds. [pdf] Available at: <<http://eprints.whiterose.ac.uk/5003/1/05-2.pdf> > [Accessed Date 15 October 2014].
- Ward, Joe H., 1963. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), pp.236-244.
- Webber, R., and Craig, J., 1978. Socio-economic classification of local authority areas. *OPCS Studies on Medical and Population Subjects*, No. 35, HMSO, London.
- Weingarten, P., Copus, A., Psaltopoulos, D., Skuras, D., and Terluin, I., 2010. Typology of European Rural Areas for Spatial Impact Assessment of Policies. Edited by T. Ratering and S. Sieber. *IPTS/JRC Technical Report Series*.
- Wesselink, B., Harmsen, R., Eichhammer, W., et al., 2010. Energy Savings 2020. How to triple the impact of energy saving policies in Europe. [pdf] Available at: <<http://www.roadmap2050.eu/attachments/files/EnergySavings2020-FullReport.pdf>> [Accessed Date 15 October 2014].
- WHO-ECEH, 2003. Extreme weather events and human health, Third intergovernmental Preparatory Meeting; Evora 2003.

- Williams, W., 1971. Principles of Clustering. Annual review of Ecology and Systematics, 2, pp.303-326.
- Wishart, D., 1969a. Numerical classification method for deriving natural classes. Nature, 221, pp.97-98.
- Wishart, D., 1969b. Mode Analysis. Numerical Taxonomy (A.J.Cole,ed.), pp.282-308, New York: Academic Press.
- Young, H., Grundy, E., and Kalogirou, S., 2005. Who Cares? Geographical Variation in Informal Caregiving in England and Wales: evidence from the 2001 Census. Population Trends, 120, pp.23-34.
- Αγγελόπουλος, Σ., Σαμαθρακής, Β., Γαλανόπουλος, Κ., και Παυλούδη, Α., 2007. Τυπολογία της δραστηριότητας χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων στην Ελλάδα. Επιθεώρηση Οικονομικών Επιστημών. [pdf] Διαθέσιμο στο: <http://sbagis.farm.teithe.gr/uploads/8/3/4/5/8345585/sbagis_a3_12.pdf> [Ανακτήθηκε 5 Οκτωβρίου 2014].
- ΑΔΜΗΕ, 2013. Μελέτη επάρκειας ισχύος για την περίοδο 2013-2020. Αθήνα: Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.
- ΑΔΜΗΕ, 2014. Μηνιαία Δελτία Ενέργειας. [pdf] Διαθέσιμο στο: <<http://www.admie.gr/deltia-agoras/miniaia-deltia-energeias/>> [Ανακτήθηκε 31 Δεκεμβρίου 2014].
- Ανάγνος, Ν., και Αραμπατζής, Γ., 2000. Εφαρμογή της Cluster analysis στην τυπολογία των γεωργοδασικών εκμεταλλεύσεων. Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Συνεδρίου Στατιστικής, Φλώρινα 4-6 Μαΐου 2000. σελ.39-48.
- Αναγνωστόπουλος, Ι. και Παπαντώνης, Δ., 2013. Εκτίμηση μελλοντικών αναγκών αποθήκευσης ενέργειας στο ηλεκτρικό σύστημα της Ελλάδας. Σχολή Μηχανολόγων Μηχ. Ε.Μ.Π. STORE Programme. Supported by Intelligent Energy Europe. [pdf] Διαθέσιμο στο: <http://www.fluid.mech.ntua.gr/lht/STORE_D5-1_EXECUTIVE%20SUMMARY.pdf> [Ανακτήθηκε 5 Οκτωβρίου 2014].
- Αραμπατζής, Γ., Μαρινίδης, Α και Τσιαντικούδης, Σ., Πεχλιβάνης, Ε-Φ και Αραμπατζής, Α., 2009. Τυπολογία της Τουριστικής Ανάπτυξης στην Ελλάδα την Περίοδο 1975–2006. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Δ.Π.Θ. (Τιμητικός Τόμος Καθηγητή Α. Καραμπίνη), σελ.223-247.
- Αραμπατζής, Γ., Μπάτζιος, Χ., Σαμαθρακής, Β. και Κουτρομανίδης, Θ., 2005. Τυπολογία της κτηνοτροφικής δραστηριότητας του νομού Θεσσαλονίκης. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, σειρά VI, τόμος 16, τεύχος 2, σελ.4-11.
- Αρταβάνη, Α.Μ., 2013. Η περιφερειακή διάσταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ελληνικό Τμήμα της Ευρωπαϊκής και Διεθνούς Εταιρείας Περιφερειακής Επιστήμης

- (RSAI, ERSA), 11^ο Επιστημονικό Συνέδριο: αγροτική οικονομία, ύπαιθρος χώρος, περιφερειακή και τοπική ανάπτυξη. Πάτρα, Ελλάδα, 14-15 Ιουνίου 2013.
- Ασημακόπουλος, Γ., 2007. ΕΚΟΤΕΧΝΙΚΑ. Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Ν. 2742/1999). Α' Φάση: Υποστηρικτική Μελέτη. Αθήνα: Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- ΔΕΔΔΗΕ, 2014. Πληροφοριακά Δελτία Παραγωγής στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. [pdf] Διαθέσιμο στο: <<http://www.deddie.gr/el/kentro-enimerwsis/nea-anakoinwseis>> [Ανακτήθηκε 31 Δεκεμβρίου 2014].
- Διακουλάκη, Δ., 2014. Ο ενεργειακός τομέας στην Ελλάδα της κρίσης: Προκλήσεις και προοπτικές. ΕΒΕΟ/ΕΜΠ. [pdf] Διαθέσιμο στο: <http://www.liee-ntua.gr/wp-content/uploads/2014/04/EET-2014_291-304-Diakoulaki.pdf> [Ανακτήθηκε 5 Οκτωβρίου 2014].
- ΕΕΕΑΕ, 2013. HWEA Wind Energy Statistics. Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας. [pdf] Διαθέσιμο στο: <http://eletaen.gr/wp-content/uploads/2014/01/2013_-HWEA_Statistics_Greece.pdf> [Ανακτήθηκε 10 Οκτωβρίου 2014].
- ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2014. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κατά μεγάλη γεωγραφική περιοχή, περιφέρεια, νομό και κατά κατηγορία χρήσης: 2012. Ελληνική Στατιστική Αρχή. [διαδίκτυο] Διαθέσιμο στο <<http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/BUCKET/A0301/Other>> [Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2014].
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2004. Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο - Το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας της ΕΕ - έκθεση της Επιτροπής σύμφωνα με το άρθρο 3 της οδηγίας 2001/77/ΕΚ, αξιολόγηση του αντίκτυπου των νομοθετικών πράξεων και άλλων κοινοτικών πολιτικών στην εξέλιξη της συμβολής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ΕΕ και προτάσεις για συγκεκριμένες δράσεις {SEC(2004) 547}/* COM/2004/0366 Τελικό */.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2006α. Ανακοίνωση της Επιτροπής - Σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση: Αξιοποίηση του δυναμικού {SEC(2006)1173} {SEC(2006)1174} {SEC(2006)1175}/* COM/2006/0545 τελικό */.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2006β. Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Συμβούλιο και στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο - Χάρτης πορείας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας - Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τον 21ο αιώνα: συμβολή στην ενίσχυση της αειφορίας {SEC(2006) 1719} {SEC(2006) 1720} {SEC(2007) 12}/* COM/2006/0848 τελικό */.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2008α. Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών - Δύο φορές το 20 έως το 2020 - Η κλιματική αλλαγή και η ευκαιρία της Ευρώπης {COM(2008) 13 τελικό} {COM(2008) 16 τελικό} {COM(2008) 17 τελικό} {COM(2008) 18 τελικό} {COM(2008) 19 τελικό}/* COM/2008/0030 τελικό */.

- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2008β. Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών - Υπεράκτια αιολική ενέργεια: Ανάγκη ανάληψης δράσης για την επίτευξη των στόχων ενεργειακής πολιτικής με ορίζοντα το 2020 και έπειτα/* COM/2008/0768 τελικό/2 */.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2010. ΕΥΡΩΠΗ 2020 Στρατηγική για έξυπνη, διατηρήσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη/* COM/2010/2020 τελικό */.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011α. ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ. Σχέδιο για την ενεργειακή απόδοση, 2011/* COM/2011/0109 τελικό */.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011β. ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ. Η πρόοδος προς την επίτευξη του στόχου για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές το 2020/* COM/2011/0031 τελικό */.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2012. Πρόταση ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ για τροποποίηση της οδηγίας 98/70/EK σχετικά με την ποιότητα των καυσίμων βενζίνης και ντίζελ και για τροποποίηση της οδηγίας 2009/28/EK σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές/* COM/2012/0595 final - 2012/0288 (COD) */.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2013α. Ερωτήσεις και απαντήσεις: Πράσινη βίβλος σχετικά με ένα πλαίσιο για τις πολιτικές για το κλίμα και την ενέργεια με ορίζοντα το 2030. [διαδίκτυο] Διαθέσιμο στο: <http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-13-275_el.htm> [Ανακτήθηκε 30 Οκτωβρίου 2014].
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2013β. ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ Πλαίσιο για τις πολιτικές που αφορούν το κλίμα και την ενέργεια με χρονικό ορίζοντα το έτος 2030/* COM/2013/0169 final */.
- Θεοδωρά, Γ. και Λουκάκης, Π., 2005. Τυπολόγηση των Ελληνικών Πόλεων με Κριτήρια Περιφερειακής Εμβέλειας. Αειχώρος, 4(2), σελ.128-157.
- ΙΟΒΕ-ΕΜΠ, 2012. «Έρευνα στις επιχειρήσεις για την πρόβλεψη των μεταβολών στα περιφερειακά παραγωγικά συστήματα και τις τοπικές αγορές εργασίας». Έκθεση αποτελεσμάτων εργασιών, πάνελ ΙΟΒΕ και Εργαστήριο Βιομηχανικής & Ενεργειακής Οικονομίας Ε.Μ.Π. [pdf] Διαθέσιμο στο: <http://www.liee-ntua.gr/wp-content/uploads/2012/01/summaries-_final.pdf> [Ανακτήθηκε 5 Οκτωβρίου 2014].
- Καλογήρου Σ., Γιαουτζή Μ. και Μπίσκα, Α., 2011. Ταξινόμηση των περιφερειών της Ευρώπης με βάση το ρίσκο για ενεργειακή φτώχεια. Κείμενα Περιφερειακής Επιστήμης, Τόμος II (1), Δεκέμβριος, σελ.77-85.
- Καλογήρου, Σ., 2010. Τυπολόγηση των περιοχών της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων με εισοδηματικά και δημογραφικά κριτήρια, στο Χωροταξία – Πολεοδομία – Περιβάλλον

- στον 21ο Αιώνα: Ελλάδα – Μεσόγειος (Επ.) Η. Μπεριάτος και Μ. Παπαγεωργίου, Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, σελ.151– 160. ISBN 978-960-9439-03-9.
- Καμαριανάκης, Γ. και Κοντός, Δ., 2004. Ταξινόμηση των δήμων της Ελλάδας σύμφωνα με τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά τους όπως προκύπτουν από την Απογραφή του 2001. *Αειχώρος*, 3(2), σελ.154-171.
- Καμαριανάκης, Γ. και Πραστάκος, Π., 2001. Ταξινόμηση των δήμων της Ελλάδας σύμφωνα με τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά τους (Απογραφή 1991). Στο Κοτζαμάνης Β. και Β. Παππάς (επ.) *Οι Χωρικές Διαστάσεις των Δημογραφικών Φαινομένων*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, σελ.187-208.
- Κάπρος, Π., Τασιός, Ν., Χανιώτη, Ξ. και Κουβαριτάκης, Ν., 2011. Κεφάλαιο 4: Προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών, Τμήμα έρευνας Οι Περιβαλλοντικές, Οικονομικές και Κοινωνικές Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στην Ελλάδα. Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής. Τράπεζα της Ελλάδος. [pdf] Διαθέσιμο στο: <http://www.bankofgreece.gr/BogEkdoseis/Πληρης_Εκθεση.pdf> [Ανακτήθηκε 5 Οκτωβρίου 2014].
- Κάραλης, Γ., 2013. ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. Θεματική Ενότητα: Αιολική Ενέργεια & Χωροταξία. Υλικό Βάσης - Περίοδος Β΄. Οκτώβριος - Ιανουάριος 2014. [pdf] Διαθέσιμο στο: <http://www.aegean-energy.gr/gr/academy2013/pdf/wind_energy_and_physical_planning_B.pdf> [Ανακτήθηκε 5 Οκτωβρίου 2014].
- Κόλλιας, Α., 2007. Εφαρμογές Στατιστικών Αναλύσεων στις Κοινωνικές Επιστήμες. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Αθήνα: Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών.
- Κόνσολας, Ν., 1997. Σύγχρονη Περιφερειακή Οικονομική Πολιτική. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.
- Κορωναίος, Χ. Ι., 2012. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Διδακτικές Σημειώσεις στο Δ.Π.Μ.Σ Περιβάλλον και Ανάπτυξη. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- ΛΑΓΗΕ, 2014. Μηνιαία Στατιστικά Δελτία ΑΠΕ & ΣΗΘΥΑ. [pdf] Διαθέσιμο στο: <<http://www.lagie.gr/systima-eggymenon-timon/ape-sithya/miniaia-statistika-deltia-ape-sithya/>> [Ανακτήθηκε 31 Δεκεμβρίου 2014].
- Μαθιουδάκης, Κ. κ.α., 2012. Εθνικός Ενεργειακός Σχεδιασμός. Οδικός Χάρτης για το 2050. Αθήνα: ΥΠΕΚΑ. [διαδίκτυο] Διαθέσιμο στο: <<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=Xm5Lg9NOeKg%3D&tabid=367&>> [Ανακτήθηκε 10 Οκτωβρίου 2014].
- Μακρυβέλιος, Ε., 2011. Πολυκριτηριακή αξιολόγηση επενδύσεων σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Διεπιστημονικό Διαπανεπιστημιακό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Οργάνωση και Διοίκηση

- Βιομηχανικών Συστημάτων. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Πανεπιστήμιο Πειραιά.
- Μαυρογένης, Σ. και Πασπάτη, Ε., 2012. Διεθνής Κλιματική Πολιτική: Από το Rio (1992) στο Durban (2011). [pdf] Διαθέσιμο στο: <<http://www.ekepek.gr/attachments/article/217/%CE%94%CE%A0%CE%A0%20%CE%9A%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%91%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%AE.pdf>> [Ανακτήθηκε 5 Οκτωβρίου 2014].
- Νικήτα, Ε., 2012. Έννοιες Στατιστικής και Εφαρμογές με SPSS. [διαδίκτυο] Διαθέσιμο στο: <https://www.academia.edu/1752674/Notes_on_how_to_use_SPSS_in_Greek_> [Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2014].
- Οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Απριλίου 2009, σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/EK και 2003/30/EK.
- Πολύζος, Σ. 2006. Οι μεταναστευτικές ροές προς την Ελλάδα: Ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων, τυπολογία περιφερειών υποδοχής και χωρών προέλευσης. *Αειχώρος*, 5(2), σελ.68-103.
- ΡΑΕ, 2014. Γεωπληροφοριακός Χάρτης ΡΑΕ. [διαδίκτυο] Διαθέσιμο στο: <<http://www.rae.gr/geo/>> [Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2014].
- Σαπουντζάκη, Π. και Σκορδίλη, Σ., 2003. Περιφερειακή ανάπτυξη και πολιτική Ι. Σημειώσεις Μαθήματος. Αθήνα: Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.
- ΣΕΦ, 2013. Σύνδεσμος Εταιρειών Φωτοβολταϊκών 2013. Στατιστικά στοιχεία αγοράς φωτοβολταϊκών για το 2013. Διαθέσιμο στο: <http://helarco.gr/wp-content/uploads/pv-stats_greece_2013_May141.pdf> [Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2014].
- Σκούρας, Δ. και Ψαλτόπουλος, Δ., 2011. Παραδοτέο 1: Έκθεση Ανασκόπησης Σύγχρονων Προσεγγίσεων Τυπολογίας Αγροτικών Περιοχών στην Ευρώπη. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ), Θεματική Ομάδα Εργασίας του Εθνικού Αγροτικού Δικτύου (ΕΑΔ) με τίτλο «Η Πολιτική για την Αγροτική Ανάπτυξη στο Πλαίσιο της Περιφερειακής Ανάπτυξης».
- Σκούρας, Δ. και Ψαλτόπουλος, Δ., 2012. Τελική Έκθεση: Επιστημονική Υποστήριξη για Σύνταξη Τυπολογίας Αγροτικών Περιοχών στην Ελλάδα. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ), Θεματική Ομάδα Εργασίας του Εθνικού Αγροτικού Δικτύου (ΕΑΔ) με τίτλο «Η Πολιτική για την Αγροτική Ανάπτυξη στο Πλαίσιο της Περιφερειακής Ανάπτυξης».
- Σταμπολής, Κ. Ν., Χατζηβασιλειάδης, Ι., Μάζης, Ι. Θ., Θεοφύλακτος, Κ., Σοφινός, Ν. και Ροϊνιώτη, Α., 2013. Για μια Εθνική Ενεργειακή Πολιτική. *Civitas Gentium*, 3(2), pp.9-58.

- Τσαλέμης, Δ., 2012. Προώθηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας: Συμμετοχή και οφέλη για την τοπική κοινωνία. [pdf] Διαθέσιμο στο: <http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/Argos/03_Tsalemis.pdf> [Ανακτήθηκε 5 Οκτωβρίου 2014].
- ΥΠΕΚΑ, 2009. 5η Εθνική έκθεση για το επίπεδο διεύθυνσης της ανανεώσιμης ενέργειας το έτος 2010 (άρθρο 3 οδηγίας 2001/77/EK). Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής. [διαδίκτυο] Διαθέσιμο στο <<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=ysYxrE3Ia94%3d&tabid=285>> [Ανακτήθηκε 10 Οκτωβρίου 2014].
- ΥΠΕΚΑ, 2012. Κατάσταση Αδειοδοτικής Εξέλιξης Έργων ΑΠΕ. Ημερομηνία Αναφοράς: 31 Δεκεμβρίου 2012. [pdf] Διαθέσιμο στο: <<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=gdA3sF1Q2ns%3d&tabid=701&language=el-GR>> [Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2014].
- ΥΠΕΚΑ, 2013. Η Ελλάδα μέλος του Συμβουλίου του Διεθνούς Οργανισμού Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας IRENA. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής. [διαδίκτυο] Διαθέσιμο στο <<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=389&sni%5B524%5D=2394&language=el-GR>> [Ανακτήθηκε 10 Οκτωβρίου 2014].
- ΥΠΕΚΑ, 2014α. Θεσμικό πλαίσιο ΑΠΕ. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής. [διαδίκτυο] Διαθέσιμο στο <<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=555&language=el-GR>> [Ανακτήθηκε 30 Δεκεμβρίου 2014].
- ΥΠΕΚΑ, 2014β. Υπηρεσία Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα ΑΠΕ. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής. [διαδίκτυο] Διαθέσιμο στο <<http://www.resoffice.gr/>> [Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2014].
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής, 2010. National Renewable Energy Action Plan in the scope of Directive 2009/28/EC. [pdf] Available at: <<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=CEYdUkQ719k%3d&tabid=37>> [Accessed Date 15 October 2014].
- Χαλικιάς, Μ., 2007. Πολυμεταβλητή Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων Eurostat. Επιστημονική Επετηρίδα Εφαρμοσμένης Έρευνας vol. XII no.2, σελ.103-212.
- Χαραλαμπίδης, Ι., 2011. Ανάπτυξη της Βιομάζας στην Ελλάδα. Υφιστάμενη Κατάσταση-Προοπτικές. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας. [pdf] Διαθέσιμο στο: <http://www.biogasin.org/files/pdf/HLC_athens/05_I.Charalabidis_Presentation_Biogasin.pdf> [Ανακτήθηκε 5 Οκτωβρίου 2014].