

# Η ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην Ελλάδα: Νομοθετικό πλαίσιο και χωρική κατανομή

Γαρύφαλλος Αραμπατζής  
Αναπληρωτής Καθηγητής Δημοκρίτειου  
Πανεπιστημίου Θράκης  
Βόλος, 21/12/2016

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## Παγκόσμια Ανάπτυξη ΑΠΕ

Η 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 CO<sub>2</sub> που εκλύουν. Συνεπώς η περαιτέρω ανάπτυξη των ανανεώσιμων (ήπιων) πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), όπως η αιολική και η ηλιακή, είναι επιτακτική και επίκαιρη.

## Παγκόσμια ζήτηση ενέργειας σε Mtoe

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
<b>Σύνολο</b>	<b>9.208</b>	<b>12.019</b>	<b>14.475</b>	<b>16.785</b>

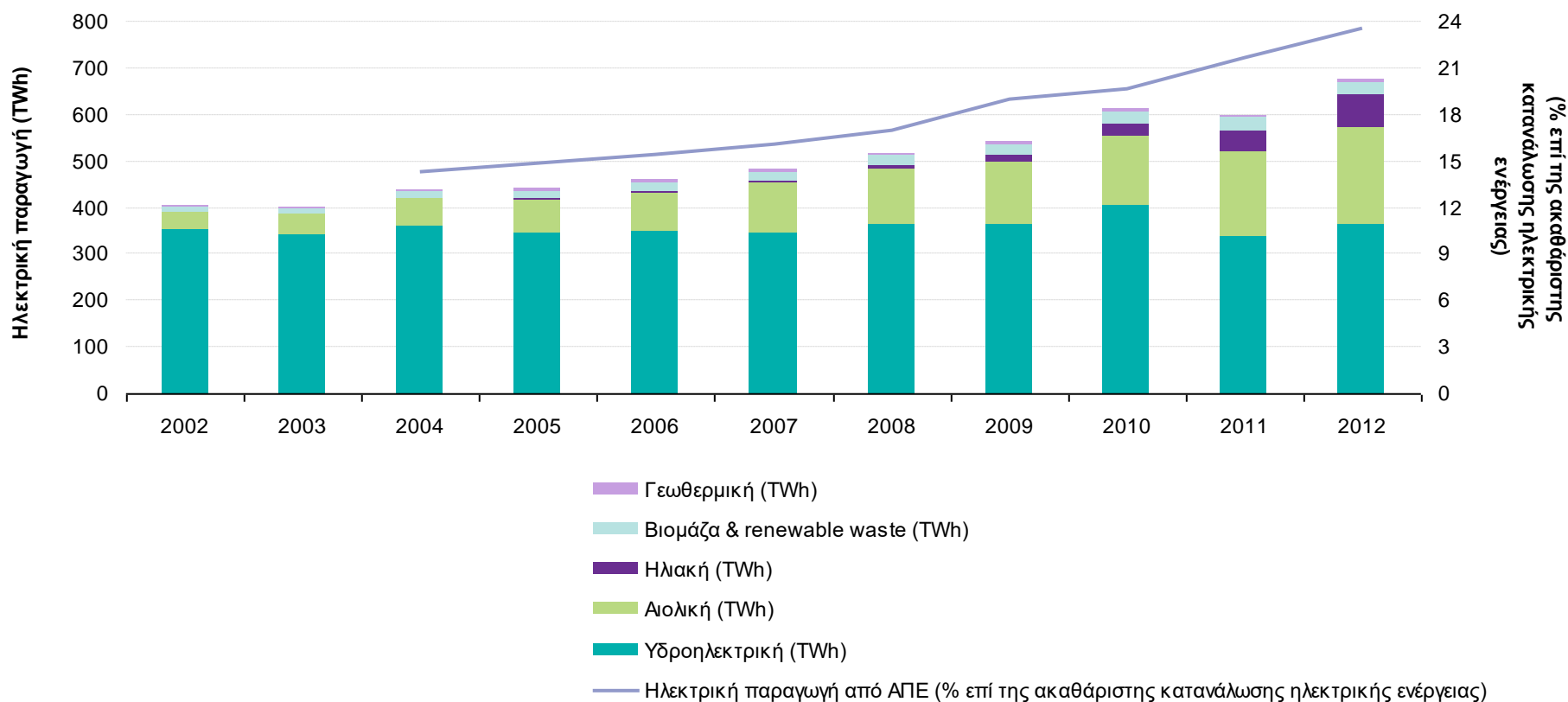
# Παγκόσμιο σενάριο ανάπτυξης των ΑΠΕ έως το 2040

Έτος	2001	2010	2020	2030	2040
<b>Συνολική κατανάλωση ενέργειας (Mtoe)</b>	<b>10.040,0</b>	<b>10.550,0</b>	<b>11.430,0</b>	<b>12.350,0</b>	<b>13.310,0</b>
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
<b>Συνολική ΑΠΕ</b>	<b>1.365,5</b>	<b>1.745,5</b>	<b>2.964,4</b>	<b>4.289,0</b>	<b>6.351,0</b>
<b>Ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ (%)</b>	<b>13,6</b>	<b>16,6</b>	<b>23,6</b>	<b>34,7</b>	<b>47,7</b>

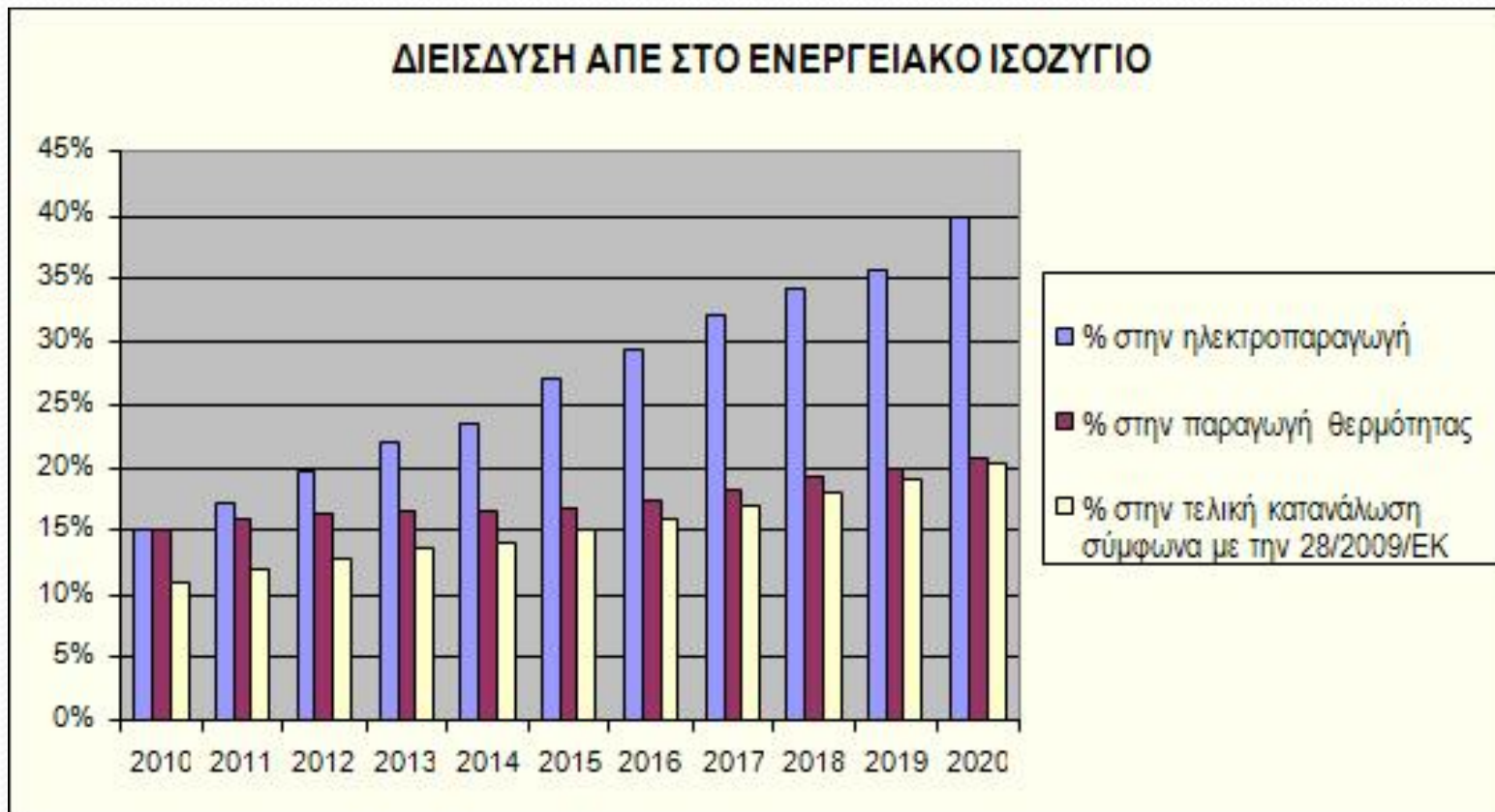
# Θεσμικό πλαίσιο και στόχοι ανάπτυξης ΑΠΕ στην Ευρωπαϊκή Ένωση

- 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. Ειδικότερα οι στόχοι είναι:
  1. Εξοικονόμηση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20% σε σχέση με τις προβλέψεις για το 2020.
  2. Αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στο 20%, ως προς την ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, έως το 2020.
  3. 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%.
  4. 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

# Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στην ΕΕ την περίοδο 2002-2012



# Ανάπτυξη ΑΠΕ στην Ελλάδα



**Εθνικός Στόχος (Διείσδυση) ΑΠΕ για το 2020.**

## Θεσμικό πλαίσιο ανάπτυξης ΑΠΕ στην Ελλάδα

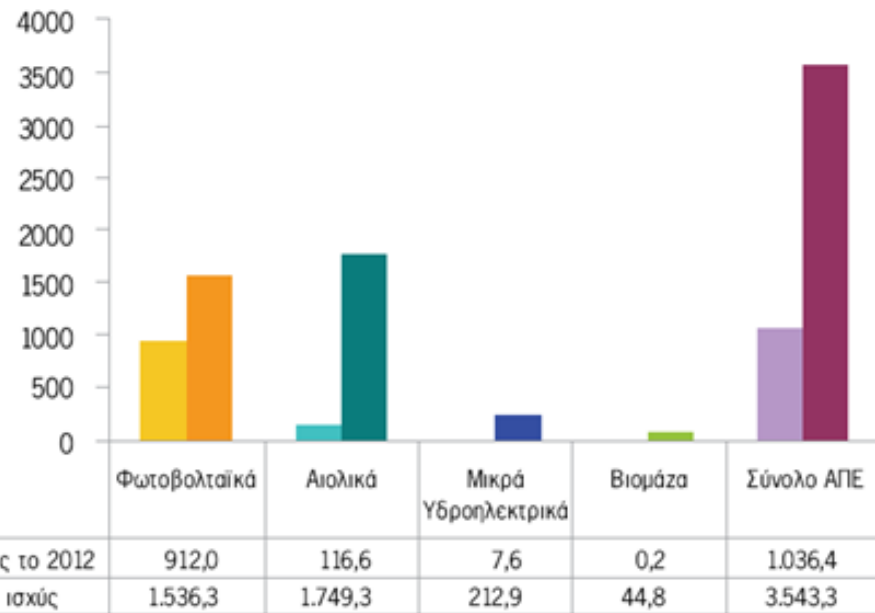
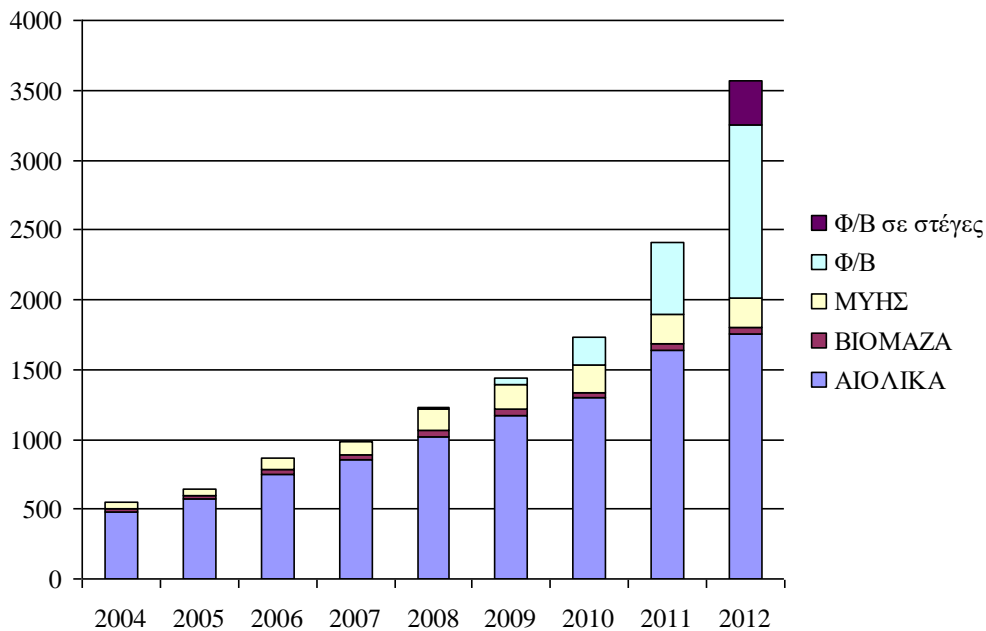
- Νόμος 1559/1985 «Ρύθμιση θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις».
- Νόμος 2244/1994 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις».
- Νόμος 2773/1999 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας- Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις».
- Νόμος 2941/2001 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ρύθμιση θεμάτων της Α.Ε. ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ και άλλες διατάξεις».
- Ο Νόμος 3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις».



- 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».
- Υπουργική απόφαση Α.Υ./Φ1/οικ.19598/01.10.2010 και ορισμός εγκατεστημένης ισχύος ανά τεχνολογία ΑΠΕ.
- 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.
- Νόμος 4062/2012: Ενσωμάτωση της κοινοτικής οδηγίας 2009/28/ΕΚ – Πρόγραμμα ΗΛΙΟΣ.
- Νόμος Ν. 4250/2014 με τον οποίο επήλθαν σημαντικές μειώσεις τιμών και ειδικότερα στους φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

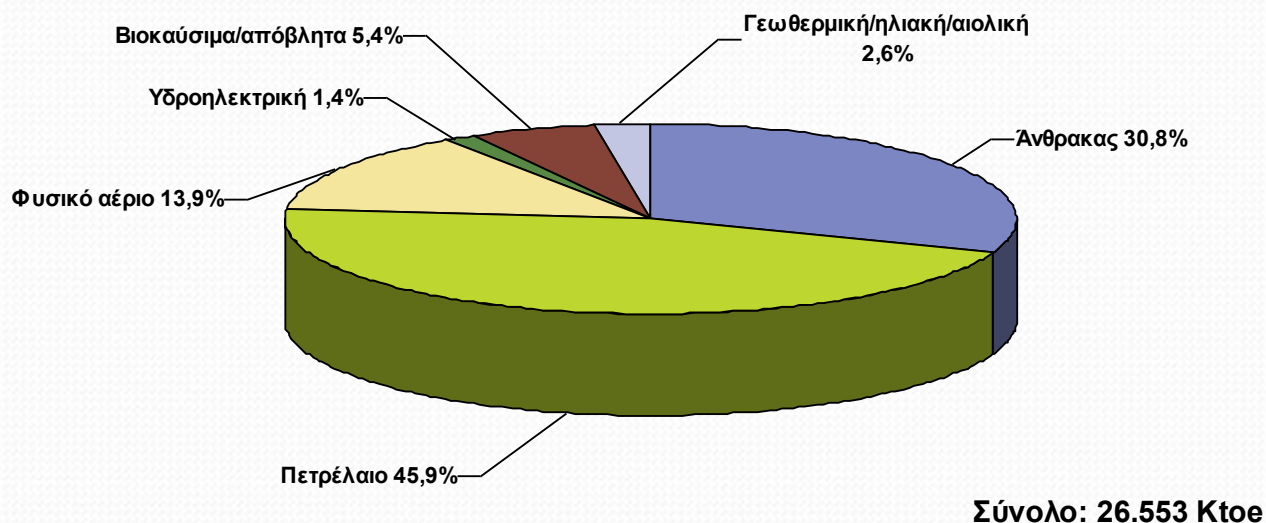
# Η εγκατεστημένη ισχύς των τεχνολογιών ΑΠΕ στον τομέα ηλεκτροπαραγωγής στην Ελλάδα έως και το 2012.

Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ (MW)



# Συνολική εγχώρια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (ενεργειακό μείγμα) το 2012.

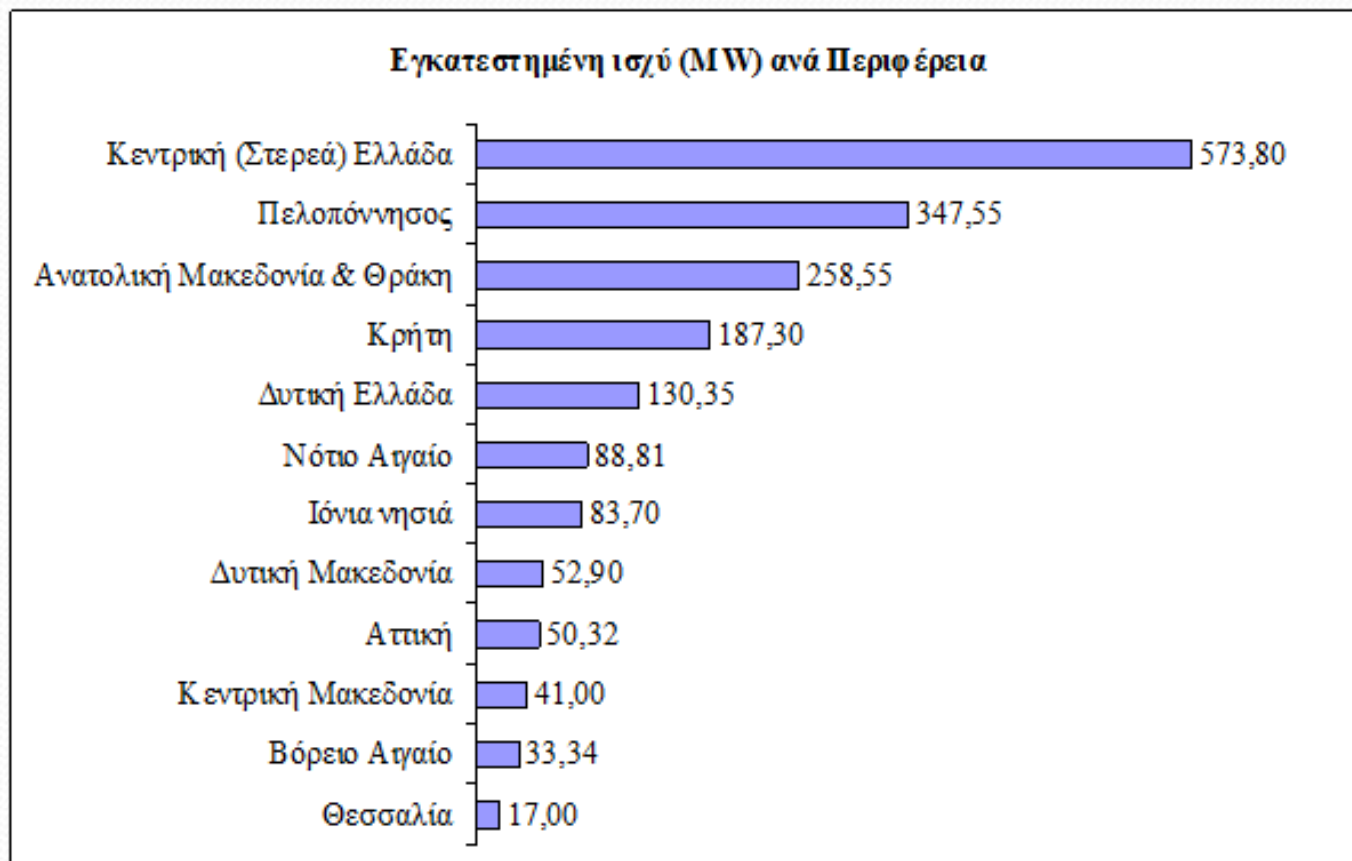
Ελλάδα



# Προβλήματα διείσδυσης των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα

- Η γραφειοκρατία με τις χρονοβόρες διαδικασίες αδειοδότησης των μονάδων και ο μεγάλος αριθμός νόμων και Υπουργικών Αποφάσεων.
- 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 επιπλέον πρόσθετες επιβαρύνσεις. Αποτέλεσμα αυτού είναι η υπερβολική επιβάρυνση του ηλεκτρικού τομέα και η συσσώρευση μεγάλων ελλειμμάτων στον ΛΑΓΗΕ με πολύ σοβαρά προβλήματα στην αγορά ηλεκτρικής 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 στην απροθυμία των ξένων επενδυτών εξαιτίας της οικονομική ύφεσης που έχει πλήξει την Ελλάδα.
- Ο σημαντικότερος παράγοντας που αναστέλλει την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην Ελλάδα είναι η απουσία ενός ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού.

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

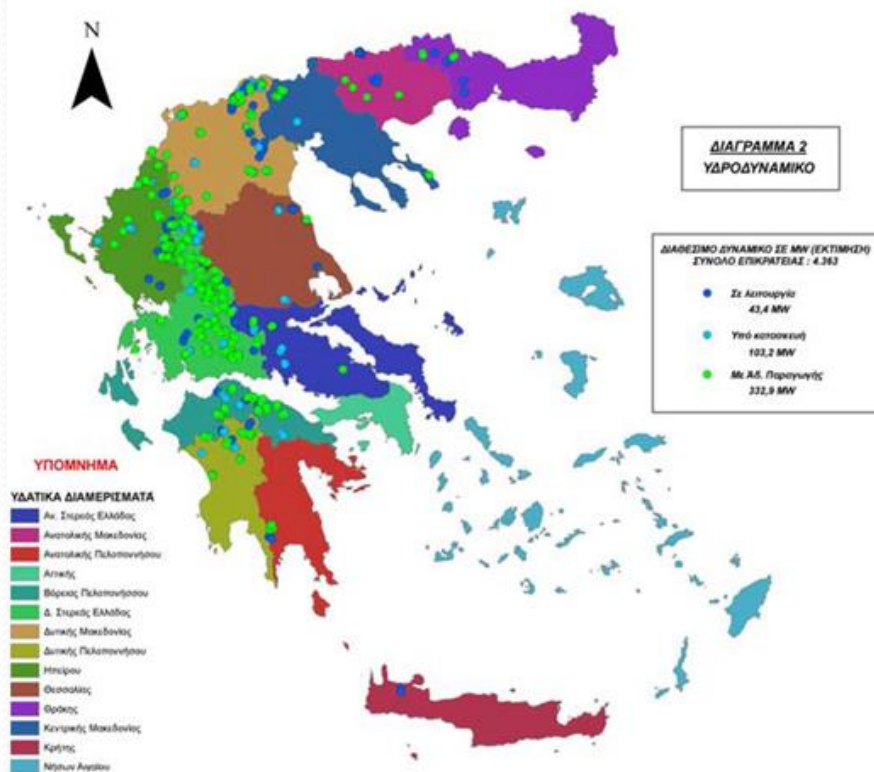


Σύνολο εγκατεστημένης αιολικής ισχύος στις Περιφέρειες της Ελλάδας 2013.

## Γεωγραφική κατανομή φωτοβολταϊκών συστημάτων ανά περιφέρεια 2013.

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	Εγκατεστημένη ισχύς (MW)		
	Χαμηλή Τάση	Μέση Τάση	Υψηλή Τάση
Ανατολική Μακεδονία & Θράκη	113	128	-
Κεντρική Μακεδονία	277	128	22
Δυτική Μακεδονία	63	55	-
Ήπειρος	68	61	-
Θεσσαλία	110	169	10
Ιόνια νησιά	27	-	-
Δυτική Ελλάδα	145	156	4
Στερεά Ελλάδα	131	199	7
Πελοπόννησος	171	149	14
Αττική	89	123	-
Νησιά Αιγαίου & Κρήτη	158	2	-
Σύνολο	1352	1170	57

# Κατανομή Υδροηλεκτρικών Σταθμών στις Περιφέρειες της Ελλάδας



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	0.0
Δυτική Ελλάδα	26,5	907,2	933.7
Στερεά 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	3018	3198.0

Κατανομή της εγκατεστημένης ισχύος των μικρών και μεγάλων υδροηλεκτρικών σταθμών ανά περιφέρεια το έτος 2007.

## Πλήθος και εγκατεστημένη ισχύς σταθμών Βιομάζας 2011.

Περιφέρεια	Τεχνολογία	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
<b>Σύνολο Χώρας</b>		<b>10</b>	<b>49,2</b>	<b>7</b>	<b>24,4</b>	<b>1</b>	<b>5,0</b>	<b>53</b>	<b>338,2</b>	<b>147</b>	<b>1.532,0</b>



# Τυπολογία-Χρησιμότητα

- Η τυπολογία περιοχών και γενικότερα η ομαδοποίηση παρατηρήσεων με βάση διάφορα κριτήρια συνιστά μια διαδεδομένη πρακτική με πλήθος δημοσιεύσεων στη διεθνή βιβλιογραφία.
- 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.
- Η τυπολογία γεωγραφικών περιοχών συνιστά συνηθισμένη πρακτική για τις Περιφέρειες της Ευρώπης όσον αφορά ζητήματα όπως η κοινωνική συνοχή, το περιβάλλον και η κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη.
- 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.

## Σκοπός της έρευνας 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.
- 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.

# Ερευνητικά Ερωτήματα

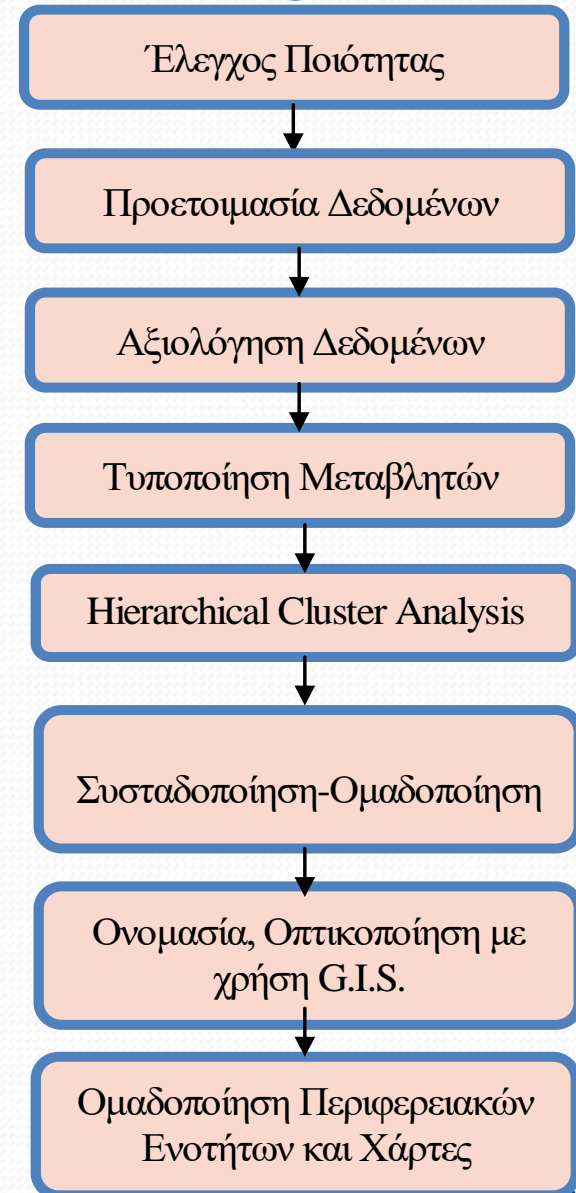
- Το κύριο ερευνητικό ερώτημα είναι η διερεύνηση των στοιχείων και των πτυχών εκείνων που διαφοροποιούν τις περιοχές της Ελλάδας σε επίπεδο περιφερειακής ενότητας σχετικά με την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας και την αντίστοιχη παραγωγική ισχύ των ΑΠΕ στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής.
- Τα επιμέρους ερωτήματα που τίθενται είναι:
  1. Είναι ισορροπη γεωγραφικά η ανάπτυξη των ΑΠΕ σε σύγκριση με την εγκατεστημένη ισχύ και την αντίστοιχη ηλεκτροπαραγωγή τους;
  2. Υπάρχει ενεργειακή ασφάλεια σε κάποιες ομάδες-συστάδες και ποιος είναι ο βαθμός ενεργειακής εξάρτησης της κάθε συστάδας;
  3. 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;
  4. Πρέπει να διαφοροποιηθεί η πολιτική των ΑΠΕ για την επίτευξη των στόχων και ως προς ποιες γεωγραφικές περιοχές;

## Δεδομένα και Μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν

- Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από το Μητρώο Πληροφοριών Λειτουργούντων Σταθμών (ΜΠΛΣ) της Υπηρεσίας Εξυπηρέτησης Επενδυτών για Έργα ΑΠΕ και την ΕΛ.ΣΤΑΤ.
- Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε περιφερειακή ενότητα στην στατιστική ανάλυση είναι:
  1. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τους παρακάτω οικονομικούς τομείς: Οικιακό, Εμπορικό, Βιομηχανικό και Γεωργικό.
  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) και Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών.

## Μεθοδολογία Έρευνας

- 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.
- Η μεθοδολογία ομαδοποίησης που εφαρμόστηκε περιλαμβάνει μια σειρά από διαδοχικά βήματα. Η τεχνική ομαδοποίησης που χρησιμοποιήθηκε στο τελικό στάδιο είναι η ιεραρχική ανάλυση σε συστάδες.



# Αλγόριθμος ομαδοποίησης

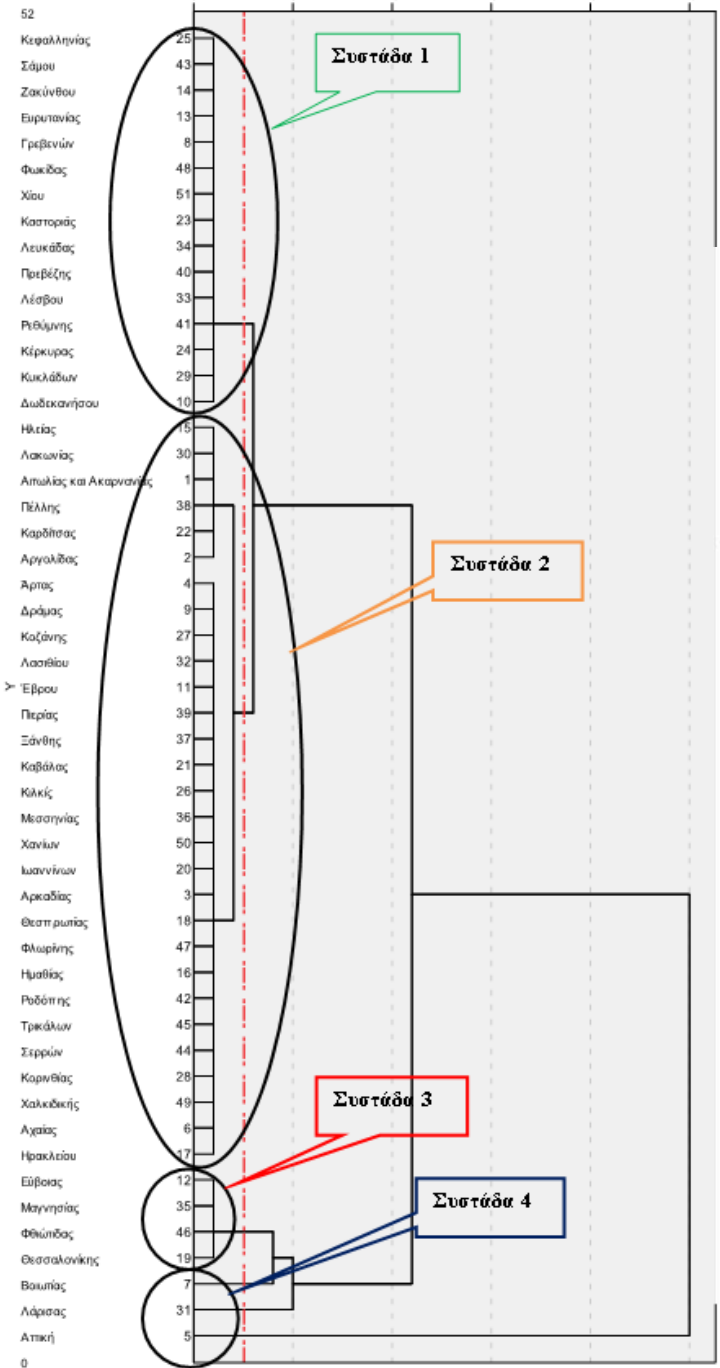
- Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της ιεραρχικής ανάλυσης σε συστάδες είναι ότι ο αριθμός των ομάδων δεν είναι γνωστός από την αρχή της μελέτης. Κάθε παρατήρηση αποτελεί μια ομάδα αρχικά και σε κάθε βήμα ο ερευνητής ενώνει σε ομάδες τις παρατηρήσεις που είναι πιο κοντά.
- Τα σημαντικότερα βήματα που 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.
- Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής εφαρμόστηκε η τεχνική της συσσωρευτικής ιεραρχικής ανάλυσης συστάδων 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 και είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

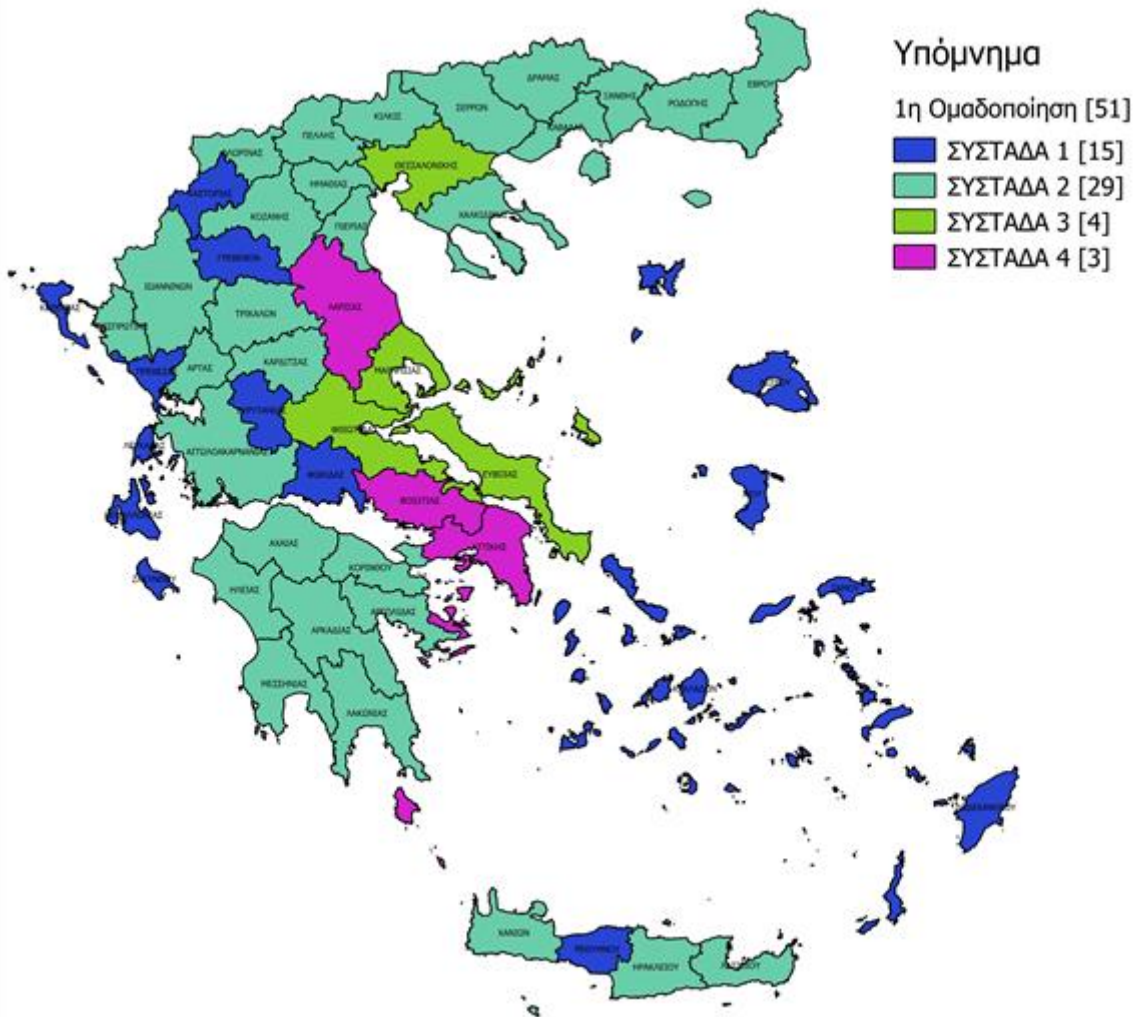
• Η ανάλυση συστάδων πραγματοποιήθηκε για τρία διαφορετικά ζεύγη μεταβλητών προκειμένου να βρεθούν οι διαφοροποιήσεις στις παραγόμενες ομοειδείς ομάδες. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

- 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.

Η ανάλυση συστάδων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό IBM SPSS Statistics 19, ενώ η οπτικοποίηση των συστάδων δημιουργήθηκε στο λογισμικό QGIS 2.6.0.



# Αποτελέσματα 1ης ομαδοποίησης



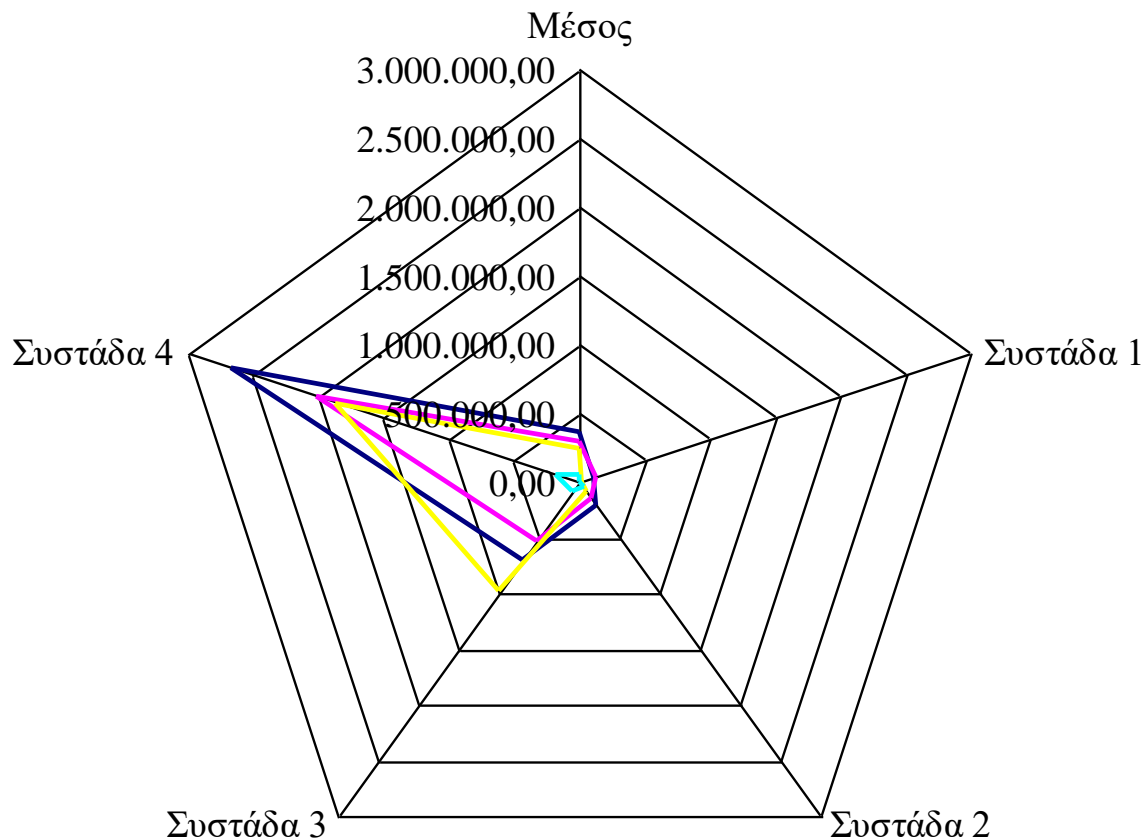


# Αποτελέσματα 1ης ομαδοποίησης

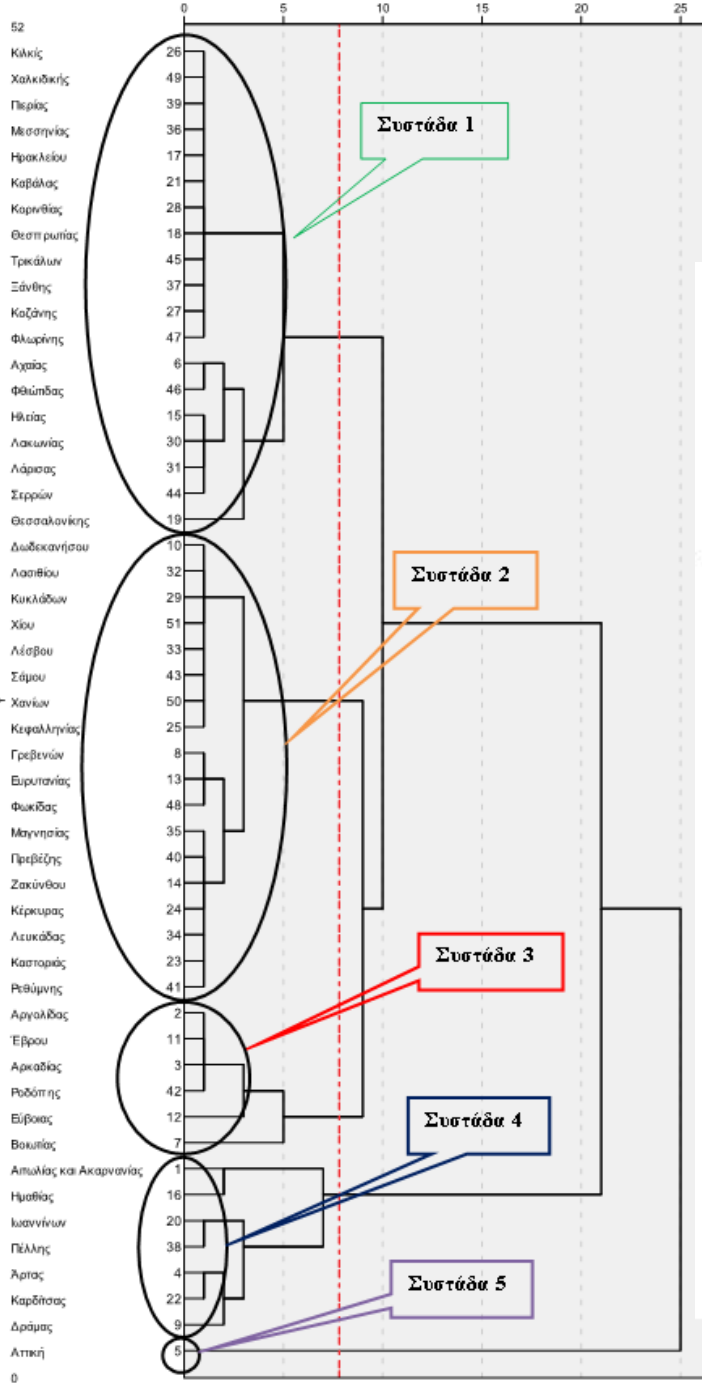
## Κέντρα τιμών των μεταβλητών της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

### Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας

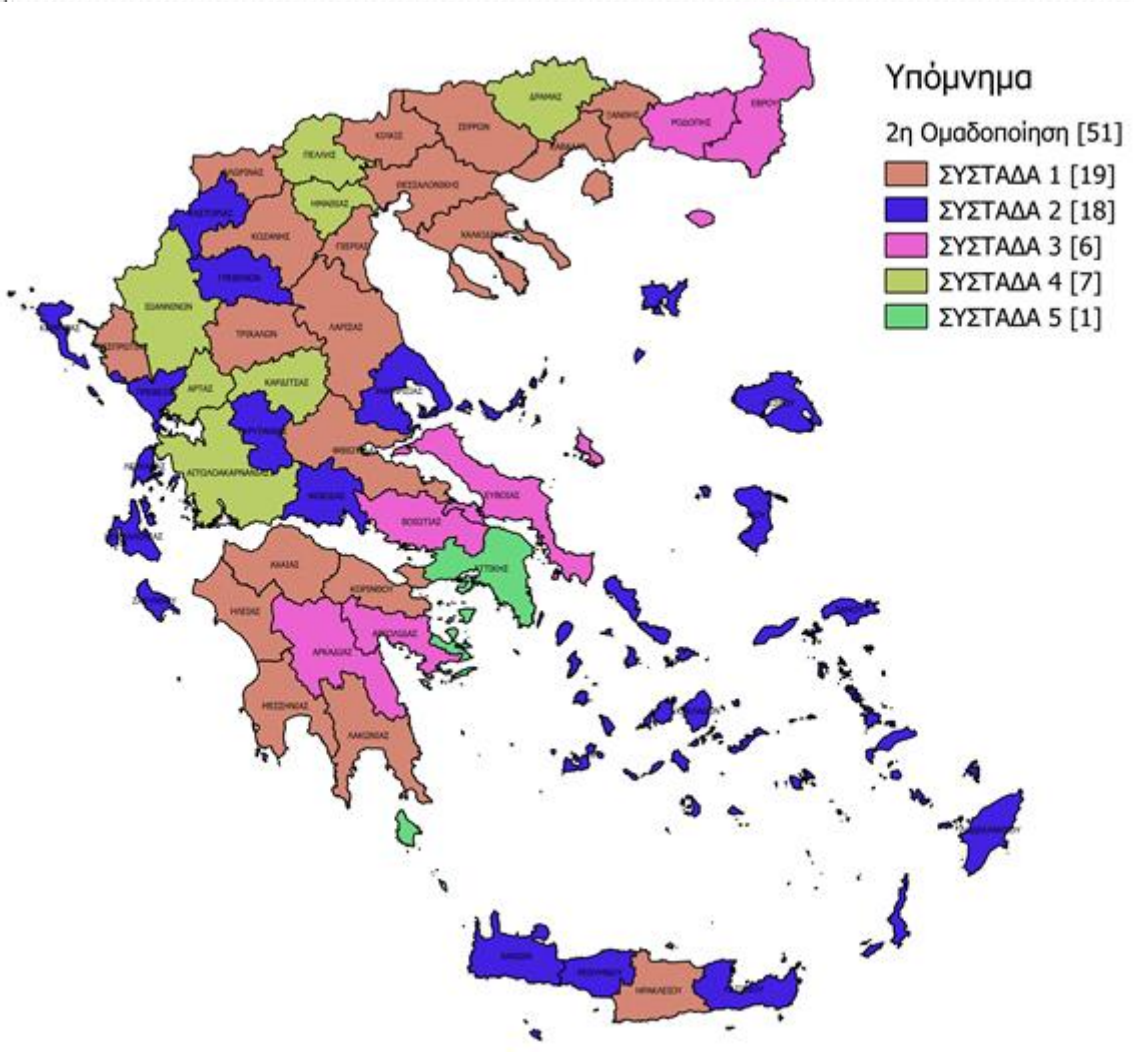
— Οικιακή Χρήση — Εμπορική Χρήση — Βιομηχανική Χρήση — Γεωργική Χρήση



Dendrogram using Ward Linkage  
Rescaled Distance Cluster Combine

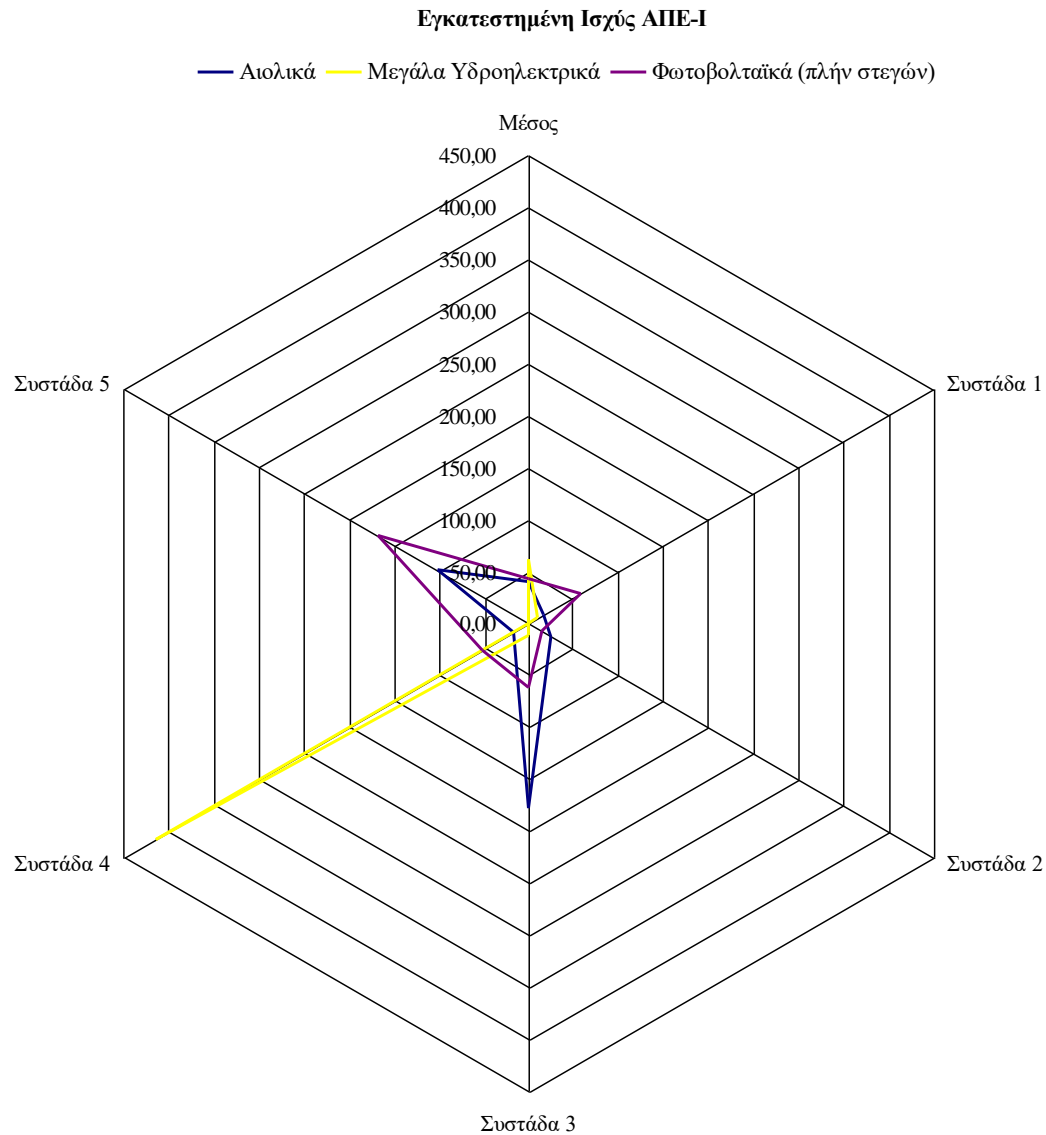


# Αποτελέσματα 2ης ομαδοποίησης



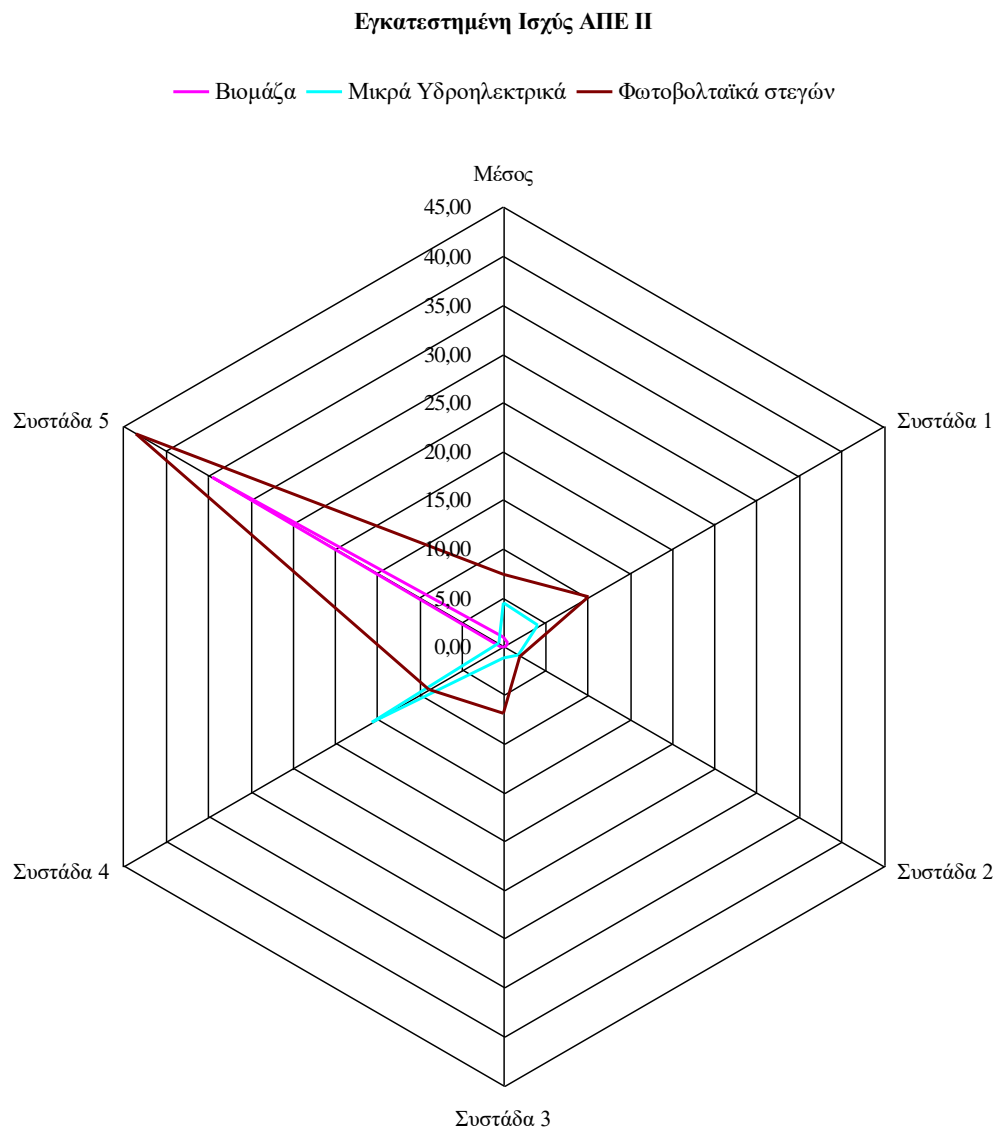
# Αποτελέσματα 2ης ομαδοποίησης

## Κέντρα τιμών των μεταβλητών της εγκατεστημένης ισχύς ΑΠΕ-Ι



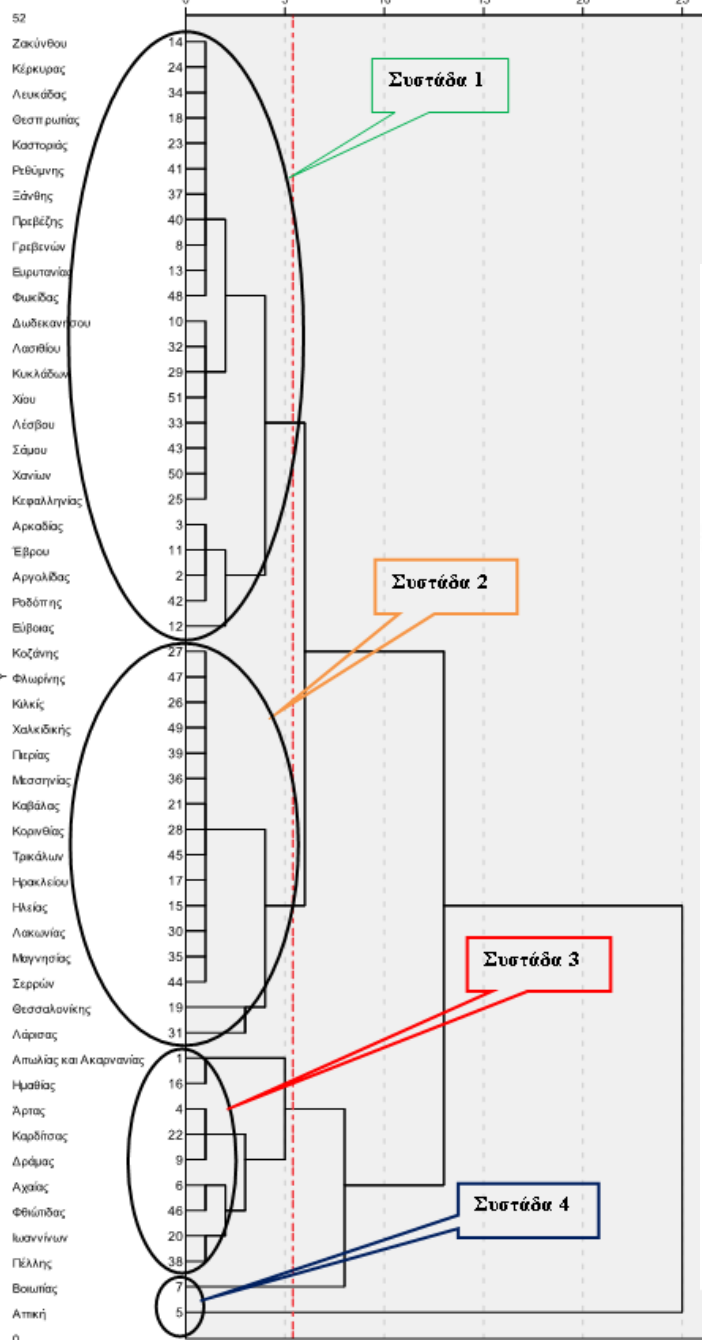
# Αποτελέσματα 2ης ομαδοποίησης

## Κέντρα τιμών των μεταβλητών της εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ-II

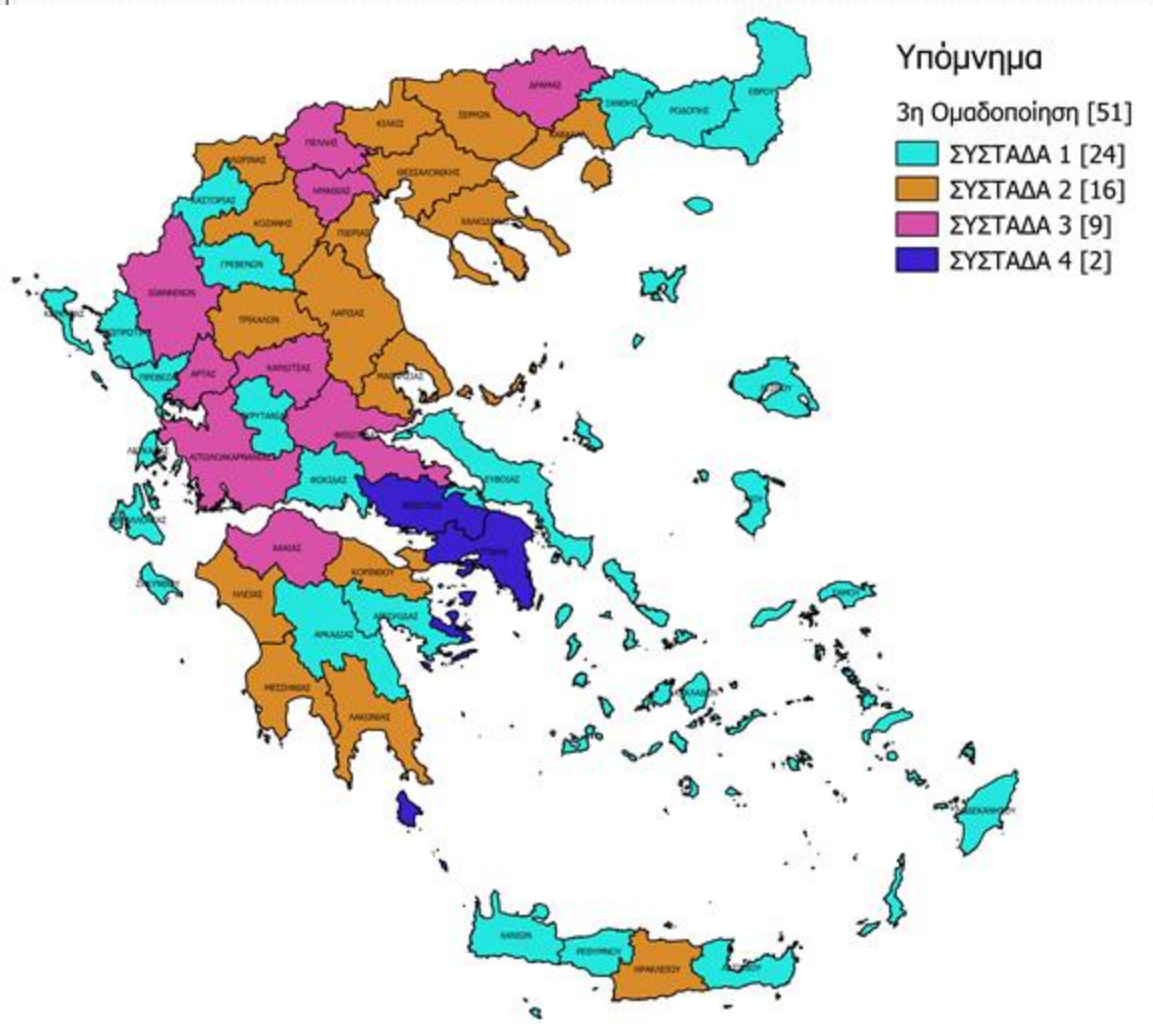


### Dendrogram using Ward Linkage

Rescaled Distance Cluster Combine



# Αποτελέσματα 3ης ομαδοποίησης

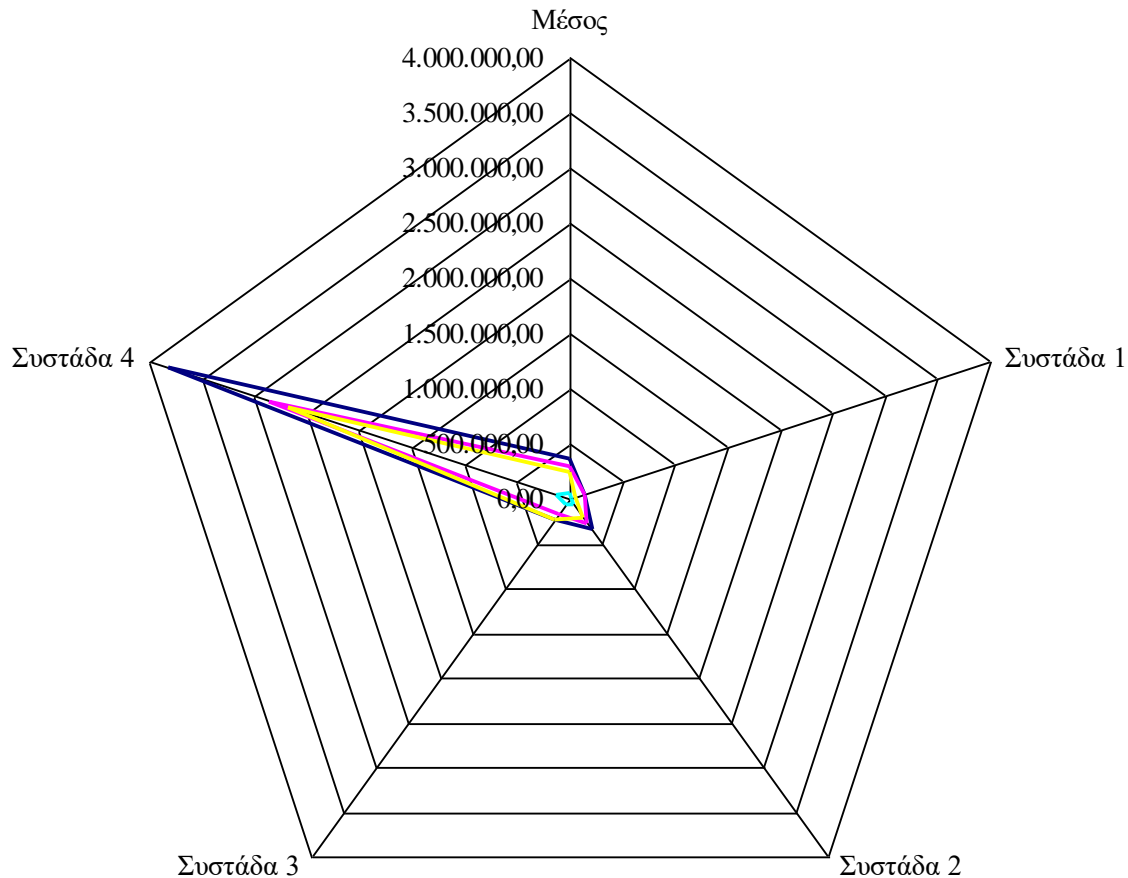


# Αποτελέσματα 3ης ομαδοποίησης

## Κέντρα τιμών των μεταβλητών της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας

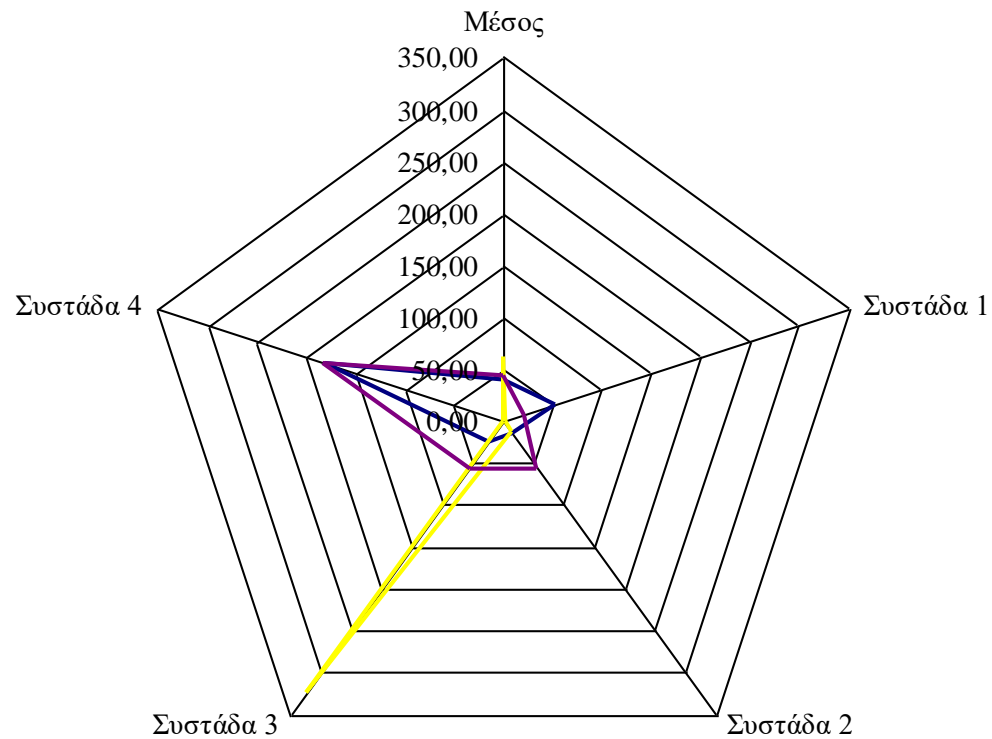
— Οικιακή Χρήση — Εμπορική Χρήση — Βιομηχανική Χρήση — Γεωργική Χρήση



# Αποτελέσματα 3ης ομαδοποίησης

## Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ-Ι

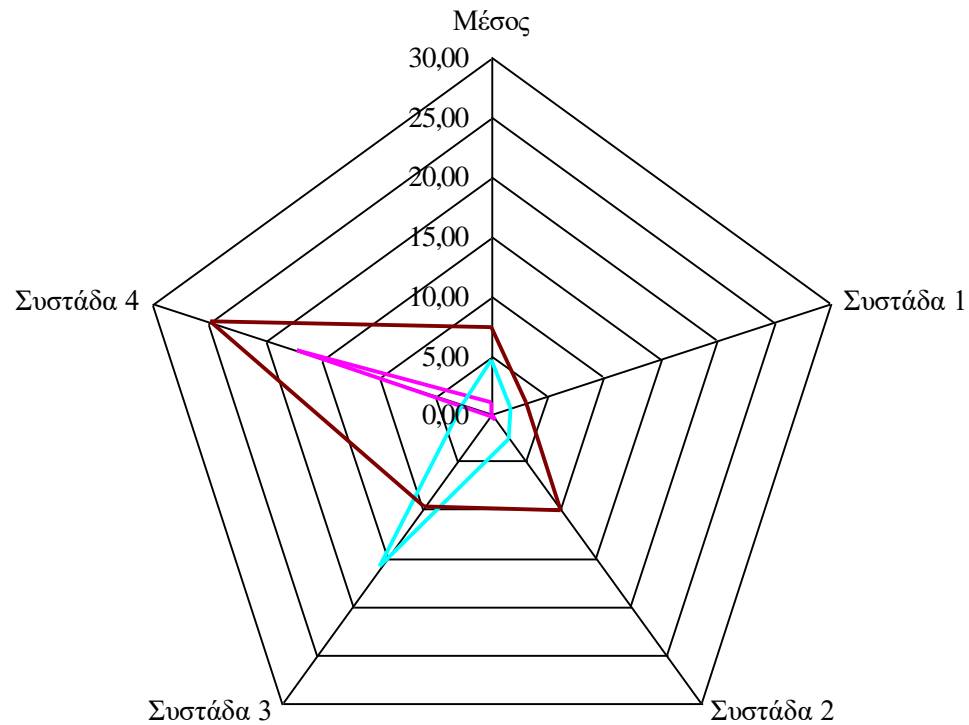
— Αιολικά — Μεγάλα Υδροηλεκτρικά — Φωτοβολταϊκά (πλήν στεγών)



# Αποτελέσματα 3ης ομαδοποίησης

## Εγκατεστημένη Ισχύς ΑΠΕ-Π

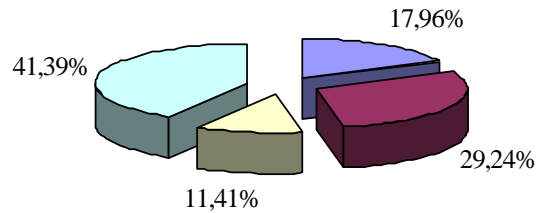
— Βιομάζα — Μικρά Υδροηλεκτρικά — Φωτοβολταϊκά στεγών





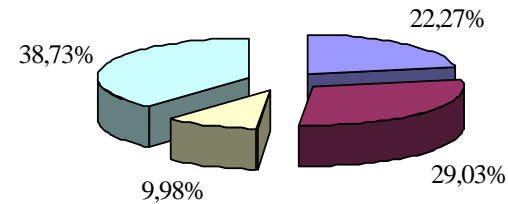
# Χαρακτηριστικά 3ης Ομαδοποίησης

Οικιακή Χρήση



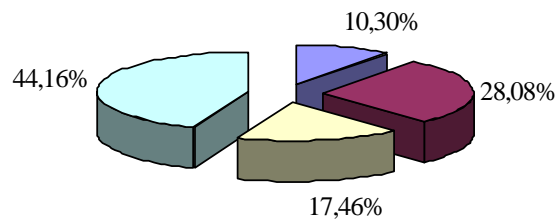
- Συστάδα 1
- Συστάδα 2
- Συστάδα 3
- Συστάδα 4

Εμπορική Χρήση



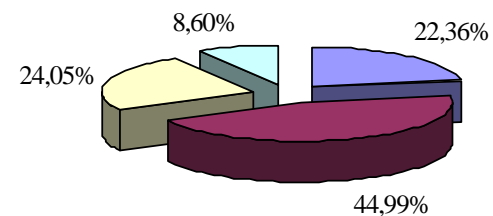
- Συστάδα 1
- Συστάδα 2
- Συστάδα 3
- Συστάδα 4

Βιομηχανική Χρήση



- Συστάδα 1
- Συστάδα 2
- Συστάδα 3
- Συστάδα 4

Γεωργική Χρήση

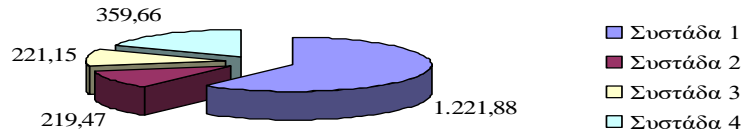


- Συστάδα 1
- Συστάδα 2
- Συστάδα 3
- Συστάδα 4

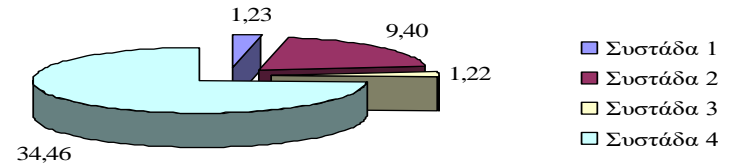
Μερίδιο κατανάλωσης ενέργειας (%) ανά χρήση και συστάδα.

# Χαρακτηριστικά 3ης Ομαδοποίησης

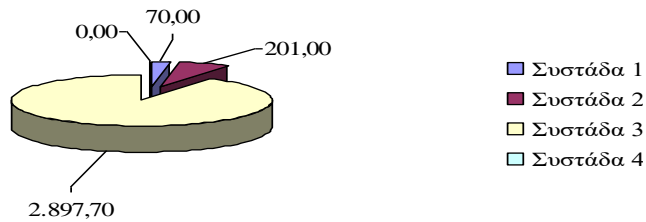
Αιολικά



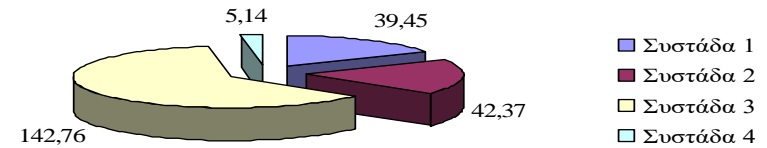
Βιομάζα



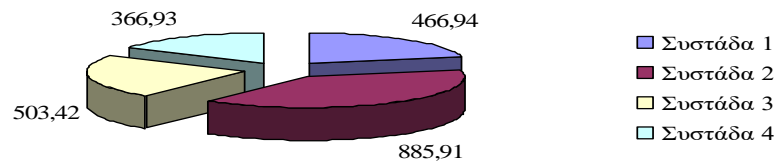
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά



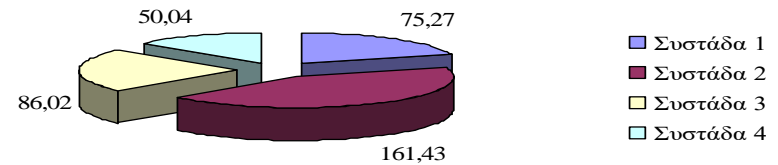
Μικρά Υδροηλεκτρικά



Φωτοβολταϊκά (πλήν στεγών)



Φωτοβολταϊκά προγράμματος στεγών



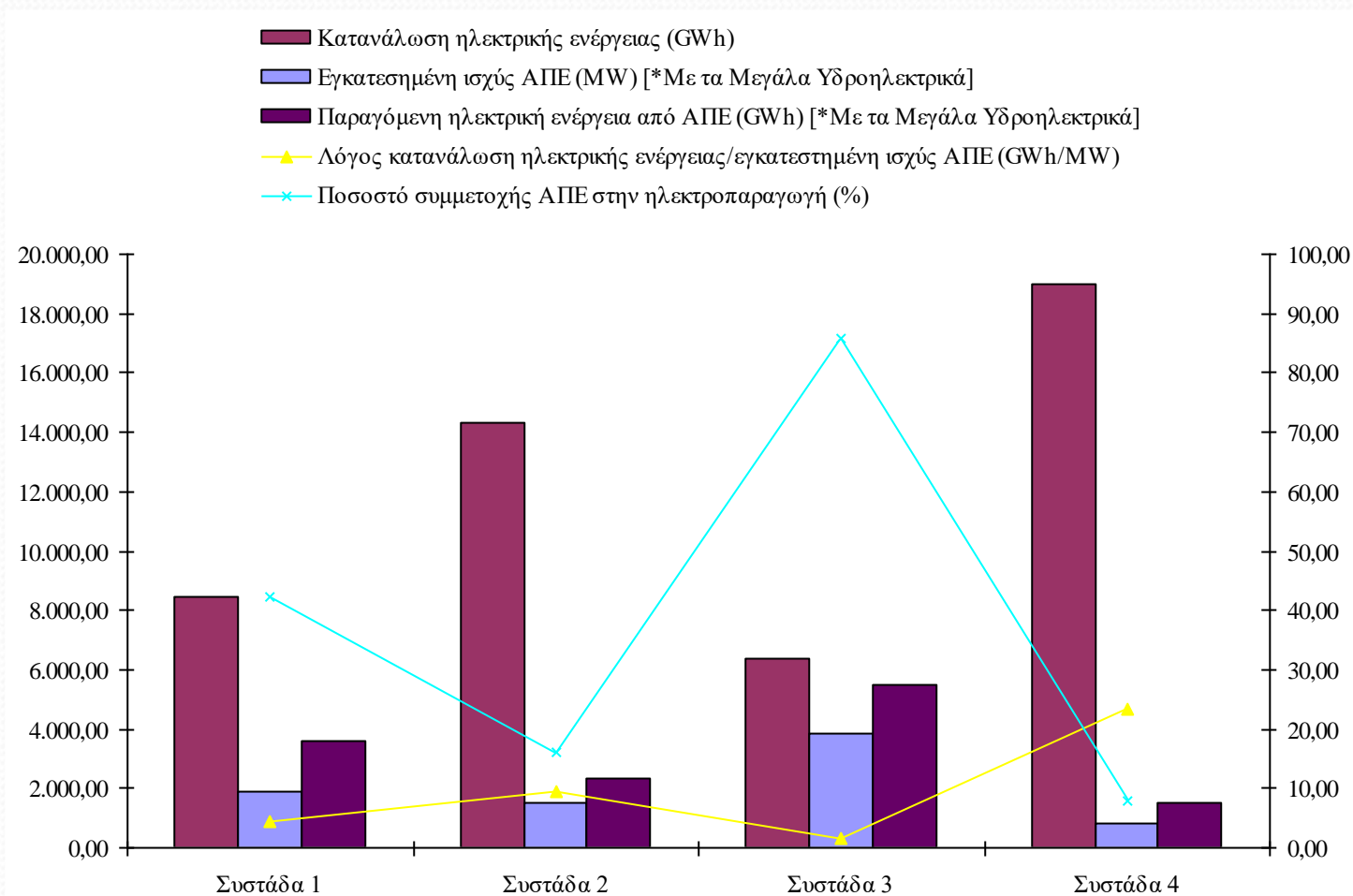
Εγκατεστημένη ισχύς σε MW ανά τεχνολογία ΑΠΕ και συστάδα.

## Σύγκριση συστάδων συνολικής (3ης) ομαδοποίησης δεδομένων

- Το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ (%) στην ηλεκτροπαραγωγή υπολογίστηκε 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.

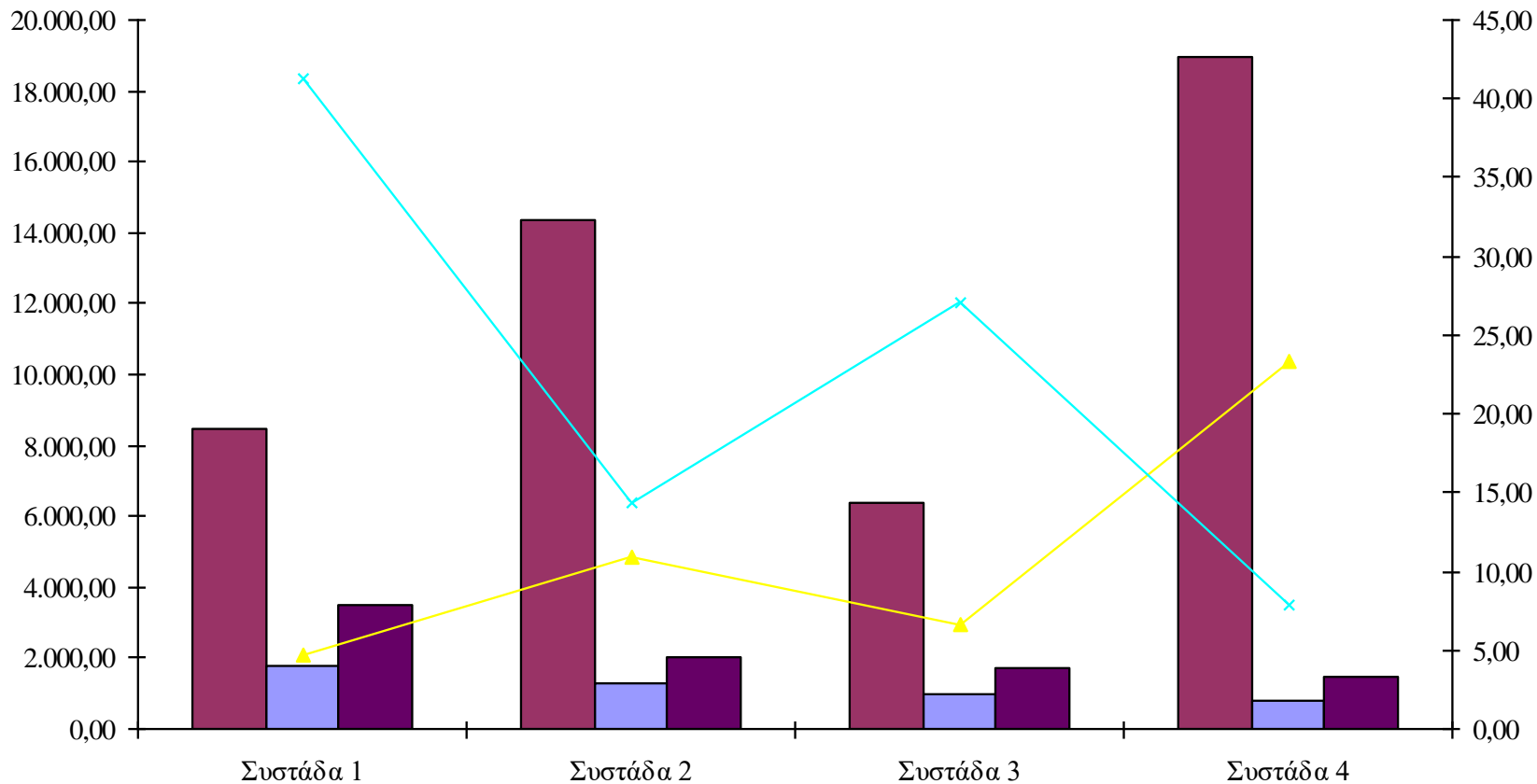
Τεχνολογία ΑΠΕ	Συντελεστής Απόδοσης (GWh/MW)
Αιολικά	2,16
Βιομάζα	4,38
Μεγάλα Υδροηλεκτρικά*	1,29
Μικρά Υδροηλεκτρικά	3,14
Φωτοβολταϊκά	1,34
*Για συντελεστή χρησιμοποίησης ~15%	

- Με βάση τα αποτελέσματα της 3<sup>ης</sup> ομαδοποίησης δημιουργήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα 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.



# Σύγκριση συστάδων 3ης ομαδοποίησης (χωρίς τα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά)

- Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (GWh)
- Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ (MW) [\*Χωρίς τα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά]
- Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (GWh) [\*Χωρίς τα Μεγάλα Υδροηλεκτρικά]
- ▲ Λόγος κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας/εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ (GWh/MW)
- × Ποσοστό συμμετοχής ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή (%)



## Συμπεράσματα

- Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε η τυπολογία της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και της ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ στις 51 περιφερειακές ενότητες της Ελλάδος.
- Από την ανάλυση 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 από ΑΠΕ και συγκεκριμένα σε ποσοστό 85,72% (συμπεριλαμβάνονται οι μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί).

# Συμπεράσματα

- 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 ανάλυση σε συστάδες, 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.

# Προτάσεις

- 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 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.
- 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/ΕΚ 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.



## Προτάσεις

- 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.
- 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.

# Προτάσεις

- Μερικοί δείκτες/μεταβλητές που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στην ομαδοποίηση είναι:
  - Α. ΑΠΕ-Θέρμανση & Ψύξη (RES Heating & Cooling)
    - Βιομάζα (Biomass)
    - Γεωθερμία (Geothermal)
    - Ηλιακά Θερμικά Συστήματα (Solar Thermal)
  - Β. 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/m<sup>2</sup>).
    - θέρμανση & ψύξη/μεταφορές κατανάλωση (heating & cooling/transport consumption) από βιομάζα, βιοκαύσιμα, κ.λπ. σε toe.

***Ευχαριστώ!***